

Sur la proposition du Directeur du Personnel et de la Comp-  
tabilité,

Arrête :  
Les frais de contrôle dus à l'Etat par les Entrepreneurs de  
distributions d'énergie électrique, établies en vertu de permis-  
sions ou de concessions sont fixés, pour l'année 1909, à 10 francs  
par kilomètre de ligne pour les distributions soumises au con-  
trôle des municipalités sous l'autorité du Ministre des Travaux  
publics des Postes et des Télégraphes.  
Paris, le 23 avril 1909. Louis BARTHOUD.

# LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

## ACADÉMIE DES SCIENCES

### MÉCANIQUE ET ÉLECTRICITÉ

**Des propriétés électriques des cupro-aluminiums (thermo-  
électricité et résistivité).** Note de M. H. PÉCHEUX. Séance du  
22 avril 1909.

Dans une précédente Note (8 mars 1909) j'ai exposé les résultats  
que j'ai obtenus avec l'aluminium marchand, et montré l'influence  
des matières étrangères sur la thermo-électricité et la résistivité de  
ce métal. J'ai étudié ensuite six cupro-aluminiums marchands, de  
fabrication courante; ils m'ont fourni les résultats suivants, que j'ai  
l'honneur de communiquer à l'Académie.

**1° Thermo-électricité.** — J'ai fait un couple de chacun des alliages  
(obtenus en fils minces) avec le cuivre électrolytique. Chaque cou-  
ple avait sa soudure disposée à côté de celle d'un couple pyromé-  
trique nickel-cuivre bien étalonné; les soudures chaudes étaient  
portées lentement de la température ambiante à la température de  
800°, le chauffage étant réalisé au four Mermet.

Les lectures obtenues pendant le refroidissement lent des sou-  
dures étaient seules conservées. La méthode suivie était toujours  
celle des déviations au galvanomètres Deprez-d'Arsonval avec règle  
de Pogendorff.

La force électromotrice de chaque couple suit une loi très sensi-  
blement *parabolique*, les écarts observés étant bien inférieurs aux  
erreurs possibles de lecture au galvanomètre. Les pouvoirs thermo-  
électriques de ces couples, calculés à l'aide du tableau des forces  
électromotrices, peuvent être représentés par les formules suivantes  
(en *microvolts*).

Cupro aluminium	$\frac{dE}{dt}$
3 pour 100 de Al. . . . .	2,31 + 0,00300t
5 — — — — —	2,53 + 0,00320t
6 — — — — —	1,78 + 0,00040t
7,5 — — — — —	1,59 + 0,00090t
10 — — — — —	1,21 + 0,00104t
94 — — — — —	2,21 + 0,00680t

A l'aide de ces formules, on arrive à vérifier, conformément aux  
résultats fournis par l'expérimentation directe, que :

a) Les alliages les plus riches en aluminium sont les plus éloi-  
gnés, en général, de l'aluminium (dans la série thermo-électrique),  
exception faite pour l'alliage à 94 pour 100 d'aluminium qui se rap-  
proche davantage de ce métal.

b) Les alliages cupro-aluminiums *ne se suivent pas tous dans l'ordre  
de leur composition* (contrairement aux conclusions de M. E. Stein-  
mann, lequel d'ailleurs n'a étudié que les alliages à 5 pour 100, 7,5  
pour 100 et 10 pour 100, à trois températures seulement); ainsi en  
allant de l'aluminium au cuivre, dans la série, on trouve l'ordre  
suivant (à 500 par exemple) : 5 pour 100, 3 pour 100, 94 pour 100,  
6 pour 100, 7,5 pour 100 (ces deux derniers *très voisins*), et 10 pour 100.

c) De 500 à 800°, il se produit quelques inversions modifiant l'or-  
dre de la série; il y a inversion des alliages 3 pour 100 et 94 pour  
100 à 530°, des alliages 5 pour 100 et 94 pour 100 à 178°, des alliages  
6 pour 100 et 7,5 pour 100 à 760°.

**2° Résistivité.** — J'ai mesuré la résistivité des six alliages, enroulés  
en spirale, bien recuits au préalable, en les portant à des tempéra-  
tures variables, dans un bain de paraffine, de la température am-  
biante à 350°; la méthode employée était celle du pont de Wheat-  
stone à corde.

Les résultats obtenus sont consignés dans les formules suivantes,  
qui donnent la résistivité en *micromhs-cm*.

Cupro-aluminium	$\rho_t$
3 pour 100 de Al. . . . .	$\rho_t = 8,26 (1 + 0,00102t + 0,000003t^2)$
5 — — — — —	$\rho_t = 10,21 (1 + 0,00070t + 0,000002t^2)$
6 — — — — —	$\rho_t = 11,62 (1 + 0,00055t + 0,000002t^2)$
7,5 — — — — —	$\rho_t = 13,62 (1 + 0,00036t + 0,000001t^2)$
10 — — — — —	$\rho_t = 12,61 (1 + 0,00032t + 0,000002t^2)$
94 — — — — —	$\rho_t = 3,10 (1 + 0,0038t + 0,000003t^2)$

L'examen de ce tableau conduit aux interprétations suivantes :  
a) La résistivité des cupro-aluminiums croît avec la teneur en  
aluminium jusqu'à 7,5 pour 100, alliage où elle est maxima; elle  
décroit ensuite; pour l'alliage à 94 pour 100, elle se rapproche  
beaucoup de celle de l'aluminium métallique.  
b) Le coefficient de température principal diminue quand la  
teneur en aluminium augmente, jusqu'à 10 pour 100. A 94 pour 100  
d'aluminium, il est voisin de celui de l'aluminium métallique.  
c) L'addition de faibles quantités d'aluminium au cuivre augmente  
très sensiblement la résistivité du cuivre; il n'en est pas de même de  
l'addition de faibles quantités de cuivre à l'aluminium; la résistivité  
de ce dernier métal est à peine modifiée.

## SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 5 mai 1909

M. PELLAT, président de la Société pour 1909, prononce le discours  
d'usage sur la *Théorie électronique des courants et de leurs propriétés*.

Puis M. DE TRAZ présente une communication sur *certaines condi-  
tions du problème de la traction*. Il montre que la « marche la plus  
économique doit comporter une accélération la plus forte possible  
au départ, maintenue jusqu'à ce que la vitesse maxima soit atteinte;  
puis il faut une marche à vitesse constante, plus ou moins longue,  
suivant les conditions locales, ensuite une course sur l'erre, puis un  
freinage à accélération négative maxima jusqu'à l'arrêt ».

M. de Traz rappelle que la valeur de l'accélération, pendant le  
démarrage ou le freinage, est indifférente pour le confort des voya-  
geurs, car, par suite du faible coefficient d'adhérence des roues sur  
les rails, cette accélération ne peut pas pratiquement dépasser 2 mè-  
tres par seconde par seconde. Ce qui incommode les voyageurs,  
c'est la variation brusque de l'accélération. « L'effort devrait croître  
au départ jusqu'à son maximum, auquel il se maintiendrait jusqu'à  
ce que la vitesse approche de la vitesse maxima ».

## REVUE DES PÉRIODIQUES ÉTRANGERS

**Amélioration du facteur de puissance dans les distributions à  
courant alternatif.** Milnes Walker, *Electrician*, 22 janvier 1909.

