

DOCUMENTATION

Deux nouveaux régulateurs Oerlikon

I. — Le régulateur automatique à huile sous pression type K. O.

C'est un régulateur électrique à couple très élevé. Comme dans les régulateurs de turbines, l'énergie de réglage est fournie par un servomoteur à huile sous pression, d'où la possibilité de commander directement les résistances qui sont aussi nécessaires pour le réglage à main. En général, ce régulateur convient pour commander un organe électrique (rhéostat, régulateur d'induction, etc.) ou d'autres non électriques (soupapes, vannes, etc.) en fonction d'une grandeur électrique quelconque (tension, courant, puissances, $\cos \varphi$).

La figure 1 donne le schéma simplifié d'un tel régulateur. Le fonctionnement est absolument analogue à celui d'un régu-

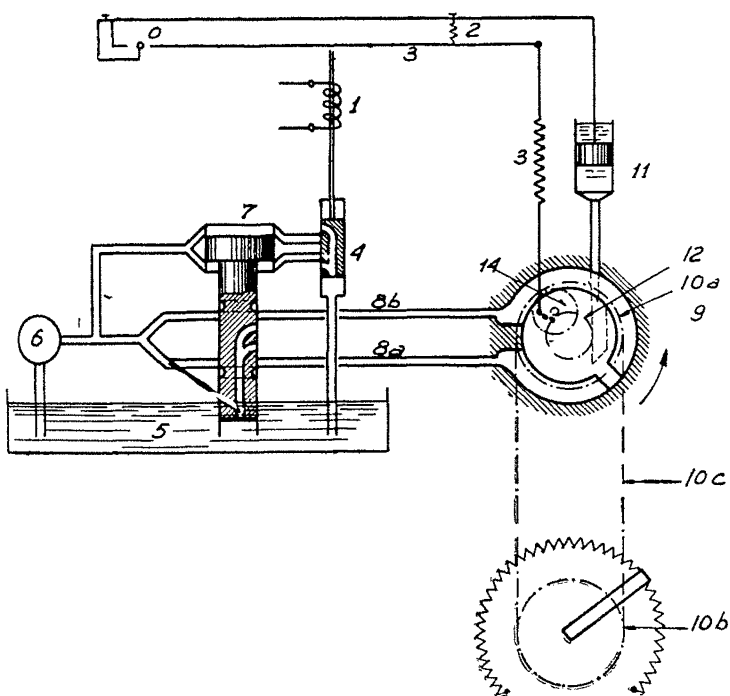


Fig. 1

lateur indirect de turbines. La grandeur à contrôler influence un électro-aimant 1 dont l'effort est comparé à celui d'un ressort 2, les deux agissant sur un bras de levier 3 mobile autour du point 0. Supposons, pour fixer les idées, que la grandeur contrôlée vienne à augmenter. L'électro-aimant 1 attire vers *cm* le levier 3 et entraîne dans le même sens le piston de commande auxiliaire 4. On voit alors que l'huile prise dans le bassin 5 est refoulée par la pompe 6 en particulier par dessus le piston de commande principale, qui commencera à monter. On constate qu'il permettra ainsi à la pompe 6 de refouler l'huile sous pression à travers le tube 8a dans le servo-moteur 9. Ce dernier consiste en un cylindre dans lequel peut tourner une pale. Dans le cas envisagé, la pale va commencer à tourner dans le sens de la flèche et entraînera l'organe commandé (rhéostat sur la figure) dans le sens convenable par l'intermédiaire des roues dentées 10a et 10b et de la chaîne 10c.

Pour éviter le surréglage et les oscillations fâcheuses, on a amorti le mouvement par un cylindre amortisseur 11, dont le piston est traversé par une ouverture réglable à volonté. Le cylindre amortisseur est attaqué par un pignon et une crémaillère 12. Pour douer l'appareil d'un certain statisme, on fait agir sur le levier 3 un effort additionnel fonction de la position du servomoteur 9, par un ressort 13. Ce dernier est fixé dans un

des trous adhoc du disque 14, lui-même entraîné par le servomoteur à vitesse réduite. Ceci posé, on conçoit que l'on puisse réaliser par réglage convenable de l'orifice du piston de l'amortisseur 11 et par choix approprié du trou employé sur le disque 14, telles conditions de réglage que l'on voudra entre des limites pratiquement assez larges.

