

Das Transkommandosystem.

Mitteilung der Abteilung für Kraftwerke und Kraftübertragung.

(Sonderdruck aus den AEG-Mitteilungen 1938, Heft 3.)

In den letzten Jahren trat bei den Elektrizitätswerken vielfach der Wunsch nach einem Fernsteuersystem auf, das zentral von einer Stelle aus Kommandos möglichst an alle Abnehmer zu geben gestattet. In erster Linie wollte man durch ein solches Fernsteuersystem die starre Bindung von Doppel- und Mehrfachtarifzählern an die feste Zeiteinstellung der Uhren beseitigen und die Möglichkeit schaffen, bestimmte Verbraucherstromkreise (Heißwasserspeicher, Kühlschränke usw.) freizügig entsprechend dem jeweiligen Belastungszustand fernzuschalten. Auch für die Straßenbeleuchtung ist eine solche Schaltmöglichkeit von Vorteil, da dadurch eine Anpassung an die täglich wechselnden Verhältnisse möglich ist, z.B. wird für die Zwecke des zivilen Luftschutzes eine unverzögerte Verdunkelung der Straßenbeleuchtung und darüber hinaus die Fernschaltung der Luftschutzsirenen gefordert.

Die bisher verwendeten Steuersysteme, die über Hilfsleitungen¹ arbeiten, sind nicht in allen Fällen verwendbar, da Hilfsleitungen meistens nicht zur Verfügung stehen und eine nachträgliche Verlegung in den Städten sehr große Kosten verursacht. Zweckmäßig für die Erfüllung dieses Bedarfes erscheinen Fernsteuersysteme, die zur Befehlsübermittlung das Starkstromnetz selbst benutzen.

Beim Transkommandosystem² erfolgt die Übermittlung der Steuerbefehle durch Spannungsabsenkungen, die durch kurzzeitige Unterbrechung eines Leiters des Hochspannungsdrehstromnetzes erreicht werden. Diese Unterbrechung, die an den Einspeisestellen vorzunehmen ist, wirkt sich im Netz als Spannungsabsenkung über die Umspanner hinweg bis zum letzten Teilnehmer aus.

Für ein sicheres Ansprechen der Empfangsgeräte genügt es, nur kurzzeitig, nämlich 2...4 Perioden, d.h. 0,04...0,08 s lang, zu unterbrechen. Eingehende Versuche in verschiedenen Netzen haben bewiesen, daß das Netz durch derartig kurzzeitige Unterbrechungen nicht beunruhigt wird. Die Unterbrechung eines Leiters auf der Hochspannungsseite hat auf der Niederspannungsseite nicht das völlige Verschwinden der Spannung dieses Leiters zur Folge, denn durch die magnetische Verkettung der Wicklungen in den Umspannern und die Rückwirkung der im Niederspannungsnetz laufenden Maschinen tritt lediglich eine Verwerfung des Spannungsdrei-

eckes auf, die sich als Absenkung vornehmlich einer verketteten Spannung bemerkbar macht.

Aus den in Bild 1 gezeigten Oszillogrammen ist zu entnehmen, wie sich die Tastung der Einspeisestelle eines 10-kV-Netzes auf Strom und Spannung im Hoch- und Niederspannungsnetz auswirkt. Dabei ist in diesem Fall zwischen dem 10-kV-Netz und dem 220-V-Niederspannungsnetz noch ein 3-kV-Netz vorhanden. Die Schaltung der Umspanner 10/3 kV war Stern-Stern,

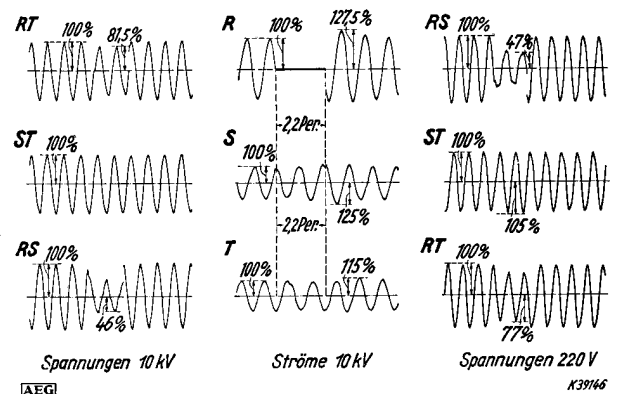


Bild 1. Strom- und Spannungsverlauf im 10-kV- und 220/380-V-Netz bei Tastung eines 10-kV-Leiters.

während die Übertragung von 3 kV auf 380/220 V durch Umspanner in Stern-Zickzackschaltung erfolgte.

