

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 41 (1950)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Die Grundzüge des Zentralsteuersystems von Landis & Gyr  
**Autor:** Koenig, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058899>

### **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:** 19.04.2026

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

dans un article paru dans «The Institution of Electrical Engineers» du 2 décembre 1947.

4. Le niveau d'émission qui influe sur le prix du poste d'émission doit être déterminé en fonction:

a) du seuil de non-fonctionnement imposé au relais récepteur (lui-même défini en fonction de sa sélectivité vis-à-vis des harmoniques),

b) du rapport entre le seuil de non-fonctionnement et de la tension de bon fonctionnement des relais récepteurs,

c) des chutes de tension admises en ligne, en particulier le long des lignes aériennes basse tension chargées.

Dans ces conditions, plusieurs systèmes de commande centralisée par courants porteurs existent actuellement. Ces systèmes, loin de s'opposer, semblent se compléter.

Les systèmes à fréquences musicales multiples impliquent un niveau d'émission relativement élevé, car certaines fréquences de commande étant voisines des fréquences harmoniques, il faut pour éviter tout fonctionnement intempestif, assurer un niveau de réception supérieur au niveau des harmoniques.

Ces systèmes conduisent donc à des postes d'émission relativement coûteux; par contre, les relais

récepteurs sont les plus simples. Ils se prêtent bien aux applications à grande diffusion dans les grands centres.

Les systèmes à fréquence musicale modulée servent heureusement de complément aux systèmes à fréquences musicales multiples; ils permettent, en limitant le nombre de fréquences d'émission, de multiplier les applications à faible diffusion, pour lesquelles le prix du relais récepteur ne constitue pas une objection essentielle.

Enfin, les systèmes à intervalles de temps semblent permettre de réduire sensiblement le niveau d'émission en ne nécessitant qu'une seule fréquence, qui peut être choisie éloignée des harmoniques dont les tensions sont les plus importantes.

Il en résulte une économie sensible sur le poste d'émission.

Les relais récepteurs assez complexes le sont moins que les relais à balanciers. Ce système semble particulièrement indiqué pour les réseaux ruraux et pour les villes dans lesquelles le nombre de relais récepteurs reste limité.

Adresse de l'auteur:

J. Pelpel, ingénieur en chef à la Compagnie des Compteurs, Montrouge (Seine) (France).

## Die Grundzüge des Zentralsteuersystems von Landis & Gyr

Von W. Koenig, Luzern

621.398.2

*Es werden die Umstände erörtert, denen bei der Wahl der Steuerfrequenz von Netzkommandoanlagen Rechnung zu tragen ist; tiefe Steuerfrequenzen sind technisch vorteilhaft, hohe ergeben billige Sendeanlagen. Das L & G-System arbeitet nach dem Impuls-Intervallverfahren und benützt eine Frequenz von etwa 500...1000 Hz. Dann werden die Fragen, die mit den Störspannungsverhältnissen und der Sendeleistung zusammenhängen, diskutiert, und es wird kurz auf die Merkmale der Landis & Gyr-Apparaturen eingetreten.*

*L'auteur examine les conditions qui motivent le choix de la fréquence d'asservissement des installations de commande centrale des réseaux. Les basses fréquences sont préférables du point de vue technique, tandis que les hautes fréquences permettent des installations émettrices moins coûteuses. Le système Landis & Gyr fonctionne selon le procédé des intervalles d'impulsions, à une fréquence de 500...1000 Hz. L'auteur discute ensuite de questions qui concernent les tensions perturbatrices et la puissance d'émission, puis il expose brièvement les caractéristiques des appareillages Landis & Gyr.*

Nach vielen Studien auf der Basis des Mehrfrequenzprinzips, des Impulszahlprinzips und anderer Lösungen gelangte Landis & Gyr als erste europäische Firma zum Impulsintervallprinzip in Kombination mit Netzüberlagerung. Wie aus den einleitenden Referaten hervorgeht, besteht über die besondere Eignung dieser Kombination so gut wie allgemeine Einigkeit. Über die vorteilhafteste Höhe der Steuerfrequenz und Steuerspannung dagegen herrscht in den Kreisen der Elektrizitätswerke noch eine gewisse Unsicherheit. Als Beitrag zur Klärung wird im folgenden zunächst versucht, die wichtigsten Gesichtspunkte darzulegen, die der relativ niedrigen Steuerfrequenz und verhältnismässig hohen Steuerspannung des Landis & Gyr-Systemes zugrundeliegen. Anschliessend werden die Konstruktionen noch kurz behandelt, soweit diese sich aus den allgemeinen Grundsätzen ergeben.

### I. Steuerfrequenz

Von allergrösster Tragweite ist eine zweckmässige Wahl der Steuerfrequenz. Dabei sind als Hauptfaktoren zu berücksichtigen: die Übertragungseigenschaften, die Oberwellenfrage, Geräusche,

Einflüsse von Kapazitäten und der Aufwand für die Sendemittel.

