

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 46 (1955)
Heft: 25

Artikel: Aufbau und Wirkungsweise der Fernmesseinrichtungen des Lastverteilers der Atel, Olten
Autor: Quervain, A. de
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1060968>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 03.04.2025

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

In Deutschland wurden seit der Aufnahme der elektrischen Traktion auf Hauptlinien vor mehr als 40 Jahren eine grosse Zahl von Fahrleitungsbauarten ausprobiert, bis die heute allgemein verwendete «Einheitsfahrleitung 1950» entwickelt war. Da die Geschwindigkeiten der Züge mit Dampflokomotiven im Laufe der Jahre und ganz besonders nach der Aufgabe des Dampfbetriebes immer mehr erhöht wurden, so war es nötig, dem einwandfreien Zusammenarbeiten von Fahrdraht und Stromabnehmer die nötige Aufmerksamkeit zu schenken und die gewonnenen Erfahrungen zweckmässig auszuwerten. Die heute verwendete «Einheitsfahrleitung 1950» ist durch verschiedene Eigenschaften gekennzeichnet. Im Aufbau ist sie einfach und billig. Dazu besitzt sie eine grosse Betriebssicherheit, so dass ihr Unterhalt nur wenig Personal erfordert. Sie eignet sich für Fahrleistungen bis 160 km/h.

Der Fahrdraht ist nicht durchgehend über der Geleisemitte aufgehängt, sondern weicht nach rechts und nach links um je 400 mm aus, um die Schleifstücke der Triebfahrzeuge gleichmässig abnützen zu können. Die Rheintallinie kann später mit einer maximalen Geschwindigkeit von 160 km/h befahren werden, ohne dass grössere bauliche Änderungen des Tracés nötig sind; die Fahrleitung wird von Anfang an hierfür vorgesehen. Eine Herabsetzung der Geschwindigkeit ist nur in besonderen Fällen, z. B. am Westhang des Isteinerklotzes, nötig, wo zahlreiche Kurven vorhanden sind. Die totale Länge aller Geleise mit Fahrleitungen auf der doppelspurigen Linie Basel—Karlsruhe beträgt rund 850 km.

Im Badischen Bahnhof in Basel werden nach der Aufnahme des elektrischen Betriebes vertragsmässig auch Lokomotiven der Schweizerischen Bundesbahnen zirkulieren. Dies bedingt für die Fahrleitungen des Bahnhofgebietes die Anwendung einer speziellen Bauart, bei der die Fahrleitung nur ± 200 mm von der Achse des Geleises abweichen darf, da die Stromabnehmer der Triebfahrzeuge der Schweizerischen Bundesbahnen schmaler sind als diejenigen der Deutschen Bundesbahn.

Besondere Verhältnisse des Bahnhofes Freiburg i. Br.

Im Bahnhof Freiburg i. Br. stellt sich für die Deutsche Bundesbahn erstmals das Problem, innerhalb des gleichen Bahnhofes zwei Fahrleitungsbezirke mit verschiedenen Spannungen und verschiedenen Frequenzen zu betreiben, da dort der Anfangspunkt der Höllentalbahn liegt (Fahrdracht-

spannung 20 kV, 50 Hz). Dies bedingt gewisse Änderungen an den Fahrleitungs- und an den Geleiseanlagen. Auch werden die Triebfahrzeuge der beiden Systeme, $16\frac{2}{3}$ Hz und 50 Hz, in ihrer Bewegungsfreiheit innerhalb der Bahnhofsanlagen gewissen Beschränkungen unterworfen sein, was zu betrieblichen Komplikationen führen wird. Die Trennung in zwei getrennte Fahrleitungsbezirke, wie sie heute angewendet ist, wird deshalb nur als vorübergehend angesehen. Es wird danach getrachtet, mit einer einzigen Frequenz und zwar mit $16\frac{2}{3}$ Hz auszukommen. In dieser Richtung weist auch die Absicht der Deutschen Bundesbahn, zwei Lokomotiven der Höllentalbahn zu Zweifrequenz-Triebfahrzeugen umzubauen²⁾, um sie sowohl im Höllental als auch auf der Rheintallinie verwenden zu können.

