

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 41 (1950)
Heft: 5

Artikel: Das Sauter-Fernsteuersystem
Autor: Spahn, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1061239>

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: 03.04.2026

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

Jeder Empfänger kann von den 22 Doppelbefehlen der Sendeanlage nach Belieben bis 11 Doppelbefehle auswerten. Nach Empfang des Startimpulses beginnt der Synchronmotor M den Schaltarm SA zu drehen. Dieser bringt während seines vollen Umlaufes alle zu betätigenden Schalter (S_3, S_5, S_8, S_{11}) in die vom Sender befohlene Stellung. Hierzu wird er durch die eintreffenden Impulse oder Impulslücken vom Relaisanker A in eine obere oder untere Schaltebene gesteuert.

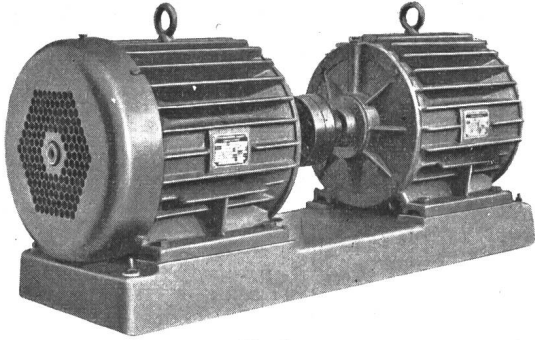


Fig. 8
Umformergruppe für das Netz Kubel
10 kV, Spitzenleistung 20 MW

Die Empfänger besitzen keinen elektrischen Wähler und kommen damit mit einem Minimum von störanfälligen Hilfskontakten aus.

Pro Empfänger wird unabhängig von der Zahl der zu empfangenden Befehle nur ein einziges Relais benötigt. Dieses Relais ist, wie bereits erwähnt, ein robustes und zuverlässig arbeitendes Gleichstromrelais.

Wie Fig. 5 zeigt, sind die einzelnen vom mechanischen Schaltarm SA betätigten Schalter denkbar einfach.

Ihre Schaltleistung beträgt einheitlich 10 A, 380 V. Ein Schalter pro Empfänger kann auch 3polig ausgeführt werden.

Die verhältnismässig langsame Befehlsdurchgabe (22 Doppelbefehle in 3 min) machen das ganze System sehr unempfindlich auf Fehler im synchronen Lauf zwischen Sender und Empfänger. Selbst Synchronismusfehler von 2...3 s verursachen noch keinerlei Schaltfehler.

Das Tonfrequenzfilter bildet eine von allen andern Teilen unabhängige Einheit. Es ist sehr selektiv und kann für jede beliebige Steuerfrequenz di-

mensioniert werden. Wir sind also weder sender- noch empfängerseitig an hohe oder tiefe Steuerfrequenzen gebunden. Die Wahl der Steuerfrequenz kann sich vielmehr ausschliesslich nach den vorhandenen Netzverhältnissen richten.

Durch das System der Steuerenergie-Speicherung und die plötzliche Abgabe dieser Steuerenergie an das zu betätigende Relais erhält dieses immer einen mindestens 100prozentigen Überschuss an Betätigungsenergie.

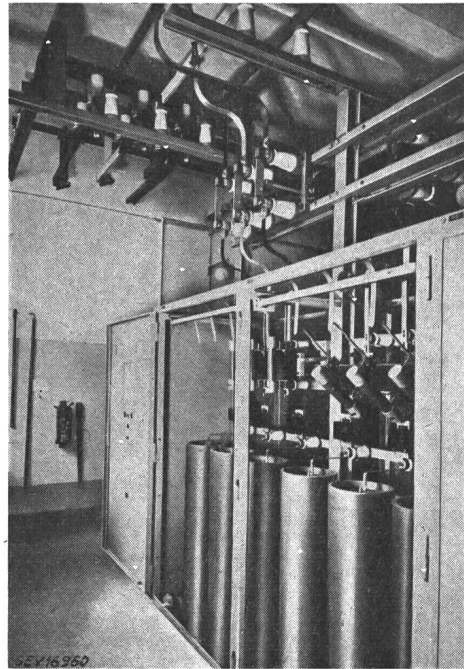


Fig. 9
Kopplungszellen EW Bern
Zwei 6-kV-Netze, Spitzenleistung zus. 36 MW

All diese Tatsachen wirken sich in der Praxis durch geringste Betriebs- und Unterhaltskosten aus.

