

laire présenterait des difficultés de bobinage auxquelles on ne peut guère s'astreindre dans l'industrie. Pour éviter ce bobinage, divers appareils ont été proposés par Epstein, Richter, Möllinger (*). D'après Gumlich et Rose, ces appareils donnent des résultats qui ne diffèrent que de 2 à 3 pour 100 des résultats fournis par l'anneau bobiné ; aucun d'eux n'a pourtant encore reçu l'approbation officielle de l'Association des Electriciens allemands. Il ne faut pas oublier que cette méthode nécessite, pour donner des résultats, un certain nombre de précautions qui restreignent souvent son emploi dans l'industrie.

Perméamètre. — Les anciens types de perméamètres, d'Hopkinson, à arrachement, sont aujourd'hui presque complètement abandonnés, du moins en France. L'appareil de Kath est encore assez utilisé en Allemagne. En France, on utilise le perméamètre Picou, construit par Carpentier. Cet appareil semble donner de bons résultats, au moins dans les inductions moyennes. Les valeurs trouvées pour les faibles inductions sont évidemment altérées par l'impossibilité où l'on se trouve de désaimanter complètement le fer. Il semble, d'après des essais faits au Laboratoire central d'Electricité, donner aux inductions élevées des valeurs 10 pour 100 plus faibles que les valeurs vraies. Cela tient probablement, comme l'a signalé Gumlich, à l'erreur causée par l'obliquité des lignes de force dans les joints.

Il est bon de ne pas oublier également que les phénomènes de viscosité magnétique peuvent dans le cas d'acier très doux fausser gravement les résultats sur des barrettes d'acier massif.

Pour les très hautes inductions, de l'ordre de celles qu'on rencontre dans les dents de dynamo, la maison Carpentier construit depuis quelque temps un nouveau perméamètre (**), dans lequel l'éprouvette ne constitue plus un circuit magnétique fermé, mais se compose d'un barreau droit. Un dispositif ingénieux apporte immédiatement la correction due à l'existence du champ démagnétisant. L'inconvénient de cet appareil est d'admettre la constance du facteur démagnétisant de du Bois. Cet appareil est encore peu répandu et il est difficile de se prononcer sur la valeur des résultats qu'il fournit. Nous ne pouvons qu'attirer l'attention sur l'intérêt qu'il y a à étudier les tôles dans ces régions de saturation.

Bornons-nous à rappeler que, dans les laboratoires, la perméabilité et les pertes par hystérésis-statique se mesurent par des déterminations faites au moyen du galvanomètre balistique, sur des éprouvettes en forme d'anneau.

EXPOSITION DE MARSEILLE

APPAREILS DE MESURE

La maison **Chauvin et Arnoux** exposait divers appareils de mesure pour tableaux de distribution ou pour contrôle, notamment des galvanomètres, ampèremètres et milli-ampèremètres, voltmètres et milli-voltmètres, wattmètres ordinaires ou enregistreurs, pour courants continus ou alternatifs, à haute ou basse tension : des ohmmètres pour mesure d'isolement, une caisse portative pour la mesure des hautes résistances, un pont de Wheatstone à décades, des galvanomètres différentiels, des voltmètres compoundés donnant le voltage à l'extrémité des feeders sans l'intervention de fils pilotes.

Signalons aussi un volt-ampère-wattmètre calorique permettant, par le simple déplacement d'une connexion, la mesure directe de la tension, de l'intensité et de la puissance d'un circuit parcouru par des courants continus ou alternatifs. L'appareil se compose d'un fil ACDB, disposé en deux brins parallèles, s'enroulant sur un cylindre CD, et dont les extrémités A et B sont fixes (fig. 1). Le cylindre, fixé à une lame flexible DE, et sollicité par le ressort EF, oscille autour du point E lorsqu'un des fils AC ou BD s'allonge. Cette rotation est amplifiée par un levier commandant l'axe de l'aiguille indicatrice de l'appareil, au moyen d'un fil de cocon tendu par un ressort additionnel. L'index décrit

des angles proportionnels à la différence d'allongement des deux fils identiques AC et BD, de sorte que les variations de la température ambiante n'ont aucune action sur l'aiguille de l'appareil.

