Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 33 (1942)

Heft: 24

Artikel: Gesichtspunkte für die Wahl moderner Trägertelephonie-Einrichtungen für Elektrizitätswerke

Autor: Wertli, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061694

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: 13.12.2025

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

35 kg/cm² erzeugt und mit 3,5 kg/cm² den Wärmeverbrauchern zugeführt. Die Entspannung erfolgt in 2 Oerlikon-Gegendruck-Dampfturbinen. Ihre Leistungsabstufung mit 400 resp. 900 kW erlaubt weitgehende Anpassung an die Wärmebedarfsschwankungen. Der Dampfdurchsatz beträgt 15...20 kg/kWh, je nach Belastung. Der Wärme-Entzug pro kg Dampf beläuft sich auf ca. 70 kcal, so dass im Mittel pro kWh ca. 1200 kcal, entsprechend einem inneren thermodynamischen Wirkungsgrad von etwa 75 %, verbraucht werden. Bei einem Kohlenpreis von 100 Fr./t = 14 Fr./10^6 kcal ergibt dies einen Wärmeverbrauchsanteil von 1,7 Rp./kWh, was auch bei den heutigen Kohlepreisen noch einen annehmbaren Energiepreis ergibt.

Der Vorsitzende verdankt Herrn Karlen das Referat herzlich und erteilt das Wort Herrn Wertli.

Gesichtspunkte für die Wahl moderner Trägertelephonie-Einrichtungen für Elektrizitätswerke

Referat, gehalten an der Kurzvorträgeveranstaltung des SEV vom 26. September 1942 in Bern

Von *A. Wertli*, Baden.

621.396.44

Es werden an Hand von einigen Beispielen die Eigenschaften beschrieben, welche moderne Träger-Telephonie-Einrichtungen aufweisen müssen, um den Anforderungen der heutigen Technik zu genügen. Es werden die Ausbreitungsverhältnisse auf Hochspannungsleitungen gezeigt. Automatische Pegelregelung und Selbstüberwachung werden beschrieben; fener wird auf Fernmess- und Fernreguliereinrichtungen hingewiesen.

Compensation automatique du fading en cas de givrage et de rupture de ligne, self-contrôle automatique de la disponibilité de l'installation, réduction des possibilités de perturbations, applications au téléréglage, à la télémesure et à la protection des lignes.

Die folgenden Ausführungen sollen an Hand von einigen typischen Eigenschaften zeigen, wie weit heute die moderne Trägertelephonie fortgeschritten ist. Diese Fortschritte verdanken wir in erster Linie der hochentwickelten Röhren- und Schaltungstechnik sowie einer systematischen Materialforschung.

Wenn in einer Elektrizitätsverteilanlage die Aufgabe besteht, zwei oder mehrere Stellen des weitverzweigten Netzes miteinander fernsprechmässig zu verbinden, so denkt man vielleicht, in erster Anlehnung an das Beispiel des Ziviltelephons, an eine gewöhnliche Drahtverbindung. Diese Lösung unter Verwendung einer eigenen Telephonschleife, die sämtliche gewünschten Punkte miteinander verbindet und nur für den werkseigenen Bedarf reserviert bleibt, hat bestimmt viel für sich. Sie ist vor allen Dingen betriebsmässig einfach und sicher. Wenn jedoch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt, dass die damit verbundenen Ausgaben die Betriebskosten des betreffenden Werkes zu sehr steigern, oder wenn aus technischen Gründen, zufolge allzu starker Belegung der bereits vorhandenen Kabel, keine freie Schleife mehr zur Verfügung steht, dann greift man zur *hochfrequenzmässigen Fernverbindung* über die werkseigene *Hochspannungsleitung.*

Die wichtigste Forderung an eine Werks-Telephonieeinrichtung ist jene nach maximal möglicher Sicherheit. Darunter versteht man die Möglichkeit, sich jederzeit, also auch unter den schwierigsten Verhältnissen, wie solche etwa bei Leitungsbruch oder bei Rauhreifbildung auftreten, verständigen zu können. Auch müssen alle im Zusammenhang mit der Hochfrequenzeinrichtung arbeitenden Geräte noch einwandfrei funktionieren. Gerade dieser Forderung kommt je länger je mehr Bedeutung zu, indem oft die Schutzeinrichtungen ganzer Netze oder zumindest grosser Anlageteile indirekt davon abhängen.

