

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 37 (1946)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Einseitenband-Telephonie auf Hochspannungsleitungen  
**Autor:** Ott, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061095>

### **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>**

## Einseitenband-Telephonie auf Hochspannungsleitungen

Vortrag, gehalten an der 9. Hochfrequenztagung des SEV am 27. September 1945 in Yverdon,  
von F. Ott, Bern

621.396.44

Es werden die charakteristischen Eigenschaften des Zweiseitenband- und des Einseitenbandsystems für Telephonie und Messwertübertragung über die Hochspannungsleitung der Elektrizitätswerkstätten einander gegenübergestellt. In einem Beispiel wird besonders auf die bessere Frequenzbandausnutzung der Einseitenbandübertragung hingewiesen. Einige charakteristische Bauelemente des Einseitenbandsystems werden kurz erläutert.

L'auteur décrit et compare les propriétés particulières des systèmes, utilisés en téléphonie et télémesure, transmettant une ou deux bandes latérales sur les lignes à haute tension des centrales électriques. Un exemple pratique détermine la bande de fréquence la plus favorable pour le système transmettant une bande latérale. L'article se termine par un bref exposé de quelques particularités de construction de ce système.

Die Entwicklung und der Ausbau der elektrischen Energieerzeugung ermöglicht heute eine praktisch allen auftretenden Bedürfnissen genügende Energieverteilung über das Hochspannungsleitungsnetz. Diese Verteilung erfolgt aus den Kraftwerken und den Energieverteilungszentren des eigenen Landes oder seiner Nachbarländer bei zwischenstaatlichem Handel mit Energie. Zur Durchführung eines reibungslosen Verteilbetriebes war man von Anfang an auf eine Telephon-Verbindung zwischen diesen Punkten angewiesen. Der Unterhalt dieser Verbindung sowie die nötige Ausrüstung unterstehen im allgemeinen dem Staat. Das Bedürfnis nach einem eigenen Telephonnetz war seit der Energieverteilung gegeben. Die praktische Verwirklichung dieses Wunsches wurde in den 20er Jahren durch die Einführung der Hochfrequenztelephonie ermöglicht. Es wurden früher schon Anstrengungen gemacht, die Telephonverbindungen niederfrequent entweder auf eigenen Telephonleitungen oder über die Hochspannungsgestänge zu übertragen. Alle Versuche dieser Art führten aus wirtschaftlichen und zum Teil technischen Gründen zu keinen bedeutenden Erfolgen. Der grosse Vorteil der Hochfrequenztelephonie beruht darauf, dass sie die Hochspannungsleitung als Verbindungsleitung benützt. Dass diese Lösung den praktischen Bedürfnissen meistens besser entspricht, zeigen die vielen Hochfrequenzverbindungen in unserem Lande.

Dem Ausbau eines Hochfrequenz-Telephonnetzes sind nun auch Grenzen gesetzt, allerdings nicht aus technischen, sondern aus wirtschaftlichen und staatlich-administrativen Gründen.

Wie allgemein bekannt ist, benützt die Elektrizitätswerk-Telephonie Trägerfrequenzen im Bereiche von 50...150 kHz. Die untere Grenze ist durch wirtschaftliche Gründe (Ankopplung) gegeben, die obere durch den in unserem Lande durch Gesetz geschützten Langwellenrundfunkempfang.

Zur besseren Ausnutzung des Frequenzbandes von 50...150 kHz bietet die Einseitenbandübertragung überlegene Möglichkeiten. Im folgenden werden die grundsätzlichen Unterschiede zwischen der heute allgemein üblichen Zweiseitenband- (ZSB-) und der Einseitenband- (ESB-) Methode dargelegt. Das ZSB- wie das ESB-System gestatten eine simultane Verbindung zwischen zwei oder mehreren Teilnehmern. Die niederfrequente Ausrüstung sowie die Anschlussmöglichkeit an Telephonautomaten ist bei beiden Systemen mit dem gleichen Aufwand möglich. Die Ankopplung an die Hochspannungsleitung ist ebenfalls bei beiden Systemen in Ausführung

und Aufwand gleichartig. Der wesentliche Unterschied liegt in der Ausnutzung des zur Verbindung nötigen Frequenzbandes.

Betrachten wir zuerst die ZSB-Methode, wie sie heute allgemein verwendet wird (Fig. 1).

Das Gespräch mit der Bandbreite  $\Delta f_s$ , auf die wir noch zurückkommen, wird der Trägerfrequenz  $f_0$  aufmoduliert. Durch die Modulation entstehen neben dem Träger 2 Seitenbänder (SB) mit der Breite

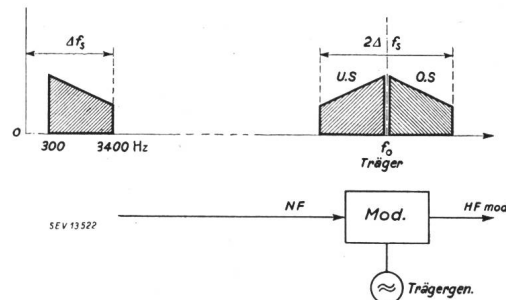


Fig. 1.

