

PRINCIPE DE MONTAGE D UN MEASUREUR DE CHAMP EMPLOYANT
UN FIL DE BISMUTH COMME PARTIE SENSIBLE.

I Sensibilité du fil de Bismuth aux champs magnétiques.

Il faut distinguer la mesure des champs magnétiques faibles de celle des champs magnétiques intenses. La valeur de la variation de résistivité du Bismuth en fonction d'un champ magnétique faible rend illusoire l'usage de ce matériau aux températures ordinaires. Par contre, aux températures voisines de -200°C, l'accroissement de la variation de résistivité est tel qu'on peut obtenir des mesures présentant une certaine précision pour des valeurs de champs magnétiques de l'ordre de cent gauss. Si l'intensité du champ magnétique dépasse l'ordre du millier de gauss, il peut y avoir avantage à utiliser le Bismuth à la température ambiante.

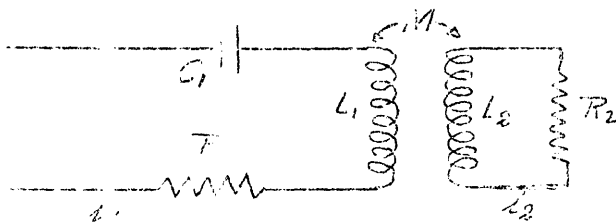
De ces constatations, on tire la conclusion qu'il est possible de construire un mesureur de champs magnétiques fonctionnant à deux sensibilités éloignées l'une de l'autre et comprenant chacune un certain nombre de gauges convenablement choisis.

II. Méthode de mesure.

La mesure d'une résistance, et plus particulièrement la mesure d'une variation de résistance, est une opération longue et fastidieuse. Il est donc préférable de transformer celle-ci en une mesure de tension; elle peut être effectuée en courant continu ou en courant alternatif. Des considérations pratiques conduisent à l'emploi de ce dernier; en effet, il permet d'éviter l'impression dans les valeurs mesurées de tensions thermo-électriques qui peuvent,

pour de telles différences de température, devenir fort importants et tolérant des amplificateurs à bande étroite, il autorise une diminution de l'importance du bruit de fond par rapport à l'amplitude du signal lui-même.

Pour convertir une mesure de résistance en une mesure de tension il faut alimenter celle-ci avec un courant d'amplitude constante. On peut parvenir à ce résultat au moyen d'un circuit de Boucherot, mais celui-ci a l'inconvénient de ne pas tolérer une masse du circuit de mesure indépendante du circuit d'alimentation. Le circuit suivant réalise la condition d'intensité constante et d'isolement de masse du circuit secondaire:



Dans ce schéma R₂ représente le fil de Bismuth.

Le courant i_2 vaut:

$$i_2 = \frac{-e^{j\omega t}}{j\omega M} \frac{1}{(j\omega L_1 + R_1 + \frac{1}{j\omega C_1}) (j\omega L_2 + R_2) + M^2 \omega^2}$$

qui se réduit à:

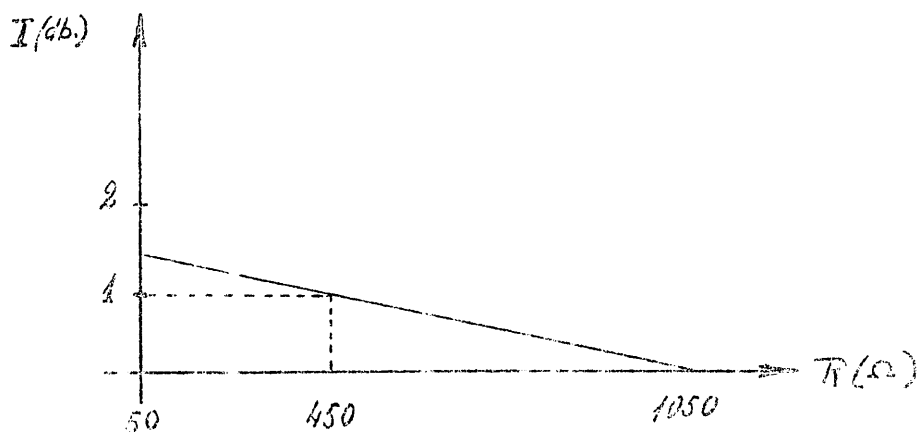
$$i_2 = \frac{-j\omega t}{j\omega M} \frac{1}{R_1 (j\omega L_2 + R_2) + M^2 \omega^2}$$

