

Zeitschrift: Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel
Band: 18 (1889-1890)

Artikel: Notice descriptive sur deux compteurs d'électricité
Autor: Borel, François
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-88292>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

NOTICE DESCRIPTIVE

SUR

DEUX COMPTEURS D'ÉLECTRICITÉ

PAR M. FRANÇOIS BOREL, INGÉNIEUR

Dès que l'invention des lampes électriques à incandescence eût rendu possible l'établissement de stations centrales d'éclairage électrique, il fallut songer à la construction d'appareils appropriés à la mesure du courant électrique. S'il ne s'était agi que d'éclairage public, il eût été possible d'en connaître la durée, et par suite d'en calculer la valeur, mais pour l'éclairage privé, la chose n'était pas aussi simple. Pour quelques installations, on s'est contenté et on se contente encore de fixer le prix de l'éclairage en faisant payer une somme déterminée par lampe et par an; mais ce système n'est pas du goût de chacun, et, en général, chaque consommateur préfère payer ce qu'il a consommé réellement, plutôt qu'une somme fixe quelconque.

A peine Edison avait-il fait connaître son système de lampes à incandescence qu'il proposait un compteur d'électricité. Cet appareil, encore beaucoup utilisé, surtout en Amérique, est basé sur le principe fondamental de l'électrolyse, « le poids d'un corps décomposé par un courant électrique est proportionnel à la quantité d'électricité qui le traverse ». D'après ce principe, lorsqu'on connaît l'équivalent électrique

du corps employé, il suffit de peser le métal réduit par le courant pour en déduire la quantité d'électricité qui a traversé le circuit.

Ce genre d'appareils donne d'assez bons résultats, mais possède plusieurs inconvénients; l'abonné ne peut absolument pas en contrôler les résultats; le courant électrique doit circuler toujours dans le même sens et il ne donne aucune indication avec les courants alternatifs.

Depuis cette époque, il a été proposé un grand nombre de systèmes de compteurs. Je ne veux, ni ne pourrais parler de tous ceux qui ont été essayés; je me propose simplement de décrire deux types que j'ai été amené à construire.

Il y a déjà plus de sept ans, je me rencontrai avec M. Paccaud, un des principaux promoteurs de la station d'éclairage électrique de Lausanne, station qui a été une des premières, sinon la première établie en Suisse. Il se plaignait du système de contrôle éminemment primitif utilisé alors et qui consistait à laisser au consommateur de lumière le soin d'inscrire lui-même le nombre d'heures d'éclairage. Nous en vinmes à échanger nos idées au sujet de la nécessité d'arriver à un système plus industriel, et c'est de l'échange de nos idées qu'est sorti le premier compteur que je vais décrire.

Le principe de cet appareil repose sur l'utilisation de l'action continue exercée par un électro-aimant, excité par le courant à mesurer, sur une partie mobile du même courant.

La rotation de ce circuit mobile, sous l'influence du courant, donne immédiatement la mesure de son intensité; la totalisation, au moyen d'un compteur

quelconque, des rotations effectuées, permet d'obtenir directement la quantité d'électricité dépensée pendant un temps donné.

L'appareil se compose donc de trois parties distinctes que je décrirai successivement; ces parties sont :

- 1^o Un électro-aimant;
- 2^o Une partie mobile du circuit;
- 3^o Un compteur de tours enregistrant les révolutions de la partie mobile.

Electro-aimant.

Il peut avoir les formes les plus variées, celle de l'appareil représenté dans la fig. 1 est une des plus simples et se prête facilement à toutes les applications.

Les noyaux C et C' de l'électro-aimant portent une armature inférieure en fer doux A, qui sert en même temps de base à l'instrument; l'armature supérieure D est percée en son milieu d'une ouverture circulaire plus grande que le diamètre de la colonne cylindrique verticale B, en fer doux, qui est fixée au milieu de la plaque A. Le champ magnétique compris entre l'armature D et le cylindre B est assez homogène et son intensité, pour des aimantations éloignées du point de saturation du fer, est sensiblement proportionnelle à l'intensité du courant excitateur.

Partie mobile du circuit.