#### a) Übertragungseigenschaften

In Bezug auf die Übertragungseigenschaften gilt ganz allgemein die Regel: ein Verteilnetz überträgt einen Wechselstrom um so besser, je näher dessen Frequenz bei der Betriebsfrequenz liegt. Denn nach dieser richtet sich die Netzanlage bei ihrer Erstellung und bei allen späteren Umbauten und Erweiterungen. Leitungen und Transformatoren weisen ausser den ohmschen Widerständen auch beträchtliche Längsreaktanzen auf. Schon bei der Betriebsfrequenz von 50 Hz sind diese oft nicht zu vernachlässigen. Bei 500 Hz sind die Leitungsreaktanzen und die Streureaktanzen der Transformatoren 10mal so gross als bei 50 Hz. Bei 1000 Hz sind sie 20mal, bei 1500 Hz 30mal so gross usw. Im gleichen Verhältnis wachsen die prozentualen induktiven Spannungsabfälle, während die ohmschen Abfälle prozentual ungefähr gleich sind wie bei 50 Hz. Um die gewünschte Empfangsspannung zu erhalten, muss die Sendespannung somit im Vergleich mit der Empfangsspannung um so höher sein, je höher die

Steuerfrequenz und je grösser die Längsreaktanz zwischen der Sende- und der Empfangsstelle ist. Bei langen Freileitungen oder mehrfacher Transformation ist diese Erscheinung besonders ausgeprägt. Es kann dann bei relativ hoher Steuerfrequenz der Fall eintreten, dass die Sendespannung ein Mehrfaches der Empfangsspannung erreicht.

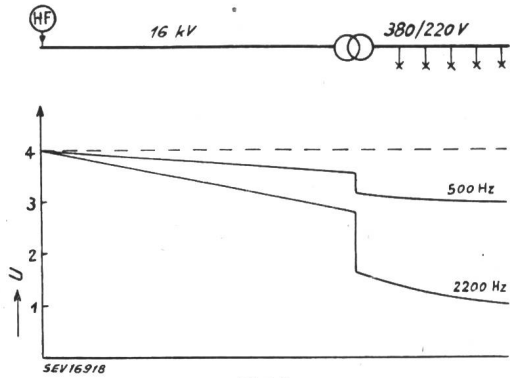


Fig. 1  
Spannungsabfall eines Steuerstromes bei tiefer und hoher Frequenz (Beispiel)

Fig. 1 veranschaulicht den Abfall der Steuerungsspannung von der Sende- bis zur Empfangsstelle. Dem Beispiel liegt die Annahme eines induktiven Spannungsabfalles bei 50 Hz von total 8,8% zugrunde, wovon je 3,5% auf die 16-kV-Leitung und den Transformator und 1,8% auf die Niederspannungsleitung entfallen. Dabei sinkt die Empfangsspannung bei 500 Hz auf 75% und bei 2200 Hz auf 25% ab. In der Praxis können die Abfälle noch grösser werden.

Die Sendeleistung wird bei allen Systemen hauptsächlich von den Energieverbrauchern, nicht etwa von den Empfangsgeräten absorbiert. Der Steuerstrom und damit auch der Abfall der Steuerungsspannung ist also annähernd proportional der Netzlast. Bei schwacher Netzlast steigt infolgedessen die Empfangsspannung nahezu auf die Höhe der praktisch konstanten Sendespannung. Hohe Steuerfrequenz bedingt grosse Schwankungen der Empfangsspannung im Sinne eines starken Anstieges bei schwacher Netzlast.

Diese Schwankungen brauchen den Fernsteuerbetrieb an sich noch nicht in Frage zu stellen, sofern die Ansprechspannung der Empfangsgeräte nie unterschritten wird. Je grösser die Schwankungen sind, desto labiler wird aber doch der Fernsteuerbetrieb, d. h. er wird abhängiger von anomalen Lastspitzen, von unerwarteter Entwicklung der Netzlast und von späteren Veränderungen der Netzanlagen. Ein Starkstrom-Verteilnetz hat eben einen ganz anderen Charakter als etwa der Tonfrequenz-Übertragungskanal einer Schwachstromverbindung. Um den fortwährenden Veränderungen seiner Längs- und Querimpedanz Rechnung zu tragen, geht man zwangsläufig in das Gebiet der niederen Frequenzen. Man braucht dann auch nicht für jeden einzelnen Fall detaillierte Untersuchungen über die Übertragungseigenschaften eines Netzes anzustellen, die in 10 Jahren vielleicht doch nicht mehr stimmen.

b) Oberwellen

Für das Empfangsgerät unterscheidet sich eine Oberwelle der Netzspannung kaum von einer überlagerten Steuerungsspannung. Will man vor Störeinflüssen der Oberwellen sicher sein, so muss man also aufpassen, dass man die Ansprechfrequenz der Empfangsgeräte nicht in den Bereich von Oberwellen legt.