Pour mesurer la tension, les bornes *a* et *c*, correspondant au fil dilatable AC, sont reliées aux deux pôles par l'intermédiaire d'une bobine de circuit (représentée à la partie supérieure de la fig. 2). La valeur de la tension s'obtient en multipliant le chiffre D_t lu sur l'échelle des volts, par la constante K_1 poinçonnée sur la bobine du circuit.

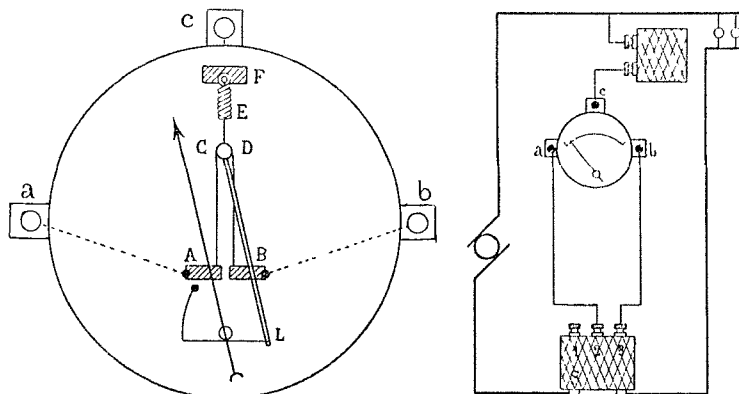


Fig 1 et 2. — Volt-ampère-wattmètre thermique.

Pour la mesure de l'intensité, les bornes *a* et *c* du galvanomètre sont reliées aux bornes 1 et 3 du shunt *S* intercalé dans le circuit à mesurer. Cette intensité est égale au produit de D_a lu sur l'échelle des ampères, par la constante K_2 poinçonnée sur le shunt.

La puissance est égale au produit $K_1 K_2 D_w$, D_w étant lu sur l'échelle des watts, les bornes *a* et *b* du galvanomètre étant reliées aux bornes 2 et 3 du shunt.

La maison **Cadiot**, dépositaire en France des appareils Weston, exposait un certain nombre d'appareils de mesure de précision, notamment des voltmètres et ampèremètres à compensation, dans lesquels les mesures sont rapportées à une résistance constante et à la force électromotrice d'un élément de pile Weston. Ces appareils ont été décrits dans *La Houille Blanche*, d'août 1908 (*).

La Compagnie pour la fabrication des Compteurs exposait toute une série de ses appareils de contrôle, types tableau ou étalon, du système Meylan-d'Arsonval, enregistreurs ou non : voltmètres et ampèremètres à aimant pour courant continu, thermiques ou électromagnétiques amortis pour courants alternatifs, wattmètres électrodynamomètres ou d'induction. Elle exposait aussi des compteurs : système Thomson, à 2 ou 3 fils, pour courants continus ou alternatifs, système O'K à 2 ou 3 fils pour courant continu, système A.C.T. pour courants alternatifs mono ou polyphasés, ces deux derniers systèmes du type ordinaire ou à prépaiement préalable (dispositif Berland), système à double tarif ou à tarif multiple, ou à dépassements.

Tout le monde sait combien est grande, suivant les heures de la journée, la variation de la charge des usines génératrices des réseaux de distribution d'énergie électrique. Par suite de cette grande variation, et du passage des pointes, ces usines sont obligées de disposer d'un matériel supplémentaire qui ne travaille que très peu de temps, et est par suite fort mal utilisé. Il est donc logique de faire payer plus cher l'énergie électrique qui est fournie par ces machines supplémentaires, et moins cher celle qui est fournie par les machines fonctionnant continuellement à pleine charge, c'est-à-dire à leur maximum de rendement. Ce mode de taxation est rendu possible par le dispositif de

(*) Voir à ce sujet GUMLICH et ROSE *E.-T.-Z.*, 1905, p. 408 et 503.

