

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin de l'Association suisse des électriciens
<b>Herausgeber:</b>	Association suisse des électriciens
<b>Band:</b>	42 (1951)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Contribution au réglage des réseaux électriques : offerte par la mesure de l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension
<b>Autor:</b>	Cuénod, M.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-1056845">https://doi.org/10.5169/seals-1056845</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 23.01.2026

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

gibt sich demnach zu  $S = 160$  ( $a = 0,05$ ) in  $\gamma$ , wo bei  $a$  die verbrauchte  $0,01\text{ n}$  Jodlösung in  $\text{cm}^3$  bedeutet.

Wie bei allen Mikromethoden üblich, muss auch hier zur Kontrolle der Apparatur und der Reagenzien von Zeit zu Zeit der Blindverbrauch kontrolliert werden, indem eine Bestimmung mit der gleichen Probe eines schwefelarmen Öls zweimal hintereinander ausgeführt wird, wobei ein Blindverbrauch von rund  $0,05 \text{ cm}^3$   $0,01\text{ n}$  Thiosulfat erhalten werden muss.

### Empfindlichkeit und Reproduzierbarkeit der Methode

Da über die Natur der in raffinierten Transformatorenölen noch vorhandenen sulfidischen Schwefelverbindungen keine genauen Angaben möglich sind, wurde davon abgesehen, an Hand von chemisch reinen öllöslichen Schwefelverbindungen in hohen Verdünnungen Kontrollbestimmungen auszuführen. Dies wird auch durch den Umstand erschwert, dass das Arbeiten in hohen Verdünnungen mit ähnlichen Fehlerquellen verbunden ist, wie die nachherige Bestimmung. Solche Kontrollbestimmungen würden nur über die Stabilität einzelner Verbindungen Aufschluss geben, während für die praktisch wichtigen Fragen des Transformatorenöls die Gesamtheit derjenigen Schwefelverbindungen von Bedeutung ist, welche sich durch eine gegebene Stabilität aus-

zeichnen, die durch die Silberbehandlung bei  $110^\circ\text{C}$  definiert ist.

Die Empfindlichkeit der Bestimmung ist gegeben durch die Empfindlichkeit der Titration. Der Titrationsendpunkt lässt sich auf einen Tropfen genau feststellen, was einer Menge von  $0,05 \text{ cm}^3$   $0,01\text{ n}$  Thiosulfat entspricht, die  $8 \gamma$  Sulfidschwefel, bzw. bei Verwendung von  $100 \text{ g}$  Öl  $0,00001\%$  Sulfidschwefel anzeigen.

Über die Reproduzierbarkeit orientiert Tabelle II, welche die Resultate von laufend eingehenden Transformatorenölen enthält. Bei einigen Versuchen, z. B. Nr. 3, 6 und teilweise 16 handelt es sich um solche, die am Anfang mit einer Apparatur ausgeführt wurden, welche noch einige Konstruktionsfehler aufwies, und bei der ohne Tiefkühlung und ohne sorgfältige Vorbehandlung des Silberbleches gearbeitet wurde. Dadurch erklären sich die verhältnismässig grosse Streuung und die in vielen Fällen etwas zu tiefen Werte. Bestimmungen mit der endgültigen Apparatur unter genauer Beachtung der Arbeitsvorschriften ergaben eine befriedigende Übereinstimmung von Parallelversuchen, wie aus den Versuchen Nr. 1, 2, 4, 9, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 hervorgeht.

#### Adressen der Autoren:

Dr. sc. techn. Max Zürcher, Ingenieur-Chemiker, Materialprüfungsanstalt des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.  
Jean Lüder, dipl. Ingenieur-Chemiker, Materialprüfungsanstalt des SEV, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

## Contribution au réglage des réseaux électriques

### offerte par la mesure de l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension

Par M. Cuénod, Genève

621.316.728 : 621.311.161

*La marche en parallèle de réseaux électriques interconnectés pose le problème du réglage de leur puissance d'échange, tant active que réactive, en liaison avec la tenue de la fréquence et de la tension. La solution de ce problème est donnée par le réglage combiné de la fréquence et de la puissance active, et de la tension et de la puissance réactive, qui consiste en ceci que chaque partenaire augmente son exportation en puissance active lorsque la fréquence est en dessous de sa valeur de consigne, ou en puissance réactive lorsque la tension est en dessous de sa valeur de consigne, et diminue son exportation dans les cas inverses.*