Die Triebfahrzeuge

Im Sommerfahrplan 1955 werden nur Personenzüge zwischen Basel und Freiburg elektrisch verkehren; der Vorortverkehr nach Efringen-Kirchen wird mit elektrischen Triebfahrzeugen abgewickelt. Die Schnellzüge und die Güterzüge werden mit Dampflokomotiven geführt, da sich bei den ersteren ein Wechsel des Triebfahrzeuges in Freiburg nach rund 60 km nicht lohnt und ausserdem die nötigen Triebfahrzeuge nicht verfügbar sind. Im Vorortverkehr zwischen Basel und Efringen-Kirchen werden teilweise auch Akkumulatoren-Triebwagen, eingesetzt, wie dies schon früher vor der Aufnahme des elektrischen Betriebes im Jahre 1952 der Fall war.

Bei den zwischen Basel und Freiburg eingesetzten elektrischen Lokomotiven handelt es sich in erster Linie um ältere Bauarten, die von andern Linien abgezogen wurden.

Die verwendeten Triebwagen werden zum Teil direkt von der Fahrleitung aus ($16\frac{2}{3}$ Hz, 15 kV) mit Energie versorgt, zum Teil sind sie vom Fahrdracht unabhängig und besitzen Akkumulatoren. Die Motorwagen für $16\frac{2}{3}$ Hz verkehren zum Teil auch auf der Wiesen- und der Wehratalbahn, wo sie erstmals vor rund 20 Jahren bei ihrem Aufkommen in den fahrplanmässigen Betrieb eingesetzt wurden. Bei den Akkumulatoren-Triebwagen, die als Einzelfahrer verkehren, ist die Platzzahl geringer. Neben Wagen älterer Bauart kommen auch neuere Konstruktionen zum Einsatz.

Adresse des Autors:

A. Degen, Dipl. El.-Ing. ETH, Colmarerstrasse 85, Basel.

²⁾ siehe Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 14, S. 648...650.

Aufbau und Wirkungsweise der Fernmesseinrichtungen des Lastverteilers der Atel, Olten¹⁾

Von A. de Quervain, Baden (AG)

621.3.083.7

Sowohl die Fernmesseinrichtungen des Lastverteilers wie auch die Regelkanäle der verschiedenen nach dem Prinzip der Frequenz-Leistungsregelung arbeitenden Kraftwerke verwenden das Fre-

quenz-Variationsprinzip. Sie sind mit grundsätzlich denselben Geber- und Empfangseinrichtungen ausgerüstet.

Während im Regelnetz pro Messkanal nur 1 Messwert übertragen wird, sind die Fernmesskanäle des Lastverteilers zyklisch mehrfach aus-

¹⁾ siehe Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 14, S. 657...659 und Nr. 16, S. 742...744.

genützt, wodurch die übertragbare Messwertzahl auf Kosten der Übertragungszeitkonstanten gesteigert werden kann.

a) Das Frequenzvariationssystem für Dauer-Fernmessübertragung

Neben den verbreiteten Fernmessverfahren, welche meist auf der Übertragung einer messwertproportionalen Impulszahl oder Impulsbreite beruhen, hat auch das Verfahren, dem die Übertragung einer messwertproportionalen Tonfrequenz zu Grunde liegt, eine zunehmende Bedeutung erlangt. Der Grund liegt hauptsächlich darin, dass dieses System ohne Zuhilfenahme von beweglichen Kontakten, rotierenden Scheiben oder dergleichen arbeitet.

Die durch den Messwert zu beeinflussende Tonfrequenz wird zweckmässigerweise gerade in dem Bereich gewählt, in dem sie direkt über Kabeladern oder über Trägerfrequenz-Kanäle übertragen werden soll. Als günstigster Bereich kann das Band zwischen ca. 2...3,5 kHz gelten, von dem durch einen Fernmesskanal ein Teilbereich belegt wird.

Die Fernmessfrequenz wird durch einen an sich stabilen Oszillator erzeugt, dessen Schwingkreisinduktivität aus einem fixen und einem variablen Teil besteht.