Betrachten wir einmal ein typisches Oberwellenspektrum der Starkstrom-Verteilnetze. Da stellen wir zunächst fest, dass die Oberwellenstärke im allgemeinen mit zunehmender Ordnungszahl abnimmt. Eine fünfte Harmonische von 10 V und mehr in einem 220-V-Netz ist nichts ungewöhnliches. Dagegen sind Oberwellen von mehreren Volt in Frequenzanlagen über etwa 1000 Hz eher eine Ausnahme.

Als weitere Eigenart des Oberwellenspektrums ist festzustellen, dass gewisse Ordnungszahlen nicht vertreten sind. Einmal fehlen alle geradzahligten Harmonischen. Die Oberwellen von 100, 200, 300 Hz usw. kommen im Spektrum nicht vor. Aber auch die Oberwellen, deren Ordnungszahl ein ganzes Viel-

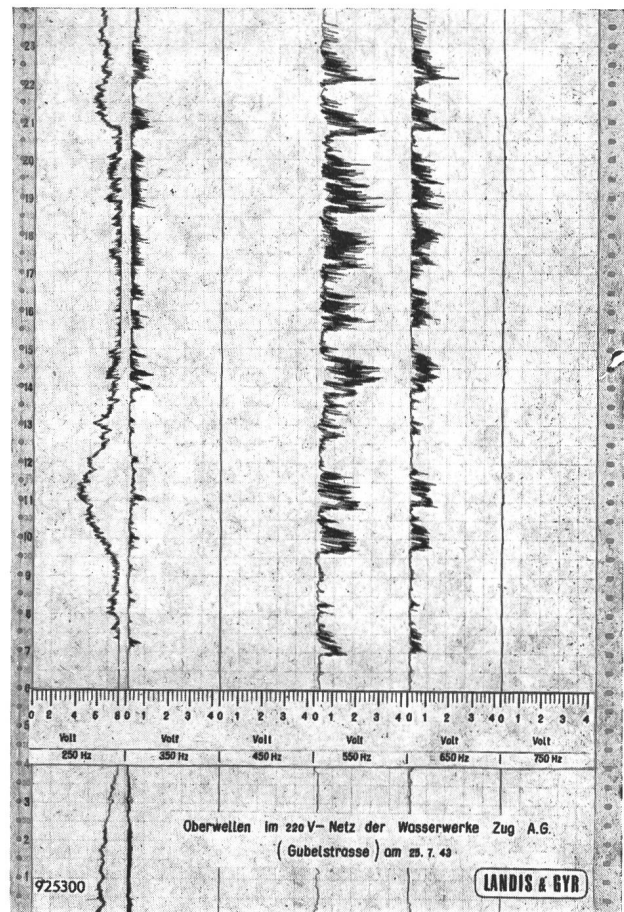


Fig. 2  
Beispiel eines Registrierdiagramms der 5., 7., 9., 11., 13. und 15. Harmonischen

faches von 3 ist, können sich in Drehstromnetzen nicht ausbilden. Die 3., 9., 15., 21. Harmonische usw. fehlen also ganz oder sind im Vergleich zu ihren Nachbarwellen nur sehr schwach vertreten. Diese

theoretisch nachweisbaren Feststellungen haben in jahrelangen registrierenden Messungen im In- und Ausland ihre Bestätigung gefunden. Fig. 2 zeigt als typisches Beispiel ein Sechsfach-Registrierdiagramm eines Oberwellenschreibers. Das Fehlen der 9. und 15. Harmonischen kommt darin deutlich zum Ausdruck, während die 5. sehr stark und die 7., 11., 13. deutlich vertreten sind.

Aus dieser Charakterisierung des Oberwellenspektrums zeichnen sich zwei grundverschiedene Wege ab, um die Störbeeinflussung der Empfangsgeräte durch Oberwellen zu vermeiden. Der eine Weg führt ins Frequenzgebiet, in dem die Oberwellen im allgemeinen relativ schwach sind, also in die höheren Frequenzlagen. Der andere Weg sucht prozentual möglichst breite Lücken im Frequenzspektrum, also die niedrigen Frequenzlagen.

