

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 3 (1912)
Heft: 1

Artikel: Compteurs d'électricité
Autor: Grassot, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1062620>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Erscheint monatlich mit den Jahres-Beilagen „Statistik der Starkstromanlagen der Schweiz“ sowie „Jahresheft“ und wird unter Mitwirkung einer vom Vorstand des S. E. V. ernannten Redaktionskommission herausgegeben.

Alle den Inhalt des „Bulletin“ betreffenden Zuschriften sind zu richten an die

Redaktion: Ing.-Consulent Dr. W. Kummer,
Mythenstrasse 15, Zürich II (Telephon 5806)

Alle Zuschriften betreffend Abonnement, Expedition und Inserate sind zu richten an den

Verlag: Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei
A.-G., Zürich
Bahnhofstrasse 61, Zürich I (Telephon 6741)

Est publié sous la direction d'une Commission de Rédaction nommée par le Comité de l'A.S.E.

Ce bulletin paraît mensuellement et comporte comme annexes annuelles la „Statistique des installations électriques à fort courant de la Suisse“, ainsi que l'„Annuaire“.

Toutes les communications concernant la matière du „Bulletin“ sont à adresser à la

Rédaction: Ing.-Conseil Dr. W. Kummer
Mythenstrasse 15, Zurich II (Téléphone 5806)

Toutes les correspondances concernant les abonnements, l'expédition et les insertions sont à adresser à

l'éditeur: Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei
S.-A., Zurich
Bahnhofstrasse 61, Zurich I (Téléphone 6741)

III. Jahrgang
III^e Année

Bulletin No. 1

Januar 1912
Janvier

Compteurs d'Électricité.

Par E. Grassot, ingénieur, Paris ¹⁾.

La distribution d'énergie électrique qui a pris naissance il y a à peine 25 ans par l'installation de quelques petites Usines hydrauliques s'est développée avec une telle rapidité surtout dans ces dernières années qu'on peut prévoir que dans un avenir prochain les pays civilisés seront sillonnés par un Réseau de Distribution d'Energie Electrique qui s'étendra jusqu'aux plus petites agglomérations. Dans cette marche vers le progrès, la Suisse a su profiter de sa richesse naturelle en houille blanche, elle a installé des Usines avec une hardiesse que le succès a couronnée. Si le problème de la Distribution de l'Electricité était résolu il était nécessaire d'assurer la viabilité financière des Usines: c'est alors que fut créé le système de paiement de l'Electricité dit à forfait, ce système de paiement par lampe et par an qui au premier abord paraît logique dans le cas où l'énergie est produite par une chute d'eau, par conséquent ne paraît rien coûter, amène fatalement les abonnés à gaspiller et l'Usine qui serait normalement suffisante pour alimenter toute une Ville arrive rapidement à bout de souffle.

Ce système de tarification qui a l'avantage d'être simple avait sa raison d'être lorsqu'il n'existait pas de compteurs d'électricité. Actuellement il tend de plus en plus à disparaître.

Pour diminuer les abus qu'entraînaient les forfaits, on adopta le compteur Horaire: alors apparut la tarification en lampe-heure. Ce compteur eût un assez grand succès mais s'il présente l'avantage d'être simple, d'entretien réduit il ne peut être appliqué que pour une lampe ou groupe de lampes et n'empêche pas la fraude sur le calibre des lampes.

Les compteurs d'énergie électrique sont une nécessité absolue pour l'exploitation des Stations Centrales d'Electricité, car ils permettent de faire payer les consommateurs proportionnellement à leur consommation.

La diversité des courants fournis par les stations Centrales a amené les constructeurs à créer une quantité de modèles qui peuvent se diviser en trois catégories:

¹⁾ Conférence donnée le 14 octobre 1911 à l'assemblée générale de l'Union des Centrales suisses d'Electricité à Genève.

Compteurs à courant continu seulement.	{	Magnéto-moteurs à induit non freiné
		" " " freiné
		" " unipolaires à mercure
		" " wattheure-mètres.
Compteurs wattmètres à courant continu ou alternatif	{	Dynamo-moteurs type Thomson
		Compteurs Aron.
Compteurs wattmètres à courant alternatif	{	Compteurs d'induction.

Ces différents types ont chacun leurs qualités et leurs défauts, par conséquent leurs avantages et leurs inconvénients; nous allons examiner la grandeur des uns et des autres dans chaque type.

1. Compteurs à courant continu seulement.

Magneto-moteurs à induit non freiné. Le seul modèle existant est le compteur O'K: il se compose d'un enroulement à induit tournant dans le champ d'un aimant permanent, un collecteur et deux balais réunissent cet induit aux bornes d'un shunt parcouru par le courant à mesurer, l'induit pour tourner a donc à vaincre les frottements des balais, ceux des pivots et de l'horlogerie: tous ces frottements étant mécaniques nécessitent dans l'induit un courant sensiblement indépendant de sa vitesse de rotation dont la valeur est d'environ $\frac{4}{1000}$ d'ampère.