L'auteur étudie l'amélioration du facteur de puissance :

1° Par l'emploi de convertisseurs synchrones. Ce procédé est  
bien connu et nous n'y insistons pas;

2° Par l'emploi de capacités: Ce procédé n'est point entré  
dans la pratique, en raison du prix élevé des condensateurs  
nécessaires, et pour lesquels la grande difficulté est l'absorption  
de la chaleur produite dans le diélectrique;

3° Par perfectionnement du moteur d'induction lui-même.  
La raison pour laquelle le moteur d'induction absorbe tant de  
courant déwatté, est que son courant magnétisant est fourni au  
rotor à basse fréquence des courants dans ce dernier, la puis-  
sance apparente magnétisante tombe à 2 ou 3 pour 100 de ce  
qu'elle est dans les conditions normales de fréquence. Après  
avoir rappelé les résultats de Leblanc et Heyland, l'auteur  
décrit une excitatrice spéciale, dite « avanceur de phase » des-  
tiné à remplir ce but.

L'auteur termine en indiquant le moyen d'engager les con-  
sommateurs à améliorer leur facteur de puissance serait par  
une taxation basée sur les kilovoltampères absorbés, et non  
uniquement sur les kilowatts.

**Méthode de mesure des très faibles inductances.** C.-J. WAT-  
SON. *Electrician*, Londres, 5 mars 1909.

Lorsqu'on expérimente avec de très rapides oscillations, il  
devient nécessaire de mesurer de très faibles inductances. Un  
moyen commode d'y arriver consiste à se servir d'une sorte de  
pont de Wheatstone, dans lequel deux inductances sont équi-  
librées par 2 capacités, avec emploi d'un tube à vide au lieu d'un  
galvanomètre comme appareil de zéro.

Le pont est alimenté en deux sommets par les armatures  
extérieures de deux bouteilles de Leyde, dont les armatures  
intérieures sont connectées à une bobine d'induction capable  
de donner une étincelle de 5 centimètres. Comme inductance  
variable, on se sert de deux fils nus tendus parallèlement, et dont  
un cavalier transversal permet d'intercaler en circuit une plus  
ou moins grande partie.

L'inductance de ces deux fils se détermine par le calcul (1). Il est commode de préparer avec ce système des inductances calibrées sous la forme de bobines contenant différents nombres de tours de fil. Ces inductances sont, dans les mesures ultérieures, substituées aux fils parallèles, ce qui permet à l'expérimentateur de demeurer à proximité du pont.

Le « National Physical Laboratory ». *Electrician*, 26 mars

Compte rendu détaillé des installations nouvelles et des travaux du National Physical Laboratory, spécialement en ce qui concerne la partie électrique.

Le laboratoire possède maintenant un transformateur Westinghouse de 100 000 volts, d'une puissance de 20 KVA, et un voltmètre électromagnétique Hartmann et Braun pour mesures jusqu'à 100 000 volts. Le système se compose d'un voltmètre pour 500 volts à cadran de grande dimension (2), dont la précision atteint 2/1000, et dont la consommation est de 0,02 ampère pour la déviation totale. En série, on peut disposer 18 boîtes de résistance d'une valeur totale de 5 mégohms; la consommation maxima pour 100 000 volts atteint 2 kilowatts.

Le laboratoire s'est accru d'un alternateur double Siemens, disposé de telle façon que le champ d'une des deux machines peut être déplacé angulairement par rapport à l'autre, de façon à permettre d'obtenir une différence quelconque de phase entre l'intensité et la tension, ceci est très utile pour l'essai des compteurs en permettant de faire varier le facteur de puissance de 1 à zéro.

L'inductance d'une résistance tubulaire peut, dans certains cas, devenir gênante, aussi MM. Paterson et Rayner ont-ils fabriqué des résistances en manganin, refroidies par l'eau, où cet inconvénient est entièrement surmonté.

L'article continue par l'énumération des travaux spéciaux entrepris par le bureau, comprenant notamment la comparaison des étalons de résistance, d'où il résulte que seuls les étalons en platine n'ont pas varié.

L'état comparatif des mesures effectués donne avec les années précédentes les chiffres suivants :

	1906	1907	1908
Mesures électriques de précision....	74	254	300
Mesure d'électro-technique générale	646	897	1615
Mesures photométriques.....	214	400	779
Thermométrie.....	221	345	309
Métrologie.....	445	541	547
Essais de récipients en terre ou de poids	816	944	997
Optique.....	22	69	21
Essais de taximètres.....	—	703	9585

Les revenus totaux du laboratoire ont monté de £ 17 058 en 1907, à £ 21 871 en 1908.

Les travaux à l'ordre du jour pour le laboratoire sont : installation d'isolants de résistance en verre dur d'Iéna, une étude de l'anode de l'élément Weston; et de nouvelles expériences sur le voltamètre à argent (comme étalon d'intensité); la détermination de l'ohm en valeur absolue par comparaison avec un étalon d'induction mutuelle; enfin, la photométrie hétérochrome. En ce qui concerne la photométrie, le directeur T. Glazebrook constate l'accord de ses mesures avec celles du laboratoire central d'électricité de Paris.

L. BOURGUIGNON.

Chef de Travaux à l'Ecole supérieure d'Electricité.

## INVENTIONS NOUVELLES

**Transformateur de périodes pour courants polyphasés ou monophasés.** — Brevet HEYLAND, n° 381.286, 26 août 1907.

Cet appareil est un transformateur de périodes pour courants alternatifs polyphasés ou monophasés, et peut être appliqué partout où il s'agit de produire une périodicité variable, par exemple pour le démarrage de moteurs à courants alternatifs, ou bien encore, où l'on veut produire une périodicité différente de celle du réseau.

(1)  $L = 4 \log_e \frac{2D}{d}$ ,  $d$  étant le diamètre des fils et  $D$  la distance qui sépare leurs axes.

(2) La tendance, très justifiée, des laboratoires anglais est de renoncer pour les mesures de haute précision aux appareils de très petites dimensions et d'utiliser des appareils plus grossiers en apparence, mais qui, vu les grandes dimensions adoptées donnent une précision au moins égale, sinon supérieure. — N.D.T.

En principe, il se compose d'un moteur à collecteur et d'un moteur à bagues, réunis de telle façon qu'une partie de l'énergie électrique qui leur est amenée est transformée directement en courant de la périodicité secondaire, et le reste de l'énergie électrique, correspondant à la périodicité amenée, transformé indirectement en courant de la périodicité secondaire.

Un mode d'exécution est représenté fig. 1.  $c'$  est un moteur à bagues collectrices, dont le rotor est relié au collecteur  $e'$ ;  $c''$  est un moteur à bagues collectrices, dont le rotor est relié aux trois bagues collectrices  $s''$ ,  $s''$ ,  $s''$ ; 1, 2, 3 sont les bornes primaires, reliées par exemple à une source de courant de périodicité quelconque; 4, 5, 6 sont les bornes de prise de courant secondaire d'une autre périodicité réglable.

