

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 52 (1961)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Raisons militant en faveur d'un régleur électrique de vitesse  
**Autor:** Gaden, D.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916830>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

geschlossenen Maschinen gemäss ihrer Statik. Entsprechend der eingestellten Nachstellzeit des Zentralreglers wird eine vorübergehende Frequenzhilfe gewährt, die aber nach einiger Zeit auf 0 abklingt; z. B. bei einer Frequenzsenkung (Fig. 12) wird keine dauernde Leistungsabweichung, sondern nur eine vorübergehende Frequenzhilfe auftreten. Je nach der Nachstellzeit wird die Abweichung länger oder kürzer sein (Kurven 1a, 1, 1b). Der Wasserdurchfluss wird nur unwesentlich gestört. Die Maschine muss nicht mehr an der Öffnungsbegrenzung angestellt werden.

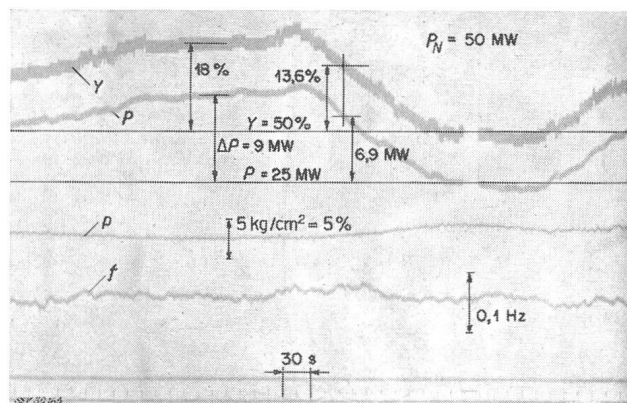


Fig. 15  
Pelton turbine unter Einfluss eines digitalen Netzreglers  
y Stellwert vom Netzregler über Fernmessung; P Maschinenleistung; p Wasserdruck; f Frequenz

Im Zentralregler ist ferner die Einstellung einer geknickten Charakteristik vorgesehen (Fig. 13). Bei Unterschreitung der Frequenz steigt die Leistung entsprechend der Statik des Zentralreglers. Die Leistungszunahme überschreitet aber den eingestellten Wert B nicht, sondern bleibt bei einer weiteren Absenkung der Frequenz praktisch konstant. Die Punkte A und B sowie die Neigungen der Begrenzung-Kennlinien sind einstellbar. Mit dieser Einrichtung wird verhindert, dass bei Laufwerken bei Störungen ein unzuverlässiger Schwall auftritt.

Natürlich kann dieser Regler auch als Frequenz-Leistungsregler oder als astatischer Frequenzregler benutzt werden. Fig. 14. zeigt den Frequenzstreifen eines Netzes, welches mit einem Zentralregler als astatischer Frequenzregler und zwei Maschinen von je 70 MW geregelt wird. Die Leistungsverteilung auf beide Maschinen ist vollständig gleich. Die Frequenz wird in einem Band von 20 mHz gehalten. Auch hier folgt selbst bei einer Sollwertänderung von nur 2/100 Hz die Netzfrequenz ganz genau.

Der übergeordnete Regler hat den Vorteil, dass eine zentrale Einstellung von Leistung, Frequenz, Statik und Dämpfung der angeschlossenen Maschinen möglich ist, so dass das Kraftwerk als Einheit gegenüber dem Netz betrachtet werden kann.

### Der elektrische Turbinenregler unter Einfluss eines Netzreglers

Für höhere Anforderungen wird man einen zentralen Netzregler verwenden, der den Stellbefehl auf die verschiedenen Maschinen an mehrere Maschinenhäuser abgibt.

Dank dem niedrigen Leistungsniveau und der einfachen Anpassungsfähigkeit der Stabilisierung, eignet sich der elektrische Regler ganz besonders für diesen Betrieb. Für eine Frequenz-Leistungsregelung muss auch die Empfindlichkeit gut sein, damit der Regler den kleinsten Stellbefehlen folgt. Fig. 15 zeigt, dass auch bei sehr kleinen Änderungen des Stellwertes die Maschinenleistung genau folgt. Es ist klar, dass bei solchen Voraussetzungen für eine Frequenzleistungsregelung für grosse Netzverbände ein einwandfreier Betrieb gewährleistet ist. Ähnliche Regler für Dampfturbinen wurden entwickelt, so dass auch Netze mit vorwiegend thermischer Erzeugung ebenso gut geregelt werden können.