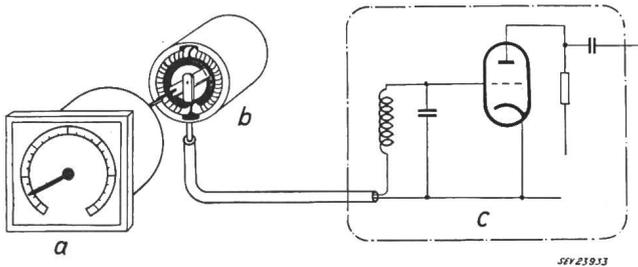


Fig. 1

Fernmessoszillator mit Variometer als Messwertgeber

a Messwerk für Leistung, Spannung usw.; b Variometer mit Messwerk gekuppelt; c Tonfrequenzoszillator

Der variable Teil wiederum kann als «Variometer», d. h. eine in Funktion des Drehwinkels veränderbare Induktivität, direkt an ein zeigendes oder registrierendes Instrument angebaut werden, oder als eine durch Gleichstrom vormagnetisierbare Regeldrosselspule für direkte Strom- oder Spannungsmessungen verwendet werden. Fig. 1 und 2 zeigen

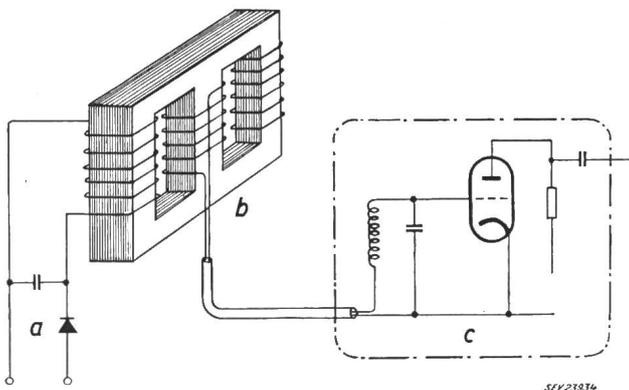


Fig. 2

Fernmessoszillator mit Regeldrosselspule als Messwertgeber

a Gleichrichter, Schaltung bei Messung von Wechselspannung; b Regeldrosselspule; c Tonfrequenzoszillator

schematisch den Aufbau dieser beiden Gebereinrichtungen.

Fernmessgeber und zugehöriger Oszillator können, sofern dies zweckmässig erscheint, getrennt voneinander aufgestellt werden. Die Tonfrequenzleistung des Messwertsenders ist so bemessen, dass auch NF-Kabel bis zu 2 N Dämpfung überbrückt werden können.

Der Fernmessempfänger hat die Aufgabe, aus der Messfrequenz einen messwertproportionalen Gleichstrom zu bilden, der für die direkte Anzeige bzw. für die Beeinflussung von Regeleinrichtungen notwendig ist.

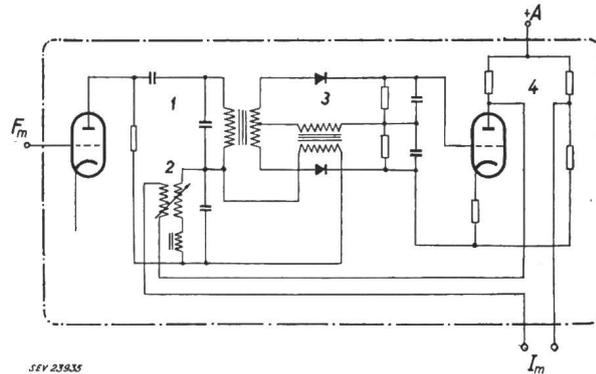


Fig. 3

Prinzipschema des Fernmessempfängers

1 Phasendrehkreis; 2 Regeldrosselspule; 3 Phasenvergleichskreis; 4 Brückenkreis; F_m Eingang des Fernmesssignals; I_m messwertproportionaler Gleichstrom

Der Fernmessempfänger (Fig. 3) enthält als wesentliche Bestandteile einen Phasendrehkreis 1, einen Phasenvergleichskreis 3 und einen Brückenkreis 4, in deren einen Zweig sich eine Röhre als variabler Widerstand befindet. Durch den im Messzweig der Brücke fliessenden Meßstrom wird die im Phasendrehkreis eingeschaltete Regeldrosselspule 2 in ihrer Induktivität verändert, so dass der Phasenvergleichskreis auf die empfangene Fernmessfrequenz abgestimmt wird. Die Brücke ist hierbei im Gleichgewicht und der Meßstrom I_m der Fernmessfrequenz proportional.

