

Pour opérer ce joint, on décape d'abord, au moyen d'un jet de sable projeté par une soufflerie spécialement construite dans ce but, toutes les surfaces au travers desquelles doit passer le courant. Celles-ci, une fois absolument lisses, sont enduites d'une légère couche de pâte spéciale qui a pour but d'empêcher toute oxydation des surfaces de contact. Les éclisses sont ensuite boulonnées aux rails comme d'habitude, et la connexion est établie d'une façon durable.

Ce système, très simple, a donné d'excellents résultats dans les nombreuses installations où il a été employé. On a fait des essais récents à Brigue au cours desquels on a pu constater que la conductibilité aux éclisses était aussi bonne que celle du rail homogène.

Le long de la voie, de distance en distance, on a disposé des plots de contact reliés par un circuit basse tension à des enregistreurs installés aux stations. Chaque fois qu'un train passe sur un de ces plots, l'enregistreur marque un point sur une bande de papier, au moyen d'un dispositif analogue au télégraphe Morse. D'après le nombre des points enregistrés, on peut, des stations, suivre à chaque instant le mouvement des trains à l'intérieur du tunnel.

La ventilation du tunnel se fait mécaniquement. Elle est d'ailleurs facilitée par l'absence de fumée, qui est le résultat de l'adoption de la traction électrique. Des rideaux en toile à voile, qui sont relevés mécaniquement au passage d'un train, ferment complètement l'entrée du tunnel, du côté Brigue en été. Deux ventilateurs, actionnés par des turbines de 250 HP, et installés dans le portail d'entrée, refoulent de l'air pur dans le tunnel, derrière le rideau. Du côté sud, deux ventilateurs, installés à proximité du portail de sortie, aspirent l'air vicié, et le rejettent au dehors. Des manœuvres de portes et de vannes permettent de remplacer le courant nord-sud par un courant inverse sud-nord, qui convient mieux en hiver.

Les fils de ligne sont interrompus au passage des rideaux. Des pièces de jonction, visibles sur la photographie de la figure 22, s'abaissent automatiquement lorsque les rideaux descendent, et remontent lorsqu'ils sont relevés.

Toute l'installation électrique a été faite par MM. Brown-Boveri, les constructeurs bien connus de Bâle, qui avaient déjà installé avec succès de nombreux chemins de fer et tramways par le système à courant alternatif triphasé, parmi lesquels nous citerons : le tramway de Lugano, le premier où l'on ait appliqué la traction triphasée; les chemins de fer à crémaillère du Gonergratt (Zermatt) et de la Jungfrau; les chemins de fer de Stansstad-Engelberg, de Berthoud-Thoune, etc.

Il n'est pas douteux que, après sa parfaite réussite au tunnel du Simplon, la traction électrique ne devienne bientôt la seule employée dans les tunnels de grande longueur.

H. BELLET.

RÉGULATEUR AUTOMATIQUE DE VOLTAGE

Système TIRRILL

Le principe du régulateur Tirrill, dont il est parlé dans l'article précédent, à propos de la traction électrique du Simplon, est schématiquement représenté par la figure ci-jointe.

A est l'alternateur dont on veut maintenir le voltage constant. Sur le circuit de cet alternateur sont branchés deux transformateurs; l'un T_v est en dérivation entre deux phases, tandis que l'autre T_i est en série sur l'un des conducteurs. Ces deux transformateurs sont reliés à un même électro-aimant e_1 , qui commande un levier l_1 , équilibré par un contrepoids p pour une certaine valeur moyenne de la résultante des ampères-tours des

deux bobines. D'autre part, sur le circuit de l'excitatrice E sont branchés deux électros; l'un, e_2 , actionne un levier l_2 , équilibré par un ressort s_2 ; l'autre, R, actionne un levier l , qui, par l'intermédiaire du contact c_1 peut mettre en court-circuit le rhéostat r_2 du champ inducteur m de l'excitatrice.

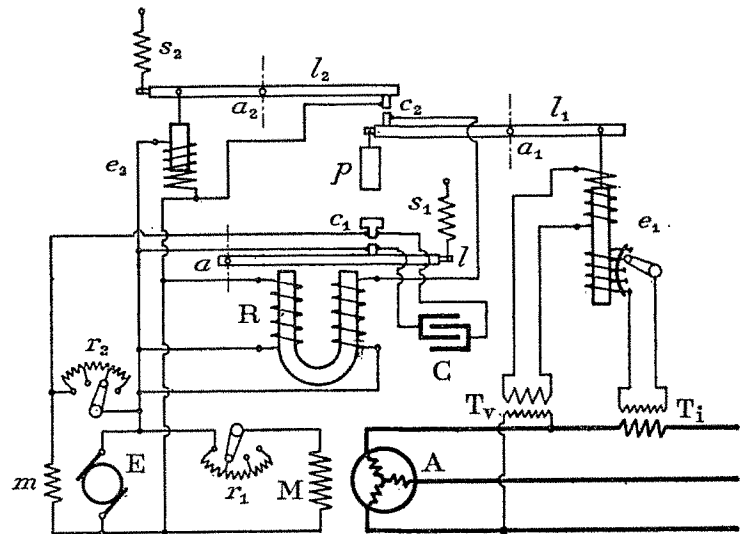


Schéma du dispositif de montage du régulateur Tirrill.