On cite à l'avantage de ce régulateur les qualités suivantes :

- 1° Grande sensibilité (garantie $\pm 0,5 \%$).
- 2° Vitesse de réglage élevée.
- 3° Couple élevé.
- 4° Rappel amorti et souple ; statisme réglable.
- 5° Construction robuste, absence de contacts, surveillance réduite.
- 6° Utilisable pour un réglage de différentes grandeurs, telles que : tension, courant, puissance, $\cos \varphi$ qui peuvent agir individuellement ou ensemble.

II. — Les régulateurs à contacteurs et à gradins Types J5 / JU pour la commande des régulateurs d'induction et des graduateurs

Quand il s'agit de commander un régulateur d'induction à faible puissance, la commande par servomoteur hydraulique n'est plus justifiée et il faut se contenter de la commande par moteur électrique avec réducteur de vitesse. Le rôle du régulateur se réduit alors à la mise en marche dans un sens ou dans l'autre de ce moteur électrique. On a employé longtemps à cet effet le régulateur à cliquet. Cette solution présentant des organes constamment en mouvement et nécessitant un entretien continu, tend à être abandonnée et remplacée par un régulateur spécial à contacteurs.

C'est d'un pareil régulateur que nous esquissons le schéma sur la figure 2. Pour mieux faire ressortir le principe, donc sim-

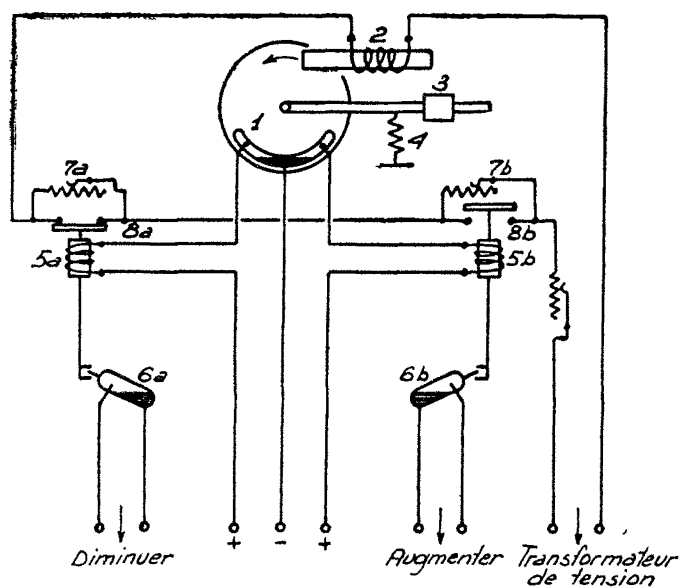


Fig. 2

plifié, nous avons établi ce schéma en supposant les services auxiliaires desservis par du courant continu.

Le système de mesure de ce régulateur consiste en un disque de Ferraris 1, sur lequel un électro-aimant 2 exerce un couple équilibré normalement par le moment mécanique d'un poids 3 et d'un ressort 4. Supposons qu'il s'agisse d'un régulateur de tension.

La bobine de l'électro-aimant 2 est alors raccordée à la tension à régler. Le disque 1 porte une bascule à mercure avec trois électrodes qui sont isolées les unes des autres quand la tension a une valeur convenable. Le poids de la bascule est équilibré par rapport à l'axe du disque, de sorte que, pour établir le contact, le couple électrique du système de mesure n'a à surmonter que les frottements très faibles, d'où la grande sensibilité de + 0,5 %.

Supposons que la tension contrôlée vienne, par exemple, à augmenter. Le disque 1 commence à tourner dans le sens de la flèche et ferme le contact de gauche. L'électro-aimant 5a se trouve alimenté, ferme à son tour le contacteur à mercure 6a ; le moteur d'entraînement du régulateur d'induction se met en marche dans le sens d'une diminution de tension. Les bascules à mercure 6a, 6b sont dimensionnées de façon à pouvoir assurer la mise en circuit et le changement de couplage du moteur d'entraînement.

