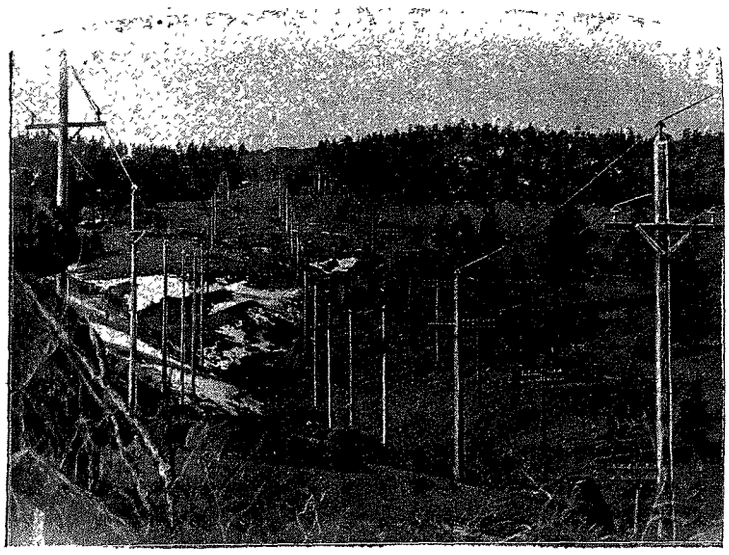
Les trois conducteurs sont des câbles de cuivre à 7 torons présentant une section de 69 mill. ; ils sont disposés sur des isolateurs spéciaux, l'un au sommet du poteau et les deux autres aux extrémités d'une traverse formant un triangle équilatéral de 2 mètres de côté.



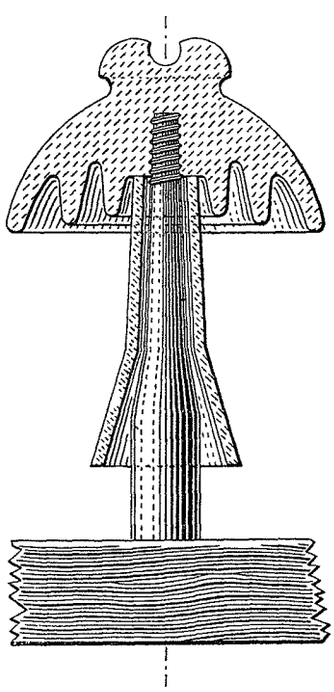
VUE GÉNÉRALE DES LIGNES

Isolateur. — L'isolateur est en verre à triple cloche de 223 mill. de diamètre et de 130 mill. de hauteur.

A l'intérieur de la petite cloche est cimenté un tube de verre de 140 mill. de diamètre à sa partie inférieure, protégeant la tige, et soutenu par un épaulement de 31 mill. sur celle-ci.

Les tiges sont toutes de vieux chêne, bien séchées et bouillies dans la paraffine, de telle sorte qu'à l'essai elles résistent, sans l'isolateur, à une tension de 100000 volts.

Elles ont une longueur de 305 mill. entre bouts et un diamètre de 38 mill. en haut du filetage, qui est de pas normal ; le diamètre maximum est de 64 mill. ; celui de la partie inférieure qui s'ajuste dans le support est de 51 mill. pour l'isolateur qui est supporté par la traverse, et 54 mill. pour celui du sommet du poteau. Le raccordement avec le diamètre maximum s'effectue par un cône à 60° formant épaulement.



ISOLATEUR

Distribution. — La sous-station de distribution de Butte, à 22000 volts également équipée par la Westinghouse Electric and Manufacturing Co, comporte exactement les mêmes appareils que la station génératrice. Elle alimente principalement des moteurs d'induction et des lampes.

L'installation définitive a été terminée et mise en marche le 1er mars 1902. Lors de la mise en marche, il n'y a eu aucun mécompte d'aucune sorte, soit provenant du matériel, soit de la ligne ; c'est, croyons-nous, quelque peu exceptionnel dans les installations de ce genre, où l'on s'attend en général, dans le début, à rencontrer de petites difficultés, qui, bien que souvent sans gravité, n'en entravent pas moins la marche régulière et continue de l'exploitation. Ce résultat remarquable est dû au directeur de la « Missouri River Power Cy », M. M.-H., Gerry qui a dirigé tous les travaux, ainsi qu'à la longue expérience de la Compagnie Westinghouse, qui a exécuté toute la partie électrique de l'installation.

Ce succès, fort encourageant, justifie les espérances fondées sur l'avenir de la transmission de l'énergie, par courants alternatifs à très haute tension, et les praticiens prévoient le moment où, forts de l'expérience acquise, ils pourront aborder l'emploi de tensions de 60.000 volts et peut-être davantage.

