

Tels sont les principales méthodes de caustification électrolytique des chlorures alcalins.

Nous avons déjà rappelé que la production de la potasse caustique s'est développée en Allemagne parce que ce pays est détenteur des gisements de chlorure.

Pour la soude caustique, si nous considérons la répartition de la production entre les diverses méthodes électrolytiques et purement chimiques de la soude caustique, d'après un bilan de l'année 1906, que nous devons à une obligeante communication de notre confrère R. Lucion, de la firme Solvay, on trouve : *Comptées en 71° anglais, ou 71 pour 100 de Na²O.*

Soude obtenue par électrolyse.....	49 000 tonnes.
» par le procédé Leblanc .	116.000
» dérivée de soude à l'ammoniaque	237 000 »
Divers	2 000 »

Soit, pour l'électrolyse, 49 000 tonnes sur 404 000, ou 12 pour 100 de la production totale.

Ainsi, malgré le caractère essentiellement rationnel de procédés qui fournissent directement, par simple transformation d'énergie, l'alcali et le chlore libres d'un chlorure alcalin et qui se sont introduits dans la technique il y a plus de douze ans, la part qu'ils ont conquise de la production totale est encore très faible.

Ce développement lent des industries électrolytiques est dû, comme on sait, au manque de débouchés pour leurs sous-produits dont nous allons dire quelques mots.

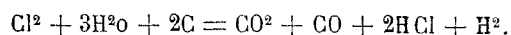
Sous-produits de l'industrie de la soude électrolytique. — Il s'agit de l'hydrogène et du chlore, ce dernier le plus important.

Nous avons déjà vu, à propos des industries oxyhydriques, que l'hydrogène des soudures électrolytiques tendrait de plus en plus à concurrencer l'hydrogène oxyhydrique. Il y a là une source de revenu accessoire que les usines ne négligeront pas quand ce sera possible, source de revenu limitée par les besoins d'hydrogène qui sont loin d'être considérables. C'est pourquoi un procédé tel que celui de Bohringer et Sohne (D. R. P., 130 742, 1901), qui tend à consommer sur place, dans l'électrolyseur même, l'hydrogène cathodique, mérite l'attention. Vers 80°-100°, l'hydrogène libéré sur une cathode de cuivre en solution alcaline, réduit le nitrobenzène en aniline dans d'excellentes conditions. Cette réduction a pour effet d'abaisser la force électromotrice dépensée à la cathode, et il peut s'accomplir indépendamment de la caustification. Le brevet susdit associe donc cette réduction à la préparation de la soude électrolytique par le procédé au diaphragme à marche chaude (Griesheim, par exemple).

C'est, du reste, du côté de l'industrie organique qu'il faut en partie se tourner pour augmenter l'élasticité de la production électrolytique, et cela n'est guère possible, sur une grande échelle, que dans les pays où l'industrie organique a déjà atteint un sérieux développement. L'Allemagne, qui a tout fait pour la prospérité de l'industrie des couleurs d'aniline, se trouve particulièrement placée pour profiter de ces progrès. C'est ainsi que le chlore électrolytique a trouvé des débouchés de ce côté, et l'importante fabrique de *Badische-Anilin et Soda Fabrik* absorbe une grosse part de son chlore électrolytique pour la préparation de l'acide monochloracétique servant de point de départ à la préparation de l'indigo synthétique.

Pour le chlore, la nécessité de créer de nouveaux modes d'utilisation est tout à fait pressante, si l'on envisage le progrès d'électrolyse industrielle. Le chlore issu à l'anode est, en effet, presque généralement incorporé à du chlorure de chaux, et près de deux tonnes de ce produit apparaissent pour une tonne de soude caustique. Le rapport de production entre produit et sous-produit est, ici, inverse du rapport de consommation, car les besoins en alcali du marché sont très supérieurs aux besoins en chlore. C'est en cela que réside l'obstacle au développement de l'électrolyse qui ne peut accroître sa production cathodique sans s'encombrer de chlorure de chaux dont le prix est avil.

Aussi s'est-on orienté vers la production de l'acide chlorhydrique, notamment en Amérique, et une méthode nouvelle vaut d'être signalée à cet égard : elle consiste à injecter, sur du charbon porté au rouge, un mélange de chlore et de vapeur d'eau



on obtient ainsi de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone. Dépouillé de son acide chlorhydrique, le gaz est de nouveau combustible (1). Le

simple mélange du chlore avec l'hydrogène en présence de substances de contact, comme le noir animal, permet d'obtenir le gaz chlorhydrique très pur. On a déjà proposé de réunir ces quantités d'acides par cette méthode.