Il est intéressant de mentionner le dispositif de rappel électrique prévu pour éviter le surséjour et les mouvements pendulaires qui en résulteraient. En série avec la bobine de tension 2 sont connectées deux résistances 7a et 7b. On voit que grâce, aux contacts auxiliaires 8a et 8b, la première est normalement court-circuitée, la seconde en circuit. Dans le cas d'une augmentation de tension, 7a est mis en circuit, dans le cas d'une diminution, 7b est court-circuité à son tour. Ces résistances produisent donc un effet contraire à la variation et convenablement réglées à la première mise en service ; on conçoit qu'elles joueront le rôle de l'asservissement dans les régulateurs de turbines et ramèneront donc le disque de Ferraris, à la suite de petites variations de tensions, dans sa position normale.

C'est sur ces principes qu'est basé le régulateur à contacteur, type J5 des ateliers Öerlikon. On compense l'influence de la température très importante sur le moteur Ferraris, par le moment exercé par des contrepoids fixés à des leviers bi-métalliques.

Par suite de l'accroissement des puissances et des tensions dans les lignes de transmission, les régulateurs d'induction ont

été remplacés par des transformateurs à prises multiples. Comme le réglage avec ces transformateurs s'effectue par échelons, on ne pouvait utiliser aucun des régulateurs automatiques existants pour la commande du graduateur, mais on reconnut qu'en modifiant légèrement le régulateur à contacteurs, précédemment décrit, on pouvait le transformer en régulateur à gradins.

C'est ainsi qu'on a conçu le régulateur à gradins type JU. En principe, celui-ci ne diffère du régulateur à contacteurs qu'en ce que le rappel est retardé par rapport à l'entrée en action des contacteurs. Le système de mesure n'est rappelé que lorsque le graduateur a atteint le nouvel échelon. A cet effet, on a prévu à la place des contacteurs à mercure, des contacteurs à contacts ouverts, munis d'un amortisseur à air réglable. Les lames de contact qui servent à transmettre l'impulsion au graduateur sont très flexibles, de sorte que l'armature de l'électro-aimant peut encore parcourir un chemin appréciable pour atteindre après la fermeture du contact la butée terminale, qui est formée par le contact de rappel. L'amortisseur à air permet de régler le temps durant lequel l'armature de l'électro-aimant doit parcourir ce chemin, d'après le temps que met le graduateur pour passer d'un échelon au suivant. Un dispositif ingénieux, appelé « relais grimpeur » ; limite le nombre d'opérations par unité de temps, afin de permettre aux gaz produits de s'échapper de la cuve à huile.

En utilisant des systèmes de mesure appropriés, on peut adapter les régulateurs précédents au réglage de toute autre grandeur de service. C'est ainsi qu'on a réalisé des régulateurs différentiels, de $\cos \varphi$, de puissance réactive, etc. On a réalisé de même un régulateur combiné pouvant fonctionner tantôt comme régulateur de tension, tantôt comme régulateur de puissance.

Ces régulateurs à contacteurs ou à gradins possèdent les mêmes qualités de sensibilité, que les régulateurs à huile sous pression, auxquelles s'ajoute leur construction robuste et très simple.

L. B.

Bulletin Öerlikon N° 150, Décembre 1933.

L'électrification des chemins de fer fédéraux autrichiens dans le passé et dans l'avenir

A la fin de la guerre, l'Autriche ne disposait plus que d'une production minime de charbon. Il était donc tout indiqué d'introduire la traction électrique, pour utiliser les forces hydrauliques dont elle disposait.

A l'exception du commerce de luxe, presque toutes les branches de l'industrie, depuis la production des matières premières jusqu'aux objets usinés, ont reçu du travail du fait de l'électrification. Jusqu'à 30.000 hommes ont été occupés en même temps. L'électrification a donc en plus procuré du travail et est une lutte active contre le chômage.