La caractéristique de ces compteurs est donnée par la courbe I de la figure 1.

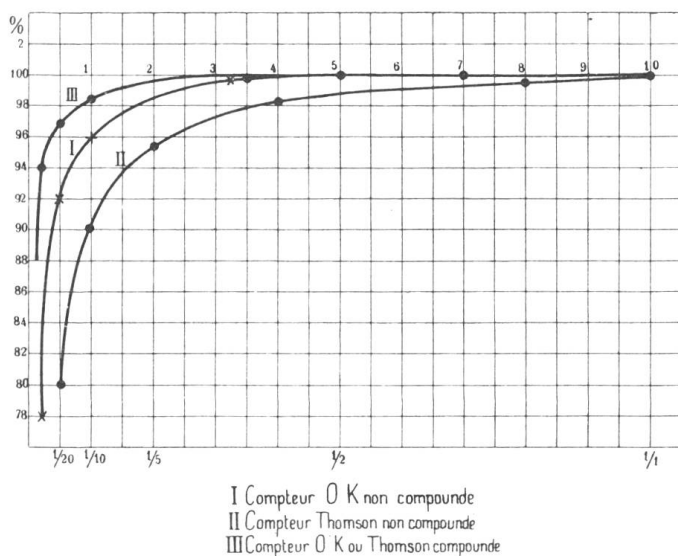


Figure 1.

effet de produire des retards et même des arrêts. L'expérience a indiqué que la pression de chaque balai doit être maintenue dans les environs de 0,5 gr à 1 gr. Ne pouvant supprimer les frottements on peut les compenser: pour cela il suffit de dériver sur les conducteurs venant de la station un faible courant ($\frac{1}{100}$ d'ampère) qui est envoyé dans l'induit. La courbe des erreurs est modifiée et est représentée en III, le démarrage est reporté dans les environs du $\frac{1}{500}$.

Ce procédé améliore la courbe des erreurs mais ne la rend pas nulle car il serait imprudent de régler ce courant pour compenser exactement les frottements: une légère augmentation de voltage qui accroîtrait d'autant le compoundage, produirait des marches à vide contre lesquelles les abonnés sont généralement féroces.

Nous devons signaler ici une invention récente due à Monsieur O'Keenan qui permet de supprimer presque complètement le frottement des balais dans tous les compteurs à collecteur.

Nous voyons que le point de démarrage a une valeur appréciable d'environ à 0 V, 003 correspondant à environ $\frac{1}{150}$ du débit maximum sur un shunt de 0 V 5.

Les erreurs qui en résultent sont donc importantes pour les débits en dessous du $\frac{1}{20}$ du maximum mais cet inconvénient est insignifiant pour les compteurs de petit calibre.

Pour les compteurs de gros calibre dans lesquels la charge du $\frac{1}{20}$ représente des sommes déjà importantes il y a intérêt à en augmenter la précision. Les frottements des balais constituant les $\frac{9}{10}$ des frottements totaux pourraient être rendus plus faibles en diminuant la pression des balais; on tomberait alors dans un défaut plus grave: encrassement du collecteur ayant pour

Elle consiste en un dispositif appelé «Démarrreur» lequel est composé d'un petit moteur auxiliaire à courant continu dont la fonction est de donner aux balais un mouvement alternatif de va et vient. Dans un compteur ordinaire le collecteur tend à tourner avec l'induit dans un sens déterminé avec un couple qui peut se traduire à la circonférence du collecteur par une force F (fig. 2); le frottement d'un balai produit sur cette circonférence une force retardatrice f et l'autre balai une force f' retardatrice aussi. Le collecteur tournera donc avec un couple moteur correspondant à $F - f - f'$. Lorsque F ne sera pas supérieur à $(f + f')$ le collecteur ne tournera pas. Si maintenant nous déplaçons les balais longitudinalement dans le sens de la flèche 1 avec une vitesse supérieure à la vitesse linéaire du collecteur aux plus grands débits, la force de frottement du premier balai s'ajoutera à la force F tandis que la force f' se retranchera et le compteur tournera sous l'influence de $F + f - f'$; dans la période suivante les balais se mouvant dans l'autre sens le compteur tournera sous l'influence de $F - f + f'$. Le couple moyen résultant sera la moyenne de ces forces, c'est-à-dire F ; f et f' étant éliminés. Ce dispositif permet donc d'augmenter beaucoup la sensibilité des compteurs à collecteur; il ne reste plus comme cause d'erreur que les frottements des pivots et de l'horlogerie ainsi que les défauts d'équilibrage de l'induit; cette dernière cause se fait seulement sentir au démarrage comme les courbes ci-dessous l'indi-

