HAL
open science

Un amplificateur de courant continu pour microphotomètre enregistreur

M. Meunier, J. Andriot

To cite this version:

M. Meunier, J. Andriot. Un amplificateur de courant continu pour microphotomètre enregistreur. Journal de Physique et le Radium, 1934, 5 (10), pp.538-540. 10.1051/jphysrad:01934005010053800 . jpa-00233271

HAL Id: jpa-00233271

https://hal.science/jpa-00233271

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.

UN AMPLIFICATEUR DE COURANT CONTINU POUR MICROPHOTOMÈTRE ENREGISTREUR

Par M. MEUNIER et J. ANDRIOT.

Sommaire. — L'amplificateur présenté utilise deux bigrilles montées en pont et alimentées par une seule batterie. Les faibles variations de tension de la batterie sont compensées. D'une sensibilité suffisante en microphotométrie, cet appareil est facile à construire et rapide à régler.

Lorsqu'on se sert d'un microphotomètre enregistreur comportant une cellule photoélectrique suivie d'un amplificateur de courant continu à lampe du type le plus simple (fig. 1), on est gêné parce que, à un éclairement fixe de la cellule correspond une position du spot traceur variable avec le temps.

Cette dérive tient surtout à deux causes : l'évolution de la lampe et la décharge des batteries d'alimentation.

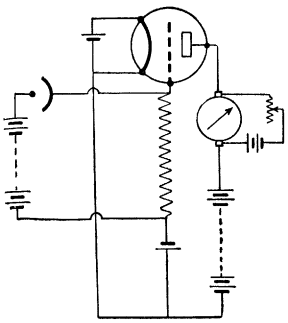

Fig. 1. — Schéma du montage le plus simple d'une cellule photoélectrique et du dispositif d'amplification.

1° La lampe amplificatrice est le siège de diverses modifications dont l'importance, très grande au moment de l'allumage, s'atténue ensuite sans cependant s'effacer complètement; ces modifications se traduisent par une augmentation du courant de plaque, suivant une loi à peu près exponentielle. Il est classique d'atténuer l'effet de cette dérive en montant deux lampes identiques en opposition; les résistances internes de ces deux lampes constituent deux des branches d'un pont de Wheatstone (fig. 2). L'identité rigoureuse des deux lampes est matériellement impossible. Mais la dérive est réduite à une prise de régime qui peut devenir négligeable, suivant la sensibilité de l'appareil, plus ou moins longtemps après l'allumage. Dans ce montage, les bigrilles donnent d'ailleurs de meilleurs résultats que les triodes ordinaires; soumises à de faibles tensions, elles prennent leur régime plus rapidement.

2° Il est difficile de maintenir constante la tension des diverses batteries d'alimentation; et la décharge progressive de toutes ces batteries est une nouvelle cause de dérive.

Divers auteurs ont proposé des schémas d'amplificateurs pour lesquels les variations de tension des batteries entre certaines limites sont sans influence appréciable sur la position d'équilibre du spot.

La solution la plus complète est celle que proposent Razek et Mulder, *J. Opt. Soc. Amer.* et *Rev. Sc. Instr.*, 1929, **18**, p. 461). Après une étude mathématique de la question, ils ont réussi à donner aux deux branches du pont les mêmes caractéristiques relatives aux tensions de chacune des batteries, autour des valeurs normales

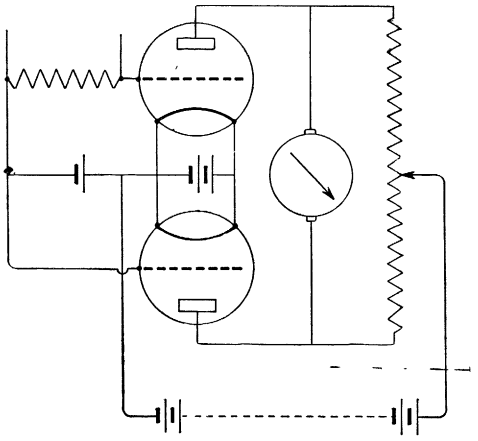

Fig. 2. — Schéma d'un pont à deux triodes.

de ces tensions. En outre, une petite variation d'une batterie ne doit pas dérégler la compensation de l'autre batterie. Nous donnons ci-contre le schéma de ce montage (fig. 3). Il a l'inconvénient d'être complexe, et par suite délicat à régler.