Les chemins de fer fédéraux autrichiens attendent d'une continuation de l'électrification une amélioration de l'exploitation. Actuellement 843 km. de lignes, soit 16 % du réseau sont exploités électriquement. Après l'exécution du programme 30 % du réseau seront équipés électriquement.

En 1929, on a utilisé sur le réseau total 2 millions de tonnes de charbon, l'électrification économisera 760.000 tonnes de charbon, ou 16 millions de schillings, exportés à l'étranger.

La ligne de Tauern a une longueur de 81 km., une rampe maximum de 21,1 ‰ et son plus petit rayon de courbure est de 250 m. A la station de Schwarzach-St-Veit se trouve une sous-station. Pour le deuxième tronçon il faudra construire une deuxième sous-station à la gare de Mallnitz et augmenter d'une ou deux

unités la centrale de Mallnitz. La centrale de Stubach alimentera aussi la ligne du Tauern.

Il existe trois types de locomotives : une locomotive Bo+Bo pour trains de voyageurs et de marchandises, une locomotive 1-Do-1 pour trains express, un fourgon automoteur Bo-2 pour trains de lignes de voyageurs ou manœuvres.

Les locomotives Bo+Bo ont une puissance unihoraire de 2.100 CV., un poids total de 80 tonnes, une charge par essieu de 19,8 tonnes, une vitesse normale de 80 km/h. Elles peuvent remorquer des trains de 300 tonnes sur rampe de 27 ‰ à la vitesse de 47 km/h. Elles sont pourvues de la commande individuelle des essieux à arbre creux et transmission élastique Sécheron.

Les locomotives 1-Do-1 ont une puissance unihoraire de 2.960 CV., un poids total de 116 tonnes, une charge par essieu de 18 tonnes, une vitesse maximum de 100 km/h.

Le fourgon-automoteur Bo-2 a un bogie moteur à deux essieux moteurs et un bogie porteur. La charge par essieu moteur est de 17 tonnes et par essieu porteur de 13 tonnes, le poids total de 58 tonnes, la vitesse maximum de 80 km/h.

E. KAAN.

La Traction Electrique, Janvier 1934.

Electrification

C'est la question économique qui doit guider dans le choix du matériel et du type d'exploitation des réseaux ferroviaires.

Pour les grosses capacités de transport, telles que les lignes de banlieue, les avantages de l'électrification sont indiscutables. Si l'on passe aux grandes lignes et aux parcours à grande distance, la locomotive à vapeur est plus économique, elle offre des aptitudes de manœuvre et d'exploitation correspondant précisément à ce genre de trafic. Pour que l'électrification se justifie, il faut un nombre de trains suffisant, trains utilisés au plein de leur capacité.

Sur la ligne Londres-Watford, le L. M. S. a mis en service des

trains constitués par l'accouplement permanent d'une automotrice, d'une voiture remorque ordinaire et d'une voiture remorque munie à son extrémité arrière d'un poste de conduite ; deux rames identiques peuvent être accouplées formant un train de 6 voitures. Le courant continu à 600 volts est distribué par rails : il y a le rail latéral à + 600 V. et un rail central de retour.

Toute la puissance est concentrée sur les 4 essieux de l'automotrice ayant chacun un moteur de 320 CV. L'ensemble est muni du dispositif de « l'homme mort ». Le freinage est à l'air comprimé. L'éclairage et le chauffage fonctionnent sous 600 V.

La vitesse maximum prévue est de 93,5 km/h, pratiquement la vitesse maximum en pointe peut atteindre 104 km/h. La consommation en service normal est de 46,7 Wh, soit, avec les voitures au complet, 22 Wh par voyageur-kilomètre.

Pour la *banlieue de Copenhague* on a adopté le courant continu 1.500 V. reçu par caténaire. Les trains sont à classe unique. chaque unité comprend deux automotrices encadrant une remorque. Chaque automotrice a 4 moteurs de 162 CV. fonctionnant sous 750 V.