Fig. 6 zeigt den einfachen konstruktiven Aufbau eines Empfängers für maximal 11 Doppelbefehle. Sofern nötig, kann mit einem einfachen Gruppensystem die Zahl der Doppelbefehle pro Steuerfrequenz auf maximal 110 erhöht werden.

Fig. 7, 8 und 9 zeigen ein paar ausgeführte Sendeanlagen.

Adresse des Autors:
O. Grob, Ingenieur, Unterbühlstrasse, Niederuster (ZH).

Das Sauter-Fernsteuersystem

Von E. Spahn, Basel

621.398.2

Das Sauter-System ist das jüngste der schweizerischen Netzkommandosysteme. Es arbeitet ebenfalls nach dem Impulsintervall-Verfahren und benützt die Frequenz 2000 Hz. Seine Empfangsgeräte haben einen Gleichrichter mit Dreielektroden-Glimmröhre und Synchronwähler. Sie sind für 100 einfache Steuerbefehle gebaut.

Die Firma Sauter A.-G. hat bei der Entwicklung ihres Fernsteuersystems in wesentlichen Punkten neue Wege beschritten. Dies betrifft vor allem die Ausbildung des Tonfrequenzteils und des Synchronwählers des Empfängers.

Le système Sauter est le plus récent des systèmes suisses pour la commande centrale des réseaux. Il fonctionne également selon le procédé des intervalles d'impulsions, à la fréquence de 2000 Hz. Ses appareils récepteurs sont équipés d'un redresseur à lampe à trois électrodes et d'un sélecteur synchrone. Ils sont prévus pour 100 ordres simples.

Aus den beiden vorhergehenden Referaten ist ersichtlich, wie durch tonfrequente Steuerströme Empfänger-Relais entweder ohne oder mit Verstärkung, diese unter Verwendung eines Speicherkondensators, betrieben werden können. Eine Verstärkung

ist in zweierlei Hinsicht erwünscht: erstens können dadurch der Empfangspegel und die Sendeleistung niedrig gehalten werden, zweitens ist es mit den verstärkten Impulsen möglich, ein robustes Starkstromrelais zu betätigen. Das Kondensatoraufladeverfahren bedingt verhältnismässig lange Steuerimpulse, von mehreren Sekunden Dauer, und entsprechend lange Laufzeiten der Wähler. Im weiteren ist die Ansprechgeschwindigkeit der Relais von der Empfangsspannung (Aufladezeit des Kondensators), die in der gleichen Anlage im Verhältnis 1:2...1:4 schwanken kann, abhängig, was entsprechende Ungenauigkeiten im Synchronlauf der Wähler zur Folge hat.

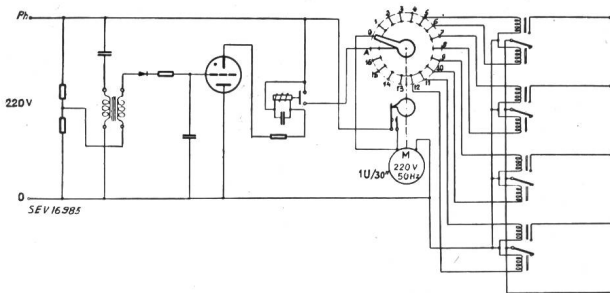


Fig. 1

Prinzipschema des Empfängers

Von links nach rechts: Spannungsteiler, Resonanzkreis, Gleichrichter, Glimmröhre, Relais, Synchronwähler, Kippschalter

Diese Überlegungen haben zu folgender Eingangsschaltung geführt (Fig. 1): Ein Serieresonanzkreis erhöht die am Empfänger eintreffenden tonfrequenten Spannungsimpulse von normalerweise 2...4 V auf den 20...30fachen Wert. Die überhöhten Spannungen werden über einen kleinen Gleichrichter auf die Steuerelektrode einer Dreielektroden-glimmröhre geleitet und diese zum Zünden gebracht. Im Anodenkreis der Röhre liegt ein robustes Starkstromrelais, das auf einen ersten Startimpuls hin einen Synchronwähler zum Anlaufen bringt und beim Eintreffen weiterer, in bestimmtem zeitlichen Abstand folgende Impulse kleine Kippschalter ein- oder ausschaltet. Diese Schalter gestatten Leistungen bis zu 15 A ein-, zwei- oder dreipolig direkt zu schalten. Im gleichen Empfänger können bis zu 5 Kippschalter untergebracht werden.

