

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 32 (1941)  
**Heft:** 26

**Artikel:** Fernregulierung im grossen Netzbetrieb  
**Autor:** Keller, R.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1057689>

### **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:** 18.01.2025

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

## Fernregulierung im grossen Netzbetrieb.

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 14. Dezember 1940 in Zürich,  
von Rob. Keller, Baden.

621.398.2

*Die Aufgaben und einige heute verbreitete Methoden der Fernregulierung im Verbundbetrieb der Kraftwerke werden kurz dargelegt und hierauf zwei Fernregulierungssysteme — eine direktwirkende und eine Sekundär-Regulierung — eingehender beschrieben.*

*L'auteur rappelle brièvement le but du réglage à distance des usines interconnectées et quelques-unes des méthodes usuelles. Il décrit ensuite en détail deux systèmes de commande à distance, l'un à action directe et l'autre à action indirecte.*

Bei der in den letzten Jahren eingesetzten Förderung des Verbundbetriebes nach neuen Grundsätzen bezüglich Regulierung ergab sich das Bedürfnis nicht nur nach Fernmessung, sondern auch nach Fernregulierung. Unter Verbundbetrieb versteht man den Parallellauf einer Anzahl selbständiger Netze, wobei jedes seine eigenen Kraftwerke und sein eigenes Verbrauchernetz aufweist. Die Leistungsabgabe, bzw. der Leistungsbezug ist gewöhnlich vertraglich festgesetzt. Diese Leistungsbeträge können eine konstante oder gemäss einem Tages- oder Wochenprogramm variierende Quote darstellen. Zwecks rationeller Regulierung des Netzes, bestehend in der Zuordnung der Ausregulierung einer auftretenden Lastabweichung an das zugehörige Netz, wird an der Uebergabestelle vorteilhaft ein kombinierter Frequenz-Leistungsregler gesetzt (Fig. 1). Versieht man diesen kombinierten Regler

für die Programm-, bzw. Austauschleistung. Die Stromänderung in der dritten Wicklung in Abhängigkeit der Frequenzänderung ist bestimmt durch die Netzkonstante

$$K = \frac{dp}{df}$$

*K* Statische Charakteristik des Netzes.  
*dp* Leistungsänderung an Uebergabestelle.  
*df* Frequenzänderung an Uebergabestelle.

Erfolgt eine Leistungs- und Frequenzänderung nach diesem Gesetz, so bedeutet dies, dass die Störung *extern* verursacht wurde und ein Eingreifen der Kraftwerk-Regulierung nicht erfolgen darf. Ist die Störung *intern*, so ist das obige Gesetz nicht erfüllt und die Regulierung muss einsetzen durch Verstellung der Statik-Geraden des Primärreglers.

Es sei hier gleich noch auf einen weiteren Vorschlag für die Lösung des Verbundbetriebes hingewiesen, wobei an einer zentralen Stelle alle Regler aufgestellt werden, die von den Uebergabestellen beeinflusst werden und dann die Reglerbefehle mittels Fernsteuerung an die Kraftwerke weitergeben. Welches nun aber die Charakteristik des an der Uebergabestelle aufgestellten Leistungsreglers sein mag, so muss dieser auf ein bestimmtes Reguliergesetz einhalten zu können. In den meisten Fällen befindet sich die Uebergabestelle ziemlich weit vom Regel-Kraftwerk entfernt, weshalb man ohne eine Fernwirk-Anlage nicht auskommt. Bei der Lösung einer derartigen Aufgabe muss zunächst entschieden werden, ob der Regler direkt an der Uebergabestelle aufgestellt und die Reglerbefehle via Fernsteuerung wirken sollen oder ob die Regler im Kraftwerk selbst aufzustellen und das Meßsystem derselben an die Fernmessung anzuschliessen seien. Da gewöhnlich am Regulierwerk die Uebergabeleistung mitgemessen werden soll, bietet diese Anordnung Vorteile, wobei selbstverständlich Bedingung ist, dass die Fernregulierung die Fernmessung nicht beeinflussen darf.

Die Schwierigkeiten, welche sich der Verwirklichung einer Fernregulierung entgegenstellen, liegen einerseits in der Messtechnik selbst, denn die von irgendeinem Fernmeßsystem für die Speisung der Regulierorgane zur Verfügung gestellte Energie ist ausserordentlich gering und zudem erscheint die Wiedergabe des Messwertes am Empfänger mit einer gewissen Verzögerung. Da es sich, wie oben gezeigt, bei Fernregulierung sehr oft um die Konstanthaltung der Leistung an Kuppelstellen handelt mit im Verhältnis zur Nennlast der beidseitigen Netze sehr geringer Leistung, ist die Regulierauf-

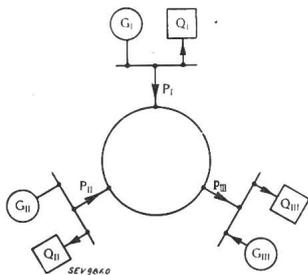


Fig. 1.  
Netzgruppierung  
im Verbundbetrieb.