Fig. 1 zeigt die Ausbreitungsverhältnisse auf einer Hochspannungsleitung schematisch dargestellt. Der Sendepegel beträgt ca. 80 V. Die hochfrequenten Wellen, die sich längs der Leitung fortbewegen, werden infolge mannigfacher Verluste stark gedämpft und erreichen bei 75 km einen Pegel von nur 8 V. Erfolgt dort beispielsweise Ankopplung

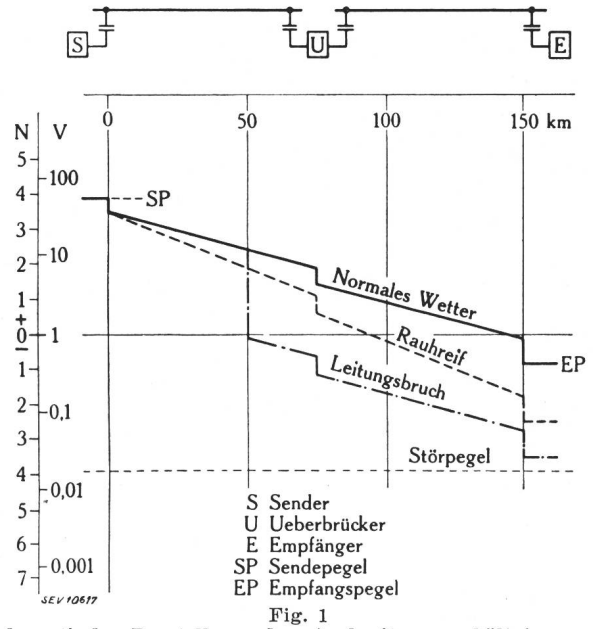

Fig. 1

Schematische Darstellung der Ausbreitungsverhältnisse von Hochfrequenzwellen auf Hochspannungsleitungen

Bemerkenswert ist der Einfluss von Rauhreif auf die Leitungsdämpfung. Bei Leitungsbruch wird der Empfangspegel dem Störpegel vergleichbar und damit eine Verbindung unter Umständen verunmöglicht.

auf ein anderes Leitungssystem, so tritt eine zusätzliche, sprunghafte Dämpfung ein und die Sendespannung am Anfang des zweiten Leitungsstückes beträgt nur noch 6 V. Diese reduziert sich bis zum Ende dieses Stranges auf ca. 1 V, so dass nach den Kopplungselementen am Empfänger noch ein Emp-

fangspegel von 0,7 V vorhanden ist. In der Figur ist gleichzeitig der auf der Leitung vorhandene Störpegel eingetragen. Es ist dies der nach der CISPR-Definition gemessene akkustische Aequivalenz-Wert. Für das gewählte Beispiel liegt dieser Wert etwa bei 0,02 V. Qualität und Sicherheit einer Uebertragung hängen nun vom Verhältnis der am Empfangsort eintreffenden Signalspannung ab. Im praktischen Betrieb soll dieses Verhältnis zwischen 10 : 1 und 100 : 1 liegen.

Verläuft die Leitung in einer Gegend mit besonderen klimatischen Verhältnissen, so muss beispielsweise damit gerechnet werden, dass im Winter infolge Schneefalls oder Rauhreifbildung der Empfangspegel plötzlich auf 0,08 V sinkt, was in Fig. 1 schematisch dargestellt ist. In der Figur sind auch die Verhältnisse bei Leitungsbruch der hochfrequenzführenden Phase dargestellt. Es zeigt sich, dass in diesem Falle die Verhältnisse sich ausserordentlich verschlimmern, indem der wirksame Empfangspegel auf ca. 0,03 V abfällt und damit mit dem Störpegel vergleichbar wird. Es ist dann wahrscheinlich, dass die telephonische Verbindung verunmögiicht wird und dass die nachgeschaltete Automatik vollständig ausfällt.