*Ce mode de réglage conduit à introduire la notion de l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de l'énergie de participation au maintien de la tension qui peuvent être mesurées par des compteurs faisant l'intégrale du produit de l'écart de la puissance active d'échange par l'écart de fréquence, et celui de l'écart de la puissance réactive d'échange par l'écart de la tension.*

*Les avantages d'un tel comptage seraient de donner la possibilité de contrôler la participation de chaque réseau au maintien de la fréquence et de la tension, de bonifier ceux qui règlent leur puissance d'échange selon le principe du réglage fréquence-puissance active et tension-puissance réactive, et de pénaliser ceux qui laissent la charge du maintien de la fréquence et de la tension aux autres réseaux.*

*Der Parallelbetrieb vermaschter elektrischer Netze wirft die Frage der Regulierung des Austausches sowohl von Wirk- als auch von Blindleistung auf. Der Autor zeigt die Lösung dieser Frage durch eine kombinierte Regulierung der Frequenz und der Wirkleistung einerseits, der Spannung und der Blindleistung andererseits. Die kombinierte Regulierung besteht darin, dass jeder Netzpartner die Lieferung von Wirkleistung erhöht, wenn die Frequenz unter den vereinbarten Wert sinkt, oder mehr Blindenergie liefert, wenn die Spannung unter den vereinbarten Wert sinkt. In den beiden umgekehrten Fällen ist die Lieferung von Wirk- bzw. Blindleistung zu verringern.*

*Diese Regulierungsart führt dazu, den Begriff der zum Halten der Frequenz nötigen und der zum Halten der Spannung nötigen anteiligen Energie einzuführen. Diese Energie ist messbar durch Elektrizitätszähler, welche das Produkt aus Wirkleistungs- und Frequenzabweichung einerseits, aus Blindleistungs- und Spannungsabweichung andererseits integrieren.*

*Die Vorteile eines solchen Messens beständen in der Möglichkeit, den Anteil jedes Partnernetzes am Halten von Frequenz und Spannung zu kontrollieren, mit anderen Worten diejenigen Partner zu belohnen, die ihre Austauschenergie nach dem Prinzip der Regulierung Frequenz-Wirkleistung und Spannung-Blindleistung steuern, und diejenigen zu büßen, die es nicht tun, d. h. das Halten von Frequenz und Spannung den anderen überlassen.*

### Introduction

Les échanges d'énergie entre réseaux électriques interconnectés font l'objet de contrats fixant les

puissances actives et réactives que les différents partenaires s'engagent à fournir ou à consommer. Les puissances d'échange sont mesurées au point

d'interconnexion et ces mesures servent de base à la comptabilité que les réseaux tiennent entre eux, en admettant tacitement que fréquence et tension sont égales à leur valeur de consigne.

Or les valeurs de ces puissances d'échange sont liées étroitement à celles de la fréquence et de la tension au moment de l'échange. Ainsi lorsque par exemple un réseau doit fournir une certaine quantité d'énergie réactive et que la tension est trop élevée, un surplus d'énergie réactive contribue à maintenir la tension au-dessus de sa valeur de consigne et est donc nuisible. Si la tension est au contraire trop basse, ce surplus est favorable car il contribue à ramener la tension à sa valeur de consigne.

Pour apprécier judicieusement la valeur des puissances échangées, il faut donc tenir compte simultanément d'une part des variations des puissances actives et réactives et d'autre part des variations de la fréquence et de la tension. Un tel procédé permet de contrôler la façon dont chaque réseau règle la fréquence et la tension, et de déceler en particulier si un des partenaires, voulant ménager ses groupes ou se refusant de les équiper avec un dispositif de réglage suffisamment rapide, ne laisse toute la charge du maintien de la fréquence et de la tension à ses partenaires en faisant marcher ses groupes à puissance constante, ce qui est naturellement le régime le plus favorable pour ses machines.

Le réglage combiné de la fréquence et de la puissance active fait en sorte que chaque réseau participe au maintien de la fréquence. Il assure ainsi une répartition judicieuse de la charge entre les différents réseaux et une bonne tenue de la fréquence. De même le réglage combiné tension-puissance réactive assure une répartition judicieuse de la charge réactive et une bonne tenue de la tension.