Der erstgenannte Weg setzt voraus, dass man sich auf die niedrigen Spannungswerte der Oberwellen in den höheren Frequenzlagen verlassen kann. Gerade dies wird jedoch sowohl durch Literaturstellen<sup>1)</sup> als auch durch konkrete Beobachtungen in Frage gestellt. Bei der Würdigung von Literaturstellen und Messungen muss man eine weitere Eigentümlichkeit der Oberwellen beachten, nämlich die ausserordentliche Unregelmässigkeit ihres zeitlichen und örtlichen Auftretens. Die einen Harmonischen treten mehr bei schwacher, andere bei hoher Netzbelastung auf. Tageszeit, Wochentag, Jahreszeit und der Schaltzustand des Netzes können das Bild völlig verändern. Nach monatelanger Stille kann plötzlich eine Oberwelle mit unerwarteter Stärke auftreten. Gelegentliche Messungen mit dem Wellenanalysator können ein völlig irreführendes Bild geben und selbst registrierende Messungen von längerer Dauer bieten keine absolute Gewähr für die Oberwellenfreiheit eines Netzes.

Legt man dagegen die Steuerfrequenz in eine der natürlichen Lücken des Oberwellenspektrums, so ist man vor derartigen Überraschungen sicher. Solche Lücken gibt es in niederen und hohen Frequenzlagen. Nun sind aber noch die unvermeidlichen Schwankungen der Netzfrequenz in Rechnung zu stellen, mit denen die Oberwellen im gleichen Prozentsatz Schritt halten. Es darf nicht vorkommen, dass eine benachbarte Harmonische in die Ansprechfrequenz der Empfangsgeräte hineinwandert und z. B. während der Spitzenbelastung alle Heisswasserspeicher einschaltet. Besonders unangenehm wäre dies, wenn eine anomal starke Abweichung der Netzfrequenz selber durch eine aussergewöhnliche Lastspitze oder durch eine Störung im Netzbetrieb verursacht wäre.

Man muss also die Steuerfrequenz so legen, dass sie einen reichlichen prozentualen Abstand gegenüber den benachbarten zwei möglichen Oberwellen aufweist. Der absolute Abstand der Mitte aller natürlichen Lücken gegenüber den zwei benachbarten Oberwellen beträgt je 100 Hz. Tabelle I zeigt, wie die prozentualen Abstände der zwei benachbarten

Oberwellen gegenüber der Frequenz der Lückenmitte mit steigender Ordnungszahl abnehmen.

Tabelle I

Lückenmitte		% -Abstand der Lückenmitte von den benachbarten Oberwellen
Ordnungszahl	Hz	
9	450	22,2
15	750	13,3
21	1050	9,5
27	1350	7,4
33	1650	6,1
39	1950	5,1
45	2250	4,4
51	2550	3,9
57	2850	3,5
63	3150	3,2
69	3450	2,9
75	3750	2,7

Da die Ansprechkurve der Empfangsgeräte auch noch eine gewisse Bandbreite beansprucht, so sind diese Lückenbreiten nicht voll ausnützlich. Um so mehr ergibt sich aus der Tabelle, dass die tiefsten in Frage kommenden Frequenzen weitaus am meisten Gewähr bieten, dass selbst bei stark abweichender Netzfrequenz keine Notstände zu befürchten sind.

### c) Geräusche

Artikel 5 der eidgenössischen Starkstromverordnung schreibt vor, die Starkstromanlagen seien so zu erstellen, dass störende Fernwirkungen auf Schwachstromanlagen möglichst vermieden werden. Es handelt sich dabei in erster Linie um störende Geräusche in Telephon- und Radioanlagen durch elektrische und magnetische Störfelder von Oberschwingungen.

Nun ist bekanntlich nicht nur die physiologische Empfindlichkeit des Ohres, sondern auch die Fernwirkung der Oberschwingungen stark von der Frequenz abhängig. Nach der Fachliteratur<sup>1)</sup> ist z. B. bei 2200 Hz eine mindestens ca. 4mal geringere Oberwellenstärke zulässig als bei 500 Hz, wenn die Störschwelle von Telephonanlagen nicht überschritten werden soll.

Ähnliches gilt von den Energieverbrauchern der Starkstromnetze, in denen ebenfalls störende Geräusche durch die überlagerten Impulse vermieden werden sollen. Massgebend ist neben der Dauer der Impulse und des ganzen Kommandovorganges in erster Linie die tatsächlich auftretende maximale Empfangsspannung, nicht etwa die minimale Empfangsspannung oder gar die Ansprechspannung der Empfangsgeräte. Wie in Fig. 1 gezeigt wurde, kann die maximale Empfangsspannung z. B. bei 2200 Hz nicht selten um 300 % höher liegen als die minimale Empfangsspannung, während der entsprechende Unterschied bei 500 Hz und sonst gleichen Verhältnissen nur 33 % beträgt. Als weiterer Faktor kommt hinzu, dass die starke Erhöhung der Empfangsspannung bei hoher Steuerfrequenz zu Zeiten schwacher Netzlast auftritt. Dies ist also der Fall während der Nacht, d. h. wenn der allgemeine Geräuschpegel gering und die Geräuschempfindlichkeit des Menschen ohnehin schon höher ist als während des Tages.

<sup>1)</sup> Huntley, H. R.: Noise Frequency Inductive Coordination of Power and Telephone Circuits. Public Power 1946, Nr. 7/8, S. 22.