D'autres voies d'utilisation moins importantes ont été déjà signalées au cours de ce Rapport : désétamage, production de tétrachlorure de carbone, préparation du brome ou de l'iode, etc. M. Baker a signalé récemment l'utilisation du chlore pour le traitement de certains minerais. On ne saurait trop appeler l'attention des chercheurs sur ce problème d'utilisation du chlore à la solution duquel est lié l'avenir de la caustification électrolytique.

Signalons encore, en terminant ce chapitre, des procédés d'une importance beaucoup moindre, mais d'un réel intérêt, et qui ont surtout été étudiés par nos confrères italiens (1) ; ils conduisent, par réduction cathodique, aux dérivés, au minimum, des sels de vanadium, molybdène et titane. En partant des dérivés oxygénés du vanadium tétravalent, on obtient des sels correspondant au vanadium trivalent, puis bivalent, suivant le degré d'avancement de la réduction et le métal constituant la cathode. Pour le titane et le molybdène, la réduction s'arrête aux sels du métal trivalent. On peut les appeler au secours d'une réaction dans certaines industries et, en particulier, dans l'industrie organique. Il paraît même probable que grâce à l'utilisation des agents catalytiques, l'électrochimie des produits organiques entrera dans la voie des applications industrielles (2).

LE RÉGLAGE DES GROUPES ÉLECTROGÈNES

A l'Exposition de Marseille, M. J.-L. ROUTIN exposait, dans un stand commun avec la maison Neyret-Brenier, de Grenoble, un régulateur électromécanique donnant une vitesse de manœuvre du vanage proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger. Ce régulateur électro-mécanique était actionné à distance au moyen d'un servomoteur électrique.

Le réglage automatique des groupes électrogènes présentant un intérêt industriel de premier ordre, par suite du développement considérable pris ces dernières années par les distributions d'énergie électrique, nous allons présenter à nos lecteurs la description de l'ingénieux système, imaginé et mis au point par M. J.-L. Routin, en nous servant de l'exposé qui en a été fait, par son auteur lui-même, au Congrès d'électricité de Marseille. N. D. L. R.

Dans le cas, le plus général, où il s'agit de groupes électrogènes fournissant des courants alternatifs, le réglage doit porter à la fois sur la vitesse et sur la tension. On dispose à cet effet de deux moyens distincts : on peut agir sur l'excitation du générateur et sur l'admission du fluide moteur. Il était assez naturel que le premier moyen, d'ordre purement électrique, retint l'attention des électriciens et que le second, d'ordre purement mécanique, fut employé par les mécaniciens. On a été ainsi conduit à distinguer le réglage électrique du réglage mécanique.

Mais cette distinction paraît avoir été trop complète, et il semble bien qu'on ait fini par voir deux problèmes différents là où il n'y a, en réalité, que deux faces différentes d'un même problème : on ne saurait en effet considérer la vitesse et la tension comme deux grandeurs indépendantes, et il est indispensable de prendre en considération leurs réactions mutuelles. Or cette question n'a jamais été envisagée. Il y avait donc là une lacune à combler.

Quand on a visité un certain nombre de stations centrales, on est en droit de s'étonner de ne rencontrer qu'à

(1) PICCINI, *Z. f. anorg. Chemie*, 1896 à 1899 — CHILISOLLI, *Z. f. Electrochimie*, t. XII, 1906, p. 146 — RUTTER, *Ibid.*, t. XII, 1906, p. 230.

(2) Voir par exemple, D. R. P. 672754, 190 ; Meister, Lucius et Brüning, D. R. P. 461 337, 1902 ; LANG et VANS, *Zeitschrift für Electrochemie*, 1906, p. 185.

(1) *Electrochemical and metallurgical Industry*, n° 1, 1906.

titre d'exception le réglage automatique de la tension. C'est presque toujours le surveillant de service au tableau qui est chargé d'assurer la constance de la tension, tandis que le réglage de la vitesse est en général assuré par des appareils automatiques : cela tient vraisemblablement aux difficultés qui se présentent lorsque les régulateurs mécaniques et électriques sont indépendants.

L'étude des conditions de stabilité de l'équilibre qui doit exister, en régime permanent, entre le couple moteur et le couple résistant, a conduit M. Routin à formuler les théorèmes suivants :

Si l'on suppose que la tension soit maintenue rigoureusement constante quelle que soit la vitesse :

1° Lorsque le groupe comprend une machine à pistons conduisant une dynamo à courant continu, il est théoriquement impossible, quelle que soit la nature de la charge, d'assurer le réglage stable de la vitesse ;

2° Lorsque le groupe comprend une machine à pistons conduisant un générateur à courant alternatif n'alimentant que des lampes, on retrouve la même impossibilité que ci-dessus.

