

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 66 (1975)

Heft: 2

Artikel: Möglichkeiten der Übertragung von Befehlen und Meldungen über das Mittel- und Niederspannungsverteilnetz : ein Beitrag zur Netzautomatisierung

Autor: Kniel, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915255>

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: 21.02.2026

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

Möglichkeiten der Übertragung von Befehlen und Meldungen über das Mittel- und Niederspannungsverteilnetz

Ein Beitrag zur Netzautomatisierung *)

Von R. Kniel

Die Notwendigkeit, Meldungen und Befehle im Energieverteilungsnetz übermitteln zu können, wird erläutert und die verschiedenen Methoden zur Lösung dieser Aufgabe diskutiert. Es folgt eine allgemeine Betrachtung der Netzüberlagerungstechniken mit besonderer Berücksichtigung der modernen Rundsteuersysteme. Die Rundsteuersysteme sind im Hinblick auf eine Massenanwendung der Empfänger optimiert, d. h. billige Empfänger und relativ aufwendige Sender. Die Anwendung solcher Anlagen ausschliesslich für Zwecke der Netzautomatisierung (kleine Anzahl Empfänger) kommt aus Kostengründen kaum in Frage. Durch Verwendung eines Tiefpegelsystems können die Kosten des Sendeteils gegenüber der klassischen Rundsteuerung wesentlich gesenkt werden. Es werden ein solches System vorgestellt und seine Charakteristiken (Modulationsart, Codierung, Pegel, Ankopplungssysteme, Empfängerkonzept) diskutiert. Darüber hinaus werden ein System zur Übermittlung von Meldungen von der Peripherie zum Zentrum beschrieben und einige Besonderheiten besprochen (massgebende Eigenschaften des Netzes, Filtertechnik). Beide Systeme kombiniert ermöglichen einen beliebigen Punkt-zu-Punkt-Verkehr.

1. Anforderungen an ein umfassendes Übertragungssystem im Hinblick auf die zukünftige Netzautomatisierung und ähnliche Aufgaben

Elektrizitätsversorgungsunternehmen sind von Natur aus Körperschaften, die über ausgedehnte Gebiete verteilte technische Einrichtungen betreuen müssen. Für den optimalen Betrieb eines solchen Systems muss das Elektrizitätsversorgungsunternehmen über Möglichkeiten verfügen, mit denen die Struktur des Systems (d. h. die Last und der Schaltzustand des Netzes) beeinflusst werden kann. Die Entscheidungen betreffend diese Veränderungen sind nur dann optimal, wenn sie sich auf die Kenntnis des aktuellen Zustandes des Gesamtsystems stützen. Man braucht mit andern Worten ein Steuersystem, um vom Zentrum aus die für notwendig erachteten Schaltmanöver auslösen zu können, sowie ein Übertragungssystem von der Peripherie zum Zentrum, damit die Kenntnisse über den Netzzustand à jour gehalten werden können. Bei der Konzeption der Netzautomatisierung wird man sich sehr sorgfältig überlegen müssen, welcher Grad der Zentralisation des Entscheidungsprozesses das Optimum darstellt. Je zentraler die Aufgabe gelöst wird, um so besser kann im Sinne des Ganzen entschieden werden, um so grösser werden aber auch die Anforderungen an Übertragungskapazität und Betriebssicherheit der Übertragungssysteme.

2. Theoretische Möglichkeiten der Bewerkstelligung dieser Übertragungen

2.1 Mittelbare Meldungs- und Befehlsübertragung

Die mittelbare Meldungs- und Befehlsübertragung ist die Methode, die zurzeit noch mehrheitlich angewendet wird:

Man wartet, bis Abonnenten, die von einer Störung betroffen sind, sich telefonisch melden. Eine mobile Equipe

*) Vortrag gehalten am 4. November 1974 im Rahmen des Kolloquiums «Probleme der modernen Elektrotechnik» im Institut für Elektronik der ETHZ.

621.391.31

On démontre tout d'abord la nécessité de transmettre des signalisations et des ordres et on discute les différentes techniques possibles pour résoudre cette tâche. Une discussion générale de la technique de la superposition de signaux sur les réseaux existants suit, relative en particulier aux systèmes de télécommande centralisée modernes. Ces systèmes ont été optimisés en vue d'une application massive des récepteurs, ce qui conduit à des récepteurs économiques et à des émetteurs de puissance relativement élevée. L'utilisation de telles installations dans le but exclusif de l'automatisation des réseaux n'est guère envisageable économiquement parlant du fait du nombre restreint de récepteurs dans une telle application. Grâce à l'utilisation d'un système à faible niveau, le coût de l'émetteur peut être réduit considérablement par rapport à la télécommande classique. Un tel système fait l'objet d'une présentation et ses caractéristiques essentielles (système de modulation, codage, niveaux, type d'injection, conception du récepteur) sont discutés. La description d'un système de transmission de signalisation de la périphérie au centre analysant ses particularités (propriétés essentielles des réseaux, techniques des filtres) suit. Les deux systèmes combinés permettent une transmission d'un point quelconque à un autre du réseau.

erhält sodann den Auftrag, an Ort und Stelle die notwendigen Schaltungen vorzunehmen, damit die betroffenen Abonnenten über einen anderen Pfad mit elektrischer Energie versorgt werden. Diese Methode hat verschiedene Nachteile:

a) Die Rückmeldung funktioniert nur dann, wenn die Störung zu einem Spannungsunterbruch führt, der von jemandem bemerkt wird. Bei vermascht betriebenen Netzen können Elemente ausfallen, ohne dass dies zu Spannungsunterbrüchen führt. Dadurch kann die Redundanz (z. B. durch Öffnen des Spaltschalters) verlorengehen, ohne dass dies bemerkt wird. Die nicht erkannten defekten Elemente werden in diesem Falle auch nicht rechtzeitig repariert. So kann es später dennoch zu Versorgungsunterbrüchen kommen, obschon man diese durch die Vermaschung hatte verhindern wollen.

b) Die Methode ist langsam. Sehr oft sind die Verteilnetze so aufgebaut, dass man nach Ausfallen eines Netzelementes durch einfache Umschaltungen den Betrieb ohne weitere Nachteile wiederherstellen kann. Müssen die Fehlersuchoperationen und Schalthandlungen an Ort und Stelle durchgeführt werden, verstreicht bis zur Wiederversorgung der Abonnenten mit Strom eine ansehnliche Zeit. Das in den Umschaltmöglichkeiten investierte Geld ist infolge der Verzögerung, die entsteht, bis die Umschaltung wirksam wird, sehr schlecht ausgenutzt.

c) Die Methode lässt sich nicht automatisieren. Sie bedingt Pikettpersonal, das sehr unregelmässig zum Einsatz kommt, was sowohl von der Personalseite als auch von der Arbeitgeberseite unbefriedigend ist.

2.2 Unmittelbare Informationsübertragung

Sie kann grundsätzlich durch Funksignale, durch spezielle Leitungen oder durch Netzüberlagerung erfolgen.

2.2.1 Funk

In den meisten Ländern besteht ein Mangel an Radiofrequenzen. Damit die relativ kleine zur Verfügung stehende Bandbreite ausreicht, vertreten die Konzessionsbehörden den Standpunkt, dass Funk nur für Verbindungen mit mobilen Einrichtungen angewendet werden darf. Ortsfeste Einrich-

tungen können mit anderen Mitteln erreicht werden. Unter diesen Umständen scheint es, mindestens in Westeuropa, keine Möglichkeit zu geben, dieses Problem mittels der Funktechnik lösen zu können. Ferner kann eine Steuerung über Funk sehr leicht gestört werden, absichtlich oder ungewollt.

2.2.2 Steuerleitungen

Steuerleitungen stellen ein hervorragendes Informationsübertragungsmittel dar. Ihre Übertragungskapazität ist hoch und ihr Störpegel relativ klein. Allerdings stehen sie nur selten zur Verfügung. Sie können zwar vielfach von den Telefonverwaltungen gemietet werden. Die damit verbundenen Kosten sind jedoch hoch, und es besteht selten die Möglichkeit, dass man mit den Telefonverwaltungen einen langfristigen Vertrag abschliessen kann, da dem echten Telefonbetrieb der Vorrang gegeben wird. In Kabelnetzen scheinen eigene Steuerleitungen wirtschaftlich nur dann tragbar zu sein, wenn sie gleichzeitig mit den Kabeln verlegt werden können. Unterirdische Steuerkabel auf separatem Trasse kommen aus wirtschaftlichen Gründen normalerweise nicht in Frage. Man rechnet in der Stadt Zürich damit, dass eine zweiadrige Steuerleitung, fertig verlegt, auf 0,25 Mio Franken pro Kilometer zu stehen kommt. Liegt die Steuerleitung unmittelbar neben dem Kabel, so muss damit gerechnet werden, dass zum Beispiel bei Bauarbeiten die Steuerleitung gleichzeitig mit dem Kabel ausfällt. Besondere Massnahmen sind notwendig, damit man in einem solchen Fall auf den Unterbruch der Steuerleitung aufmerksam wird. In Freileitungsnetzen wäre die Verlegung von Luftkabeln eine äquivalente Lösung zur gleichzeitigen Verlegung von Steueradern mit dem Hochspannungskabel. Luftkabel werden aber im allgemeinen nicht zuletzt aus Gründen des Landschaftschutzes verworfen. Zusammenfassend muss man zum Schluss kommen, dass die Anwendung von Steuerleitungen als Übertragungsmittel für die Bedürfnisse der Elektrizitätsversorgungsunternehmen für die auf uns zukommende Netzautomatisierung der Mittelspannungsnetze nicht das Mittel der Wahl sein kann.