Adresse des Autors:

E. Andres, dipl. El.-Techn., AG Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).

## Raisons militent en faveur d'un régleur électrique de vitesse

Conférence donnée à l'Assemblée de discussion de l'ASE le 19 janvier 1961 à Berne,  
par D. Gaden, Genève

621.224-55

Comme mon distingué prédécesseur à cette tribune, je me propose de vous entretenir de quelques questions relatives aux régleurs électriques de vitesse lesquels, du moins pour des groupes de puissance importante, ont tendance à supplanter les régleurs mécaniques. Je tiens tout de suite à vous rassurer à ce sujet: Bien que mécanicien, je ne vais pas m'en révéler un détracteur, mais au contraire un partisan.

Veillez en voir pour preuve la part que mes collaborateurs électriciens ou mécaniciens et moi avons prise dans l'établissement du régleur électrique Charmilles-SME, baptisé «Erelstat», dont Monsieur Andres vous a projeté deux vues, dont de nombreuses unités sont aujourd'hui en service et qui depuis 1957 a largement gagné ses galons d'ancienneté. A ceux qui s'étonneraient qu'un turbinier vienne se mêler de l'exécution d'appareils électriques, je leur demanderai de considérer combien l'expérience soigneusement et sou-

vent péniblement accumulée dans le domaine des régleurs mécaniques se révèle précieuse et fructueuse dans le domaine des régleurs électriques. Ceci dit pour vous prier de croire que je parle en assez bonne connaissance de cause.

Et maintenant, quelles sont les raisons qui militent en faveur des régleurs électriques dont l'emploi ne résulte pas seulement d'une question de mode?

L'organe de mesure d'un régleur, ainsi que ses organes correcteurs, peuvent aussi bien être réalisés par voie mécanique que par voie électrique et, de ce point de vue de l'exécution, je ne crois pas qu'une des voies puisse être jugée bien préférable à l'autre. Ce sont d'ailleurs toujours les mêmes fonctions essentielles qui sont recherchées de la part de ces organes: mesurer un écart de vitesse, en former la dérivée par rapport au temps, assurer un asservissement, introduire un dispositif à relaxation.

Permettez-moi de vous rappeler que si l'utilisation de l'énergie électrique a été dans ses débuts intimement liée au développement des machines et équipements hydrauliques, le réglage de ces machines a constitué, dès cette époque déjà ancienne, un des premiers et importants champs d'application de la technique des servo-mécanismes, avant même que le mot fût inventé. Ce n'est pas parce que certains ont substitué au terme «réglage» celui de «régulation» et au terme «automatisme» celui de «automation» que le réglage des turbines hydrauliques a changé de caractère fondamental. Rien d'étonnant donc à ce que nous retrouvions aujourd'hui des organes ayant les mêmes fonctions et qui peuvent être de nature électrique ou mécanique. Il n'y a pas eu de révolution par l'apparition d'un nouveau concept du réglage et celui-ci s'est seulement compliqué parce que cherchant à atteindre des buts plus étendus avec des moyens plus évolués.

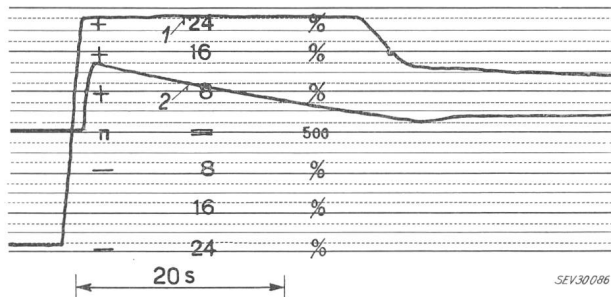


Fig. 1

Groupe de 56 MW de Fionnay Grande-Dixence  
Décharge brusque de 51 MW avec régulateur mécanique  
1 Relevé du mouvement des déflecteurs  
2 Relevé de la vitesse

A titre d'exemple, je peux vous montrer les diagrammes d'une décharge de 51 MW d'un groupe de 56 MW de Fionnay-Grande Dixence, relevés d'une part (fig. 1) avec un régulateur mécanique et d'autre part (fig. 2) avec un régulateur électrique «Erelstat». Vous y distinguez en 1 l'enregistrement du mouvement des déflecteurs et en 2 celui de la variation de vitesse dont l'allure est dans les deux cas tout à fait satisfaisante. Il n'y a pas de différence essentielle entre ces deux résultats.