Die Unterbrechungszeit ist aus der Stromkurve ersichtlich; sie beträgt hier 2,2 Perioden. Während dieser Zeit verschwindet der Stromfluß in dem getasteten Leiter. Je nach dem Augenblick der Wiedereinschaltung ist mit einem geringen Überstrom zu rechnen, wie er bei jeder Einschaltung von Wechselstromnetzen unter dem Einfluß eisengesättigter Induktivitäten auftritt.

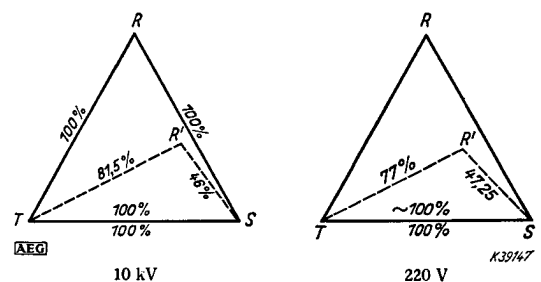


Bild 2. Aus Bild 1 abgeleitete Spannungsdreiecke.

Die Auswertung dieses Oszillogramms zeigt die Verzerrung des Spannungsdreieckes (Bild 2). Man sieht aus den Bildern 1 und 2, daß die Absenkung gleichmäßig im Hoch- und Niederspannungsnetz erfolgt und daß eine der

¹ s. auch AEG-Mitteilungen 1936, H. 11, S. 389.

² s. ETZ, Bd. 57, 1936, H. 13, S. 575, Elektrizitätswirtschaft 1937, H. 17, S. 398.

drei verketteten Spannungen nicht beeinflußt wird. Die stärkste Absenkung, in diesem Fall bis auf 47,25% der Normalspannung, tritt zwischen dem getasteten und dem im Drehsinn folgenden Leiter ein. Die zweite verkettete Spannung sinkt auf 77% der Normalspannung ab, während die dritte Spannung unbeeinflußt bleibt.

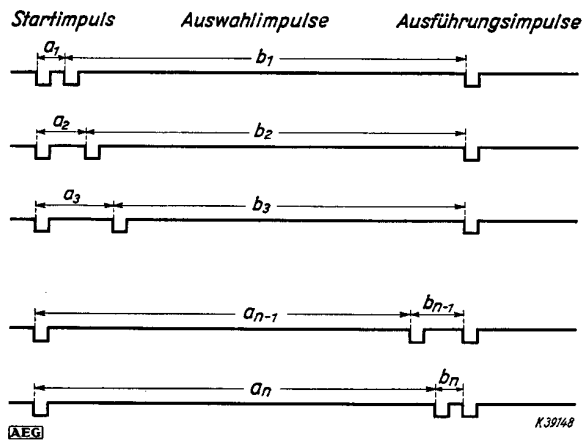


Bild 3. Impulsschema.

Beim Transkommandosystem besteht ein Schaltbefehl aus drei Impulsen. Bild 3 zeigt das Impulsschema. Der Abstand a zwischen dem ersten (dem Start-) und dem zweiten Impuls (dem Auswahlimpuls) bestimmt das Kommando. Der dritte Impuls folgt auf den zweiten in einem Abstand b . Der Abstand $a + b$ zwischen dem ersten und dritten Impuls ist bei allen Kommandos gleich groß³.

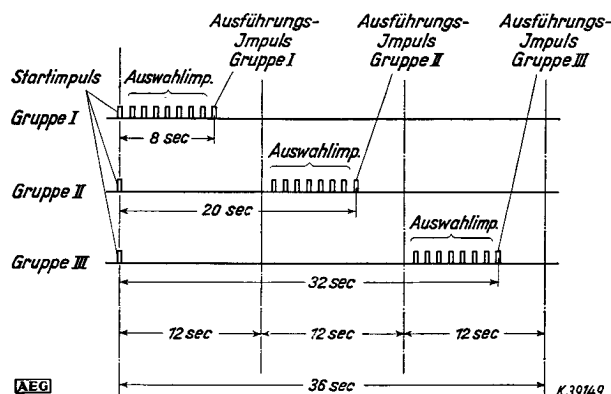


Bild 4. Zeitplan für drei Gruppen mit je sieben Kommandos.

