

BREVET D'INVENTION

P.V. n° 884.161

N° 1.318.684

Classification internationale :

G 01 r



Perfectionnement apporté aux appareils de mesure d'inductances.

Société dite : LES LABORATOIRES LERES résidant en France (Seine).

Demandé le 8 janvier 1962, à 15^h 45^m, à Paris.

Délivré par arrêté du 14 janvier 1963.

(Bulletin officiel de la Propriété industrielle, n° 8 de 1963.)

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La présente invention se rapporte aux appareils de mesure d'inductances et a pour but de permettre une telle mesure, sans perturbation, dans toute la gamme des valeurs courantes, en opérant avec la précision maximale et la fatigue minimale pour l'opérateur lors de faibles écarts.

A cette fin, la présente invention a pour objet un appareillage de mesure d'inductances comportant un oscillateur HF modulé en BF, à gammes de fréquences et cadran gradué en inductances, relié par ligne bifilaire à self stable, à basse impédance, à très faible résistance et à ensemble d'injection réglable en fonction de la surtension de l'inductance à mesurer, à un circuit oscillant comportant ladite inductance à mesurer en série avec une inductance réglable et trois condensateurs en parallèle, l'un fixe à forte capacité, les deux autres réglables dont un formant vernier, ce circuit oscillant étant couplé par un amplificateur HF à réglage continu de la sensibilité avec un étage détecteur à linéarisation de tension détectée couplé à un appareil de mesure du courant qu'il reçoit et alimentant en BF un ensemble amplificateur couplé à un indicateur acoustique.

La description qui va suivre, en regard du dessin annexé à titre d'exemple non limitatif, fera bien comprendre comment l'invention peut être mise en pratique et en fera apparaître d'autres particularités :

La figure 1 est le schéma électrique d'un appareillage de mesure d'inductances conforme à l'invention;

La figure 2 représente schématiquement la disposition des deux blocs constitutifs de l'appareillage;

La figure 3 représente un mode de montage de l'inductance à mesurer;

La figure 4 est une vue partielle du cadran de l'oscillateur HF;

La figure 5 est une coupe partielle de la figure 4 suivant la ligne V-V;

La figure 6 représente le mode d'entraînement du condensateur variable de l'oscillateur HF.

Dans le mode d'exécution illustré à la figure 1, l'appareillage de mesure d'inductances comprend un modulateur basse fréquence M. destiné à moduler les signaux d'un oscillateur HF O à gammes de fréquences, oscillateur relié par une ligne bifilaire 1,2 à un circuit oscillant CO dans lequel est montée l'inductance Lx à mesurer. Le circuit oscillant CO alimente un étage amplificateur A1 à haute fréquence relié à un étage détecteur D alimentant un appareil de mesure de courant G et, en basse fréquence, un étage amplificateur A2 couplé à un indicateur acoustique S.

Le modulateur M. comprend une triode 3 et un noyau de fer 4 portant deux inductances 5 et 6 respectivement accordées sur la fréquence BF désirée par les condensateurs 7 et 8, dont le dernier est monté en parallèle sur la résistance de grille 9 de ce modulateur.

L'oscillateur O relié au modulateur M. comprend une triode 10 dont la résistance de grille 11 est court-circuitée au point de vue haute fréquence par un condensateur 12. La triode 10 est branchée aux bornes d'un circuit oscillant constituée par un condensateur variable CV et l'une des paires d'inductances 13, 14-13a, 14a-13b, 14b, la connexion à la cathode s'effectuant au point commun aux inductances d'une même paire par l'intermédiaire d'un contact mobile 15 alors que la connexion à la grille s'effectue par l'extrémité libre des inductances 13, 13a, 13b, à l'aide d'un contact mobile 16; les inductances 14, 14a, 14b sont mises à la masse. Des bobines 17, 17a, 17b couplées aux inductances 14, 14a, 14b servent à prélever l'énergie fournie par l'oscillateur qui dispose de la sorte de trois gammes de

fréquences suivant les valeurs de ces inductances et de ces bobines. Les contacts 15, 16, 18 et 19 appartiennent à un commutateur unique, portant des contacts 19a de mise à la terre des paires d'inductances inutilisées.