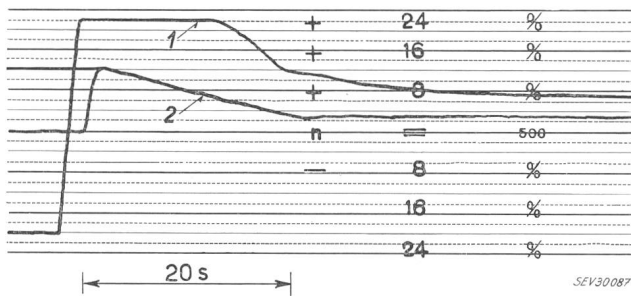


Fig. 2

Groupe de 56 MW de Fionnay Grande-Dixence  
Décharge brusque de 51 MW avec régulateur électrique «Erelstat»  
1 Relevé du mouvement des déflecteurs  
2 Relevé de la vitesse

Dans un récent congrès, j'ai entendu prétendre que les régulateurs électriques se distinguaient par une rapidité de réponse favorablement accrue et par une sensibilité bien meilleure que celle des régulateurs mécaniques. Je ne voudrais pas, sans aucune preuve, supputer que cette opinion résulte de la comparaison d'un bon

régulateur électrique moderne avec un ancien régulateur mécanique médiocre ou mal utilisé; mais l'opinion précitée que j'ai entendu émettre me paraît certainement erronée.

Tout d'abord en ce qui concerne la rapidité de réponse, dont la valeur dépend, comme Monsieur Seeburger vous l'a montré, des caractéristiques de la turbine et de son système d'alimentation, il n'y a aucune raison de ne pas pouvoir la réaliser, aussi élevée soit-elle, soit avec un régulateur mécanique, soit avec un régulateur électrique. Il s'agit-là d'ailleurs en majeure partie de dispositions mécaniques à prendre. Je ferai une réserve au sujet de la rapidité d'accomplissement d'un ordre de réglage; toutefois il s'agit-là non pas d'une qualité du régulateur, mais du mode d'application à ce régulateur de cet ordre. J'y reviendrai tout à l'heure.

Pour ce qui est de la sensibilité, voici quelques chiffres relatifs au régulateur électrique «Erelstat», qui seront de nature à vous orienter. L'insensibilité du régulateur mesurée par la variation de fréquence engendrant la variation de tension nécessaire pour provoquer un déplacement du tiroir principal de distribution du régulateur, a été trouvée de l'ordre de 0,2 à 0,3 ‰. Notons qu'il ne s'agit pas de l'insensibilité du régulateur électrique proprement dit, qui est encore inférieure à ces chiffres, mais de celle de l'ensemble de ce régulateur et des relais à pression d'huile qui s'étagent jusqu'au tiroir principal de distribution. A cette insensibilité s'ajoute celle du servo-moteur et du vannage qu'il commande, éléments qui sont le siège des frottements les plus importants.

Sur une turbine Francis de 60 m de chute et d'une trentaine de MW de puissance nominale, équipée d'un régulateur «Erelstat», l'insensibilité de l'équipement de réglage au complet a été mesurée par la méthode recommandée par la Commission d'études de l'ASE pour le réglage des grands réseaux et qui est, à mon avis, la plus sûre. Le groupe débitant en parallèle sur un grand réseau, aucune manœuvre n'est effectuée au régulateur. On relève, en fonction de la fréquence du réseau, la puissance fournie par le groupe quelques secondes après que la valeur de cette puissance s'est révélée invariable à la suite d'une stabilisation suffisamment longue de la fréquence. Dans le cas particulier, l'opération a été poursuivie pendant 8 h après stabilisation de la température de l'huile du régulateur. En portant les points relevés sur un diagramme, on détermine aisément la valeur de l'insensibilité qui a été trouvée de l'ordre de 1 ‰.