Die meisten modernen Geräte sind mit automatisch wirkendem Schwundausgleich versehen, was schematisch in Fig. 2 dargestellt ist. Dem Empfänger ist ein elektronisch wirkender Pegelregler P vorgeschaltet, der die Aufgabe hat, die an die Automa-

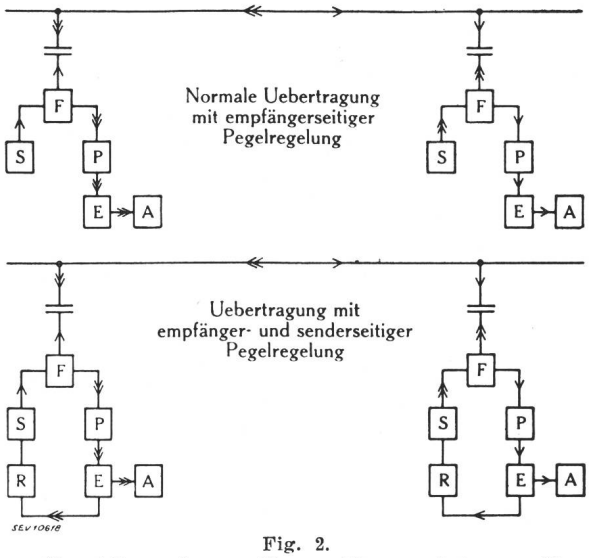

Fig. 2.
Gegenüberstellung der empfängerseitigen und der empfänger- und senderseitigen Pegelregelung
Durch ein zusätzliches Regelorgan R und durch zweckmässige Ausbildung des Senders S ist es möglich, eine Verbindung über eine Hochspannungsleitung herzustellen, selbst unter schwierigen Verhältnissen, wie sie bei Leitungsbruch oder Rauhreifbildung auftreten.
S Sender. E Empfänger. R Senderseitiger Pegelregler. A Automatik. P Empfängerseitiger Pegelregler. F Filter.

tik A abgegebene tonfrequente Signalspannung des Empfängers E selbst bei stark variierender hochfrequenter Eingangsspannung innerhalb geringer Grenzen konstant zu halten. Wenn aber die ankommende Signalspannung von derselben Grössenordnung wie die vorhandene Störspannung ist, nützt selbst der beste empfängerseitige Schwundausgleich nichts mehr, weil das Signal in den Störungen einfach untergeht. Hier gibt nun eine zusätzliche, *senderseitige Regelung*, die schematisch im unteren Teil der Fig. 2 dargestellt ist, recht günstige Resultate. Dem Empfänger E wird ein zusätzlicher Regler R nachgeschaltet, der in Abhängigkeit der ankom-

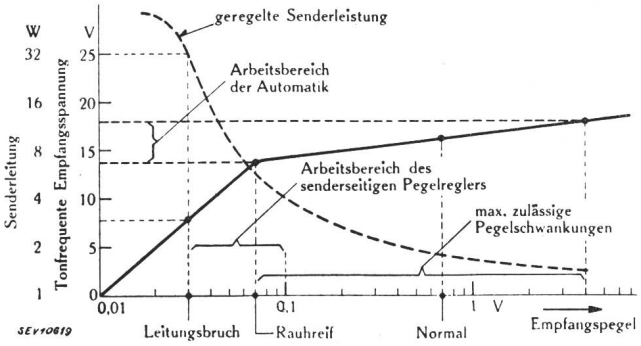

Fig. 3.
Schematische Darstellung der Wirkung des empfängerseitigen Schwundausgleiches
Abhängigkeit der tonfrequenten Empfangsspannung vom Empfangspegel. Abhängigkeit der geregelten Senderleistung vom Empfangspegel. Die Figur zeigt deutlich das rapide Anwachsen der Senderleistung bei abnehmendem Empfangspegel. Dieser Umstand ermöglicht die Aufrechterhaltung einer Verbindung selbst bei Leitungsbruch oder starker Rauhreifbildung.

menden Signalspannung die Ausgangsleistung des zugeordneten Senders automatisch in weiten Grenzen reguliert. Wie aus der Figur ersichtlich ist, erfolgt diese Regelung beidseitig des Uebertragungskanals simultan. Damit ist möglich, irgendwelche auftretende Leitungsverluste durch eine zusätzliche Senderleistung automatisch zu kompensieren. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass bei einem schweren Leitungsdefekt die Verbindung nicht abreisst. In Fig. 3 sind die Verhältnisse in Form eines Diagrammes dargestellt. Es geht da-