2.2.3 Netzüberlagerung

Die einzige allgemein verwendbare Lösung des Problems ist die Verwendung des Netzes selbst als Übertragungsmittel. Im folgenden soll gezeigt werden, dass es dank moderner Technologie möglich ist, mit einem vernünftigen Aufwand Apparaturen zu bauen, die in der Lage sind, einen genügenden Befehls- und Meldefluss mittels der Netzüberlagerung zu übertragen. Die Vorteile der Netzüberlagerung sind mit der Tatsache verknüpft, dass das Verteilnetz bereits existiert und praktisch jeden Punkt erreicht, wo Leute arbeiten oder wohnen. Das Netz ist robust gebaut, besteht aus dicken Leitungen und kräftigen Komponenten, so dass die Zuverlässigkeit des Netzes extrem hoch ist. Darüber hinaus ist seine Funktionstüchtigkeit dauernd von den vielen Abonnenten überwacht, und jeder längere Unterbruch führt zu einer Klage.

3. Gegenüberstellung der Informationsbedürfnisse der Transport- und Verteilnetze

Die Transportnetze mit einer Spannung von 50 kV und mehr haben eine relativ einfache Struktur, da die Anzahl der Kraftwerke und Unterwerke beschränkt ist. In jedem der

Anfangs- und Endpunkte dieses Transportnetzes muss eine relativ grosse Anzahl von Meldungen und Befehlen verarbeitet und übertragen werden. Die Übertragung derselben erfolgt am wirtschaftlichsten mit Hilfe der Fernwirktechnik mit UKW-Strecken, gemieteten oder eigenen Steuerleitungen oder mit der Trägerfrequenztechnik als Netzüberlagerung. Im letzteren Falle werden die einzelnen Strecken an beiden Enden mit Sperrkreisen ausgerüstet. Damit schafft man sowohl hervorragende Übertragungseigenschaften bis zu mehreren hundert Kilometern als auch die Möglichkeit der Benutzung von spannungslosen, einseitig geerdeten Leitungen als Übertragungsmittel.

Das Mittelspannungs-Verteilnetz besitzt eine unvergleichlich höhere Anzahl Verästelungen, an welchen grundsätzlich Informationen anstehen können oder Schaltmanöver auszuführen sind. Eine Verwendung der oben erwähnten, in den Transportnetzen bestens eingeführten Mittel kommt deshalb auf der Verteilebene nicht in Frage. An jeder dieser Verästelung entstehen nur wenige Informationen (wie z. B. «Schalter AUS», «Temperatur des Transformators zu hoch» usw.), und es sind auch wenige Schalthandlungen vorzunehmen. Solche Punkte sind jedoch sehr zahlreich, so dass man besonders einfache Sende- und Empfangseinrichtungen braucht, damit die Kosten und die Serviceaufwendungen nicht zu hoch werden und damit eine hohe Betriebssicherheit gewährleistet ist. Aus Kostengründen kommt es z. B. nicht in Frage, dass man das Verteilnetz durch den Einbau von zahlreichen Sperrkreisen «präpariert», wie dies bei Hochspannungsleitungen bei der Anwendung der Trägerfrequenztechnik üblich ist. Die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf die Betrachtung der Verteilnetze.

4. Allgemeines über die Netzüberlagerungstechnik

Die Idee, das Netz als Übertragungsmedium zu benützen, ist fast so alt wie die Netze selber (*Brown + Routin* 1898). Der technisch-wirtschaftliche Durchbruch der Rundsteuer-technik gelang jedoch erst nach 1946 dank der allgemeinen Verwendung des Impulsintervallverfahrens. Zurzeit sind auf der ganzen Welt etwa 5 Mio Empfänger im Betrieb, gesteuert von Sendeanlagen mit einer Dimensionierungsleistung von ca. 100 GVA, was ca. 10 % der totalen Weltgeneratorleistung ausmacht. Da Verteilnetze für die möglichst verlustarme Übertragung eines im wesentlichen symmetrischen, 3phasigen Vorganges tiefer Frequenz gebaut sind, verwendet man für die Übertragung von Befehlen ebenfalls ein 3phasiges symmetrisches Signal, dessen Frequenz nicht zu weit weg von der Sollfrequenz des Netzes ist. Dadurch resultieren ebenfalls geringe Signaldämpfungen. Dank hochselektiven, analogen aktiven Filtern ist es möglich, mit sehr komfortablen Sicherheitsmargen den Netzharmonischen auszuweichen (Fig. 1). Man kann mit Sendepiegeln arbeiten, die ungefähr 1 % der 50-Hz-Spannung betragen. Eine Impulsdauerüberwachung verhindert ein Ansprechen auf transiente Vorgänge. Am Anfang der 70er Jahre wurde ein wesentlicher Impuls durch die Erkenntnis ausgelöst, dass für die Zukunft andere Codierungen als das Impulsintervallverfahren richtungweisend sein dürften. Eine gleichgewichtige, fehlererkennende Codierung, wie z. B. eine 5-aus-10-Codierung (Fig. 2), gestattet eine wesentliche Verkleinerung der Zugriffszeit sowie eine wesentliche Vergrösserung des Befehls-

vorrates und eine Verkleinerung der Fehlerrate und ermöglicht gleichzeitig den Bau von einfachen vollelektronischen Empfängern [1]¹⁾. Der Befehlsvorrat des modernen «Decabit»-Systems beträgt z. B. 100 Doppelbefehle mit einer Übertragungszeit von je 6,6 s für das Grundsystem und 20 000 Doppelbefehle mit einer Übertragungszeit von je 13,8 s für das Kombinationswahlsystem (Fig. 3).

Bis zu diesem Zeitpunkt wurde die Netzüberlagerungstechnik praktisch ausschliesslich für Massen Anwendungen, wie Strassenbeleuchtungssteuerung, Steuerung von Doppel-tarifzählern, Heizungen, Heisswasserspeichern, sowie vereinzelt für die Übertragung von Feuerwehr- und Störungsequipenalarm verwendet. Die relativ bescheidene Anzahl Befehle, die relativ lange Übertragungszeit sowie Bedenken zwecks Betätigung eines einzigen Empfängers, Tausende und aber Tausende weitere mechanische, dem Verschleiss unterworfenen Empfänger mitdrehen zu lassen, verhinderte beim klassischen Rundsteuersystem die Anwendung dieser Technik für die Steuerung von Einzelobjekten wie beispielsweise Streckenschalter von Mittelspannungsleitungen. Ferner fehlte dazu auch die erst seit kurzem mögliche Rückmeldung. Das Aufkommen des obenerwähnten Codiervfahrens im Zusammenhang mit vollelektronischen Empfängern lässt alle diese Gründe verschwinden, so dass es nun gegen die Steuerung von Einzelobjekten mittels Rundsteuertechnik nichts mehr einzuwenden gibt. Die erwähnte 5-aus-10-Codierung ist ausserordentlich sicher. Eine Fehlschaltung ist auch unter sehr gestörten Verhältnissen ausgeschlossen, da die verwendete Codierung fehlererkennend ist. Der Empfänger führt bei gestörtem Empfang wohl den richtigen Befehl nicht aus, die Ausführung eines falschen Befehls wird jedoch mit Sicherheit verhindert. Die Wahrscheinlichkeit des Nichtausführens lässt sich durch Repetitionssendungen wesentlich senken. Der Befehlsvorrat ist gross genug, stehen doch bei Kombinationswahl 20 000 Doppelbefehle zur Verfügung, und da für die Sendung eines Befehls des Grundsystems 6,6 s und für diejenige eines Kombinationsbefehls 13,8 s benötigt werden, ist die Zugriffszeit genügend klein. Ausserdem sind Bedenken gegen zusätzliche Sendungen für die Steuerung von Einzelobjekten gegenstandslos, da vollelektronische Empfänger keinerlei Abnützungserscheinungen unterworfen sind. Die Fig. 4, 5 und 6 zeigen Ausführungsbeispiele solcher Anlagen.