(**) H. ARMAGNAT, *Revue électrique*, 28 février 1907.

(*) La maison Cadiot exposait aussi des produits isolants de MM. Paegé et Cie de Berlin. Elle montrait des induits de dynamos, dont les fils du bobinage étaient isolés avec le matériel Paegé.

tarification variable, système MAHL, construit par la Compagnie des Compteurs et applicable à tous ses compteurs à courants continu ou alternatifs.

Ce compteur indique, sur deux groupes de cadrans distincts, respectivement la puissance consommée et la somme due par le client pour sa consommation, somme calculée à chaque instant d'après un tarif variant avec la charge totale supposée de la distribution.

La modification du tarif instantané s'effectue en déplaçant, à l'aide d'une came de profil approprié (*), un coin qui sert d'organe de transmission de mouvement entre une bielle tournant à une vitesse proportionnelle à la consommation actuelle du client et une pièce oscillante terminée par un cliquet en prise avec une roue à rochet solidaire du système totalisateur de la somme à payer; le déplacement angulaire de cette pièce oscillante et, par suite, celui de la roue à rochet est, pour une vitesse donnée du compteur, d'autant plus grand que la section du coin interposée est elle-même plus grande.

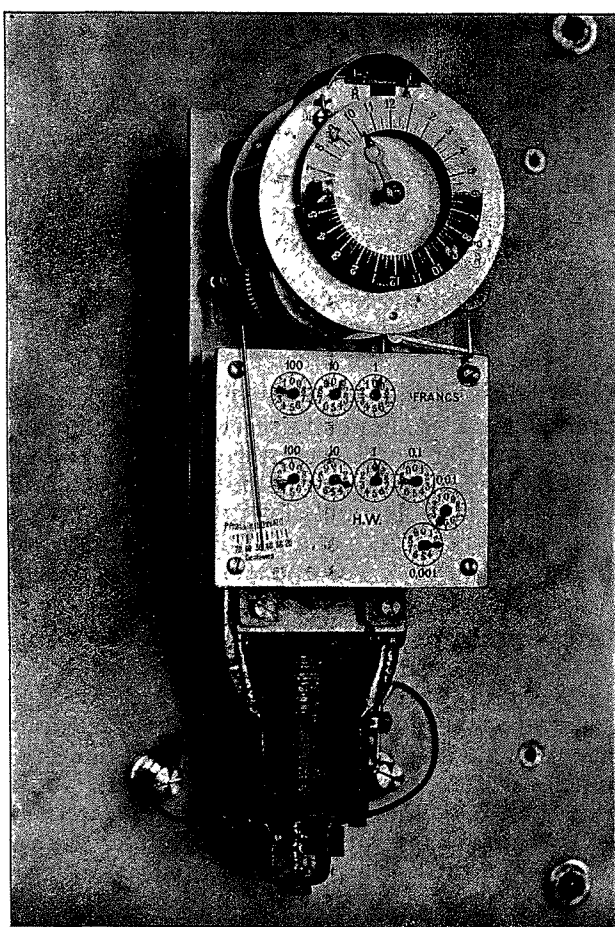


FIG. 3. — Compteur Mahl à tarification variable

Une aiguille spéciale, visible sur la gauche de la figure ci-jointe, et dont la position varie avec celle du coin, indique à chaque instant sur une échelle le tarif appliqué. Si, par suite de dispositions spéciales, il n'y a pas lieu de faire bénéficier le client du tarif réduit aux heures de faible consommation, cette aiguille est maintenue vers les prix forts, et ne peut descendre en dessous d'un minimum déterminé grâce à un excentrique qui empêche les sections les plus faibles du coin de transmission du mouvement de s'interposer entre la bielle et la pièce oscillante servant à entraîner la roue à rochet.