Die Rückführung des Meßstromes zwecks Abstimmung des Phasendrehkreises bringt zwei wesentliche Vorteile mit sich:

a) Der Einfluss der Röhrenalterung, Anodenspannungsänderung auf den Meßstrom wird kompensiert.

b) Jede Verstimmung des Empfängers gegenüber der Soll-Signalfrequenz hat einen grossen Strom im Meßkreis zur Folge, der die Fehlabbildung des Empfängers auszugleichen sucht. Dadurch wird eine ausserordentlich kurze Einstellzeit des Empfängers erreicht.

Die Zeitkonstante, die in der Grössenordnung von 20...30 ms liegt, ermöglicht die Anwendung des Kanales zu Regelzwecken überall dort, wo eine kleine Zeitkonstante vom Messwertgeber bis zur Turbinenregelung aus Stabilitätsgründen erwünscht ist.

b) Rapid-zyklische Fernmessung nach dem Frequenzvariationssystem

Die kurze Einstellzeit des Fernmessempfängers erlaubt es, eine in der Zeit gestaffelte Übertragung

von Messwerten durchzuführen. Zu einem vorhandenen Basiskanale sind die sendeseitigen Einrichtungen durch eine zyklische Umschalteneinrichtung zu ergänzen, gleichermassen der Fernmessempfänger. Speichereinrichtungen sind zusätzlich notwendig, um für jeden Messwert eine durchgehende Anzeige zu gewährleisten.

Die Schaltgeschwindigkeit wird entsprechend einer Übertragung von ca. 8...10 Messwerte pro s gewählt. Damit wird die vom Basiskanale belegte Bandbreite nur ganz unwesentlich vergrößert und eine für Ablesung und Registrierung genügend kurze Zeitkonstante von ca. 2 s in jedem Messkanale sichergestellt.

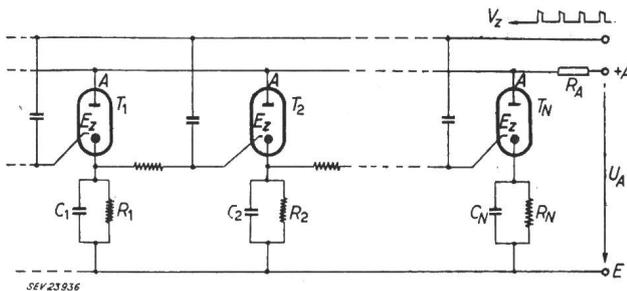


Fig. 4

Prinzipschema einer Zählkette

\$T_1...T_N\$ Kalkathoden-Thyratron; \$A\$ Anode; \$E_z\$ Zündelektrode; \$E\$ Erde; \$C_1R_1...C_NR_N\$ Zeitglieder; \$R_A\$ gemeinsamer Anodenwiderstand; \$V_z\$ Zündimpulse

Als Umschalteneinrichtung wird sende- und empfangsseitig ein elektronischer Zählring verwendet, so dass in der gesamten Fernmesseinrichtung keine beweglichen Kontakte vorhanden sind. Anhand von Fig. 4 soll die Wirkungsweise einer Zählkette bzw. eines Zählringes erläutert werden.