Considérons d'abord le rôle du moteur  $c''$  seul. Supposons que le moteur tourne avec un glissement donné. Dans ce cas, nous savons que la périodicité du courant emprunté aux bagues du rotor est d'une périodicité autre que la périodicité du courant amené au stator, elle est donnée, en rapport à la périodicité primaire, directement par la grandeur du glissement du rotor. D'autre part, nous savons que l'énergie électrique du courant secondaire obtenu et emprunté aux bagues collectrices n'est pas la même que celle amenée au stator, mais seulement une partie en rapport direct au glissement du moteur. En effet, si nous supposons par exemple que le nombre de spires du bobinage du stator et du rotor soit le même, le courant secondaire sera le même que le courant primaire, mais sa tension ne sera qu'une fraction de la tension primaire, c'est-à-dire qu'elle sera à la tension primaire comme la périodicité secondaire est à la périodicité primaire. Le rendement d'un tel appareil devrait donc tomber nécessairement dans le même rapport que la périodicité secondaire est à la périodicité primaire. Mais, pour arriver à un résultat industriel, il est évident que l'énergie secondaire empruntée devrait être la même que l'énergie amenée à l'appareil, diminuée seulement des pertes intérieures inévitables, comme dans toute machine, mais correspondant à un rendement industriel. Etant donné que la tension secondaire, rapportée à la tension primaire, tombe proportionnellement au rapport de la périodicité secondaire à la périodicité primaire, il faudrait par conséquent que la grandeur du courant secondaire obtenue, rapportée au courant primaire amené, changeât approximativement dans le rapport inverse de la tension et, par conséquent, dans le rapport inverse de la périodicité secondaire à la périodicité primaire. De cette façon, le produit de la tension par le courant serait approximativement le même du côté secondaire comme du côté primaire.

Ceci est obtenu dans la fig. 1 par l'effet composé des moteurs  $c'$  et  $c''$ . Le procédé sera le suivant : Supposons d'abord que les deux moteurs tournent au synchronisme avec la périodicité primaire amenée par les fils 1, 2, 3. Dans ce cas, la périodicité et la tension aux prises du courant secondaires 4, 5, 6 sont nulles. Si l'on augmente la périodicité secondaire, à l'effet de mettre en marche un moteur principal, ce qu'on peut réaliser par l'augmentation de la vitesse des deux moteurs, par exemple par la modification du décalage des balais du moteur  $c'$ , une partie de l'énergie électrique amenée au circuit primaire est transformée directement par le moteur  $c''$  en courant de périodicité et de tension moindres, et cette partie de l'énergie transformée électriquement correspond précisément à la périodicité et à la tension secondaires. En outre, ce moteur  $c''$  fonctionne simultanément comme générateur, tandis que le moteur  $c'$  travaille comme moteur, en transformant le restant de l'énergie amenée au circuit primaire en courant de périodicité moindre, qu'il cède aux bornes secondaires 4, 5, 6. Cette transformation s'opère ici par un moyen mécano-électrique. Il est facile de montrer par le calcul que, pour chaque régime de charge, l'énergie électrique disponible aux bornes secondaires 4, 5, 6, déduction faites des pertes dans les moteurs, est égale à l'énergie primaire amenée; en d'autres termes, pour un cos  $\varphi$  égal, le produit du courant par la tension doit être le même du côté primaire et du côté secondaire. Il en est de même lorsque l'on augmente la périodicité secondaire en diminuant la vitesse des moteurs, par exemple par la modification du calage des balais du moteur  $c'$ , et la seule différence est que, dans ce cas, le moteur  $c'$  fonctionnerait comme générateur, et le moteur  $c''$  comme moteur.

Pour produire aux bagues secondaires une périodicité différente de la périodicité primaire, il faut donc que l'appareil tourne à une vitesse en dessous ou au-dessus du synchronisme. Cette vitesse peut facilement être réglée par le moteur à collecteur  $c'$ , soit par réglage aux balais, ainsi que décrit, soit par des changements dans le couplage du bobinage du stator au rotor, soit par l'intermédiaire d'un transformateur ou d'une spire à self-induction mise en parallèle ou en série au stator ou au rotor etc.

La figure 2 représente un autre mode d'exécution, dans lequel les stators des deux moteurs sont mis en série. En outre, dans cette figure, les rotors des deux moteurs sont reliés électriquement entre eux par les trois connexions  $f$ . Ils peuvent être mis en parallèle ou bien aussi avantageusement en série. Supposons par exemple que le rotor du moteur  $c''$  soit bobiné en triphasé, et que les trois phases soient reliées, d'un côté aux trois bagues collectrices, de l'autre côté au rotor du moteur  $c'$ . Un tel arrangement aurait, entre autres, l'avantage que le courant secondaire serait emprunté simultanément

aux rotors des moteurs  $c'$  et  $c''$  et que, par conséquent, pour une certaine puissance donnée, la grandeur de l'appareil se réduirait à peu près de moitié.

La figure 3 représente un autre mode d'exécution, où les stators des deux moteurs sont couplés en parallèle, et les rotors reliés électriquement entre eux.

La figure 4 montre un autre mode d'exécution, dans lequel le moteur  $c''$  porte en même temps un commutateur  $e''$  relié électriquement au stator du moteur  $c'$ ;  $t$  est un transformateur.

La figure 5 est un mode d'exécution, dans lequel le courant est amené au moteur  $c''$ , une partie du bobinage du stator de ce moteur étant montée en série avec le bobinage du stator du moteur  $c'$ , une autre partie étant montée en série avec le commutateur. Dans ce cas il sera, par exemple, avantageux de composer le bobinage du stator du moteur  $c''$  de deux bobinages distincts, placés dans les mêmes rainures et reliés en série, tandis que le courant principal serait amené au point de réunion des deux bobinages.

La figure 6 représente un mode d'exécution dans lequel le rotor d'un moteur unique  $c'$  porte en même temps trois bagues et un collecteur, et dans lequel une partie du courant emprunté aux bagues est obtenue par transformation directe entre stator et rotor, une autre partie au moyen d'un transformateur, ou n'importe quel autre appareil auxiliaire  $t$ , cette partie de l'énergie étant amenée au commutateur.

bagues collectrices du rotor du moteur primaire  $a$ , et dont les bagues secondaires  $s''$  sont reliées au moteur secondaire  $b$ ;  $d$  est un volant accouplé au transformateur de périodes.

Dans ce cas, il est évident que d'abord la grandeur du transformateur de périodes peut être considérablement réduite. Lorsque les deux moteurs principaux démarrent, la périodicité et la tension du courant amené au transformateur de périodes et emprunté au secondaire du moteur primaire diminuera graduellement, et il est évident que la vitesse du transformateur de périodes, pour tourner en hypersynchronisme, et pour produire une périodicité secondaire augmentant en proportion, ne doit plus varier que dans des limites plus restreintes. De même, la grandeur du transformateur de périodes peut être plus réduite dans ces arrangements, étant donné que l'énergie électrique qu'il transforme ne correspond plus qu'à la partie empruntée au secondaire du moteur primaire, c'est-à-dire approximativement à la grandeur du moteur secondaire.