mit einer Statik der Uebergabeleistung gleich der resultierenden Statik der Primärregler des eigenen Netzes nach Vorschlag Darrieus<sup>1)</sup>, so erhält man eine gewisse Selektivität in der Regulierung, derart, dass die in den parallel arbeitenden Netzen auftretenden Leistungsfluktuationen von diesen selbst ausreguliert werden. Gegenüber der früher praktizierten Methode mit Ueberweisung der Grundlast an eine Kraftwerkgruppe und Frequenzhaltung an eine andere Gruppe bietet diese Regulierart den Vorteil, dass alle Teilnehmer am Parallelbetrieb gleich behandelt werden.

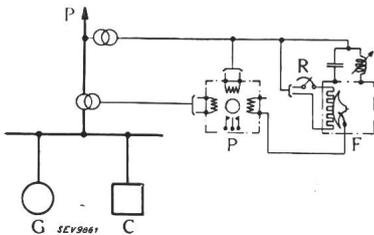


Fig. 2.  
Schema der kombinierten  
Frequenz-  
Leistungs-  
Regulierung.

In Fig. 2 ist die Kombination eines Leistungs-Frequenzreglers für diese Regulierart dargestellt. Der Frequenzregler ist statisch, der Leistungsregler hat 3 Wicklungen und eine verstellbare Hauptfeder

<sup>1)</sup> Bulletin SEV 1937, Nr. 22, S. 525.

gabe an und für sich sehr schwierig. Die ideale Lösung dieses Regulierproblems besteht bekanntlich in der Aufstellung von elastischen Netzkuppelungs-Umformern, welche aber vermutlich wegen der Kostspieligkeit bis heute für diesen besondern Zweck, d. h. Kupplung verschiedener Netze gleicher Frequenz, keine praktische Verwendung gefunden haben. Man greift daher zu der Kompromisslösung, bestehend in der Verwendung der Fernregulierung, um die vertraglich festgelegte Leistung an der Kuppelstelle einhalten zu können. Da bis heute die

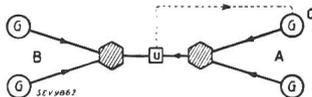


Fig. 3.  
Starre Netzkupplung über  
Regulierwerk der Uebergabe-  
leistung.

eingangs erwähnte kombinierte Frequenz-Leistungs-Regulierung im grossen Netzbetrieb noch wenig Eingang gefunden hat, begegnet man gewöhnlich dem in Fig. 3 dargestellten Netzgebilde. Dabei wird im Netz A die Frequenz und im Netz B die Leistung im eigenen Netz und in der Uebergabestelle konstant gehalten. Die Steuerung der Uebergabeleistung kann selbstverständlich nur von einem Kraftwerk übernommen werden, das nicht auf Frequenzhaltung fährt.

Bezeichnet man mit  $A$  und  $B$  (ohne  $C$ ) die Generatorleistungen und mit  $a$  und  $b$  die Verbraucherleistungen der beiden Netze, so ergibt sich die Uebergabeleistung zu

$$\dot{U} = C + A - a = -B + b$$

Man erkennt nun, dass sich jede Fluktuation einer dieser Summanden direkt auf die Uebergabeleistung auswirkt. Dazu kommt, dass im allgemeinen die Uebergabeleistung gegenüber der Netzleistungen  $A$  und  $B$  sehr gering ist, und zwar oft in der Grössenordnung von z. B. 0...5%. Weiter verschlechternd auf die Leistungskonstanz wirkt die gewöhnlich schwache elektrische Kopplung der Verbindungsleitung, welche bezüglich der zu übertragenden Leistung wohl reichlich, bezüglich Stabilität der beiden Netze aber knapp ist.

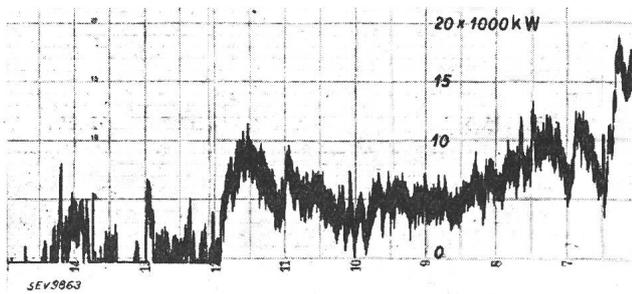


Fig. 4.  
Diagramm der Uebergabe-Leistung.

Wie unruhig die Leistung einer solchen Netzkupplung sein kann, zeigen die Diagramme der Austauschleistung zweier grosser italienischer Netze (Fig. 4).