5. Grenzen der Anwendung der modernen Rundsteuertechnik für Einzelobjektsteuerung

Aus dem soeben Dargelegten kann der Schluss gezogen werden, dass eine mit vollelektronischen Empfängern und einem fehlererkennenden Code arbeitende Rundsteueranlage

¹⁾ Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

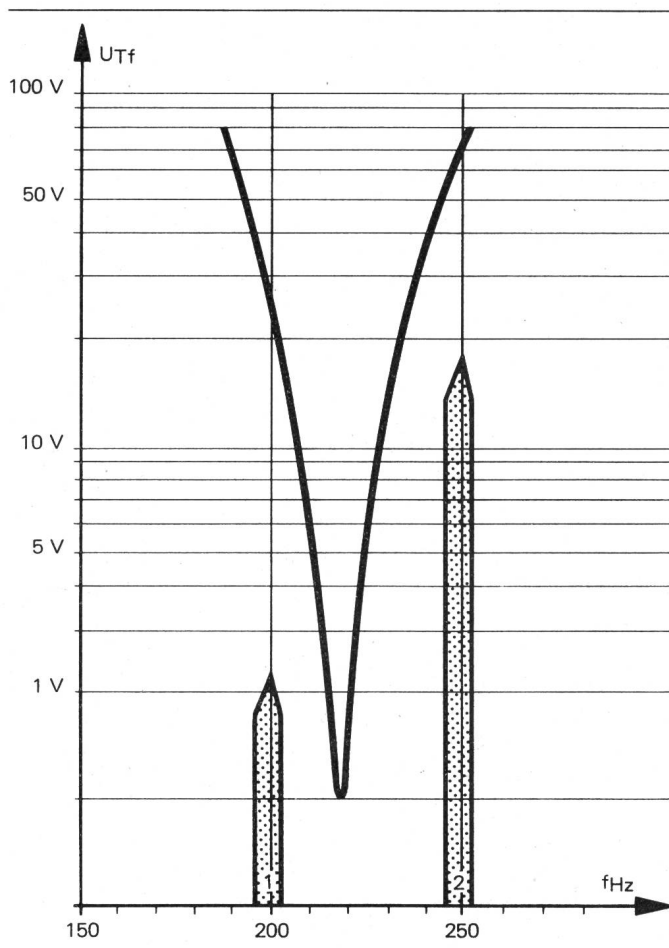


Fig. 1 Typische Selektivität von Empfängern für $f = 217 \text{ Hz}$

- 1 4. Harmonische
- 2 5. Harmonische
- UTf minimale Signalspannung

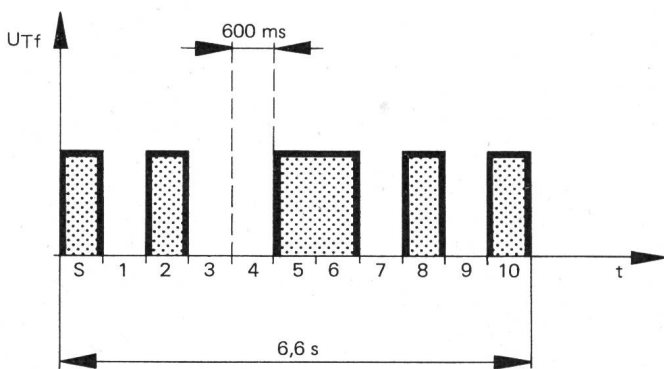
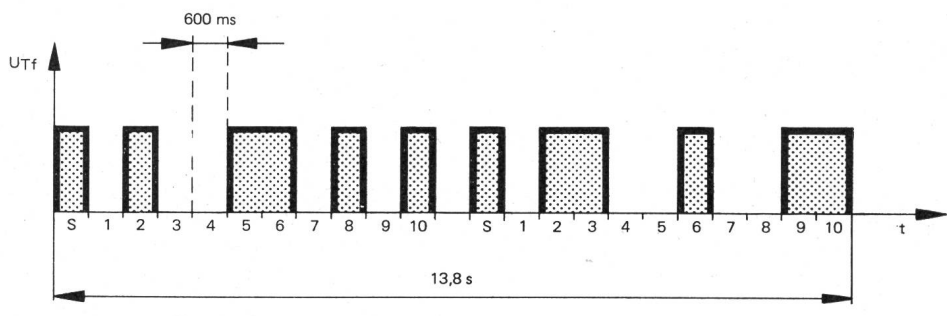


Fig. 2 Impulstelegramm eines Rundsteuersystems

- UTf Signalspannung
- t Zeit

Fig. 3 Impulstelegramm bei «Decabit»-Kombinationswahl

- UTf Signalspannung
- t Zeit



die Übermittlung von Befehlen von einem zentralen Punkt aus bis in die feinsten Verästelungen eines Mittel- und Niederspannungsnetzes vollständig übernehmen kann. Dies gilt mit einer grundsätzlichen Einschränkung: Die Strecke zwischen Sender und Empfängern muss intakt und unter Spannung sein. Es kann aber gezeigt werden, dass man mittels lokaler Automatismen auf jeden Fall beliebige Schaltaufgaben durch Übertragungen ausschliesslich über gesunde und unter Spannung stehende Leitungen lösen kann.

Viele Netze sind mit klassischen Rundsteueranlagen ausgerüstet, die für die Laststeuerung und ähnliche Aufgaben verwendet werden. Diese klassischen Rundsteueranlagen können nur in sehr beschränktem Masse für die Einzelobjektsteuerung verwendet werden. Es besteht jedoch in vielen

Fällen die Möglichkeit, unter gemeinsamer Verwendung eines erheblichen Anteiles der Sendeanlage, beide Systeme, das klassische und das moderne, mit gleicher Frequenz im gleichen Netz im Zeitmultiplex-Verfahren funktionieren zu lassen. Dies gestattet nach und nach, ohne grosse Investitionen, das bewährte System durch das moderne, elektronische System zu ersetzen. Allerdings kommt man dadurch nur sukzessive in den vollen Genuss der Vorteile des modernen Systems: Die wesentliche Erhöhung des Befehlsvorrates und die erhöhte Übertragungssicherheit stehen vom Tage der Einführung des «Decabit»-Systems zur Verfügung. Die Verbesserung der Zugriffszeit und die Tatsache, dass die Empfänger abnutzungsfrei arbeiten, kommen hingegen erst mit dem Verschwinden des klassischen Systems voll zur Geltung. Sind

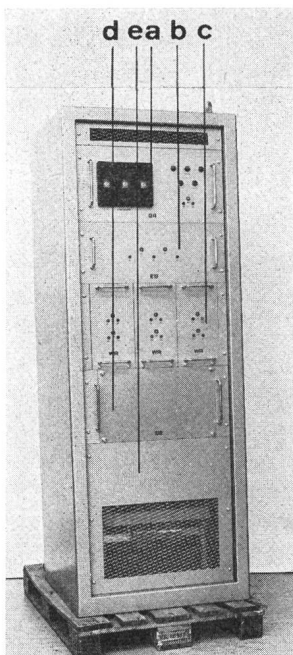


Fig. 4
Statischer Frequenzumformer
a Gleichrichterteil
b elektronischer Tastschalter
c Wechselrichter
d Steuerelektronik
e Ausgangskreise