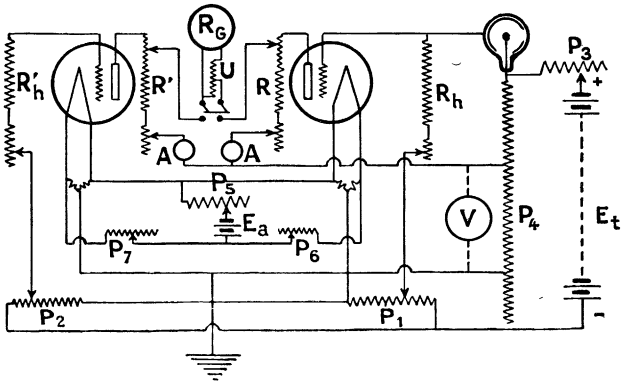

Fig. 3. — Schéma du pont de Razek et Mulder.

Le montage que nous présentons se rapproche du précédent par ses résultats. Mais son principe le rend beaucoup moins compliqué.

Article published online by EDP Sciences and available at http://dx.doi.org/10.1051/jphysrad:01934005010053800

Principe de l'appareil. — Nous avons d'abord simplifié le problème en employant une seule batterie pour fournir toutes les tensions aux lampes. Cela se fait au moyen d'un potentiomètre. La position du zéro de l'appareil n'est plus fonction que d'une seule variable. Il suffit de donner à la fonction ainsi définie un point stationnaire.

Lorsqu'on fait varier la tension aux bornes du potentiomètre au moyen du rhéostat Rh, une des lampes est en général plus sensible que l'autre à cette variation. Pour compenser cette différence, on peut agir soit sur les diverses polarisations des éléments de chaque lampe, soit sur le rapport des résistances de sortie r et r'. Nous préférons cette dernière méthode. Elle permet de donner simultanément aux deux lampes les tensions qui leur conviennent le mieux.

Pour rétablir l'équilibre du pont, on ramène les deux plaques à la même tension en décalant les contacts A et A' qui les polarisent sur le potentiomètre. Cette opération ne détruit pas le réglage.

Réalisation. — Les lampes sont des bigrilles du type batterie à faible consommation (Dario, T. A. 41). Nous avons déjà signalé un de leurs avantages (p. 539). De plus, elles ont un courant inverse de grille très faible, ce qui permettra l'utilisation de grandes résistances d'entrée. Ces grandes résistances n'ont d'ailleurs leur efficacité normale que si le courant inverse de grille est à peu près indépendant du potentiel de la grille de contrôle. On parvient à ce résultat en donnant à ce potentiel une valeur négative d'environ 2,5 volts. Le courant de grille est alors la somme d'un courant de fuite de pente normale, et d'un courant ionique de pente opposée.

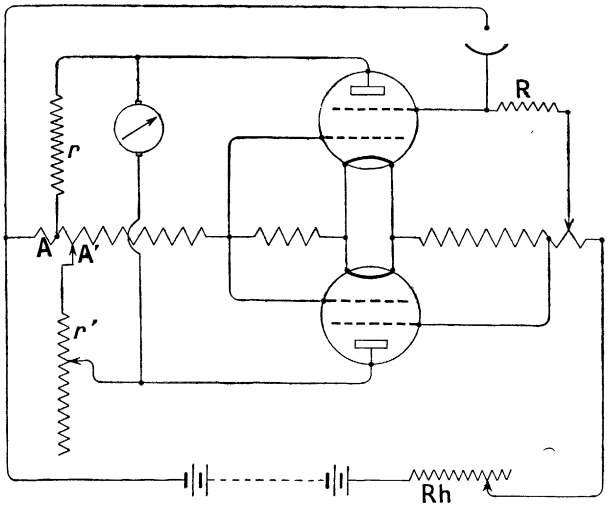

Fig. 4. — Schéma proposé par les auteurs.