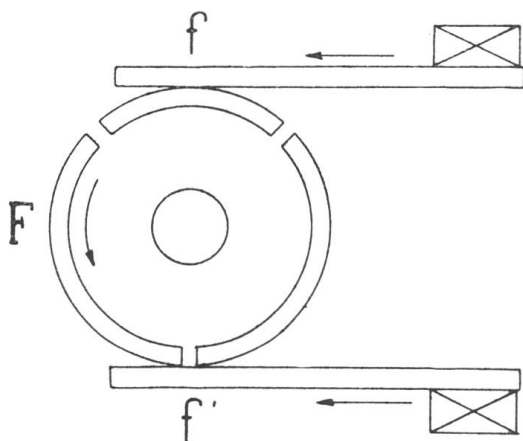


Figure 2.

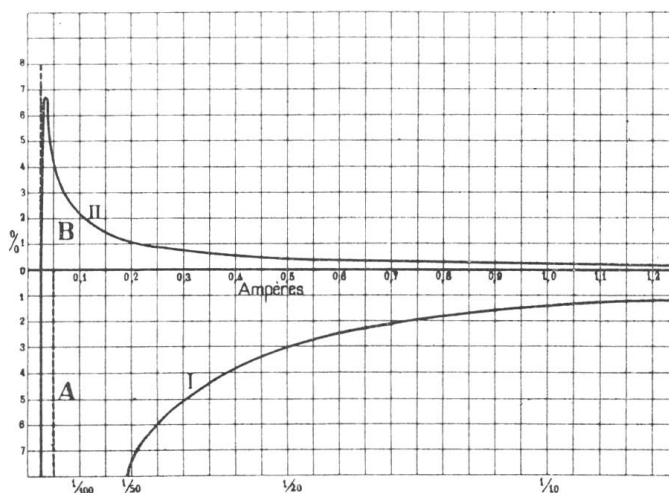


Figure 3.

quent (fig. 3). Ces courbes sont à grande échelle: le point 1 Ampère correspondant au $1/10$ de la charge maxima. La courbe I est celle d'un compteur compoundé et la courbe II est celle du même avec démarrreur; nous constatons que les erreurs sont considérablement réduites.

Ce dispositif est superflu pour les petits compteurs et n'est appliqué qu'aux compteurs des gros abonnés et des usines.

Ampèreheures-mètres freinés. Les ampèreheures-mètres freinés sont presque identiques comme construction aux précédents, la seule différence consiste à placer généralement dans l'induit une carcasse métallique qui en se déplaçant avec l'induit dans le champ magnétique inducteur freine proportionnellement à la vitesse de rotation; il s'ensuit que l'intensité du courant dans l'induit croît presque proportionnellement à la vitesse et par conséquent devient rapidement énorme par rapport à celle des compteurs non freinés. On comprend que cette augmentation d'intensité ne peut que nuire à la conservation en bon état du collecteur et des balais.

Les indications des compteurs ampèreheures-mètres non freinés ou freinés sont indépendantes de la température ambiante; en effet, dans les premiers la vitesse de l'induit ne dépend que de la différence de potentiel aux bornes du shunt et ne dépend pas de la résistance de l'induit, dans le second le freinage diminue avec la température en même temps que la résistance de l'induit augmente elle-même avec la température et diminue le couple moteur.

Compteurs à mercure. Ces compteurs sont des moteurs magnéto-unipolaires; ils sont constitués par un disque ou une cloche en cuivre plongé complètement dans un bain de mercure et parcouru par le courant à mesurer suivant une ligne radiale ou génératrice placée dans le champ d'un aimant. Ces compteurs sont donc des ampèreheures-mètres freinés doublement; 1. par le déplacement du disque ou de la cloche en cuivre dans le champ de l'aimant, 2. par le frottement du mercure. La figure 4 représente les courbes des erreurs de compteurs à mercure provenant de différents constructeurs: au début nous voyons l'influence du frottement sur le démarrage; la baisse finale est produite par le freinage du mercure. Leurs qualités sont les suivantes: absence de collecteur et de tous ses inconvénients, passage direct du courant dans l'induit pour les petits calibres jusqu'à 10 ampères, frottements très réduits au pivot par suite du flottage de l'induit dans le mer-

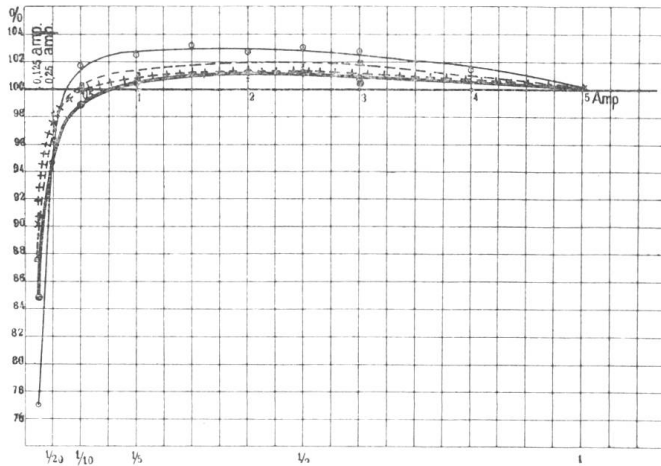


Figure 4.