Da die Glimmröhre eine kalte Kathode aufweist und nur während der Dauer der Steuerimpulse brennt, ist deren Lebensdauer fast unbeschränkt. Solche Röhren sind heute im Handel in bester Qualität erhältlich. Die Röhre zündet beim Eintreffen der Impulse fast momentan, wodurch grösste Genauigkeit des Synchronlaufes der Wähler gewährleistet ist. Das Relais im Anodenkreis weist eine kleine Ansprechverzögerung auf, so dass kurze Störimpulse in der Dauer von einigen $\frac{1}{100}$ s, die in Netzen beim Schalten grösserer Leistungen auftreten, nicht störend wirken können. Da der Resonanzkreis wenig belastet ist, ist dessen Resonanzschärfe sehr gut und der Empfänger entsprechend selektiv. Spannungsabweichungen von -15% und $+10\%$ und Frequenzschwankungen von $\pm 3\%$ bleiben

ohne Einfluss auf die Betriebssicherheit des Empfängers.

Der Wähler benötigt zum Anlaufen einen Impuls von 0,5...1 s Dauer und wird deshalb durch Störimpulse kürzerer Dauer nicht zum Anlaufen gebracht. Würde ein Anlauf erfolgen, so hätte dies lediglich einen leeren Umlauf zur Folge. Wir haben mit dieser Eingangsschaltung bis heute die besten Erfahrungen gemacht.

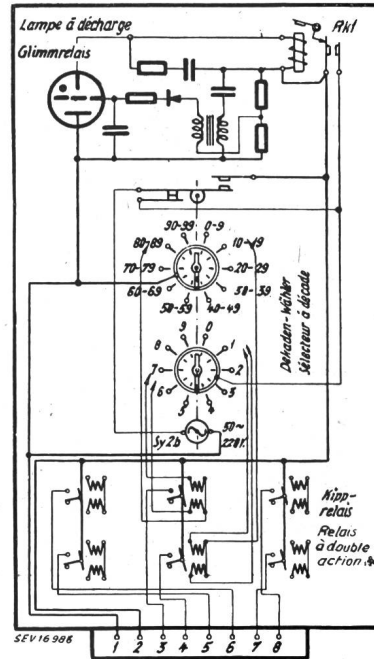


Fig. 2

Schema des Empfängers mit Dekadenwähler für 100 einfache Steuerbefehle

Wahlkontakte 0...9:
Einer-Reihe
Wahlkontakte 0...99:
Zehner-Reihe

Um den besonders in der Schweiz üblichen hohen Anforderungen bezüglich Zahl der Steuerbefehle zu genügen, haben wir einen sogenannten Dekadenwähler für 50 Doppelbefehle entwickelt (Fig. 2). Dieser weist 2 (in der Figur übereinander gezeichnet) Kontaktreihen mit je 10 Kontakten auf, die von je einem drehenden Kontaktarm überstrichen werden. Der eine, in der Drehbewegung aussetzende

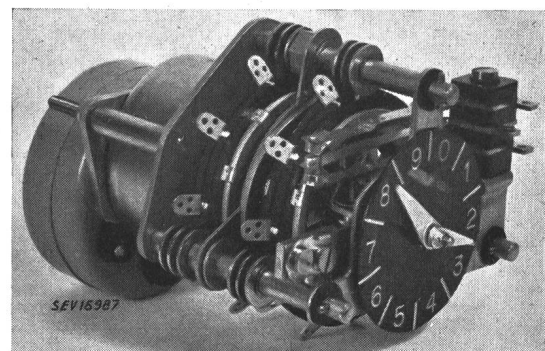


Fig. 3

Dekadenwähler für 100 einfache Steuerbefehle mit Synchronmotor, gekapseltem Getriebe, zwei Kontaktreihen zu je 10 Kontakten und Stellungszeiger

(obere) Arm wird je um eine Kontaktteilung vorwärtsgeschaltet, wenn der andere kontinuierlich laufende (untere) eine volle Umdrehung ausgeführt hat. Während einer Sendeperiode macht der schnelllaufende Arm 10, der langsamlaufende eine volle

Umdrehung. Auf diese Weise ist es möglich, mit nur 2×10 Kontakten 100 einfache Steuerbefehle auszuführen. Bei einem gewöhnlichen Wähler würde man hierzu 100 Kontakte benötigen. Das Dekadenwahlsystem unterscheidet sich grundsätzlich von dem sogenannten Gruppenwahlsystem, das in der praktischen Durchführung wesentlich komplizierter ist.

