

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 35 (1962)

Heft: 7

Artikel: Neue Methoden der drahtlosen Telegraphie-, Sende- und Empfangstechnik in der Schweiz

Autor: Loriol, F. De

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-562969>

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: 27.01.2026

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

Neue Methoden der drahtlosen Telegraphie-, Sende- und Empfangstechnik in der Schweiz

Die ausserordentlich starke Zunahme des telegraphischen Verkehrs, als Folge der erfreulichen Entwicklung des Aussenhandels in den Nachkriegsjahren, erfordert den Einsatz moderner, wirksamerer Übermittlungsmethoden (Fernschreibsysteme, Multiplexverfahren mit automatischer Fehlerkorrektur, Telex); aber auch auf dem Gebiet der eigentlichen drahtlosen Übertragungstechnik mussten neue Wege eingeschlagen werden. Zusammen mit der Erhöhung des Verkehrsvolumens haben die von der Öffentlichkeit gestellten, wachsenden Forderungen in Bezug auf Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit (fehlerlose Übermittlung) der telegraphischen Verbindungen dazu geführt, die auf dem Radioweg angewendete Technik zu verbessern, ja zum Teil von Grund auf neu zu gestalten. Sowie der Fernschreiber im modernen Telegraphie-Terminal das alte Morsesystem heute praktisch restlos verdrängt hat, so haben auch in den Radio-Sende- und Empfangsanlagen die früher üblichen Tastungs- und Modulationsverfahren der Frequenzschubtastung und Frequenzmultiplexsystemen weichen müssen. Gewiss hat der Wunsch, ja die Notwendigkeit, Sende- und Empfangsausrüstung sowie das Frequenzspektrum besser auszunützen, bei dieser Entwicklung eine wesentliche Rolle gespielt. Ein modernes radiotelegraphisches Verbindungsnetz muss jedoch dazu noch eine Reihe wichtiger, betriebstechnischer Voraussetzungen erfüllen, welche unter anderem sind:

a) *Sicherheit* oder «*Fehlerlosigkeit*» der Verbindung (Schutz gegen fremde Einwirkungen, wie Interferenzen durch Störsender, durch Geräusche, atmosphärische und industrielle Störungen, usw.). Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Leistung und die Frequenzstabilität der Sender zu erhöhen, die Empfindlichkeit, die Stabilität der Empfänger und ihre Selektivität fortwährend zu verbessern, ausserordentliche Massnahmen gegen Schwund- und Mehrwegempfangsscheinungen zu treffen, Richtstrahlantennen mit ausgeprägten Charakteristiken und Diversityschaltungen zu verwenden.

b) *Unterbruchslosigkeit*: Trotz der unvermeidlichen, betriebsbedingten Schaltungen und Manipulationen der Sende-, Empfangs- und Antennenanlagen, muss die Verbindung stets aufrechterhalten bleiben, eine Forderung, die für den Telex- und den Mietkanalbetrieb unerlässlich ist. Diesen Belangen wird durch den gleichzeitigen Einsatz von doppelten, ja sogar dreifachen Sende- und Empfangsausrüstungen für die gleiche Radioverbindung entsprochen, so dass Frequenzwechsel, Antennenumschaltungen usw., ohne Betriebsunterbruch vorgenommen werden können.

c) *Betriebssicherheit der Anlagen*: Die Gerätestörungen sollen auf ein Mindestmass reduziert werden: Verwendung von ausgesuchten Bauelementen (Kondensatoren, Dioden, Transistoren, usw.), periodische Prüfung derselben und systematische Kontrolle der Ausstrahlung (Monitoring) sind alles Massnahmen, welche dazu beitragen, diesem Wunsche gerecht zu werden.

d) *Kapazitätsreserve und Flexibilität*: Die Sende- und Empfangseinrichtungen müssen sich den stündlichen und täglichen Schwankungen des Verkehrsvolumens anpassen können. Bei schwacher Belastung sollen sie immer noch wirtschaftlich arbeiten, jedoch auch fähig sein, Verkehrsspitzen aufzunehmen.