Leurs qualités sont les suivantes: absence de collecteur et de tous ses inconvénients, passage direct du courant dans l'induit pour les petits calibres jusqu'à 10 ampères, frottements très réduits au pivot par suite du flottage de l'induit dans le mer-

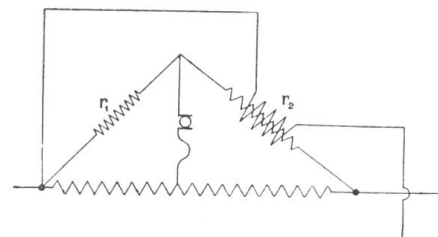


Figure 5.

cure qui permet de supprimer presque complètement les pressions sur les pivots. Les gros calibres peuvent être branchés sur shunts. De ces avantages résulte une grande sensibilité au démarrage. Leurs inconvénients sont les suivants: présence du mercure qui nécessite des dispositifs spéciaux de fermeture pour le transport, difficulté de faire des compteurs en dessous de 5 ampères, influence de la température sur les compteurs directs non branchés sur shunts. Nous venons de voir qu'ils rentrent dans la catégorie des ampèreheures-mètres freinés; par conséquent, lorsqu'ils sont branchés sur shunt l'intensité qui traverse l'induit dépend de la résistance même de cette résistance et annule cette cause d'erreur. Il n'en est pas de même des compteurs directs, car l'intensité qui traverse leur induit ne dépend que de l'abonné. On est cependant parvenu à diminuer dans une grande proportion cette cause d'erreur grâce à la propriété remarquable d'un acier au nickel qui a été découverte par votre compatriote Monsieur Guillaume; il suffit de shunter partiellement l'aimant par une pièce de cet acier nickel dont la perméabilité diminue avec l'élévation de température. Le freinage magnétique, étant proportionnel au carré du champ, augmente deux fois plus vite que le couple moteur lorsque le champ de l'aimant augmente, il suffit donc de régler le shunt magnétique pour que le champ de l'aimant augmente d'une quantité déterminée avec la température.

Wattheure mètres. Monsieur O'Keenan est parvenu récemment à rendre son compteur proportionnel aux watts au moyen du dispositif suivant figure 5:

L'induit d'un ampèreheures-mètre non freiné au lieu d'être branché aux extrémités du shunt est relié d'une part environ au tiers de son extrémité et d'autre part au milieu d'une résistance r_1 r_2 qui est elle-même aux extrémités du shunt. Cette résistance r_1 r_2 est constituée en métal de résistivité variable avec la température, et la portion r_2 est seule entourée d'une bobine dans laquelle passe un courant très faible (0^A , 03 environ) emprunté au réseau; cette bobine chauffe la résistance r_2 proportionnellement aux volts, et déséquilibre le pont de Wheatstone ainsi formé. La vitesse du compteur comme dans les ampèreheures-mètres est exactement proportionnelle à l'intensité qui traverse le shunt d'une part, et au déséquilibre du pont, c'est-à-dire à la différence de potentiel entre des limites suffisantes en pratique, d'autre part.

2. Compteurs fonctionnant sous courant continu ou alternatif.

Type Thomson. Ils sont constitués par un enroulement inducteur parcouru par le courant à mesurer, et un induit alimenté au moyen de balais et de collecteur par un faible courant pris directement sur les fils d'arrivée de l'usine. Ces compteurs, de même que les ampèreheures-mètres, ont le défaut d'avoir un collecteur et par conséquent les frottements qui en résultent limitent le démarrage au petit débit.

Ce défaut est aggravé de ce fait, que le courant qui traverse les balais est pris directement sur le secteur, et qu'une pression insuffisante, produisant un mauvais contact aux balais, entraîne des étincelles qui sont sous la tension du réseau, par conséquent très destructives. Les wattheure-mètres, de même que les ampèreheures-mètres, peuvent se compounder ; dans ce cas un enroulement inducteur auxiliaire en fil fin est traversé par le même courant que l'induit.

Si on pouvait régler ce compoundage à une valeur fixée on arriverait facilement à compenser presque exactement les frottements, mais on se heurterait à un autre inconvénient signalé déjà pour les ampèreheures-mètres, aggravé dans ce cas, car si une variation de voltage du réseau de 5 % augmente le couple de compoundage de 5 % pour les ampèreheures-mètres, il l'augmente de 10 % pour les wattheure-mètres.

