

Des centrales automatiques à plusieurs groupes et des turbines à plusieurs distributeurs

Autor(en): **Salgat, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **97/98 (1931)**

Heft 17

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-44680>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Des centrales automatiques à plusieurs groupes et des turbines à plusieurs distributeurs. — Reiseindrücke aus den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika. — Mitteilungen: Die Knicksicherheit des Eisenbahngleises. Fortschritte in der Metallurgie des Bleies. Neue Strassenbrücke über die Maggia bei Locarno. Eine

Studienreise nach der Zudersee. Ingenieurtagung in Winterthur. Eidgenössische Kommission für Mass und Gewicht. — Nekrologe: August Burckhardt. Louis Dufion. — Mitteilungen der Vereine: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Technischer Verein Winterthur.

Band 97

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 17

Des centrales automatiques à plusieurs groupes et des turbines à plusieurs distributeurs.¹⁾

Par F. SALGAT, Ingénieur aux Ateliers des Charmilles S. A., Genève.

La présente étude a pour objet: 1° de déterminer le procédé de réglage automatique capable de réaliser le meilleur rendement possible, à toutes les charges, d'une turbine ou d'une installation comportant plusieurs distributeurs; ce procédé qui permet en outre la marche en parallèle par une répartition toujours convenable de la charge sur les machines en service, est applicable en particulier aux centrales automatiques à plusieurs groupes; — 2° de décrire une des centrales automatiques où ce procédé est utilisé, soit celle à deux turbines hydrauliques des Tréfileries Réunies de Bienne.

On remarquera que le procédé étudié peut s'appliquer avec avantage aux centrales sous surveillance, surtout si leur charge est assez variable, au même titre qu'on y utilise l'automatisme dans d'autres cas, comme celui du réglage de la vitesse.

Il peut être intéressant de noter que les principes auxquels nous parviendrons sont indépendants d'un genre particulier de machine, c'est-à-dire que, quoique nous traitons plus spécialement des turbines hydrauliques, ils sont susceptibles de s'appliquer avec les mêmes avantages, par exemple, à des groupes de pompes ou aux groupes de tuyères d'une turbine à vapeur.

CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES.

On sait qu'il faut, entre autres choses, d'une part qu'une usine, quelle qu'elle soit, travaille à toute charge avec le meilleur rendement possible, et d'autre part que le fonctionnement automatique conduise à une réduction des frais d'exploitation et à un service meilleur au double point de vue de la production et de la sécurité de marche. On est donc en droit d'attendre qu'un fonctionnement complètement automatique soit au moins aussi bon que celui qui découlerait d'un service manuel parfait correspondant au même programme de marche et cela sur les six points principaux suivants, établis pour une usine électrique: 1° Mise en marche. — 2° Mise en parallèle s'il y a lieu et charge des machines. — 3° Exploitation de la chute et du débit disponible. — 4° Exigence de la répartition de la charge dans le cas de la marche en parallèle. — 5° Arrêt. — 6° Sécurité.

De ce qui est dit au début, il résulte que notre intention est de nous occuper plus particulièrement des points 3° et 4° dans le cas d'une installation comportant plusieurs distributeurs, qu'ils fassent ou non partie d'une même turbine.

Pour que l'exploitation de la chute soit la plus favorable, on sait qu'il faut répartir la charge sur un nombre variable de distributeurs, de façon qu'ils travaillent autant que possible dans la région de leur meilleur rendement, c'est-à-dire aux grandes ouvertures. Pour deux distributeurs égaux, on a un diagramme des rendements tel que celui de la fig. 1; la courbe A donne le rendement avec un seul distributeur en action, et la courbe B celui avec les deux (la courbe en trait mixte se rapporte à un paragraphe ultérieur). La ligne en trait fort donne le rendement le

plus favorable possible pour chaque charge. Elle présente en C un point singulier correspondant à la puissance N_C pour laquelle doit se faire le passage du fonctionnement avec un distributeur à celui avec les deux. Cette puissance sera ainsi réalisée soit avec l'un d'eux ayant un degré d'ouverture a_C , soit avec les deux ayant chacun un degré d'ouverture $\frac{1}{2} a_C$ (fig. 2).