Le potentiomètre est alimenté par une batterie d'accumulateurs de 20 volts.

La plupart des contacts fixes sont communs aux deux lampes. Les contacts mobiles sur le potentiomètre ont été rendus plus maniables grâce à de petits potentiomètres tournants, en dérivation sur le potentiomètre principal. L'un est le contact qui sert à maintenir les plaques au même potentiel; l'autre permet de ramener la grille de la lampe de mesure toujours à la même tension, de façon que cette lampe fonctionne constamment dans les mêmes conditions.

L'ensemble cellule-résistance d'entrée constitue également un potentiomètre en dérivation sur le potentiomètre principal [1] et par suite il ne modifie pas la compensation au cours du fonctionnement de la cellule.

Les résistances de sortie doivent être inférieures à celles qui donnent, pour le galvanomètre utilisé, la sensibilité maximum. En effet, il serait difficile, sinon impossible, de modifier le rapport de sensibilité des deux lampes en agissant sur de telles résistances.

Presque tous les points sont faciles à isoler : ils font partie d'un ensemble ne présentant que de faibles résistances. L'ébonite est un isolant suffisant. Exception doit être faite pour la grille qui est polarisée par l'intermédiaire d'une grande résistance. On la relie à cette résistance et à la cathode de la cellule par des fils rigides; son isolement est donc assuré par le culot de la lampe.

L'ensemble est protégé, comme tous les dispositifs analogues, contre les perturbations de l'extérieur (électrostatiques, magnétiques, lumineuses).

Ajoutons que l'on a pu sans inconvénient laisser à l'extérieur de la caisse de protection le rhéostat Rh et le potentiomètre de grille, ainsi que le galvanomètre. La batterie est dans une caisse blindée séparée. Les fils de liaison sont protégés sous une tresse de cuivre (fil pour pick up).

Réglage. — On établit pratiquement la compensation de la manière suivante :

On commence par rendre le pont symétrique, et l'on polarise directement la grille de la lampe de mesure à la valeur convenable. On établit le courant. Puis on ramène le spot dans le champ de l'appareil par le potentiomètre de plaque.

On augmente la tension à l'aide du rhéostat Rh. Si pendant cette opération le spot se déplace toujours dans le même sens, on agit en conséquence sur la résistance de sortie variable tout en maintenant le spot dans le champ au moyen du potentiomètre de plaque. On peut ainsi faire changer le sens de déplacement du spot, et l'on arrive rapidement à obtenir des déplacements qui comportent un point stationnaire.

On donne au rhéostat la position correspondante. Lorsque la dérive qui suit l'allumage est terminée, on fixe le spot au point choisi comme origine à l'aide du potentiomètre de plaque, ce qui ne détruit pas le réglage précédent.

On introduit alors la résistance de grille R. Le cou-

[1] La cellule, soumise à une tension de 20 volts, est assez loin de la saturation pour qu'on puisse l'assimiler à une résistance ordinaire.

rant de grille subit dans cette résistance une chute de potentiel qui se traduit par une déviation du spot. On rend à la grille son ancien potentiel, et par suite on ramène le spot à l'origine en agissant sur le potentiomètre de grille.

Limite de la sensibilité. — 1° Le courant de plaque d'une lampe est soumis à des fluctuations, même lorsque toutes les tensions appliquées sont fixes. Il serait illusoire d'utiliser un galvanomètre assez sensible pour enregistrer ces fluctuations.

Lorsqu'on augmente la sensibilité en agissant sur les tensions des plaques, des filaments, des grilles, les fluctuations croissent de la même façon. N'ayant rien à gagner de ce côté, nous avons employé de faibles tensions pour ménager les lampes. Avec les tensions que nous avons utilisées, les fluctuations du spot restent inférieures au 1/10 mm pour un galvanomètre sensible à 2.10^{-9} A, shunté au 1/10.