Ferner wirkt erschwerend die verzögerte Auswirkung einer im Regulierwerk vorgenommenen Last-

änderung an der Uebergabestelle. Mit Rücksicht auf die vorerst nötige Beschleunigung der Maschinenmasse und je nach Konstellation der Netze kommt die nötige Korrektur erstens verspätet und zweitens nicht mit demselben Betrage zur Geltung. Es ist nun eine längst bekannte Tatsache der Reglertechnik, dass jede zeitliche Verschiebung zwischen Regler-Eingriff und Regler-Auswirkung zur Ueberregulierung und damit zu Pendelungen führt. Alle diese Verhältnisse müssen bei der Ausarbeitung einer Fernregulierung eingehend gewürdigt werden. In der Literatur sind viele Wege für eine rasche und stabile Regulierung der Koppelleistung angegeben worden, aber die Zahl der praktisch verwirklichten und dauernd arbeitenden Fernregulierungen ist scheinbar bescheiden geblieben. Es würde zu weit führen, hier alle die interessanten Reguliermethoden aufzuzählen, die namentlich in Deutschland ausgearbeitet wurden. An Hand der folgenden Bilder soll versucht werden, die Wirkungsweise zweier typischer Fernregulierungen zu erläutern. Davon stellt die erste eine direkt wirkende und die zweite

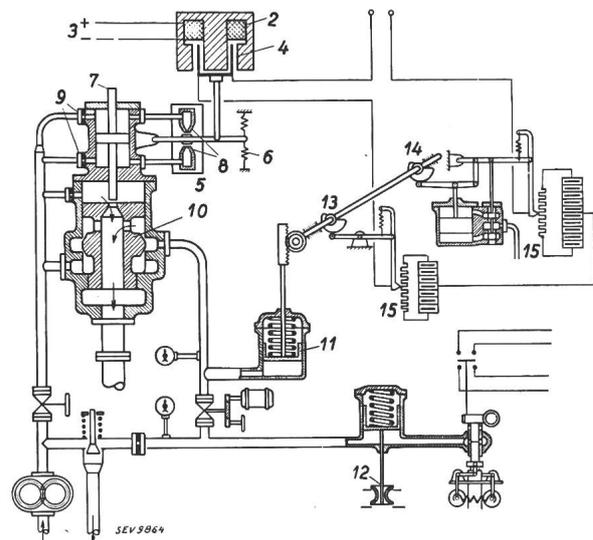


Fig. 5.  
Prinzipschema der elektrisch-hydraulischen Dampfturbinen-  
Steuerung für Anschluss an Fernmessung.

eine indirekte, sogenannte Sekundärregulierung dar. Die in Fig. 5 angegebene Empfangs-Fernregulier-Apparatur ist bestimmt für die automatische Fernregulierung einer 40 000-kW-Dampfturbine eines grossen städtischen Elektrizitätswerkes im Ausland. Verlangt wurde eine hochempfindliche und vor allem schnellwirkende Regulierung. Mittels eines Messwert-Umformers, der gleichzeitig Verstärker sein kann, wird für die Betätigung der Regulier-Empfangsapparatur ein kontinuierlicher Gleichstrom erhalten. Die Einrichtung basiert auf der Nullmethode, d. h. im ausregulierten Zustand weist das Meßsystem den Stromwert 0 auf. Bei auftretenden Abweichungen entstehen im Meßsystem diesen Abweichungen proportionale Gleichstromwerte. Es kann daher ohne weiteres irgendein Gesetz erfüllt werden, z. B. Frequenz-Leistung, wobei die diesen beiden physikalischen Grössen entsprechen-

den Gleichströme sinngemäss addiert werden können.

Die Umformung des Messwertes in Gleichstrom hat den Vorteil, dass sogar nicht synchrone Leistungswerte addiert werden können.

Bei Anforderung von Vollast zu 40 000 kW beträgt der Strom im Meßsystem der Reguliereinrichtung 10 mA. Der Widerstand der Meßspule ist auf 1000  $\Omega$  begrenzt, die zur Verfügung stehende Messleistung ergibt sich daher zu

$$P = (10 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1000 = 0,1 \text{ Watt.}$$

Gegenüber einer üblichen direkt messenden Leistungsregulierung mit ca. 40 VA Leistungsverbrauch weist dieser Regler demnach einen 400-mal geringeren Leistungsverbrauch auf. Krasser erscheint der erreichte Verstärkungsgrad in bezug auf die Energie, die zum Ansprechen der gesamten Steuerung zur Verfügung steht. Da sich der angegebene maximale Steuerstrom nur für Vollast-Ausfall einstellt, andererseits aber auf mindestens 1% Genauigkeit der Leistung reguliert werden muss, reduziert sich die Ansprech-Energie von 0,1 Watt auf

$$\Delta P = \frac{0,1}{100^2} = \frac{1}{100\,000} \text{ W.}$$

Die gesamte Verstärkung wird bei diesem System durch eine elektro-hydraulische Kombination erreicht. Die Wirkungsweise ist die folgende:

Ein Tauchspulenmagnet 2, bestehend aus Topfmagnet und Tauchspule 4 wird von einer separaten Gleichstromquelle 3 erregt. Die Tauchspule wird vom Gleichstrom der Fernmessung durchflossen. Je nach Richtung dieses Stromes wird die bewegliche Spule in oder aus dem Magneten gezogen. Die Spule ist mit der Steuerplatte des Prallplattenventils 5 mechanisch gekuppelt, welche durch eine Mittelstellungsfeder 6 zentriert ist. Der Vorsteuerkolben 7 erhält beidseitig Drucköl über die beiden Blenden 9. Befindet sich die Prallplatte genau in der Mittellage, so ist wegen der beidseitigen gleichen Strömung auch der Druckabfall in den Blenden 8 und 9 derselbe, und der Kolben 7 verharrt in einer bestimmten Lage. Verschiebt sich dagegen die Prallplatte um den geringsten Betrag aus der Mittellage, so wird das hydraulische Druckgleichgewicht gestört, und der Vorsteuerkolben 7 setzt sich in Bewegung. Die Lage des Folgekolbens 10 ist durch diejenige des Vorsteuerkolbens 7 auf bekannte Art bestimmt. Dieser Kolben verändert durch seine Verstellung den Oeldruck unter dem Kraftkolben 11 der Dampflassventile 12 und damit die Leistung der Dampfturbine. Gleichzeitig mit dem Haupt-Kraftkolben erfolgt die Druckänderung des Kraftkolbens 11, welcher die Rückführorgane betätigt. Die Drehung der Welle mit den Kurvenscheiben 13, 14 (bzw. D) bewirkt die Verstellung der Widerstände 15, bzw. Induktionsregler A, B, C in Fig. 6, wobei der eine die dauernde, der andere die vorübergehende Statik bestimmt. Die Statoren der Induktionsregler sind mit Wechselstrom erregt, je nach Lage des Rotors ergibt dieser eine bestimmte

Wechselspannung. Diese beiden Wechselspannungen werden einer Selengleichrichtergruppe in Gegenschaltung zugeführt. Die Rückführung erfolgt nun derart, dass mit Hilfe dieser Apparatur Gleichspannungen in den Meßstromkreis der Fernmessung eingeführt werden zwecks zeitweiliger Rückführung

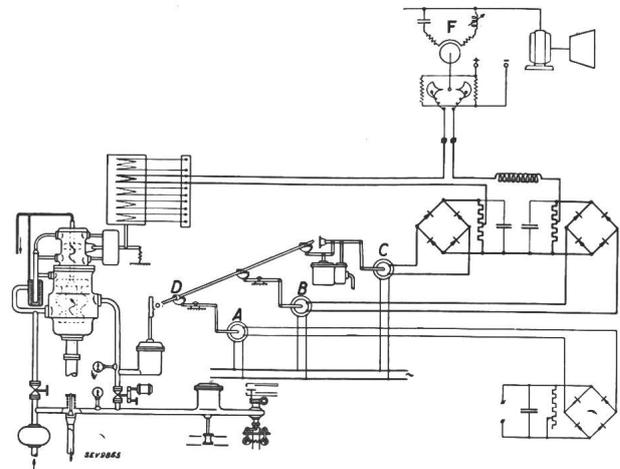
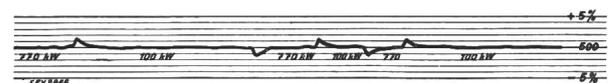


Fig. 6.

Schema der kontaktlosen Rückführung.

der Ansprechspule in ihre Nulllage, bzw. darüber hinaus. Bei astatischer Einstellung heben sich die an den beiden Gleichrichtergruppen bestehenden Spannungen nach aussen auf, bei statischer Einstellung dagegen besteht eine gewisse Restspannung, welcher eine gleichwertige im Fernmesskreis entgegenwirken muss, damit das Meßsystem im ausregulierten Zustand immer wieder die Nulllage findet. Die Einrichtung besitzt noch eine besondere Vorrichtung in der Rückführeinrichtung, die mit Rücksicht auf die ausserordentliche hohe verlangte Genauigkeit namentlich bei Frequenzregulierung der Dampfturbine verlangt waren. Die Verwendung von Induktionsreglern in der erwähnten Schaltung hat gegenüber der Rückführung mit Widerständen den grossen Vorteil der Kontakt- und Stufenlosigkeit bei max. Betriebssicherheit, was im Zusammenhang mit besonderen Betriebsverhältnissen von Dampfturbinen von Wichtigkeit ist.