En donnant par exemple aux deux moteurs principaux un nombre égal de pôles, la grandeur du transformateur de périodes se réduirait de moitié, et sa vitesse resterait approximativement constante pour tous les régimes de marche des moteurs principaux. En général, sa grandeur diminuerait proportionnellement au rapport du nombre de pôles du moteur secondaire au moteur primaire.

Quant à sa vitesse, elle devrait augmenter pendant le démarrage des moteurs principaux, si l'on donne au moteur secondaire un

FIG. 1.

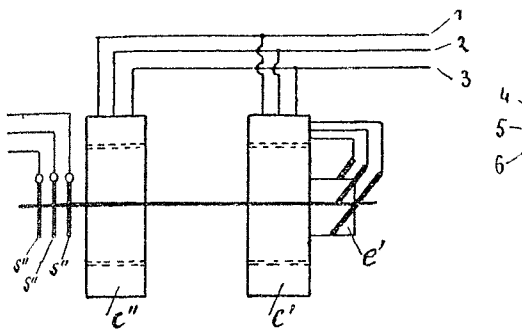


FIG. 2.

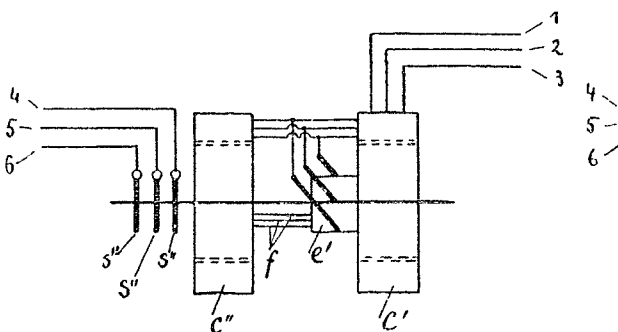


FIG. 3.

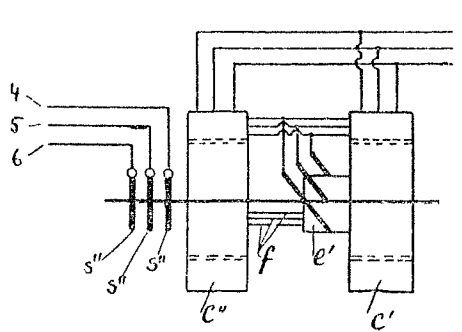


FIG. 4.

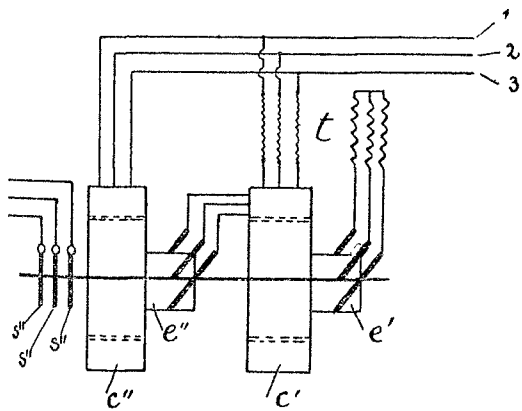


FIG. 5.

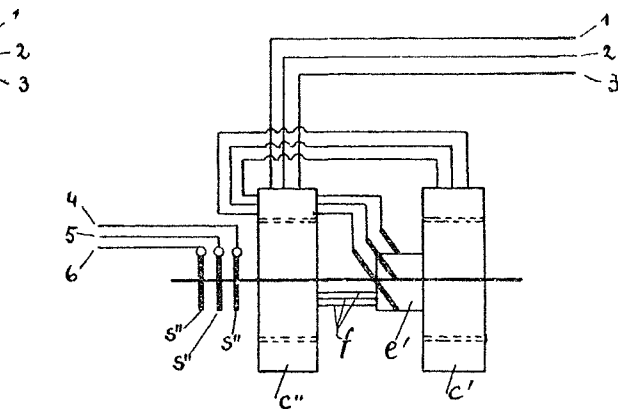
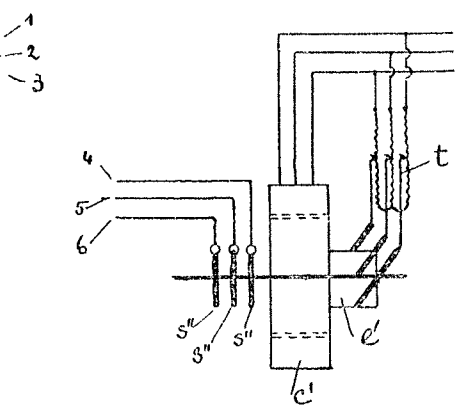


FIG. 6.



Les appareils peuvent être employés pour la transformation de la périodicité de n'importe quel courant alternatif polyphasé ou monophasé en une autre périodicité donnée ou réglable, indépendamment de la périodicité primaire, laquelle peut être constante ou variable.

En premiers lieu, ces appareils pourront servir au démarrage et à la variation du nombre de tours des moteurs d'induction en court-circuit. Dans ce but, on amènera aux bornes primaires de l'appareil le courant du réseau, et on reliera ses bornes secondaires au moteur d'induction qui doit démarrer. Le démarrage s'opère en augmentant progressivement la périodicité du courant secondaire amené au moteur. De même, le réglage de la vitesse d'un tel moteur pourrait s'obtenir par la variation de la périodicité secondaire. Dans certains cas, il serait avantageux de coupler le transformateur de périodes à un volant, de façon qu'il soit en même temps capable d'emmagasiner de l'énergie mécanique lorsque le moteur principal a à supporter des surcharges, etc., ou lorsque la vitesse varie brusquement.

Des résultats spéciaux sont obtenus lorsqu'on se sert de ce genre de transformateur de périodes pour le démarrage des moteurs principaux couplés à deux ou à plusieurs moteurs en cascade, en reliant électriquement le transformateur de périodes entre deux moteurs principaux.

Un tel mode d'exécution est représenté fig. 7 :  $a$  et  $b$  sont deux moteurs principaux couplés en cascade;  $a$  est le moteur primaire,  $b$  le moteur secondaire;  $c'$  et  $c''$  représentent le transformateur de périodes (selon la fig. 1), dont les bornes primaires sont reliées aux

nombre de pôles plus grand qu'au moteur primaire, et, inversement, elle devrait diminuer si on donne au moteur secondaire un nombre de pôles plus petit qu'au moteur primaire.

On pourrait appliquer l'un ou l'autre de ces deux différents modes de fonctionnement, selon le régime de marche des moteurs principaux en question, en accouplant le transformateur de périodes à un

Pour des moteurs qui, pendant la marche normale, doivent subir des à-coup comme c'est par exemple le cas dans les laminoirs, on adopterait le premier dispositif, et le volant, en faisant marcher par sa force vive le transformateur de périodes comme générateur, servirait à débiter du courant et tendrait à maintenir constant le débit du réseau pendant les à-coups de charge des moteurs principaux.

Pour des moteurs qui doivent démarrer avec une grande surcharge, comme par exemple les moteurs d'extraction, etc., on choisirait le second dispositif, dans lequel le volant servirait par sa force vive, et en faisant marcher le transformateur de périodes comme générateur, à débiter du courant et tendrait à maintenir constant le débit du réseau pendant le démarrage des moteurs principaux.