La commande est automatique, la vitesse d'avancement aux différentes touches étant réglée par des relais d'intensité. Le chauffage comprend 12 éléments montés en série, alimentés sous 1.500 V. Le freinage est à air comprimé. La vitesse maximum est de 100 km/h, avec des pointes de 110 km/h.

Les *chemins de fer du Reich* ont mis en service de nouvelles locomotives à grande vitesse, sur la ligne Munich-Augsbourg-Stuttgart, alimentées en monophasé, sous une tension de 15.000 V à 16,2/3 périodes. Leur puissance unihoraire est de 2 820 CV, le poids adhérent de 60 tonnes, l'effort de traction au démarrage de 18 tonnes.

Les trois moteurs de traction sont alimentés sous 550 volts,

au moyen d'un transformateur de 1.400 kVA, avec gradateur de tension à 15 touches. La ventilation du transformateur et des moteurs est assurée par deux groupes moto-ventilateurs d'un débit de 200 et 170 m³ par minute.

Deux séries de locomotives ont été construites, l'une pour une vitesse maximum de 110 km/h, l'autre pour 130 km/h. Aux essais officiels un train de 305 tonnes a été remorqué à la vitesse maximum en palier de 151 km/h.

Les locomotives à grande vitesse type 2-D-2 du P. O. ont une puissance unihoraire de 3.700 CV. pour un poids total de 139 tonnes, ce qui leur permet de remorquer des trains de 800 tonnes à 120 km/h.

Aux essais le « Sud Express », remorqué par une de ces locomotives, a réalisé, entre Juvisy et les Aubrais, une vitesse commerciale de 125 km/h. Au sommet de la rampe d'Etampes, longue de 10 km., la vitesse était de 133 km/h, la vitesse de 150 km/h a été maintenue pendant 7 km. entre Mannerville et Boisseaux, et sur 2 km. entre Château-Gaillard et Artenay.

E SPIEN

Les Chemins de fer et les Tramways, Janvier 1934

Le couplage des stations centrales en parallèle — Etude mécanique

Dans le numéro 6, 15 Mars 1934 de la *Technique Moderne*, M. L. Barbillion étudie le partage des charges entre stations centrales, les effets de la compensation et le réglage d'un ensemble de groupes électrogènes.

La puissance déwattée est fonction des excitations des groupes. On peut, sous certaines réserves, faire fournir par telle ou telle usine, telle ou telle fraction du courant déwatté total.

Pour rétablir la vitesse à une valeur voisine de celle de la pleine charge, lorsque la machine est largement déchargée, on utilise l'artifice de la compensation, l'asservissement ayant déjà eu pour objet de faire bloquer le moteur de vannage au maximum de la variation de vitesse.

Le réglage de la fréquence de groupes interconnectés est généralement dévolu à un ou plusieurs groupes de capacité convenable. Les groupes régleurs auront de faibles statismes, les groupes réglés de beaucoup plus grands. On va même jusqu'à préconiser la suppression des régulateurs pour ces derniers groupes.

Pour de relativement faibles variations de charge, ce sont les groupes à fort volant qui supportent la plus grande partie de la fourniture de puissance supplémentaire. Les groupes à moteur à gaz, ou à piston-vapeur tamponnent le système générateur.

Sous des variations de régime les groupes sont le siège d'oscillations. Des expressions en fonction du temps de l'écart angu-

laire et de la vitesse relative, on peut passer à la valeur du courant et du couple synchronisant. On vérifie aussi qu'en général ces deux éléments auront des effets utiles, en ce qui concerne le maintien de la concordance de marche en parallèle, mais que, dans certains cas, ils pourront donner matière à oscillations renforcées, et même à décrochage.

La puissance synchronisante continue d'être fort étudiée. M. Rudenberg a étudié particulièrement cette question. La puissance déterminée par sa méthode est la capacité de sa puissance pour la synchronisation qu'on peut espérer tirer d'un groupe, différente de la puissance de synchronisation effective. Lorsque deux machines oscillent l'une par rapport à l'autre, les vitesses instantanées sont différentes. Les effets obtenus sont à peu près imperceptibles tant que les écarts angulaires demeurent peu importants. Mais dans les phénomènes pouvant provoquer un décrochage, il n'en est plus de même.