Fig. 3 zeigt den Aufbau des Wählers. Motor, gekapseltes Getriebe und Kontaktreihen mit kleinen äusseren Abmessungen sind auf Distanzierbolzen aufgereiht und bilden eine Baueinheit. Als einfacher Wähler aufgebaut, lassen sich mit den gleichen Wählerelementen auch 10 oder 20 einfache Befehle ausführen. Die Laufzeit des Wählers beträgt für 10 und 20 Befehle 30 s und für 100 Befehle 150 s.

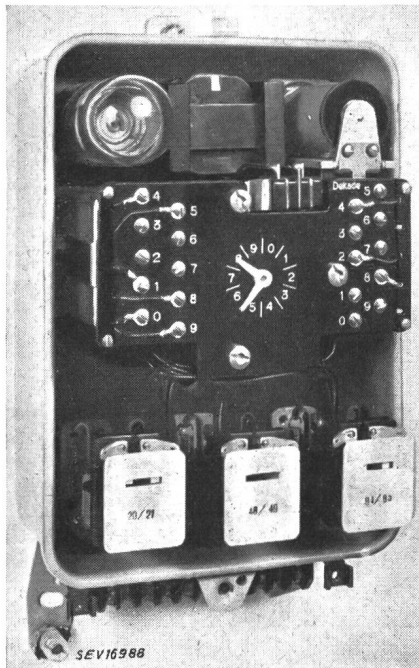


Fig. 4 Empfänger für 100 einfache Steuerbefehle mit drei Kippschaltern und Klemmen für das Belegen der Befehlsnummern

Fig. 4 zeigt den Gesamtaufbau des Empfängers. Elemente des Eingangskreises, Wähler und Kippschalter sind übersichtlich und gut zugänglich auf einer Isoliergrundplatte angeordnet. Die Schaltstellung der Kippschalter (ein-aus) ist von aussen durch ein Schauglas ersichtlich. Die Wählerkontakte sind an nummerierte Anschlussklemmen geführt, so dass das «Belegen» eines Befehls durch Anschliessen eines Kippschalters an die gewünschte Befehlsnummer in kürzester Zeit auch am Einbaort des Empfängers vorgenommen werden kann. Die Abmessungen eines Empfängers entsprechen denjenigen eines normalen Zeitschalters.

Unser Fernsteuersystem arbeitet normalerweise mit einer Steuerfrequenz von 2000 Hz, 3phasiger Parallelankopplung, hoch- oder niederspannungsseitig, und einer Sendeleistung von $0,3 \dots 0,6 \text{ ‰}$ der installierten Transformatorleistung. Zahlreiche Messungen in Kabel- und Freileitungsnetzen kleiner

und grosser Leistung haben gezeigt, dass diese Frequenz einerseits hoch genug ist, um einen niederen Störpegel, günstige Ankopplungsverhältnisse und minimalen Aufwand an Sperrern zu erhalten und

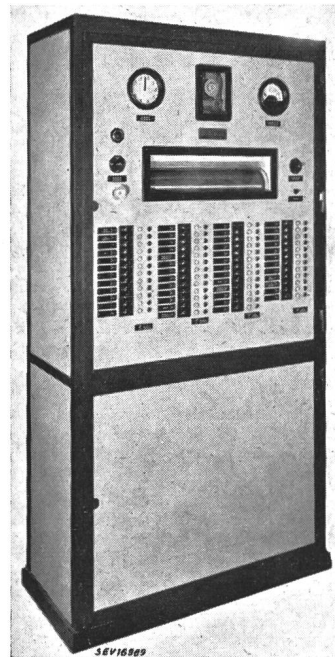


Fig. 5 Schalttafel für 50 Doppel-Steuerbefehle
Auf der Tafel sind ersichtlich: Mutteruhr, Steuerwalze, Stellungsanzeiger für den Sendewähler, Tonfrequenzvoltmeter, Hauptschalter, Druckknopf für die Steuerung von Hand, 50 Hand-Befehlschalter und 100 Rückmeldelampen

andererseits in Bezug auf Übertragungsdämpfung nicht zu hoch ist. Wir sind unabhängig von anderen Firmen, die mit ähnlichen Frequenzen arbeiten, zu diesem Ergebnis gekommen, und man darf wohl



