

## RÉGULATEUR POUR TURBINES HYDRAULIQUES SYSTÈME GLOCKER-WHITE

Ce régulateur, construit par la *I. P. Morris Co*, de Philadelphie, est actuellement en service sur quatre grosses turbines de 13 000 chevaux, et sur deux autres plus petites de 500 chevaux, installées dans la station centrale hydro-électrique de l'*Electrical Development Co*, d'Ontario (Canada), utilisant les chutes du Niagara (\*).

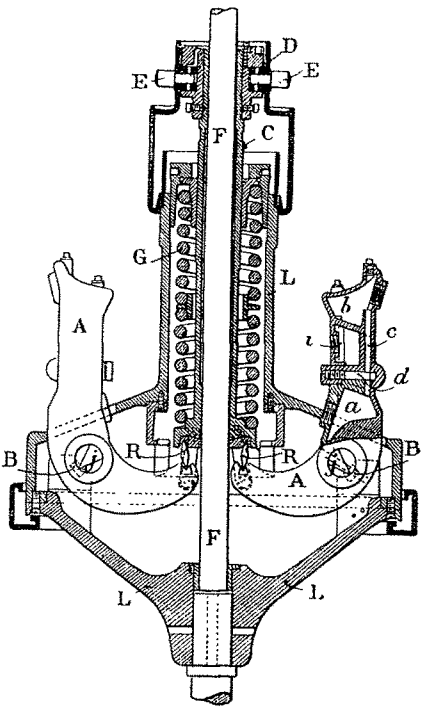
Ce régulateur est combiné de telle sorte que sa sensibilité soit très faible au moment où ses masses mobiles s'écartent, à la suite d'une diminution de charge, et qu'elle augmente ensuite à mesure que ces masses se rapprochent à nouveau, de manière que celles-ci, dont le mouvement de retour se trouve ainsi retardé, soient revenues, sans oscillation, à leur position initiale, au moment même où les vannes s'arrêtent dans la position correspondant à la nouvelle charge.

L'organe sensible de ce régulateur, qui commande les vannes par l'intermédiaire d'un piston-relais et d'un piston-moteur, qui sont tous deux hydrauliques, se compose de deux masses tournantes A, en forme de leviers coudés, mobiles autour des points fixes B et agissant sur une douille cylindrique C, terminée à la partie supérieure par un manchon D. Aux tourillons E de la bague de ce dernier levier de la timonerie du tiroir de distribution du piston-relais commandant les vannes.

L'arbre F, autour duquel le régulateur tourne à une vitesse de 500 tours par minute, est fixé entre la douille C et cet arbre F, pour éviter que les boules du régulateur aient à vaincre, au début de leur déplacement, une résistance de démarrage. Quant aux autres frottements aux points d'articulation, ils sont réduits au minimum, au moyen de couteaux *j*. Les déplacements des masses A sont limités par la résistance du ressort antagoniste G, qui peut être réglé entre certaines limites. Tout le régulateur est enfermé dans un carter L.

Les masses mobiles de ce régulateur sont des pièces de fonte creuses, à l'intérieur desquelles on a ménagé deux chambres *a* et *b*, qui communiquent ensemble, d'une part, par un conduit *c* qu'une cheville *d* percée d'un trou étroit permet d'obturer à volonté et, d'autre part, par un conduit constamment ouvert. Ces chambres contiennent une certaine quantité de mercure, qui ne les remplit pas.

Dans la position d'équilibre, et tant que la vitesse reste normale, les conduits *c* et *i* des masses A sont verticaux et les vannes de la turbine restent immobiles. Lorsque cette



vitesse est de 500 tours, le mercure refoulé par la force centrifuge remplit entièrement le tube *c*, mais n'occupe qu'une petite partie de la chambre *a*. L'appareil est très peu sensible dans ce cas.

Lorsque, au contraire, la charge diminuant brusquement, la vitesse de la turbine augmente, les masses du régulateur s'écartent en provoquant la fermeture progressive des vannes et le ralentissement de la rotation de la turbine; le conduit *c* s'incline et une certaine quantité de mercure est alors refoulée peu à peu, par la force centrifuge, dans la chambre *b*, c'est-à-dire à une plus grande distance de l'axe de rotation B; le régulateur devient plus sensible, et un écart de vitesse moins grand suffit pour produire un écartement donné de ces masses. Le mouvement de rapprochement des masses mobiles, résultant du ralentissement progressif de la vitesse de la turbine, se trouve ainsi retardé et, si l'appareil est bien réglé, l'équilibre entre la charge et la vitesse se trouve rétabli juste au moment où le régulateur est revenu à sa position normale et où le mouvement des vannes cesse.

La durée du mouvement de rapprochement des masses mobiles peut être réglée à volonté, au moyen du robinet *d*. De plus, on peut, en modifiant la forme des chambres *a* et *b*, c'est-à-dire la position du centre de gravité du mercure qu'elles contiennent et la répartition du poids de ce mercure, faire varier à volonté l'écart entre la vitesse normale correspondante à chaque charge réduite et la vitesse à pleine charge, et même rendre cet écart négatif, si on le désire, tout comme on peut surcompouder les machines électriques.