Ce fait caractérise un changement complet de la manière de fonctionner des deux distributeurs suivant que la charge est supérieure (ou au moins égale) à N_C ou qu'elle lui est inférieure (ou au plus égale). Ce changement concerne tant la répartition de la charge totale sur le nombre de distributeurs en service que ce nombre lui-même. Pour avoir un fonctionnement complètement automatique, il faut que ce changement se fasse automatiquement et on peut poser une première règle: *Pour que plusieurs distributeurs de turbine fonctionnent automatiquement avec le meilleur rendement possible, quelle que soit la charge totale, il faut qu'il y ait passage automatique complet d'une manière de fonctionner à une autre, lorsque la charge atteint la valeur pour laquelle il y a intersection de leurs courbes de rendement.*

Il y a lieu de bien remarquer d'une part que cette règle s'applique à un ensemble de distributeurs pouvant être répartis de façon quelconque sur plusieurs turbines, celles-ci pouvant elles-mêmes être réparties entre plusieurs usines; d'autre part que le passage d'une manière de fonctionner à une autre doit s'effectuer complètement, même si la charge conserve la valeur N_C dès qu'elle l'a atteinte.

Il arrive fréquemment que les machines d'un système différent, soit par leur grandeur, soit même par leur courbe de rendement en fonction de la charge relative; dans ces cas le fonctionnement le plus favorable exige alors une répartition variable de la charge et parfois le remplacement d'une des machines en fonction par une autre qui jusque là n'était pas en fonction: cela constitue autant de manières de fonctionner.

Fig. 1. Diagramme du rendement la plus favorable avec deux distributeurs égaux.

Si les deux distributeurs appartaient à une turbine qui soit toujours indépendante et dont la loi de vitesse en fonction de la puissance n'a pas à être continue, il pourrait être suffisant de satisfaire à la règle ci-dessus; mais si la machine, ou les machines auxquelles appartiennent les distributeurs doivent marcher en parallèle avec d'autres, ce qui est le cas général, il faut encore satisfaire à une autre condition.

Représentons (fig. 3) la vitesse de régime en fonction de la course du premier distributeur, pour le cas où le mécanisme d'asservissement serait lié au mouvement du vannage de ce distributeur. Ce pourrait être le cas d'un ensemble de deux turbines dont le tachymètre de l'une d'elles règle la vitesse lorsque toutes deux sont en fonc-

¹⁾ Primitivement cet article avait uniquement pour objet la description de la centrale automatique de Boujean, appartenant aux Tréfileries Réunies de Bienne, et devait être écrit en collaboration avec le regretté professeur Arthur Rohn du Technicum de Bienne. Celui-ci avait déjà préparé un brouillon partiel que nous avons utilisé pour l'introduction de notre dernière partie.

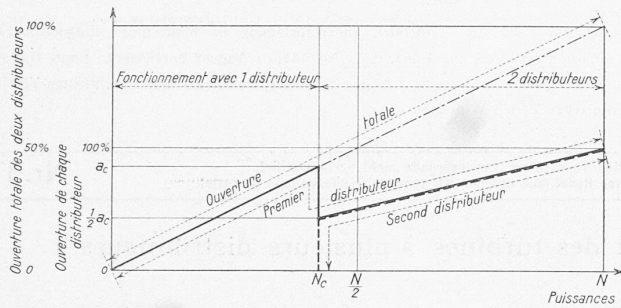


Fig. 2. Diagramme d'ouverture pour le rendement le plus favorable avec deux distributeurs égaux.

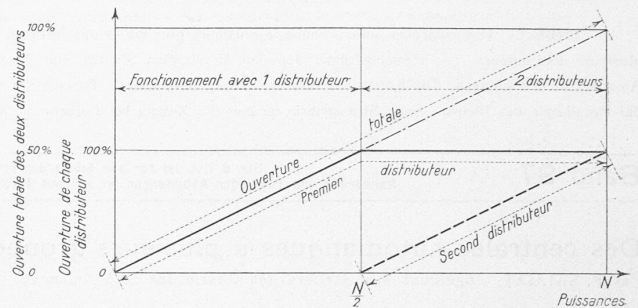


Fig. 6. Diagramme d'ouverture successive de deux distributeurs égaux.

tion. Au moment où la charge N_c est atteinte, il y a passage, par exemple, du fonctionnement avec un distributeur à celui avec les deux. L'ouverture du premier diminue alors de a_c à $1/2 a_c$, la vitesse monte de n' à n'' . Si on trace le diagramme de vitesse en fonction de la charge totale des deux distributeurs, on aura la ligne a de la fig. 4. On voit de suite qu'elle ne permet pas une marche en parallèle correcte avec d'autres installations.