Le couple de compoundage devant être maintenu en-dessous de celui des frottements, il s'ensuit qu'un compteur compoundé sera d'autant meilleur que le compoundage nécessaire pour vaincre les frottements sera plus faible ; en d'autres termes, un compteur compoundé sera d'autant meilleur qu'il démarrera à l'état non compoundé sous une fraction plus faible de la pleine charge. D'après les courbes (fig. 1), nous constatons que les ampèreheures-mètres non compoundés démarrant à environ $\frac{1}{150}$ de la pleine charge sont donc 2 à 3 fois plus sensibles que les wattheure-mètres qui non compoundés ne démarrent qu'à $\frac{1}{75}$ et même $\frac{1}{50}$ de la pleine charge. Le démarreur décrit à propos des ampèreheures-mètres trouve son application encore plus justifiée dans le cas présent.

Un autre inconvénient, et non des moindres, est particulier aux wattheure-mètres à courant continu, c'est l'influence du champ magnétique terrestre ; cette influence est d'autant plus faible que le champ des inducteurs est plus fort mais même dans les meilleurs compteurs son action est de $\pm 4\%$ au $\frac{1}{20}$ de la charge maximum suivant l'orientation ; dans certains compteurs cette action monte à $\pm 6\%$. Il en résulte que des compteurs exacts au Laboratoire, peuvent suivant leur orientation chez l'abonné, retarder notablement ou marquer à vide. Naturellement cette cause d'erreurs n'existe pas sur les compteurs Thomson employés sur courant alternatif.

On obtient des wattheure-mètres absolument indépendants du champ terrestre par divers procédés parmi lesquels nous citerons :

Compteurs à 2 induits calés à 180° .

Compteurs à induits en disque.

Le premier procédé a l'inconvénient de coûter cher et d'augmenter l'encombrement du compteur.

Le dernier diminue un peu le couple moteur et présente d'assez grandes difficultés de construction.

La température ambiante influe sur les indications des compteurs Thomson : la résistance en tension avec l'induit étant généralement en métal non variable avec la température, et le disque freinant en cuivre ou en aluminium, il en résulte que les compteurs avancent lorsque la température s'élève. On peut diminuer cette cause d'erreur en composant la résistance en série avec l'induit par un métal à coefficient de température ; cependant on doit éviter de tomber dans deux autres inconvénients : temps trop long de mise en équilibre de température du circuit de dérivation, et erreurs provenant de l'influence des variations de voltage sur la résistance du circuit dérivé.

Il résulte donc des considérations précédentes qu'il est toujours possible de régler un compteur au laboratoire de façon telle qu'il donne une courbe d'erreurs excessivement faible, et fournira chez les abonnés une marche déplorable. Le personnel chargé de la réception des compteurs devra donc porter particulièrement son attention sur l'influence

des causes perturbatrices et en particulier sur l'influence du champ terrestre, des variations de voltage et sur la marche aux faibles débits; la dépense du circuit de dérivation doit aussi être prise en considération ainsi que la chute de potentiel aux bornes du compteur pour la pleine charge. Employés sur courant alternatif, leurs indications sont indépendantes aussi des variations de voltage et de fréquence. D'ailleurs dans ce cas leur emploi n'est pas à préconiser étant donné la supériorité pratique des compteurs d'induction.

Compteurs pendulaires. Le seul système de ce type actuellement en usage est le compteur *Aron*: il est basé sur la différence du nombre d'oscillations que produisent deux pendules qui portent à leur extrémité inférieure une bobine de dérivation influencée par des bobines fixes traversées par le courant à mesurer. Le sens du bobinage est tel que le courant à mesurer fait retarder un pendule et avancer l'autre. Ces compteurs sont exempts des causes d'erreurs qui influent sur les autres compteurs: ils seraient le type idéal, si on ne pouvait leur reprocher leur complication et les causes d'arrêts qui en découlent.

Un autre inconvénient des compteurs pendulaires réside dans la difficulté de les vérifier chez les abonnés et même au Laboratoire pour les très petits débits, car dans ce cas pour avoir une déviation appréciable des aiguilles on est obligé de les faire traverser par un courant faible et constant pendant plusieurs jours.