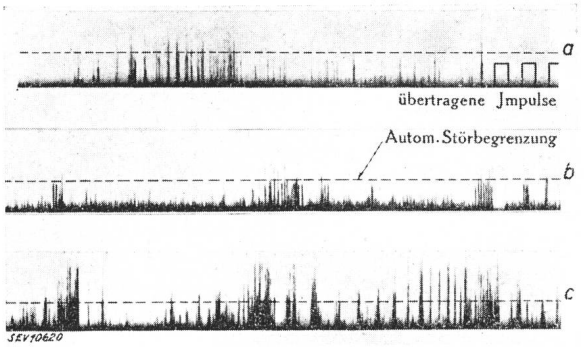

Fig. 4.
Stördiagramm einer Hochspannungsleitung unter verschiedenen Verhältnissen
Die eingetragene automatische Störbegrenzung zeigt, dass allzu starke Spitzen abgeschnitten werden, wobei übertragene Impulse richtig durchkommen.
a Schwache Störungen *b* Mittlere Störungen
c Starke Störungen.

raus hervor, dass die geregelte Senderleistung je nach Grösse der auftreffenden Empfangsspannung zwischen 1,5 W und 32 W reguliert wird. Diesem Leistungsverhältnis entspricht empfängerseitig ein Pegelverhältnis von ca. 5 : 1. Wie das Diagramm

zeigt, ist damit zu rechnen, dass selbst bei Leitungsbruch und einer damit verbundenen Absenkung des Empfangspegels auf 0,03 V infolge zusätzlicher Senderleistung der neue Empfangspegel zwischen 0,12 und 0,15 V und damit innerhalb den Arbeitsbereich der Automatik zu liegen kommt.

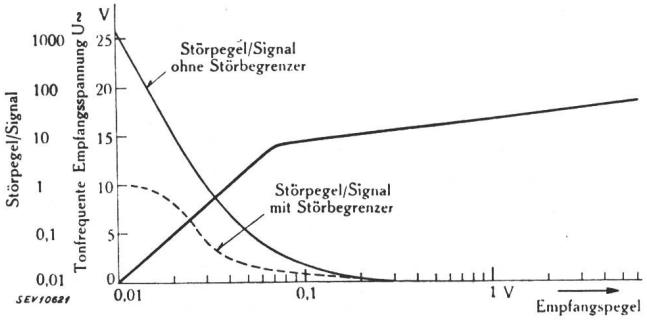

Fig. 5.

Darstellung des Verhältnisses Störpegel/Signal für verschiedene Empfangspegel mit und ohne automat. Störbegrenzung

Die Wirkung des automatischen Störbegrenzers beruht vor allen Dingen darauf, dass der subjektive Eindruck der Störungen stark herabgesetzt wird. Der Verlauf der Kurven zeigt, dass vermittelst eines automatischen Störbegrenzers bei kleinen Empfangsfeldstärken eine Verbesserung um den Faktor 10 möglich ist.

Befindet sich die Empfangseinrichtung in einer Gegend, wo sich starke industrielle Störungen dem Hochfrequenzsignal überlagern, ohne dass es möglich wäre, diese an der Quelle zu beseitigen, so muss man empfängerseitig zu Kunstschaltungen greifen, um wenigstens allzu hohe Störspitzen abzuschneiden. Diese aus der Rundfunk-Empfangstechnik längst bekannten Störverminderer haben die Eigenschaft, die für das Ohr besonders unan-

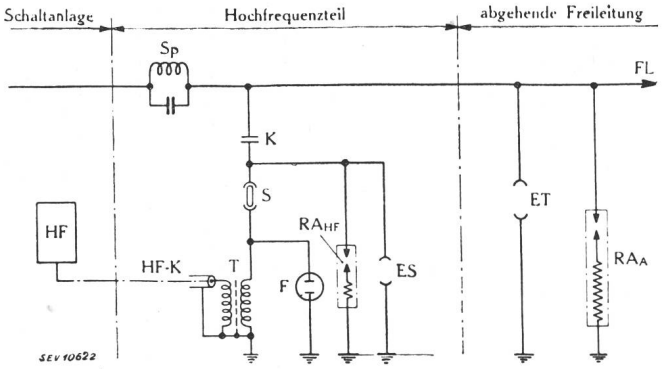

Fig. 6.