P. Roëser,
Ingénieur-Electricien,
Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique.

NOTES PRATIQUES

SUR LES

ESSAIS INDUSTRIELS DES GROUPES HYDRO-ÉLECTRIQUES

de grande puissance

Il nous a paru intéressant de mettre sous les yeux de nos lecteurs propriétaires de forces motrices, quelques indications pratiques connues seulement des électriciens. Nous pensons qu'elles leur serviront tout au moins à se rendre compte des essais de réception de machines qu'ils pourront avoir à faire exécuter.

Programme des essais.

Pour effectuer les essais de groupes hydro-électriques de grande puissance (1), comme pour tous les essais en général, il est une marche logique à suivre permettant d'opérer en toute sûreté et qui évite en outre des pertes de temps.

Cette marche logique se déduit du principe suivant : aller du connu à l'inconnu. En d'autres termes, une détermination quelconque ne doit pas dépendre d'une détermination ultérieure. Ceci posé, on en conclut le programme à suivre.

Les essais à effectuer dépendent, cela va sans dire, des clauses techniques du marché conclu à la commande du ou des groupes électrogènes. Ils doivent être la vérification méthodique des garanties imposées aux constructeurs.

(1) Nous entendons les essais de réception, c'est-à-dire les essais portant sur la dynamo et la turbine mises en place et prêtes à fonctionner.

Article published by SHF and available at http://www.shf-lhb.org or http://dx.doi.org/10.1051/lhb/1903016

Pour mémoire rappelons que d'une façon générale ces garanties portent :

En ce qui concerne la turbine :

a). Sur la puissance en chevaux sur l'arbre, pour une hauteur de chute, un débit et une vitesse données, d'où implicitement sur le rendement.

b). (Facultativement). Sur la vitesse d'emballement, le degré de régulation du régulateur.

En ce qui concerne la dynamo :

a). Sur le rendement. Ce rendement s'entend, sans autres explications, entre l'arbre et les bornes. Dans le cas d'un alternateur, il comprend le courant d'excitation mais non le rendement de l'excitatrice, sauf clause explicite. Il s'entend toujours à pleine charge. Le facteur de puissance est indiqué dans le cas du courant alternatif.

b). (Facultativement). Sur les rendements à 3/4, 1/2, et 1/4 de charge.

c). Sur les constantes de marche de la dynamo : tension, intensité, vitesse normale. (Dans le cas du courant alternatif on distingue nettement la puissance apparente et la puissante effective).

d). Sur la température atteinte après *n* heures de marche à pleine charge.

e). (Facultativement). Sur la résistance à l'emballement. (Pour le courant alternatif : sur le courant de court-circuit et la chute de tension).

Telles sont, ainsi que le savent les techniciens, les principales vérifications à effectuer.

Rappelons, au surplus, l'ordre dans lequel elles doivent être faites, ordre déduit du principe indiqué plus haut.

1° Essai de régime. — Il consiste à vérifier la température atteinte par la dynamo après *n* heures de marche à pleine charge. On vérifie en même temps les constantes de la dynamo à pleine charge.

2° Résistances a chaud de la dynamo. — La génératrice se trouvant, à la fin de l'essai précédent, dans les conditions de température normale, on mesure les diverses résistances à chaud dont on aura besoin pour la détermination ultérieure du rendement de la dynamo.

3° Rendement global du groupe. — La machine se trouvant toujours dans les conditions de marche et de température normales, on procède à la mesure du rendement total du groupe électrogène.

Ce rendement s'entend entre le distributeur de la turbine et les bornes de la dynamo.

Cette vérification consiste : d'une part, à mesurer le volume d'eau débité par seconde, et la pression en valeur absolue agissant sur la roue tournante, ce qui donne la puissance brute; d'autre part, la dynamo débitant à pleine charge sur un circuit extérieur approprié, à mesurer la puissance électrique dépensée entre ses bornes.

Le quotient de la puissance nette par la puissance brute donne le rendement global du groupe.

4° Essais de la dynamo. — a). *Chute de tension.* — Dans une série d'essais effectués sur un alternateur, c'est ici que se place cette vérification, si le marché d'achat comporte une garantie y relative.

b). *Rendement de la dynamo.* — Ce rendement se détermine, la dynamo étant séparée de sa turbine. On ne peut guère le déterminer que par la méthode générale dite des « pertes séparées ».

Les pertes dans les enroulements se déduisent des résistances déjà mesurées et des constantes déjà vérifiées.

Les pertes dans le fer et par frottement se déterminent par diverses méthodes dont nous nous occuperons en un autre article.