La Compagnie des Compteurs exposait également un

(*) Les rayons vecteurs de cette came varient comme les ordonnées de la courbe de variation journalière de la charge du réseau, suivant la loi qu'on s'est fixée pour la tarification.

pyromètre de Féry, utilisant les rayonnements du corps dont on veut mesurer la température, et qui donne cette température par lecture directe sur un cadran dès que la lunette a été orientée; un fluxmètre Grassot, qui donne, par lecture directe, les variations du flux qui traverse un circuit, un indicateur de synchronisme pour le couplage des alternateurs qui montre à chaque instant si la machine à coupler tourne trop vite ou trop lentement, et indique avec beaucoup d'exactitude la différence de phase; un phasemètre pour la mesure de $\cos \varphi$; un fréquencemètre. Ce dernier appareil est une balance électromagnétique composée de deux bobines en dérivation attirant des noyaux de fer solidaires d'une même aiguille; l'une des bobines est complétée par une self et l'autre par une résistance ohmique.

La Compagnie Anonyme continentale pour la fabrication des compteurs exposait différents types de compteurs: système Vulcain, pour courants continu et alternatif, système *cosinus* pour courants alternatifs, compteurs à champs-tournants M.R. pour courants mono et polyphasés; système à prépaiement et à dépassement.

Les compteurs à dépassement sont de plusieurs types: dépassement simple, à double tarif, avec même dépassement sur les deux tarifs, ou dépassement différent sur chacun des tarifs; ou encore dépassement sur l'un des tarifs et énergie totale sur l'autre.

Dans les premiers types de compteurs à dépassement, on établissait un couple antagoniste obtenu par un bobinage en sens inverse de celui du compteur ordinaire; mais il était difficile d'obtenir un couple antagoniste constant, et, pour des variations de voltage de 5 %, on avait des écarts de près de 10 % sur le couple antagoniste. Dans le type actuel, cet inconvénient est éliminé.

Le schéma ci-contre représente un compteur à dépassement pour courant triphasé. Il se compose de deux mobiles: l'un A, à vitesse constante correspondant au forfait; l'autre A' compteur ordinaire d'énergie, monophasé ou triphasé.

Ces deux mobiles A et A' commandent chacun les roues d'un différentiel dont le satellite actionne la minuterie D du compteur à dépassement. Le sens de la rotation des deux mobiles A et A' est tel que les roues B et B' du différentiel

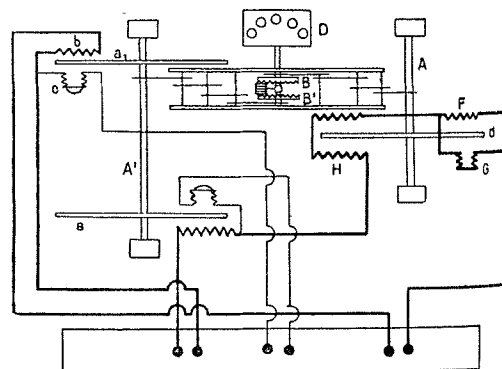


FIG. 4. — Schéma du montage du compteur à dépassement

tournent en sens inverse. Les indications de minuterie seront donc proportionnelles à la différence de vitesse V' et V des deux mobiles c'est-à-dire à $V' - V$, et indiqueront, par conséquent, le dépassement sur le forfait si la vitesse V du mobile constant A est celle qu'aurait le compteur au moment où la puissance absorbée est celle du forfait.

Le mobile A est composé d'un disque d dans lequel les deux bobines F et G formant les champs-tournants sont en série ou en dérivation sur l'intensité I . Sous l'action de ces deux bobines F et G, disposées convenablement, le disque tournera proportionnellement à I^2 , et le travail sera, si V est la vitesse du disque, KI^2V , ou K est une constante. Si au lieu d'absorber ce travail par un aimant, comme dans les compteurs ordinaires, on l'absorbe par une troisième bobine H dans laquelle passe le courant I , la résistance que provoquera cette bobine par la production de courants

de Foucault sera proportionnelle à I^2 ; elle est, d'autre part, proportionnelle à la vitesse V ; elle sera donc $K' I^2 V$, K' étant aussi une constante, et le travail résistant absorbé sera $K' I^2 V^2$.