La création de réseaux internationaux avec des lignes d'interconnexion relativement faibles par rapport aux puissances mises en jeu rendra toujours plus nécessaire d'introduire ce principe de solidarité, et de prévoir un tel réglage avec la possibilité de le contrôler. A l'intérieur d'un même pays les réglages fréquence-puissance active et tension-puissance réactive permettent d'éviter des transports d'énergie inutiles toujours accompagnés de pertes.

En Suisse en particulier ce problème devient d'autant plus actuel que la construction et l'exploitation des nouvelles grandes centrales à accumulation prévues, seront, par suite de l'ampleur des investissements que ces projets nécessitent, réalisées plus souvent que par le passé par des consortiums réunissant plusieurs des grandes sociétés électriques du pays. La répartition de l'énergie entre ces différentes entreprises dans des conditions d'exploitation et de transport aussi rationnelles que possible exigeira un certain nombre de prescriptions techniques dont l'observance pourrait être utilement contrôlée par la mesure de l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension.

Les lignes suivantes rappellent en grande ligne les principes du réglage de la puissance d'échange entre réseaux électriques interconnectés et essaient

de mettre en évidence certains avantages pratiques qu'offre la mesure de l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension.

### I. Rappel de quelques principes de réglage de réseaux électriques interconnectés

Le développement des différents dispositifs prévus et utilisés pour le réglage des réseaux électriques est étroitement lié au développement de la production de l'électricité.

Dans un premier stade, les réseaux n'étaient pas interconnectés. Chaque réseau formait une entité indépendante dans laquelle le réglage à fréquence constante et à tension constante permettait d'ajuster la production de l'énergie active et de l'énergie réactive aux besoins de la consommation.

Très vite, on s'est rendu compte que l'interconnexion offrait de nombreux avantages économiques autant que techniques; d'une part elle permet une utilisation rationnelle des réserves énergétiques par une répartition judicieuse de la charge entre centrales de base et centrales de pointe, d'autre part, elle facilite le réglage de la fréquence et de la tension, en répartissant les variations de la puissance consommée sur un plus grand nombre de centrales. Cependant les lignes d'interconnexion étant de puissance limitée, il a été nécessaire, afin d'éviter des transports d'énergie désordonnés d'un réseau à un autre, de prévoir un réglage de la puissance d'échange.

Dans un deuxième stade du réglage des réseaux, un réseau (le plus important ou celui dont les centrales sont les plus aptes à des réactions amples et rapides) était responsable du maintien de la fréquence. Les autres réseaux se réglaient de façon à maintenir constante leur puissance d'échange tant active que réactive. Cette méthode a l'inconvénient de soumettre la centrale «chef d'orchestre» à un régime de marche particulièrement dur, car si un réseau est défaillant, c'est sur elle que tombe la charge de compenser intégralement le manque d'énergie résultant de cette défaillance. D'autre part, si la puissance du réseau responsable du maintien de la fréquence est du même ordre de grandeur que celle des autres réseaux interconnectés, ce mode de réglage peut aboutir à un régime instable, par exemple à des oscillations dues à l'interaction du réglage de la fréquence avec celui de la puissance active.

Un troisième stade du réglage des réseaux permet d'obvier à ces inconvénients par un réglage combiné fréquence-puissance active et tension-puissance réactive: chaque réseau interconnecté contribue au maintien de la fréquence et de la tension par l'introduction d'un statisme d'interconnexion, c'est-à-dire que chaque réseau se règle de façon à maintenir nulles les sommes suivantes:

$$\begin{aligned}\sum \Delta P_A + K_A \Delta f &= 0 \\ \sum \Delta P_B + K_B \Delta U &= 0\end{aligned}$$

ou

$\sum \Delta P_A$  sommes des écarts de puissance active d'échange par rapport à leur valeur de consigne

- $\sum \Delta P_B$  sommes des écarts de puissance réactive d'échange par rapport à leur valeur de consigne
- $\Delta f$  écart de fréquence par rapport à la fréquence de consigne
- $\Delta U$  écart de tension par rapport à la tension de consigne
- $K_A$  énergie réglante active. C'est la variation de puissance active d'échange pour un écart de fréquence d'une unité
- $K_B$  énergie réglante réactive. C'est la variation de puissance réactive d'échange pour un écart de tension d'une unité