Lorsqu'un court-circuit se produit, il a pour effet d'isoler les usines au point de vue synchronisme et symphasisme. Le court-circuit venant à être rompu, les groupes tendent à se raccrocher; mais ils ne sont généralement pas à la même vitesse à ce moment, ni à la même phase; des oscillations naissent, c'est le même problème que pour le « faux couplage ».

La Technique Moderne N° 6
15 Mars 1934.

Le développement récent de l'équipement électrique de la France

Dans le numéro Janvier-Février 1931 des *Annales des Ponts et Chaussées*, se trouve une note donnant un tableau d'ensemble de l'industrie électrique française, décrivant les principales œuvres accomplies en ces dernières années; dont nous extrayons les caractéristiques suivantes:

Centrales hydrauliques: Usine de *Kembs* sur le Rhin, centrale de 150.000 kW et canal latéral au Rhin;

Usines de la *Truyère*: Barrage de *Sarrans* de 170 millions de m³, avec usine de 100.000 kW, barrage de la *Cadène*, usine de *Brommat*.

Barrage du *Chambon* sur la *Romanche*, de 90 m. de hauteur, 50 millions de m³.

Barrage-voûte de *Marèges* sur la *Dordogne*, de 86 m. de hauteur, 40 millions de m³.

Barrage-voûte contre-buté du *Saulet*, sur le *Drac*, de 130 m. de hauteur, 100 millions de m³, avec usine de 80.000 kW.

Barrage en maçonnerie de la *Bissorte*, affluent de l'*Arc*, de 60 m. de hauteur, 40 millions de m³, avec usine fonctionnant sous 1.150 m. de chute,

Barrage-voûte de *Saint-Etienne-Cantalès* sur la *Cère*, de 60 m. de hauteur, 5 millions de m³.

Usine de *Portillon-Lys*, de 60.000 kW, utilisant le lac du *Portillon*, 15 millions de m³ et le lac *Glacé*, 3 millions de m³.

Chute de *Caillaouas*, sur la *Neste* de *Louron*, usine de *Jassoula* de 10.000 kW et de *Tramezaigues* de 15.000 kW.

Barrage de *Vintrou*, sur l'*Arn*, de 60 m. de hauteur, 3 millions de m³.

Usine de *Pizançon*, de 40.000 kW, sur l'*Isère*.

Aménagement hydroélectrique de la *Cure*, affluent de l'*Yonne*: barrage à gravité du *Bois de Chaumeçon* sur le *Chaloux*, de 43 m. de hauteur, barrage à gravité de *Crescent*, de 37 m. de hauteur, avec usine de 1.800 kW, usine de *Bois de Cure*, de 33.000 kW, barrage de compensation de *Malassis* ultérieurement deux usines (*Meix* et *Lauret*).

Barrage à arches multiples de *Vezins*, sur la *Sélune*, de 35 m. de hauteur, 19 millions de m³, usine de 12.000 kW.

Usine d'*Argancy* sur la *Moselle*, avec chute de 2,75 m. alimentant 3 turbines Kaplan.

Centrales thermiques: *Issy-les-Moulineaux*, portée de 80.000 à 175.000 kW, timbre 44 hectopièzes.

Vitry-Sud, centrale *Arrighi*, 4 turbo-alternateurs de 55.000 kW, timbre 35 hectopièzes.

Saint-Denis II, centrale de 400.000 kW, actuellement 3 turbo-alternateurs de 50.000 kW, timbre 70 hectopièzes.

Chalon-sur-Saône, centrale de 200.000 kW, actuellement 4 turbo-alternateurs de 25.000 kW, timbre 35 hectopièzes.

Comines, centrale de 200.000 kW, turbo-alternateurs de 25.000 et 30.000 kW, timbre 21 et 25 hectopièzes.

Béthune, centrale de *Mazingarbe* de 70.000 kW.

Annales des Ponts et Chaussées
Janvier-Février 1934