si la condition $C_1 L_1 \omega^2 = 1$ est réalisée, c'est-à-dire si la fréquence d'alimentation du circuit primaire correspond à sa fréquence propre de résonance.

On remarque alors que si R_1 est nul, ou du moins suffisamment petit vis à vis des autres facteurs se trouvant au dénominateur de la fraction représentant le courant, celui-ci devient indépendant de la valeur de R_2 .

Il ne dépend que de M et de ω .

Le croquis suivant donne une idée de l'effet de stabilisation du courant en fonction de R_2 pour un générateur basse fréquence d'une résistance interne, soit R_1 , de 50Ω .



Influence de la stabilité de la fréquence.

Une variation de la fréquence de l'oscillateur BF alimentant le circuit primaire du dispositif n'est pas très grande. En effet, nous avons à résonance:

$$i_2 = \frac{F}{M\omega} = \frac{E}{\omega \sqrt{L_1 L_2}}$$

Dans le cas présent $L_1 = L_2 \approx 5 \cdot 10^{-2}$ et $E \approx 5$ V.

$$i_2 = \frac{5}{\omega_0 \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = \frac{10^2}{\omega_0}$$

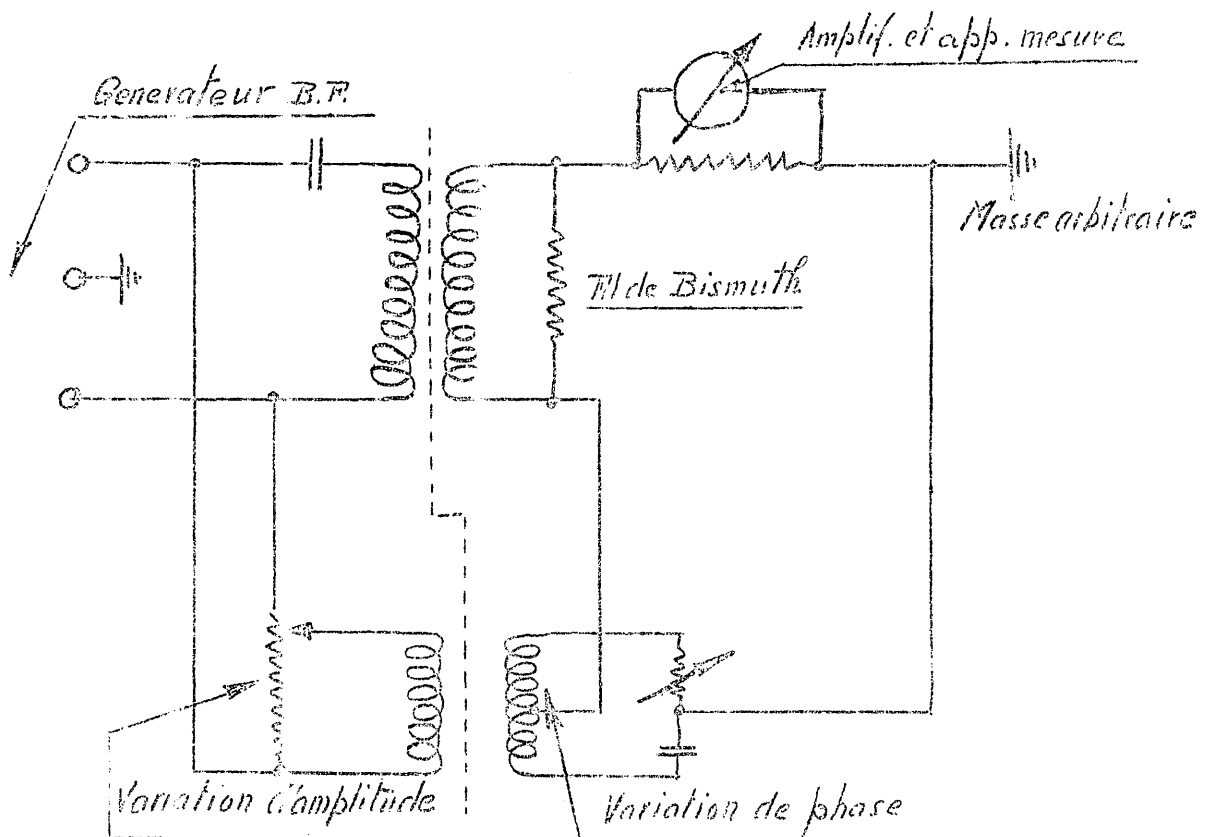
en appelant ω_0 la fréquence de résonance. ($3 \cdot 10^3$ p/s).