5° Rendement de la turbine. — Il est impossible de déterminer directement le rendement de la turbine. On le déduit donc du rendement global R_g et du rendement de la dynamo R_d :

$$R_{\text{turbine}} = \frac{R_g}{R_d}$$

6° Essais divers. — Sous ce titre on place les vérifications d'ordres divers se rapportant aux différents types de machines en présence desquels on peut se trouver : essais d'emballement; essais de régulation; mesure du courant de court-circuit, etc.

Notre but n'est évidemment pas de nous arrêter sur le détail de ces essais que la plupart de nos lecteurs connaissent au moins théoriquement, s'ils n'ont pas eu à les réaliser. Nous nous proposons d'insister sur deux points seulement qui méritent une attention spéciale, lesquels sont :

1° La réalisation pratique du circuit de mise en charge de la dynamo, sujet de cet article.

2° La détermination du rendement de la dynamo par une méthode commode et sûre, et qui fera l'objet d'une étude suivante.

RHÉOSTAT DE MISE EN CHARGE D'UNE DYNAMO DE GRANDE PUISSANCE

Lorsqu'on procède aux essais de réception d'un groupe électrogène, le circuit sur lequel la dynamo est appelée ultérieurement à fournir sa puissance, n'est généralement pas apte à absorber la totalité de cette puissance.

Or, plusieurs essais exigent le fonctionnement à pleine charge de la dynamo. On est donc obligé de créer un circuit spécial absorbant la totalité de la puissance disponible, c'est à-dire d'établir un rhéostat de dimensions appropriées.

La construction de ce rhéostat n'offre pas de difficultés très grandes si la génératrice est de faible puissance (100 chevaux et moins par exemple). Mais lorsque la puissance à dépenser est de l'ordre de grandeur de celle des groupes électrogènes employés aujourd'hui (300 à 1200 chevaux) il devient plus difficile d'établir un rhéostat peu encombrant d'un fonctionnement stable et ne présentant pas d'échauffement anormal.

Différentes classes de rhéostats. — On peut les grouper :

1° Suivant la nature du courant : courant continu; courant alternatif.

2° Suivant la tension de la dynamo : Basses tensions jusqu'à 250 volts (électrolyse, électrométallurgie, tranpor d'énergie à double transformation). — Moyennes tensions de 250 à 600 volts (dynamo de traction à courant continu).

Hautes tensions, au-dessus de 600 volts (transport d'énergie à haute tension directe).

Les rhéostats du premier groupe ne diffèrent entre eux que par le choix des matériaux et la disposition des conducteurs. En effet, le rhéostat de mise en charge est non seulement destiné à absorber la puissance totale de la dynamo mais aussi à donner une mesure exacte et commode de cette puissance, à l'aide du simple produit de la tension aux bornes par l'intensité. Il faut donc, dans les rhéostats à courants alternatifs, supprimer toute self-induction, c'est-à-dire avoir un facteur de puissance égale à 1. Cette condition n'est pas toujours facile à remplir.

Nous verrons plus loin les dispositions à prendre pour y arriver autant que possible.

Nous pouvons donc passer de suite au second groupe :

1° Rhéostat pour basses tensions.

Calcul du rhéostat. — On se trouve en présence d'un courant de grande intensité sous un bas voltage. Le calcul de sa résistance : $R = \frac{V}{I}$ montre tout de suite que celle-ci est très faible puisque V est petit et I très grand. Si l'on voulait constituer le rhéostat à la façon ordinaire, c'est-à-dire en dissipant par l'air ambiant la chaleur dégagée on serait conduit à une section énorme, pour avoir une surface de refroidissement suffisante, l'air etant comme on le sait, relativement mauvais conducteur de la chaleur. D'où un rhéostat coûteux et très encombrant.

On est tout naturellement conduit à chercher une meilleure façon d'absorber les calories dégagées.

L'idée d'une circulation d'eau autour des conducteurs s'impose de prime abord, et c'est la meilleure que l'on puisse réaliser : d'abord à cause de la grande chaleur spécifique de l'eau qui donne une valeur relativement faible au débit nécessaire pour absorber les calories dégagées; ensuite parce que l'eau étant pratiquement isolante dans le cas des basses tensions, pourra, sans inconvénient, baigner directement les conducteurs et par suite entrer en contact intime avec eux.

En principe, on placera les conducteurs dans un récipient de forme appropriée où l'on fera circuler de l'eau froide.