Die Thyratrone \$T_1...T_N\$ sind derart in Serie geschaltet, dass die Kathode einer Röhre mit der Zündelektrode \$E_z\$ der nächstfolgenden Röhre verbunden ist. Die jeweils gleichen Elektroden aller Röhren sind unter sich, teilweise unter Einschaltung von Kopplungsgliedern bzw. Netzwerken, parallel geschaltet. Zwischen gemeinsamer Erd- und Anodenleitung ist an den Punkten \$E\$ und \$+A\$ eine Gleichspannung von 250...300 V angelegt, während an der gemeinsamen Zündspannungsleitung ein Impuls-generator angeschlossen ist. Eine einmal gezündete Röhre, z. B. \$T_1\$, erzeugt an dem in der Kathodenleitung liegenden \$RC\$-Glieder einen Spannungsabfall, der so bemessen wird, dass er knapp unter der Zündspannung der Zündelektrode der nächstfolgenden Röhre \$T_2\$ liegt. Ein über die gemeinsame Leitung allen Zündelektroden zugeführter Impuls bringt nur diese vorbereitete Röhre \$T_2\$ zum zünden. Durch den plötzlichen Stromanstieg am gemeinsamen Anodenwiderstand \$R_A\$ wird die Röhre \$T_1\$ gelöscht. Dieser Vorgang wiederholt sich bis ans Ende der Zählkette. Werden Anfang und Ende der Kette verbunden, so entsteht ein Zählring, in dem die Zündung im Takte der Impulse im Kreise herum von Röhre zu Röhre springt.

Ein gezündetes Thyratron weist einen kleinen inneren Widerstand auf und kann deshalb als Durchschaltkontakt verwendet werden. Jedem Messwert ist nun im Zählring sende- wie empfangsseitig ein Thyratron als Durchschaltkontakt zugeordnet. Während auf der Sendeseite jeweils eine Messfrequenz entsprechend dem momentan übertragenen Messwert durchgeschaltet wird, müssen auf der Empfangsseite die dem Empfänger entstammenden messwertproportionalen Spannungen an die Speichereinrichtungen an- bzw. abgeschaltet werden.

Die Forderung, dass die Meßspannungen durch Zündvorgang und Brennspannung der Zählring-