3° Lorsque le groupe comprend une turbine hydraulique conduisant une dynamo à courant continu, il est théoriquement impossible, quelle que soit la nature de la charge, d'assurer le réglage stable de la vitesse si cette vitesse est inférieure à la moitié de la vitesse d'emballage ;

4° Lorsque le groupe comprend une turbine hydraulique conduisant un générateur à courant alternatif n'alimentant que des lampes, on retrouve la même impossibilité que ci-dessus.

5° Avec une génératrice à courant alternatif, la stabilité de l'équilibre de régime est d'autant mieux assurée qu'il y a un plus grand nombre de moteurs synchrones en service sur le réseau.

L'équilibre en régime permanent redevient stable si le régulateur peut admettre une zone d'inaction.

L'étude du réglage électro-mécanique exige l'établissement préalable de la formule qui représente le couple résistant : la plupart des auteurs qui se sont occupés de la question ont supposé le couple résistant indépendant de la vitesse. Cette hypothèse n'est pas admissible dans le cas d'un groupe électrogène, car un générateur électrique alimentant un réseau de distribution constitue, à l'égard du moteur qui le conduit, un frein très spécial opposant un couple qui est fonction, non seulement de l'importance de la charge, mais encore de la nature de cette charge et aussi de la vitesse du groupe. Il est cependant facile d'établir une formule suffisamment approchée pour les besoins de la pratique industrielle. En introduisant cette formule dans l'équation qui permet de déterminer la loi qui régit les variations de la vitesse pendant la correction d'une perturbation, on met en évidence le rôle, négligé jusqu'à ce jour, de l'inertie propre des différents moteurs desservis par le réseau.

Dans toutes les applications du réglage indirect, l'organe chargé d'effectuer la correction a toujours été manœuvré avec une vitesse constante. Par contre, lorsque le réglage est effectué à la main, l'homme, régulateur intelligent, agit toujours avec une vitesse proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger. Il est possible de réaliser des régulateurs automatiques agissant à vitesse variable.

Deux cas particulièrement intéressants méritent de retenir l'attention : le premier suppose la vitesse de manœuvre proportionnelle à l'accélération. L'analyse permet d'établir

les formules qui donnent l'écart maximum de vitesse et éventuellement le nombre d'oscillations ainsi que la puissance que doit avoir le moteur auxiliaire.

En recherchant les limites entre lesquelles peuvent, en pratique, varier les différents coefficients, on est conduit à des formules approchées simples qui permettent de formuler les conclusions suivantes :

Lorsque le régulateur agit sur l'organe de réglage avec une vitesse de manœuvre proportionnelle à l'écart instantané, et en supposant, ce qui correspond au cas général, que l'expression du couple résistant comprenne un terme croissant avec la vitesse, on voit que :

1° La vitesse est toujours ramenée à sa valeur normale après une série d'oscillations d'amplitudes décroissantes ;

2° La durée d'une oscillation est pratiquement indépendante de la perturbation qu'il s'agit de corriger. Elle est proportionnelle à la racine carrée du moment d'inertie, et inversement proportionnelle à la racine carrée de la vitesse de manœuvre ;

3° L'écart maximum de vitesse est proportionnel à la variation du couple résistant ; mais il dépend en outre de la charge.

Cet écart est, de plus, proportionnel à la durée de l'oscillation considérée ci-dessus ;

4° Le nombre d'oscillations qui se produisent avant le rétablissement de l'équilibre est inversement proportionnel à la charge finale du groupe ; il dépend en outre de la variation de la charge ;

5° Toutes choses égales d'ailleurs, il y a toujours, pour la vitesse de manœuvre, une valeur critique qui rend maximum le nombre d'oscillations, et cette valeur critique est d'autant plus grande que la variation de charge considérée est plus petite.

6° L'écart maximum de vitesse et le nombre d'oscillations restent les mêmes lorsqu'on fait varier la vitesse de manœuvre et l'inertie du groupe, de façon que leur produit reste constant.

Lorsque le régulateur agit avec une vitesse de manœuvre proportionnelle à l'accélération :

1° Le réglage s'opère sans oscillations ;

2° la durée de la manœuvre (pour effectuer la correction à q pour 100 près) est indépendante de la variation de charge ;

3° La durée de la manœuvre (définie comme ci-dessus) est proportionnelle à l'énergie cinétique du groupe ;

4° La puissance du moteur auxiliaire doit être inversement proportionnelle à l'énergie cinétique du groupe, et inversement proportionnelle à l'écart de vitesse toléré entre la marche à vide et la marche en pleine charge.