Les réseaux interconnectés peuvent être soit actifs, soit passifs, c'est-à-dire uniquement consommateurs.  $\Delta P_A$  et  $\Delta P_B$  sont considérés comme positifs pour un réseau donné lorsqu'ils correspondent à une augmentation de la puissance qu'il met à disposition du complexe interconnecté, ce qui consiste soit en une augmentation de la puissance exportée par ce réseau, soit à une diminution de la puissance importée. Grâce à cette méthode, fréquence et tension sont maintenues automatiquement égales à leur valeur de consigne, chaque réseau compensant lui-même les variations de charge internes, les autres réseaux ne prêtant leur appui que momentanément, pendant la durée du processus de réglage.

Il y a cependant une différence essentielle entre le réglage fréquence-puissance active et tension-puissance réactive, car d'une part la fréquence est une grandeur univoque pour tout l'ensemble interconnecté tandis que la tension varie en tous les points du réseau de sorte que la notion «tension de consigne» doit être précisée, d'autre part, pour une certaine charge, la fréquence ne dépend que de l'ouverture des turbines tandis que la tension est réglable soit par l'excitation des générateurs, soit par les prises des transformateurs.

Dans les conditions de marche actuelles de nos réseaux électriques, leur interconnexion s'effectue au moyen de transformateurs à gradins. A l'intérieur d'un même réseau la production et la répartition de la puissance réactive est réglée par l'excitation des générateurs et, éventuellement, à l'aide de compensateurs de phase, de façon que la tension soit maintenue approximativement égale à sa valeur de consigne dans les centres de consommation. Par suite des chutes de tension inévitables entre les centres de production et de consommation, chutes de tension qui dépendent de l'état de charge du réseau, les tensions des deux côtés du point de jonction entre deux réseaux ne peuvent être maintenues constantes. Ces variations sont compensées à l'aide des gradins des transformateurs d'accouplement. La puissance réactive d'échange est maintenue constante ou proportionnelle à la puissance active échangée (réglage à  $\cos\phi$  constant). Dans ces conditions, la détermination d'une tension de consigne et d'un réglage de la puissance réactive d'échange en fonction de la tension est très discutable.

Le problème se présente tout autrement si le projet tant discuté de la création d'un super-réseau

européen à très haute tension sans producteur ou consommateur propre passe au stade d'exécution. Pour un tel réseau, les puissances d'échanges tant actives que réactives devront être fixées par des contrats. Ainsi à chaque embranchement les valeurs de consigne de la tension côté haute tension et des puissances actives et réactives à transmettre seront bien déterminées. Pour que les différents réseaux nationaux connectés au super-réseau puissent garder la liberté nécessaire pour la tenue de leur tension respective, ils devront être branchés au super-réseau par l'intermédiaire de transformateurs à gradins. Le réglage tension-puissance réactive avec la valeur contractuelle de la haute tension comme tension de consigne offre le grand avantage d'assurer automatiquement une répartition judicieuse de la charge réactive si l'un des partenaires est défaillant.

Les principes théoriques des réglages des réseaux et leur exécution ont déjà fait l'objet de nombreuses publications [1, 2, 3]<sup>1)</sup>. Nous n'avons voulu que les rappeler pour montrer le rapport étroit qui existe entre le réglage et le comptage des puissances d'échange.

## II. Définition des énergies de participation au maintien de la fréquence et de la tension

Nous avons vu que selon que la fréquence ou la tension sont trop hautes ou trop basses, un surplus ou un manque des puissances actives ou réactives par rapport à leur valeur de consigne doivent être appréciées différemment. Ces considérations conduisent à introduire la notion de *l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension*, que nous définissons à l'aide des deux intégrales suivantes:

$$A = \int \Delta P_A \Delta f dt = \text{énergie de participation au maintien de la fréquence}$$

$$B = \int \Delta P_B \Delta U dt = \text{énergie de participation au maintien de la tension}$$

Ces énergies de participation peuvent être mesurées par un dispositif très simple, dont le principe a déjà été décrit [4] et qui consiste dans la combinaison de 4 compteurs dont les systèmes moteurs mesurent les valeurs réelles et de consigne des puissances actives et réactives, et dont l'amortissement est réglé de telle façon que la vitesse de rotation de l'axe des compteurs varie proportionnellement aux valeurs réelles et aux valeurs de consigne de la fréquence et de la tension.