Dans les centrales sous surveillance, on peut agir à la main sur la vitesse, ou mieux sur le statisme, de façon à rétablir la continuité de la courbe de la vitesse en fonction de la charge totale selon la ligne b de la fig. 4. Pour avoir un fonctionnement automatique, il faut que la continuité soit réalisée automatiquement; on peut donc poser une deuxième règle: *Pour qu'un ensemble de plusieurs distributeurs fonctionnant selon la première règle et marchant en parallèle avec d'autres, conserve automatiquement une même fraction de la charge totale de toutes les machines en parallèle, il faut qu'on ait une courbe continue de la vitesse en fonction de la charge, quel que soit le nombre de distributeurs ou de machines en service et quelle que soit la façon dont la charge est répartie entre eux.*

Nous avons ainsi déterminé les deux conditions nécessaires et suffisantes auxquelles doit satisfaire un automatisme bien conçu de plusieurs distributeurs. Il est notamment évident qu'il les faut remplir pour réaliser de façon pleinement satisfaisante des centrales automatiques à plusieurs groupes.

Pour satisfaire à la première règle, il faut que chaque changement dans la manière de fonctionner d'un ensemble de distributeurs se fasse automatiquement et brusquement lorsqu'est atteinte la valeur de la charge pour laquelle le changement doit se faire. Pour satisfaire à la deuxième, il faut que l'asservissement du tachymètre fixant la vitesse soit réalisée par un mécanisme dont la position correspond à l'ouverture totale des distributeurs et non pas à celle de l'un d'eux seulement.

Les règles que nous avons déterminées et leurs divers modes de réalisation font l'objet de procédés et de dispositifs de réglage brevetés, qui sont appliqués par les Ateliers des Charmilles S. A., Genève.

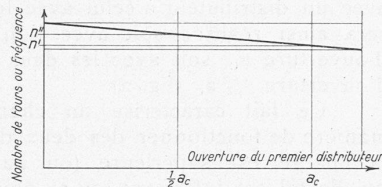


Fig. 3. Diagramme du nombre de tours (ou de la fréquence) en fonction de l'ouverture du premier distributeur.

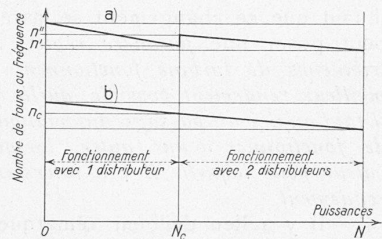


Fig. 4. Diagramme du nombre de tours (ou de la fréquence) en fonction de la charge, a) lorsque l'asservissement dépend de la charge du premier distributeur, b) lorsqu'il dépend de la charge totale des deux distributeurs.

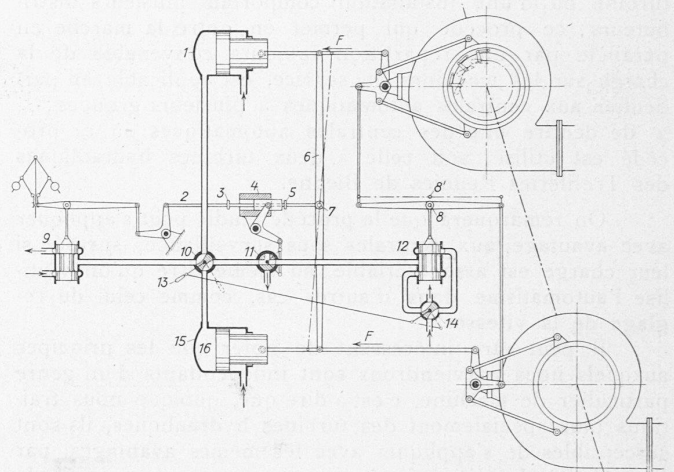


Fig. 5. Schéma de réglage automatique, pour le rendement le plus favorable d'un groupe de deux turbines.

EXEMPLES D'APPLICATION.

Pour illustrer ce qui précède, nous donnerons d'abord deux des très nombreuses applications qui peuvent se présenter. La première concerne un ensemble de deux turbines égales travaillant sur le même arbre et réglées par un seul tachymètre (schéma fig. 5). Il ne s'agirait donc pas nécessairement d'une centrale purement automatique, seul l'ensemble du réglage des deux turbines devrait l'être.