Neben den erreichten hohen Genauigkeiten arbeitet die Regulierung sehr schnell. Bei Anforderung von Vollast durch die Fernregulierung erfolgt die Druckölsteigerung für Vollastabgabe der 40 000-kW-Gruppe in 0,6 s. Solche Zeiten illustrieren am besten die gute Eignung der Dampfturbinen für Pufferbetrieb. Gewisse Grenzen sind natürlich auch hier durch die Kesselanlage gezogen. Bei den Ver-

Fig. 7.  
Regulierdiagramm.

suchen war die Fernmessung nicht vorhanden. Die Einrichtung wurde mittels Frequenzregler zusammen ausprobiert entsprechend dem schwierigen Betriebsfall für Frequenzhaltung (Fig. 6). Die dabei erhaltenen Diagramme sind in Fig. 7 wiedergege-

ben. Fig. 8 und 9 stellen den Fernregulierapparat dar. Er ist als Zusatzapparat ausgebildet und kann zu jeder Dampfturbine mit Druckölregulierung nachträglich aufgestellt werden. Selbstverständlich ist die

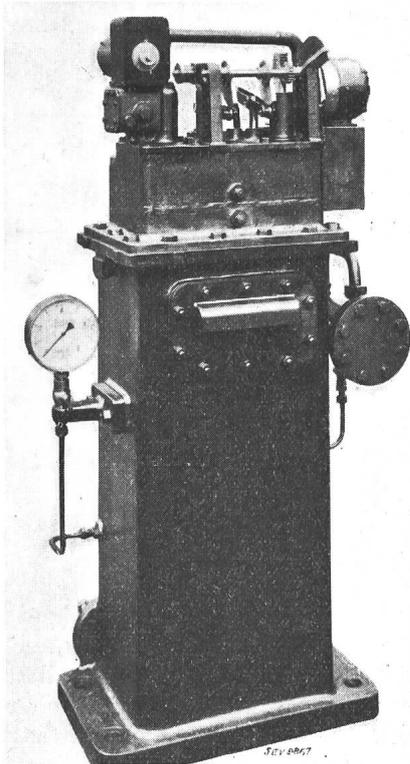


Fig. 8.  
Steuerregler.

Verwendung auch für hydraulische Anlagen vorgesehen. Fig. 10 zeigt die Dampfturbinengruppe von 40 000 kW, 3000 U./min, welche für den angegebenen Zweck als Reguliermaschine vorgesehen ist (die

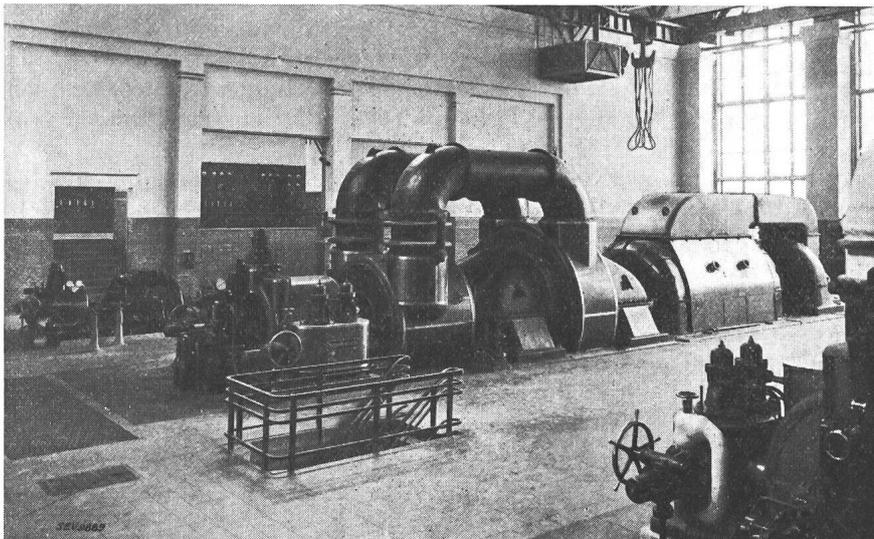


Fig. 10.  
40 000 kW Dampfturbine  
als Regulieraggregat arbeitend.

Inbetriebnahme der Einrichtung ist inzwischen mit gutem Erfolg geschehen). Beim Einbau eines derartigen Fern-Primärreglers wird der Drehzahlregler der Maschine durch Höherstellung seiner Leerlaufdrehzahl für den Normalbetrieb wirkungslos ge-

macht. Er wirkt noch als Sicherheitsregler bei auftretenden Lastabschaltungen.

Die zweite Fern-Reguliereinrichtung, welche hier kurz erläutert werden soll, ist eine indirekt wir-

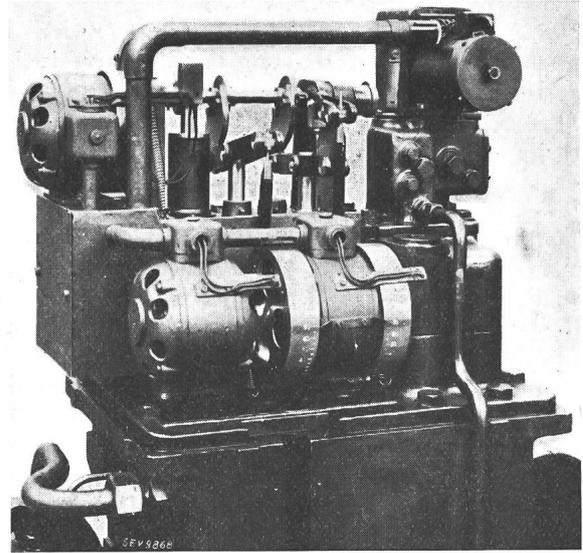


Fig. 9.  
Rückführapparat des Steuerreglers.