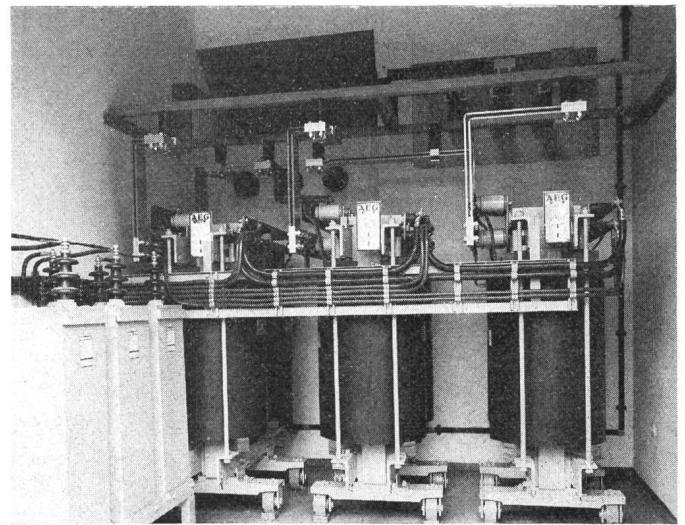


Fig. 6 Serieankopplung

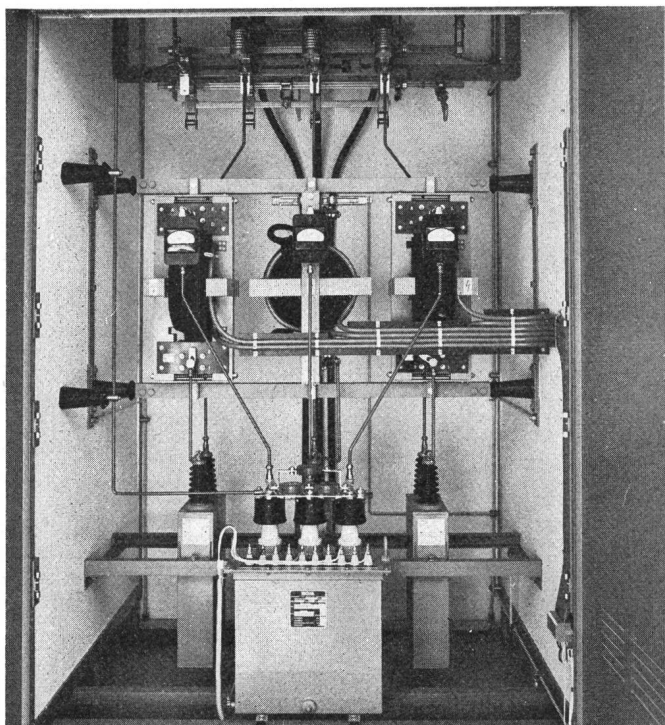


Fig. 5 Koppelzelle für Parallelkopplung

infolge der Netzautomatisierung nur wenige zusätzliche Sendungen pro Tag zu erwarten, so stellt die Kombination des bewährten mit dem modernen System die wirtschaftlichste Lösung dar. Bei einer sehr intensiven Benützung der Sendeanlage zum Zwecke der Netzautomatisierung würde das Problem der Abnutzung und der relativ langen Zugriffszeit diese Lösung verbieten. Ferner ist zu bedenken, dass die Rundsteuerung nicht in allen Netzen der Welt Eingang gefunden hat, dort nämlich nicht, wo die steuerbare Last einen zu geringen Anteil der Netzlast ausmacht, dort, wo die gültige Tarifstruktur nicht geeignet ist, oder dort, wo die Auffassung vorherrscht, es sei nicht Sache der Versorgungsunternehmen, dafür zu sorgen, dass die Abonnenten ihren Bedarf unter möglichst günstigen Bedingungen decken können.

Die Rundsteuersysteme wurden in der Annahme entwickelt, dass man sehr viele Empfänger pro Sendeanlage verwendet (Massenanwendung zwecks Tarifsteuerung oder Speicherheizungssteuerung). Im Schnitt dürfte es sich um 1300 Empfänger pro Sendeanlage handeln. Es ist klar, dass man einfache Empfänger bauen muss, um unter diesen Bedingungen ein wirtschaftliches Optimum erreichen zu können. Dass die Sendeanlage für eine relativ hohe Leistung gebaut werden muss, spielt dabei eine untergeordnete Rolle.

Fig. 7 zeigt die Zusammenhänge zwischen Anzahl Empfänger, Empfangspegel und Kosten des Systems. Je tiefer der gewählte Empfangspegel ist, desto kleiner darf der Sendepiegel sein, desto kleiner wird auch die Sendeleistung und

damit die Kosten der Sendeanlage. Da vermieden werden muss, dass der Empfänger auf Störsignale reagiert, werden auf der Empfängerseite die Aufwendungen um so grösser, je tiefer der gewählte Empfangspegel ist.

Man sieht, dass das wirtschaftliche Optimum um so mehr nach tiefen Pegeln rutscht, je weniger Empfänger pro Sendeanlage eingesetzt werden sollen. Um mit wirtschaftlichen Mitteln Sonderaufgaben (z. B. Netzautomatisation) mittels Überlagerungstechnik auch in den Fällen lösen zu können, wo die Massenanwendung der Rundsteuertechnik fehlt, oder für Fälle, wo diese Sonderaufgaben durch die bestehende Rundsteueranlage nicht übernommen werden können, wurde ein Tiefpegelsystem entwickelt. Man war dabei sehr stark darauf bedacht, die Vorteile eines Baukastensystems auszunützen. Es wurden Lösungen gesucht, die ohne aufwendige Projektierungsarbeiten in den verschiedensten Einzelfällen eingesetzt werden können, d. h., es wurden Standardlösungen entwickelt, bei denen keine Probleme bezüglich Ausbreitung der Signale bzw. einer gegenseitigen Beeinflussung von Nachbaranlagen zu befürchten sind.

6. Wahl der verschiedenen Kenngrössen eines Tiefpegelsystems

6.1 Modulationsart

Die klassischen Rundsteuer-Systeme arbeiten alle mit Amplitudenmodulation. Die Telegramme bestehen aus Impulsen und Lücken; zwischen zwei Telegrammen wird nicht gesendet.

Beim Tiefpegelsystem wird die Frequenzschubtastung verwendet, und zwar eine extrem schmalbandige Variante mit sehr kleinem Frequenzhub. Dies, um nur einen möglichst kleinen Anteil des im Netz vorhandenen Rauschens berücksichtigen zu müssen. Dies ergibt grundsätzlich Probleme bezüglich Stabilität der Sendefrequenz einerseits und des Frequenzdiskriminators im Empfänger andererseits.

Um die Wichtigkeit des Stabilitätsproblems zu zeigen, sei erwähnt, dass der Frequenzhub lediglich 1,6 Hz beträgt. Selbstverständlich darf die relative Abweichung zwischen Sende- und Diskriminatorfrequenz nur einen Bruchteil des Frequenzhubes betragen. Es sind deshalb entweder ausserordentlich stabile Elemente notwendig, oder, was eleganter ist, die Frequenzen müssen dauernd in eine feste Relation zueinander gebracht werden.

Im Gegensatz zu den analogen Filtern, deren Durchlassfrequenz durch die Werte ihrer Elemente gegeben ist, wird bei den digitalen Filtern und bei den Abtastfiltern die Durchlassfrequenz von aussen her gesteuert. Die Abtastfilterelemente bestimmen wohl die Bandbreite des Durchlasses, eine an sich wenig kritische Grösse, die Sollfrequenz muss jedoch in geeigneter Form mit einem Wechselstromsignal gegeben werden. Da man bei der Netzüberlagerungstechnik an beiden Enden, beim Sender und beim Empfänger, die gleiche 50-Hz-Frequenz zur Verfügung hat, kann man bei beiden Geräten, beispielsweise durch einen «phase locked loop», eine Wechselspannung erzeugen, deren Frequenz in einem festen, gebrochenen, rationalen Verhältnis zu 50 Hz steht. Diese Spannung wird nach entsprechender Verstärkung als Sendesignal benützt und steuert am Empfangsort den aus Abtastfiltern bestehenden Diskriminator. Damit ist ein perfekter Synchronismus zwischen Sender und Empfänger gewährleistet. Alle Unstabilitätsprobleme durch Temperaturkoeffiziente und Alterung der Bauelemente können damit im vornherein ausgeschlossen werden. Weicht die 50-Hz-Frequenz vom Sollwert ab, so folgt sowohl die Sendefrequenz als auch die Diskriminatorfrequenz dieser Änderung, ohne dass dadurch irgendwelche Nachteile für die Übertragung entstehen. Die Filtereigenschaften sind bei einem Tiefpegelsystem von grösster Wichtigkeit.

Die Nachbarharmonischen der 50-Hz-Spannung mit erheblichen Amplituden von bis zu 8 % der 50-Hz-Spannung

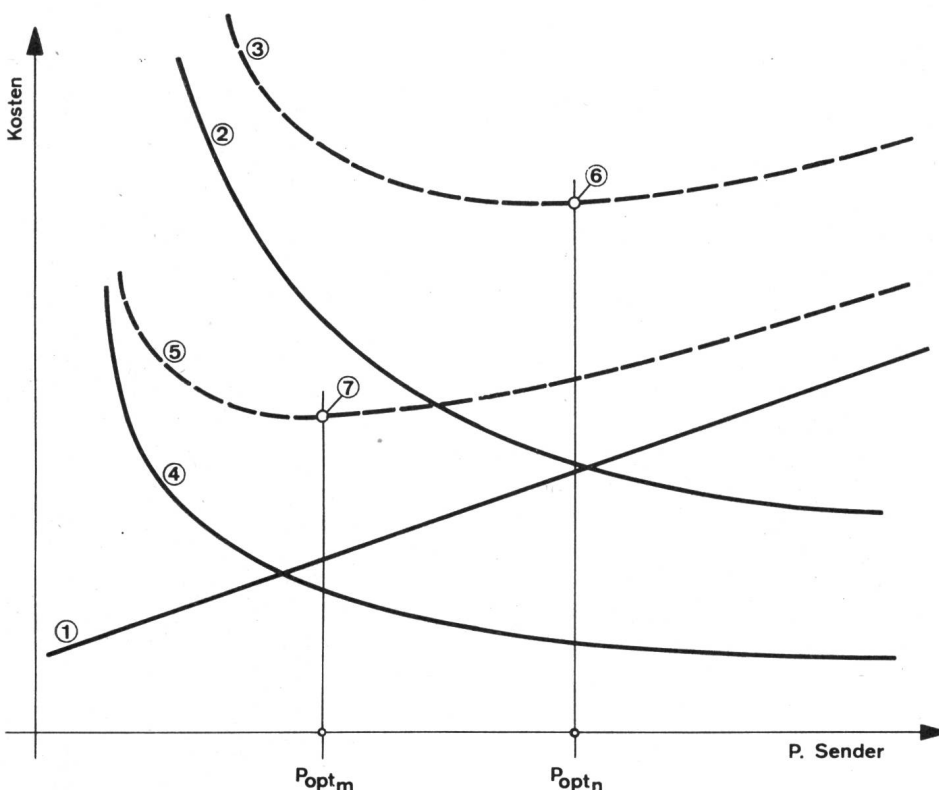


Fig. 7

Zusammenhang zwischen Kosten und Empfangsspannung

- 1 Kosten der Sendeanlage
- 2 Kosten für n Empfänger
- 3 Kosten für n Empfänger + 1 Sender
- 4 Kosten für m Empfänger
- 5 Kosten für m Empfänger + 1 Sender
- 6 Kostenoptimum bei n Empfängern
- 7 Kostenoptimum bei m Empfängern