Schematische Zusammenstellung der zweckmässigen Einrichtungen zum Schutze einer Hochfrequenz-Telephonie-Einrichtung

Die eigentlichen Schutzeinrichtungen reduzieren sich auf 2 Resorbit-Spannungsableiter und einen Feinschutz. Höchste Betriebssicherheit wird gewährleistet durch reichliche Dimensionierung der Schalt- und Kopplungselemente, punkto Ueberspannungen und Ueberströme.

HF Hochfrequenz-Apparateschrank. HF-K Hochfrequenzkabel. T Anpassungsübertrager 10 kV. S Sicherung. F Feinschutz 0,2 kV. RA_{HF} Resorbitableiter zum Schutz der HF-Apparate. ES Erdungsschalter. K Kopplungskondensator. ET Erdungstrenner der Leitung. RA_A Resorbitableiter zum Schutz der Anlage und des Kopplungskondensators. Sp Hochfrequenzsperre. FL Hochspannungsfreileitung.

genehmen knallartigen Störungen vollständig zu beseitigen, was schematisch im Stördiagramm Fig. 4 eingetragen ist. Die Wirkung dieser Schaltung ermöglicht, dass auch schwache Eingangssignale noch deutlich zu verstehen sind. Dies folgt auch aus Fig. 5, wo das Verhältnis Störpegel/Signal für verschiedene Empfangspegel schematisch dargestellt ist. Die automatische Störbegrenzung muss man jedoch so einregulieren, dass evtl. zu übertragende Impulse in ihrer Amplitude nicht geschwächt werden.

Fig. 7.

700 A Hochfrequenz-Doppelwellensperre mit Aluminiumwicklung, abgenommener Aussenhülle, demontierten Koronaschildern. Diese Sperre ist in der Lage, Kurzschluss-Ströme von 25 000 Asw zu ertragen. Im Innern der Wicklung sind sämtliche Hochfrequenzteile untergebracht.

Betriebsmässig treten jedoch sehr oft Störungen ganz anderen Charakters auf. Es sind dies die *Ueberspannungen*, hervorgerufen durch Gewitteraufladungen oder durch Schaltvorgänge auf der Leitung und in der Anlage selbst. Es ist naheliegend, dass man die Einwirkung solcher Ueberspannungen auf die Hochfrequenzeinrichtung vermeiden muss.

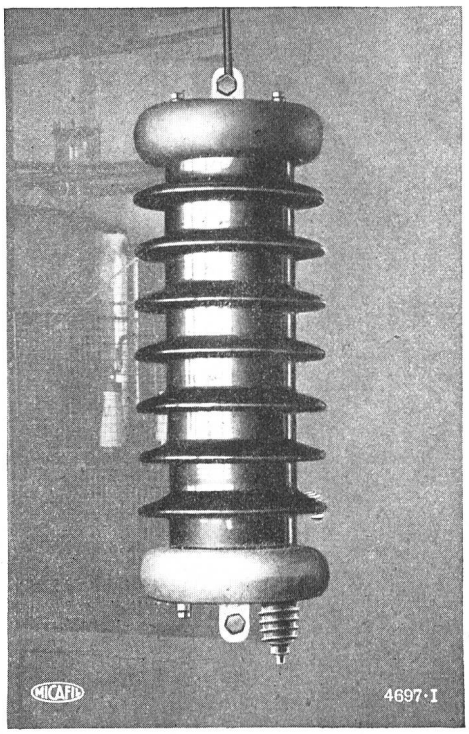

Fig. 8.

Kopplungskondensator 2400 pF für 75 kV Betriebsspannung

Besonders augenfällig ist die starke Ueberdimensionierung des Kondensators. An beiden Enden ist er mit Korona-Wulsten versehen zur Reduktion der Radio-Störfähigkeit.