## III. Possibilités données par l'application du comptage de l'énergie de participation

Les avantages pratiques offerts par l'utilisation d'un tel dispositif de comptage relèvent de trois genres de considérations:

### 1<sup>o</sup> Détermination de primes ou de pénalisation

Nous avons vu qu'il faut apprécier les puissances d'échange en tenant compte de la valeur instantanée de la fréquence et de la tension. Il semble

<sup>1)</sup> voir la bibliographie à la fin de l'article.

donc logique de prévoir, à côté du comptage normal des puissances échangées, un système de bonification et de pénalisation selon qu'un réseau contribue au maintien de la fréquence et de la tension, ou au contraire, doit être tenu responsable des écarts de fréquence et de tension qui se produisent soit passagèrement par suite d'un système de réglage trop long, soit en permanence parce qu'il ne tient pas ses valeurs de consigne.

Le dispositif que nous avons décrit permet, dès qu'il y a écart de fréquence et de tension, d'avantage automatiquement ceux qui règlent leurs réseaux selon le principe fréquence-puissance active et tension-puissance réactive en leur accordant une prime. Ainsi, lorsque la fréquence ou la tension sont trop faibles et qu'ils augmentent leur apport en puissance active et réactive, ou que, la fréquence et la tension étant trop hautes, ils diminuent leur apport de façon à ramener la fréquence et la tension à leur valeur de consigne, ils pourraient en retirer un bénéfice direct.

### *2<sup>e</sup> Contrôle du réglage de l'interconnexion*

Si la mesure de l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension perd sa raison d'être pour la détermination de bonification et de pénalisation dans un même pays lorsque les différents réseaux sont nationalisés, elle garde par contre toute son utilité pour des échanges d'énergie internationaux et comme moyen de contrôle. Elle permet d'éviter que certains groupes d'entreprises ou certains pays ne maintiennent la fréquence ou la tension de leur réseau au dépens du réglage des réseaux de leurs voisins. En effet, par suite du réglage combiné fréquence-puissance active ou tension-puissance réactive, les valeurs instantanées des puissances d'échange ne suffisent pas pour contrôler le réglage de l'interconnexion. Plus la structure du complexe interconnecté est compliquée, plus il y a de points de jonction, plus un contrôle rigoureux de la marche des centrales est cependant nécessaire. Ce contrôle peut être efficacement obtenu par l'utilisation d'un certain nombre de dispositifs permettant de mesurer l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension, placés judicieusement aux différents points d'interconnexion, dont la mesure serait transmise aux centres de dispatching, ce qui leur donnerait une image très fidèle de l'état de l'ensemble des réseaux.

Le comptage à distance de ces énergies de participation pourrait aussi rendre de grands services dans les centrales chargées du réglage en leur permettant de contrôler directement l'efficacité de leur dispositif de réglage, et en particulier la précision de la télémesure de leur puissance d'échange. Selon les systèmes de télémesure employés cette précision peut être plus ou moins grande, ce qui peut avoir comme conséquence que le réglage soit faussé en permanence. Grâce à la mesure de l'énergie de participation, on enregistre l'intégrale de l'erreur résultant d'une imprécision de la télémesure et on peut la déceler, même si elle est très faible, en valeur absolue.

Afin d'éviter l'erreur qui pourrait provenir d'un ajustement inexact de la valeur de consigne de la puissance d'échange au compteur de l'énergie de participation au maintien de la fréquence, on pourrait également envisager que le compteur en question soit placé à l'endroit même où on effectue le contrôle et où on fixe la valeur de consigne de la puissance d'échange (soit dans la centrale équipée du dispositif de réglage fréquence-puissance, soit dans un dispatching) et que le comptage de la puissance échangée soit transmis par un télécomptage selon un des procédés connus.