Nous possédons la résistance du rhéostat à sa température normale. On peut lui faire atteindre telle température que l'on voudra entre la température de l'eau à son entrée et 100°. C'est une question de débit. Il sera bon, toutes les fois qu'on le pourra, de faire circuler l'eau en grande abondance, de façon à ce que la température ne s'élève pas sensiblement. Si pourtant on ne possédait qu'un débit limité, on calculerait la température atteinte par la formule :

$$T = \frac{n}{L} + t$$

dans laquelle T représente la température atteinte; t la température de l'eau à son arrivée ; L le débit en litres : seconde ; n le nombre de calories dégagées par seconde.

Ou inversement, si l'on ne veut pas dépasser une température donnée, on calculera le débit : $L = \frac{n}{T - t}$

De toutes façons on connaît la résistivité ρ du métal employé.

L'équation $R = \rho \frac{\mathcal{L}}{s}$ nous laisse deux inconnues : $\mathcal{L}$, la longueur du rhéostat et s sa section.

On fixe la section s telle que : Densité du courant $= \frac{I}{s}$.

Cette densité du courant est donnée par l'expérience. On peut atteindre 50 ampères par millimètre carré. La section une fois déterminée, on calcule facilement la longueur $\mathcal{L}$.

La forme à donner à la section prend une très grande importance. Le bon refroidissement dépend, en effet, de la surface de contact du métal avec l'eau, ce qui conduit à prendre le maximum de surface de contact pour la section adoptée.

Cette considération conduit à employer comme conducteurs des bandes de métal à faible épaisseur. Toutefois, cette épaisseur doit être encore suffisante pour conserver à la bande une certaine résistance mécanique. On ne descend pas au-dessous de 1/2 millimètre. On calcule, pour être certain d'avoir un bon refroidissement, la surface de contact avec l'eau. Elle doit être au moins de 0,6 à 1 décimètre carré par kilowatt dépensé. On concilie autant que possible cette condition avec la résistance prévue.

Construction du rhéostat. — On choisit le métal suivant le genre de courant qui doit traverser le rhéostat. Le meilleur métal est, naturellement, un de ces alliages servant à la construction des rhéostats ordinaires et qui ont une grande résistivité et un faible coefficient de conductibilité calorifique. Le maillechort est, comme on le sait, le plus répandu de ces alliages. Mais indépendamment de son prix assez élevé, on le trouve difficilement en feuilles ou en bandes d'épaisseur voulue.

Le fer, quoique trois fois moins résistant, est souvent employé à cause de son bon marché et de la facilité avec laquelle on le trouve en tôles de toutes épaisseurs.

Cependant, dans le cas du courant alternatif, il faut prohiber son emploi, parce que sa présence seule crée un décalage dans le circuit, décalage qui n'est pas négligeable, maintes expériences l'ayant démontré.

Le récipient à circulation d'eau sera, commodément, un bac carré ou rectangulaire, B, construit en bois de chêne de préférence (fig. 1) et posé devant la dynamo sur des madriers. La *ou* les bandes métalliques CC, composant le rhéostat seront placées de champ et maintenues par des peignes de bois P. Il faut avoir grand soin de laisser les fentes assez larges pour que la bande n'y soit pas serrée et que l'eau puisse y circuler.

Pour éviter la self-induction, on place les deux bornes *bb*, du rhéostat aussi près que possible l'une de l'autre. Les conducteurs de polarité opposée sont disposés côte à côte et de telle façon qu'ils forment une boucle étroite. Cette disposition est essentielle et doit être rigoureusement observée.

Afin de pouvoir régler la longueur du conducteur, on shunte l'extrémité de la boucle étroite à l'aide d'une pièce massive en bronze, S, ayant comme largeur la distance des lames. Ce shunt est maintenu par des brides extérieures et deux forts boulons assurant un serrage parfait.

Le dispositif de la circulation d'eau est surveillé d'une façon spéciale. Nous avons vu que l'on pouvait se contenter

d'un débit limité maintenant la température du rhéostat à un certain chiffre (en dessous de 100° bien entendu). Mais, en pratique, on a grand intérêt à ne pas laisser la température s'élever et à refroidir le plus possible les conducteurs. Ce faisant, on n'a pas à craindre de variations de résistance. Avec un débit limité, quoique suffisant théoriquement, il peut se faire, au contraire, que certaines parties du rhéostat soient insuffisamment refroidies ; il s'établit alors une grande différence de température entre le métal et l'eau, différence qui amène une sorte de caléfaction isolant le métal du contact direct de l'eau ; le conducteur est porté au rouge en quelques secondes, grâce à la très haute densité de courant admise, il peut même entrer en fusion et se rompre. Cette rupture a pour conséquence immédiate un emballement soudain de la dynamo qui peut être très dangereux.

On pare à ces inconvénients en introduisant l'eau de refroidissement, prise sous pression dans la conduite, par un tuyau de plomb T, percé d'un grand nombre de trous, Les jets étant dirigés sur tous les points du bac maintiennent le liquide continuellement en agitation.