Die zeitgemässen Hochfrequenz-Übertragungssysteme erfüllen nicht alle erwähnten technischen und betrieblichen Voraussetzungen in gleichem Masse. Die Radio-Schweiz legte deshalb vor allem Wert darauf, von den zahlreichen Verfahren, die in den letzten Jahren entwickelt und erprobt worden sind, nur solche Systeme einzuführen, welche betriebliche Vorteile mit einer guten Ausnutzung des Frequenzspektrums vereinigen. Dieses zweite Kriterium muss nicht nur befolgt werden, um das engbegrenzte Spektrum der Dekameterwellen, über welches sich heute noch der grösste Teil des radiotelegraphischen Überseeverkehrs abspielt, möglichst gut auszunützen, sondern auch, um empfangsseitig ein günstiges Signal/Störungs-

verhältnis schaffen zu können; das heisst letzten Endes, die Sicherheit der Übertragung zu erhöhen. Die erforderliche Bandbreite verschiedener Mehrkanalsysteme wurde deshalb besonders gründlich untersucht und die theoretischen Ergebnisse an Hand von Messungen kontrolliert.

Zwei Übertragungsmethoden zeichnen sich durch ihre günstigen technischen Eigenschaften und durch ihre Betriebssicherheit besonders aus. Es handelt sich bei beiden Systemen um Hochfrequenzmultiplexe, welche eine erhebliche Kapazität aufweisen. Das eine, das sog. «Twinplex» oder «Duplex», erlaubt es, mit relativ einfachen technischen Mitteln zwei völlig unabhängige Telegraphiekäne über denselben Hochfrequenzträger zu übertragen (Multiplex des armen Mannes!), während das andere auf dem Prinzip der Einseitenbandübertragung beruht, eine weit grössere Kapazität besitzt, jedoch mit einem grösseren Aufwand verbunden ist.

Beide Verfahren finden bei der Radio-Schweiz Anwendung und haben ihr erlaubt, dem raschen und grossen Verkehrsanstieg gerecht zu werden. Im folgenden sollen Prinzip und Eigenschaften solcher Systeme kurz erläutert werden.

Das Duplex-System

Die angewandte Frequenzschubtastung, welche dem Duplex-System zu



*Zeitschrift für Verbindung und Übermittlung.
Redaktion: Erwin Schöni, Nordsüdstrasse 167,
Zuchwil, Telephon (065) 2 23 14. Postcheck-
konto VIII 15 666. Druck und Administration:
Fabag, Fachschriftenverlag und Buchdruckerei
AG, Zürich, Telephon (051) 23 77 44.*

35. Jahrgang Nr. 7 Zürich, im Juli 1962

Grunde liegt, weicht insofern von der klassischen Tastung ab, als den einzelnen Telegraphiekänen nicht feste Frequenzpaare für Zeichen- und Trennschritte zugeordnet sind, sondern die Frequenzen den vier möglichen Kombinationen der Arbeitszustände beider Kanäle (Tab. I) entsprechen.

Duplex-Code

Die ausgestrahlte Frequenz nimmt jeweils einen der vier Werte an

Tabelle I

Frequenz	Kanal A	Kanal B
F_1	Zeichenschrift	Zeichenschrift
F_2	Zeichen	Trenn
F_3	Trenn	Zeichen
F_4	Trenn	Trenn

Jede Frequenz, entsprechend den Arbeitsbedingungen beider Kanäle, wird mit voller Senderleistung ausgestrahlt, ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens gegenüber anderen Frequenzmultiplexen, welche gleichzeitig mehrere Frequenzen ausstrahlen. Andere Merkmale sind aus der üblichen Frequenzschubtastung her bekannt: geringe Empfindlichkeit gegen Selektivschwund, günstiger Signal/Störungs-Abstand, sicheres Ansprechen der automatischen Schwund- und Frequenzregelung (Träger immer vorhanden), usw.

Das Duplex-System eignet sich für die Übertragung jedes Telegraphiecodes (Morse, Fünfer-, Siebner-Code) und kann auch gemischt eingesetzt werden, z. B. mit Morsecode auf Kanal A und Fernschreibercode auf Kanal B. Es ist jedoch üblich, bei höheren Telegraphiegeschwindigkeiten arts gleiche Code zu verwenden.