Cette dernière insensibilité, qui est celle qui intéresse l'exploitation, est donc dans le cas particulier environ quatre fois supérieure à celle de l'ensemble précédemment considéré et comprenant le régulateur proprement dit. C'est dire qu'une diminution de l'insensibilité du régulateur n'agirait que sur moins d'un quart de l'insensibilité de l'équipement de réglage au complet. Cette dernière insensibilité dépend avant tout des efforts de frottement s'opposant aux mouvements du vannage et du rapport de ces efforts avec l'effort maximal dont le servo-moteur de commande est capable.

Des mesures de l'insensibilité d'équipements de réglage complets, comprenant de bons régulateurs mécaniques, ont également été effectués par la même méthode. A ma connaissance, elles ont montré, que:

a) Cette insensibilité dépendait essentiellement du genre de vannage de la turbine considérée. Elle est par

exemple bien plus grande avec un distributeur à aubes directrices pivotantes à commande intérieure immergée, qu'avec un distributeur à commande extérieure. Ceci confirme la part prépondérante que joue, dans la valeur de l'insensibilité totale, l'importance des frottements dont l'organe de réglage est le siège;

b) Parmi les valeurs mesurées de cette insensibilité, il y en a qui, pour les raisons que je viens d'évoquer, dépassent 1 %. Il y en a toutefois aussi qui sont inférieures et qui descendent à 0,6 %.

On ne peut donc pas dire, à mes yeux, que le régleur électrique a apporté, à ce point de vue de l'insensibilité, une amélioration certaine. Sans vouloir préjuger de l'avenir et des résultats des recherches de perfectionnement en cours, je ne crois pas qu'il pourra se révéler à ce sujet des progrès sensationnels.

Par contre, un avantage important du régleur électrique est la grande facilité qu'il présente pour la mise au point expérimentale des valeurs optimales de ses caractéristiques: promptitude ou rapidité de réponse, statisme et temps de relaxation d'un asservissement temporaire, dosage accélérométrique, et pour leur modification selon le genre de fonctionnement que le groupe est appelé à assurer. Dans un régleur mécanique, cette mise au point et ces modifications exigent, sinon des démontages, du moins des changements de position d'organes mécaniques auxquels il n'est parfois possible de procéder qu'à l'arrêt. Au contraire, dans un régleur électrique, ces opérations s'effectuent beaucoup plus simplement par la manœuvre d'un commutateur pour des changements par échelons, ou par celle d'un potentiomètre ou d'un variomètre pour des changements progressifs.

nisme de commande qui, eu égard aux efforts mis en jeu, joue en même temps le rôle d'amplificateur.

Pour ce qui est des ordres dictés à la main, le cadran du potentiomètre ou du variomètre émetteurs d'un régleur électrique, peut être gradué en valeurs de la vitesse (c'est-à-dire en fréquence) à vide ou en valeurs de la puissance pour une fréquence déterminée. C'est dire que leur manœuvre, soit pour le couplage en parallèle, soit pour une modification de programme, s'effectue sans hésitation aucune, en parfaite sûreté d'atteindre le résultat recherché. Pour la mise en parallèle, en particulier, ces émetteurs donnent la possibilité de ralentir aisément à la main, puis d'arrêter l'aiguille du synchronoscope dans la position de couplage, permettant ainsi d'éviter un appareil automatique de synchronisation.

Dans un régleur mécanique, le même résultat pourrait être obtenu par l'emploi d'un servo-mécanisme à action continue et à réponse rapide. De tels servo-mécanismes ont été établis et mis en exploitation, avec des résultats très satisfaisants. Malgré cela, ils n'ont pas rencontré auprès de la clientèle l'accueil favorable auquel je m'attendais et d'une façon générale celle-ci a préféré continuer à avoir recours au servo-mécanisme constitué par le petit moteur électrique de commande du dispositif de changement de vitesse, moteur alimenté par impulsion et réalisant donc un servo-mécanisme à action lente et discontinue.