2° Le courant de grille est soumis lui-même à des fluctuations qui se traduisent par des variations du potentiel de la grille, proportionnelles à la résistance d'entrée. On limitera donc cette résistance à la valeur pour laquelle les déviations du galvanomètre dues au courant de grille sont également inférieures au 1/10 mm. Nous avons pu employer une résistance de 800 mégohms.

Dans ces conditions, les fluctuations du spot ne sont jamais supérieures à 1/5 mm. Or, 1/5 mm représenterait, en l'absence de fluctuations, un courant de cellule de 2.10^{-13} ampères. Ceci définit la sensibilité effective de l'appareil.

Utilisation pratique. — Cet appareil reste réglé pendant plusieurs semaines. On arrive toujours à donner au spot sa position stationnaire en agissant sur le rhéostat Rh. La dérive, assez grande aussitôt après l'allumage, devient négligeable une heure après. Le spot reprend tous les jours à peu près la même position.

Lorsqu'on n'a pas besoin de toute la sensibilité, il est avantageux d'employer de moindres résistances d'entrée. On maintient le potentiel de la grille à l'aide de son potentiomètre. Les perturbations dues aux variations du courant de grille sont diminuées. De plus, le potentiel appliqué à la grille reste toujours compris entre les mêmes limites.

De même, lorsqu'on étudie les régions claires d'un cliché avec une grande sensibilité, on redonne à la grille son potentiel à l'aide du potentiomètre : ce qui ramène le spot à l'origine.

On est quelquefois obligé d'enregistrer une courbe à une échelle déterminée. Il faut donc pouvoir finir avec précision le réglage de la sensibilité. Il est commode dans ce cas d'agir sur le shunt du galvanomètre, tout en maintenant par ailleurs l'amortissement critique. Pendant cette manœuvre le zéro de l'appareil correspondant à la densité arbitraire du cliché reste indépendant de la sensibilité, ce qui facilite l'opération.

Le premier renseignement (fig. 5) représente une raie intense de l'arc au fer, légèrement renversée, la

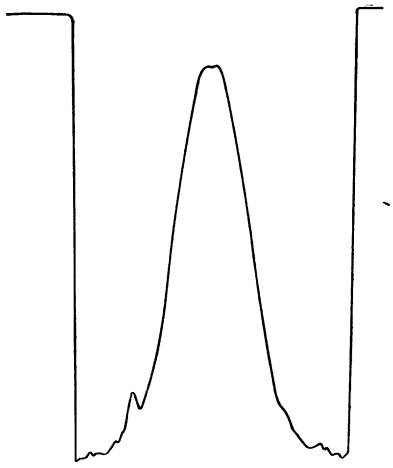

Fig. 5. — Enregistrement d'une raie intense de l'arc au fer, légèrement renversée (résistance d'entrée : 5 mégohms).

Fig. 6. — Sommet de la courbe précédente, enregistré avec une sensibilité 100 fois plus grande.

résistance d'entrée étant de 5 mégohms : les détails correspondant au sommet sont à peine visibles. Au contraire, le deuxième enregistrement (fig. 6), effectué avec une résistance d'entrée de 500 mégohms, permet de distinguer nettement tous ces détails.

Conclusion. — Cet appareil est facile à construire et rapide à régler. Malgré sa simplicité, il est très fidèle : la position du spot est toujours définie à 1/5 mm près ; un cliché passé plusieurs fois de suite, dans les mêmes conditions, donne des courbes superposables, quelle que soit la sensibilité.

La sensibilité qu'il donne nous paraît suffisante en microphotométrie. Elle est égale à la moitié de la sensibilité maximum dont on disposerait si la plus petite variation mesurable du courant de cellule était égale à la plus grande variation spontanée du courant de grille.

Il est évident que l'on obtiendrait un appareil plus sensible en adoptant le même montage et en s'adressant à des lampes dont le courant de grille fût sujet à de moindres fluctuations.

Ce travail a été exécuté à l'Institut de Physique de Nancy, sous la direction de M. Poirot.