Laisant de côté tout ce qui concerne les servomoteurs et leur fonctionnement ainsi que tout ce qui est inutile à l'explication, nous avons à relever que le tachymètre commande directement le servomoteur 1 et indirectement le servomoteur 15 pour lequel le premier joue le rôle de relais. Le sens de fermeture est donné par les flèches F. La chambre 16 du servomoteur 15 peut, au moyen du robinet 11, être soit reliée à la soupape de distribution 12, soit mise à l'échappement, ce qui fait prendre au distributeur correspondant soit la même position que celle de l'autre distributeur 9, soit la position de fermeture complète. La commande de ce robinet 11 est assurée par un mécanisme 4 à déclenchement brusque qui peut prendre deux positions; celle de la figure correspond au fonctionnement avec les deux turbines, la position opposée correspond au fonctionnement avec une seule. Le passage à cette dernière position depuis la précédente se fait lorsque la butée 5 atteint un point déterminé de sa course; le passage inverse se fait de même par la butée 3. Les points de la course des butées pour lesquels les changements ont lieu, dépendent directement de la puissance de l'ensemble des deux turbines, de façon à réaliser la première règle. En effet les butées sont portées par la tige 2 qui est attachée à un palonnier 6, entraîné par les deux servomoteurs, cette attache étant en un point 7 qui, par sa course, mesure la puissance développée par les deux turbines ensemble. Lorsque les butées atteignent la position de déclenchement, c'est que la puissance N_c est atteinte, par augmentation pour la butée 3 et par diminution

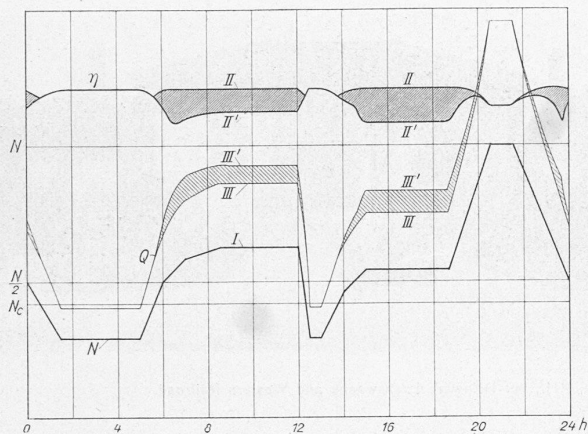


Fig. 7. Diagramme de production journalière d'énergie d'une centrale municipale avec fonctionnement selon les diagrammes fig. 2 et 6.

pour 5. — Le mécanisme d'asservissement du tachymètre est aussi attaché à ce même point 7 en sorte que l'asservissement est proportionnel à la puissance totale, ce qui satisfait à la deuxième règle.

Il y a lieu de remarquer que dès l'instant où la tige 2 atteint la position de déclenchement du mécanisme 4, le passage d'une manière de fonctionner à l'autre a lieu complètement et qu'il est effectué dans le temps très court nécessaire au déplacement des divers organes de réglage.

En cas de décharge brusque d'une puissance supérieure à N_c à une puissance inférieure, la fermeture aura lieu comme dans le cas ordinaire de deux distributeurs commandés simultanément, avec cette seule différence que le second sera fermé complètement et que le premier prendra l'ouverture correspondant à la nouvelle puissance. L'augmentation de la puissance développée pour faire face à une charge d'une puissance inférieure à N_c — donc fournie par une seule turbine — à une puissance supérieure devant être fournie par les deux turbines, se fera de la même façon que si les deux turbines étaient toujours ouvertes ensemble. En effet, lorsqu'une seule est en fonction et que la charge N_c est atteinte, son distributeur a l'ouverture a_c voisine de la pleine ouverture, et le second distributeur est complètement fermé; le point 8 est alors en 8', ce qui donne à la soupape 12 la position commandant l'ouverture complète du servomoteur 15, dont le piston se déplacera dès que, la puissance N_c étant atteinte, le robinet 11 sera amené en la position du dessin. Comme le servomoteur 1 est à peu près tout ouvert, le débit d'huile sous pression du régulateur n'alimentera que le servomoteur 15, son piston se déplacera donc deux fois plus vite que si le débit d'huile se répartissait sur les deux servomoteurs, en sorte que l'augmentation de puissance par unité de temps sera la même que si les deux distributeurs s'ouvraient ensemble.

Pour éviter que ce soit toujours la même turbine qui soit la première en fonctionnement et par là qu'elle ait un nombre d'heure de marche plus grand que celui de l'autre turbine, on peut intervertir périodiquement l'ordre de fonctionnement au moyen des robinets 10 et 14 commandés par un même levier 13. On intervertit ainsi d'une part les tuyaux de liaison des soupapes de distribution aux servomoteurs et d'autre part les canaux d'amenée et d'évacuation d'huile de la soupape de distribution 12, de façon qu'étant précédemment commandée par le servomoteur 1 et asservie au servomoteur 15, elle se trouve être commandée maintenant par le servomoteur 15 et asservie au servomoteur 1.

On pourrait prévoir en outre la fermeture et l'ouverture des vannes des turbines, comme on le verra dans l'exemple suivant et dans la description de la centrale de Boujean.