Schematische Darstellung der Zweiseitenband-Modulation  
 $\Delta f_s$  Bandbreite des Telefongesprächs (Niederfrequenz)  
 $f_0$  Trägerfrequenz des Trägergenerators (Hochfrequenz)  
 U. S. Unteres Seitenband  
 O. S. Oberes Seitenband

von  $\Delta f_s$ . Die nötige Bandbreite, welche auf der Leitung übertragen wird, beträgt  $2\Delta f_s$ . Für die Verständigung ist aber nur 1 SB nötig, da in jedem SB das gesamte Gespräch vorhanden ist. Auf der Empfangsseite wird der Träger mit beiden Seitenbändern verstärkt und gleichgerichtet; hier entsteht wieder die gewünschte Niederfrequenz. Um nun relativ viele Gespräche im erlaubten Frequenzband unterbringen zu können, muss die Breite  $2\Delta f_s$  so schmal als möglich sein. Die Reduzierung von  $2\Delta f_s$  geht nun auf Kosten des niederfrequenten Bereiches.

Das Einseitenbandverfahren benötigt für die Uebertragung nur 1 SB (Fig. 2). Die Trägerfrequenz wird im allgemeinen nicht oder nur als kleiner Rest zur Synchronisierung des Empfängers mitübertragen, denn beim Empfang müssen die Trägerfrequenzen zugesetzt werden. Die Erzeugung des Einseitenbandes ist komplizierter. Dieser Mehraufwand ist aber auch der einzige Nachteil des Verfahrens. Die Erzeugung des SB sowie die Rückwandlung erfolgt nach dem Doppelmodulationsverfahren. Im allgemeinen erfolgt diese Modulation in einem Ringmodulator. Das Sprachband wird dem ersten Träger ( $f_0$ ) von 8 kHz aufmoduliert. Der Träger und das untere SB werden mit geeig-

neten Mitteln unterdrückt. Das obere SB wird einem Hochfrequenzträger von  $n \cdot 4$  kHz aufmoduliert. Es entstehen die beiden SB  $f_H \pm (f_0 + \Delta f_s)$ . Je nach Bedürfnis wird das untere oder obere SB benützt. Die Zusetzung der Trägerfrequenz auf der Empfangsseite bedingt im allgemeinen eine Quarzsteuerung, da die zusammengehörigen Träger in der Frequenz nur sehr wenig differieren dürfen.

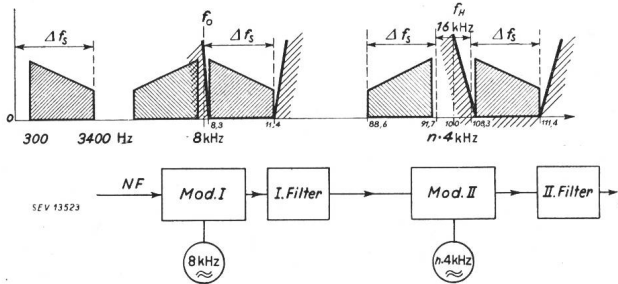


Fig. 2.

Schematische Darstellung der Einseitenband-Modulation  
 $\Delta f_s$  Bandbreite des Telefongesprächs (Niederfrequenz)  
 $f_0$  Trägerfrequenz von 8 kHz, erzeugt im ersten Trägergenerator  
 $f_H$  Trägerfrequenz von  $n \cdot 4$  kHz, erzeugt im zweiten Trägergenerator

Zudem hat die Quarzsteuerung den Vorteil hoher Frequenzkonstanz. Diese Steuerung dürfte sich auch bei ZSB einführen, da dadurch die Interferenzstörungen durch benachbarte Sender stark verringert werden könnten. Entsprechend dem Trägersystem auf Kabeln verwenden wir einen Trägerabstand von 4 kHz und übertragen das NF-Band von 300...3400 Hz.

Ein weiterer Gewinn der ESB-Methode gegenüber der ZSB-Methode liegt auf der Energieseite. Die maximale Sendeleistung für Elektrizitätswerk-Anlagen war in Deutschland auf 10 W Trägerleistung festgelegt. Diese Leistungsbegrenzung hat ihren Grund in der Störmöglichkeit von kommerziellen Telegraphie- und Telephonie-Empfangsanlagen. In der Schweiz, wo bisher nur die Störung kommerzieller Anlagen unter generellem Verbot stand, sind die konzessionierenden Behörden bestrebt, eine entsprechende obere Grenze der Sendeleistung einzuführen. Die Praxis hat gezeigt, dass 10 W für die zu überbrückenden Distanzen genügen und bei entsprechenden technischen Massnahmen eine Störbeeinflussung vermieden werden kann.

Für das Band steht die gesamte Energie des Verstärkers zur Verfügung. Die Leistungssteigerung bei ESB beträgt das 8fache der ZSB. Betrachtet man weiter, dass der Störpegel eine Funktion der Bandbreite ist, so gewinnt das ESB noch einen Faktor 2 für den Empfänger. Man erreicht also bei gleicher Leistung der Endstufe des Senders bei ESB einen höheren Störpegelabstand oder eine entsprechend grössere Distanz als beim ZSB. Aus diesen Gründen ist auch eine Frequenzbanderweiterung bezüglich des Geräuschpegels gerechtfertigt.

In neuerer Zeit gewinnt die Uebertragung von Messwerten immer mehr an Bedeutung. Die Uebertragung der Messwerte über die Hochspannungsleitung erfolgt ähnlich derjenigen der Sprache. Auf

die Messverfahren brauche ich nicht einzugehen. Vielfach sollen zum Zwecke der Frequenzeinsparung mit der Sprache auf dem gleichen Träger noch Messwerte übertragen werden. Diese Methode hat nun ihre engen Grenzen. Im allgemeinen muss in diesem Falle das zur Verfügung stehende Sprachfrequenzband nach oben verkürzt werden, um für die Messwerte Platz zu erhalten. Im weiteren muss die Energie auf Sprache und Messwerte verteilt werden.