Le schéma, fig. 8, représente un dispositif analogue, avec un transformateur de périodes selon fig. 2; pour permettre le renversement de marche des moteurs principaux  $a$  et  $b$ , il est prévu deux interrupteurs  $u$  et  $u'$ , insérés respectivement dans le circuit primaire et le circuit secondaire. Ces interrupteurs permettent d'intervertir deux des fils. L'interrupteur-inverseur  $u$  est muni de touches auxiliaires reliées par des résistances  $w$ , dans le but d'éviter une rupture trop brusque.

Les figures 9 et 10 représentent différents dispositifs, dans lesquels le transformateur de périodes correspond respectivement aux modes d'exécution représentés aux figures 3 et 4 respectivement. Dans la figure 10, *u* représente un interrupteur relié aux balais du moteur *c'*; cet interrupteur peut rester fermé, lorsque les moteurs principaux sont à l'arrêt. Dans ce cas, le moteur *c'* tourne à vide comme moteur d'induction, et le démarrage des moteurs principaux peut s'opérer par la simple ouverture de cet interrupteur *u*. Si l'on veut réaliser un démarrage plus lent, il suffit de munir l'interrupteur de touches auxiliaires, reliées par des résistances.

La figure 11 représente un dispositif analogue où, en dehors du transformateur de périodes (exécuté selon fig. 5), un moteur auxiliaire *c*, muni d'un volant *d*, est relié électriquement au moteur primaire *a*. Les bagues collectrices de ce moteur auxiliaire sont reliées à une résistance réglable *w*.

La figure 12 représente un schéma, dans lequel le transformateur

**Perfectionnements aux parafoudres (2<sup>e</sup> addition).** N° 8 720 au brevet N° 372 617. Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, 31 décembre 1907.

L'application d'une résistance en parallèle, avec quelques-uns des intervalles d'air du parafoudre décrit dans le brevet principal n° 372 617, en date du 17 décembre 1906, est avantageux, comme le comprendront facilement les personnes expertes en la matière.

Conformément à la présente invention, les résistances mises en parallèle avec les intervalles d'air ont une valeur graduelle, et cela de telle sorte que, si un groupe à intervalles d'air est en parallèle avec une résistance relativement élevée, d'autres groupes d'un nombre égal d'intervalles d'air soient en parallèle avec une résistance beaucoup plus faible.

Sur la figure ci-jointe, les conducteurs de ligne 1, 2 et 3 sont connectés par l'intermédiaire de parafoudres à cornes 4, 5 et 6, repré-

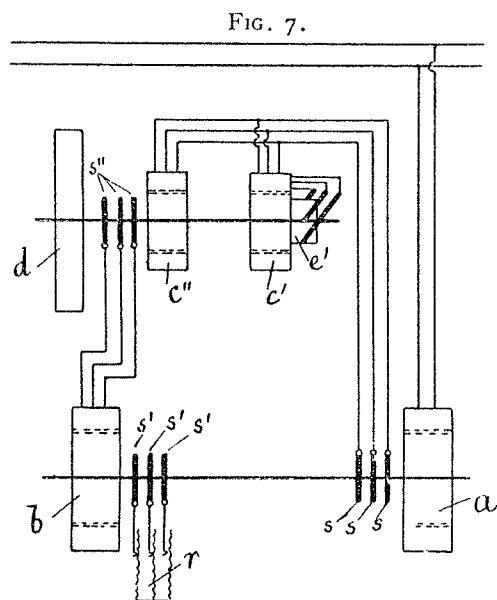


FIG. 7.

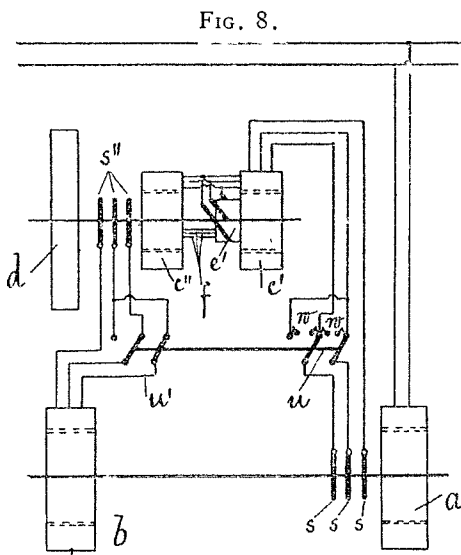


FIG. 8.

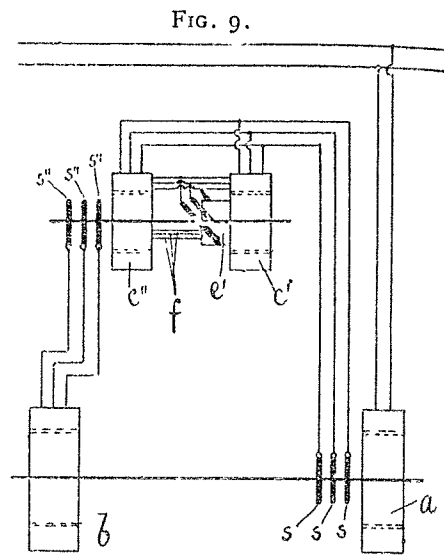


FIG. 9.

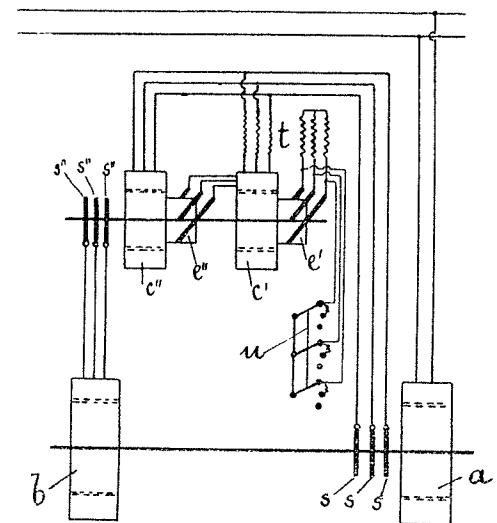


FIG. 10.

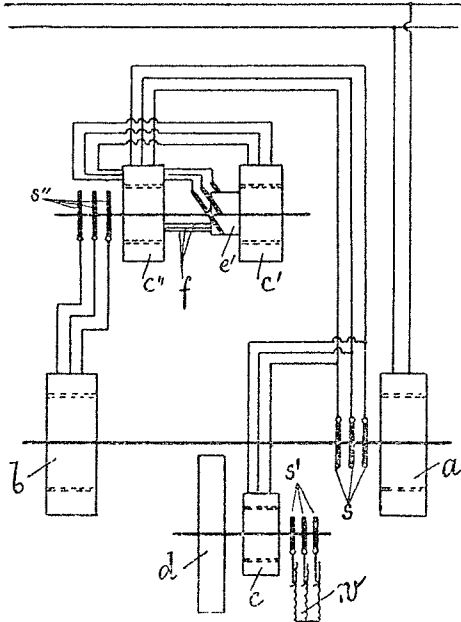


FIG. 11.