Les avantages de ce procédé de réglage nous paraissent assez évidents pour que nous nous dispensions de les souligner.

Dans le cas des turbines Pelton multiples, auxquelles ce procédé est naturellement applicable, il a été préconisé l'ouverture successive des injecteurs, le second commençant son mouvement lorsque le premier est complètement ouvert et ainsi de suite. Nous voulons comparer ce système et celui que nous avons décrit afin de montrer qu'ici encore, l'avantage de celui-ci est très appréciable.

Le diagramme d'ouverture successive est donné par la fig. 6 et le rendement global par la courbe en trait mixte de la fig. 1; on voit qu'il peut être assez bas, encore que l'exemple choisi n'est pas un des plus défavorables de ceux qui peuvent se présenter. Notre comparaison fait l'objet du diagramme fig. 7. La puissance demandée est donnée par la ligne I (qui correspond à un cas réel), les rendements au point de distribution de l'énergie, tirés de la fig. 1, font l'objet de la ligne II pour ceux du réglage préconisé et II' pour le réglage successif; les débits correspondants sont donnés par les lignes III et III'. On voit que pour une assez notable partie de la journée et pour des puissances importantes, le réglage successif conduit à des rendements sensiblement inférieurs à ceux que l'on est en droit d'attendre. Pour l'améliorer, il a été proposé de commander les pointeaux au moyen de cames, mais en raison des nécessités de leur tracé, l'amélioration est nulle de N_c jusqu'au voisinage de $N/2$, où les différences sont les plus marquées; l'amélioration globale est peu importante.

L'application du système faisant l'objet de la présente étude conduit, dans notre exemple, à une économie d'eau de 5%, c'est-à-dire qu'avec un volume d'eau donné on aurait une production d'énergie égale à celle d'une turbine à réglage successif dont les injecteurs auraient des rendements de 5% plus élevés. Cela représente un supplément de recette à peu près franc de n'importe quelle charge financière, c'est-à-dire une augmentation très importante du bénéfice: par exemple, si celui-ci était de 20%, il passerait à 26%, c'est-à-dire que le bénéfice lui-même augmenterait de 30%. Comme le système de réglage par ouverture successive est le plus favorable connu à ce jour et qu'il n'a été envisagé que pour les turbines Pelton, le système que nous préconisons présente un avantage encore plus important sur le système ordinaire.

Pour les installations devant fonctionner avec des charges variables, il présente en outre l'avantage de diminuer les usures aux faibles ouvertures, qui sont les plus importantes dans les distributeurs surtout.

*

L'extension de l'exemple précédent au cas de plus de deux distributeurs est assez facile à concevoir pour que nous n'en fassions pas l'objet d'une description spéciale. Nous passons donc directement à notre second exemple concernant une centrale automatique à deux groupes, avec régulateur de débit limitant l'ouverture maximum à la valeur permise par le débit disponible.

La solution que nous envisageons (schéma fig. 8) suppose l'utilisation de deux groupes turbines-alternateurs avec régulateurs automatiques de vitesse à servomoteur à pression d'huile dont les pompes sont commandées par moteurs électriques; le régulateur de débit est schématiquement représenté par un flotteur placé sur le niveau d'amont; les turbines sont du type à bêche spirale avec vannes-tiroir à commande hydraulique dont la soupape d'alimentation est placée sous l'action d'un électro-aimant; tous ces organes sont du type habituel. L'appareillage comprend notamment un dispositif permettant l'intervention de l'ordre de marche des groupes. Nous affecterons de l'indice ' les désignations du premier groupe en fonctionnement et de l'indice '' celle du second groupe (qui peut donc être le groupe No. 1). Les flèches F indiquent le sens de fermeture.

L'asservissement est attaché en un point h d'un palonnier entraîné par les mécanismes de réglage des deux groupes; ce point mesure donc la puissance totale.

Parmi les organes auxiliaires nécessaires pour la réalisation du schéma se trouve un arbre o de petit diamètre, commandant le limiteur d'ouverture d'un des régulateurs, ou des deux, comme il sera dit plus loin; il peut être lui-même commandé par le mécanisme de réglage d'un des groupes ou par le régulateur de débit, au moyen des petits servomoteurs p et s qui jouent le rôle d'accouplements: selon qu'ils sont alimentés ou non en huile sous pression, ils permettent ou suppriment l'entraînement de l'arbre o par la tringlerie dont ils font partie; l'alimentation en huile est faite par les soupapes r et t commandées par électro-aimants.