Lorsque le mobile ainsi constitué aura son régime normal, le travail moteur sera égal au travail résistant, on aura donc

$$K I^2 V = K' I^2 V^2 \quad \text{d'où} \quad V = \frac{K}{K'} = \text{Const.}$$

Le mobile à vitesse constante est donc réalisé par ce dispositif, et ce, indépendamment de la tension; il suffit alors, pour avoir le compteur à dépassement, de régler cette vitesse constante égale à celle qui serait obtenue sur le compteur A' au moment où la vitesse consommée atteint celle du forfait.

La maison **J. Richard**, qui s'est fait une spécialité des appareils enregistreurs, exposait à Marseille un certain nombre d'appareils de mesure et de contrôle fort intéressants, notamment : des galvanomètres aperiodiques à cadre mobile, du système d'Arsonval, pour courant continu, pouvant servir à la fois comme ampèremètre ou comme voltmètre; des voltmètres et ampèremètres électromagnétiques et thermiques, pour courants continu ou alternatif, ordinaires ou enregistreurs; des wattmètres enregistreurs, des boîtes de contrôle, des appareils enregistreurs pour météorologie et d'hydraulique.

Elle exposait aussi un ohmètre à magnéto pour essais de résistance; un avertisseur de tension, un indicateur de sens de puissance pour la marche en parallèle des alternateurs, un indicateur de place, etc.

La maison **Rousselle et Tournaire**, qui exploite en France les brevets et procédés Siemens et Halske, exposait divers appareils de mesure pour tableaux de distribution : voltmètres et ampèremètres à cadre mobile, électromagnétiques et à champs-tournant, enregistreurs pour courants continu ou alternatif, ainsi que des appareils de mesure de précision pour laboratoire ou contrôle : voltmètres, ampèremètres, wattmètres, pour courants continu ou alternatifs, condensateurs, galvanomètres ordinaire ou balistique, électrodynamomètres, pyromètres thermo-électriques, photomètres, hystérésimètres, appareils pour la radiographie, etc.

Cette maison exposait aussi des appareils téléphoniques, des signaux pour mines et chemins de fer, des indicateurs à distance de niveau d'eau, ainsi que des avertisseurs d'incendie (*).

La maison **Olivetti**, de Milan exposait divers appareils de mesure pour courants continu ou alternatif, enregistreurs ou non. Signalons un wattmètre enregistreur à relais, dont le principe est le même que celui de l'électrodynamomètre absolu.

L'appareil est constitué par une bobine ampèremétrique fixe, en série sur le circuit, et une bobine voltmétrique mobile, en dérivation, et placée dans le champ produit par la première. Lorsque le courant passe dans l'appareil, la bobine mobile est sollicitée par une force proportionnelle à la puissance de ce courant. Cette force est contrebalancée par la torsion d'un ressort qui tend, à chaque instant, à repousser l'équipage mobile à la position du zéro. Ce résultat est obtenu par le fait que l'autre extrémité du ressort est sollicitée par l'action automatique d'un petit moteur électrique qui est en repos toutes les fois que l'action du courant sur l'équipage mobile fera équilibre à la torsion du ressort. Mais dès que cette action devient inégale au couple de torsion du ressort, l'armature du petit moteur

tend à tourner dans un sens ou dans l'autre, de manière à reconduire toujours l'équipage mobile à la position du zéro.

Signalons également un ampèremètre thermique enregistreur à diagramme circulaire.

M. P

SUR LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES DE VENTE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Communication faite au Congrès de Marseille, par M. Lucien GEORGE, Ingénieur civil des Mines, Chef du Service commercial de la Compagnie d'électricité de l'Ouest-Lumière.