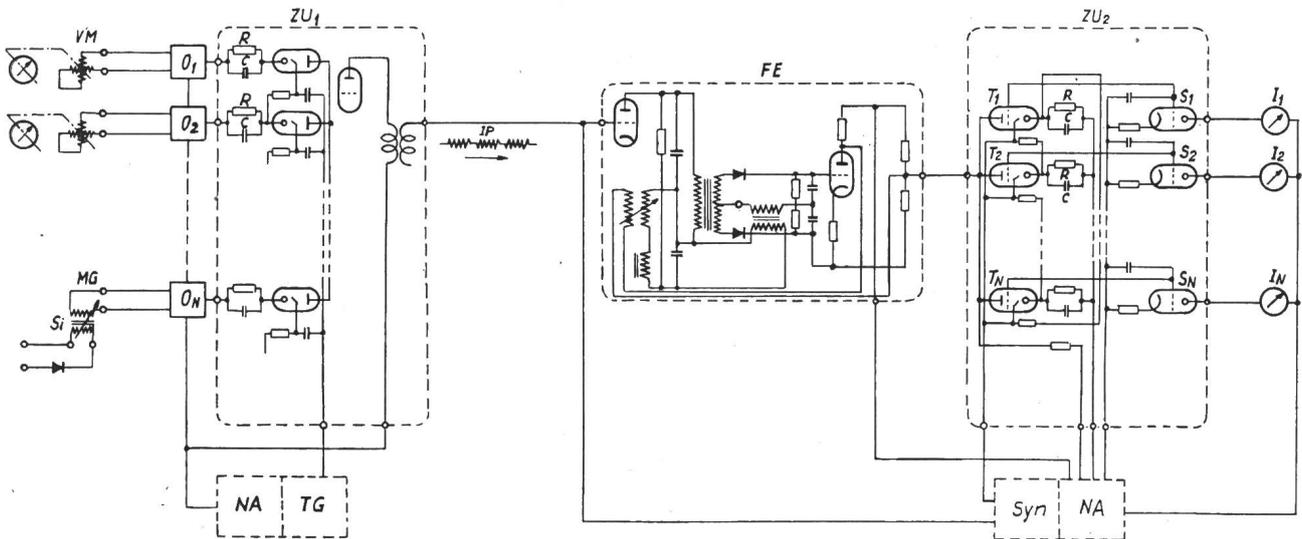


Fig. 5

Schematischer Aufbau einer Fernmesseinrichtung mit zyklischer Umschaltung

\$VM\$ Variometer mit Geberinstrument gekoppelt; \$MG\$ Messwertgeber mit Regeldrosselspule; \$O_1...O_N\$ Messwertoszillatoren; \$ZU_1\$ zyklische Umschaltung sendeseitig; \$FE\$ Fernmessempfänger; \$ZU_2\$ zyklische Umschaltung empfangsseitig; \$Syn\$ Synchron-Taktgeber; \$NA\$ Netzanschlussgerät; \$I_1...I_N\$ Anzeigeeinstrumente, \$T_1...T_N\$ zyklische Schaltrohren; \$S_1...S_N\$ Speicherrohren; \$IP\$ Impulsprogramme; \$TG\$ sendeseitiger Taktgeber

Die Thyratrone \$T_1...T_N\$ sind derart in Serie geschaltet, dass die Kathode einer Röhre mit der Zündelektrode \$E_z\$ der nächstfolgenden Röhre verbunden ist. Die jeweils gleichen Elektroden aller Röhren sind unter sich, teilweise unter Einschaltung

Thyratrone unbeeinflusst bleiben sollen, wurde durch eine spezielle Konstruktion gelöst.

Die in Zusammenarbeit mit der Cerberus GmbH für diese Zwecke entwickelte Kalkathoden-Glimmrohre enthält neben den üblichen Elektroden eine

«Sonde», welche es gestattet, eine Kontaktstrecke Anode—Sonde aufzubauen, die von der Entladungstrecke Kathode—Anode unabhängig bleibt.

Die jedem Fernmesskanal zugeordneten Tonfrequenzpakete sind in der Übertragung durch eine kurze Lücke getrennt. Diese Impulslücken werden für die empfangsseitige Synchronisation über eine spezielle Synchronisationseinrichtung herangezogen, während der Frequenzinhalt der ca. 80 ms langen Impulse der Träger des Momentan-Messwertes ist.

Die richtige Zuordnung der Messwerte wird dadurch sichergestellt, dass für einen Messwert ein Tonfrequenzpaket ungefähr dreifacher Länge gesendet wird. Der schematische Aufbau eines zyklischen Fernmesskanales ist aus Fig. 5 ersichtlich. Der Vorteil der zyklischen Messwertübertragung beruht in erster Linie auf der besseren Ausnutzungsmöglichkeit von Übertragungskanälen, sowohl in Bezug auf die belegte Bandbreite, wie auch auf leistungsmässige Ausnutzung des Übertragungskanals.

Da die belegte Bandbreite unabhängig von der Zahl der Fernmesswerte bleibt, können trägerfrequente oder niederfrequente Telephoniekanäle mit einem Minimum an Filteraufwand mehrfach ausgenutzt werden. So beträgt für beispielsweise 16 Messwerte die benötigte Bandbreite nur rund 20 % derjenigen eines entsprechenden Mehrfach-Impulssystemes. In einem bestimmten Zeitpunkte wird in einem zyklischen Fernmesskanal nur ein Messwert übertragen. Die dem Kanal zugeordnete Übertragungsleistung kommt somit jedem Messwert voll zugute.

Gerade bei trägerfrequenter Übertragung längs Hochspannungsleitungen, wo immer mit einem gewissen Störpegel zu rechnen ist, fällt hiebei die Energiebilanz in Bezug auf das Verhältnis Nutzu zu Störpegel weit günstiger aus, als bei gleichzeitiger, in der Frequenz gestaffelter Übertragung von Messwerten.

Adresse des Autors:

Dr. A. de Quervain, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden (AG).