Lorsqu'un groupe étant seul en marche, la puissance atteint la valeur pour laquelle l'autre doit être mis en service, le contact à déclenchement brusque i_0 est fermé, ce qui commande la mise en marche du moteur de la pompe à huile g'' de l'autre groupe. A noter que le régulateur était déjà sous pression d'huile par une liaison à l'autre régulateur; il pourra maintenant fonctionner normalement, sa pompe assurant le débit d'huile nécessaire.

Le contact manométrique f'' monté sur le refoulement de la pompe est alors fermé, ce qui commande l'ouverture de la vanne par l'intermédiaire de l'électro-aimant e' . Lorsque la vanne est suffisamment ouverte pour assurer une bonne alimentation de la turbine, elle ferme le contact b'' , celui-ci libère une soupape de fermeture attelée à l'électro-aimant a'' , soupape qui jusque-là maintenait le distributeur en position de fermeture complète. Ce distributeur s'ouvre donc et la turbine se met en marche. Cette façon de procéder assure toujours une bonne arrivée d'eau à la turbine et évite tout risque d'usure anormale, comme il pourrait s'en produire si des mises en marche ou des arrêts nombreux devaient avoir lieu simplement par la seule manœuvre de la vanne, le distributeur de la turbine restant ouvert pendant l'arrêt. Il est évidemment des cas où cette dernière façon de faire est cependant admissible.

Dès que la turbine tournera, le tachymètre donnera à la vitesse sa valeur de régime, et un système de mise en parallèle automatique, agissant sur le dispositif de changement de vitesse par le moteur c'' , mettra ce groupe en synchronisme, commandera son couplage sur le réseau et agira sur le dispositif de changement de vitesse pour lui faire prendre une position correspondant à une vitesse plus élevée que celle de synchronisme, ce qui tendra à faire ouvrir le vannage.

Entretemps, l'arbre o a été relié au mécanisme de réglage du premier groupe en fonctionnement par un petit servomoteur p' dont la soupape d'alimentation r' est attelée à l'électro-aimant i' . Cet arbre o commande seulement le limiteur d'ouverture du régulateur du second groupe en fonctionnement, car le limiteur du premier groupe est mis hors service par l'inter-

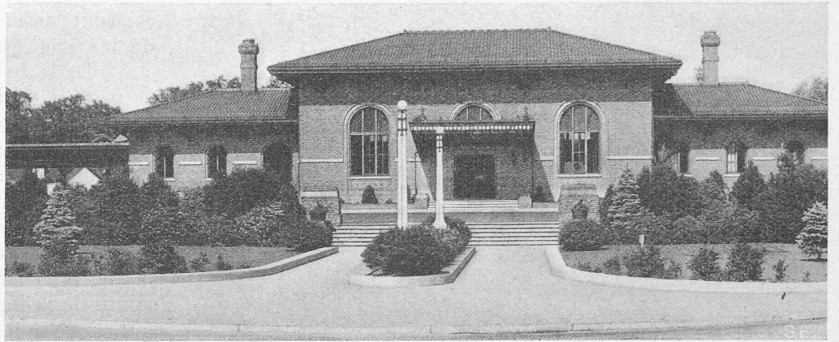


Abb. 12. Station Morrystown, N. J., der Delaware Lackawanna and Western Railroad.

médiaire de l'électro-aimant d' , afin que l'action du tachymètre ne soit pas entravée par les mouvements mêmes du mécanisme de réglage qu'il commande. Dès lors la charge du second groupe est identique à celle du premier.

Au fur et à mesure que le deuxième groupe s'ouvre, il déplace le point h d'un palonnier entraîné par les mécanismes de réglage des deux groupes; ce point mesure l'ouverture totale et, par l'intermédiaire de l'arbre k, agit sur l'asservissement du premier groupe en provoquant une diminution de son degré d'ouverture, sans que la vitesse ait été affectée par toutes ces opérations. En se fermant, le distributeur de la première turbine ramène le point h en arrière, en sorte qu'à la fin de la période de réglage, et en supposant que la charge qui a provoqué la modification n'ait pas varié, la position de l'asservissement sera la même que lorsqu'un seul groupe était en fonctionnement; la vitesse sera donc la même, mais la charge sera répartie également sur les deux groupes. Le fait qu' i_0' sera déclenché ne fera pas fermer le second groupe, car les contacts i_0' et i_1 agissent sur un relais dont le déclenchement n'a lieu que par l'ouverture d'un des contacts i_1 s'ajoutant à celle de i_0' .

Cela se produira si la charge vient à baisser au point que le fonctionnement doit se faire avec un seul groupe; la fermeture du deuxième sera réalisée tout de suite par action sur les électro-aimants a'' de la soupape de fermeture et e'' de la vanne.