L'eau est évacuée par un trop-plein D, dans le canal de fuite de l'usine. On pourrait se servir de siphons, mais ceux-ci sont longs à régler et en se désamorçant intempestivement, provoquent de désagréables inondations.

La liaison du rhéostat avec les bornes de la dynamo se fait avec des lames de cuivre ou des câbles nus. Comme il s'agit d'une installation provisoire, on calcule la section de ces conducteurs à raison de 3 ou 4 ampères par $^{m}/m^{2}$. Les lames de cuivre sont préférables pour le courant alternatif parce qu'elles permettent d'entrecroiser les conducteurs de polarité opposée, ce qui réduit la self-induction.

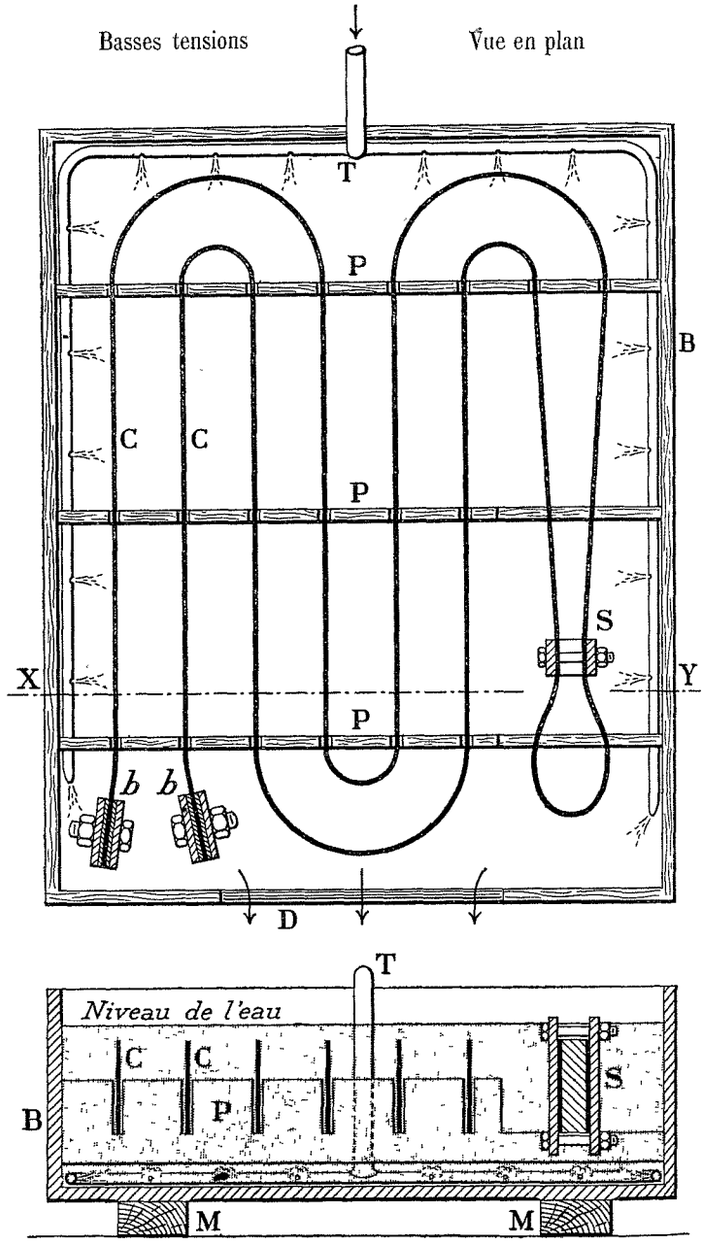
La distance du rhéostat aux bornes de la machine sera naturellement réduite au minimum pour diminuer l'encombrement et la difficulté de montage des conducteurs.

La connexion aux bornes de la dynamo n'offre aucune difficulté. Le serrage des lames avec les extrémités du rhéostat doit être fait avec beaucoup de soin. A cet effet, on emploie avec succès un gros boulon traversant les plaques et la lame du rhéostat en même temps que deux contre-plaques massives en fer ou en bronze. Le tout est, cela va sans dire, plongé dans l'eau de circulation.

L'ampèremètre à haute intensité dont on se sert dans les essais est à shunt. Ce shunt est très pesant. On le dispose sur le trajet des conducteurs entre la génératrice et le rhéostat, à l'aide d'un petit échafaudage facile à improviser. Les lames du shunt doivent être placées de champ pour assurer le refroidissement par circulation d'air.