kende, d. h. die Beeinflussung der Regulier-Maschine erfolgt durch die Drehzahl-Verstellmotoren. Die Aufstellung derselben bezweckte, die mühevoll manuelle Handregulierung einer Kuppelleistung an einer um 130 km entfernten Meßstelle, die im Verhältnis zu den Netzleistungen sehr gering ist, durch eine automatische Regulierung zu ersetzen. Fig. 11 zeigt die generelle Anordnung im Zusammenhang mit dem Hauptnetz.

Als Regler wurde ein erprobter Impulsregler verwendet. Bedingung war nun, denselben derart an die bestehende Fernmess-Einrichtung anzuschliessen, dass die Empfangs-Instrumente keineswegs beeinflusst wurden, was eine zweckmässige Verstärker-Einrichtung notwendig machte. Fig. 12 zeigt deren prinzipielle Anordnung. Die Fernmessung liefert die Leistungswerte durch variierende Gleichstrom-Impulse. Die Impulszahl ist sehr gering, sie beträgt bei Leistung 0 kW ca. 2 und bei Vollast 25 000 kW, 6 Impulse, d. h. Zahl

und Gradient derselben ist sehr gering. Der Verstärker wirkt folgendermassen:

Ein Messkondensator *C* liefert die verstärkten Meßstrom-Impulse. Zu diesem Zwecke muss derselbe entsprechend der Impulsfrequenz aufgeladen

und entladen werden. Der Ladekreis wird gebildet durch die Stromquelle *G* über Röhre *R*<sub>1</sub>, Kondensator *C*, Widerstand *W*<sub>1</sub> und Reglermeßsystem *M*,

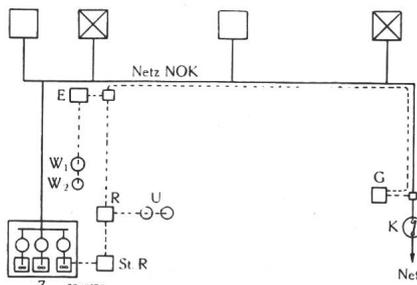


Fig. 11.  
Schematische Darstellung der Fernregulierungsanlage im Überlandnetz.

⊗ Erzeugerwerke. □ Verbraucher. Z Zentrale Löttsch. K Kuppelungsstelle beider Netze. G Geber. E Empfänger. W Wattmeter. R Röhrenrelais. U Umformergruppe 300 V, 2 kW. St R Steuerrelais PB 2/0.

der Entladekreis durch Röhre *R*<sub>2</sub> und Widerstand *W*<sub>2</sub>. Die Speisung der die Zündung einleitenden Gitter ist so elektrisch verriegelt, dass kein Kurzschluss entstehen kann. Die ankommenden Impulse

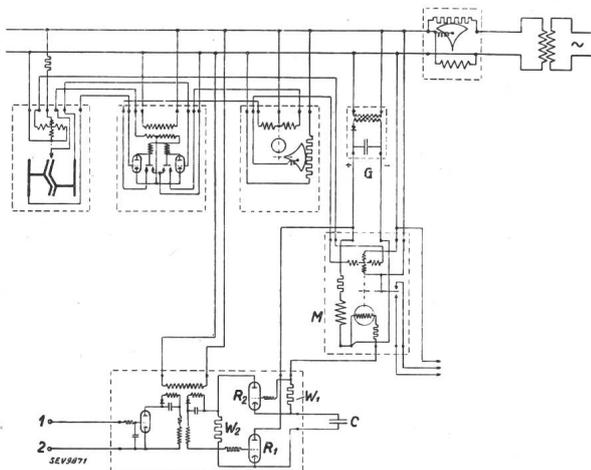


Fig. 12.

Prinzipschema der indirekt wirkenden Impulsregulierung. *G* Gleichstromquelle. *M* Reglermeßsystem. *R*<sub>1</sub>, *R*<sub>2</sub> Verstärkerröhren. *W*<sub>1</sub>, *W*<sub>2</sub> Lade- bzw. Entladewiderstand.