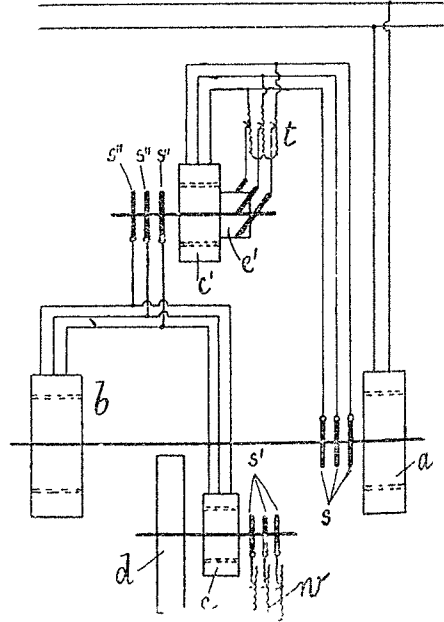


FIG. 12.

de périodes est constitué par un moteur unique, selon le mode d'exécution fig. 6. Dans ce dispositif, un moteur auxiliaire *c*, muni d'un volant, est relié au moteur *b*.

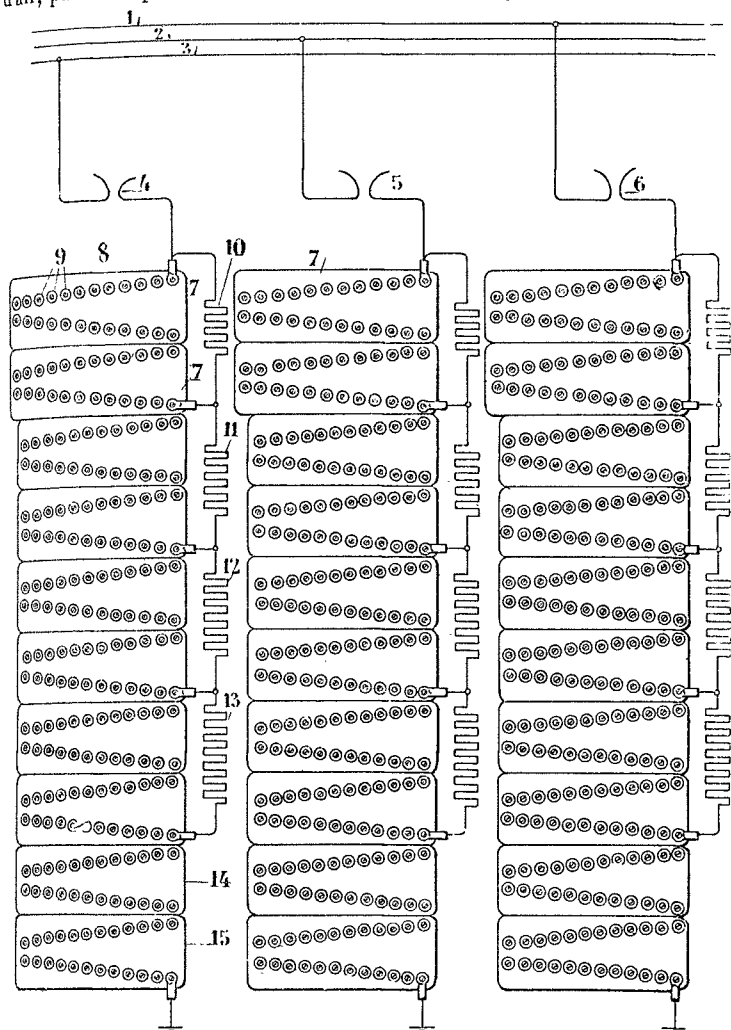
Un autre avantage de l'application de l'appareil décrit à des moteurs principaux couplés en cascade est que l'appareil est placé dans le secondaire et, par suite qu'il peut en tous cas être dimensionné pour basse tension, même dans le cas où le courant principal est à haute tension. Le transformateur de périodes peut être employé aussi bien dans des installations polyphasées que monophasées. Un but spécial est atteint quand on emploie ce transformateur de périodes dans des installations monophasées. Dans ce cas, il produit dans le moteur monophasé un champ de démarrage de façon que le moteur démarre aussi facilement qu'un moteur polyphasé. En outre, ce transformateur de périodes peut servir en même temps à régler le déphasage du courant principal. Dans les fig. 7 à 12, par exemple, le courant principal est supposé être du courant monophasé.

sentés schématiquement avec trois séries d'intervalles d'air reliées directement au sol; chacune de ces séries peut comprendre un certain nombre de groupes, par exemple cinq groupes, et chaque groupe peut comprendre, à son tour deux unités 7 et 7'; chaque unité comprend une base en porcelaine 8 sur laquelle sont montés des cylindres métalliques 9 écartés convenablement les uns des autres de façon à former des intervalles d'air d'égale valeur.

Pour un système de transmission d'environ 50 000 volts, on peut employer dix de ces éléments, répartis en cinq groupes, entre chaque conducteur de ligne et le sol.

Comme il est représenté sur la figure, les deux éléments les plus rapprochés de la ligne peuvent être munis d'intervalles d'air plus grands que ceux des autres éléments de la série. Ils peuvent être d'environ 25 pour 100 plus grands. En parallèle avec le premier groupe de deux unités de chacune des séries, on monte une résistance 10 relativement petite, de préférence non inductive et de valeur

permanente. Une résistance 11 semblable à la résistance 10, mais de valeur plus grande, est montée en parallèle avec le second groupe de la série. De même, les deux groupes suivants de la série sont munis de résistances en parallèle avec ces groupes. Il est préférable de ne pas shunter par des résistances quelques-uns des intervalles d'air, par exemple les deux derniers éléments 14 et 15.



La variation progressive de la valeur de ces résistances donne au parafoudre une grande capacité de sélection pour les différentes perturbations électriques sur les circuits à haute tension. Ces perturbations sont très variées et sont de voltage, intensité et fréquence très différentes. Elles peuvent provenir d'influences atmosphériques directes ou indirectes, ou de causes inhérentes à la ligne elle-même.

Lorsqu'une charge anormale se produira sur un des conducteurs de ligne, il y aura à distinguer si cette charge anormale est à basse fréquence ou à haute fréquence. Les charges anormales à basse fréquence traverseront toutes les résistances 10, 11, 12 et 13 et gagneront le sol par l'intermédiaire des autres unités 14 et 15, tandis que les charges anormales à haute fréquence éviteront une ou plusieurs des résistances. Dans des cas extrêmes, la charge anormale à haute tension gagnera le sol par l'intermédiaire des intervalles d'air seuls.

## INFORMATIONS DIVERSES

### Société Norvégienne de l'Azote

Voici les renseignements donnés par le rapport du Conseil d'administration de la Compagnie générale des Nitrates qui a pris une participation importante dans la Société Norvégienne de l'Azote.

« La Société Norvégienne de l'Azote et de Forces Hydro-Électriques, dans laquelle notre Compagnie a pris une participation, continue à se développer normalement.

« L'usine de Svaelfos Notoden, aménagée pour produire et utiliser une force électrique de 40.000 chevaux, a été mise en marche progressivement, et a fourni pendant l'année 1908 une moyenne de 13.000 kilowatts.