L'asservissement du moteur auxiliaire permet, lorsqu'il est convenablement réalisé, de ramener l'étude du réglage indirect au cas de l'action directe. M. Routin a pu établir des formules qui indiquent la puissance qu'il convient de donner au moteur auxiliaire pour obtenir ce résultat. Mais, en pratique, il est souvent difficile d'obtenir un asservissement parfait, et l'organe de réglage ne suit pas toujours instantanément et fidèlement tous les déplacements du régulateur ; le réglage s'opère alors suivant une loi complexe, et le moyen le plus simple de suivre le phénomène consiste à employer l'ingénieuse représentation graphique due à M. Léauté.

Un régulateur asservi donne forcément une vitesse plus faible en charge qu'à vide. Pour ramener la vitesse à son taux normal, on emploie des compensateurs, qui sont, en somme, des correcteurs de l'action des régulateurs. La

méthode graphique de M. Léauté se prête également bien à l'étude de la compensation. Elle peut enfin être généralisée et appliquée à l'étude du réglage de la tension à vitesse constante. Une remarque s'impose toutefois : on sait que la self-induction joue en général dans les phénomènes électriques un rôle semblable à celui de l'inertie en cinématique. Or, l'inertie joue dans le réglage mécanique un rôle utile, car elle s'oppose aux variations brusques de la vitesse, et donne au régulateur le temps d'agir, tandis que la self-induction joue toujours un rôle nuisible dans le réglage de la tension. Ceci tient à ce que les effets de la self-induction se manifestent surtout dans le circuit inducteur, qu'ils sont incapables de s'opposer aux variations brusques de la tension, mais qu'ils introduisent néanmoins un retard très appréciable entre le déplacement du levier du rhéostat de réglage et la tension de régime correspondante.

La compensation des régulateurs de tension peut s'obtenir avec la plus grande facilité en faisant réagir le courant principal sur le tensimètre : on fait ainsi du *compoundage électro-mécanique*;

Lorsque le générateur électrique est compound, le réglage se borne à la manœuvre de l'organe qui règle l'admission du fluide moteur, et l'on peut alors commander cet organe soit par un tachymètre, soit par un tensimètre : il est cependant préférable d'employer un tensimètre, car les variations de tension étant seules perceptibles sur les réseaux d'éclairage, il est naturel de chercher à maintenir avec un soin tout particulier la constance de ce facteur qui est, pour la plupart des abonnés, la caractéristique de la régularité dans la distribution.

Lorsqu'on commande l'organe qui règle l'admission du fluide moteur à l'aide d'un tensimètre, les imperfections du compoundage se traduisent par de petites variations de la vitesse.

On doit toujours prévoir un asservissement pour éviter les oscillations.

L'hypercompoundage s'obtient facilement en faisant réagir le courant principal sur le tensimètre : le degré d'hypercompoundage et ainsi réglable à volonté.

Pour ramener la vitesse à sa valeur normale, on peut faire agir un tachymètre sur le rhéostat d'excitation; ce second réglage peut être fait lentement, tandis que le premier doit être effectué aussi rapidement que possible.

Ce mode de réglage qui consiste, en principe, à faire permuter les fonctions habituelles du tachymètre et du tensimètre, peut être logiquement désigné sous le nom de réglage électro-mécanique.

L'emploi du réglage électro-mécanique peut être généralisé; dans le cas d'un générateur ayant une certaine chute de tension, on peut chercher à la corriger en disposant un rhéostat auxiliaire relié mécaniquement à l'organe qui règle l'admission; mais il est toujours préférable d'adopter un générateur compound, car on évite ainsi toutes les complications qu'introduit la self-induction du circuit inducteur.

Régulateur électro-mécanique. — Ce régulateur donne une vitesse de manœuvre proportionnelle à l'écart qu'il s'agit de corriger (*).

Le régulateur électro-mécanique dont nous allons donner la description s'applique particulièrement bien au réglage de la vitesse ou de la tension d'un groupe électrogène; il peut s'appliquer également pour maintenir l'intensité

constante dans les fours électriques et, d'une manière générale, pour maintenir la constance d'une grandeur quelconque sous la seule condition qu'elle soit susceptible de créer un effort qui lui soit proportionnel.

Dans ce qui va suivre, nous supposons qu'il s'agit de maintenir la constance de la tension fournie par un générateur électrique. Dans ce cas, l'appareil se compose en principe : d'un voltmètre, d'un système de relais, et d'un moteur qui agit sur le rhéostat d'excitation.