Les bobines 17, 17a, 17b sont reliées par des contacts mobiles 18 et 19 à la ligne 1, 2, ligne à basse impédance, à très basse résistance ohmique et à self stable pour éviter les résonnances parasites et constituer un terme absolument fixe dans l'équation d'étalonnage et de décalage du cadran porté par le condensateur variable CV, comme il sera expliqué ci-après. Le conducteur 1 de la ligne bifilaire 1,2 est relié à deux résistances 20 et 21 de valeurs différentes, ce conducteur ou l'une de ces deux résistances pouvant être relié par un contact mobile 22 à une résistance 23.

Le circuit oscillant CO comprend une résistance pure 24 montée en parallèle entre la résistance 23 et le conducteur 2 de la ligne bifilaire. En série avec cette résistance 24 mise à la masse sont montées l'inductance L_x à mesurer et une inductance réglable I dont le rôle sera défini ci-après. Cet ensemble est monté en parallèle sur un groupe de trois condensateurs montés en parallèle et comprenant un condensateur variable d'ajustage 25 dont la capacité sera désignée par c_1 , un condensateur fixe 26 à haute capacité C pour rendre négligeable toute capacité répartie et un condensateur vernier 27 réglé pour une capacité égale à la demi-valeur de sa capacité maximale c_2 correspondant à son échelle zéro.

Les signaux sortant du circuit oscillant CO sont injectés dans la triode 28 de l'étage amplificateur A1 dont la cathode est polarisée par une résistance fixe 29 et une résistance réglable 30 assurant le réglage continu de la sensibilité de l'appareil sur l'amplificateur, après l'échantillon à mesurer, en supprimant ainsi toute réaction de ce réglage sur la fréquence de l'oscillateur O.

L'étage amplificateur A1 alimente l'étage détecteur D par l'intermédiaire d'une triode 33 montée en démodulatrice et dont l'anode est reliée par un condensateur 34 à un cristal détecteur 35 lui-même relié à l'un des plots de l'appareil de mesure de courant ou galvanomètre G. Entre le condensateur 34 et le cristal détecteur 35 est branché un circuit de linéarisation de la tension détectée permettant de mesurer avec une plus grande précision les écarts $\pm \Delta Q$ de la surtension de l'inductance L_x à mesurer en jouant sur le niveau. Ce circuit comprend une résistance 36 correctrice de forme des signaux fournis par le condensateur 34 et, en série, un circuit oscillant à capacité 37 et inductance 38 sur noyau de fer 39 réglé à la fréquence du modulateur M. Ce circuit aboutit à l'autre borne de l'appareil de mesure G reliée à la masse.

De la basse fréquence à faible niveau est prélevée

entre la résistance 36 et le circuit oscillant 37 à 39 pour être injectée dans la grille d'entrée d'une double triode 40 dont le premier étage fonctionne en pré-amplificateur et le second en amplificateur BF. L'anode du deuxième étage de la double triode 40 est reliée à la haute tension par le primaire 41 d'un transformateur 42 dont le secondaire 43 court-circuitable par un contact 44 est relié à l'indicateur acoustique S.

L'appareillage ainsi décrit est utilisé de la façon suivante :

L'inductance L_x à mesurer est disposée entre les bornes 45 et 46 du circuit oscillant CO. Le cadran du condensateur vernier 27 est mis au zéro ce qui correspond à la valeur $c_2/2$. Le condensateur variable 25 est réglé de telle sorte que la valeur :

$$C_0 = C + c_1 + \frac{1}{2} c_2 + c_r$$

soit constante pour tous les appareils, c_r étant la capacité résiduelle totale du circuit oscillant CO. L'inductance L_x impose au circuit oscillant CO une certaine longueur d'onde λ .

On cherche sur quelle gamme du commutateur 15, 16, 18 et 19 l'oscillateur O peut être mis en résonance avec le circuit oscillant CO en tournant le condensateur variable CV ce qui apparaît par un maximum soit au récepteur acoustique S, soit au galvanomètre G. On agit alors sur le contact mobile 22 en vue de régler l'injection à basse impédance en fonction de la surtension Q de l'inductance L_x à mesurer pour diminuer la déviation du galvanomètre G. Cette injection peut être réglée pour des valeurs Q comprises entre 2 et 1 000, ce qui assure une charge constante pour l'oscillateur O donc une détermination précise de l'inductance L_x .