$$i_2 = 10^2 (\omega_0)^{-1} \quad di_2 = 10^2 \cdot -1 \cdot (\omega_0)^{-2} d\omega$$

$$di_2 = -\frac{10^2}{\omega_0^2} d\omega \quad \text{soit } \sim \frac{10^2}{(20)^2 10^6} d\omega$$

Cette valeur n'est qu'approchée, l'équation dérivée ci-dessus n'étant pas complète ($R_1 \neq 0$)

Par ailleurs, la valeur de la résistance du Bismuth n'est pas nulle lorsque le champ magnétique appliqué vaut zéro; il y a donc avantage à compenser la force électromotrice qui se trouve aux bornes de la résistance sensible au champ par une tension de même fréquence dont la phase et l'amplitude peuvent être choisies de façon à avoir une indication nulle en l'absence de champ magnétique. Un tel dispositif peut se réaliser de la manière suivante:



La partie à droite de la ligne pointillée est complètement isolée de celle qui est à gauche de celle-ci, ce qui permet, à condition que les capacités entre ces deux parties du circuit soient faibles de choisir arbitrairement une masse qui peut être placée de façon à remplir les conditions d'entrée d'un amplificateur.

III. Résultats expérimentaux.

Le dispositif décrit ci-dessus présente une bonne stabilité; réalisé sans précautions spéciales (montage sur table sans blindages) on peut en attendre les performances suivantes:

- a/ Courbe champ magnétique-déviaton de l'instrument de mesure à la température ordinaire ($\sim 18^{\circ}\text{C}$)
- b/ Courbe champ magnétique - déviaton de l'instrument de mesure à la température de l'air liquide (-192°C).

