Méthode d'intégration électronique pour la mesure d'aimantation de supraconducteurs de faible volume et de faible champ critique

A. Nemoz, J.C. Solecki, J.P. Faure, J.R.G. Keyston

► To cite this version:

A. Nemoz, J.C. Solecki, J.P. Faure, J.R.G. Keyston. Méthode d'intégration électronique pour la mesure d'aimantation de supraconducteurs de faible volume et de faible champ critique. *Revue de Physique Appliquée*, 1969, 4 (1), pp.42-44. 10.1051/rphysap:019690040104200 . jpa-00242888

HAL Id: jpa-00242888

<https://hal.science/jpa-00242888>

Submitted on 1 Jan 1969

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MÉTHODE D'INTÉGRATION ÉLECTRONIQUE POUR LA MESURE D'AIMANTATION DE SUPRACONDUCTEURS DE FAIBLE VOLUME ET DE FAIBLE CHAMP CRITIQUE

Par A. NEMOZ, J. C. SOLECKI, J. P. FAURE et J. R. G. KEYSTON ⁽¹⁾,

Centre de Recherches sur les Très Basses Températures, C.N.R.S., Grenoble, France.

(Reçu le 14 octobre 1968.)

Résumé. — On décrit la réalisation d'un montage de mesure d'aimantation par intégration avec amplification préalable, qui permet d'obtenir, pour des supraconducteurs de faible volume et de faible champ critique, le tracé direct de la courbe d'aimantation, et en particulier les sauts d'aimantation, sur un enregistreur XY rapide.

Abstract. — An electronic integration device with preamplification for magnetization measurements is described. Magnetization curves, even with flux jumps, can be traced for superconducting materials of small volume, at low critical fields, on a fast XY recorder.

I. Introduction. — La méthode classique de mesure d'aimantation dite « par extraction » [1] consiste à déplacer l'échantillon soumis à un champ magnétique constant à l'intérieur d'une bobine de mesure. La variation de flux engendrée, proportionnelle à l'aimantation, est mesurée à l'aide d'un galvanomètre balistique. La bobine est constituée de deux enroulements disposés bout à bout et bobinés en sens contraire. Le champ est uniforme sur toute la longueur de la bobine. Cette méthode, bien que précise, présente quelques inconvénients : elle est sensible à la dérive du champ appliqué lors de l'extraction, elle est lente, soumet l'échantillon à un choc et à une faible variation de température, et n'est pas très adaptée à l'étude des sauts d'aimantation à cause des variations discrètes du champ magnétique. Pour ces raisons, nous avons entrepris la construction d'un montage de mesure d'aimantation par intégration avec variation continue du champ. Mais à cause du faible volume des échantillons à étudier, quelques dizaines de mm³, et des faibles champs critiques, dans le domaine de température utilisé, quelques dizaines d'œrstedes, une amplification préalable est alors nécessaire.

II. Principe (fig. 1). — Le champ magnétique est créé par une bobine dont le courant varie linéairement en fonction du temps. Un signal proportionnel au courant est envoyé à l'entrée X d'un enregistreur XY. L'échantillon est disposé à l'intérieur de l'un des deux enroulements de la bobine de mesure. La tension aux

FIG. 1. — Schéma de principe : 1, Bobine de champ ; 2, Bobine de mesure ; 3, Résistance étalon ; 4, Échantillon.

bornes de la bobine, proportionnelle à la dérivée de l'aimantation, est d'abord amplifiée puis intégrée. Le signal obtenu est envoyé à l'entrée Y.

III. Réalisation. — Le montage cryogénique utilisé est un cryostat à double bain d'hélium [2] qui permet, par pompage direct sur le bain intérieur, où se trouve l'échantillon, d'obtenir une température de l'ordre de 0,75 °K, nécessaire pour nos mesures.

A. CHAMP MAGNÉTIQUE. — Le champ uniforme à 3×10^{-3} près sur 8 cm est créé par une bobine ($H/I = 187,8$ œ/A), refroidie à l'azote liquide. Une

⁽¹⁾ Adresse actuelle : National Research Council of Canada, Ottawa 7, Canada.

un gain de 5×10^7 . Afin de réduire l'effet de dérive dû aux variations de température ambiante, l'ensemble amplification-intégration est plongé dans une enceinte maintenue à température constante par une circulation d'eau régulée en température. La dérive totale mesurée sur 10 minutes correspond ainsi à une tension ramenée à l'entrée de quelques nanovolts. Pour le cas où les tensions délivrées seraient importantes, le gain du premier étage peut être réduit afin de ne pas saturer l'intégrateur.

C. REMARQUES. — Il faut prendre des précautions particulières, lors du montage, pour éviter les forces thermo-électriques parasites, les boucles de masse. En l'absence d'échantillon, ou lorsque celui-ci est à l'état normal, on règle, à l'aide du potentiomètre P_1 , la compensation à 10^{-4} près. Avant chaque cycle, la dérive de l'intégrateur est éliminée au moyen du potentiomètre P_2 qui ajuste le zéro de l'amplificateur A_1 . Nous nous sommes assurés que le déphasage, entre le courant et le champ magnétique, dû aux parois métalliques du cryostat est négligeable aux vitesses de variation du champ utilisées. D'autre part, nous utilisons un enregistreur XY potentiométrique rapide.

IV. Performances. — La figure 4 montre une courbe d'aimantation isotherme typique. La sensibilité estimée est de 50 maxwells t/cm. La dérive est de l'ordre de $\pm 2,5$ maxwells t/cm/mn. A l'aide d'une régulation [3] en température sur le bain intérieur, nous

FIG. 4. — Courbe d'aimantation isotherme : Al, 4,12 % At Ag ($T_e = 1,055 \pm 0,003$ °K), $T = 0,895$ °K; $\frac{dH}{dt} = 1,9$ Oe/s $^{-1}$.

pouvons tracer un cycle tous les 10^{-2} °K. On jugera plus facilement des performances en comparant une courbe d'aimantation obtenue, d'une part, par la méthode d'extraction et mesure de la variation de flux à l'aide d'un galvanomètre (Kipp A 54) et, d'autre part, par la méthode ici décrite (fig. 5). L'accord est de l'ordre de 1 à 2 %. En outre, le cycle

FIG. 5. — Courbe d'aimantation isotherme avec saut de flux : Al, 10 % At Mg ($T_e = 1,132$ °K $\pm 0,003$ °K); $T = 0,795$ °K; $\frac{dH}{dt} = 3,1$ Oe/s $^{-1}$.

+ : Méthode d'extraction.
— : Méthode d'intégration.

comporte un saut d'aimantation qu'il était difficile de préciser par la première méthode. Ce montage semble donc adapté à l'enregistrement des variations rapides d'aimantation telles que les sauts d'aimantation. On peut aussi l'utiliser en méthode d'extraction, à la place du galvanomètre balistique, auquel cas la sensibilité est améliorée; on peut ainsi mesurer de très faibles aimantations.

V. Remerciements. — Les auteurs remercient MM. Tournier et Martin du Service d'Électronique Générale au Centre d'Études Nucléaires de Grenoble pour leurs suggestions fort utiles et leur aide efficace. Ce travail a été réalisé avec l'aide de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] SHOENBERG (D.), The Phys. Soc. (Cambridge), London, Conf. Report 2.85, 1967.
- [2] BONNIN (B.), Thèse Faculté des Sciences, Université de Grenoble, 1965.
- [3] KEYSTON (J.) et FAURE (J. P.), à paraître.