3. Compteurs à courant alternatif.

Compteurs d'induction. Les compteurs d'induction actuellement employés sont tous des wattheure-mètres; ils sont basés sur l'action produite sur un disque de cuivre ou d'aluminium par un champ proportionnel aux volts, et un champ proportionnel aux ampères; le couple exercé est égal au produit des deux champs, à condition que leur décalage soit convenablement réglé. Pour être exacts aux courants décalés, ces deux flux doivent être exactement en quadrature. Le moyen le plus généralement employé consiste à mettre une bague de court circuit sur le flux de volts. La vitesse du disque, lequel est toujours freiné par un aimant, est proportionnelle aux watts. Quoique la théorie complète de ces compteurs soit très compliquée, leur construction en est fort simple, leur fonctionnement très satisfaisant; leurs qualités sont telles qu'ils sont actuellement presque les seuls employés pour le courant alternatif.

Les compteurs d'induction dépendent de tous les facteurs qui sont sans influence sur les Thomson, tels que variations de voltage, de fréquence; par contre, ils sont indépendants de la température ambiante.

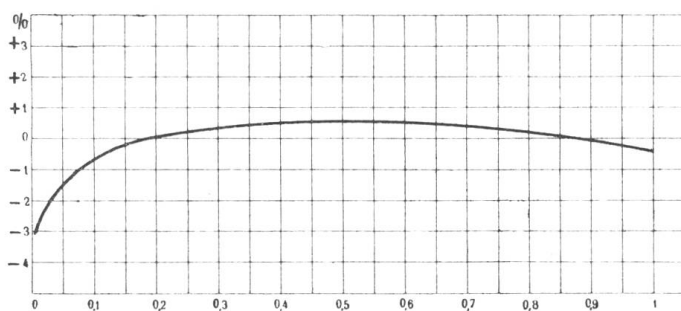


Figure 6.

Les constructeurs se sont donc efforcés à diminuer l'influence de toutes ces causes d'erreurs au moyen d'artifices divers. Si l'on observe la courbe des erreurs des compteurs provenant de divers constructeurs, on constate que les uns dépendent plus de la fréquence que d'autres, de même pour les variations de voltage et les surcharges. Leur courbe générale a toujours le même aspect (fig. 6).

Nous voyons au début la courbe de démarrage montrant l'influence des frottements, elle monte vers un maximum et tendrait à être constante jusqu'aux plus grands débits, si les ampères ne produisaient un freinage sur le disque et ne faisaient baisser la courbe. La qualité d'un compteur s'apprécie à l'importance de «sa bosse»; elle varie généralement entre $1\frac{1}{2}$ et 3% .

Le défaut de proportionnalité avec les volts est dû à un phénomène analogue produit par les volts, cette erreur varie entre $1\frac{1}{2}$ et $2\frac{1}{2}\%$ pour une variation de 20% de volts. La variation des indications avec la fréquence est dans les meilleurs compteurs de

1 % pour une variation de fréquence de 3 % (la figure 7 représente ces variations pour les compteurs provenant de divers constructeurs). On serait tenté de penser que ces erreurs n'ont aucune importance, la fréquence du courant fourni par les usines étant constante. Cependant, cette qualité ne doit pas être négligée : l'exemple suivant montre son importance.

Dans un réseau on s'est aperçu récemment que les compteurs retardaient dans la journée et étaient justes le soir ; des essais répétés confirmèrent ce fait extraordinaire. On fit des essais avec des compteurs provenant de divers constructeurs, tous donnèrent le même résultat mais à des degrés différents. Les compteurs suivant leur provenance accusaient des erreurs comprises entre 17 et 46 %. Enfin on résolut de rechercher quelle était la forme de la courbe fournie par le secteur au moyen de l'ondographe : la courbe, le soir à pleine charge, était à peu près normale (fig. 8) tandis que dans la journée aux moments de faibles charges elle était toute différente (fig. 9) ; il est facile de voir que l'harmonique 13 à peine apparent sur la courbe à pleine charge était considérablement renforcé par la capacité du Réseau souterrain.

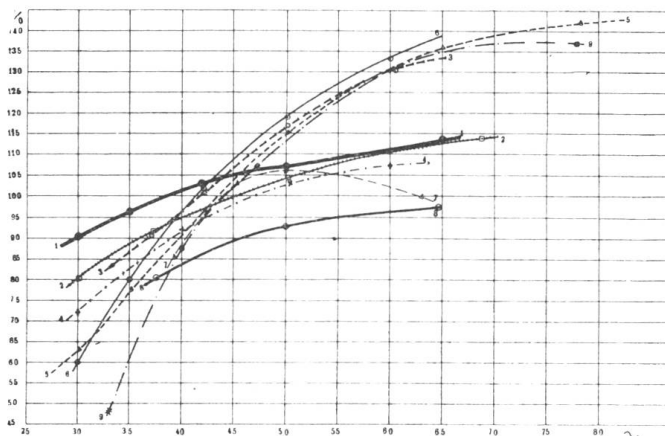


Figure 7.