Die Fernmeldeanlage des Lastverteilers der Atel¹⁾

Von U. Anderegg, Bäch²⁾

621.39 : 621.311.177

Der grundlegende Aufbau von der Hochspannungsschaltanlage bis zu deren Abbild im Bildschema werden skizziert. Tonfrequenz- oder Schwingungsimpulse übermitteln die Meldungen, vorwiegend über die HF-Träger der EW-Telephonie. Pendel, Relaisketten und Kreuzwähler mit den zugehörigen Markier- und Rückrechnerschaltungen bilden die wesentlichsten Elemente der Automatik und werden eingehender beschrieben. Erwähnt wird ferner der in diesem System begründete Schutz gegen Störimpulse trotz kleiner Übermittlungszeit sowie die praktisch unbeschränkte Ausbaufähigkeit.

Exposé du principe de la télésignalisation entre l'installation de couplage à haute tension et le tableau du répartiteur de charges de l'Atel. Des impulsions à fréquence acoustique ou oscillantes transmettent les annonces, principalement par les porteuses à haute fréquence du réseau téléphonique des entreprises électriques. Des commutateurs cycliques, des chaînes de relais et des sélecteurs, avec leurs couplages de marquage et de contrôle, constituent les éléments essentiels du système automatique et sont décrits en détail. Ce système justifie le dispositif de protection contre les impulsions de défaut, malgré la brève durée de transmission. Il offre une possibilité d'extension pratiquement illimitée.

Allgemeines

Aus der Aufgabenstellung des Lastverteilers geht hervor, dass die Fernmeldeanlage einen möglichst lebendigen Kontakt der zentralen Überwachungsstelle mit den fernen Schaltstellen des Höchstspannungsnetzes gewährleisten soll. Innert weniger Sekunden muss jeder Schalterstellungswechsel in der Kommandostelle gemeldet werden können. Über die Richtigkeit dieser Meldungen darf kein Zweifel bestehen, da sie zusammen mit den Werten der Fernmessung als Unterlage für die Betriebsdisposition des Lastverteilers dienen.

Eine solche Rückmeldeanlage hat im Prinzip den in Fig. 1 dargestellten Aufbau. Sie umfasst die Hochspannungsschaltanlage, die Automatik des Rückmeldesenders, die Kanaleinrichtung, die Automatik des Rückmeldeempfängers und das Blindschema.

Ihre Aufgabe verteilt sich wie folgt: In der Schaltanlage geben Hilfskontakte der Leistungsschalter den Schaltzustand nach den Stellungshilfsrelais *Ein* und *Aus*. Hier wird die aus deren Stellungen bestehende momentane «Information» um-

gerechnet in ein zeitliches Programm von Impulsen des Senderrelais *Se*. Der Rückmeldekanal überträgt diese Impulse zum Relais *Ep* des Empfängers *E*. Die dortige Automatik ermittelt aus dem *ep*-Impulsprogramm für jeden Schalter wieder den zu schliessenden *Ein*- und *Aus*-Kontakt, während das Blindschema die Schalterstellung sichtbar wiedergibt.

Wechselt ein Schalter in der Schaltanlage seine Stellung, so wird sofort ein neues, anderes Impulsprogramm gesendet, und die zwei entsprechenden Kontakte *ein* und *aus* der Automatik auf der Empfangsseite wechseln ihre Stellungen. Im Blindschema leuchtet die Lampe des betreffenden Schaltersymbols auf und ein akustisches Signal macht den Bedienenden auf die Änderung des Schaltzustandes aufmerksam.

Neben dieser automatischen Rückmeldung kann der Schaltzustand der Hochspannungsschaltanlage wie auch die Übertragungseinrichtung willkürlich kontrolliert werden mittels Tastendruck im Blindschema. Durch Impulse in umgekehrter Richtung, über den Steuerkanal, wird dieser Befehl nach dem Rückmeldesender gegeben, worauf sich anschliessend sämtliche Rückmelde-Impulsprogramme nacheinander abwickeln.

¹⁾ siehe Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 14, S. 657...659, Nr. 16, S. 742...744 und S. 1206 dieser Nummer.

²⁾ Die vorliegende Arbeit entstand während der früheren Tätigkeit des Autors bei der Chr. Gfeller A.-G., Bern-Bümpliz.