Besonders bei der ZSB-Uebertragung wird dann die Energie pro Messwert und Gespräch rasch sehr klein, wodurch beim Empfänger der Störpegel hervortritt. Auch beim Einseitenbandverfahren muss die obere Frequenzgrenze für die Sprache bei gemeinsamer Uebertragung mit Messwerten herabgesetzt werden.

Wir wenden diese Lösung nur dort an, wo uns die Frequenzknappheit dazu zwingt, und übertragen die Messwerte mit Hilfe des Impulsfrequenzverfahrens. Hierbei genügt eine Herabsetzung der oberen Grenzfrequenz des Sprechbandes auf 2700 Hz für die Unterbringung von 3 Messwerten. Auch in dieser Hinsicht ist das ES-System energiemässig viel günstiger. Bei einem Gespräch und 3 Messwerten im gleichen SB hat jede Komponente noch die Leistung eines SB beim ZSB ohne Messwert.

Im allgemeinen soll bei Uebertragung von 3 und mehr Messwerten ein eigener Messkanal verwendet werden, in welchem bis zu 8 oder mehr Werte gleichzeitig, oder nach einem Auswahlfernmesverfahren beliebig viele Werte übertragen werden können. (Die Modulation von mehreren Werten ist beim Einseitenbandsystem einfacher; der Begriff «Modulationsgrad» besteht nicht.)

Bis heute hat man sich in der Telephonie mit einer Bandbreite von 2400 Hz zufriedengegeben. Diese Bandbreite war gegeben durch die Grenzfrequenzen 300 und 2700 Hz. Die neuere Entwicklung der Uebertragungstechnik tendiert nach Erweiterung des Frequenzbandes bis gegen 3000 und 3100

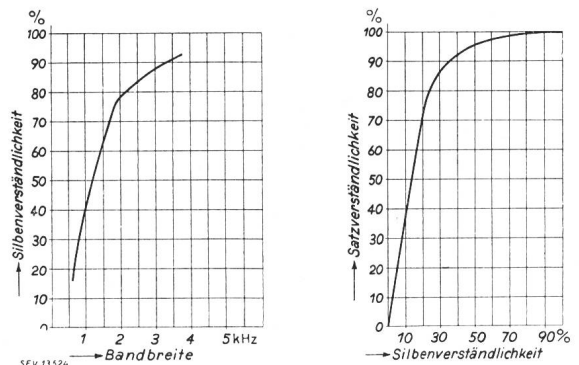


Fig. 3.

Verständlichkeit der Sprache

In Abhängigkeit des übertragenen Frequenzbandes (Bandbreite)

Hz entsprechend den Grenzfrequenzen 300 und 3400 Hz. In den Elektrizitätswerk-Anlagen gibt man sich mit einer Bandbreite von 300...2400/2000 Hz zufrieden. Die Erweiterung des Frequenzbandes erhöht nun nicht nur die Verständlichkeit, sondern speziell die Natürlichkeit der Sprache (Fig. 3).

Die Erweiterung des Frequenzbandes von 2000 auf 3000 Hz erhöht die Silbenverständlichkeit von 79 % auf 86 %. Die Satzverständlichkeit steigt hingegen nur um 1 %. Bei einer fremdsprachigen Verbindung oder im Elektrizitätswerkbetrieb, wo Kommandos in Zahlen oder Code gegeben werden, dürfte eher die Silbenverständlichkeit massgebend sein. Bei der Erweiterung des Bandes muss allerdings dafür gesorgt werden, dass der Störpegel die Bandbreite nicht illusorisch macht <sup>1)</sup>.

Dieses Uebertragungssystem, d. h. also 4 kHz Trägerabstand und 300...3400 Hz übertragene Bandbreite, ist nicht willkürlich gewählt, sondern hat sich in jahrelanger praktischer Erprobung auf internationaler Basis als zweckmässigste Lösung ergeben. Das CCIF, bestehend aus Vertretern aller am internationalen Sprechverkehr beteiligten Staaten, überwacht und leitet diese Entwicklung. Die Empfehlungen dieses Komitees, die sowohl für Kabel als auch für Freileitungen gelten, werden von allen Staaten als verbindlich behandelt.

Hiebei ist es nun nicht etwa so, dass die der internationalen Telephonie zur Verfügung stehenden Frequenzgebiete ausgedehnter sind als die heute der Elektrizitätswerk-Telephonie zugänglichen. Auch die wirtschaftliche Ausnützung dieser Frequenzen spielt dort seit langem eine sehr grosse Rolle. Trotzdem hat das erweiterte Sprechband allgemeine Zustimmung gefunden. Gerade für die Elektrizitätswerke, die sich des Hochfrequenz-Telephons besonders in aussergewöhnlichen Betriebs-situationen bedienen, hat die mit dem breiteren Band erkaufte bessere Uebertragungsqualität erhöhte Bedeutung.

Auf die einzelnen Details einer ESB-Anlage kann ich nicht eingehen; einige charakteristische Merkmale mögen immerhin erwähnt werden.