Dispositions particulières. — Les rhéostats à courant continu sont les plus simples à construire parce qu'on ne se trouve pas gêné par la self-induction. L'emploi du fer permet d'avoir très simplement, avec la tôle du commerce, une bande métallique de largeur et de longueur voulues. On sait que les tôles sont livrées en feuilles de 1^{m} à 2^{m}. Pour y découper une bande sans déchets on choisit une largeur qui soit un multiple exact de 100 (c'est-à-dire 5, 10, 12,5, 20, 25, etc.). La section imposée, variant dans des limites assez larges (puisque fixée par la densité du courant), on pourra toujours choisir une de ces largeurs en prenant une épaisseur convenable entre 5 et 10/10 de millimètres. La largeur étant choisie, on vérifie si la surface de refroidissement est suffisante.

Fig. 1. — RHÉOSTAT A CIRCULATION D'EAU



Coupe transversale suivant X Y du plan

LÉGENDE : **B**, Bac en bois — **C**, Bandes métalliques. — **P**, Peignes en bois. — **S**, Shunt. — *b*, Bornes. — **T**, Tuyau d'alimentation. — **D**, Déversoir. — **M**, Supports.

Supposons que cette largeur soit de 20 centimètres. Avec des cisailles on découpe la feuille de tôle comme l'indique la figure ci-contre (fig. 2). En prenant CB comme charnière on plie la bande 1 sur la bande 2 ; on replie ensuite la bande 1 extérieurement avec BA' comme charnière, ce qui place les deux bandes dans le prolongement l'une de l'autre. On plie de la même façon la bande 2 à la suite de la bande 1 et ainsi de suite. On obtient finalement une bande de tôle continue et sans coupures. Les plis sont fixés avec de petits rivets. Si la longueur obtenue n'est pas suffisante, on plie une seconde feuille de la même façon et l'on rive et soude à l'étain les deux bandes ainsi obtenues.

Une solution également très simple consiste à employer des rails ou des fers de profils quelconques que l'on peut posséder. On les accouple en tension ou en quantité pour avoir la résistance voulue. Comme il serait difficile et encombrant d'avoir un bac capable de les contenir, on se contente d'allonger les conducteurs dans le canal de fuite de l'usine. Mais il faut que ce canal de fuite soit à proximité de la dynamo, sous peine d'installer un circuit de grande longueur, incommode lorsqu'on opère sur des milliers d'ampères.

On peut évidemment se passer d'un bac en plaçant, de la même facon, les bandes métalliques dans le canal de fuite. Le refroidissement est parfait. Mais un grave inconvénient survient, dû à l'ensablement rapide du rhéostat si l'eau n'est pas très bien décantée. Cette action amène immanquablement la rupture du rhéostat et l'emballement de la dynamo.

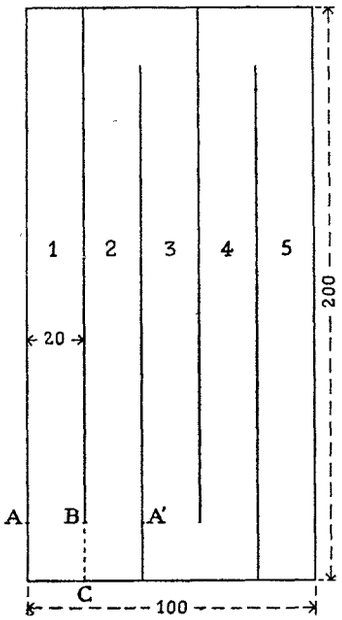


Fig. 2

Les rhéostats à courants polyphasés se calculent et se montent de la même façon. Pour les courants biphasés on peut monter, soit deux bacs séparés, soit un seul bac à trois conducteurs avec retour commun.

Les rhéostats à courants triphasés se montent commodément en étoile : les trois conducteurs égaux sont disposés côte à côte dans le canal de fuite ou dans le bac; les trois extrémités sont simplement serrées ensemble et le réglage est très facile.

Exemple. — A titre d'exemple, nous donnons ci-après les dimensions d'un rhéostat à haute intensité que nous avons eu l'occasion d'étudier.

Puissance absorbée : 70 volts × 12340 ampères, soit 864,800 kilowatts.

Résistance : 0,00568 ohm.

Métal employé : trois bandes de maillechort de 7/10 de millimètre sur 120 millimètres, en parallèle.

Résistivité : 26,5 microhms cm. à 20°.

Longueur : $5^{m}50$ environ (un peu plus que la longueur suffisante pour le réglage).

Dimensions du bac : $1^{m}50 \times 1^{m}50 \times 0^{m}30$.

Densité de courant dans le maillechort : 52 ampères par millimètre carré.

Surface de refroidissement : 0,5 dm.² par kilowatt.

Circulation d'eau : 20 à 30 litres par seconde.