Les ordres dictés à la main sont alors effectués par des actions de plus ou moins longue durée sur les boutons «plus vite» et «moins vite». Ces manœuvres faites pour ainsi dire à l'aveuglette se distinguent à mes yeux par leur évidente imperfection. Celle-ci a conduit pour la mise en parallèle à l'utilisation d'appa-

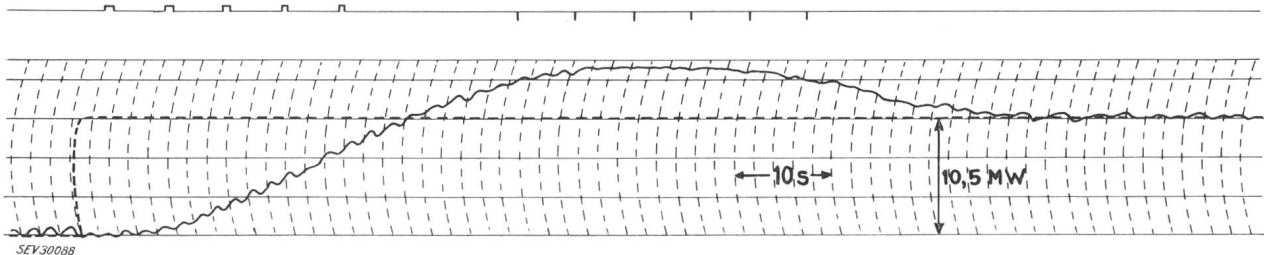


Fig. 3

Groupe de 85 MW de la Centrale de Chastang d'EdF

Accomplissement, avec régleur mécanique, d'un ordre brusque devant provoquer une modification de puissance de 10,5 MW

en pointillé: Relevé de l'ordre  
 en trait plein: Relevé de la puissance  
 en haut de la figure: Impulsions

Un avantage encore plus important du régleur électrique a trait à l'application d'un ordre de réglage. On procède à cette application en ayant recours au dispositif dit de changement de vitesse, dont la manœuvre provoque une variation de vitesse, lorsque le groupe fonctionne isolément, ou une variation de puissance, lorsque le groupe est couplé en parallèle, ceci grâce au statisme permanent dont est doté son régulateur.

Dans un régleur électrique, ce dispositif de changement de vitesse consiste en un appareil qui modifie un signal tension appliqué au régleur. Ce signal peut facilement être engendré à distance par un potentiomètre ou un variomètre, placé au pupitre de la salle de commande, ou encore par le récepteur d'une télé-mesure. Dans un régleur mécanique, ledit dispositif modifie la position d'un organe et pour être manœuvré à distance, il doit donc comporter un servo-méca-

reils de synchronisation automatique qu'il me paraît possible d'éviter.

Je vais vous montrer les résultats d'une manœuvre de ce genre appliquée d'une part à un régleur mécanique, au moyen du servo-mécanisme précité à action lente et discontinue, d'autre part, à un régleur électrique dans lequel le signal tension de commande est directement introduit. Ces enregistrements ont été relevés par les soins d'EdF lors d'essais effectués à sa Centrale de Chastang sur deux groupes identiques de 85 MW, équipés de régulateurs également identiques de provenance Charmilles, l'un celui du groupe 3, comportant un régleur mécanique, l'autre celui du groupe 2, un régleur électrique «Erelstat», tous deux de même provenance Charmilles. Lesdits enregistrements concernent un ordre de réglage, donné sous la forme d'un échelon brusque devant provoquer un changement de puissance de 10,5 MW.



Voici tout d'abord (fig. 3), en pointillé, l'enregistrement de l'ordre, puis celui des impulsions par lesquelles il se traduit pour le régleur mécanique et l'en-

sance que chacun des groupes devrait débiter si l'ordre était rigoureusement suivi. Dans le cas particulier, la valeur maximale de variation de l'ordre était de 300

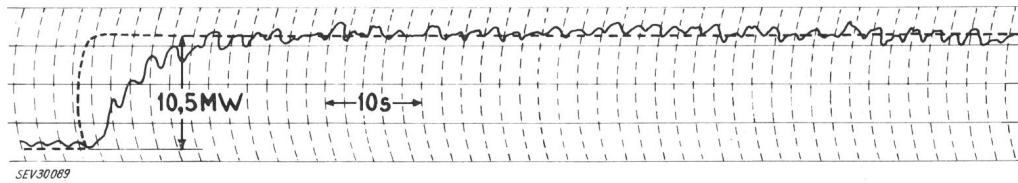


Fig. 4  
Groupe de 85 MW de la Centrale de Chastang d'EdF

Accomplissement, avec régleur électrique «Erelstat», d'un ordre brusque devant provoquer une modification de puissance de 10,5 MW  
en pointillé: Relevé de l'ordre  
en trait plein: Relevé de la puissance

registrement, en trait plein, de son accomplissement par le groupe 3. Cet accomplissement révèle:

- un retard de près de 8 s au départ
- un surréglage d'environ 3,5 MW
- un temps d'à peu près 100 s pour atteindre le régime d'équilibre.

kW/s. On constate combien l'ordre est plus fidèlement accompli par le régleur électrique du groupe 2, dans lequel cet ordre est directement introduit d'une façon continue, que ce n'est le cas du régleur mécanique du groupe 3 qui reçoit ledit ordre par l'intermédiaire d'un servo-mécanisme à impulsions, c'est-à-dire à action lente et discontinue.

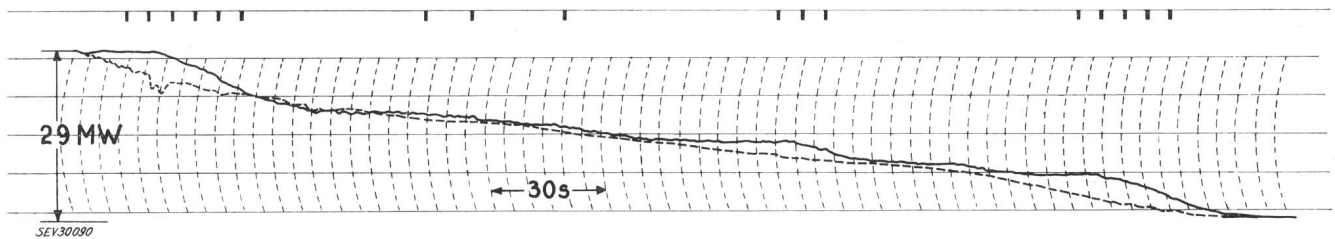


Fig. 5  
Groupe de 85 MW de la Centrale de Chastang d'EdF

Accomplissement, avec régleur mécanique, d'un ordre progressif émanant du régulateur de réseau  
en pointillé: Relevé de l'ordre  
en trait plein: Relevé de la puissance  
en haut de la figure: Impulsions

Voici maintenant (fig. 4) l'enregistrement du même ordre, appliqué au régleur électrique du groupe 2, et celui de son accomplissement qui se distingue du précédent par:

- aucun retard appréciable au départ
- aucun surréglage en cours d'opération
- un temps d'à peine 20 s pour atteindre le régime d'équilibre.

Je pense que cette comparaison se passe de tout commentaire.

Voici maintenant (fig. 5 et 6) des enregistrements relevés au cours du fonctionnement normal et régulier des deux groupes, dont les régleurs recevaient, de la part d'un régulateur de réseau, un même ordre de réglage variant d'une façon continue et qu'ils doivent accomplir au mieux. L'enregistrement de l'ordre que j'ai fait marquer en pointillé, représente donc la puis-

Le régleur électrique du groupe 2 était au moment de ces essais asservi à la position du vannage; à cet effet, un variomètre attelé d'une façon adéquate à l'arbre de réglage engendrait une tension proportionnelle à la puissance débitée par le groupe pour la chute considérée. Toutefois, cette proportionnalité n'est pas toujours aisée à assurer d'une façon rigoureuse à toutes chutes. En outre, quand la chute change de valeur, la proportion course du vannage/variation de puissance se modifie et de ce fait un même ordre ne correspond pas à une même variation de puissance.

Mieux vaut dès lors réaliser l'asservissement du régleur à partir de la puissance mesurée aux bornes de l'alternateur.