(der minimale Empfangspegel beträgt im Vergleich dazu ca. 0,05 %) verlangt eine ausgezeichnete Weitabselektivität. Zwischen den Harmonischen sind ausserdem Rauschspannungen vorhanden, die ähnlich dem weissen Rauschen sind und die durch die Unzahl der vorhandenen Einschaltvorgänge hervorgerufen werden. Um solche Störungen sowie auch die durch Stösse und anlaufende Asynchronmotoren (durchlaufende Nutenharmonische) verursachten Störungen zu eliminieren, ist es wichtig, die Bandbreite der Filter möglichst gleich der durch die gewählte Telegrafiergeschwindigkeit bestimmten minimalen Bandbreiten zu wählen.

Durch die Wahl der Frequenzschubtastung kann die Bitfehlerwahrscheinlichkeit wesentlich gesenkt werden bzw. ist es möglich, mit viel tieferen Pegeln zu arbeiten. Signalabschwächungen durch die Netzkonfiguration und die Last spielen eine untergeordnete Rolle, weil die Empfänger nicht auf die Amplitude des ankommenden Signals, sondern nur darauf ansprechen, ob das Signal der Frequenz f_1 (Impuls) oder der Frequenz f_0 (Lücke) überwiegt. Dies bewirkt eine bessere Dynamik des Empfängers und ausserdem, was noch wichtiger ist, eine gänzliche Bannung der gegenseitigen Beeinflussung benachbarter, auf der gleichen Frequenz arbeitender Anlagen. Bei Einspeisung des Signals auf der Mittelspannungsebene, sei es mittels Serie-, sei es mittels Parallelspeisung, ist es unvermeidbar [2], dass ein Teil des eingespeisten Signals in das übergeordnete Hochspannungsnetz abfließt und dort eine gewisse Störspannung aufbaut.

Diese Störspannung hängt vor allem von der gewählten Frequenz und von der Netzkonfiguration ab, ohne dass es möglich wäre, einfache und praktische Regeln anzugeben, wann eine solche gegenseitige Beeinflussung bei Amplitudenmodulation (AM) ausgeschlossen werden kann. Es bedarf deshalb bei Amplitudenmodulation einer sorgfältigen Projektierung, die bei jedem wesentlichen Netzausbau überprüft werden sollte, damit eine Frequenz und eine Einspeiseart gewählt werden kann, die die Gefahr einer gegenseitigen Beeinflussung ausschliesst. Anders aber bei der Frequenzschubtastung. Dort genügt es, wenn das gewollte Signal nur etwas stärker ist als das übertretende Störsignal. Ist dies der Fall, so wird das Störsignal in dem dem Diskriminator vorgeschalteten Begrenzer vollständig unterdrückt. Dadurch ergibt sich gegenüber der Amplitudenmodulation eine wesentlich vereinfachte Situation: Damit keine gegenseitige Beeinflussung entsteht, muss bei Frequenzschubtastung lediglich dafür gesorgt werden, dass der ins übergeordnete Netz übertretende Signalpegel etwas tiefer ist als derjenige im gesteuerten Netz, was bei geeigneter Frequenz immer zutrifft.

6.2 Wahl der Frequenz

Damit einerseits die erwähnte Forderung erfüllt werden kann und damit man andererseits einen möglichst gleichmässigen Empfangspegel erhält, sollte die Frequenz unter ca. 300 Hz gewählt werden. Selbstverständlich wird man den Netzharmonischen 150 und 250 Hz aber auch 200 Hz ausweichen. Zwischen diesen Harmonischen werden Rundsteuerfrequenzen mit zum Teil recht beträchtlichen Amplituden (in Sonderfällen bis zu 5 %) gesendet, so dass die Verwendung einer Frequenz zwischen 100 und 150 Hz vorteilhaft ist. In diesem Bereich sollten Frequenzen für solche Tiefpegelsysteme reserviert werden. Diese Frequenzen breiten sich ausserordentlich gut aus, und Phasenschieberkon-

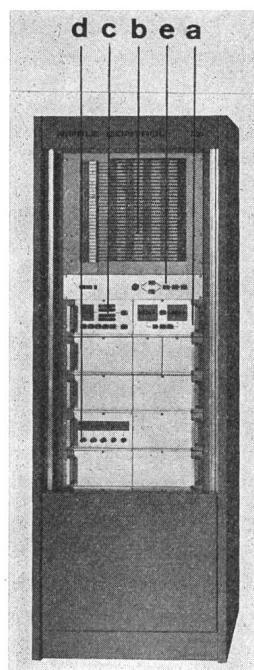


Fig. 8

Steuerautomatik

- a Codierer
- b Programmierfeld
- c Zustandsspeicher
- d Befehlssperre
- e Uhr

densatoren auch von grösster Leistung haben keinen Einfluss. Die bei der Rundsteuertechnik bekannten Nachteile der tiefen Frequenzen, nämlich kostspielige Sendeanlagen und die mit besonderer Sorgfalt zu lösenden Probleme der gegenseitigen Beeinflussung, entfallen infolge des sehr kleinen Pegels und der Frequenzschubtastung gänzlich.

6.3 Wahl der Codierung

Die gewählte Codierung ist mit derjenigen eines bereits erprobten Rundsteuersystems identisch. Es handelt sich hier um eine fehlererkennende, gleichgewichtige Codierung mit 5 Impulsen und 5 Lücken. Die Anzahl möglicher Telegramme ist gegeben durch

$$T = \frac{10!}{5!(10-5)!} = 252$$

Daraus ergeben sich 100 Doppelbefehle im Grundsystem und 20 000 Doppelbefehle im Kombinationssystem. Die Bitlänge ist entsprechend der schmalen Bandbreite des Systems relativ lang und beträgt 600 ms. Dies ergibt beim Grundsystem eine Übertragungszeit von 6,6 s und beim Kombinationssystem eine solche von 13,2 s. Die Steuerautomatik (Fig. 8), die eine solche Codierung vornehmen kann, ist modular aufgebaut und basiert auf der Anwendung von TTL-Bausteinen [3]. Die Steuerautomatik kann später durch einen Prozessrechner ergänzt werden.

6.4 Wahl des Sendepiegels

Der Sendepiegel wurde nach Untersuchungen über die zu erwartende parasitäre Spannung im gewählten Frequenzband auf 1 % der 50-Hz-Spannung festgelegt. Diese Spannung ist rund eine Grössenordnung kleiner als diejenige bei der klassischen Rundsteuerung. Die ins Netz einzuspeisende Leistung wird deshalb rund 100mal kleiner als bei klassischen Anlagen.

Ein so kleiner Leistungsbedarf hat den Vorteil, dass Wirkungsgradbetrachtungen bezüglich der Ankopplung wesentlich an Bedeutung verlieren, so dass Ankopplungsarten von bisher unerreichter Robustheit verwendet werden können.

7. Ankopplungssystem und Aufbau der Sendeanlage

Die Ankopplung im Mittelspannungsnetz erfolgt mittels Serieinspeisewandler, die als Durchführungswandler (Fig. 9 und 10) ausgebildet sind. In ihren Abmessungen und ihrem Aufbau entsprechen sie normalen Durchführungstromwandlern grösserer Leistung. Es handelt sich um einen Apparatetyp, der sich gut bewährt hat. Die pro Leistungstransformator in Serie mit dem Hoch/Mittel-Spannungs-Transformator in jeder Phase angeschlossenen Wandler sind die einzigen Elemente der Anlage, die mit dem Mittelspannungsnetz

