



HAL
open science

Mesure des petits courants alternatifs de haute fréquence

W. Duddell

► **To cite this version:**

W. Duddell. Mesure des petits courants alternatifs de haute fréquence. J. Phys. Theor. Appl., 1905, 4 (1), pp.5-11. 10.1051/jphystap:0190500400500 . jpa-00241037

HAL Id: jpa-00241037

<https://hal.science/jpa-00241037>

Submitted on 4 Feb 2008

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.

JOURNAL DE PHYSIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE.

MESURE DES PETITS COURANTS ALTERNATIFS DE HAUTE FRÉQUENCE ;

Par M. W. DUDELL⁽¹⁾.

A cause du grand développement qu'ont pris la télégraphie sans fil et la téléphonie à longue distance, il est devenu tout à fait indispensable de pouvoir mesurer les très petits courants alternatifs de haute fréquence.

On peut obtenir des électrodynamomètres et d'autres instruments électromagnétiques très sensibles, mais leur self-induction prend une si grande importance avec les courants à haute fréquence qu'elle empêche de les employer dans la plupart des cas. D'autre part, les instruments électrostatiques n'ont pas encore atteint une sensibilité suffisante. On est ainsi ramené à se servir des instruments thermiques. L'échauffement que produit un courant qui traverse un fil fin très résistant est la base de presque toutes les méthodes employées jusqu'à présent pour la mesure des courants à haute fréquence. Les deux appareils ⁽²⁾ que je vais décrire ne sont pas des exceptions.

En pratique, quatre des effets produits par l'échauffement du fil ont servi à mesurer les courants ; ce sont :

- 1° La dilatation linéaire du fil chauffé ;
- 2° La dilatation cubique d'un gaz ou d'un liquide qui entoure le fil chauffé ou qui est placé tout près de ce fil ;
- 3° La variation de la résistance ;
- 4° La force électromotrice engendrée dans un couple qui est formé par le fil parcouru par le courant à mesurer, ou dans un couple placé près du fil.

⁽¹⁾ Communication faite à la Société française de Physique : séance du 16 décembre 1904.

⁽²⁾ Les appareils sont construits par la « Cambridge Scientific Instrument Co ».

Le premier instrument que je vais décrire utilise la dilatation du fil; il a été imaginé pour combiner une grande rapidité d'action avec une bonne sensibilité, afin que l'on puisse s'en servir comme volt-mètre à lecture rapide. L'appareil consiste en un ampèremètre à ruban tordu de MM. Ayrton et Perry, mais il a été amélioré par l'addition d'un dispositif compensateur pour réduire le déplacement du zéro produit par la variation de la température ambiante.

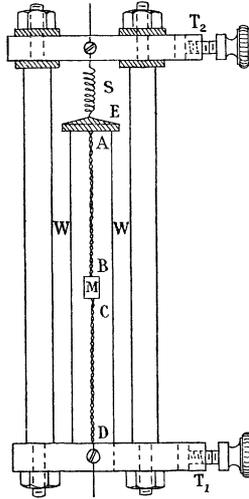


FIG. 1.

Les parties essentielles de l'instrument sont indiquées sur la *fig. 1*; ABCD est le ruban tordu d'Ayrton-Perry, dont la moitié AB est tordue dans un sens et la moitié CD en sens inverse. Au centre du ruban sont collés un petit miroir M et une lame très mince de mica qui sert à l'amortissement. Le ruban est tendu dans un châssis dont les bouts sont formés par une pièce de laiton T_1 et une pièce d'ébonite E et les côtés par deux fils W, W. Ce châssis est aussi tendu au moyen du ressort spiral S fixé à la pièce d'ébonite E et à T_2 .

Le ruban tordu ABCD s'obtient en laminant un fil de platine-argent de $0^{\text{mm}},023$ de diamètre et les deux côtés W, W sont construits avec le même fil afin d'avoir le même coefficient de dilatation. Si les deux fils W, W et le ruban ABCD augmentent également de température, tout le châssis EWTW s'allonge sans donner de rotation au miroir.

mauvais fonctionnement des alternateurs en parallèle et de trouver quelle machine en est la cause.