Im Fernschreibverkehr mit der normalen Telegraphiegeschwindigkeit von 50 Baud steht eine Gesamtkapazität von 120 Wörtern/min zur Verfügung. Der international vom CCIR * genormte Abstand zwischen den vier Frequenzen der Duplex-Systeme ist mit 400 Hz, d. h. 1200 Hz zwischen den Extremwerten, welche die Frequenz annimmt, relativ gross, so dass die beanspruchte Bandbreite im Verhältnis zur Telegraphiegeschwindigkeit (100 Baud) ungünstig liegt; sie beträgt etwa 1600 Hz oder 800 Hz pro Fernschreibkanal. Nach den Empfehlungen des CCIR sollte aber die erforderliche Bandbreite eines frequenzge-

tasteten Fernschreibkanals nicht 600 Hz überschreiten.

Deshalb wird die Gesamtkapazität von Duplexsystemen bei gleichbleibenden Frequenzabständen neuerdings auch erhöht, wobei die beanspruchte Bandbreite nicht im Verhältnis zur Erhöhung der Telegraphiegeschwindigkeit zunimmt. Am zweckmäßigsten erfolgt diese bessere Ausnutzung der Duplexkanäle in Verbindung mit Zeitmultiplexsystemen; jedem einzelnen Duplexkanal wird ein 2- oder 4-Kanal-Zeitmultiplex zugewiesen, so dass sich die Gesamtkapazität der Verbindung von 2 auf 4, bzw. 8 Fernschreibkanäle erhöht. Die Bandbreite eines solchen Kombinationssystems von 8 Kanälen überschreitet, wenn die Zeichen richtig abgerundet sind, nicht 2200...2400 Hz. Sind die verwendeten Zeitmultiplexe, wie das bei Radioübertragung heute allgemein üblich ist, mit einem automatischen Fehlerkorrektursystem versehen, so sind alle Fernschreibkanäle des Duplexes gegen Übertragungsfehler geschützt, weshalb sich die Methode wachsender Beliebtheit erfreut. Für solche Systeme mit hohen Telegraphiegeschwindigkeiten müssen allerdings senderseitig Vorkehrungen getroffen werden, um die beiden Duplexkanäle im Gleichlauf zu speisen.

Das Duplex-System lässt sich auch mit Vorteil im «Forking»-Betrieb (gleichzeitige Bedienung von zwei Genestationen mit demselben Sender) anwenden, wobei jeder Empfänger den ihm zugeteilten Duplexkanal aus der Zeichenkombination (Gemisch) heraussiebt. Auch in diesem Falle kann die Kapazität des Duplexverfahrens durch zusätzliche Unterteilung mittels Zeitmultiplex erhöht werden, sofern dieses nicht auf synchroner Arbeitsweise beruht (Asynmux).

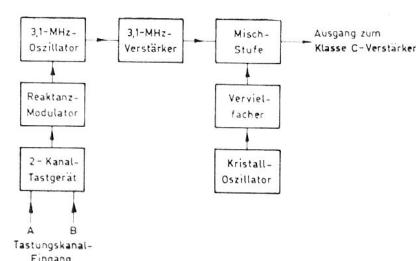


Fig. 1: Duplex-Taststufe

Für die Erzeugung und für die Demodulation von Duplexzeichen sind verschiedene Schaltungen entwickelt worden. In Fig. 1 ist ein solches Tastungs-

verfahren, welches auf der Verwendung einer Reaktanzröhre beruht, angegeben. Fig. 2 zeigt die Ausführung von Duplex-Taststufen in der Sendestation Prangins.

Empfangsseitig wird nach der 2. Transponierung die Zwischenfrequenz einem System von drei Diskriminatoren zugeführt (Fig. 3):

Während der Ausgang vom A-Kanal direkt vom A-Diskriminator gesteuert wird und, entsprechend der Darstellung in Tabelle I, die Frequenzen F_1 und F_2 einen Zeichenschritt, F_3 und F_4 einen Trennschritt erzeugen, wird der Ausgang vom B-Kanal über zwei Diskriminatoren gesteuert, welche abwechselnd, je nach Polarität des A-Kanals, in Funktion treten. In Tabelle II sind die verschiedenen Arbeitszustände des Systems wiedergegeben.