L'ensemble des dispositifs spéciaux du régulateur électro-mécanique ont pour but :

1° D'obtenir que la vitesse de manœuvre du rhéostat soit à chaque instant proportionnelle à la variation momentanée de la tension ;

2° D'assurer la conservation indéfinie du contact qui commande les relais.

La fig. 1, ci-jointe donne le schéma des connexions. Sur cette figure, 1 est un fléau de balance mobile autour du point 2. Une bobine mobile 3 est suspendue au fléau 1, et le champ magnétique créé par les bobines 4 et 5 y développe un effort vertical dirigé de haut en bas. Les bobines 3, 4, 5 sont reliées en série avec une résistance auxiliaire 6, alimentée par le générateur dont on veut régler la tension.

On a figuré sur le schéma les tôles qui forment le circuit magnétique; on a indiqué également par des flèches la direction des lignes de force créées par 4 et 5.

Le ressort 7 sert à équilibrer le système et à maintenir le levier horizontal lorsque la tension a sa valeur normale. 8 est aimant permanent fixé au levier 1 par un support isolant; son action spéciale sera expliquée plus loin.

Lorsque la tension est par exemple trop faible, le couple antagoniste développé par 7 l'emporte sur le couple fourni par 3; le fléau s'incline, et un contact s'établit entre le pôle 9 de 8 et un fil d'acier 10 fixé au bâti de l'appareil par un support isolant.

Le circuit de l'électro 11 est alors parcouru par un courant dérivé entre les points 12 et 13 d'une résistance utilisée comme potentiomètre, et reliée en 14 et 15 à une source de courant continu.

L'électro 11 attire son armature 16 qui, pivotant autour de 17, vient toucher 18; l'induit 19 du moteur qui commande le rhéostat est alors mis en rotation dans un sens qui entraîne l'augmentation de l'excitation; son inducteur 20 est relié d'une manière fixe par 14 et 15 à la source qui fournit le courant continu. Dès que le contact est rompu entre 9 et 10, le levier 16, rappelé par le ressort 21, vient en contact avec 27; les deux balais de 19 se trouvent ainsi mis en court-circuit, ce qui provoque l'arrêt brusque de l'induit par freinage électro-magnétique.