Cette solution est bien plus facile à réaliser avec un régleur électrique qu'avec un régleur mécanique et c'est là le dernier des avantages du régleur électrique

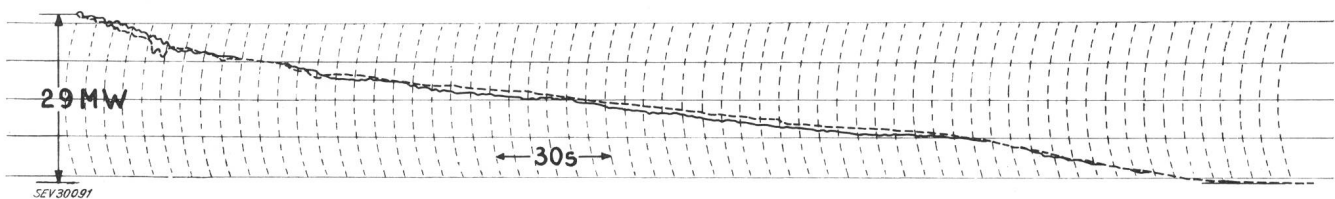


Fig. 6  
Groupe de 85 MW de la Centrale de Chastang d'EdF

Accomplissement, avec régleur électrique «Erelstat», d'un ordre progressif émanant du régulateur de réseau  
en pointillé: Relevé de l'ordre  
en trait plein: Relevé de la puissance

que je voudrais faire ressortir à vos yeux. Il suffit d'engendrer une tension proportionnelle à une indication wattmétrique et de l'injecter dans le règleur électrique. Par les soins d'EdF de nouveaux essais ont été effectués à ce sujet sur le groupe 2 de Chastang équipé d'un règleur «Erelstat» et leurs résultats ont été pleinement satisfaisants. Il en a été de même lors d'essais analoges, récemment entrepris sur un des groupes de

65 MW de la Centrale de Nendaz de Grande Dixence, munis également de règleurs «Erelstat». Je pense donc qu'il serait très avantageux d'adopter à l'avenir cette solution.

Adresse de l'auteur:

D. Gaden, professeur, directeur des Ateliers des Charmilles S. A., Genève.

## Diskussionsbeiträge

V. Raeber, ingénieur en chef, Ateliers de Constructions Mécaniques, Vevey: Les Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey ont également réalisé un règleur électronique qui comporte par rapport aux règleurs traditionnels, un élément supplémentaire breveté dénommé supprimeur à seuils qui offre précisément la possibilité de ne pas employer le limiteur d'ouverture en fournissant néanmoins une puissance constante tant que la fréquence du réseau reste comprise entre deux limites choisies à l'avance. Lorsque l'on veut faire du réglage, le supprimeur à seuils peut être court-circuité, pour supprimer son effet.

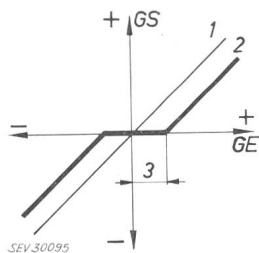


Fig. 1  
Schéma de fonctionnement du supprimeur à seuils  
GE Grandeur d'entrée; GS Grandeur de sortie  
1 Sans supprimeur à seuils; 2 Avec supprimeur à seuils; 3 Seuil

Pour réaliser ce dispositif, il suffit de prendre la précaution de séparer le circuit des éléments sensibles à la vitesse de ceux sensibles à l'ouverture et d'intercaler judicieusement le supprimeur à seuils. Ce dernier fonctionne à l'image du schéma fig. 1. Nous avons en abscisses reporté la grandeur d'entrée de cet élément et en ordonnées la grandeur de sortie. La courbe 1 représente le fonctionnement sans supprimeur à seuils. La grandeur de sortie est égale à la grandeur d'entrée. La courbe 2 caractérise par trois droites le fonctionnement avec supprimeur à seuils. La grandeur de sortie est nulle tant que la grandeur d'entrée est comprise entre  $\pm$  une valeur choisie volontairement, le seuil.

Lorsque la grandeur d'entrée dépasse cette valeur dans un sens ou dans l'autre, une grandeur de sortie apparaît de même signe que la grandeur d'entrée mais dont l'amplitude est réduite d'une constante égale au seuil.

Le supprimeur à seuils est donc un élément qui permet de faire intervenir une insensibilité volontaire réglable et n'existant que pour des fréquences égales ou voisines de la fréquence normale.

La fig. 2 représente schématiquement le comportement en réglage avec et sans le dispositif supprimeur à seuils, soit une machine travaillant à 30 % de sa puissance max. et admettons un statisme permanent d'environ 3 %. Les courbes a, b et c représentent les caractéristiques vitesse-ouverture:

- a) en réglage normal;
- b) avec supprimeur à seuils. Les seuils ont été choisis arbitrairement à 0,25 Hz;
- c) au limiteur d'ouverture. (On a manœuvré le dispositif de changement de vitesse dans le sens des grandes vitesses pour «appuyer la machine au limiteur d'ouverture».)