### *3<sup>e</sup> Commande ou réglage automatique*

Les valeurs instantanées des écarts de fréquence et de tension donnent une image des disponibilités immédiates en puissance active et réactive existant dans les réseaux. Aux heures de pointe par exemple, les réseaux risquent d'être surchargés, la fréquence aura tendance à baisser. Aux heures creuses par contre, lorsque toute l'énergie est fournie par les centrales de base qui marchent en principe à puissance constante, la fréquence aura tendance à augmenter. Un compteur de l'énergie de participation au maintien de la fréquence qui mesure l'intégrale de cet écart permet de l'enregistrer même quand cet écart reste dans les valeurs admissibles et peut être utilisé dans certains cas (chaudières électriques) pour un réglage automatique de la charge, par exemple pour une augmentation automatique de la consommation lorsque la fréquence monte, ce qui limiterait cette augmentation de fréquence, tout à l'avantage du producteur qui peut écouter de l'énergie qui serait perdue, et du consommateur qui obtiendrait de l'énergie à très bon compte, grâce aux primes que le dispositif permettrait de déterminer.

Théoriquement, le réglage devrait s'effectuer de façon à ce que l'énergie de participation au maintien de la fréquence soit maintenue à un maximum. Pratiquement dès que l'importance du réseau est grande par rapport à la charge en question, il y a peu de chance que cette charge puisse influer sur la tenue de la fréquence de façon appréciable, le réglage revient à enclencher une charge maximale dès que la fréquence aurait tendance à monter, et à déclencher le maximum de charge dès que la fréquence aurait tendance à baisser. Dans ce cas, le compteur d'énergie de participation doit être combiné avec un relais qui mesure l'écart de fréquence ou l'intégrale de l'écart de fréquence.

D'autre part, la télémesure de la puissance de participation au maintien de la fréquence pourrait offrir une possibilité de régler automatiquement les centrales selon le principe fréquence-puissance. Une des difficultés principales que l'on doit surmonter pour la réalisation d'un réglage fréquence-puissance réside dans la nécessité de la télémesure des puissances d'échange qu'il faut ensuite amplifier par une cascade d'amplificateurs. Il est plus aisément techniquement de transmettre des impulsions émises par exemple à chaque tour du pivot du compteur de l'énergie de participation au maintien de la fréquence.

Le nombre de ces impulsions par unité de temps est une mesure du produit

$$(\Delta P_A \Delta f)$$

Or, pour le réglage fréquence-puissance active, la variation de la fréquence est proportionnelle à la variation de la puissance d'échange et de sens inverse.

$$\Delta P_A = -K \Delta f$$

Il en résulte que le réglage fréquence-puissance est obtenu lorsque la valeur négative du produit ( $\Delta P_A \Delta f$ ) est maintenue proportionnelle au carré de l'écart de fréquence:

$$\Delta P_A \Delta f = -K \Delta f^2$$

Il serait possible de prévoir un dispositif consistant par exemple dans la comparaison de la vitesse de rotation de deux disques, qui régleraient la centrale de façon que cette condition soit toujours remplie.

On peut remarquer que plus l'interconnexion est développée, plus les variations de fréquence seront lentes et plus les variations relatives de charge seront faibles. Dans ces conditions il semble possible que le réglage s'effectue à l'aide d'impulsions agissant sur le moteur du dispositif de changement de vitesse.

#### IV. Conclusion

Les considérations faites pour le réglage fréquence-puissance active peuvent être aussi étendues au réglage tension-puissance réactive, avec la seule différence que la valeur de consigne de la puissance d'échange réactive sera généralement nulle. Elles ne prétendent pas faire le tour de la question, mais ouvrir quelques perspectives sur les avantages pratiques offerts par la mesure de l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension pour le contrôle du réglage des réseaux. Ce comptage ne prétend pas remplacer les systèmes de comptage actuels, mais combiné avec eux, il est un

des critères permettant de juger des conditions de réglage des réseaux tant au point de vue technique qu'économique et d'adapter toujours mieux la production à la consommation en assurant une bonne tenue de la fréquence et de la tension, et en évitant le plus possible des transports d'énergie inutiles qui sont toujours accompagnés de pertes. Il est réalisé par un dispositif relativement très simple et bon marché et peut être perfectionné en lui adjointant un indicateur de maximum.