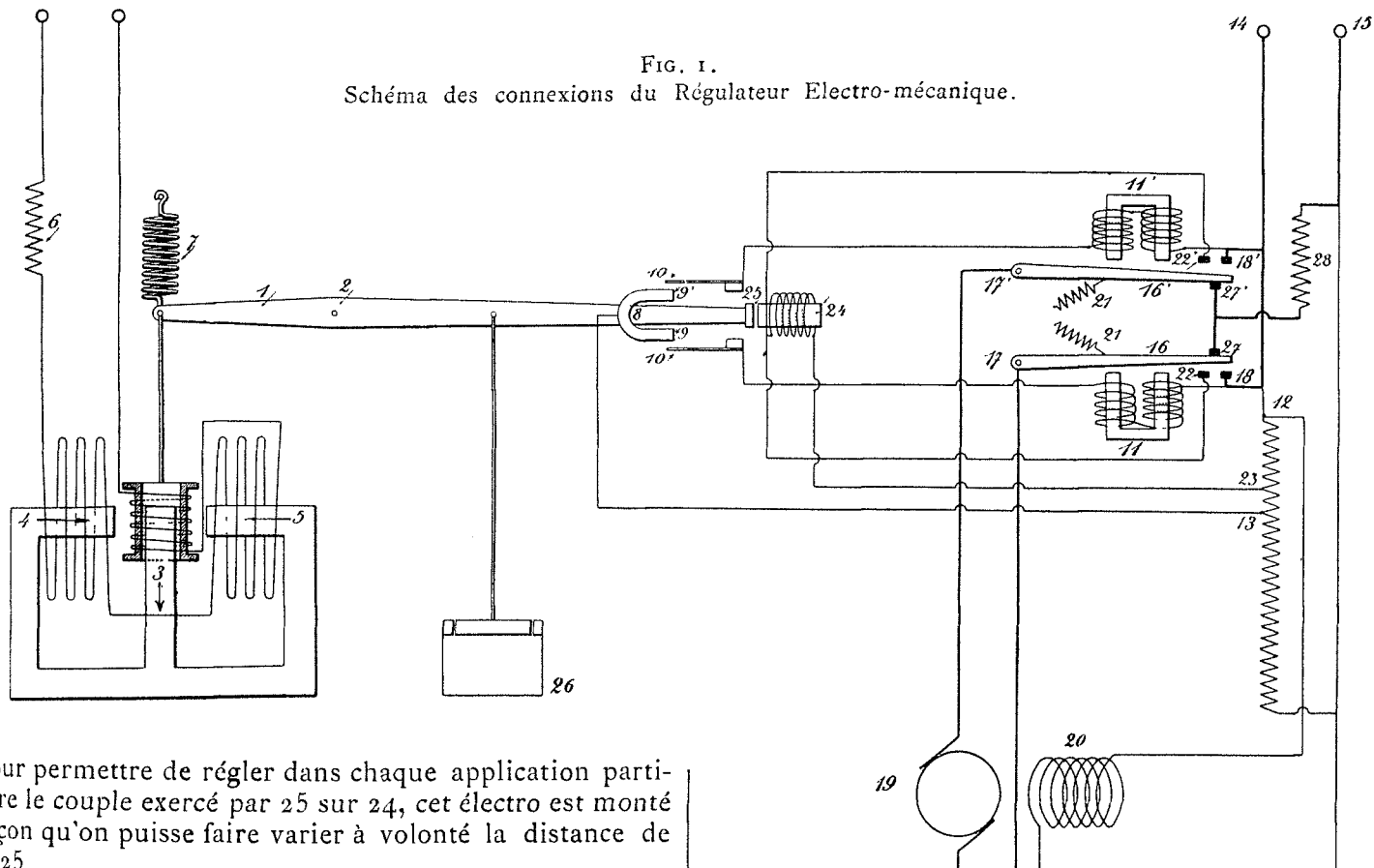
Le contact 18 est monté sur un ressort. Aussitôt après avoir touché 18, l'armature 16 vient en contact avec 22; un courant s'établit ainsi de 12 à 23 en passant par l'électro 24. Cet électro agit alors de bas en haut sur l'armature 25 fixée au fléau 1, de façon à provoquer la rupture du contact entre 9 et 10 avant que l'équilibre ait été rétabli. On fait intervenir ainsi un couple complémentaire qui, s'il était permanent, provoquerait un réglage à une tension trop faible; mais ce couple disparaît dès que 9 s'éloigne de 10, car 16 s'éloigne aussitôt de 22. L'impulsion reçue par le levier 1 est amortie dans la cataracte à air 26. Il en résulte que, tant que la variation de tension est supérieure à une certaine valeur, qu'il est toujours possible de limiter à un taux déterminé d'avance en réglant convenablement la distance de 24 à 25, l'induit 19 tourne d'un mouvement continu à sa valeur

(*) Brevet français, n° 378.152, du 24 mai 1907.

maxima ; mais dès que la variation de la tension se trouve réduite à la limite assignée, l'induit 19 n'avance plus que par à-coups, et sa vitesse moyenne se trouve d'autant plus réduite que la variation qui reste à corriger est plus faible (car, tandis que les impulsions successives communiquées au fléau pour éloigner 9 de 10 vont croissant à chaque instant, le couple résiduel qui tend après chaque rupture à ramener 9 vers 10 va, au contraire, en décroissant).

Si l'on suppose tout d'abord 8 immobile, et si l'on figure horizontalement sur x (figure 2) la distance entre 9 et 10, et verticalement sur y les couples, on voit de suite que le couple développé sur le ressort par l'attraction magnétique est représenté par une courbe hyperbolique AB, tandis que le couple développé par l'élasticité du ressort est représenté par une droite CD. La distance OD correspond évidemment à la distance entre 9 et 10 lorsque celui-ci est au

FIG. 1.
Schéma des connexions du Régulateur Electro-mécanique.



Pour permettre de régler dans chaque application particulière le couple exercé par 25 sur 24, cet électro est monté de façon qu'on puisse faire varier à volonté la distance de 24 à 25.

Pour réduire l'étincelle de rupture, on met à profit la remarque suivante : lorsque l'armature 16 a été abaissée, l'entrefer se trouvant pratiquement nul, on peut diminuer considérablement le courant qui circule dans 11 sans avoir à craindre le relèvement de 17 sous l'influence du ressort de rappel 21. Pour obtenir automatiquement cette réduction de courant, on détermine le bobinage de 24 de façon que la résistance de ce circuit soit très petite par rapport à la résistance de la partie 12-23 du potentiomètre.

Au moment où 16 vient établir un court-circuit entre 18 et 22, la partie du potentiomètre comprise en 12 et 23 se trouve shuntée, et la tension entre 12 et 23 peut être ainsi réduite à volonté ; on limite d'ailleurs très facilement l'augmentation de courant qui en résulte dans le potentiomètre en donnant à la partie qui reste en service une résistance beaucoup plus grande que celle de la partie shuntée.