Cette partie, la plus importante de l'appareil, est de la plus grande simplicité; elle se compose de deux pièces : un axe vertical F terminé à chacune de ses

extrémités par un pivot tournant sur des pierres polies, et de deux ou plusieurs bras H fixés à cet axe au moyen d'un manchon. Lorsque l'appareil est construit pour mesurer de grandes intensités de courant, ces bras sont remplacés par un tube. L'axe F repose sur l'extrémité de la tige B et les bras H plongent dans un bain de mercure contenu dans une auge circulaire isolée G, fixée à la colonne B.

Lorsque l'appareil fonctionne, le courant électrique, après avoir parcouru le fil de l'électro-aimant, est conduit par la tige B à l'axe F, et de là passe par les bras H et le mercure de l'auge, à la seconde borne de l'instrument.

Pour que le contact de l'axe F avec la tige B soit toujours assuré, le sommet de cette tige est creusé d'une cavité remplie de mercure.

Le couple moteur qui agit sur l'équipage mobile H est proportionnel à l'intensité du champ et à celle du courant lui-même; or, l'intensité du champ magnétique étant, pour une aimantation éloignée du point de saturation, proportionnelle à l'intensité du courant, on voit que le couple moteur est sensiblement proportionnel au carré de l'intensité du courant. D'un autre côté, l'équipage mobile est soumis à la résistance du mercure, qui tend à ralentir son mouvement de rotation; mais cette résistance croît, d'après les idées généralement admises, comme le carré de la vitesse, en sorte que la vitesse de rotation de la partie mobile du circuit sera, en somme, proportionnelle à l'intensité du courant.

Malheureusement, le phénomène n'est pas aussi simple dans la réalité, et de nombreux essais ont montré que la résistance opposée par le mercure à

la rotation des bras H est plus faible que ne l'indique la loi du carré de la vitesse; cette loi ne devient sensiblement exacte que pour des vitesses de rotation supérieures à celles qui sont utilisables dans un compteur de cette nature.

Cette circonstance a imposé l'adjonction d'un régulateur automatique dont l'effet est d'augmenter la résistance au mouvement de rotation en faisant plonger les bras mobiles de H, de plus en plus profondément dans le mercure, à mesure que l'intensité du courant augmente.

Le dispositif qui a permis d'arriver à ce résultat est le suivant : L'axe mobile F, au lieu de reposer directement sur le cylindre B, est placé sur un petit cylindre creux I en fer doux (fig. 2 et 3), dont la base est à une faible distance de l'extrémité supérieure de la colonne B; celle-ci porte un disque de laiton destiné à éviter le contact direct des pièces I et B. Ce cylindre est soutenu par une tige en laiton L, qui traverse la pièce B et qui vient s'appuyer sur un ressort R, logé dans une cavité pratiquée dans la partie inférieure de B.

Le fonctionnement de ce régulateur est très simple. Lorsque l'intensité du courant augmente, le petit cylindre I est de plus en plus fortement attiré par la pièce B; les bras H de l'équipage mobile plongent alors plus profondément dans le mercure, dont la résistance diminue immédiatement la vitesse de rotation. Il est facile d'arriver à un bon réglage de l'appareil pour lequel la vitesse est proportionnelle à l'intensité du courant, en faisant varier la force du ressort ou la distance entre les pièces B et I.

Compteur de tours.

Pour terminer l'appareil, il ne reste plus qu'à adapter un compteur de tours qui enregistre le nombre de révolutions effectuées par l'arbre F. Cet arbre porte dans ce but, à sa partie supérieure, une vis sans fin qui met en mouvement, par l'intermédiaire de rouages appropriés, une série d'aiguilles tournant devant des cadrans divisés. Afin de faciliter la lecture, la disposition des engrenages est telle que toutes les aiguilles se meuvent dans le même sens, identique à celui des aiguilles d'une montre.

Les unités inscrites sur les cadrans peuvent être choisies arbitrairement; on peut adopter l'ampère-heure, la lampe-heure, etc., suivant les préférences; on pourrait facilement même faire indiquer par les cadrans la somme due par le consommateur. La fig. 4 donne en perspective l'ensemble d'un compteur dont on a enlevé la cloche en verre qui préserve le mécanisme de la poussière et de l'humidité.

L'emploi de l'appareil tel que je viens de le décrire est subordonné à certaines conditions d'installation.