Hiezu dienen mannigfache Schutzeinrichtungen, die in Fig. 6 zusammengestellt sind. Leitungsseitig bringt man mit Vorteil die bekannten Resorbit-Ableiter an, welche neben dem Hochfrequenzteil auch die gesamte Starkstrom-Schaltanlage schützen. Den Kopplungskondensator K wählt man heute mit einer Prüfspannung, die dem 2,2fachen Wert der verketteten Phasen-Spannung + 20 kV entspricht. In die Zuleitung zum Kopplungsfilter legt man eine Trennsicherung und überbrückt diese samt der Primärwicklung des Anpass-Uebertragers mit einem weiteren Resorbit-Ableiter, dessen Ansprechspannung bei 2 kV liegt. Zudem wird der mit 10 kV geprüfte Anpass-Uebertrager T primärseitig mit einem Feinschutz von 200 V. Restspannung überbrückt. Primär- und Sekundärwicklung des Anpass-Uebertragers weisen eine zwischengeschaltete statische Abschirmung auf, die das nachfolgende HF-Kabel und die Hochfrequenzapparatur selbst auch gegen geringe Ueberspannungen schützt. Bei einer auf diese Weise gesicherten Anlage ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass weder ein nachgeschalteter Apparateteil, noch ein Menschenleben in Verbindung damit, je gefährdet wird.

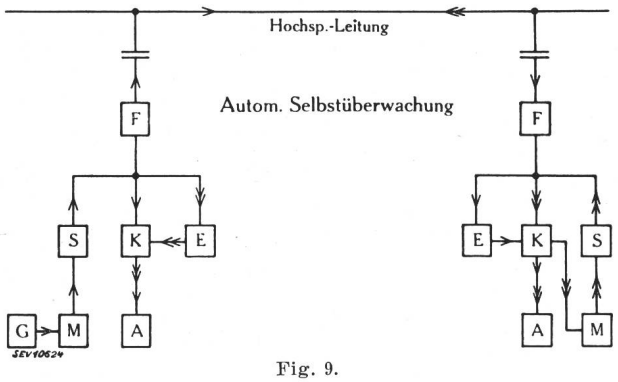

Fig. 9.
Schematische Darstellung der automat. Selbstüberwachung
Aus der Figur folgt, dass vermittelst einfachen zusätzlichen Geräten ein höchstes Mass von Betriebssicherheit erreicht wird. Das System macht Gebrauch vom phasen- und amplitudenweisen Vergleich der Kontrollimpulse.
F Filter. S Sender. K Kontrollorgan. E Empfärger. A Alarm. G Geber. M Modulator.

In Werken, die speziellen Aufgaben dienen, wobei man das heute überhaupt erreichbare Maximum an Sicherheit verlangen muss, ist es möglich, von einer vollständig *automatischen Selbstüberwachung* Gebrauch zu machen. Fig. 9 zeigt die hierzu benötigte Einrichtung schemamässig. Einer der beiden Sender, deren Trägerwellen dauernd auf die Leitung gekoppelt sind, wird vom automatischen Geber G her fortwährend impulsmässig moduliert. Arbeitet die Anlage richtig, so gelangen die tonfrequenten Impulse auf die Gegenstation und lösen dort simultane Signale aus, die den zweiten Sender modulieren. Diese kommen über die Leitung zurück zur ersten Station und werden im Kontrollorgan K mit den ursprünglichen Zeichen verglichen. Ist Koinzidenz der Signale punkto Phase und Amplitude vorhanden, so bedeutet dies, dass sowohl die Leitung als auch die an beiden Enden geschalteten Apparaturen in Ordnung sind. Wie aus der Figur hervorgeht, werden irgendwelche Defekte beidseitig in den zugeordneten Alarmorganen selektiv signalisiert, so dass eine Störungsbehebung innert kürzester Zeit möglich ist. Da die Impulse dem Sprachband überlagert werden, kann die Ueberwachung jederzeit, also auch während des Betriebes der Anlage, erfolgen.