Pour empêcher les turbines d'utiliser un débit supérieur au débit disponible, on se sert du fait que le petit arbre auxiliaire k mesure le débit total utilisé, puisqu'il est commandé par h, et que la position du flotteur u mesure le débit disponible. En réunissant ces deux organes par

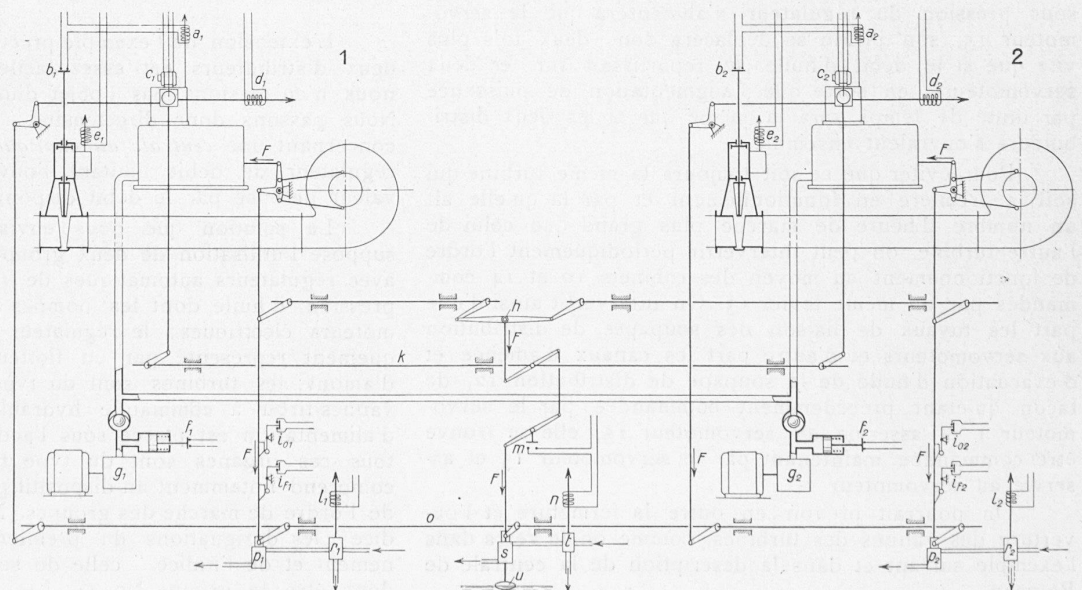


Fig. 8. Schéma du réglage automatique pour le rendement le plus favorable de deux groupes indépendants.



Abb. 13. Untergrund-Bahnhof der Pennsylvaniabahn in New York City.

un dispositif différentiel, on agit sur un contact m de façon que si le débit utilisé vient à être plus grand que le débit disponible, le petit servomoteur s soit alimenté en huile sous pression par la soupape t attelée à l'électroaimant n de façon à mettre l'arbre o sous la dépendance du régulateur de niveau; en même temps l'alimentation du petit servomoteur p' sera coupée et le limiteur d'ouverture du premier groupe sera remis en fonction. Les deux groupes seront alors placés sous la dépendance du régulateur de débit qui limite l'ouverture possible des turbines à la valeur correspondant à l'utilisation du débit disponible. Au-dessous de cette valeur, on aura toujours le réglage normal par le tachymètre.

*

Nous avons montré les règles à observer et les moyens à employer pour réaliser le meilleur rendement ainsi qu'un bon réglage dans le cas de plusieurs distributeurs et dans celui de centrales automatiques à plusieurs groupes. En terminant disons que la réalisation peut se faire de bien des manières différentes dont le choix dépendra des circonstances. A ce propos notons qu'il peut être utile de remplacer l'asservissement tel qu'il est décrit dans les deux exemples ci-dessus par un système dans lequel on satisfait à la deuxième règle posée dans la première partie en modifiant, avec le nombre des machines en service, le rapport des courses du mécanisme d'asservissement. Cela est tout particulièrement indiqué lorsque les turbines ne sont pas dans la même centrale ou sont assez éloignées l'une de l'autre.

Le passage d'une manière de fonctionner à une autre peut être commandé par l'intermédiaire de relais à action différée, pour qu'un changement momentané de la charge soit sans influence. Il peut aussi avoir lieu pour des charges différentes suivant que le passage se fait par accroissement ou par diminution de la charge de façon qu'une petite variation de celle-ci autour de N_c ne provoque pas un changement continu des turbines en service. (A suivre.)

Reiseeindrücke aus den Vereinigten Staaten von Nord-Amerika.