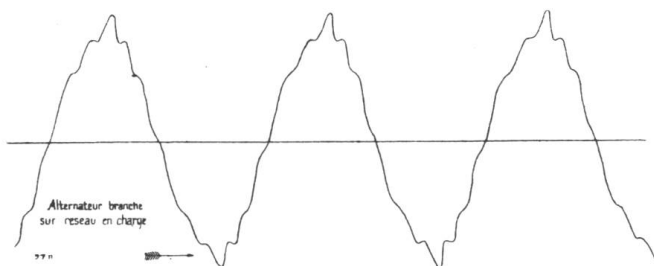


Figure 8.

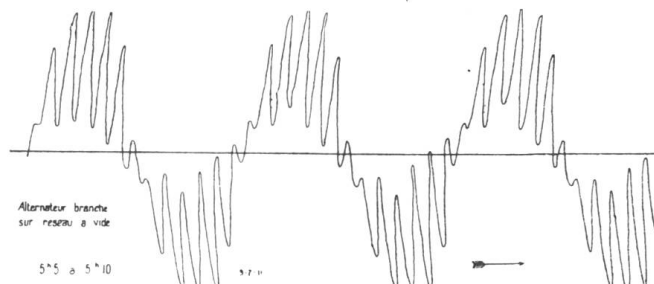


Figure 9.

La température n'a pas d'influence sensible sur la marche des compteurs d'induction, car les courants d'induction produisant le couple moteur sont proportionnels à la conductibilité du disque, au même titre que les courants Foucault du frein magnétique.

L'absence de collecteur et de balais leur enlève les principales causes d'erreurs et d'entretien qu'on n'est pas parvenu à supprimer complètement sur les compteurs à courant continu.

4. Compteurs spéciaux et tarifications spéciales.

Les premières Usines Hydrauliques ayant établi les abonnements à forfait se sont vues forcées par suite du gaspillage en résultant à les limiter de plus en plus.

On emploie quelquefois les *limiteurs de courants* ; ce sont des appareils qui à partir d'une certaine intensité produisent des ruptures successives du courant qui forcent les abonnés à ne pas dépasser leur maximum autorisé.

Compteurs à prépaiement. Ce type de compteurs tend de plus en plus à se répandre dans les stations balnéaires et lieux de villégiature. Dans ces compteurs on introduit une ou plusieurs pièces de monnaie, ce qui permet à l'abonné une consommation déterminée : lorsque le courant dont la valeur correspond aux pièces est consommé, un mécanisme supprime le courant. Ces compteurs sont particulièrement appréciés des touristes qui louent

des villas, car ils leur évitent les formalités des polices d'abonnement et les démarches qu'elles provoquent.

Compteurs à double tarif. Ces compteurs ont été créés pour favoriser la consommation dans la journée; on emploie actuellement des compteurs dans lesquels une horloge a pour fonction de faire totaliser la consommation indiquée par le compteur dans la journée, entre certaines heures déterminées, sur une horlogerie, et le reste du temps sur une autre horlogerie. Chacune de ces Horlogeries comporte un tarif différent.

Compteurs à tarifs multiples, système Baumann et système Mähl. Ces compteurs inscrivent les sommes à payer en tenant compte du tarif qui est variable suivant une loi qu'on a fixée à l'avance pour toutes les heures de la journée.

Compteurs à dépassement. Ces compteurs sont destinés à n'enregistrer l'énergie fournie qu'au delà d'une certaine puissance: le client paie donc un forfait jusqu'à cette puissance et au-dessus à un tarif déterminé. Les applications de ces compteurs ont lieu surtout dans les réseaux alimentés par des Usines Hydrauliques chez les abonnés pour la force motrice. Il est intéressant de rappeler que les Usines Hydrauliques qui au début n'ont pas employé de compteurs demandent actuellement ces compteurs compliqués.

Ces compteurs sont de deux types:

1^o Une horloge ou un moteur à vitesse constante, autant que possible indépendant du courant, fait tourner un mobile dans un sens, tandis que le compteur en fait tourner un autre en sens contraire; un dispositif enregistre seulement la différence du nombre de tours lorsque le compteur tourne plus vite que l'horloge.

2^o Ce système plus simple comme construction consiste à fixer sur l'arbre du compteur dans le champ d'un aimant fixe un morceau de métal à grand hystérésis, tel qu'un cylindre de nickel. Il se produit un couple retardateur constant qui se retranche du couple moteur du compteur et le maintient immobile jusqu'à ce que le couple moteur soit supérieur. Ce procédé simple ne demande aucun entretien puisqu'il ne comporte aucune pièce en mouvement en dessous du point de dépassement.

Compteurs à maximum. Les compteurs à maximum sont aussi employés, ils enregistrent sur un cadran la plus grande puissance moyenne qui a traversé le compteur pendant un laps de temps fixé. D'après ce maximum on applique un tarif déterminé à la consommation totale indiquée par le compteur.