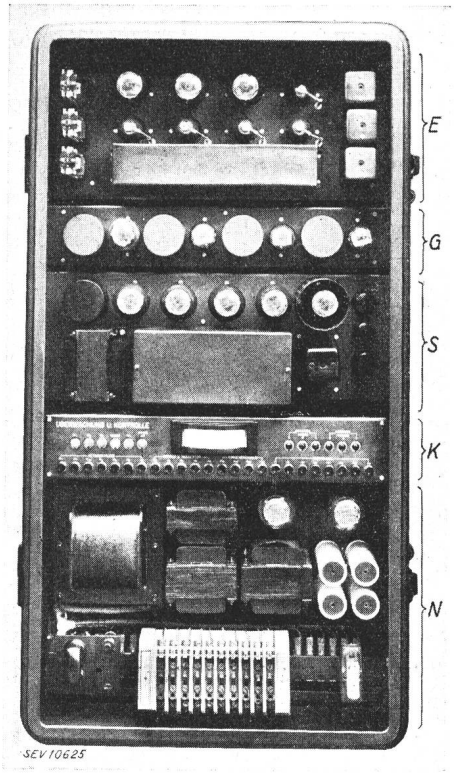

Fig. 10.
Beispiel einer kombinierten Hochfrequenztelephonie- und Schnelldistanzschutzeinrichtung
Auffallend ist der kompakte Zusammenbau der Geräte in einem normalen Schrank. Dieser Aufbau ist nur dank der fortgeschrittenen Röhrentechnik- und Materialforschung möglich. *N* Netzteile. *K* Kontrolle und Ueberwachung. *S* Sender für vierfach Modulation. *G* Tongeneratoren und Telephonzusatz. *E* Empfänger für phasenweise Steuerung von drei Druckluftschaltern.

Eine nach diesen Gesichtspunkten gebaute Hochfrequenz-Telephonie-Einrichtung mit zusätzlichen Schaltelementen, die dem Schnelldistanzschutz einer Dreiphasen-Leitung mit phasenweiser Wiedereinschaltmöglichkeit dient, ist in Fig. 10 dargestellt.

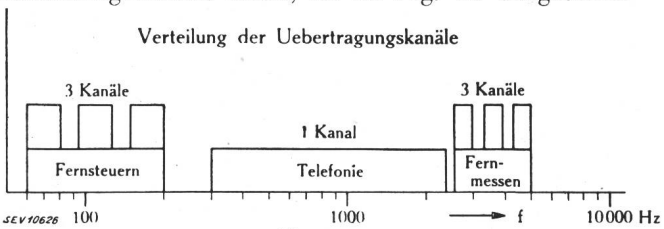

Fig. 11.
Schematische Darstellung der frequenzmässigen Verteilung von 3 Tonfrequenzbändern
Das Telephonieband nimmt den Bereich von 300...2400 Hz ein. Der Sprache unterlagert sind 3 Fernsteuerkanäle von 60...200 Hz. Der Sprache überlagert sind 3 Fernmesskanäle von 2500...5000 Hz.

Zu unterst in einem normalen Gestell sind Anschlussklemmen und Netzteile untergebracht. Darüber befindet sich ein Ueberwachungs- und Kontrolltableau, an welchem man vermittels Druck-

knöpfen den gesamten hochfrequenz- und schwachstromtechnischen Teil der Anlage überprüfen kann. Darüber angeordnet sind Sender, Tongeneratoren und Empfänger sichtbar.

Zum Schluss dieser Ausführungen sei noch auf eine spezielle Gerätegruppe hingewiesen, die man heute mit Vorteil in Verbindung mit Hochfrequenz-Telephonieanlagen benützen kann. Es sind

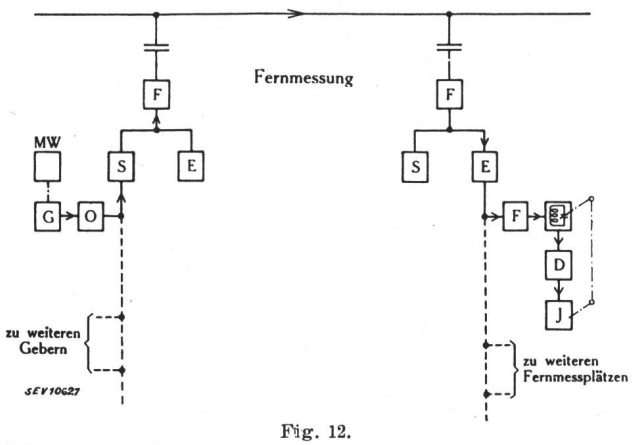

Fig. 12.
Schematische Darstellung der Brown-Boveri-Fernmesseinrichtung
Es ist ersichtlich, dass dieses auf einfachsten Grundideen basierende System einen ausserordentlich geringen Aufwand an Schaltelementen fordert. Daraus resultiert hohe Präzision und grösstmögliche Betriebssicherheit.
F Filter. MW Messwert. G Geber. S Sender. E Empfänger. O Tonfrequenz-Generator. D Diskriminator (Frequenzmesser). J Anzeigeinstrument.