All diese Umstände weisen deutlich darauf hin, dass die Geräuschfrage bei tiefer Steuerfrequenz viel weniger Aufmerksamkeit erfordert als bei hoher Steuerfrequenz. Dies geht auch daraus hervor, dass den Spezialisten für die Geräuschbekämpfung in Telephonanlagen die relativ starken Netzharmonischen der tieferen Frequenzlagen nicht mehr Mühe machen als die im allgemeinen schwächeren Oberwellen höherer Ordnungszahlen.

#### d) Kapazitäten

Ein am Netz angeschlossener Kondensator absorbiert einen Steuerstrombetrag, der prozentual mit der Steuerfrequenz zunimmt. In Frage kommen die Kondensatoren, die zur Verbesserung des Leistungsfaktors eingebaut werden und die Kabelkapazitäten. Die  $\cos \varphi$ -Kondensatoren lassen sich sperren, die Kabel jedoch nicht. Mit dem Verschlucken von Steuerenergie und auch mit Resonanzerscheinungen durch das Zusammenwirken von Kabelkapazitäten mit Leitungs- und Transformator-Reaktanzen muss man also rechnen. Dagegen gibt es nur ein Mittel: möglichst tiefe Steuerfrequenz.

Zwei Faktoren muss man im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung im Auge behalten: Gründe des Heimatschutzes und der Ausdehnung der Städte führen voraussichtlich zu einer relativ stärkeren Zunahme der Hochspannungskabel als der Freileitungen. Die steigenden Leistungen und Kabel-längen andererseits rufen nach höheren Kabelspannungen. Der Einfluss der Kabelkapazität wächst aber proportional mit der Kabellänge und dem Quadrat der Spannung. Daran muss man *heute* denken, denn eine spätere Herabsetzung der Steuerfrequenz ist praktisch unmöglich.

#### e) Sendeanlagen

Hätte eine tiefe Steuerfrequenz nur Vorteile, so würde die Frequenzfrage zu keinen Diskussionen Anlass geben. Tatsächlich aber erfordert eine tiefe Steuerfrequenz mehr Aufwand für die Sendeanlagen als eine hohe Steuerfrequenz. Dies trifft besonders zu für grössere Parallelüberlagerungsanlagen, bei denen der Kopplungskondensator einen namhaften Teil des Aufwandes ausmacht. Je höher die Steuerfrequenz, desto kleiner wird der Kopplungskondensator.

#### f) Zusammenfassung

Zusammengefasst reduziert sich also das Problem der geeignetsten Steuerfrequenz auf einen Kompromiss zwischen technischen und wirtschaftlichen Anforderungen. Die technischen Bedingungen weisen eindeutig in die Richtung tiefer Frequenzen. Wirtschaftliche Rücksichten, besonders bei grösseren Parallelüberlagerungsanlagen, verlocken zur Verwendung höherer Frequenzen. Die richtige Wahl ist weitgehend eine Ermessensfrage und kann stark durch individuelle Verhältnisse beeinflusst werden. Landis & Gyr hat mehr die technischen Anforderungen in den Vordergrund gestellt und erreichte den wirtschaftlichen Ausgleich bei den Empfangsgeräten, auf denen ja im Gesamtbild auch meistens das Schwergewicht liegt.

## 2. Störspannungen und Sendeleistung

Die minimal zulässige Ansprechspannung der Empfangsgeräte richtet sich vornehmlich nach den zu erwartenden Fremdspannungen. Diese sind je nach ihrer Herkunft von sehr verschiedener Frequenz, Höhe und Dauer. Als Quellen von Fremdspannungen kommen in Frage: Oberwellen, Einschaltvorgänge und Schwingungen unbekannter Herkunft. Wie man den Oberwellen der Netzspannung wirksam aus dem Wege geht, wurde im Zusammenhang mit der Steuerfrequenz behandelt.

Den kurzzeitigen, aber gelegentlich sehr hohen Einschalt-Spannungsschüssen begegnet das Landis & Gyr-System durch eine Kombination mehrerer Mittel. Die relativ hohe Ansprechspannung des Resonanzrelais macht dieses von vorneherein gegenüber dem Grossteil solcher Spannungsschüsse unempfindlich. Was noch durchdringt, ist etwa eine Stosswelle in durchschnittlich 10 Tagen. Um diese unschädlich zu machen, wird von der natürlichen Anlaufverzögerung des Wählerantriebes Gebrauch gemacht. Zur ungewollten Auslösung eines Wählerumlaufes müsste eine grössere Anzahl kräftiger Stosswellen zwischen zwei Sendungen, also in einem relativ kurzen Zeitintervall, auftreten. Die hohe Ansprechspannung und die natürliche Anlaufverzögerung des Landis & Gyr Empfangsgerätes würden also eigentlich zur Vermeidung ungewollter Anläufe durch Stosswellen schon vollauf genügen. Dazu kommt noch der Umstand, dass ein unbeabsichtigter Wähleranlauf gar keine Folgen hätte, da sich der Wähler nach 30 Sekunden einfach wieder stillsetzen würde. Die Stosswellen sind wirklich kein Problem, was auch die Betriebsergebnisse in ca. 15 installierten Anlagen bestätigt haben.