Une fois ce réglage effectué, l'oscillateur O émet des signaux à la fréquence λ déterminée par la relation :

$$\lambda = 2\pi\sqrt{L_x \cdot C_0}$$

où, comme C_0 est constant, $\lambda = K\sqrt{L_x}$;

K étant une constante, ce qui permet de graduer directement le cadran du condensateur variable CV de l'oscillateur O en valeur d'inductances, avec autant d'échelles qu'il y a de jeux d'inductance telles que 13, 14 et 17, c'est-à-dire autant qu'il y a de gammes de fréquences pour l'oscillateur O.

L'appareillage est utilisable pour déterminer la régularité d'une fabrication et, en particulier, pour mesurer l'écart en pourcentage d'une inductance à une autre. Pour cela le cadran du condensateur vernier 27 est gradué de part et d'autre de sa position médiane marquée zéro en pourcentage de la capacité totale C_0 . L'appareillage ayant été réglé comme indiqué précédemment pour l'inductance type L_x , on remplace cette inductance par une inductance L_{x_1} et, sans toucher au cadran du condensa-

teur variable CV, on tourne le cadran du condensateur vernier 27 jusqu'à obtenir la même déviation du galvanomètre G. On lit alors la graduation du cadran de ce condensateur 27 qui donne l'écart en pourcentage de l'inductance Lx_1 par rapport à l'inductance Lx , écart négatif ou positif selon que l'on augmente ou diminue c_2 .

Si les mesures sont effectuées à un court intervalle de temps et si la tension d'alimentation des divers éléments de l'appareillage reste constante, ce dernier permet de comparer la qualité d'inductances de valeurs voisines et, notamment, de mettre en évidence toute variation d'amortissement due en particulier à des coupures d'un ou plusieurs fils dans un toron de fil divisé, à des mises en court-circuit de spires, à des défauts de soudures ou de supports isolants ou à des capacités à agrafage défectueux couplées avec l'inductance Lx .

L'appareillage décrit est, de préférence, disposé en deux blocs 47 et 48 (fig. 2) séparés par un matelas d'air 49 formant isolation thermique. Le bloc 47 comprend tous les éléments HF : oscillateur O, ligne bifilaire 1,2 et circuit oscillant CO, ainsi soustraits à la chaleur dégagée par le bloc 48 comprenant le restant de l'appareillage, c'est-à-dire l'alimentation, l'oscillateur BF formant le modulateur M, les amplificateurs A1, A2 et l'élément de détection D.

D'autre part, en vue d'assurer une très grande facilité d'adaptation des éléments à mesurer, l'appareillage comporte un dispositif de fixation du genre décrit à la figure 3, qui remplace les bornes habituellement utilisées. Ce dispositif comprend deux embases femelles 50 et 51 dans lesquelles peuvent coulisser des plots 52 et 53 soumis à l'action de ressorts de rappel 54 et 55. L'élément Lx dont l'inductance est à mesurer à ses fils de sortie 56 et 57, réalisés en fils uniques ou en fils divisés, disposés sur les embases 50 et 51. Une manette métallique 58 commandant deux cames métalliques 59 et 60 sur lesquelles s'appuient les plots mobiles 52 et 53 assure la fixation en deux temps des fils 56, 57 par abaissement du plot 52, puis, du plot 53, entre les embases femelles et les têtes desdits plots, les cames étant dégagées des plots au moment de la mesure. On obtient ainsi un serrage constant et l'assurance que si les fils 56 et 57 sont constitués par des fils divisés, aucun fil fin n'est coupé. Cet ensemble est placé sur un pupitre débordant du panneau avant et sur la face avant duquel s'appuie l'inductance Lx qui est ainsi à distance constante de ce panneau avant, suffisante pour que cette inductance ait une influence négligeable.

En vue de faciliter la lecture, en particulier pour des mesures de faibles écarts, tout en diminuant la fatigue de l'opérateur, ainsi que représenté aux figures 4 et 5, le cadran 61 du condensateur variable CV portant la graduation en inductances 62 a

son corps noir, cette graduation étant éclairée par une lampe 63 à travers un filtre monochromatique 64 de même couleur que la graduation.

L'inductance variable I montée en série dans le circuit oscillant CO avec l'inductance Lx à mesurer permet par son réglage d'obtenir, en addition avec les inductances résiduelles de l'appareillage, une valeur constante, l'échelle de graduation du cadran 61 étant alors déplacée dans la direction convenable pour faire coïncider cette somme, avec la graduation zéro, de façon à permettre la mesure d'inductances très faibles allant jusqu'à zéro.