Qu'il nous soit permis en terminant d'exprimer notre reconnaissance envers Monsieur Ch. Aeschmann, directeur de l'Atel, de l'aide qu'il nous a apportée pour la rédaction de cet exposé.

#### Bibliographie

- [1] Gaden, D. et R. Keller: Le réglage fréquence-puissance des interconnexions. Bull. ASE t. 35(1944), n° 13, p. 333...349.
- [2] Keller, R.: Nouveaux procédés de réglage fréquence-puissance en service d'exploitation. Rev. Brown Boveri t. 32(1948), n° 7, p. 223...238.
- [3] Cuénod, M.: Répartition automatique de la charge entre réseaux électriques interconnectés. Bull. techn. Suisse rom. t. 74(1948), n° 21, p. 257...261.
- [4] Cuénod, M.: Définition et comptage de l'énergie de participation au maintien de la fréquence. Bull. ASE t. 38(1947), n° 24, p. 770...772.

#### Adresse de l'auteur:

M. Cuénod, ingénieur diplômé EPF, Ofinco,  
2, rue de la Tertasse, Genève.

#### «Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz im Betriebsjahr 1949/50»

Mitgeteilt vom Eidg. Amt für Elektrizitätswirtschaft, Bern.

Bull. SEV Bd. 42(1951), Nr. 1, S. 1...17

#### B e r i c h t i g u n g

In der Legende zu Fig. 3, Seite 7, soll es heißen:

- a Erzeugung in Laufwerken, wovon oberster schraffierter Teil aus Saison-Speicherwasser
- b Erzeugung in Speicherwerken, wovon schraffierter Teil aus Saison-Speicherwasser

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Fahrlässigkeit beim Gebrauch elektrischer Apparate

614.84 : 621.3

Wer die Jahresberichte der Kantonalen Gebäudeversicherungsanstalten durchblättert, stösst bei den Zusammenstellungen der Brandursachen immer wieder auf beträchtliche Brandschäden infolge Fahrlässigkeit im Umgang mit elektrischen Apparaten. Diese Brände schädigen nicht nur diejenigen, deren Fahrlässigkeit sie verursachten, sondern auch die Öffentlichkeit. Man denke nur an die Gefahr, die durch Ausdehnung eines Brandherdes unschuldigen Mitmenschen oft unersetzliche Verluste bereitet, aber auch an die oft in die Millionen Franken wachsenden Schadenersatzsummen der Gebäudeversicherungsanstalten, die wieder durch Prämienzahlungen der Versicherten gedeckt werden müssen.

Es ist daher verständlich, wenn Feuersbrünste, die verhältnismäßig aus dem Nichtausschalten eines Bügeleisens oder einer trocken laufenden Kochplatte usw. entstehen, auf Grund des Strafgesetzbuches gerichtlich geahndet werden. Es könnte jemand einwenden, dass dies nur der Fall ist, wenn

durch die Fahrlässigkeit fremdes Eigentum in Mitleidenschaft gezogen wurde, denn durch die Beschädigung des eigenen Gutes ist der Täter schon genügend bestraft. Dass dem nicht so ist, beweist ein kürzlich gefälltes Urteil des Obergerichtes des Kantons Solothurn. Aus den Akten geht folgendes hervor:

Eine Geschäftsfrau hatte in ihrer Wohnung am Morgen vor dem Aufstehen noch das Heizkissen auf Heizstufe 3 eingeschaltet. Als sie das Bett verliess und zur Arbeit ging, vergaß sie es aber wieder auszuschalten. Das Heizkissen, dessen Temperaturregler offenbar versagte, überhitze sich und geriet in Brand. Der Brand fand im Bett sofort Nahrung, und weil niemand mehr in der Wohnung war, verbreitete sich das Feuer rasch. Der Zimmerbrand wurde erst nachmittags entdeckt und mit Hilfe der Nachbarn und der Feuerwehr gelöscht. Die Fahrlässigkeit der Geschäftsfrau hat ihr die Zerstörung ihrer Wohnung und ihrem Ehemann, dem das Haus gehört, einen Schaden am Gebäude gebracht. Dazu aber kam noch eine polizeiliche Anzeige wegen fahrlässiger Verursachung eines Brandes. Wir wollen das ganze Gerichtsverfahren nicht wiedergeben, sondern nur