## LES PERTES A TRAVERS L'AIR ENTRE FILS DE TRANSMISSION A COURANT CONTINU

La plupart des auteurs qui ont étudié le phénomène dit « couronne » dans les fils de transmission à courants alternatifs ont supposé que la perte d'énergie qui se produit ainsi est due principalement à la résistance ohmique de la couche d'air qui entoure immédiatement le fil au courant de charge qui passe vers la limite extérieure de la couronne. Ceci implique l'hypothèse que la couronne existe d'une façon continue et ne se reforme pas à chaque pulsation de la tension alternative de la transmission (\*).

Cette hypothèse n'est pas invraisemblable, bien qu'on puisse, tout aussi légitimement, attribuer la perte d'énergie à la rupture successive des différentes couches d'air qui entourent le fil, lorsque le voltage passe de zéro à sa valeur maxima. Chaque couche d'air, dans cette deuxième théorie, serait considérée comme possédant, à l'instant qui précède sa rupture, une certaine quantité d'énergie, à la façon d'un diélectrique de condensateur, énergie qui se transforme en chaleur au moment de la rupture.

Quelle que soit celle des deux théories qui est la vraie, on voit que si la fréquence de la ligne diminue, les pertes aussi devront diminuer, et que, en supposant que toutes les pertes atmosphériques soient dues à l'un ou l'autre des deux phénomènes que nous venons de décrire, elles s'annuleront entièrement dans le courant continu; on sait d'ailleurs que cette conclusion est inexacte, et que toute transmission à courant continu sous une tension assez élevée donne lieu à des pertes atmosphériques notables, aussi bien qu'une transmission alternative.

(\*) D'après l'*American Machinist*

(1) E.-A. WATSON, *The Electrician* du 3 septembre 1909. Voir aussi *La Lumière Electrique* du 18 septembre 1909.

Considérons un fil traversé par une quantité chargée d'électricité constante  $q$  par unité de longueur. S'il est suffisamment éloigné de la terre et des autres conducteurs, la force électrique maxima qui s'exercera à sa surface aura pour valeur,  $a$  étant le rayon du fil :

$$R_{\max} = \frac{2q}{a},$$

C'est un fait bien établi que, si cette force dépasse une certaine valeur, il y aura rupture de la couche d'air environnante et formation d'une couronne.

En courant alternatif, la rupture peut se produire aussi souvent que le courant éprouve de pulsations, de sorte que la perte correspondante peut être continue. En courant continu, au contraire, une fois que la rupture s'est produite, il n'y a aucune raison pour qu'elle se maintienne d'une façon permanente, si l'on ne tient pas compte des actions mécaniques qui s'exercent sur l'air qui a été le siège de la rupture, actions qui tendent à le chasser et à l'éloigner du fil, tandis qu'il est remplacé par une nouvelle couche qui sera ensuite rompue et chassée à son tour.

Mais, en tenant compte de ce mécanisme de substitution, on conçoit qu'il puisse se produire une perte d'énergie régulière et permanente, bien que dans des conditions très différentes de celles qui régissent le phénomène en courant alternatif.

On peut calculer approximativement la vitesse à laquelle l'air doit être chassé après la rupture pour que le jeu de la substitution soit régulier; on trouve environ 40 m. par seconde.

Mais A. Righi a démontré que ce n'est pas là la véritable explication du phénomène; toutes les molécules de l'air ne sont pas affectées par la rupture, c'est seulement une très faible portion de la couche d'air qui est affectée, tandis que le reste ne subit absolument aucune modification.

D'autres expériences ont alors eu pour but d'évaluer la vitesse exacte des molécules qui subissent la rupture, et J.-J. Thomson a trouvé qu'elle était d'environ 1,5 cm. par seconde pour un champ de 1 volt par centimètre. Quant à la proportion de la masse d'air affectée par la décharge, elle semble être de l'ordre de 2 pour 100.

L'auteur a fait une série d'essais sur un fil enfermé dans un cylindre et sur des fils parallèles. Il notait l'état hygrométrique de l'air, et faisait varier sa pression depuis la pression ordinaire jusqu'à 350 millimètres.

L'auteur a pu ainsi faire intervenir les résultats qu'il avait obtenus au sujet de la variation de la rigidité diélectrique de l'air avec la pression (1).

Les conclusions de ces expériences ont été les suivantes:

1° Il existe une force électrique critique pour laquelle la perte atmosphérique se produit, aussi bien pour une ligne continue que pour une ligne alternative.

2° Cette force critique est la même pour un courant continu que pour un courant alternatif d'intensité maxima égale.

3° Cette force est sensiblement la même, que le fil considéré soit positif ou négatif, pourvu que sa surface soit nette.

4° Si la surface du fil n'est pas nette, la force critique est beaucoup moindre en charge négative qu'en charge positive.