Arbeitszustände der drei Diskriminatoren für Duplex-Empfang

Tabelle II

Frequenz	A-Diskriminator	B ₁ -Diskriminator	B ₂ -Diskriminator
F_1	Zeichen	Zeichen	unwirksam
F_2	Zeichen	Trenn	unwirksam
F_3	Trenn	unwirksam	Zeichen
F_4	Trenn	unwirksam	Trenn

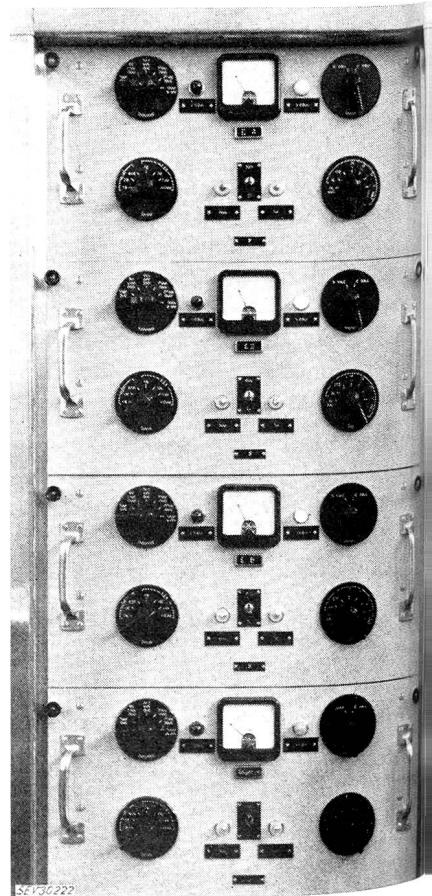


Fig. 2: Duplex-Taststufen (Sendestation Prangins)

* Comité Consultatif International des Radiocommunications

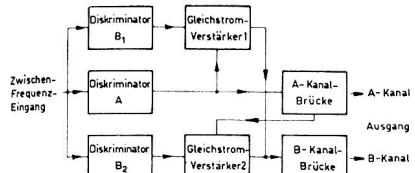


Fig. 3: Diskriminator-Empfangsschaltung für Duplex

Einseitenband-Telegraphie

Das Prinzip der Einseitenbandübertragung ist aus der Telefonietechnik her bekannt, und es sollen hier lediglich einzelne Fragen, welche sich bei der Anwendung auf die drahtlose Telegraphie stellen, angedeutet werden. Dieses Verfahren wird, mit Rücksicht auf den relativ grossen Aufwand, für telegraphische Zwecke nur dann benutzt, wenn es sich darum handelt, eine möglichst hohe Gesamtkapazität zu gewährleisten. Es wird deshalb meistens in Kombination mit Zeitmultiplexierung oder mit Sprach- und Telegraphiekanälen angewendet. Auf einer solchen ESB-Überseeverbindung der

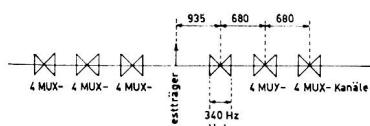


Fig. 4: Verteilung der Kanäle auf einem ESB-System

Radio-Schweiz sind z. B. 6 Vierkanal-Zeitmultiplexe, mit einer Gesamtkapazität von 24 Fernschreibkanälen, paarweise auf beiden unabhängigen Seitenbändern eines 40-kW-Senders (Spitzenleistung) untergebracht (Fig. 4).

Die einzelnen Frequenzkanäle erscheinen am Eingang des Systems als frequenzmodulierte Tonunterträger mit einem Hub von 340 Hz. Kanalabstände von 680 Hz ergeben für die Kanaltastgeschwindigkeit von 180 Baud einen genügenden Schutz gegen das Übersprechen. Die Maximalkapazität von 24 Kanälen wird im betreffenden Fall nicht dauernd, sondern nur während den Verkehrsspitzen benötigt, so dass die Anzahl der Kanäle durch Zu- oder Abschalten dem jeweiligen Bedarf angepasst werden kann. Bei schwierigen Übertragungskonditionen ist es vorteilhaft, die Kapazität auf diesem Wege zu reduzieren, wodurch den verbleibenden Kanälen mehr Leistung zur Verfügung gestellt werden kann.