Fig. 6 Schalttafel von innen gesehen
Unten im Kasten: Tonfrequenzumformer 50/2000 Hz, 2,5 kW

sagen, dass dies heute keine blossе Theorie, sondern erwiesene Praxis ist.

In Berichten über Erfahrungen mit Fernsteuersystemen (siehe z. B. Schmucki, Schweiz. Techn. Z. 1949, Nr. 47) wird behauptet, dass Frequenzen über 1000 Hz für Überlagerungsfernsteuerung ungeeignet oder sogar unbrauchbar seien. Demgegenüber

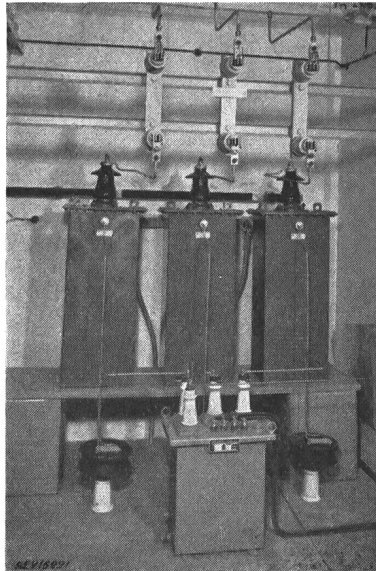


Fig. 7

Kopplungszelle 10 000 V

für 3phasige Parallelkopplung und 2,5 kW Sendeleistung
enthaltend: Isoliertransformator, Abstimmspulen,
Kondensatoren und Trennsicherungen

muss festgestellt werden, dass das erfolgreichste amerikanische Fernsteuersystem, hergestellt von der Line Material Co., East Stroudsboung, Pennsylvania, USA, sogar mit 3000 Hz arbeitet. Es ist selbstverständlich, dass für höhere Steuerfrequenzen auch die Übertragungsdämpfung grösser ist. Die Dämpfung ist aber keinesfalls so gross, dass dadurch steuertechnische Schwierigkeiten entstehen würden. Eine Erhöhung der Frequenz auf über 1500 Hz bringt andererseits aber solche Vorteile, dass der Entscheid zu Gunsten höherer Frequenzen ausfallen muss. Dem Preis der Sendeanlagen kommt in kleineren und mittelgrossen Netzen entscheidende Bedeutung zu, da es praktisch nicht angängig ist, für die Sendeanlage mehr aufzuwenden als für alle Empfangsapparate zusammen. Die mit der höheren Steuerfrequenz sich ergebenden Vereinfachungen sind deshalb für die Wirtschaftlichkeit kleinerer und mittlerer Anlagen entscheidend.

Es ist hier nicht möglich, die Sendeanlage näher zu beschreiben; Fig. 5 und 6, Schalttafel für 50 Doppelsteuerbefehle, und Fig. 7, Kopplungszelle für 10 000 V, zeigen ausgeführte Anlagen.

Die Firma Sauter ist mit dem beschriebenen Steuersystem erstmals an der Schweizer Mustermesse vom Mai 1949 an die Öffentlichkeit herangetreten, weshalb noch keine umfassenden Berichte über ausgeführte Anlagen, wohl aber über Probebetriebe vorliegen. Definitive Anlagen werden 1950 zur Ausführung kommen.