Supposons que le voltage de l'alternateur A vienne à baisser. Dans ce cas, l'électro e_1 attire à lui le levier l_1 , sous l'action du poids de son noyau, ce qui assure le contact c_2 . Alors, le courant de l'excitatrice parcourt les deux branches de l'électro du relais R, et, comme les deux enroulements y sont en sens inverse, le relais se désaimante, et le ressort s_1 provoque le contact c_1 . Ceci a pour effet de shunter le rhéostat r_2 , d'augmenter le courant qui passe dans l'inducteur m de l'excitatrice, d'élever le voltage et le courant de celle-ci, et, par suite, d'augmenter le champ inducteur M de l'alternateur A, et de relever le voltage de celui-ci.

Mais alors, l'électro e_2 est fortement excité, et attire à lui le levier l_2 . Si le voltage de l'alternateur est toujours trop faible, le contact c_2 reste en circuit; mais si le voltage a dépassé la valeur qu'on s'est fixée, l'électro e_1 soulève le levier l_1 , et, dans ce cas, les deux leviers l_1 et l_2 , en s'écartant, rompent le contact c_2 . L'électro R s'aimante alors, et attire le levier l , rompant à son tour le contact c_1 . Immédiatement le voltage baisse dans l'excitatrice, ainsi que dans l'alternateur.

Afin d'éviter les étincelles au contact c_1 , on a relié celui-ci aux bornes d'un condensateur C.

Cet appareil, qui est très sensible, est en perpétuel état de mouvement, et il maintient le voltage remarquablement constant, malgré les variations de charges, considérables et subites, du circuit d'utilisation.

H. B.

SOUPAPE ÉLECTROLYTIQUE LIMB

La soupape électrolytique Limb est du type à clapet d'aluminium, comme les appareils connus de Pollak, Nodon, etc.; mais, au lieu d'utiliser ce métal sous forme de plaques ou de cylindres creux, on emploie des crayons étirés d'aluminium, pur ou allié, absolument analogues aux crayons de zinc des piles Leclanché, d'un diamètre voisin de 10 mm. environ (5 à 15 mm.). Le nombre des crayons varie naturellement avec la puissance de la soupape.

La forme de l'appareil peut être quelconque : rectangulaire ou circulaire. Un dispositif commode consiste à former le bac avec l'autre électrode qui peut être en fer, plomb, nickel, etc.

Les divers crayons d'aluminium sont réunis mécaniquement et électriquement à l'aide d'une couronne ou d'une

bande de plomb (antimonié de préférence), placée en dehors de l'électrolyte. On peut couler cette tête de plomb autour des crayons, sur une longueur de 10 à 20 mm., à l'aide d'un moule spécial; on peut aussi visser les tiges dans la masse de plomb. On laisse entre chaque crayon une distance de 5 à 10 mm. environ.

Les avantages résultant de l'emploi de l'aluminium sous cette forme sont les suivants: Circulation de l'électrolyte pendant le fonctionnement, permettant autant que possible l'égalisation de la température; attaque aussi réduite et aussi régulière que possible, due à l'état physique de l'aluminium étiré (propriété analogue à celle des crayons de zinc étiré dans les piles Leclanché); remplacement aisé et peu coûteux de l'électrode-aluminium lorsque, par suite du fonctionnement, cette dernière se trouve détériorée.

L'usure de l'aluminium, dans les soupapes électrolytiques, constitue la dépense la plus importante; sous forme de tiges étirées, le prix de l'aluminium n'est que de très peu supérieur au prix du métal brut.

On peut employer tous les électrolytes habituels; toutefois, on recommande, comme rentrant dans le cadre de cette invention, l'usage des solutions de borates alcalins, et plus particulièrement des borates d'ammoniaque. Ces derniers se préparent très simplement, sur place, en dissolvant l'acide borique du commerce dans de l'eau ammoniacale. Cet électrolyte fonctionne bien, et son prix de revient est très faible.

En résumé, la soupape électrolytique Limb est caractérisée par l'emploi de l'aluminium sous forme de « crayons » étirés à la filière, absolument comme les crayons de zinc des piles Leclanché, et par l'usage, comme électrolyte, des solutions de borates alcalins, particulièrement des borates d'ammoniaque.