So wirksam Verzögerungsmittel gegen Stosswellen sind, so wenig helfen sie gegen Fremdspannungen längerer Dauer, wie solche von Störsendern und unbekanntenen Quellen herrühren können. Fremdwellen dieser Art sind allerdings keine alltägliche Erscheinung. Immerhin muss man damit rechnen. Falls sie von der Hochspannung her kommen, so berühren sie das gesamte Überlagerungsgebiet und könnten somit die ganze Anlage durcheinander bringen oder blockieren.

Das wirksamste Mittel gegen Fremdspannungen längerer Dauer besteht in einer möglichst hohen Ansprechspannung der Empfangsgeräte. Damit eine Fremdspannungsquelle stören kann, muss sie eine genügende Leistungsfähigkeit aufweisen. Die Leistung der Störquelle wird wie die Steuerleistung grösstenteils von den Verbrauchsapparaten absorbiert. Die zum Stören erforderliche Minimalleistung steigt also mit dem Quadrat der Ansprechspannung der Empfangsgeräte.

Die beim Landis & Gyr-System aus diesen Erwägungen relativ hoch angesetzte Ansprechspannung erfordert natürlich auch einen Tonfrequenz-generator entsprechender Leistung. Allerdings ist eine 10-kW-Maschine nicht 10mal so gross wie eine 1-kW-Maschine. Auf die Grösse der übrigen Teile hat die hohe Sendeleistung nur einen mässigen Einfluss. Wohl aber steigt die Unempfindlichkeit der

Anlage gegen Fremdspannungen direkt mit der erforderlichen Sendeleistung.

### 3. Die Apparate

#### a) Sendemittel

Der Raum gestattet nicht, auf die Ausführung der Sendeanlagen näher einzugehen. Erwähnt sei nur, dass zum Aufdrücken der dreiphasigen Steuerungspannung auf ein Hochspannungsnetz sowohl die Parallel-, als auch die Serieüberlagerung zur Anwendung kommen. Dabei wird immer das ganze von der Sendeanlage bediente Netz auf einmal überlagert, um die Sendungen in möglichst kurzer Zeit durchzubringen. Eine besonders einfache Abart der Serieüberlagerung steht für Niederspannungsnetze zur Verfügung, wobei eine einphasige Steuerungspannung dem Nulleiter aufgedrückt wird. Ausnahmsweise kommt auch die einphasige Serieüberlagerung in einem dreiphasigen Hochspannungsnetz vor.

#### b) Empfangsgeräte

Die niedrige Steuerfrequenz und die hohe Ansprechspannung geben auch dem Empfangsgerät von Landis & Gyr sein charakteristisches Gepräge. Während die dargelegten Grundsätze auf der Sendeseite einen gewissen Mehraufwand bedingen, so macht sich dieser mehr als nur bezahlt durch die ausserordentliche Einfachheit der Empfangsgeräte.

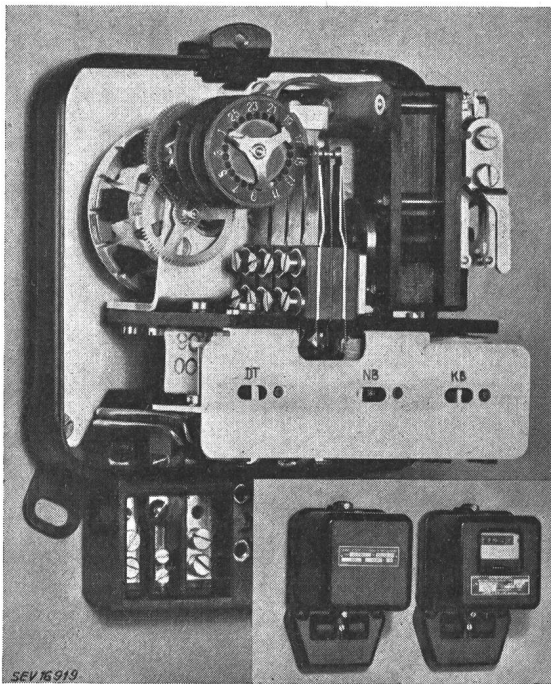


Fig. 3

Beispiel eines Empfangsgerätes für 3 Doppelkommandos für je 10 A 380 V  
rechts unten: Empfangsgerät neben Einphasenzähler