« La Société Norvégienne de l'Azote et de Forces Hydro-Électrique a également participé à la création de Sociétés filiales norvégiennes, dans lesquelles elle est intéressée pour moitié, et le groupe de la Badische Anilin und Soda Fabrik pour l'autre

moitié. Ces filiales sont : la *Société Norvégienne de Forces* au capital de 16.000.000 de couronnes, qui a pour objet l'aménagement de chutes d'eau et la production d'énergie électrique et la *Société Norvégienne des Usines Nitratères*, au capital de 18.000.000 de couronnes, qui a pour objet d'utiliser à la fabrication de composés nitreux l'énergie électrique produite par les usines de la Société Norvégienne de Forces ».

### Béton sec et béton plastique

La question de savoir s'il vaut mieux préparer le béton à l'état plastique ou à l'état simplement humide, c'est-à-dire avec plus ou moins d'eau, a souvent fait l'objet de discussions à l'Association allemande du béton, à propos de l'unification des méthodes d'essais des bétons. En vue d'élucider ce point, on a fini, après de longues discussions, par faire préparer, en deux endroits différents, un grand nombre d'éprouvettes, d'un poids total de 90 tonnes environ, qui ont été, pendant 5 ans, examinées au point de vue de la résistance à l'écrasement et de l'élasticité de compression. Ces essais sont aujourd'hui terminés, et leurs résultats viennent d'être publiés.

Ils ne donnent pas de solution définitive de la question de la quantité d'eau à ajouter au béton. En particulier, les essais effectués au laboratoire d'essais de l'École technique supérieure de Stuttgart, avec des éprouvettes faites au laboratoire même, par les mêmes ouvriers et dans les mêmes conditions, ont montré que, pour une composition convenable du béton, le maximum de résistance paraît obtenu avec l'emploi de la quantité d'eau la plus faible qui permette d'obtenir un bon béton pilonné.

Mais la préparation de blocs de béton avec la quantité d'eau minima exige le plus grand soin, et ne peut être faite que par des ouvriers très exercés, sans quoi il est fort à craindre que le béton ne donne pas entière satisfaction dans toute sa masse. Moins les ouvriers seront habiles, plus on aura de sécurité en augmentant l'addition d'eau. Il faut, en outre, noter que l'humidité variable du sable, du gravier, des pierres, les variations de l'état hygrométrique et de la température de l'atmosphère, l'état du coffrage, etc., etc., sont autant de causes qui ont leur influence sur l'excès d'eau à ajouter.

La question n'est pas sans une certaine analogie avec celle de l'excès d'air à admettre dans la combustion du charbon, sous les chaudières, par exemple. Alors que la température la plus élevée et le rendement maximum de l'installation sont atteints avec l'excès d'air minimum, il y a presque toujours intérêt, à raison du plus ou moins d'habileté des chauffeurs, à en admettre une quantité notablement supérieure pour assurer une combustion complète et obtenir la marche la plus économique possible.

(Chronique des Travaux Publics de Belgique)

### Transport de force à 66.000 volts.

Parmi les transports de force à haute tension à grande distance actuellement en construction, celui de la Sociedad Hidroeléctrica Espanola mérite une attention particulière. Cette installation doit servir au transport à Madrid, Valence, Alcoy et Cartagène d'une puissance de 30 000 HP produite à Molinar, sur le Jucar. Les distances qui séparent de Valence, d'Alcoy, de Carthagène et de Madrid la centrale de Molinar sont respectivement de 80, 80, 160 et 240 km. Les lignes traversent donc à peu près la moitié de la péninsule ibérique. La ligne de Madrid se composera de deux fois 3 fils de 50 mm<sup>2</sup>, et 640 tonnes de cuivre devront y être employées.

On a prévu pour la centrale de Molinar cinq alternateurs Siemens-Schukert, tournant à 428 tours par minute, et de 5 625 KVA., chacun produisant du courant triphasé sous 6 600 volts, 50 périodes par seconde. L'induit est enroulé sur gabarit. L'inducteur comprend 14 pôles en acier fondu, à section rectangulaire, fixés à la roue par des coins et des rainures en queue d'aronde, et pourvus de pièces polaires feuilletées. L'excitation se fait au moyen d'excitatrices entraînées par des turbines particulières.

La tension de 6 600 volts est élevée à 66 000 volts par cinq transformateurs triphasés, de 6 250 KVA. pour lesquels le refroidissement se fait au moyen d'un bain d'huile dont le liquide est refoulé par une pompe électrique au travers de serpents baignés par un courant d'eau froide.

### Nouveau procédé de mesurage des arbres

L'industrie forestière se servait, jusqu'ici, pour le mesurage des arbres sur pied, et notamment pour la détermination de leur circonférence à différents niveaux, de procédés plus ou moins compliqués, nécessitant une certaine habitude.

On conçoit que la détermination exacte des dimensions des arbres a une très grande importance, autant pour l'estimation de leur valeur, au point de vue de la vente, que pour se rendre compte, très approximativement, du parti que l'on en peut tirer dans l'industrie du bois (bois d'œuvre ou bois de fente, etc.). Jusqu'à présent, on a employé l'échelle simple et à coulisse, qui ne permet pas d'atteindre des hauteurs supérieures à 10 ou 12 mètres.

A la station de recherches forestières de Nancy, on s'est livré à des recherches en vue de disposer d'un procédé plus pratique de mesurage des arbres. M. E. Cuif, un forestier, vient de faire adopter un procédé nouveau, remarquable par sa précision et sa rapidité. Voici en quoi consiste ce système appelé à rendre de grands services aux sylviculteurs, industriels et marchands de bois :

Les mains des opérateurs sont remplacées par deux porte-rubans, entièrement semblables, se composant d'une pièce en bois, percée d'une fente, dans laquelle l'extrémité du ruban est solidement maintenue, au moyen de deux boulons à oreilles. Cette pièce de bois est elle-même fixée, par deux boulons à oreilles, entre deux plaques de cuivre rivées à une douille de même métal et d'un diamètre intérieur de 4 cm. La douille est destinée à recevoir l'extrémité d'une perche, en bois aussi léger que possible, dont un boulon assure la liaison.

Le ruban, fabriqué spécialement pour s'adapter dans les pièces en bois, est en toile cirée renforcée, et a une largeur de 4 cm. Il est divisé en centimètres, et les divisions, peintes de deux en deux, en rouge vermillon sur fond blanc, sont rendues très apparentes à distance par un procédé spécial. Le mesurage de l'arbre est pratiqué de la manière suivante :

Le ruban étant en place, après avoir engagé, dans les douilles, des perches d'une longueur convenable, deux aides redressent simultanément ces perches suivant la verticale, puis ils s'éloignent assez l'un de l'autre pour tendre légèrement le ruban; ensuite, ils amènent ce dernier contre le tronc de l'arbre, au point précis où la circonférence doit être mesurée; tournant alors en sens contraire autour de l'arbre, ils veillent en même temps à ce que le ruban s'applique bien exactement sur l'écorce; enfin, ils font en sorte que le croisement de ces deux extrémités s'opère au-dessus du zéro de la graduation.

La personne qui dirige l'opération du mesurage n'a plus alors qu'à lire le ruban, en se servant au besoin d'une jumelle, et elle connaît ainsi la mesure exacte de la circonférence d'un arbre à la hauteur voulue. Comme on le voit, ce procédé est extrêmement simple en même temps que très précis.