E. C.

SÉPARATION DES PUISSANCES RÉELLE ET MAGNÉTIQUE dans les Calculs relatifs aux Courants alternatifs

La méthode repose sur la conservation de la puissance magnétisante et de la puissance réelle. Je dois dire ici que la démonstration que j'ai donnée de ce fait au Congrès de 1900 n'est pas absolument générale; j'en donne depuis une démonstration générale dans les conférences que je fais tous les ans à l'École supérieure d'Electricité, mais il me paraît de peu d'intérêt de reproduire ici cette démonstration. Il suffit de se rappeler que les puissances réelles s'ajoutent algébriquement, qu'il en est de même des puissances magnétisantes, et qu'en chaque portion d'un réseau la puissance apparente est la racine carrée de la somme des carrés des puissances réelle et magnétisante.

Je pourrais prendre l'exemple banal d'un réseau quelconque, comportant des lampes, des moteurs, etc., mais, dans le but d'accroître l'intérêt de la question pour le lecteur, j'appliquerai la méthode à l'un des deux montages que j'ai indiqués en 1890 comme permettant d'obtenir une intensité constante au moyen d'une distribution à tension constante, par exemple celui de la figure ci-jointe.

Entre A et B est une bobine de self-induction, de réactance ρ , que nous supposons, pour simplifier, n'absorber aucune énergie. Entre B et D est une capacité C , que nous supposons, également, n'absorber aucune énergie, et telle que sa réactance soit $-\rho$, d'où :

$$\frac{1}{\omega C} = \rho \quad \text{et} \quad \omega^2 LC = 1$$

Entre B et D se trouve, également dérivé, un circuit d'utilisation contenant n'importe quoi, pourvu que ce n'importe quoi n'introduise pas d'harmoniques sensibles dans la force électromotrice ou dans le courant.

Soient, dans ce circuit: I_3 l'intensité efficace; p la puissance réelle; m la puissance magnétisante; E la différence de potentiel efficace aux bornes B et D.

Soit I_2 l'intensité efficace dans la capacité; I_1 l'intensité efficace dans la self-induction AB; U la différence de potentiel efficace entre A et D.

Dans la self-induction et dans la capacité, il n'y a pas de puissance réelle, et les puissances magnétisantes sont respectivement :

$$\rho I_1^2 \quad \text{et} \quad -\rho I_2^2 = -\frac{E^2}{\rho}$$

L'application des prémisses conduit aux trois équations suivantes :

Pour le circuit d'utilisation considéré seul :

$$p^2 + m^2 = E^2 I_3^2 \quad (1)$$

Pour les deux circuits dérivés entre B et D :

$$p^2 + \left(m - \frac{E^2}{\rho}\right)^2 = E^2 I_1^2 \quad (2)$$

Pour l'ensemble :

$$p^2 + \left(m - \frac{E^2}{\rho} + \rho I_1^2\right)^2 = U^2 I_1^2 \quad (3)$$

Développant (3) et combinant avec (2), il vient :

$$U^2 = E^2 + (\rho I_1)^2 + 2\rho \left(m - \frac{E^2}{\rho}\right)$$

Développant (2), et combinant avec (1), il vient :

$$\rho^2 I_1^2 = \rho^2 I_3^2 + E^2 - 2m\rho$$

Combinant ces deux dernières équations, il vient :

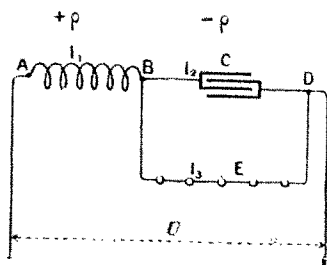
$$U = \rho I_3$$

On peut déduire immédiatement les courants I_2 et I_1 , la tension aux bornes de la self-induction, etc., et ces résultats sont obtenus sans qu'il ait été besoin d'utiliser les équations aux valeurs instantanées.

En général, les calculs numériques concernant un réseau ordinaire sont encore plus simples: il suffit de cheminer de proche en proche des appareils d'utilisation jusqu'à la source, en faisant des additions, soustractions, multiplications, divisions, carrés et racines carrées.

Afin de pouvoir appliquer la méthode aux appareils doués d'induction mutuelle, et en passant de circuits à d'autres circuits isolés des premiers, il faut démontrer qu'il y a encore conservation des puissances dans ces conditions. Cela est facile, et je ne m'attarderai pas non plus à faire ici cette démonstration, qui a été déjà faite par M. Nougier (*).

La méthode permet ainsi d'utiliser ses qualités si pré-



(*) NOUGIER. — Etude des installations à courants alternatifs par la méthode des grandeurs wattées et magnétisantes. (*L'Eclairage Electric*, 1906).