* * *

Si nous considérons que l'on combine quelquefois ces divers compteurs spéciaux, nous aurons une idée de la complexité des appareils qui en résultent.

Applications spéciales. Les compteurs à courant continu et surtout les ampèreheures-mètres ont souvent leur emploi dans des applications spéciales telles que charge et décharge d'accumulateurs.

Dans ces compteurs deux horlogeries sont disposées de telle sorte qu'en tenant compte du rendement de la batterie, les deux horlogeries indiquent la même cote lorsque la charge est suffisante pour compenser la décharge.

Les ampèreheures-mètres ont aussi leur emploi dans les usines d'électrolyse pour indiquer la quantité de métal déposé.

Enfin une application des ampèreheures-mètres très importante est celle des compteurs de tramways. On a employé quelquefois des compteurs horaires, mais le but poursuivi qui est d'obtenir des wattmen une économie de courant n'a pu être atteint, car une prime accordée aux wattmen d'après les indications des compteurs les incite à surcharger les moteurs au risque de les détériorer et de les employer à des régimes où leur rendement est faible. Avec les ampèreheures-mètres, au contraire, en intéressant les wattmen aux économies réalisées, on a obtenu des diminutions de consommation toujours supérieures à 10⁰/. On comprend, que dans ces conditions, le prix du compteur est rapidement amorti, sans compter l'économie qui en résulte sur l'entretien du matériel fixe et roulant.

5. Vérification et entretien des compteurs chez les abonnés.

De la bonne marche des compteurs chez les abonnés dépendent les recettes des Usines Electriques: il est donc indispensable de s'assurer, à des intervalles de temps convenables, de leur parfait état de fonctionnement. Les Secteurs Parisiens ont été amenés à créer un service spécial très important que nous allons indiquer succinctement à titre d'exemple. Voici comment s'opère cette vérification pour les divers types de compteurs; les visites sont de deux sortes: visites d'entretien et visites de contrôle.

Compteurs ampèreheures-mètres à collecteur argent. Un agent passe chez les abonnés une fois par an pour nettoyer le collecteur, c'est la visite d'entretien; pour le contrôle il est muni d'une petite résistance de poche étalonnée qui sous 110 volts absorbe 30, 60 ou 120 watts à volonté; un petit voltmètre contrôle les variations de voltage pendant la durée de l'essai. Cette résistance est branchée sur le compteur, et l'employé compte le nombre de tours que fait l'induit. Si le compteur est reconnu juste, on est certain qu'il est en bon état; s'il retarde, la capaudine est changée. Enfin si après cette opération, un nouveau contrôle n'indique pas un bon démarrage, le compteur est rentré au laboratoire.

Compteurs ampèreheures-mètres à collecteur en Or. Pas de visite d'entretien; pour ces compteurs l'agent se borne à faire la visite de contrôle tous les deux ans; le collecteur ne subit de nettoyage que lorsque le contrôle en indique la nécessité.

Compteurs Thomson. Une visite d'entretien a lieu trois fois par an; le collecteur est nettoyé et le démarrage vérifié; de plus tous les ans, une vérification complète a lieu au moyen d'un wattmètre étalon et d'une résistance portative qui peut absorber une énergie correspondant à une fraction importante du calibre. On le règle sur place s'il y a lieu.

Compteurs d'induction. Pas de visite d'entretien; pour les petits calibres une visite de contrôle a lieu tous les deux ans. Pour les gros calibres un essai au wattmètre a lieu tous les ans sur place soit sur l'installation, soit sur résistances. Il n'est pas fait d'essai en courant décalé.

Compteurs Aron. Une visite de contrôle se fait tous les ans au wattmètre ou au compteur étalon.

6. Laboratoire des centrales électriques.

Les usines doivent être munies d'installations qui leur permettent de vérifier et de régler les compteurs qu'elles emploient. Ces installations comportent des tables d'étalonnage.

1^o Compteurs ampèreheures-mètres. Cette table comprend une batterie d'accumulateurs de 1 ou 2 éléments pouvant débiter sur résistances réglables l'intensité correspondant au plus gros calibre. La mesure se fait au moyen d'ampèremètres étalon à aimants et de shunts étalons.

2^o Compteurs Thomson. Cette table doit posséder en plus des appareils nécessaires à celle des ampèreheures-mètres une source de volts qui doit être fournie par une petite batterie, si l'on veut faire des mesures précises.

Comme étalons on emploie des ampèremètres et voltmètres étalons à aimant.

3^o Compteurs d'induction. Les tables d'étalonnage pour compteurs d'induction sont plus compliquées, surtout pour les courants triphasés, car elles doivent comporter une source d'ampères, une source de volts, et de plus la nécessité de pouvoir faire varier le décalage.

Comme étalon le wattmètre est indispensable.