Nous n'avons pas la prétention de faire quelque chose de nouveau : tous les éléments de la Tarification ont déjà été pris en considération dans les Ouvrages précédents. Nous allons les exposer et nous les discuterons. Jusqu'ici, les différents auteurs se sont surtout appuyés sur des considérations théoriques ; sans négliger ces considérations, nous nous placerons surtout au point de vue pratique, en nous basant sur des résultats d'exploitation commerciale que l'expérience nous a enseignés.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES TARIFS

Qualités d'un bon tarif — Avant de passer en revue les bases de la Tarification et les divers systèmes de tarifs qui en résultent, nous tenons à préciser les qualités qu'il faut chercher à donner à ces tarifs. Ces qualités ont déjà été décrites dans plusieurs articles (et les différents auteurs sont sensiblement d'accord à ce sujet). Ce sont :

I. *La simplicité* qui a, entre autres avantages, celui de diminuer le travail du personnel chargé de la rédaction des polices, de l'établissement des quittances.

II. *La clarté*. — Elle permet au public de comprendre facilement le tarif (ce qui augmente sa confiance) et de vérifier lui-même ses quittances sans difficulté.

III. — *L'équité*. — Il s'agit de ne pas faire, sans motifs valables, de conditions spéciales à certains abonnés. Si une société emploie simultanément divers modèles de tarifications, il est nécessaire que des clients placés dans des conditions semblables, puissent obtenir, s'ils le désirent, des tarifs identiques. Il ne faut pas donner lieu aux contestations justifiées, aux critiques et au mécontentement de la clientèle.

IV. — Un bon tarif doit *éviter tout contrôle inquisitorial* chez l'abonné, surtout dans le cas des installations de lumière, qui comportent un grand nombre d'appareils et qui sont faites souvent dans des appartements privés, où les recherches deviennent vite gênantes et vexatoires.

Un tarif qui serait conforme aux bases de la Tarification et qui présenterait en outre tous ces caractères, serait idéal : il est irréalisable. En fait, nous serons obligés d'abandonner, dans une certaine mesure, quelques-unes de ces qualités. Il y a tant d'éléments, parfois contradictoires, à considérer pour établir un tarif rationnel, que ce serait un rêve de vouloir obtenir une formule remplissant en même temps les qualités ci-dessus. Nous chercherons un système de vente aussi simple que possible, rigoureusement équitable, et surtout facile à assimiler par la clientèle.

Bases de la tarification. — Nous ne saurions mieux faire, à ce sujet, que de citer la définition de M. G. Siegel (dont l'Ouvrage a été traduit par MM. R. Ellissen et S. Allam-Laumay) :

« Les tarifs doivent être établis au profit commun de l'entrepreneur et du consommateur. C'est pour satisfaire en même temps les intérêts des deux parties qu'il faut connaître, à côté des multiples conditions régissant la production de l'énergie électrique, les conditions économiques de la vente.

« Le prix d'un objet, en général, résulte des estimations réciproques du vendeur et de l'acheteur. Ces estimations déterminent pour le vendeur *l'offre*, et, pour l'acheteur, *la demande*.

« Ce sont, suivant l'expression de M. Lauriol, *le prix de revient et le service rendu*. »

Ainsi, le problème de la Tarification consiste à peser tous les facteurs, aussi bien économiques que techniques, qui influent, d'une part sur l'emploi, d'autre part sur la production de l'énergie électrique, et à tenir compte, suivant son importance relative, de chacun de ces facteurs

PRIX DE REVIENT. — Sans nous appliquer à établir scientifiquement tous les éléments du prix de revient (ce qui, d'ailleurs, a

(* La maison Rousselle et Tournaire exposait également des petits moteurs, depuis $1/100$ de cheval, pour courants continu ou alternatifs moteurs simples, polisseuses, perceuses, ventilateurs, pompes à air, etc.