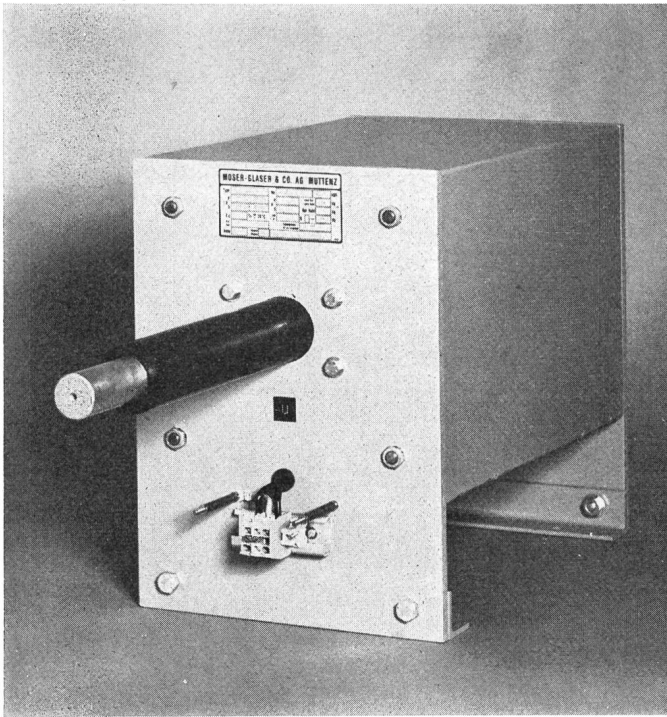


Fig. 9 Serieinspeisewandler für Tiefpegelsystem
Durchgangsstrom 1200 A, 50 Hz

unmittelbar in Verbindung stehen. Der Platzbedarf im Hochspannungsraum ist deshalb äusserst bescheiden. Die restlichen Anlageteile sind nur Niederspannungsgeräte und werden deshalb vorteilhaft in Stahlblechschränken untergebracht (Fig. 11). Der Einspeisestromwandler wird auf der Senderseite mit dem Wechselrichter verbunden, der abwechselungsweise die Frequenzen f_0 und f_1 erzeugt. Der Wechselrichter ist fremdkommutiert, 3phasig und mit Thyristoren bestückt. Selbstverständlich muss der Einspeisewandler auf der Senderseite für 50 Hz mit einer tiefen Impedanz abgeschlossen werden, damit der Kern durch den 50-Hz-Strom nicht gesättigt wird. Diese Impedanz stellt jedoch eine zusätzliche Belastung für den Tonfrequenzwechselrichter dar und sollte von diesem Standpunkt aus möglichst hochohmig sein. Eine günstige Anordnung besteht darin, parallel zu jedem Einspeisewandler ein Impedanzzweipol mit einer Nullstelle bei 50 Hz und einem Pol in der Mitte zwischen f_0 und f_1 zu schalten. Zwischen diesem Zweipol und dem Wechselrichter wird ein Seri resonanzkreis angeschlossen, mit dem Zweck, den 50-Hz-Strom sowie denjenigen der Nachbarharmonischen durch den Wechselrichter zu begrenzen.

In der Hochstromwicklung des Einspeisewandlers fliesst bei einem Kurzschluss im Netz der volle Kurzschlußstrom.

Durch die geschickte Wahl des Einsatzpunktes der Sättigung im Eisenkern kann jedoch dafür gesorgt werden, dass auch bei satten Kurzschlüssen keine gefährlichen Spannungen entstehen.

8. Konzept des Empfängers

Wie bereits erwähnt, arbeitet der Empfänger mit Pegeln, die rund eine Grössenordnung tiefer sind als diejenigen bei den klassischen Rundsteuerempfängern. Notgedrungenermassen muss der Aufwand beim Filter grösser sein, weil das

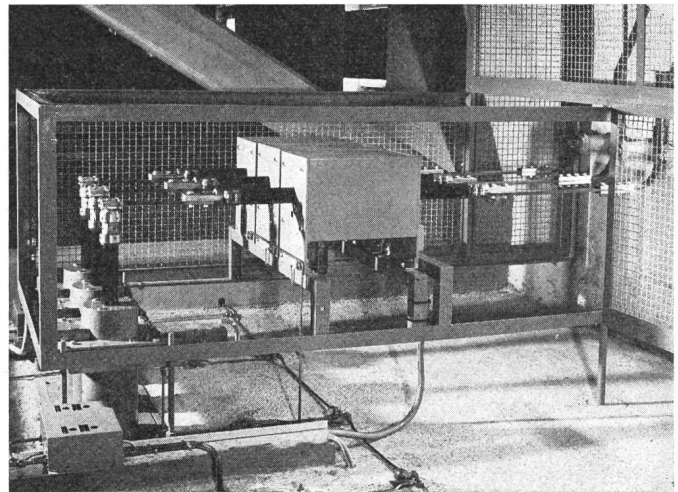


Fig. 10 Satz von 3 Einspeisewandlern des Tiefpegelsystems eingebaut in der Transformatorenzuleitung eines 50/16-kV-Unterwerkes

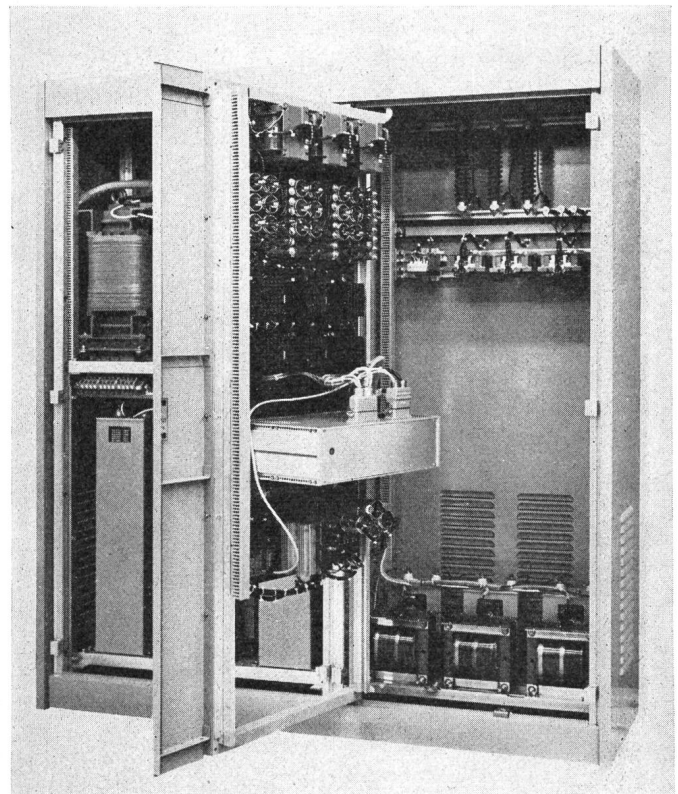


Fig. 11 Sendeschrank des Tiefpegelsystems, dimensioniert für ein Unterwerk von 75 MVA
links: 50-Hz-Saugkreise
Mitte (auf dem aufgeklappten Zwischenrahmen): statischer Frequenzumformer
rechts unten: Seriekreise

Verhältnis Signal zu Rauschen ungünstiger geworden ist. Ein erstes analoges, aktives Filter dient zur Vorselektion zwecks Eliminierung der 50-Hz-Netzspannung und ihrer Harmonischen. Die eigentliche Kanalselektion wird durch ein netzgeführtes Abtastfilter vorgenommen. Dieses erhält seine Sollfrequenz vom Netz abgeleitet mittels einem «phase locked loop» und einem entsprechenden Frequenzteiler. Danach erfolgt eine weitere wesentliche Säuberung des Signals durch einen sehr scharfen Begrenzer. Am Ausgang des Begrenzers entsteht ein digitales Signal, dessen Frequenz derjenigen des

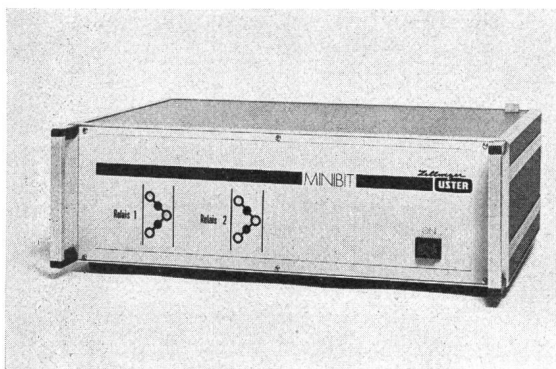


Fig. 12 Tiefpegelempfänger
Ausführung für zwei Befehle

stärksten Signals im Band entspricht. Dadurch werden die sonst noch vorhandenen, schwächeren Signale (z. B. Signalreste von benachbarten Anlagen) restlos eliminiert.

Anschliessend folgt die Behandlung durch einen Diskriminator, der ebenfalls netzgeführt ist und deshalb auch keinen Frequenzdrift hat. Er erhält seine Sollfrequenz vom gleichen «phase locked loop» wie das Abtastfilter, jedoch über einen anderen Teiler.

Für die weitere Behandlung des Signals ist es nicht von Belang, ob dieses Signal von einem Diskriminator oder von einem Filter und Amplitudendetektor eines klassischen Rundsteuerempfängers stammt. Es kann deshalb auf die detaillierte Beschreibung der Logik verzichtet werden. Es sei lediglich erwähnt, dass es dank der modernen Technologie möglich ist, alle doch recht komplexen Operationen der Signaldauerprüfung, der Aufbereitung der Abtastimpulse und des Vergleichs der ankommenden Signale mit dem Sollsignal (in Form einer kleinen Lochkarte) in einer einzigen integrierten Schaltung vorzunehmen. Zwei Ausgänge dieses IC steuern über je einen einzigen Transistor ein mechanisches bistabiles Relais, dessen Kontakte zum Beispiel den gewünschten Hochspannungsschalter steuern (Fig. 12).