Fig. 3 zeigt als Beispiel ein Empfangsgerät für 3 Doppelkommandos mit Stellungszeiger. Es besteht aus einem Resonanz-Empfangsrelais (rechts), einem Nockenwähler (links) und 3 Kipprelais für je 10 A 380 V (unten). Zum Grössenvergleich ist dieses

Empfangsgerät rechts unten einem Einphasen-Zähler gegenübergestellt. Da die Empfangsgeräte nach dem Baukastenprinzip zusammengefügt sind, so können sie je nach Bedürfnis mit 1...6 Kipprelais ausgerüstet werden. Diese sind in der Regel mit Kontakten für  $1 \times 10$  A oder  $3 \times 15$  A besetzt. Die Abmessungen des Gerätes richten sich nach der Zahl und Kontaktbesetzung der Kipprelais.

Das Empfangsrelais ist ein Wechselstromrelais, das durch Serieschaltung mit einem Kondensator auf die Steuerfrequenz abgestimmt ist. Es wird also ohne Notwendigkeit einer Verstärkung direkt durch die Tonfrequenzimpulse betätigt. Das Relais selber verkörpert dabei die Reaktanz des Serieresonanzkreises.

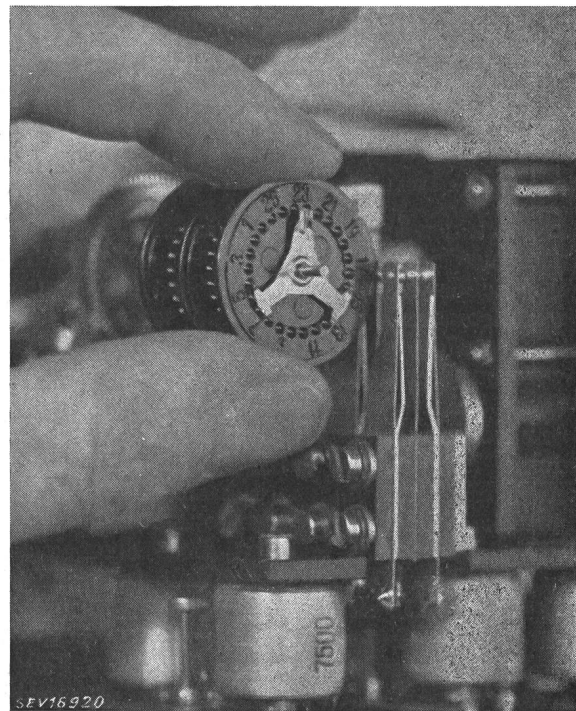


Fig. 4

Einstellung eines Kipprelais des Empfangsgerätes auf eines der 25 Doppelkommandos einer Anlage

Bemerkenswert ist die flache Resonanzkurve. Das Resonanzrelais wird dadurch unempfindlich gegen Verstimmung infolge der unvermeidlichen Kapazitätsänderungen durch Alterung und bei Temperaturschwankungen. Auch mechanisch ist das Relais robust, und ein speziell ausgebildeter Anschlag schliesst die gefürchteten Kleberscheinungen aus. Es hat sich in 5jährigem praktischem Betrieb bestens bewährt.

Der Nockenwähler weist die Besonderheit auf, dass jedes Kipprelais durch einen einfachen Handgriff auf jedes beliebige der 25 Doppelkommandos der Anlage eingestellt werden kann (Fig. 4). Diese Einstellbarkeit ohne Verlegung von Drähten erlaubt es einem Werk, mit einer geringen Zahl von Empfangsgerät-Typen alle Bedürfnisse zu befriedigen. Auch lassen sich Umschaltungen auf eine an-

dere Tarifart oder eine andere Gruppe von Heisswasserspeichern vom Zählerableser an Ort und Stelle rasch erledigen.

Das Ziel des Konstrukteurs muss sein, ein Empfangsgerät zu schaffen, das keine periodische Wartung erfordert. Ferner soll es in Strassenlampenmasten bei tiefen Temperaturen nicht einfrieren. Dieses Ziel dürfte beim vorliegenden Empfangsgerät in Anbetracht folgender Merkmale erreicht sein: In erster Linie enthält das Gerät wenig bewegliche Elemente und keine Teile, die zu Störungen durch Alterung Anlass geben. Besonders wichtig ist das

Fehlen empfindlicher Lager und Reibstellen, die Schmierung erfordern. Wo kein Öl ist, da kann auch keines eintrocknen, verharzen oder einfrieren, wie dies oft bei Uhren geschah. Im übrigen ist der Apparat klein und praktisch geräuschlos. Er verträgt grosse Spannungsschwankungen und braucht pro Kommando nur eine halbe Minute Zeit. Für besondere Zwecke kann er für Kombinationswahl gebaut werden, die jede beliebige Steigerung der Kommandozahl gestattet.

Adresse des Autors:

Dipl.-Ing. Werner Koenig, Taubenhaustr. 6, Luzern.