Wenn eine ESB-Verbindung nur zwischen zwei Punkten besteht, so wenden wir im allgemeinen auf beiden Seiten Quarzsteuerung an. Liegt dagegen ein ESB-Netz mit Sternpunkt vor, in welchem mehrere ankommende und abgehende Verbindungen vorhanden sind, so werden die Modulatoren

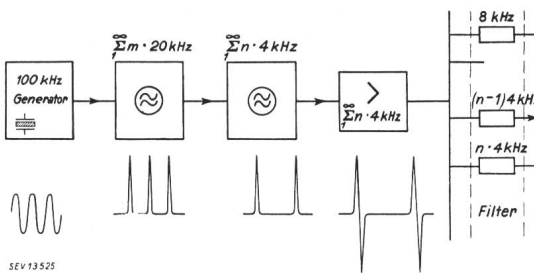


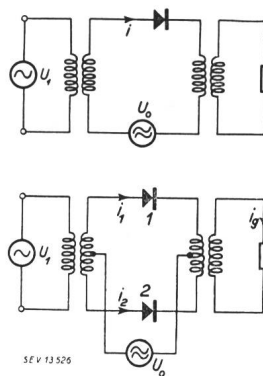
Fig. 4. Blockschema eines Trägergenerators

und Demodulatoren von einem gemeinsamen Generator gespeisen. Die Betriebsweise eines solchen Generators kann wie folgt charakterisiert werden (Fig. 4): Ein Quarzoszillator von 100 kHz syn-

<sup>1)</sup> Ein sehr ausführliches Referat hierüber wurde von Dr. H. Keller, Chef der Abt. für Versuche und Forschung der Generaldirektion PTT, 1943 gehalten, s. Bull. SEV 1943, Nr. 22, S. 666.

chronisiert einen sog. Sperrschwinger von 20 kHz, und dieser wieder einen solchen von 4 kHz. Durch die Synchronisierung wird die Konstanz des 4-kHz-Schwingers erzwungen, welche der Quarzoszillator besitzt. Die Ausgangsspannung von 4 kHz Grundfrequenz hat die Form einer scharfen Spitze. Nach Fourier sind in einer solchen Kurvenform eine grosse Zahl von harmonischen Komponenten enthalten. Diese Komponenten können am Ausgang des Verstärkers durch Filter herausgesiebt werden <sup>2)</sup>.

Wie wir gesehen haben, ist beim ESB eine doppelte Modulation und eine ebensolche Demodulation erforderlich. Diese Doppelmodulation wird deshalb angewendet, weil dadurch die Herstellung der Filter einfacher wird. Dieser Punkt ist wichtig, weil die Güte der Filter ausser an der Uebertra-



$$i = C_1 u + C_2 u^2 + C_3 u^3 + \dots$$

$$u = \hat{u}_0 \sin \omega_0 t + \hat{u}_1 \sin \omega_1 t$$

$$i = f(\omega_0, \omega_1, \omega_0 \pm \omega_1, \omega_0 \pm 2\omega_1, \dots)$$

$$i_1 = C_1 \hat{u}_0 \sin \omega_0 t + C_1 \hat{u}_1 \sin \omega_1 t + C_2 \hat{u}_0^2 \sin^2 \omega_0 t + C_2 \hat{u}_1^2 \sin^2 \omega_1 t + 2 C_2 \hat{u}_0 \hat{u}_1 \sin \omega_0 t \sin \omega_1 t$$

$$i_2 = C_1 \hat{u}_0 \sin \omega_0 t - C_1 \hat{u}_1 \sin \omega_1 t + C_2 \hat{u}_0^2 \sin^2 \omega_0 t + C_2 \hat{u}_1^2 \sin^2 \omega_1 t - 2 C_2 \hat{u}_0 \hat{u}_1 \sin \omega_0 t \sin \omega_1 t$$

$$i_0 = i_1 - i_2 = 2 C_1 \hat{u}_1 \sin \omega_1 t + 4 C_2 \hat{u}_0 \hat{u}_1 \sin \omega_0 t \sin \omega_1 t$$

Fig. 5.

Prinzip der Einfach- und Gegendaktmodulation  
 $U_1$  Modulationsspannung (Niederfrequenz)  
 $U_0$  Spannung des Trägergenerators (Hochfrequenz)

gungsqualität auch an der Preisgestaltung wesentlich beteiligt ist. Die Entstehung des für diese Modulation und Demodulation nötigen Ringmodulators möge kurz skizziert werden. Die Modulation im allgemeinen erfolgt an einer gekrümmten Spannungs-Strom-Kennlinie (Fig. 5). In unserem Falle wird dafür ein Gleichrichter verwendet. Beim ZSB übernimmt eine Röhre diese Funktion. Der Strom  $i$  eines Gleichrichters habe die Form

$$i = C_1 u + C_2 u^2 + C_3 u^3 + \dots$$

Die angelegten Wechselspannungen:

$$u = \hat{u}_0 \sin \omega_0 t + \hat{u}_1 \sin \omega_1 t$$

Der Strom  $i$  ist dann eine Funktion von

$$f(\omega_1, \omega_0, \omega_0 \pm \omega_1, \omega_0 \pm 2\omega_1, \dots)$$

Diese Modulation kann auch mit Röhren ausgeführt werden, wie es im ZSB gebräuchlich ist. In unserem Falle wünschen wir aber nur 1 Seitenband. Verwenden wir zwei Gleichrichter im Gegendtakt und arbeiten auf der Kennlinie

$$i = C_1 u + C_2 u^2$$

<sup>2)</sup> Eine ausführliche Untersuchung über diese Methode der harmonischen Trägererzeugungen ist als Dissertation von F. Bauer im Jahre 1943 erschienen, s. Hasler-Mitt. 1943, Nr. 2/3.