dies die *Fernmess- und Fernregulierein richtungen.* Wie aus Fig. 11 hervorgeht, benötigt man für den eigentlichen Telephonieverkehr nur das Frequenzband von 300...2400 Hz. Damit stehen die übrigen Frequenzbänder von 60...200 und 2500...5000 für andere Uebertragungen zur Verfügung. Ins Gebiet der tiefern Frequenzen legt man Fernsteuerkanäle und der Sprache überlagert werden die Fernmesskanäle eingereiht. Brown, Boveri hat vor einiger Zeit ein neuartiges Fernmess- und Fernreguliersystem entwickelt, das sich besonders gut für Uebertragungen auf grosse Distanzen eignet. Fig. 12 zeigt schematisch das Zusammenwirken eines solchen Systems mit den übrigen Anlageteilen einer Trägertelephonie-Einrichtung. Die Messgrösse wird vermittels Wechselstrom variabler Frequenz vom Ge-

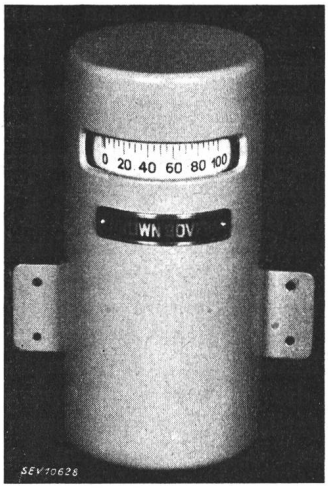

Fig. 13.
Fernmessempfangsgerät, bestehend aus einem Anzeige-Instrument mit gekoppeltem Dynamometer. An dieses Gerät lassen sich bis zu 10 weitere Fernmess-Anzeigegeräte anschliessen.

ber auf den Empfänger übertragen. Als Uebertragungsfrequenzen kommen solche zwischen 2500 und 5000 Hz in Frage. Damit ist es möglich, das Fernmess-System an jeden beliebigen Sprechkanal anzugliedern, wobei gleichzeitig 3 Mess- oder Regulierkanäle zur Verfügung stehen. Der Uebertragungsfehler liegt für die Normalausführung innerhalb 1 %, und Aenderungen der Röhrendaten oder Netzspannungsschwankungen um $\pm$ 10 % haben auf die Uebertragungsgüte keinen Einfluss. Die Uebertragungsverzögerung ist praktisch Null, ein Umstand, der bei Fernregulierung mit direkter Steuerung der Primärregler besonders wichtig ist.

Damit sind die mannigfachen Möglichkeiten, welche heute die fortgeschrittene Technik bietet, in ihrer Anwendung im Trägertelephonie-Gebiet gezeigt.

Der **Vorsitzende** dankt Herrn Wertli für den Vortrag und gibt das Wort Herrn Matthey-Doret, dem nächsten Referenten.

Protection de distance rapide pour réseaux aériens à moyenne tension de 6 à 37 kV

Communication faite le 26 septembre 1942 à Berne, en séance de l'ASE,
par *A. Matthey-Doret*, Wettingen

621.316.925.45

L'auteur décrit un relais de distance rapide pour la protection des lignes aériennes de 6 à 37 kV qui, tout en conservant les propriétés essentielles des relais pour réseaux à tension plus élevée, les simplifie notablement.

Es wird von einem vereinfachten Schnelldistanzschutz für Freileitungen von 6 bis 37 kV gesprochen, der unter Beibehaltung der Haupteigenschaften der für Netze höherer Spannung verwendeten bekannten Schnelldistanzrelais entwickelt wurde.

Les relais de distance rapides sont devenus, ces dernières années, la protection sélective quasi obligatoire des lignes de transport d'énergie à haute tension. Ces relais doivent non pas seulement déclencher très rapidement le court-circuit, mais encore satisfaire à une série d'exigences spéciales. Ce sont par exemple: le fonctionnement pour des courants de défaut inférieurs au courant nominal, le déclenchement correct des courts-circuits à la terre, l'insensibilité aux courants de circulation lors de pendulaison des centrales. Toutes ces conditions conduisent naturellement à un appareillage assez complexe, ce qui est un obstacle à son emploi dans les réseaux moins importants, à tension inférieure à 40 kV par exemple. Or ces réseaux, étant également souvent maillés, pourraient aussi être avantageuse-