(La Nature.)

## BIBLIOGRAPHIE

**L'Electro-Sidérurgie : fabrication électrique des fers, fontes et aciers**, par Jean ESCARD, ingénieur. Vol. in-8° raisin de 102 pages avec 60 fig. dans le texte. Paris, Béranger, éditeur, 15, rue des Saint-Pères. Prix : 5 francs.

On donne le non d'*électro-sidérurgie* à la partie de la science électrique qui se réserve, comme applications, la fabrication du fer et de l'acier par l'emploi de l'énergie électrique. Le courant électrique peut agir de deux façons sur les corps : soit par électrolyse, si son rôle est réduit à la séparation des éléments de ce corps; soit par dégagement de chaleur s'il est concentré, comme intensité, en un point précis de la substance à réduire ou à fondre; il y a donc lieu, dans la préparation des fers et aciers par cette méthode, de considérer ces deux cas comme nettement distincts et de les envisager chacun avec leurs avantages et leurs inconvénients respectifs.

L'action électrolytique a pour elle l'avantage de donner un fer d'une très grande pureté : elle doit donc être employée pour les cas où ce métal devra être utilisé dans des applications spéciales ou dans des recherches scientifiques; mais elle ne saurait, à l'heure actuelle, faire place aux méthodes jusqu'ici mises en usage pour l'obtenir industriellement et en grandes masses.

L'action électrothermique mérite surtout d'être appréciée pour le passage de la fonte à l'état d'acier. Il a été, en effet, prouvé par maints exemples que le four électrique donne des aciers pouvant rivaliser comme qualité et comme prix de revient avec ceux fabriqués au Bessemer ou au Siemens-Martin ordinaires. Les conditions les

plus avantageuses de cette fabrication sont surtout réalisées lorsqu'une chute d'eau, établie à bon compte dans une région industrielle, peut donner facilement, par transformation, des courants d'intensité élevée.

On peut fabriquer au four électrique, non seulement les aciers ordinaires, mais aussi les aciers spéciaux (aciers au chrome, au silicium, au molybdène, au tungstène, au manganèse) et cela avec d'autant plus de facilité que le four électrique donne une température très élevée, permettant de maintenir liquide, pendant tout le temps nécessaire, le produit ou le mélange des produits en réaction.

Quant à la production électrique de la fonte, elle ne peut être avantageuse que dans des conditions bien spéciales, que dans les régions où l'on rencontre à la fois des gisements de houille et des minerais de fer importants, où la houille blanche elle aussi peut y être utilisée sans frais onéreux, et près desquelles les voies de chemins de fer permettent l'exportation facile du métal. Or, ces conditions ne se trouvent réunies que dans quelques rares provinces où les essais tentés n'ont pas encore donné de bons résultats. Le haut-fourneau actuel est un merveilleux outil métallurgique qui donne de la fonte à très bon compte et le remplacer par le four électrique semble, à l'heure actuelle, être une utopie. Certains métallurgistes, entr'autres MM. Keller, Stassano, Héroult, ont cependant imaginé des dispositifs qui leur ont donné des résultats appréciables. Les produits obtenus par eux sont riches, homogènes, assez purs pour pouvoir être comparés à ceux du haut-fourneau; mais, malheureusement, leur prix de revient ne saurait leur faire soutenir la concurrence avec la fonte ordinaire. La question ne peut donc être regardée comme résolue qu'au point de vue technique, mais non au point de vue industriel.

Dans son ouvrage, M. Jean ESCARD a décrit tous les procédés jusqu'ici essayés ou mis en pratique par les différents techniciens ou métallurgistes pour développer et perfectionner l'électro-sidérurgie. Les descriptions qu'il donne de chaque appareil sont complétées par des coupes schématiques ou des vues d'ensemble qui permettent de rapprocher ou de différencier les multiples instruments proposés. Les procédés sont étudiés d'après le type de four auquel ils se rapportent : c'est ainsi que sont passés tour à tour en revue les procédés Keller, Héroult (tours à électrodes), Gin, Kjellin-Bénédicts, Hiorth, Saladin-Schneider (tours à induction), et ceux basés sur des combinaisons spéciales. Les ferro-alliages (ferro-chrome, ferro-molybdène, ferro-manganèse, ferro-vanadium, ferro-tungstène, ferro-silicium, ferrophosphore, etc.) ont aussi été étudiés à côté des aciers qui les utilisent.

L'ouvrage de M. Jean ESCARD rendra de grands services, non seulement aux métallurgistes qui ont ou auront à s'occuper dans l'avenir des questions sidérurgiques, mais aussi aux techniciens et aux industriels qui désirent se faire une idée précise de tous les avantages que le four électrique présente dans la métallurgie du fer.

E.-F. CÔTE

**La Télégraphie sans fil et la Télé mécanique à la portée de tout le monde**, par E. MONIER, ingénieur des Arts et Manufactures, avec préface du Dr E. BRANLY, 4<sup>e</sup> édition, mise à jour. In-16 de VIII-178 pages, avec 22 figures. DUNOD et PINAT, éditeurs, Paris. Prix : 2 fr.

Le succès de l'ouvrage de M. E. Monier est affirmé par l'épuisement de trois éditions en moins de deux ans. Dans cette 4<sup>e</sup> édition, l'auteur rend compte des dernières découvertes de la télégraphie et, principalement, des progrès de la syntonisation, question de la plus grande importance, puisqu'elle assure le secret des dépêches, tout en augmentant leur portée.

L'auteur passe en revue les principales stations du monde, parmi lesquelles se trouve celle de la Tour Eiffel. L'auteur nous fait connaître ensuite la téléphonie sans fil, qui permet d'obtenir la transmission lointaine des dépêches, et il nous entretient de cette nouvelle science : la télé mécanique, dont les applications sont merveilles. Enfin, M. Monnier expose les conditions de réalisation de l'arc chantant, de la téléphotographie et de la télévision.

Le Dr Branly termine ainsi sa préface : « Ceux qui auront la bonne fortune de lire cet ouvrage connaîtront ce qu'on sait sur la question, après n'avoir eu que peu d'efforts à faire ».

### LIVRES NOUVEAUX EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

<i>Le monteur Electricien</i> , BARNI, MONTPELLIER et MAREC. In 8°	5 <sup>3</sup>
<i>Répertoire des industries du gaz et de l'électricité 1909</i>	3,50
<i>Le Béton armé</i> . Lieutenant-Colonel ESPITALIER. 2 vol. In-8°	28 <sup>3</sup>
<i>Irrigations et drainages</i> . RISLER et WÉRY. In-18.....	5 <sup>3</sup>
<i>Die Asynchronen Wechselstrommaschinen</i> ARNOLD et LA COUR	22,50
<i>Electrical Engineering</i> . ROSENBERG. In-8°.....	7,50
<i>Technical Electricity</i> . DAVIDGE. In-8°.....	7 <sup>3</sup>
<i>Stationary transformers</i> . TAYLOR. In 8° .....	10 <sup>3</sup>

L'Imprimeur-Gérant : P. LEGENDRE

Imprimerie P. LEGENDRE et C<sup>ie</sup>, 14, rue Bellecordière, LYON.