so erhalten wir am Ausgang den Strom  $i_g$ , welcher nur noch die Komponenten

$$\omega_1, \omega_0 - \omega_1, \omega_0 + \omega_1 \text{ enthält.}$$

Verwenden wir zwei Gegentaktmodulatoren als Doppelgigentaktmodulator (Fig. 6), von denen der

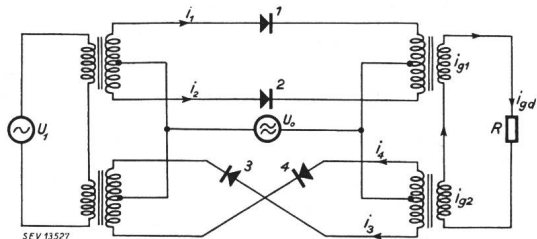


Fig. 6.

**Prinzip des Doppelgigentaktmodulators**

Der Ausgangsstrom  $i_{gd}$  enthält nur noch die zwei Frequenzen  $\omega_0 + \omega_1$  und  $\omega_0 - \omega_1$

$$i_{g1} = i_1 - i_2 = 2 C_1 \hat{u}_1 \sin \omega_1 t + 4 C_2 \hat{u}_0 \hat{u}_1 \sin \omega_0 t \sin \omega_1 t$$

$$i_{g2} = i_3 - i_4 = -2 C_1 \hat{u}_1 \sin \omega_1 t + 4 C_2 \hat{u}_0 \hat{u}_1 \sin \omega_0 t \sin \omega_1 t$$

$$i_{gd} = i_{g1} + i_{g2} = 8 C_2 \hat{u}_0 \hat{u}_1 \sin \omega_0 t \sin \omega_1 t$$

$$= 4 C_2 \hat{u}_0 \hat{u}_1 \cos(\omega_0 - \omega_1) t - 4 C_2 \hat{u}_0 \hat{u}_1 \cos(\omega_0 + \omega_1) t$$

eine umgepolt ist, so erhalten wir am Ausgang den Strom  $i_{gd}$ , welcher nur noch beide Seitenbänder enthält. Legen wir die beiden Gegentaktmodulatoren aufeinander, so erhalten wir den gebräuchlichen

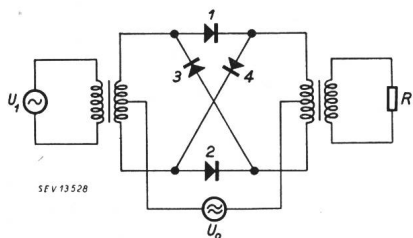


Fig. 7.

**Prinzipschaltbild des Ringmodulators**

Die elektrische Funktion des Ringmodulators entspricht derjenigen des Doppelgigentaktmodulators

Ringmodulator (Fig. 7). Bei allen Modulatoren mit mehreren Gleichrichterzellen ist es notwendig, dass diese Zellen die gleiche Charakteristik haben.

Im weiteren dürfte die Impulsübertragung für die automatische Wahl eines Telephonteilnehmers

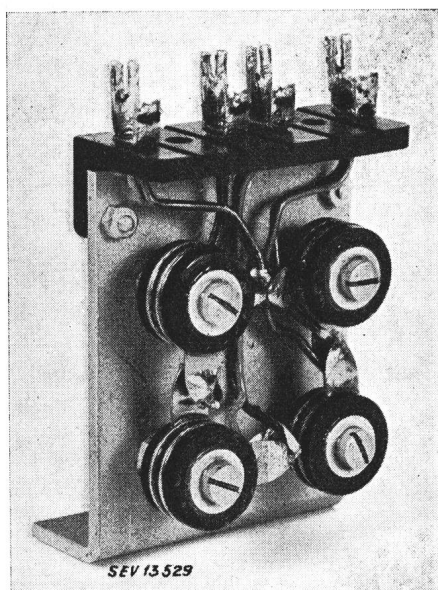


Fig. 7a.

Aufbau der Gleichrichtergruppe eines Ringmodulators

interessieren. Die Impulse werden durch Frequenzen, welche im Sprachband liegen, übertragen. Von dieser Methode macht jedes moderne Uebertragungssystem Gebrauch. Es kann ohne weiteres auch im ZSB-System verwendet werden. Dabei wird vorgesorgt, dass die Sprachspitzen das Empfangsrelais nicht zum Ansprechen bringen. Für die Lösung dieser Aufgabe benützen wir 2 Frequenzen, die bei jedem Impuls gleichzeitig vorhanden sein müssen. Mit diesem Impulsübertragungssystem wird auch die Empfindlichkeit des Empfangsrelais auf äussere Störspannungen auf der Leitung wenn nicht eliminiert, so doch sehr stark vermindert.