## Netzkommandoanlagen der Zellweger A.-G., Uster

Von O. Grob, Uster

621.398.2

Das Zellwegersystem beruht auf der Speicherung der Steuerenergie im Empfangsgerät, so dass trotz geringer Sendeleistung eine grosse Betätigungsleistung im Empfänger zur Verfügung steht. Es kann mit jeder beliebig wählbaren Tonfrequenz arbeiten.

Le système de commande à distance Zellweger S. A. se distingue par le fait que l'énergie de commande distribuée par l'émetteur est accumulée dans les récepteurs. De cette façon, on arrive à mettre à la disposition de chaque récepteur une puissance considérable, malgré la puissance minime de l'émetteur. La fréquence de commande est choisie selon les conditions du réseau.

Das von der Zellweger A.-G. in Uster entwickelte Zentralsteuerungssystem zeichnet sich dadurch aus, dass es senderseitig mit minimalsten tonfrequenten Steuerleistungen auskommt und trotzdem seinen Empfangsrelais eine ausserordentlich grosse Steuerenergie zur Verfügung stellt.

Diese beiden Tatsachen, die sich eigentlich zu widersprechen scheinen, konnten nur durch geschickte Ausnutzung des Faktors Zeit realisiert werden. Ein elektromagnetisches Relais braucht zu seiner Betätigung eine gewisse minimale Steuerleistung. Das Relais benötigt diese Steuerleistung aber nur während sehr kurzer Zeit (nämlich während ca. einer Hundertstelsekunde). Andererseits kann man sich bei Zentralsteuerungen für die Befehlsdurchgabe ruhig ein paar Sekunden Zeit lassen. Diese Zeit gestattet, die Steuerimpulse verhältnismässig lange zu senden, und deren Steuerenergie kann in den Empfangsapparaten durch ein Speichersystem voll ausgenutzt werden.

werden hier vorerst durch ein elektrisches Frequenzfilter (bestehend aus dem Filterkondensator CF und der Filterspule LF) vom 50periodigen Starkstrom getrennt. Hierauf richtet ein kleiner Selengleichrichter GR die tonfrequenten Steuerimpulse gleich. Der so gewonnene Gleichstrom lädt den Speicherkondensator  $C_s$  langsam auf.

Da die Dauer eines Steuerimpulses ungefähr 5 s beträgt, erhält der Speicherkondensator von jedem Steuerimpuls eine sehr grosse Steuerenergie. Durch Schliessen des Kontaktes K wird diese Energie schlagartig (also kurzzeitig und dafür mit sehr grosser Leistung) an das zu betätigende Relais Rel abgegeben. Ersetzt man den Kontakt K durch eine Glimmröhre GL, so erfolgt die Einleitung der Entladung automatisch. Sobald nämlich die Spannung am Speicherkondensator den Wert der Zündspannung der Glimmröhre erreicht hat, zündet die Glimmröhre, sie wird dadurch zum Leiter und gibt die gespeicherte Steuerenergie (wie gewünscht) plötzlich an das Relais Rel ab.

Die beschriebene Schaltung stellt also einen sehr wirksamen und trotzdem sehr einfachen Impulsverstärker dar, wobei der Verstärkungsgrad in erster Linie durch das Verhältnis der Speicherzeit zur Entladezeit gegeben ist.

Für Zentralsteuerungsempfänger besitzt der Speicherverstärker nicht nur den Vorteil grösster Einfachheit. Von wesentlich grösserer Bedeutung ist vielmehr seine Eigenschaft, dass er in Bezug auf kurzzeitige Störimpulse völlig immun ist.

Die normalen Starkstromnetze enthalten bekanntlich neben dem 50periodigen Starkstrom ein ganzes Konglomerat von Tonfrequenzen. Da diese nichts nützen, sondern nur in jeder Beziehung unerwünscht sind, seien sie als tonfrequente Störspannungen bezeichnet. Diese Störspannungen müssen in zwei voneinander grundverschiedene Gruppen eingeteilt werden. Die erste Gruppe umfasst alle

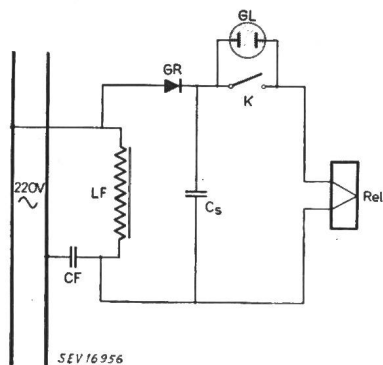


Fig. 1  
Speicherverstärker

Dazu rüsten wir jeden Empfänger mit einem sehr einfachen Speicherverstärker nach Fig. 1 aus.

Die tonfrequenten Steuerimpulse gelangen auf dem normalen Starkstromnetz zum Empfänger und