La tension entre 12 et 13 peut être ainsi réduite à une fraction déterminée de sa valeur initiale. Cette réduction de courant ne suffirait pas à elle seule à assurer la bonne conservation du contact ; il faut encore, pour éviter les arcs, que le courant soit toujours établi franchement, et qu'il soit rompu brusquement. Ce double résultat est obtenu par l'emploi de l'aimant 8 et du ressort 10.

Pour bien comprendre le rôle de ce dispositif ; il est nécessaire de considérer au préalable comment varient, en fonction de la distance entre 9 et 10, l'attraction magnétique et le couple élastique développé par le ressort 10.

repos, et ne développe aucun couple élastique. La distance OD peut donc servir à définir la position de 8.

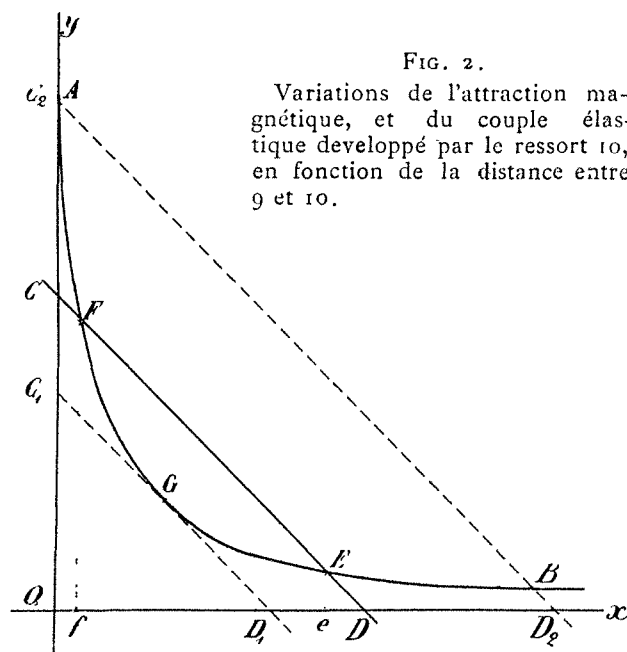


FIG. 2.
Variations de l'attraction magnétique, et du couple élastique développé par le ressort 10, en fonction de la distance entre 9 et 10.

Désignons par E et F les points de rencontre de CD et de AB, et par e et f les projections respectives de E et de F sur l'axe des x . Tant que la distance du ressort à l'aimant sera

supérieure à O_e , le couple magnétique est plus fort que le couple élastique ; mais celui-ci devient prépondérant pour toute distance inférieure à O_e .

Pour une position déterminée de 8, le ressort, abandonné à lui-même, se placera donc à la distance O_e qui correspondra à sa position d'équilibre stable. Si on déplace à la main le ressort de façon à réduire la distance à O_f , l'attraction magnétique redeviendra prépondérante, et le ressort sera attiré brusquement jusqu'au contact.

Lorsqu'on déplace 8, CD se déplace parallèlement à elle-même. En considérant en particulier la tangente C_1D_1 menée à la courbe AB parallèlement à CD, on voit que, lorsque 8 aura été amené dans la position définie par OD_1 , le ressort sera brusquement attiré jusqu'au contact, car, les deux points E et F étant alors confondus au point G, il n'y a plus de position d'équilibre stable intermédiaire.

L'effort qui applique le ressort contre l'aimant est mesuré par la longueur AC_1 . Le contact sera donc toujours établi d'une manière franche. Ce premier résultat est particulièrement appréciable lorsqu'il s'agit de régler la tension d'un générateur fournissant des courants alternatifs ; les vibrations auraient tôt fait, sans cette précaution, de mettre le contact hors de service.

On voit, de plus, que, lorsque le ressort aura été amené au contact de l'aimant, il faudra déplacer ce dernier jusqu'à la position correspondant à OD_2 pour obtenir la rupture du contact : le ressort s'écartera alors brusquement de la quantité D_1D_2 . Ainsi se trouve réalisée la seconde condition indispensable pour la bonne conservation du contact.

Pour éviter l'oxydation, on prendra soin de recouvrir 9 et 10 d'une légère couche d'un métal inoxydable ; on adoptera de préférence le nickel, en raison de ses propriétés magnétiques.

Lorsque 1 est au voisinage de la position horizontale, l'action de 9 sur 10 est négligeable ; d'autre part, lorsque 9 est en contact avec 10, le couple développé autour de 2 par l'attraction de 9 sur 10 est toujours de beaucoup inférieur à celui qui est développé autour du même point par l'action de 24 sur 25 qui agit en sens inverse ; on n'a donc pas à craindre que l'action de 9 sur 10 puisse troubler le réglage.