Von Dipl. Ing. A. J. BÜHLER, Sekt.-Chef für Brückenbau der S. B. B., Bern.
(Fortsetzung von Seite 204.)

2. HOCHBAUTEN.

Uebergehend zu den *Bahnhöfen* möchte ich in erster Linie bemerken, dass sie nur für eine Klasse von Reisenden gebaut sind. Wohlthuend berührt es, dass es nur *einen* Wartsaal und nur *eine* Bahnhofswirtschaft gibt. Der harte Kampf der Kolonialzeit hat die Leute vernünftig ge-

macht. Dank der Prohibition konnte ich feststellen, dass die Bahnangestellten die Bahnhofswirtschaften wenig besuchen, also nicht zu deren besten Kunden gehören.

Auf dem Lande und in kleinen Städten sind die Bahnhöfe einfach und auf das Sachliche beschränkt. Oft tragen sie den Charakter eines provisorischen Baues, um vielleicht bei nächster Gelegenheit einer rasch anwachsenden Stadt Platz zu machen. Vielfach sind sie aus Holz und können auch so die wenigen Bedürfnisse weit zerstreuter Farmer befriedigen. Es wäre aber ein Irrtum, zu glauben, dass nicht hervorragende, ja künstlerische Stationsbauten vorhanden seien, die das Kolonialvolk aus alter Liebe zur

Natur durch gärtnerischen Schmuck aufs prächtigste verschönert hat (vergl. z. B. Abb. 12).

In den Grosstädten sind zahlreiche neue Bahnhöfe vorhanden oder werden zur Zeit gebaut, die sicher nicht aus rein sachlichen Erwägungen, sondern eher zu Reklamewecken, allerdings vornehmster Natur, erstellt wurden. Diese Bauten werden zugleich als schönste nationale Monumentalbauten bezeichnet. Den Anfang damit machte die *Pennsylvania-Bahn* mit der Erstellung des Untergrundbahnhofes an der 33. Strasse auf Manhattan (Abb. 13) in Verbindung mit der etwas späteren Fortführung der Linie über die Hell-Gate-Brücke, zwecks Anschluss an die New York-New Haven und Hartford Rd., die nach Boston führt. Der Bahnhof, der betriebstechnisch aus zwei gegeneinander gestellten Kopfbahnhöfen besteht, hat 21 durchgehende Geleise, auf denen heute täglich 700 Züge abgefertigt werden (max. 802 Züge mit 6409 Wagen), obschon die eine Zufahrt unter dem Hudson-River nur zweigeleisig, die andere unter dem East-River viergeleisig ist, wobei an deren Enden die Abstellbahnhöfe sind. Damit zeigt sich auch die absolute Ueberlegenheit der Durchgangsbahnhöfe gegenüber den Kopfbahnhöfen, sofern die besetzten Geleise sofort freigemacht werden können. Der Bahnhof ist im Jahr 1910 eröffnet worden und kostete samt den Zufahrten 800 Mill. Franken. Die Zu- und Abfahrten für Automobile sind im Hinblick auf die Erstellungszeit grosszügig angelegt. Der damalige Präsident der Pennsylvaniabahn, Casatt, berief den Architekten Mc Kim der Firma Mc Kim, Meade and Withe, der mit dem *Pennsylvaniabahnhof* das *Muster der marmornen Bahnhofspaläste schuf*, die nachher in rascher Folge sowohl für den Grand Central Terminal an der 42. Strasse, als auch für die Union Stations in Washington, Chicago, Kansas City, Buffalo, Cleveland usw. als wegweisend angenommen wurden. Einige wenige Bilder mögen von der beinahe fürstlichen Pracht des Aeussern und Innern solcher Gebäude Beweis ablegen, bei denen vielfach italienischer Marmor (Travertin und Botticino) verwendet wurde und zwar auch für die Bodenbeläge (Abb. 14 bis 18). Von den grossen Bahnhöfen möchte ich in diesem Zusammenhang folgende erwähnen:

Der *Grand Central Terminal, New York*¹⁾ ist ein Kopfbahnhof und besitzt 67 Geleise in zwei Stockwerken (Suburban 25 and Express Level 42) (Abb. 15 und 16). Jedes Stockwerk hat eine viergeleisige Zufahrt. Einzelne Geleisegruppen sind durch eine Schleife zu durchgehenden Geleisen verbunden. Es scheint festzustehen, dass die fünf durchgehenden Geleise des Express Level im Betriebe ebensoviel leisten, wie die übrigen Geleise zusammen, da die

¹⁾ Siehe „S. B. Z.“ vom 8. Oktober 1904: „Die Verkehrswege New Yorks“.