(1) Dans le *Journal of Institution of Electrical Engineers* d'août 1909, l'auteur a décrit les expériences qu'il a faites pour étudier la rigidité diélectrique de l'air en fonction de la pression. Il a trouvé que pour des pressions comprises entre 3 et 15 atmosphères, si l'on évalue la rigidité  $R$  en kilovolts par centimètre, et la pression  $P$  en atmosphères, on peut représenter cette rigidité par la formule empirique suivante:

$$R = 20 + 25,6 P$$

5° Elle est d'autant plus grande que le fil est plus mince.

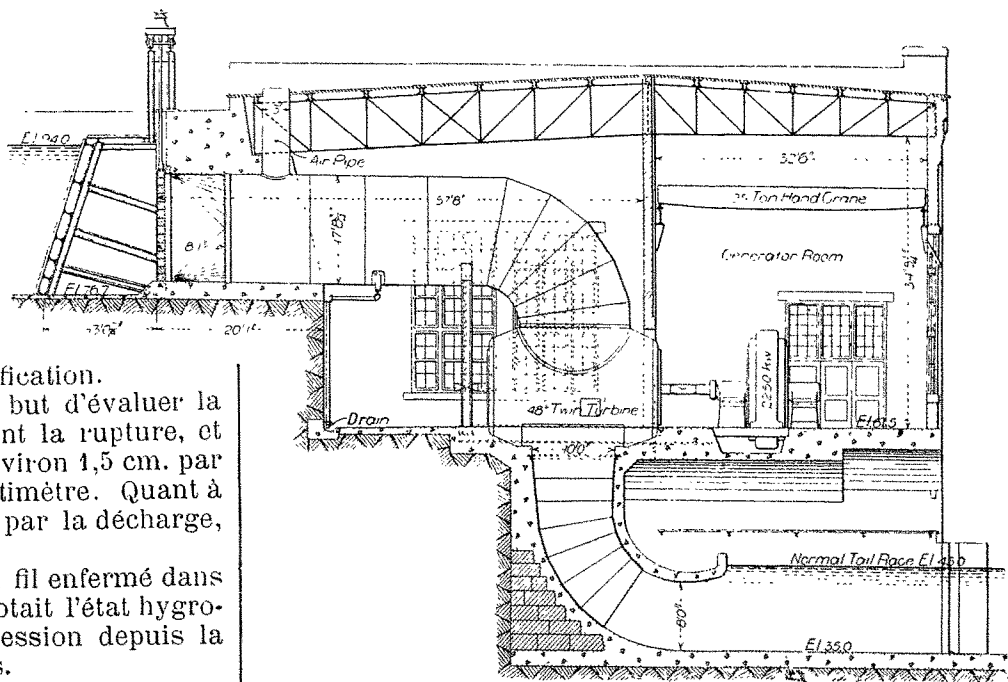
6° Elle diminue en même temps que la pression atmosphérique, mais non d'une façon proportionnelle.

7° La présence de vapeur d'eau est sans aucune influence, dans le cas d'un fil à surface nette, sur la valeur de la force critique, mais elle influe sur la déperdition d'énergie.

8° On ne doit pas considérer en pratique un fil de transmission comme un fil parfaitement net; on doit prendre un facteur de sécurité de 1,5 à 2. Enfin, les essais ont montré que la perte d'énergie peut atteindre une valeur considérable avant que le fil soit enveloppé uniformément par la couronne et ne soit devenu lumineux.

## USINE HYDROÉLECTRIQUE DE SAINT-ANTONY-FALLS

La particularité la plus intéressante de cette usine réside dans ce fait qu'elle a été aménagée dans le but d'utiliser le surplus d'eau non employé par les usines hydrauliques déjà existantes, et de n'utiliser que ce surplus seul. Une telle utilisation ne peut être pratique que dans certaines conditions tout à fait spéciales. Ici, toute l'énergie produite par cette usine est achetée en bloc par la *Twin City Rapid*



*Transit Co* pour son réseau de tramways de Minneapolis et de St-Paul (Minnesota). Cette compagnie dispose d'ailleurs d'une station centrale à vapeur, de 24 000 kw. qui reste la base du système générateur d'électricité, mais, comme l'énergie électrique produite par la nouvelle usine revenait bien meilleur marché que celle produite par la vapeur, toute substitution de la première à cette dernière devenait une opération avantageuse.

L'usine hydro-électrique que nous allons décrire (\*) a été construite à Hennepin, par la *St Anthony Falls Water Power Co*, sur la partie supérieure des chutes de St-Anthony du Mississippi, près de Minneapolis. Elle n'emploie que l'eau non utilisée par la *Water Power Co*, compagnie qui fournit l'eau aux moulins à farines de Minneapolis et à diverses autres industries locales. Elle ne fonctionne par suite que les dimanches et jours de fête, ainsi que pendant les périodes de hautes eaux (\*\*).

(\*) D'après l'*Engineering Record*.

(\*\*) En France, l'usine de St Victor-sur-Loire, qui fait partie du groupe des usines de la *Compagnie Electrique de la Loire*, présente une certaine analogie avec l'usine de St Anthony Falls, en ce sens