Soviel zur Übermittlung von Befehlen vom Zentrum aus zur Peripherie.

9. Übermittlung von Meldungen von der Peripherie zum Zentrum

Während die Übermittlung von Befehlen vom Zentrum aus eine seit langem beherrschte Technik ist, liess die Verwirklichung der Übermittlung von Meldungen in umgekehrter Richtung lange auf sich warten. Dies, obwohl die Bestätigung von ausgeführten Schaltungen im Netz von jedem Betriebsfachmann verlangt wird. Die Übermittlung von Meldungen von der Peripherie zum Zentrum schien mit den

bekannten Mitteln unmöglich, weil man erkennen musste, dass eine an der Peripherie aufgedrückte Tonfrequenzspannung auf dem Weg zum Zentrum (d. h. auf dem Weg zum Hoch-/Mittel-Spannungs-Unterwerk) z. T. ausserordentlich hohen Signaldämpfungen ausgesetzt ist. Dies gilt für Signale mit Frequenzen aus dem ganzen zur Verfügung stehenden Frequenzband. Bewegt man sich mit dem Signal vom Zentrum zur Peripherie, bewegt man sich von einem Ort mit tiefem Impedanzniveau zu einem Ort mit hohem Impedanzniveau. Dadurch werden die Signalspannungen wie längs einer leerlaufenden Leitung naturgemäss wenig gedämpft. In der anderen Richtung aber, von einem Ort mit hohem Impedanzniveau zu einem Ort mit tiefem Impedanzniveau, erleidet die Signalspannung, wie längs einer kurzgeschlossenen Leitung, extrem hohe Pegelverluste. Um solche hohe Pegelunterschiede, die kaum zu erfüllende Anforderungen an die Dynamik des Systems stellen würden, zu verhindern, verwendet man anstelle einer Signalspannung einen Signalstrom. Es ist offensichtlich, dass dieser Strom auf dem Weg von der Peripherie zum Zentrum, vom Abnehmer zur 50-Hz-Quelle, im wesentlichen erhalten bleibt und nur sehr bescheidene Verluste erleidet. Ohne weitere vereinfachende Annahmen zu treffen als Linearität und Passivität des Netzes sowie Impedanz an der Quelle gleich Null, kann mit Hilfe der Vierpoltheorie leicht nachgewiesen werden, dass bei gleicher Frequenz die Signalabschwächung, die ein Spannungssignal vom Zentrum zu einem Punkt der Peripherie erleidet, identisch ist mit der Abschwächung, der ein Stromsignal auf der gleichen Strecke in umgekehrter Richtung unterworfen ist. Man kann mit anderen Worten den gesamten Erfahrungsschatz der Rundsteuertechnik in bezug auf Signalabschwächung übernehmen.

10. Darstellung des Übermittlungsweges

Als Aufgabe kommt z. B. die Übermittlung der Schalterstellung eines Hochspannungsschalters (bzw. des Hilfskontaktes), der einen Abzweig steuert und der infolge eines Kurzschlusses soeben ausgeschaltet hat, bis zu einem bestimmten Ort (z. B. ins 50/16-kV-Unterwerk) in Frage (Fig. 13). Der Hilfskontakt des Hochspannungsschalters wird mit einem Sender verbunden. Bei einer Änderung der Schalterstellung wird entweder zwischen Phase und Nulleiter oder zwischen 2 Phasen des Niederspannungsnetzes ein Signalstrom von ca. 6...10 A eingespeist. Steht kein passendes Niederspannungsnetz zur Verfügung, kann die Einspeisung selbstverständlich auch direkt ins Mittelspannungsnetz erfolgen.

Der Signalstrom wird in ähnlicher Weise in Frequenzschubtastung codiert, wie dies beim Tiefpegelsystem beschrieben wurde. Dieser Strom wird durch den Mittel/Nieder-Spannungs-Transformator auf 16 kV transformiert und fliesst zur Quelle, d. h. zum 50/16-kV-Unterwerk, zurück. Der angenommene Strom von 6 A wird infolge Transformation auf 16 kV auf 165 mA reduziert. Ein Teil davon, vielleicht 30 %, geht in der an der 16-kV-Leitung angeschlossenen Last verloren. Durch den Stromwandler der abgehenden Leitung im Unterwerk fliessen schlussendlich noch 115 mA. Das Stromverhältnis am Stromwandler betrage 300/5 A, so dass sekundärseitig noch ca. 2 mA Signalstrom zur Verfügung stehen, mit dem der an einer kleinen Bürde von ca.

1 VA angeschlossene Empfänger betrieben werden kann. Das Verhältnis Signalstrom zu 50-Hz-Strom ist deshalb etwa gleich gross wie das Verhältnis Signalspannung zu 50-Hz-Spannung des Tiefpegelsystems.

a) Sender:

Fig. 14 zeigt das Blockdiagramm des Senders. Der Sender umfasst folgende Einheiten: Codierer *E*, Oszillator *O* (er erzeugt seine Frequenz aus der 50-Hz-Frequenz durch Multiplikation und Teilung), Leistungsstufe *PO* und Netzteil *S*. Der Codierer ist je nach Anwendung mit mehreren Eingängen ausgerüstet, so dass vom gleichen Sender die Stellung mehrerer Kontakte (z. B. von Schaltern, Überlastanzeigen, Niveauschalter von Reservoiren usw.) übertragen werden kann. Der Codierer ist mit einer Anzahl Schlitzte versehen, einem pro Eingang, in welche kleine Lochkartenschlüssel ein-

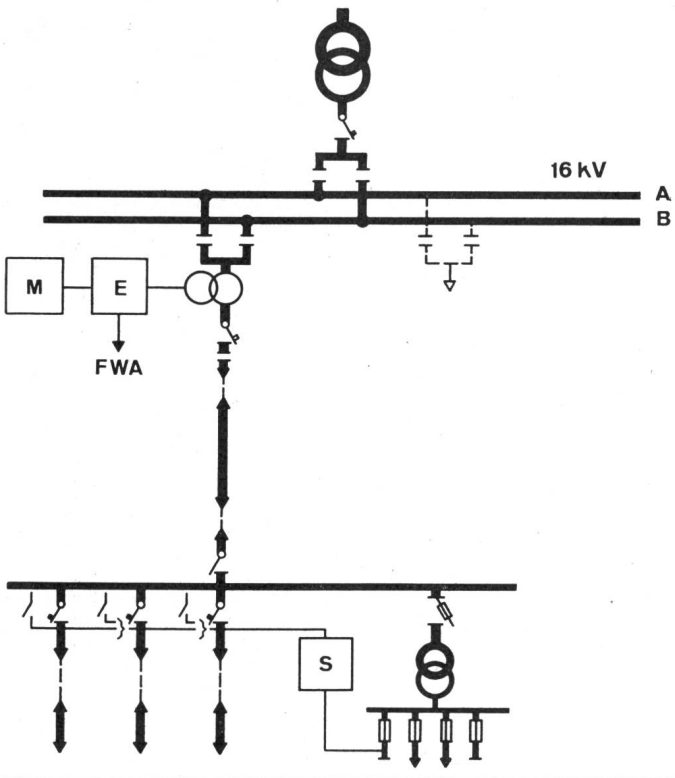


Fig. 13 Übertragungsweg des Rückmeldesystems

- S* Sender
- E* Empfänger
- M* Meldetableau
- FWA* Fernwirkanlage zum regionalen Betriebszentrum

Fig. 14
Blockschaltbild des Rückmeldesenders
RETROBIT

- M* Anschluss an das Niederspannungsnetz
- S* Netzgerät
- PO* Leistungstransformator
- O* Oszillator
- E* Codierer