La vitesse de rotation de l'équipage mobile, pour la plus faible quantité d'électricité qu'un appareil est destiné à enregistrer, ne peut guère être réduite à moins d'un tour par seconde; la vitesse maxima du même équipage ne peut guère non plus être supérieure à 6 tours par seconde, afin d'éviter la projection de gouttelettes de mercure. L'instrument ne peut donc être utilisé en service régulier que pour des variations d'intensité de 1 à 6, et son emploi serait

forcément restreint si les limites de ses applications étaient aussi étroites.

On peut heureusement satisfaire à toutes les exigences à l'aide d'une disposition qui utilise la combinaison de deux ou plusieurs appareils. Le diagramme de la fig. 5 fera comprendre cette disposition.

Le courant arrivé en A traverse le solénoïde à gros fil S, puis passe au travers du compteur n° 1 pour se rendre aux lampes placées du côté B. Le compteur n° 1 ne devant et ne pouvant fonctionner qu'avec un courant destiné à alimenter de 1 à 6 lampes seulement, il suffit de placer à l'extrémité du levier L portant plusieurs contacts M, N, une tige de fer doux plongeant dans le solénoïde. Lorsque l'intensité du courant a dépassé la limite de 6 lampes, le buttoir M vient fermer le circuit du compteur n° 2; si la résistance de ce compteur est égale à $\frac{1}{6}$ de celle du premier, les $\frac{6}{7}$ du courant passent dans le compteur n° 2 et s'y enregistrent, tandis que le reste, $\frac{1}{7}$, continue à actionner le compteur n° 1. Le compteur n° 2 peut ainsi marquer et totaliser le courant de 6 à 36 lampes; la combinaison des deux compteurs permet donc de satisfaire à une installation de 42 lampes.

Si l'installation est plus considérable, il suffit d'établir un second contact N, qui ferme le circuit d'un troisième compteur, au moment où la marche des lampes du circuit devient supérieure à 42. La résistance de ce troisième compteur étant choisie de manière que le courant de 43 lampes soit partagé, une lampe dans le compteur n° 1, 6 lampes dans le compteur n° 2, et enfin 36 dans le troisième, les trois compteurs suffisent alors pour $6 + 36 + 216 = 258$ lampes. Avec un quatrième compteur, on pourrait contrôler

1554 lampes. Chaque compteur occupant un volume très petit, l'ensemble des quatre compteurs, par exemple, peut être mis sous une forme très compacte et renfermé dans un espace restreint.

La plus grave objection que l'on puisse faire au compteur que je viens de décrire, est la crainte de voir la surface du mercure s'oxyder peu à peu, ce qui aurait pour effet d'augmenter la résistance au mouvement des bras qui y plongent. Cette cause de dérangement, la seule à craindre, peut être facilement supprimée en recouvrant l'instrument d'une cloche en verre dans laquelle, par surcroît de précaution, on placera une substance hygroscopique.

Il semblerait, la partie mobile du compteur tournant toujours dans le même sens, quelle que soit la direction du courant, que cet appareil pût être employé aussi bien pour la mesure des courants alternatifs que pour celle des courants continus.

Il n'en est cependant pas ainsi, grâce au phénomène de self-induction qui produit dans le circuit une résistance apparente considérable s'opposant au passage du courant. Aussi, lorsqu'en 1887 je fus prié par une société d'éclairage électrique de chercher à construire un compteur pour courants alternatifs, compteur qu'elle avait promis à ses abonnés et qu'elle ne trouvait pas, je dus utiliser un principe tout nouveau. Ce principe, que j'avais reconnu quelques années auparavant, est loin d'être simple pour ceux qui n'ont pas fait une étude spéciale des phénomènes d'induction; aussi je me contenterai, sans en donner la déduction mathématique, d'en indiquer l'application dans la première forme industrielle donnée à ce compteur, et qui est représentée par les fig. 6, 7 et 8.

D'après son fonctionnement, il est formé de quatre parties distinctes :

1^o Une première partie, dans laquelle circule le courant à mesurer;

2^o Un récepteur, qui se meut sous l'influence du courant;

3^o Un enregistreur de tours;

4^o Un régulateur de vitesse.

Première partie.