Verschieden vom ZSB-System ist im allgemeinen die Pegelregelung bei ESB-System; der Pegel ist definiert als  $\lg \frac{U_a}{U_e}$  Die Pegelregelung bestimmt nun

automatisch die Empfindlichkeit des Empfängers in Funktion der Eingangsspannung. Diese selbst ändert sich je nach Zustand der Leitung. Infolge Witterungseinflüssen schwankt der Pegel manchmal um grosse Werte. Beim ZSB ist die Regelung relativ einfach. Als Regelspannung wird die gleichgerichtete Trägerspannung benützt. Diese Spannung ist immer vorhanden, und sie ist auch ein Mass für den Zustand der Leitungen. Die Regelung selbst erfolgt im allgemeinen nach der bekannten Methode der Fadingregulierung. Beim ESB-System ist der Fall nicht immer so einfach. Wird zur Synchronisierung des Empfängers ein Trägerrest übertragen, so kann die Pegelregelung analog derjenigen beim ZSB erfolgen. Ist das nicht der Fall, so wird eine zusätzliche Pilotfrequenz übertragen. Wenn Sprache und Messwerte übertragen werden, so

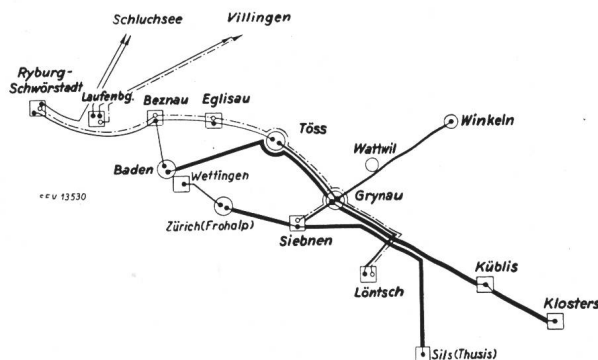


Fig. 8.

Bestehendes HF-Verbindungsnetz der Zone NOK-EWZ (Sprech- und Messverbindungen nach dem Zweiseitenband-System)

- Kraftwerk
- Energie-Verteilstelle
- } HF-Sprechverbindungen, Haupt- und Nebenlinien
- - - } HF-Messverbindungen
- Sprechstation
- o Meßstation

übernimmt der Messwert die Funktion des Trägers als Reglerspannung. Der weitere Verlauf ist dann wieder analog der Fadingregulierung. Die Methoden der Regelung dieser Art können im Zwölfkanalsystem auf Kabel nicht verwendet werden. Die Gefahr des Uebersprechens gestattet nicht, dass der Arbeitspunkt der Röhren stark verschoben wird.

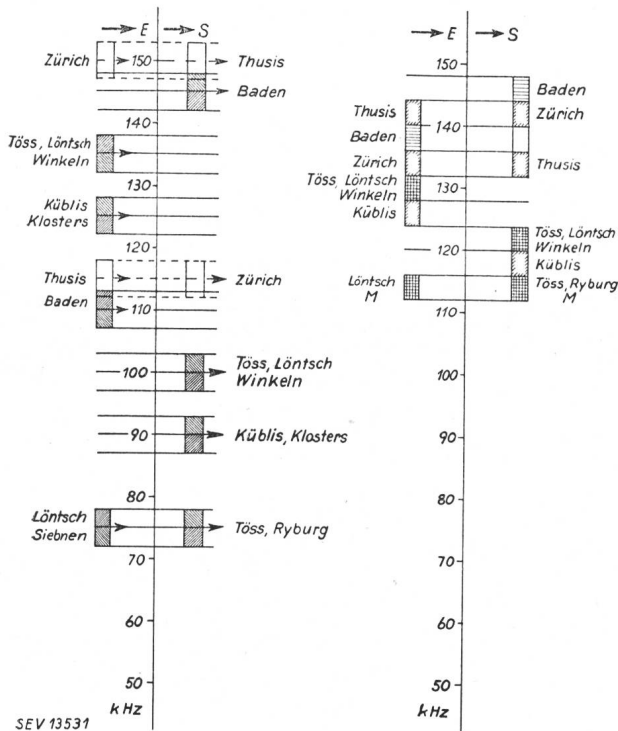


Fig. 9.  
Verteilung der Frequenzen

In den Netzknotenpunkten Grynau und Siebnen  
Links: Bestehender Frequenzplan für ZSB-Uebertragung  
Rechts: Vorschlag eines Frequenzplanes für ESB-Uebertragung  
E Empfangsseite, S Sendeseite, M Messverbindung

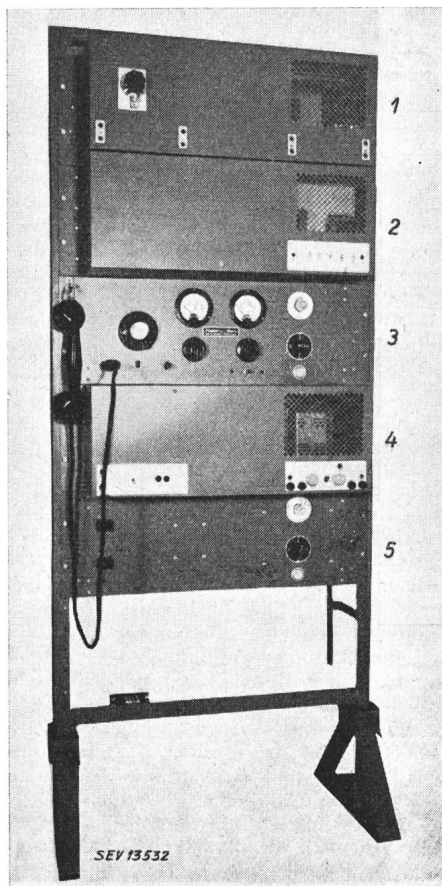


Fig. 10.  
Zweiseitenband-Anlage

1 Sender und Empfänger, 2 Automatischer Teil,  
3 Ueberwachung, 4 Netzgerät, 5 Relaisgleichrichter

Wir wollen nun die typischen Unterschiede zwischen Ein- und Zweiseitenbandübertragung zeigen (Fig. 8). Das in der Schweiz heute wohl am besten ausgebaute hochfrequente Nachrichtennetz der NOK mit ihren Nachbarn EWZ und BK, die in Grynau und Siebnen zusammenstossen, dient uns dabei als Grundlage der Betrachtung. Ohne irgendwie auf Ausbau- resp. Verbesserungsmöglichkeiten einzugehen, soll lediglich gezeigt werden, wie das heutige Nachrichtennetz aussehen würde, wenn man es ausschliesslich nach dem Einseitenbandsystem aufbauen könnte.