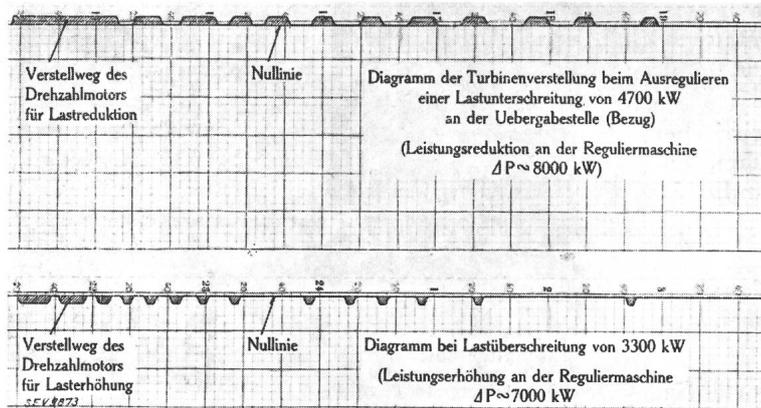


Fig. 14.  
Verlauf der Steuerimpulse in Abhängigkeit der Abweichung.

treten an die Klemmen 1 und 2 ein. Dies bewirkt einen Anodenstromstoß, welcher beim Abklingen eine positive Gitterspannung am Laderohr entstehen lässt.

Auch die mit dieser Röhrenschialtung erreichte Verstärkung ist ganz beträchtlich. Bei einem Effek-

tivwiderstand des Reglers von 100 Ω wurde ein Gleichstrommittelwert von 250 mA erreicht, Scheitelwerte 300 V, 1 A. Für die Steuerung der ersten Verstärkerröhre wird die Fernmessung mit 55 V und 0,1 mA = 5,5 mW beansprucht. Der Verstärkungsgrad der Apparatur ist demnach:  $\frac{300 \cdot 1000}{5} = 60000$ fach.

Im Gegensatz zu andern veröffentlichten Fernreguliereinrichtungen wurden mit einem astatischen Impulsregler (Fig. 13) durchaus befriedigende Resultate erzielt, wenn man den schwierigen Verhältnissen der Leistungsfluktuation der sehr geringen Kuppel-Leistung Rechnung trägt. Derselbe ist mit einer besonders ausgebildeten Dämpfungs- und

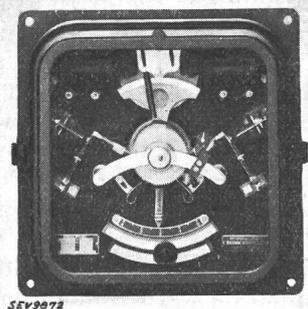


Fig. 13.  
Impulsregler.

Rückführ-Einrichtung ausgebildet, wodurch sich die Reguliergeschwindigkeit automatisch der auftretenden Abweichung anpasst, womit praktisch vollkommen asymptotisches Einschwingen erreicht wird. In Fig. 14 ist der Verlauf von Dauer und Frequenz der Regulierimpulse dargestellt. Die Diagramme wurden aufgenommen bei der Ausregulierung verschiedener Leistungs-Abweichungen vom Nullwert. Wie eingangs erwähnt, muss für die Ausregulierung eines bestimmten Abweichungswertes die Reguliermaschine auf einen wesentlich grösseren Leistungswert basieren, als an der Meßstelle erforderlich wäre. Dieses Resultat ist nicht allein der elektrischen Regulierung zuzuschreiben, sondern es wurde durch die vorteilhaften Reguliereigenschaften der als Reguliermaschinen verwendeten Peltongruppe ganz wesentlich erleichtert (Fig. 14). Die Regulierung ist polarisiert, d. h. die Betätigung der Drehzahlverstellmotoren ist zum vornherein festgelegt, je nachdem am Messort auf Bezug oder Abgabe reguliert werden soll.

Ueber die erhaltenen Betriebsresultate dieser ersten in der Schweiz in Betrieb genommenen Fernregulierungs-Einrichtung, sowie deren Rückwirkung auf den hydraulischen Teil wird Herr Obering. Hug von den NOK selbst berichten <sup>2)</sup>. Es sei an dieser

<sup>2)</sup> Siehe S. 804.

Stelle den NOK für ihre verständnisvolle Mitwirkung bei der praktischen Erprobung bestens gedankt. Wenn auch bei der Erstellung einer Fernregulierung mit Rücksicht auf das Gesagte eine gewisse Vorsicht geboten ist, so hoffen wir doch,

gezeigt zu haben, dass die heute zur Verfügung stehenden technischen Mittel die praktische Realisierung dieses Problems einen Schritt weiter gebracht haben.

## Beispiele aus der Fernsteuerungspraxis.

Vortrag, gehalten an der Diskussionsversammlung des SEV vom 14. Dezember 1940 in Zürich,  
von H. Fröhlich, Zug.