Admettons que, à un moment donné, une interconnexion d'un système lâche et que cette machine devrait ouvrir par exemple à 70 % pour tenir la fréquence du réseau. Les trois possibilités ci-dessus conduisent aux points de fonctionnement A, B et C.

Le diagramme montre que, dans le premier cas, la fréquence est réduite à environ 49,5 Hz. Dans le second cas, avec le supprimeur à seuils, la fréquence est réduite à 49,5 moins le seuil, soit environ 49,25 Hz. Toute insensibilité a disparu. Dans le troisième cas, la machine étant au limiteur d'ouverture, il y a une très forte chute de fréquence provoquant des déclenchements.

Signalons encore que le supprimeur à seuils comporte 7 seuils différents donnant dans chaque cas particulier la possibilité à l'exploitant de choisir le seuil d'insensibilité lui convenant le mieux.

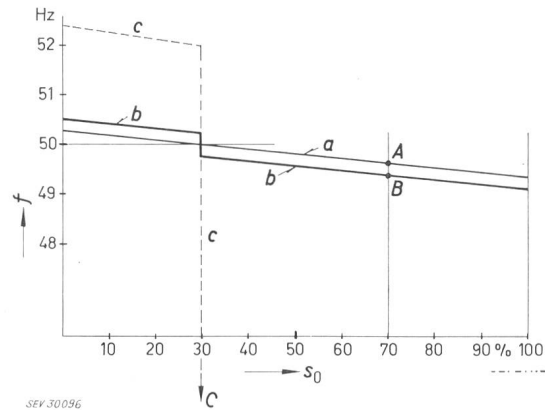


Fig. 2  
Fonctionnement d'un groupe équipé d'un dispositif supprimeur à seuils Vevey  
f Fréquence;  $s_0$  Ouverture turbine; a, A En réglage normal; b, B Avec supprimeur à seuils (seuil choisi à 0,25 Hz); c, C Au limiteur d'ouverture

En résumé, le supprimeur à seuils répond au désir exprimé par les trois conférenciers car il permet au chef de centrale la fourniture d'une puissance constante tant que la fréquence est bonne et reste comprise entre deux limites choisies. Si la fréquence s'écarte de cette limite, la machine équipée de ce dispositif participe au réglage.

E. Andres, dipl. Elektrotechniker, AG Brown, Boveri & Cie., Baden: Beim elektrischen Turbinenregler ist es, wie V. Raeber zeigte, sehr einfach, verschiedene geknickte Charakteristiken einzustellen. Die Möglichkeit der Einstellung einer unempfindlichen Zone bei Nennfrequenz habe ich aber mit Rücksicht auf die Bedingungen des Netzes mit Absicht nicht erwähnt, Es ist mir bekannt, dass verschiedene Betriebsleute oft diese Charakteristik verlangen. Besonders in Amerika ist der Betrieb mit einer Unempfindlichkeitszone verbreitet.

Von den verschiedenen Verbundgesellschaften werden in den Netzen Versuche zur Bestimmung der Selbstregelungs-Konstante oder der Netz-Statik durchgeführt. Dabei treten sehr grosse Streuungen auf, je nach dem ob die Belastungsänderung im Netz relativ gross oder klein ist, oder ob es eine Zu- oder Abschaltung einer Last ist. Im Jahresbericht 1958 der UCPTE wurde über solche Versuche berichtet und auf diese Schwierigkeiten hingewiesen (siehe S. 47). Man ist der Ansicht, dass gerade wegen der Unempfindlichkeit der Regler diese Schwierigkeiten auftreten, indem bei einer Abweichung der Frequenz mehr oder weniger Turbinenregler ansprechen und damit die dynamischen Eigenschaften des Netzes ändern. Es scheint mir deshalb, dass mit Rücksicht auf das Netz, solange andere Möglichkeiten bestehen, diese Betriebsart nicht angewendet werden soll.

Ich glaube es wäre sehr zweckmässig, wenn sich die Studienkommission des SEV für grosse Netzverbände mit dieser Frage befassen würde, da man diese Angelegenheit besonders von der Netzseite aus betrachten muss.