Elle se compose (fig. 7 et 8) de 4 solénoïdes reliés aux bornes B et B₁ de l'appareil. Les 2 solénoïdes g et g_1 ne sont que de simples cadres galvanométriques, tandis que b et b_1 sont 2 bobines ayant chacune un noyau de fer doux; les 2 noyaux sont reliés par des bandes de fer, avec lesquelles ils constituent un cadre rectangulaire métallique complet.

Les connexions peuvent s'établir comme l'indique la fig. 8; il y a alors 2 circuits formés chacun d'un cadre et d'une bobine reliés en quantité; on peut aussi former un seul circuit en plaçant tous les enroulements en série, ou 4 circuits en les plaçant tous en dérivation. Quel que soit le groupement adopté, les mêmes effets se produisent toujours, mais avec une intensité différente.

Récepteur.

Il est constitué par un mince disque de fer doux d , porté par un axe vertical a , tournant sur rubis. Ce disque, complètement isolé du courant, est placé

dans l'intérieur des 2 cadres galvanométriques; il représente en quelque sorte l'armature d'un électro-aimant à pôles conséquents, qui serait formé par les solénoïdes b , b_1 et le cadre métallique qu'ils actionnent.

Enregistreur de tours.

Il est analogue à celui employé pour le compteur à courant continu; il est actionné directement par une vis sans fin, placée sur l'axe a du récepteur.

Régulateur de vitesse.

Cet organe est destiné à rendre la vitesse du récepteur proportionnelle à l'intensité du courant qui traverse l'appareil; il comprend deux sortes de résistance, l'une de position invariable est formée par une mince feuille de carton A , fixée sur l'axe a , l'autre, variable, est constituée par deux ailettes B , très légères, mobiles sur les tiges horizontales qui les portent. Elles se soulèvent de plus en plus à mesure que la vitesse augmente et offrent ainsi à l'air une résistance qui va en diminuant avec la vitesse de rotation de l'axe a .

Avant la fabrication de cet appareil, il n'y avait pas d'exemple de moteur, mis en mouvement de rotation continu par des courants électriques, dont la partie mobile fût complètement indépendante, au point de vue mécanique, du courant lui-même. On m'objecta même, lorsque je fis des demandes de brevets, l'impossibilité de la chose, et je dus envoyer des appareils complets pour en prouver le fonctionnement.