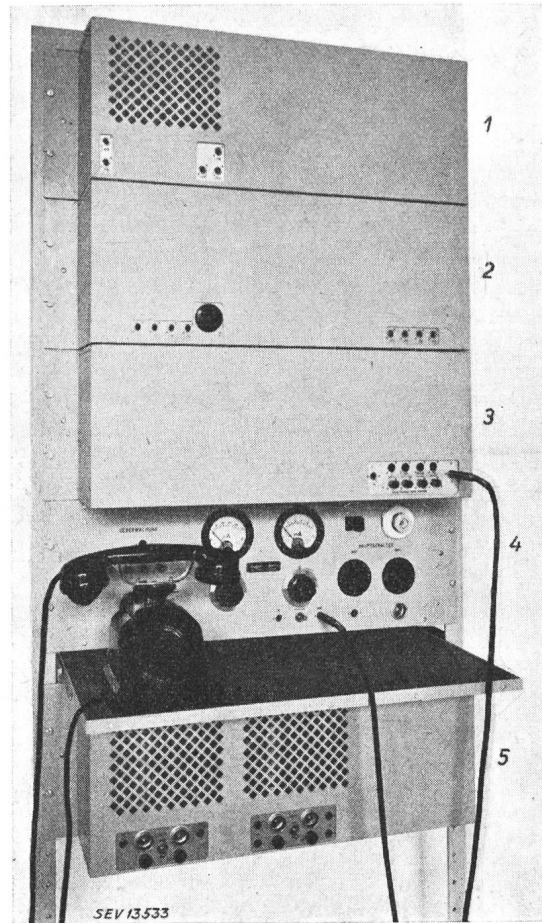


Fig. 11.

Einseitenband-Anlage

1 Sender, 2 Empfänger, 3 Automatischer Teil,  
4 Ueberwachung, 5 Netzgerät

An hochfrequenten Telephonverbindungen haben wir zwei grosse Linien (Fig. 8). Die eine geht vom Betriebszentrum Baden der NOK über Töss, Grynau zu den Bündner Kraftwerken nach Küblis und Klosters. Die andere gehört dem EWZ und verbindet dessen Betriebsleitung in Zürich über Siebnen mit Sils. Ein weiteres Hochfrequenz-Telephonnetz mehr lokaler Ausdehnung verbindet den Knotenpunkt Grynau mit den Kraftwerken Löntsch und Siebnen sowie mit den Verteilstellen Winkel und Töss. Ausser diesen reinen Sprechverbindungen besteht noch eine Fernmessanlage, die die Kuppelstellen der NOK mit ihren Anstössern EWZ in Siebnen, BK und KW Etzel, Badenerwerke in Bez-

nau und dem Ausland in Ryburg-Schwörstadt untereinander verbindet.

Grynau und Siebnen sind die Kreuzungspunkte resp. Verbindungspunkte aller dieser Hochfrequenzanlagen und daher für unsere Betrachtung besonders interessant. Die Kreuzungs- und Verbindungspunkte bilden die kritischen Stellen für die Verteilung der Betriebsfrequenzen. In der heutigen Ausführung belegen die heute in Siebnen und Grynau ankommenden und abgehenden Frequenzbänder das ganze zur Verfügung stehende Frequenzgebiet von 50...150 kHz (Fig. 9). Hingegen weist derselbe Frequenzplan, wenn man ihn auf ausschliesslicher Anwendung des Einseitenbandsystems basiert, noch zahlreiche freie Bänder auf. Es erübrigt sich wohl, hier viele Worte über mehr oder weniger rationelle Ausnützung des gegebenen Frequenzbereiches zu verlieren. Immerhin muss gesagt werden, dass auch der heutige Zweiseitenfrequenzplan, wohl bedingt durch zeitliche Entwicklung des ganzen Hochfrequenz-Netzes, nicht die günstigste Gestalt besitzt. Es wäre auf der Basis des heutigen Standes der Technik nötig, die Träger mehr zusammenzuschieben; die damit erhöhten Schwierigkeiten in der Beherrschung der Interferenzen verlangen in diesem Falle gleiche Frequenzabstände und damit, wie beim Einseitenbandsystem, Quarzsteuerung für die Träger. Ausserdem müssen

wohl die elektrischen Filter der bestehenden Anlagen in ihren Eigenschaften verbessert werden. Alles in allem eine merkliche Verteuerung der Anlagen, ohne auch nur annähernde Erreichung der durch das Einseitenbandsystem gebotenen Vorteile. Fig. 10 und 11 zeigen eine Zweiseitenband- resp. Einseitenband-Uebertragungsanlage. In der Einseitenbandanlage fehlt der Relaisgleichrichter, weil eine Batterie zur Verfügung stand.

Es ist wichtig, vor der Erstellung eines Frequenzplanes die speziellen Verhältnisse auf den zu belegenden Leitungen abzuklären. Wir haben für solche Untersuchungen spezielle Apparate entwickelt.