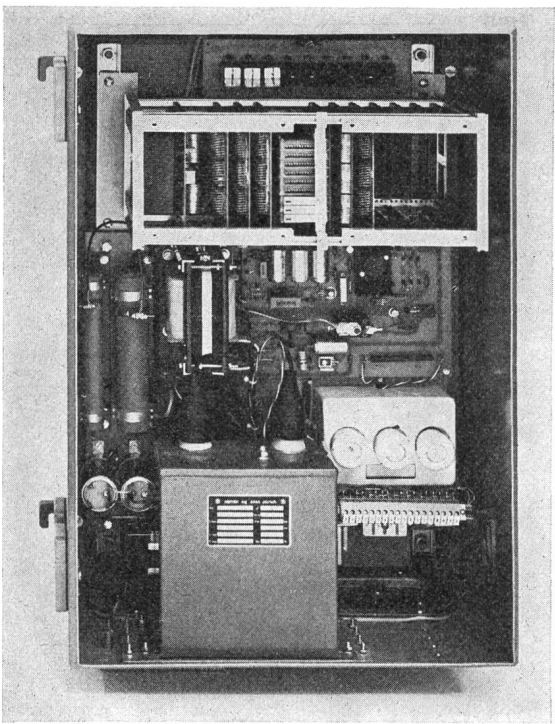
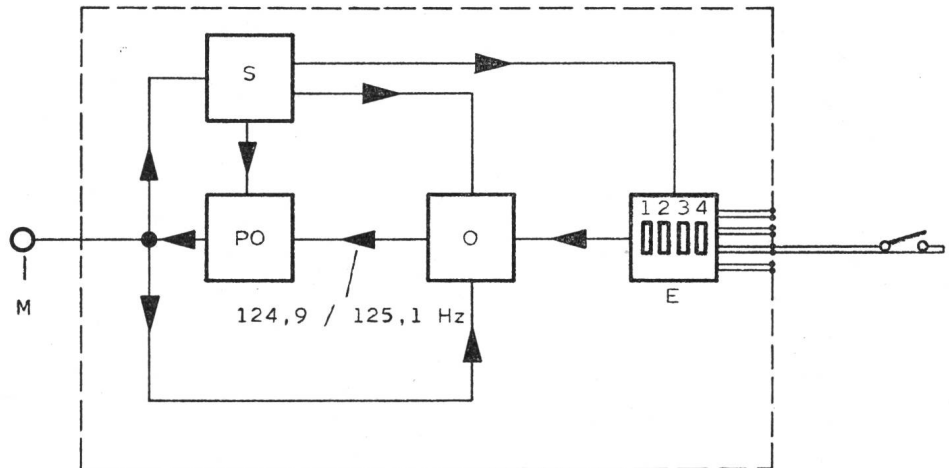


Fig. 15 Sender des Rückmeldesystems

- oben: Logikteile
- unten: Leistungsstufe und Ankopplung

gesteckt werden können (Fig. 15). Diese Lochkarten bestimmen den Inhalt des zu sendenden Telegramms. Ändert irgendein Schalter seine Stellung, so startet der Codierer, und in den folgenden Sekunden steuert er den Oszillator durch ein Signaltelegramm entsprechend dem Bild auf der Lochkarte. Der Oszillator steuert die Ausgangsstufe, die so ausgeführt ist, dass sie praktisch keine Nebenfrequenzen sendet. Es sind einfachere Endstufen bekannt, die aber ein breites Spektrum von Frequenzen gleichzeitig senden. Solche Systeme dürfen für diese Anwendungen nicht verwendet werden, weil dadurch die ohnehin schmale zur Verfügung stehende Bandbreite vergeudet würde. Auch hier tut Umweltschutz not.

b) Empfänger:

Der Empfänger (Fig. 16) ist mit Ausnahme des Eingangs demjenigen des Tiefpegelsystems sehr ähnlich. Das EingangsfILTER muss selbstverständlich den 50-Hz-Strom durch-

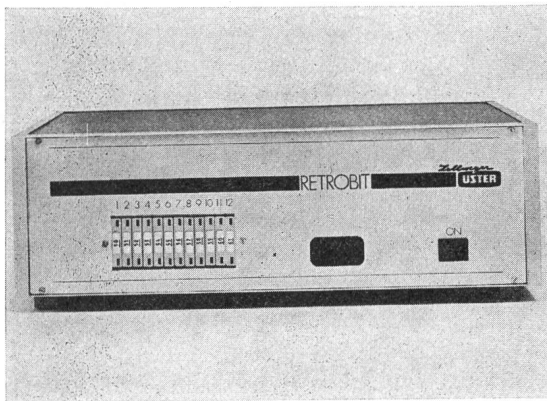


Fig. 16 Empfänger des Rückmeldesystems für den Empfang von 12 verschiedenen Befehlen

lassen können. Auch bei der Logik ergeben sich gewisse Unterschiede, weil es sich hier im allgemeinen um Empfänger handelt, die viele verschiedene Meldungen erhalten. Diese Meldungen werden entweder in Form von unabhängigen Stromkreisen (parallele Form) weitergegeben, die je nach Stellung des Steuerschalters offen oder geschlossen sind, damit man beispielsweise ein Meldetableau steuern kann. Die Weitergabe in Form von seriellen Ausgängen wird angewendet, falls die eingegangenen Meldungen weiter übertragen werden müssen (z. B. in ein regionales Betriebszentrum, das

vom Unterwerk über Wechselstromtelegrafie-Kanäle erreichbar ist) oder weiter verarbeitet werden (z. B. durch einen Rechner, der Protokolle erstellt).

11. Schlussfolgerungen

Mit den beiden beschriebenen Befehls- und Meldeübermittlungssystemen sind Mittel geschaffen worden, die alle in einem Verteilnetz anfallenden Informationen, die für den Betrieb des Netzes von Belang sind, innert nützlicher Frist übertragen können, und zwar sowohl vom Zentrum zur Peripherie (Befehle) wie auch in umgekehrter Richtung (Meldungen) ohne Steuerdrähte. Durch Kombination der beiden Systeme ist ein beliebiger Punkt-zu-Punkt-Verkehr möglich. Dieses System kann ebenfalls für andere, im öffentlichen Interesse liegende Aufgaben (z. B. Verkehrssteuerung) angewendet werden.

Literatur

- [1] E. Baumann: Ein neues elektronisches Rundsteuersystem. Bull. SEV 62(1971)21, S. 1001...1108.
- [2] A. Denhardt: Grundzüge der Tonfrequenzrundsteuertechnik und ihrer Anwendung. Frankfurt a. M., Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke, 1971.
- [3] P. Bertschinger: Rundsteueranlagen. Erfahrungen mit IC in Kommandogeräten. Technische Rundschau (Bern) 65(1973)32, S. 27...29.

Adresse des Autors:

R. Kniel, Zellweger Uster AG, 8610 Uster.

Commission Electrotechnique Internationale (CEI)

Réunion du SC3A, Symboles graphiques pour schémas, à Berlin du 14 au 17 octobre 1974

Le Sous-Comité s'est réuni sous la présidence de M. Georgii, Suisse. Les Comités Nationaux suivants étaient représentés: Allemagne, Autriche, Canada, France, Italie, Norvège, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède, Suisse, USA. ISO/TC 145 était représenté par M. K. H. Bergner (Allemagne), et le Directeur du CCIR avait demandé à M. Ducommun, Suisse, de bien vouloir défendre les intérêts des CCI.

Le SC 3A a pris connaissance du résultat du vote selon la Règle des Six Mois relatif au document 3A(Bureau Central)42, Symboles pour commutateurs complexes. Le nombre de voix favorables nécessaire à la publication du document a été obtenu. Le Sous-Comité a procédé à quelques modifications d'ordre rédactionnel ce qui a permis au Comité national néerlandais de modifier sa position et d'émettre un vote favorable. Les symboles de ce document seront ajoutés à ceux du document 3A(Secrétariat)44, Contacts et appareils de connexion, lors de la diffusion de ce dernier comme document Bureau Central.

Discussion du document 3A(Secrétariat)44, Symboles pour contacts et appareils de connexion: Au moment de la réunion, 13 Comités nationaux avaient envoyé des commentaires. Il a été heureusement possible de dégager des tendances communes de ces remarques, ce qui a permis après quelques modifications et moyennant des concessions mineures d'obtenir l'approbation des délégués présents sur les symboles de contacts. Le document révisé pourra ainsi être publié sous la Règle des Six Mois.

Les documents 3A(Secrétariat)32...39 ont ensuite été examinés.

Après révision pour tenir compte des remarques formulées, tous ces documents pourront être diffusés aux Comités nationaux selon la Règle des Six Mois.

Rapport du Groupe de Travail 4, Réorganisation de la Publication 117

Le Groupe de Travail 4 a tenu une réunion à Londres du 1^{er} au 3 octobre 1973. Il a préparé une proposition pour la partie 1 de la nouvelle publication, proposition qui a fait l'objet du document 3A(Secrétariat)45. Dix Comités nationaux ont envoyé des commentaires qui seront examinés par le Groupe de Travail lors de sa prochaine réunion.

Le président du SC 3A a rendu compte de la réunion de coordination des secrétariats de la CEI, du CE 3 de la CEI, du Secrétariat Central de l'ISO, du CE 145 de l'ISO, du CE 95 de l'ISO et du SC 16 du CE 95 de l'ISO. Cette réunion tenue à Zurich le 2 octobre 1974 a permis de formuler entre autres les recommandations suivantes au sujet des travaux relatifs à l'élaboration de symboles à la CEI et à l'ISO:

- Un symbole graphique d'une signification déterminée doit être normalisé par un seul organisme.
 - La CEI est responsable des symboles ressortissant du domaine de l'électrotechnique.
 - L'ISO est responsable des symboles ressortissant du domaine non-électrotechnique.
- Pour les symboles applicables dans les deux domaines, l'organisme responsable devrait être désigné après entente entre les secrétariats.