Enfin, en vue de permettre un entraînement correct du condensateur variable CV, nonobstant toute excentration possible de son axe, ainsi qu'il est illustré à la figure 6, ce condensateur est entraîné par friction périphérique à l'aide d'une rondelle 65 en matière plastique telle que celle connue sous le nom de « Néoprène », son axe 66 étant solidaire d'un doigt 67 appliqué par un ressort 68 sur une butée du corps de condensateur, ce doigt pouvant ainsi se déplacer en translation par rapport à cette butée en cas d'excentration de l'axe 66.

L'appareillage suivant l'invention permet d'effectuer un étalonnage point par point de chaque appareil à partir d'une base de références de fréquences et de selfs étalons.

Il est bien évident que, sans sortir du cadre de la présente invention, des modifications pourraient être apportées au mode d'exécution décrit.

Le résumé qui va suivre et qui ne présente aucun caractère limitatif a simplement pour but d'énoncer un certain nombre de particularités principales et secondaires de l'invention, ces particularités pouvant être prises isolément ou en toutes combinaisons possibles.

RÉSUMÉ

La présente invention comprend notamment :

1° Un appareillage de mesure d'inductances comportant un oscillateur HF modulé en BF, à gammes de fréquences et cadran gradué en inductances, relié par ligne bifilaire à self stable, à basse impédance, à très faible résistance et à ensemble d'injection réglable en fonction de la surtension de l'inductance à mesurer, à un circuit oscillant comportant ladite inductance à mesurer en série avec une inductance réglable et trois condensateurs en parallèle, l'un fixe à forte capacité, les deux autres réglables dont un formant vernier, ce circuit oscillant étant couplé par un amplificateur HF à réglage continu de la sensibilité avec un étage détecteur à linéarisation de tension détectée couplé à un appareil de mesure du courant qu'il reçoit et alimentant en BF un ensemble amplificateur couplé à un indicateur acoustique;

2° L'oscillateur HF comprend un condensateur

variable à cadran gradué en inductances et des ensembles de paires d'inductances avec bobine couplée, utilisables chacun pour une fréquence différente;

3° Le condensateur variable, entraîné périphériquement par friction d'une rondelle en matière plastique et dont l'axe porte un doigt appuyé par un ressort sur une butée, à son cadran éclairé en lumière monochromatique de la même couleur que la graduation, cette graduation étant déplaçable pour amener son zéro à la valeur à l'inductance ajustable augmentée de l'inductance résiduelle de l'appareillage;

4° L'ensemble d'injection réglable est constitué par deux résistances de valeurs différentes branchées sur l'un des brins de la ligne bifilaire, ce brin et ces deux résistances pouvant être reliés par un contact mobile à une résistance d'entrée du circuit oscillant;

5° La ligne bifilaire est montée en parallèle sur une résistance pure du circuit oscillant;

6° L'amplificateur HF a sa cathode polarisée par une résistance fixe et une résistance de réglage continu de la sensibilité;

7° L'étage détecteur comporte une triode montée en démodulatrice dont l'anode est reliée par un condensateur à un cristal détecteur relié à l'un des

plots de l'appareil de mesure de courant, le circuit de linéarisation de la tension détectée, aboutissant condensateur et ce cristal, comprenant en série une à l'autre pôle de cet appareil et branché entre ce résistance correctrice de forme et un circuit oscillant réglé à la fréquence du modulateur;

8° L'alimentation en BF de l'ensemble amplificateur couplé à l'indicateur acoustique est prélevée entre la résistance et le circuit oscillant du circuit de linéarisation;

9° L'appareillage est disposé dans deux blocs séparés par un matelas isolant d'air, l'un de ces blocs, bloc HF, comprenant l'oscillateur, la ligne bifilaire et le circuit oscillant, l'autre comprenant l'alimentation, le modulateur, les amplificateurs et l'ensemble détecteur;

10° La fixation des fils de sortie des inductances à mesurer est effectuée en deux temps par l'intermédiaire d'une manette solidaire de deux cames sur lesquelles prennent appui sous l'action de ressorts deux plots verticalement mobiles dont les têtes au relâchement des cames viennent successivement serrer les fils de connexion sur des embases fixes.

Société dite : LES LABORATOIRES LERES

Par procuration :

MASSALSKI & BARNAY