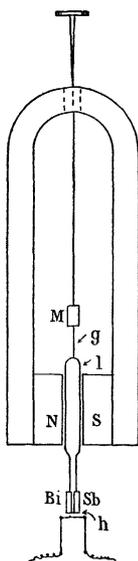


FIG. 2.

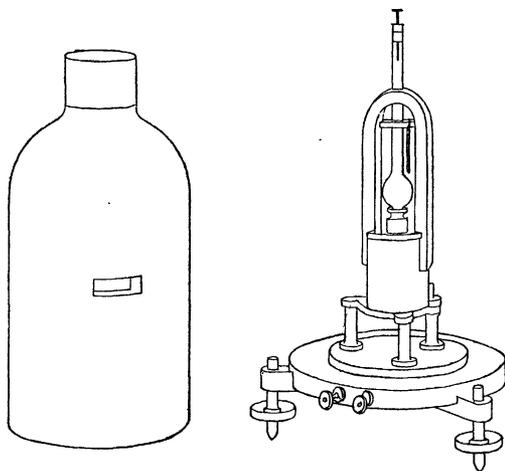


FIG. 3.

Le deuxième instrument, que j'appelle un « thermogalvanomètre », est beaucoup plus sensible et plus délicat. Il consiste essentiellement

en une résistance traversée par le courant à mesurer, placée très près du couple thermoélectrique d'un radiomicromètre de « Boys ». La *fig. 2* est un diagramme de l'instrument et la *fig. 3* une vue d'ensemble.

Entre les pôles N, S d'un aimant permanent est suspendue au moyen d'un fil de quartz, une boucle de fil métallique, qui porte un couple thermoélectrique BiSb attaché à son extrémité inférieure. Un mince tube en verre effilé est fixé à la boucle pour porter le miroir M.

En dessous du couple thermoélectrique est placée la résistance chauffante h dont une borne est reliée au corps de l'instrument pour éviter les forces électrostatiques. Le mode d'action de l'instrument est le suivant : Le courant à mesurer chauffe la résistance h , ce qui produit une différence de température entre les deux soudures du couple thermoélectrique. Un courant continu est engendré et circule dans la boucle, et celle-ci tourne dans le champ magnétique en tordant le fil de quartz.

Les déviations de l'instrument sont pratiquement proportionnelles au carré du courant qui traverse h , et la déviation atteint sa valeur finale à moins de $\frac{1}{500}$ au bout de dix secondes, ce qui fait que l'instrument indique, après dix secondes, le courant à 0,10/0 près.

La sensibilité absolue et relative dépend de la valeur et de la position de la résistance chauffante h . Il est évident que, si l'on désire mesurer une très petite intensité, il faut donner à h une résistance aussi grande que possible ; pour une petite différence de potentiel, h doit au contraire être petit. Il y a ainsi une meilleure résistance pour chaque emploi. Le tableau I montre que la puissance dissipée par h pour une déviation donnée ne dépend pas beaucoup de sa résistance.

Pour que la déviation atteigne très vite sa valeur finale, il faut que les dimensions de h soient aussi petites que possible. Pour cela la résistance h consiste en un simple morceau de fil droit d'une longueur de 3 à 4 millimètres. On fabrique facilement, en leur donnant cette longueur, des résistances de 5 ohms ou moins ; jusqu'à 20 ou 25 ohms, je les ai faits en découpant des bandes minces dans des feuilles d'or ; pour des résistances plus grandes, j'ai employé du verre effilé recouvert d'une couche très mince de platine. De cette manière il est facile de fabriquer un fil long de 3 millimètres ayant une résistance de 1000 ohms et au delà. Ces résistances supportent

sans danger assez de courant pour pouvoir être employées dans l'instrument. Comme exemple, une résistance de 2000 ohms n'a brûlé qu'avec 6 milliampères.