Bei der Ausführung sind die nach diesem Schema aufgebauten Kommandos in Gruppen zu je sieben Kommandos zusammengefaßt, jedoch ist die Zahl der Gruppen und damit der Kommandos grundsätzlich nicht be-

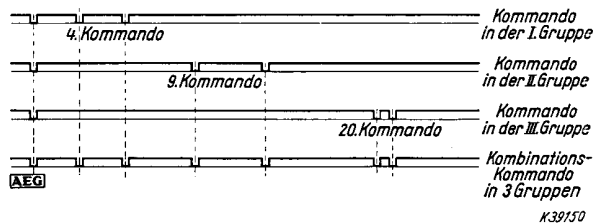


Bild 5. Impulsschema eines Kombinationskommandos.

schränkt. Bei der Entwicklung des Systems wurde bereits darauf Rücksicht genommen, daß weitere Kommando-

³ vgl. Köberich, VDE-Fachberichte 1931, S. 114.

für drei Gruppen ausgelegten Anlagen mit einundzwanzig Kommandos für die praktischen Bedürfnisse vollkommen aus. Bild 4 zeigt die Staffelung der einzelnen Kommandos. Bei einer solchen Gruppierung der Kommandos ist es möglich, bei einem einmaligen Senderum-

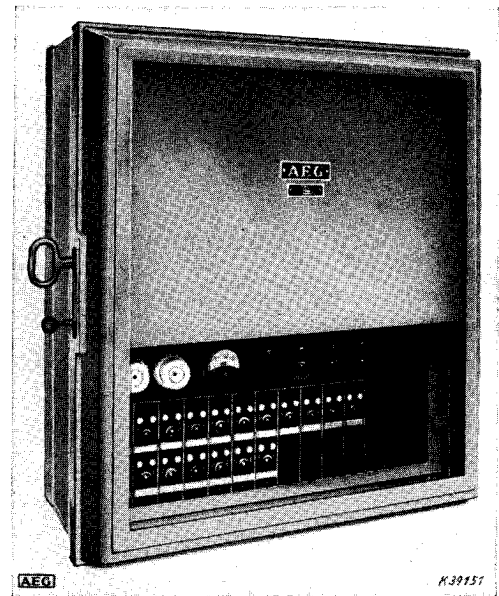


Bild 6. Transkommandosender.

lauf in jeder Gruppe einen Schaltbefehl, zusammen also drei Befehle, zu geben. Bild 5 zeigt beispielsweise die Impulsbilder für den Fall, daß das vierte, neunte und zwanzigste Kommando getrennt übertragen werden. Darunter ist das entsprechende Kombinationskommando abgebildet, bei dessen Aussendung alle drei Kommandos ausgeführt werden. Dabei werden zwei Impulse gespart, weil der Startimpuls für alle Gruppen gemeinsam erfolgt. Kommandos der ersten Gruppe werden durch die zugeordneten Empfangsgeräte bereits nach 10 s, diejenigen der zweiten Gruppe nach 22 und die der dritten nach 34 s ausgeführt.

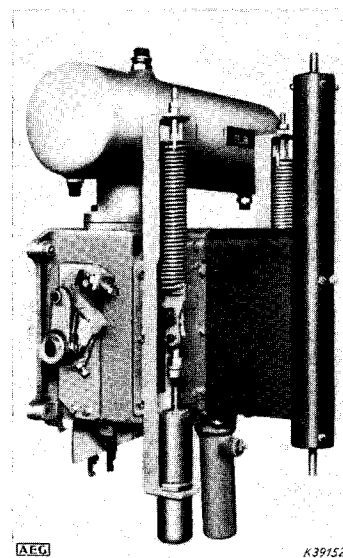


Bild 7. Tastschalter, 10 kV, 400 A.

Bild 6 zeigt einen für achtzehn Kommandos aufgebauten Sender, in den eine Fernsteuerungseinrichtung eingebaut werden kann, so daß die Auslösung verschiedener Kommandos von entfernten Stellen möglich ist.

Das Gerät hat eine Kommandospeicherung, durch welche sämtliche auch während des Betriebes des Senders noch nachträglich veranlaßten Kommandos nacheinander selbsttätig gegeben werden. Besondere Stromquellen sind nicht erforderlich; das Gerät arbeitet mit Netzanschluß.

Die durch Drücken der Tasten ausgelösten Kommandos werden durch den Sender selbsttätig in die entsprechenden Impulsfolgen umgewandelt. Diese lösen über Zwischenrelaisätze die Tastschalter aus, durch welche kurzzeitige Unterbrechungen des Hochspannungsnetzes vorgenommen werden.

Bild 7 zeigt einen einpoligen Druckgasschalter besonderer Bauart mit aufgebaumtem Luftkessel der Reihe 10 für 400 A Nennstrom, wie er als Tastschalter verwendet wird. In der Mitte befindet sich der Schaltstift, rechts und links sind Rückführfedern angeordnet.