Auch über die Frage der Sperren wäre in diesem Zusammenhang noch einiges nachzutragen. Die heute üblichen Sperren erlauben in der Regel zwei Träger mit ihren Seitenbändern zu sperren. Auf das Einseitenbandsystem übertragen, ergibt dies einen Sperrbereich von 4 Bändern, d. h. der doppelten Zahl von Verbindungen. Die Reduktion des Aufwandes an Sperren, die automatisch mit jeder Reduktion des belegten Frequenzbereiches verbunden ist, hat nicht nur betriebstechnische, sondern auch finanzielle Vorteile.

Adresse des Autors:

F. Ott, Ingenieur der Hasler A.-G., Bern.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Besichtigung der Werkzeugmaschinenfabrik Bührle & Co., Zürich-Oerlikon

Die Werkzeugmaschinenfabrik Bührle & Co. lud die Vertreter der Schweizer Presse auf den 28. Februar 1946 zu einer Besichtigung ihres Werkes ein. Diese sollte dazu dienen, einige Neukonstruktionen bekannt zu machen und ganz allgemein die Kenntnisse über ein bedeutendes und eines der interessantesten Unternehmen der Maschinenindustrie in weitere Kreise zu tragen. Auf besonderes Interesse stiessen dabei die grossen und erfolgreichen Anstrengungen, diese Fabrikationsindustrie von der Kriegs- auf die ganz anders geartete Friedensproduktion umzustellen, und die Darlegung des Einflusses der internationalen Politik auf die schweizerische Exportindustrie, der sich in den — in vielen Fällen völlig unverständlichen — schwarzen Listen auf unheilvolle Weise geltend macht.

Nach der Begrüssung durch den Firmeninhaber und unbeschränkt haftenden Gesellschafter, E. Bührle, referierte Dr. sc. techn. E. Keller, Leiter der Forschungsabteilung, über das *Ipsophon*, einen Telephonographen neuester Konstruktion, der sich in Serienfabrikation befindet und von einer eigens dazu gegründeten Vertriebsgesellschaft auf den Markt gebracht wird. Ein kurzer Film unterstützte die Darlegungen des Referenten; anschliessend hatte man Gelegenheit, sich das neue Gerät im praktischen Gebrauch vorführen zu lassen. Die Besichtigung verschaffte den Teilnehmern aufschlussreiche Einblicke in das gesamte Fabrikationsprogramm der Firma. Statt Kanonen werden Drei-, Vier- und Sechszylinder-Dieselmotoren Bauart Oerlikon-Villinger hergestellt, deren weichen Gang man auf dem Probierstand verfolgen konnte. Im Schiesskanal führte Ingenieur Chevalier den von ihm konstruierten Zehnzylinder-Flugmotor vor, mit dem Bührle & Co. eine 35 Jahre zurückliegende Tradition wieder aufnehmen. Das bei diesem luftgekühlten 2-Reihen-Sternmotor angewendete Oerlikon-Benzin-Einspritzverfahren wurde gleichfalls bei einem Einzylinder-Motorrad- und einem Vierzylinder-Automobilmotor vorgesehen. Der Flugzeugmotor hat einen zehnstündigen Vollastlauf hinter sich, und die beiden Fahr-

zeugmotoren befinden sich schon über ein Jahr in dauerndem Betrieb.

In der Elektrodenfabrik werden die Citogene-Schweiss-elektroden hergestellt, die sich eines guten Namens erfreuen, und bereits arbeiten ausländische Firmen der Elektrodenfabrikation nach der Lizenz Oerlikon; die Maschinen zur Herstellung der Pressmantel-Schweisselektroden wurden von Bührle & Co. geliefert.

Die frühere Abteilung Munitionsfabrik ist jetzt mit dem Bau elektromechanischer Apparate beschäftigt. Da ist einmal die *Rechenmaschine*, welche von der befreundeten Firma Xamax A.-G. entwickelt wurde. Bührle & Co. haben nun die Serienherstellung aufgenommen. Gleichfalls in Serienproduktion befindet sich

### das Ipsophon,

621.395.625.3

das unsere Leser besonders interessieren wird.

Das Ipsophon ist ein Nachrichtengerät und gehört zur Gruppe der Telephonographen, d. h. der Apparate, die ein Telefongespräch akustisch aufzeichnen und wiedergeben können. Der Gedanke, der zum Bau solcher Vorrichtungen führte, ist an sich nicht neu; die Art jedoch, wie das Ipsophon die Aufgabe bewältigt und sie erweitert, bedeutet einen grossen Schritt vorwärts. Die bisher im Gebrauch befindlichen Apparate verwendeten als Tonträger zum Teil noch Wachswalzen oder Grammophonplatten; dies hatte den Nachteil, dass sie nach der Besprechung ausgewechselt werden mussten, weil das Löschen der Aufzeichnungen auf einfache Weise nicht möglich war. Aber auch dort, wo das Magnettonverfahren Verwendung fand, musste für die Löschung eine besondere Vorrichtung, die vom Aufnahmegerät getrennt war, geschaffen werden. Das Ipsophon beseitigt diesen Nachteil, indem es je nach Wunsch ein Gespräch aufnimmt, ein bereits aufgenommenes wiedergibt oder löscht. Damit war die Grundbedingung zur Ausgestaltung des Gerätes für den vollautomatischen Betrieb geschaffen.

Nun konnte beim Ipsophon ein neuer Gedanke, nämlich die Möglichkeit des Abhörens und Löschens der Aufzeichnungen von irgend einer Station des staatlichen Telephon-