Adresse des Autors:

E. Spahn, Oberingenieur, Birsigstrasse 125, Basel.

Diskussion

F. Walter, Starkstrominspektor, Zürich: Es ist gewünscht worden, das Starkstrominspektorat möchte in der heutigen Diskussionsversammlung darüber Aufschluss erteilen, ob die Netzkommando-Anlagen mit Tonfrequenz einen nachteiligen Einfluss auf die Hausinstallationen ausüben. Ich gestatte mir, auf Grund unserer bisherigen Erfahrungen hierüber folgendes mitzuteilen:

Das Starkstrominspektorat hat schon vor der praktischen Einführung der Netzkommandoanlagen in Zusammenarbeit mit verschiedenen Herstellerfirmen solcher Anlagen diese Frage eingehend geprüft, und es wurden zur Abklärung auch in Verteilnetzen, in denen solche Anlagen versuchsweise eingebaut worden waren, eingehende Messungen vorgenommen, so z. B. im Netz des Elektrizitätswerkes Davos im Jahre 1945.

Insbesondere musste dabei abgeklärt werden, ob der Einbau der Überlagerungstransformatoren in die Erdleitung des Niederspannungs-Systemnullpunktes nicht im Widerspruch mit Art. 19 der bundesrätlichen Starkstromverordnung vom Jahre 1933 (StV) steht. Die Bestimmung des erwähnten Artikels verlangt nämlich, dass die Erdungsleiter weder durch Sicherungen, noch durch Schalter unterbrochen werden dürfen und dass sie für die voraussehbaren Erdschlussströme reichlich zu bemessen sind. Wie bekannt sein dürfte, müssen ferner nach den Bestimmungen von Art. 26 der StV die in Niederspannungsnetzen angewendeten Schutzmassnahmen, z. B. Nullung oder Schutzerdung, so getroffen werden, dass beim Auftreten von Isolationsfehlern der defekte Anlagenteil selbsttätig abgeschaltet wird. Die selbsttätige Abschaltung soll jedenfalls dann innert einiger Sekunden erfolgen, wenn eine Spannung am defekten Anlagenteil von mehr als 50 V gegen Erde bestehen bleiben würde. Nun ist die Güte der in einem Niederspannungsnetz angewendeten Schutzmassnahmen bei einem Isolationsdefekt von der auftretenden Fehlerstromstärke, d. h. von der Impedanz des Fehlerstromkreises abhängig.

Die Bewilligung unsererseits zum Einbau der nötigen Impedanzen musste daher von der Forderung abhängig gemacht werden, dass sowohl der ohmsche, als auch der induktive Widerstand des Überlagerungstransformators bzw. der Drosselspule, die für die Netzkommandoanlagen als Sperre in die Erdleitung des niederspannungsseitigen Nullpunktes des speisenden Transformators eingebaut werden muss, klein ist. Bei allen heute in der Schweiz angewendeten Netzkommandoanlagen wurde dieser Forderung Rechnung getragen. Die vorgenommenen Messungen ergaben, dass dadurch der Einfluss der Überlagerungsmittel auf den Fehlerstrom und auf die Berührungsspannung bei partiellen und bei direkten Erdschlüssen an irgend einer Stelle des Verteilnetzes so gering ist, dass er in den meisten Fällen gar nicht mess- oder feststellbar ist und auf alle Fälle weit innerhalb der Streugrenze liegt, denen der Fehlerstrom und die Berührungsspannung durch zufällige Einflüsse, z. B. Schwankungen der Netzspannung, unterworfen sind.

Nachdem die vorgenommenen Messungen keine Beeinträchtigung der Wirksamkeit und Kontrolle der Schutzmassnahmen in Niederspannungsanlagen zur Verhütung von Unfällen ergeben haben, hat die eidg. Kommission für elektrische Anlagen entschieden, dass Netzkommandoanlagen mit Überlagerungstransformatoren in der Sondererdleitung, d. h. in der Erdleitung des niederspannungsseitigen Transformator-Nullpunktes nicht im Widerspruch stehen mit der StV, sofern sie die erwähnten Bedingungen erfüllen. Wir wurden daher vom eidg. Post- und Eisenbahndepartement ermächtigt, Netzkommandoanlagen mit niederspannungsseitiger Einkopplung zuzulassen, sofern folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Die als tonfrequente Sperre dienende, in die Sondererdleitung des Sternpunktes einzubauende Drosselspule muss für die im Ortsnetz im ungünstigsten Falle auftretenden Erdschlussströme bemessen sein. Der Drahtquerschnitt ihrer Wicklung darf bei Verwendung von Kupfer nicht weniger als