La température du rhéostat ne s'élevait pas d'une façon sensible au toucher.

2° Rhéostat pour moyennes tensions.

Comme nous l'avons dit, ces tensions sont surtout représentées en courant continu par les dynamos de traction, dont le voltage est de 5 à 600 volts.

Qu'il nous soit permis de faire une remarque intéressante sur la puissance de ces machines. La puissance des dynamos de tramways est, *en général*, comprise entre 200 et 350 kilowatts. Ce sont, en effet, les puissances les plus commodes pour les groupes électrogènes constituant une station de tramways électriques. On a peu d'intérêt à installer des machines de plus grande puissance étant donné l'utilisation assez variable de l'énergie avec les heures de la journée. Il en résulte que l'intensité du courant est presque toujours comprise entre 400 et 700 ampères.

Dès lors, on peut constituer un rhéostat à circulation d'eau avec un conducteur relativement peu volumineux, un simple fil de fer d'un diamètre suffisant. En effet, si l'on admet 40 amp. par mill.², un fil de 5 mill. de diamètre peut recevoir un courant de 800 ampères. Le conducteur est, cela va de soi, d'une assez grande longueur, en raison du voltage plus élevé que dans le cas précédent.

Aussi, pour éviter de construire un bac de trop grandes dimensions, on divise le rhéostat en plusieurs sections mises en tension. Il est commode d'utiliser, par exemple, en guise de récipients, des fûts défoncés d'un bout, dans lesquels on place le fil du rhéostat roulé en spirale de grand diamètre.

La circulation d'eau est établie comme précédemment avec une arrivée d'eau froide pour chaque récipient. Cette division du rhéostat présente, en outre, l'avantage de rendre impossible les courts circuits directs à l'intérieur de l'appareil improvisé.

Les mêmes précautions sont à prendre en ce qui concerne les dispositions générales du rhéostat; mais en raison de l'intensité plus faible on peut éloigner l'appareil de la génératrice et le placer à l'extérieur du bâtiment.

Souvent aussi on s'arrête à un autre genre de rhéostat : Le rhéostat *électrolytique*. La résistance est constituée par une série de bacs primitifs contenant deux électrodes qui plongent dans une solution saline.

Ces bacs peuvent également être constitués par des tonneaux défoncés. On les accouple en série et en quantité, c'est-à-dire qu'on divise le circuit en plusieurs branches comprenant chacune un nombre suffisant de bacs et de résistance totale telle que chacune de ces branches reçoive 60 à 80 ampères. La solution électrolytique peut être formée par du carbonate de soude, ou tout autre produit bon marché dont l'électrolyse ne donne pas de gaz gênants. Les électrodes sont des lames de cuivre, ou au besoin des tronçons de rails ou de barres de fer.

Ce rhéostat remplit bien son office dans des essais de courte durée; mais il ne saurait convenir à une marche prolongée. La solution s'échauffe très vite, se charge de substances étrangères qui en modifient la conductibilité et provoquent par suite des variations de régime.

Malgré sa rusticité et les petits désagréments qu'elle comporte, ce rhéostat peu coûteux est souvent utilisé pour les essais de machines dans les stations centrales de tramways.

3° Rhéostat pour hautes tensions.

Les dynamos à *très* haute tension directe sont encore peu employées par l'industrie hydro-électrique, mais on rencontre très fréquemment des groupes électrogènes fournissant du courant aux tensions de 2000 à 5000 volts.

Il ne faut pas songer à mettre en charge ces dynamos sur un rhéostat métallique quel qu'il soit. La difficulté d'isolement et la longueur énorme du conducteur qui serait nécessaire sont des obstacles qui s'opposent à sa réalisation.

On tourne la difficulté en se servant, comme conducteur, de l'eau ordinaire qui, en se renouvelant par une adduction convenable, refroidit le rhéostat en emportant les calories dégagées.

Voici la description d'un rhéostat à haute tension de ce genre que nous avons vu employer avec succès :