Les résultats des essais obtenus avec des résistances h de valeurs très différentes sont résumés dans la tableau I, qui ne nécessite pas d'explication.

TABLEAU I. — *L'échelle placée à 1000 mètres.*

Thermogalvanomètre avec résistance chauffante en	Résistance en ohms	Déviation de 250 millimètres		
		Intensité Microampères	Différence de potentiel Millivolts	Puissance Microwatts
Fil de « Kruppin »...	5,55	1470	8,2	12,0
Bande de feuille d'or.	18	800	14,4	11,5
Verre platiné.....	103	346	35,6	11,5
—	202,5	273	55,6	12,3
—	363	231	84	19,4
—	1071	121	130	15,7
—	3367	88	296	26,0
—	13910	31	431	13,9

Thermogalvanomètre avec résistance chauffante en	Résistance en ohms	La plus petite déviation mesurable soit 10 millimètres		
		Intensité Microampères	Différence de potentiel Millivolts	Puissance Microwatts
Fil de « Kruppin »...	5,55	294	1,64	0,48
Bande de feuille d'or.	18	160	2,9	0,46
Verre platiné.....	103	69	7,1	0,49
—	202,5	55	11,1	0,61
—	363	46	16,7	0,77
—	1971	24	26,0	0,62
—	3367	17,6	59	1,04
—	13910	6,2	86	0,53

Les applications pratiques de l'appareil sont assez variées à cause de sa grande sensibilité jointe à sa self-induction et à sa capacité très minimes. On peut l'employer pour mesurer les courants téléphoniques. ce qui a une grande importance en ce moment, puisqu'il y a tant de questions à résoudre dans le problème de l'emploi des bobines d'inductance le long des lignes téléphoniques. On peut citer comme exemple de la sensibilité de l'instrument ce fait qu'on obtient en sifflant dans un récepteur téléphonique type « Bell » assez de courant pour donner une déviation de quelques centaines de millimètres, et qu'avec un transmetteur microphonique ordinaire on obtient une

déviations considérables, même quand on se place à 4 ou 5 mètres du transmetteur. Il me paraît aussi que, dans certaines conditions, il remplacerait avec avantage le téléphone dans la mesure des conductibilités des liquides par la méthode « Kohlrausch ».

C'est surtout aux expériences de télégraphie sans fil que l'instrument convient le mieux. Le Bureau des Postes anglaises et l'auteur ont en train une longue série d'essais sur ce sujet; comme ces essais ne sont pas encore terminés, je ne puis pas entrer dans des détails. Les expériences ont porté sur la valeur du courant dans l'antenne réceptrice quand on a fait varier la hauteur des antennes, la distance entre les deux stations, la prise de terre, etc...

Il m'est bien difficile de comparer la sensibilité du thermogalvanomètre avec celle du bolomètre que M. le lieutenant Tissot a employé dans ses expériences très intéressantes « sur la valeur de l'énergie mise en jeu dans une antenne réceptrice à différentes distances ». Mais, en me servant d'un fil de platine de $6\ \mu$ de diamètre, j'ai trouvé la sensibilité plus grande avec le fil dans le thermogalvanomètre qu'avec le même fil comme bolomètre dans un pont de Wheatstone, à moins d'employer dans le pont un galvanomètre de la plus haute sensibilité possible, ce qui rend le réglage du pont extrêmement ardu et délicat. M. Tissot a remarqué que la résonance est très bien mise en évidence par le bolomètre; cette remarque s'applique tout aussi bien au thermogalvanomètre, si l'on emploie des oscillations peu amorties et si la résistance chauffante est petite, la résonance se montre extrêmement nette et même intense.

J'ai fait construire des voltmètres et ampèremètres pour la technique courante: basés sur le même principe que le thermogalvanomètre des instruments à pivots, ils donnent de très bons résultats et j'espère les décrire prochainement.

En terminant cette note, je voudrais remercier la Société française de Physique du très grand honneur qu'elle m'a fait en me permettant de lui présenter ces appareils.