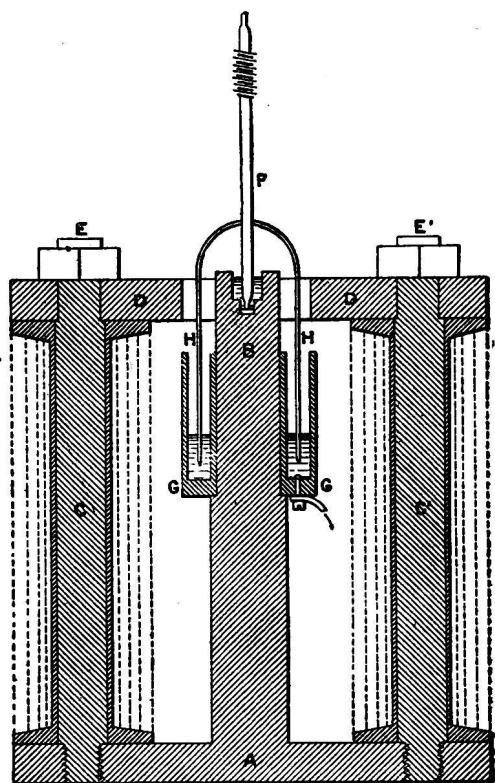


Fig. 1

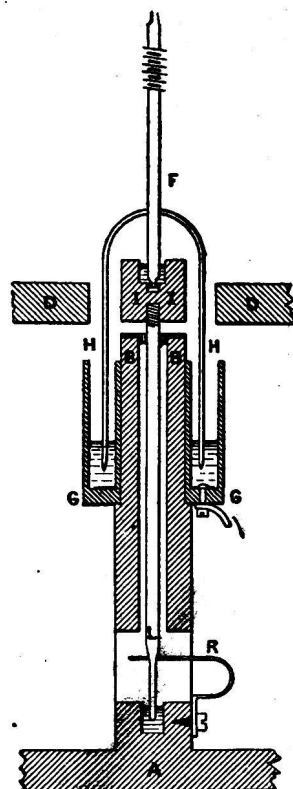


Fig. 2

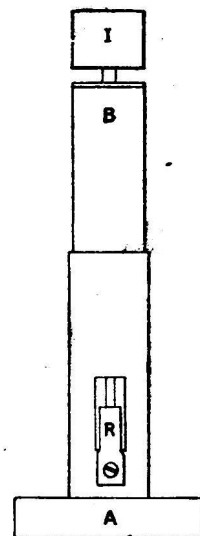


Fig. 3

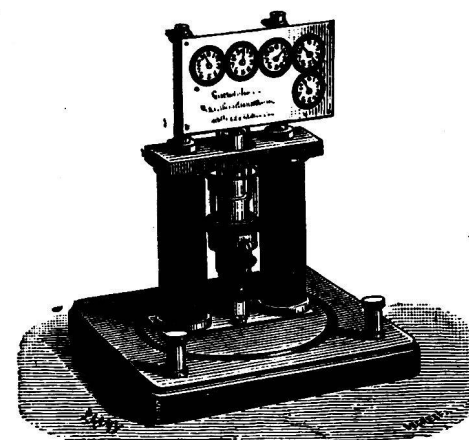


Fig. 4

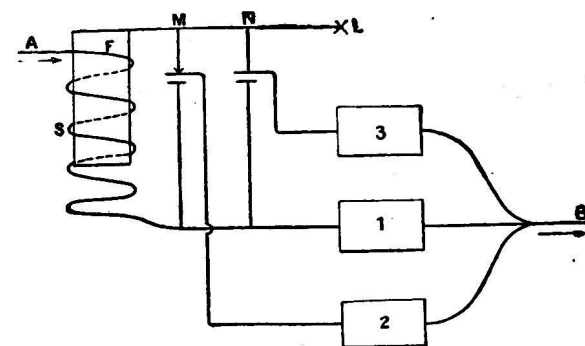


Fig. 5

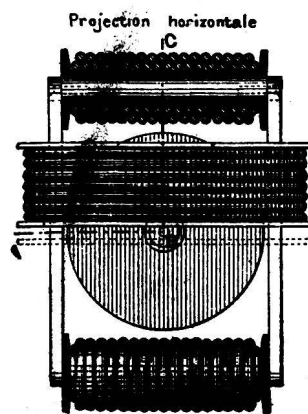


Fig. 7

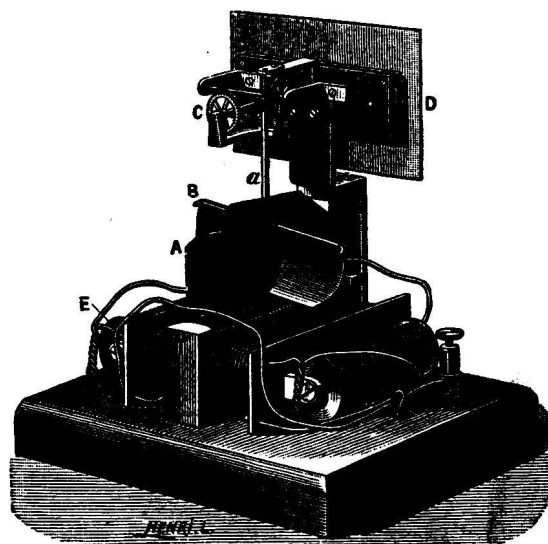


Fig. 6

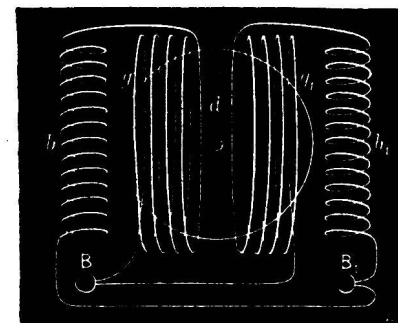


Fig. 8

Comme ce compteur est d'une simplicité d'organes extrême, il peut être construit à peu de frais, et sa rusticité assure un fonctionnement certain. Ces qualités lui ont attiré bon nombre de contrefacteurs, et en Amérique, une seule fabrique en a placé déjà plus de 30 000, actuellement en activité; c'est la meilleure preuve de sa valeur.