621.398.2

*Es werden einige ausgeführte Beispiele von Fernsteuerungsanlagen beschrieben, nämlich Fernsteuerungen von Strassenbeleuchtungen, Tarifapparaten, Energieverbrauchern und Alarmanlagen, bei denen Systeme mit und ohne Steuerdraht verwendet wurden.*

*L'auteur décrit quelques installations réalisées de commande à distance, en particulier des commandes à distance pour l'éclairage public, pour appareils de tarification, pour consommateurs de courant et dispositifs d'alarme exécutées au moyen de systèmes avec et sans fil de commande.*

Der gewaltige Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft, wie wir ihn gerade auch in der Schweiz in den letzten 20 Jahren erlebt haben, wäre undenkbar ohne zweckmässige Verbrauchlenkung. Durch die Abstufung des Energiepreises nach dem Verwendungszweck und namentlich nach dem Zeitpunkt des Verbrauchs konnten in der Tat eine Reihe neuer Absatzgebiete erschlossen und gleichzeitig die Belastungskurven der Werke entscheidend verbessert werden. Die hierfür verwendeten Tarifeinrichtungen und Schaltapparate werden heute meist durch lokale Schaltuhren in starrem Cyclus gesteuert. Durch *Fernsteuerung* der betr. Schaltfunktionen von einer Zentralstelle aus lassen sich zahlreiche betriebstechnische und tarifliche Verbesserungen erzielen. In gewissem Sinne lässt es auch die neue Organisation des Luftschutzes als zweckmässig erscheinen, Alarmeinrichtungen und Strassenbeleuchtungen von einer Zentralstelle aus zu steuern.

Die Vorteile der Zentralsteuerung liegen im Wegfall der vielen einzelnen Uhren, zu deren Bedienung und Instandstellung besonderes Fachpersonal verfügbar sein muss, sowie in der freien Tarifgestaltung. Die Umschaltzeiten können den Jahreszeiten, den Sonn- und Feiertagen und vor allem den verschiedenen Belastungsverhältnissen besser angepasst werden, so dass sich unter Umständen der Absatz von elektrischer Energie bedeutend steigern lässt.

Im folgenden sollen einige charakteristische Beispiele von Anlagen beschrieben werden, in denen Fernsteuerungsapparate, System Landis & Gyr, zur Verwendung gelangten.

### 1. Zentrale Steuerung der öffentlichen Beleuchtung, ohne Steuerdraht, durch Kaskadenschaltung.

Die Verdunkelungsmaßnahmen von vorläufig nicht absehbarer Dauer haben manches Elektrizitätswerk vor die Aufgabe gestellt, die Strassenbeleuchtung den veränderten Verhältnissen anzupassen. Die Schwierigkeiten und Kosten der Umstellung können ganz beträchtlich sein und daher manches Werk veranlassen, die zentrale Steuerung der Beleuchtung näher ins Auge zu fassen. Diese Massnahme gestattet jederzeit, die Schaltzeiten

sofort jedem beliebigen Verdunkelungsregime anzupassen.

Die Beleuchtungsanlagen von Städten und grösseren Ortschaften sind meistens in unabhängige Sektoren aufgelöst. Gewöhnlich sind die Transformatorstationen des Verteilnetzes auch die Speisepunkte dieser Beleuchtungssektoren, von wo aus das Ein- und Ausschalten der Lampen durch unabhängige Zeitschalter erfolgt.

Daneben gibt es, vorwiegend in älteren Anlagen, oft viele einzelne Lampen oder kleinere Gruppen, die von benachbarten Häusern aus durch Zeitschalter gesteuert werden, die gleichzeitig die Tarifumschaltung besorgen. Diese Einzellampen erschweren die Umstellung auf eine zentrale Steuerung.

Wenn das Beleuchtungsnetz zu einzelnen Sektoren zusammengefasst ist, erlaubt die *Kaskadenschaltung* die zentrale Ein- und Ausschaltung des gesamten Beleuchtungsnetzes *ohne Steuerdraht*. Im einfachsten Falle genügt es, von jedem Speisepunkt aus eine durchgehende Verbindung nach einem nächsten Speisepunkt herzustellen. Solche Zwischen-

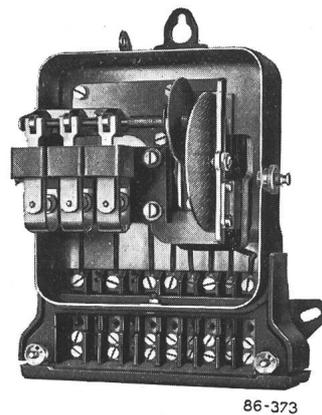


Fig. 1.

Fernschalter mit Antrieb durch Induktionsmotor. Schaltleistung 500 V, 30 A.

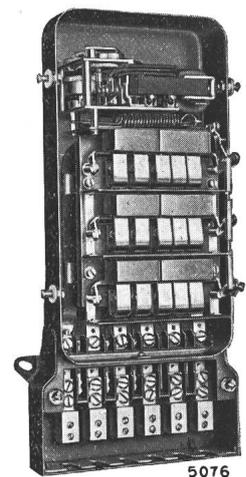


Fig. 2 (rechts).

Fernschalter mit Antrieb durch Kurzschlussankermotor und Speicherfeder. Schaltleistung 500 V, 100 A.

verbindungen können durch Zusammenschaltung von Beleuchtungssträngen benachbarter Speisepunkte oder durch Leitungsverlängerungen verwirklicht werden. An die Enden dieser Beleuchtungsstränge werden Fernschalter angeschlossen, die die