En pratique, il est préférable de remplacer l'aimant permanent par un petit électro-aimant.

Il faut remarquer que, au repos, les deux balais de 19 sont mis en court-circuit, car les armatures 16 et 16' viennent buter sur les deux plots 27 et 27' qui sont reliés directement entre eux.

La résistance 28 sert à limiter le courant absorbé par 19 au moment des démarrages. Des butées d'arrêt, non représentées sur la figure 1, servent à limiter la course du fléau 1.

Dans le cas où il s'agit de corriger une augmentation de tension, le fonctionnement de l'appareil s'explique d'une manière analogue par la substitution de 9', 10', 11', 16', 17', 18', 21', 22', qui jouent le même rôle que les organes qui portent les numéros correspondants dans le cas précédemment envisagé. Il suffit de remarquer que le contact entre 16' et 18' aura pour effet de faire tourner 19 dans un sens qui entraîne la diminution de l'excitation.

S'il s'agit de maintenir constante la tension d'un générateur continu, il est avantageux de faire agir 19 non pas sur le rhéostat d'excitation du générateur, mais sur l'admission du fluide moteur.

Lorsqu'on veut obtenir le compoundage du générateur et faire croître, avec la charge, la tension aux bornes, de façon à compenser la chute de tension en ligne, il suffira de faire

réagir le courant principal de façon à diminuer l'action de 4 et 5 sur 3 lorsque le courant augmente. Dans le cas du courant continu, on sera ainsi conduit à disposer sur 4 et 5 un bobinage-série opposant son action à celle de 4 et 5.

Ce mode de réglage est très simple et très stable, mais il donne en général une vitesse plus grande en charge qu'à vide ; il ne saurait donc convenir pour les courants alternatifs que dans le cas spécial où le générateur est compound.

En effet, si le compoundage est parfait, lorsque la tension aura été ramenée à sa valeur normale en agissant sur l'admission, la vitesse sera alors elle-même ramenée à sa valeur normale.

En pratique, le compoundage n'étant pas parfait, ce premier réglage laissera subsister une certaine variation de vitesse ; mais cette variation sera toujours très petite (au maximum 5 pour 100).

Or, il est toujours facile de ramener le cas d'un générateur ayant une forte chute de tension au cas pratique d'un générateur compoundé ayant une faible chute de tension. Il suffit, par exemple, de faire commander, par l'organe qui règle l'admission du fluide moteur, un rhéostat déterminé de façon à corriger *grosso modo* la variation de tension qui se produirait à vitesse constante.

Dans le cas où l'excitatrice est actionnée par un moteur spécial, on pourrait également agir à la fois sur les deux admissions.

On peut donc toujours obtenir ainsi un réglage à tension constante ne laissant subsister qu'un léger écart de vitesse. Pour ramener la vitesse à sa valeur normale, il suffira d'adjoindre un tachymètre agissant lentement sur l'excitation, de façon à l'augmenter si la vitesse est trop grande, et à la diminuer si la vitesse est trop faible. Ce mode de réglage convient particulièrement bien aux groupes conduits par des turbines hydrauliques, car, dans ce cas, le réglage lent et progressif de la vitesse par l'excitation, au voisinage de la vitesse normale, ne réagit pas sur la tension.

Pratiquement, le levier 1 est monté sur couteaux, de sorte que l'influence des frottements est négligeable. D'autre part, le poids du levier est assez petit, et l'effort magnétique assez considérable, pour qu'une variation de 1 % produise en moins de 1/10^e de seconde le déplacement nécessaire pour mettre le relai en action. L'influence de l'inertie propre du régulateur est donc également négligeable.

Grâce à l'artifice employé, les contacts n'ont à interrompre qu'un courant de 0,03 ampère, sous une différence de potentiel de 3 volts. Dans ces conditions, on peut obtenir plusieurs millions de ruptures sans aucun raté, et sans qu'il soit nécessaire de changer les pièces de contact.

(A suivre.)

Quelques Lois de Protection Forestière en Italie

Communication présentée au Congrès de Bordeaux, de l'Association Française pour l'Aménagement des Montagnes, par M. Pierre BUFFAULT, Inspecteur des Eaux et Forêts.

Le programme du Congrès comportant l'examen des divers moyens employés dans les divers pays pour conserver les bois existants, reboiser les sols incultes et prévenir la dégradation des terrains en montagne, il m'a paru intéressant de rapporter, ici, les dispositions essentielles de plusieurs lois italiennes récentes, qui tendent au triple but qui