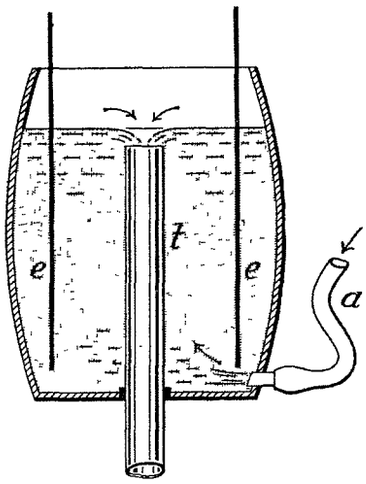


Fig. 3

Le bac (fig. 3) est un tonneau ordinaire soigneusement isolé par un plancher supporté lui-même par des isolateurs à triple cloche. Verticalement, sont placées deux électrodes rectangulaires *e* en cuivre, reliées aux fils de ligne isolés avec soin. L'arrivée de l'eau se fait par un tuyau de caoutchouc descendant jusqu'au fond du tonneau ou relié à une ouverture pratiquée au bas. Un tube *t* en matière isolante, traverse le fond et s'élève suivant l'axe du tonneau sur toute sa hauteur. Ce tube servant de déversoir peut se mouvoir verticalement. De cette façon, on règle le niveau de l'eau dans le tonneau et par conséquent la résistance, sans avoir à toucher aux conducteurs ce qui évite tout danger. Le débit de l'eau est réglé de telle manière que la température du rhéostat ne s'élève pas d'une façon anormale.

Le tube de réglage se manœuvre commodément par le haut à l'aide d'une corde et d'un petit mouffle. On a soin d'intercaler sur la corde un isolateur à haute tension.

L'appareil étant ainsi disposé, on procède de la manière suivante au réglage.

On place les deux électrodes à une certaine distance et on relève le tube-déversoir de facon à diminuer progressivement la résistance, en partant de la résistance infinie, jusqu'à ce que la dynamo soit en charge. Si la course du tube n'est pas suffisante, c'est que les électrodes sont trop éloignées. Il faut arrêter, les rapprocher et recommencer à relever le tube-déversoir jusqu'à ce que la résistance voulue soit atteinte. Il y a intérêt à admettre une densité de courant assez faible à la surface des électrodes.

Ce rhéostat ne présente pas de self-induction, avantage précieux pour les essais en courant alternatif.

Pour les essais en courants triphasés, il faut monter trois rhéostats semblables et rendre solidaires les tuyaux de réglage, de façon à répartir également la charge sur les phases.

Trois électrodes réunies entre elles constituent le point neutre, et les trois autres, les trois bornes du rhéostat. La même canalisation d'eau sur laquelle on branche trois tubes de caoutchouc, alimente le rhéostat.

Nous avons vu fonctionner, d'une façon satisfaisante, plusieurs rhéostats de ce genre sous 5.000, 7.000 et même 12.000 volts.

Telles sont les premières indications que nous avons crû utile de donner à ceux qui, n'étant pas techniciens, auraient à faire exécuter des essais de réception de groupes électrogènes. Elles montrent qu'avec un peu d'ingéniosité et de précautions, il est toujours possible de procéder convenablement à ces essais.

(A suivre)

Philippe GIRARDET,
Ingénieur-Electricien, I. E. G.

LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

en France et à l'Etranger

INFORMATIONS DIVERSES

La Mission officielle pour l'étude des Forces hydrauliques.

On se rappelle l'information suivante publiée à la fin du mois dernier par les journaux quotidiens :

« M. Mougeot, ministre de l'Agriculture, vient d'instituer « une mission chargée de faire l'inventaire des hautes chutes « en pays de montagne et d'étudier les questions relatives à leur « utilisation en vue de la production de la force motrice. Le « Ministre veut se mettre en mesure de pouvoir renseigner avec « précision les intéressés, services publics et particuliers, sur « l'importance des réserves de force motrice que représente « chaque cours d'eau.

« A la tête de la mission sont placés deux ingénieurs en chef « des Ponts et Chaussées, M. René Tavernier, résidant à Lyon, « et M. R. de la Brosse, en résidence à Grenoble, déjà spécialement chargés de l'étude des grandes forces hydrauliques.

« La mission s'occupera d'abord de la région des Alpes, puis « elle étendra ses opérations aux Pyrénées, au Massif central et « successivement aux autres massifs montagneux de la France « continentale. »

Or, que signifie cette vague information? Sa rédaction est telle qu'on ne sache pas du tout à quoi s'en tenir sur les intentions du ministre. S'agit-il seulement d'un rapport général sur les forces hydrauliques de nos pays de montagnes? Est-il, au contraire, question d'entreprendre un cadastre complet et détaillé de nos cours d'eau industriellement utilisables?

Ces deux questions viennent tout naturellement à l'esprit de ceux qui suivent de près les choses de la Houille blanche et l'équivoque nous inspire de la méfiance à l'égard des dessein du ministre. C'est qu'en effet, cette décision apparaissant juste après le Congrès des Travaux publics où les projets de loi officiels sur les chutes d'eau ont été si vigoureusement combattus, on est fondé à admettre que les partisans des propositions gouvernementales veuillent prendre leur revanche. Certes, il serait exagéré de dire qu'on nous a habitués à cette façon d'agir, mais enfin, il nous semble qu'un précédent existe, celui