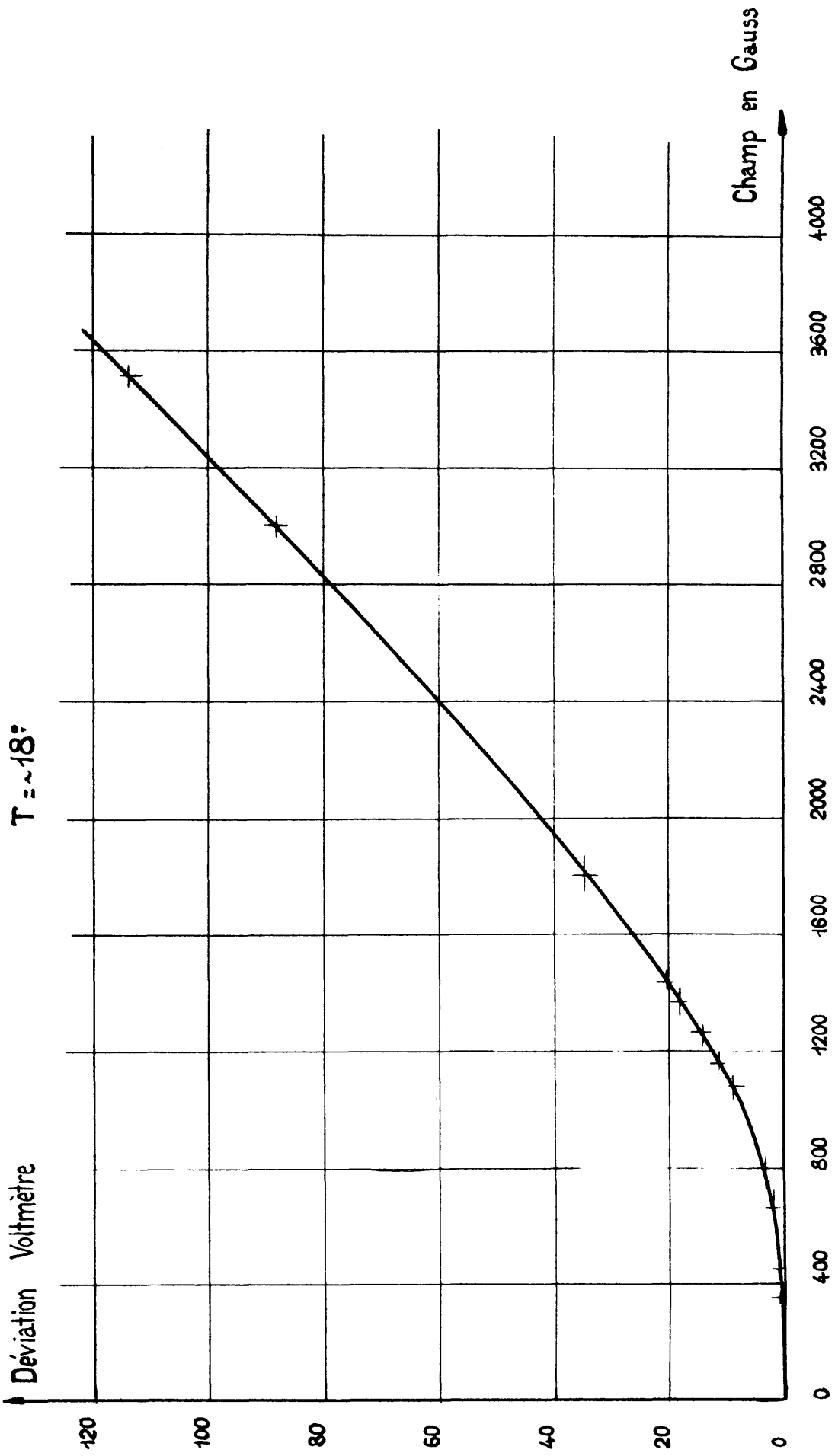
Dans les deux relations ci-dessus les mesures de champ ont été faites au moyen du flux-mètre et d'une bobine exploratrice, la même dans les deux cas. Ceci avait pour inconvénient de diminuer la précision des mesures de champ des pointés de la courbe b mais avait l'avantage, par contre, de conserver une meilleure valeur relative des pointés en champ de a vis à vis de ceux de b, ce qui donne un raccordement des valeurs des deux courbes et un choix des plages de températures dont la signification est meilleure.

IV. Conclusion.

Pour autant que la réalisation pratique de l'appareil ne pose pas de problèmes insoupçonnés jusqu'ici, la méthode de la variation de la résistivité du Bismuth en fonction du champ magnétique appliqué semble donner d'excellents résultats pour la mesure des champs magnétiques. Par ailleurs, le paramètre représenté par la température peut, si la réalisation des thermostats n'est pas trop compliquée, présenter une possibilité de variation de sensibilité fort intéressante.

P. Denis.

Mesure selon montage N° 2



Mesure selon montage N° 2

Temp -192°