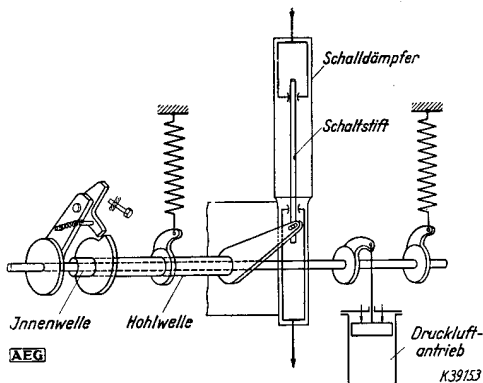


Bild 8. Grundsätzliche Darstellung eines Tastschalters.

Die Arbeitsweise dieses Schalters ist aus der grundsätzlichen Darstellung (Bild 8) ersichtlich. Der Schalter hat zwei Wellen, von denen die eine fest mit dem Druckluftantrieb gekuppelt ist, während die zweite als Hohlwelle ausgebildet ist und den Schaltstift betätigt. Beide Wellen sind durch einen Klinkenmechanismus gekuppelt.

Erfolgt ein Schaltbefehl, so bewirkt der Druckluftantrieb eine Drehung der Hauptwelle; über den Klinkenme-

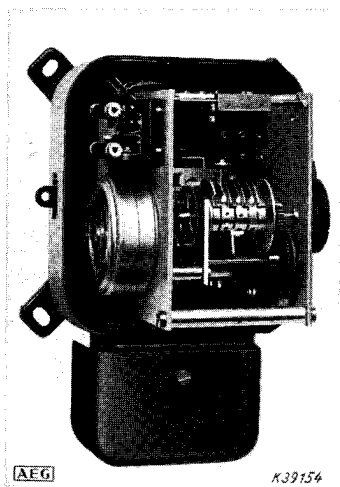


Bild 9. Empfangsgerät für Straßenlampensteuerung.

chanismus wird die Hohlwelle mitgenommen. Der Schaltstift wird aus dem Kontakt herausgezogen, der Lichtbogen beim ersten Nulldurchgang durch Druckluft unterbrochen. Sobald der Schaltstift einen gewissen,

einstellbaren Weg zurückgelegt hat, schlägt die Klinke, welche die Kupplung zwischen innerer Welle und Hohlwelle herstellt, gegen einen einstellbaren Anschlag und hebt damit die Verklüpfung der beiden Wellen auf.

Durch die linke Feder wird die Hohlwelle zurückgezogen, der Schaltstift schließt also nach einer zwischen 1 und 5 Perioden einstellbaren Zeit wieder die Strombahn. Damit ist die Unterbrechung beendet. Die Hauptwelle wird nach Beendigung der Druckluftbeaufschlagung durch die rechte Feder in ihre Ruhestellung zurückbewegt, wo die beiden Wellen wieder verklüpfert werden. Damit ist der Schalter für die nächste Schaltung bereit.

Sind mehrere Einseisestellen im Netz vorhanden, so sind mehrere Druckgasschalter notwendig, die gleichzeitig unterbrechen müssen. Diese Forderung ist erfüllbar, da die Eigenzeiten der Transkommando-Druckgasschalter derselben Ausführung praktisch gleich sind und die verschiedenen Ausführungen hinsichtlich ihrer Eigenzeiten in Übereinstimmung gebracht werden können.

Die durch die Tastung verursachte Spannungsabsenkung bringt die verschiedenen Transkommando-Empfangsgeräte zum Ansprechen. Diese sind für die Ausführung von drei verschiedenen Kommandos in einer Gruppe geeignet. Die Kommandos können in beliebiger Reihenfolge gegeben werden.

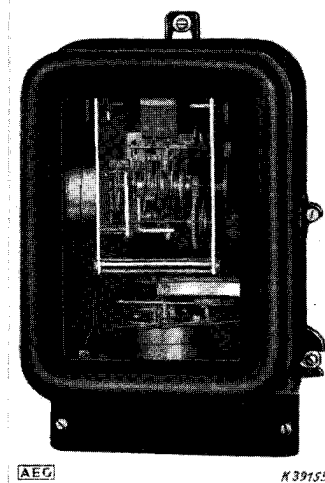


Bild 10. Empfangsgerät für Treppenhaus-Beleuchtungssteuerung.

Ein Empfangsgerät besteht aus einem empfindlichen Wechselstrommagneten, der auf die kurzzeitigen Spannungsabsenkungen anspricht, ferner aus einem kleinen Synchronmotor, der über ein Getriebe eine Walze mit der Kommandonachbildung antreibt. Da auch im Sender ein Synchronmotor benutzt wird, ist auch bei schwankender Frequenz immer Gleichlauf zwischen Sender und Empfänger gewährleistet. Auf der Walze sind die Kommandos, die das Gerät empfangen kann, durch verstellbare Anschläge nachgebildet, durch die es für den Empfang der gewünschten Kommandos eingestellt werden kann. Im Relais ist ein um seine Achse drehbarer Schaltstift vorhanden, der ständig unter Federvorspannung steht. Dieser ist im Normalzustand verklüpfert und wird nur während der Spannungsabsenkungen durch den Spannungsmagneten freigegeben.

Nur wenn die zeitliche Folge der drei Spannungsabsenkungen eines Kommandos der Nachbildung im Empfangsgerät entspricht, wird der Schaltstift durch An-

schläge so gesteuert, daß er auf einen Nocken aufläuft und einen Kontakt betätigt. Stimmen die drei Spannungsabsenkungen nicht mit der gegebenen Lage in der Nachbildung überein, so findet der Schaltstift keinen Anschlag und kann nicht auf einen Nocken auflaufen, sondern dreht sich wirkungslos durch; eine Fehlschaltung ist nicht möglich. Wenn die Spannungsabsenkungen nicht die vorgeschriebene Dauer haben, kann die Schaltung ebenfalls nicht ausgeführt werden. Hierdurch ergibt sich eine weitere zusätzliche Sicherheit gegen Fehlschaltungen.

Bild 9 zeigt ein Straßenlampenrelais; links befindet sich der Synchronmotor, anschließend nach rechts das Getriebe und die Kommandonachbildung sowie einige Nockenscheiben. Über der Kommandonachbildung sind der Schaltstift und darüber die einzelnen Schaltkontakte angeordnet. Die dargestellte Form dient zur Verwendung

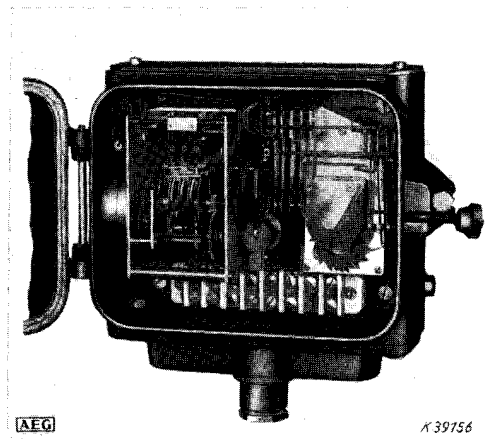


Bild 11. Sirenensteuergerät.

in Innenräumen; das Gerät kann aber auch zur Verwendung im Freien in ein wasserdichtes Gußgehäuse eingebaut werden. Es dient zur Ausführung der gebräuchlichen Kommandos:

"Gesamtbeleuchtung ein",

"Halbnachtlampen aus",
"Gesamtbeleuchtung aus".

Das Laufwerk mit Kommandonachbildung ist bei allen Empfangsgeräten das gleiche; die Geräte unterscheiden sich nur durch die Zusätze, die durch die zu schaltenden Geräte notwendig werden. So enthält z.B. das Treppenhaus-Empfangsgerät (Bild 10) zusätzlich noch ein Dreiminutenlaufwerk.

Das Gerät empfängt folgende drei Kommandos:

"Treppenhausbeleuchtung ein",
"Umschalten der Beleuchtung auf Druckknopf-
betätigung mit 3 min Brenndauer",
"Beleuchtung aus".

Das Dreiminutenlaufwerk tritt nur beim zweiten Kommando in Tätigkeit, wenn die Beleuchtung durch Drücken eines Druckknopfes eingeschaltet wird. Es schaltet die Beleuchtung nach 2...3 min wieder aus.

Bild 11 zeigt das Sirenensteuergerät, das ebenfalls das gleiche Laufwerk enthält. Dieses Relais, das nur in wasserdichter Ausführung gebaut wird, dient zum Empfang folgender "Ein"-Kommandos:

"Hoher Ton",
"Tiefer Ton",
"Heulton".

Das Gerät empfängt also kein "Aus"-Kommando. Dies wird nämlich selbsttätig von einem Zweiminutenlaufwerk gegeben, das nach Ablauf dieser Zeit ein eingeschaltetes Kommando ausschaltet. Zusätzlich hat dieses Laufwerk noch die Aufgabe, den Heulton zu steuern.

Das Transkommandosystem ist also vielseitig anwendbar und hat seine Brauchbarkeit in dem Netz der städtischen Werke Stuttgart, Ortsteil Feuerbach, in mehr als zweijährigem Dauerbetrieb erwiesen.