Das ESB-System zeichnet sich somit durch eine grosse Kapazitätsreserve

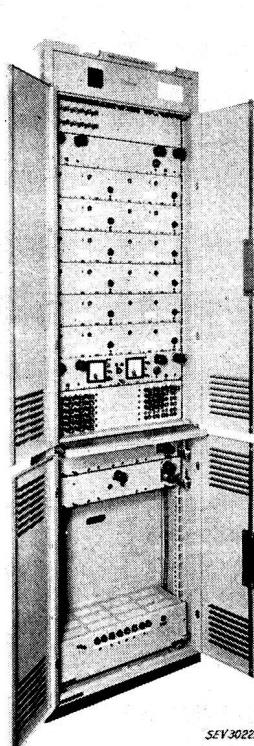


Fig. 5: WTF-Anlage

und durch seine Anpassungsfähigkeit aus. Ähnlich wie beim Duplexverfahren, lassen sich die einzelnen Frequenzkanäle, wenn erwünscht, auf verschiedene Verbindungen verteilen; d. h. sie werden den entsprechenden Genenstationen fest zugeteilt und von ihnen selektiv empfangen.

hängig moduliert wird. Nach einer weiten Transponierung auf 3,1 MHz gelangt das ESB-Signal auf den sog. 3. Modulator, welcher im Sender eingebaut ist und die Mischung des Signals mit der eigentlichen Sende Frequenz übernimmt. Die anschliessende Verstärkung wird durch Klasse A- und B-Verstärker übernommen. Durch negative Rückkopplung (Hülle- und HF-Rückkopplung) gelingt es, über den ganzen Frequenzbereich von

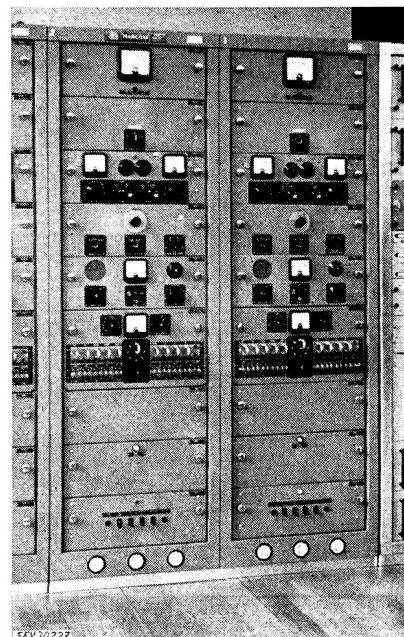


Fig. 7: ESB-Generatoren (Sendestation Münchenbuchsee)

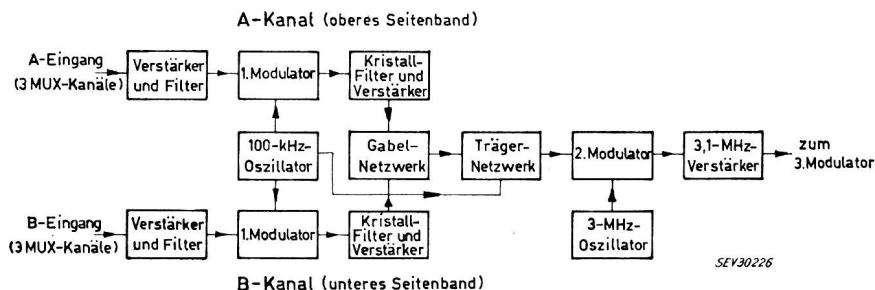


Fig. 6: Einseitenband-Generator für die Aufbereitung von sechs Zeitmultiplexkanälen

Die Aufbereitung der Tonkanäle erfolgt bereits im Telegraphenamt (Terminal der Radio-Schweiz) mittels WTF-Systemen (Fig. 5), welche über Telegraphenleitungen mit der entsprechenden ESB-Ausrüstung in der Sendestation verbunden sind. Die weitere Verarbeitung der Signale ist hier verschieden, je nachdem, ob Klasse B- oder Klasse C-Verstärker verwendet werden.

Im Falle der linearen Verstärkung (Fig. 6, 7 und 8) werden die vom Terminal gesendeten Tonsignalgemische einem 1. Modulator zugeführt, wo ein 100-kHz-Träger beidseitig und unab-

4...27 MHz die Intermodulationsprodukte auf einem zulässigen Mass zu halten. Die mit Spektrumanalysator untersuchten Senderausgänge, nach der Zweittonmethode (Fig. 9 und 10),

Zu unserem Titelbild

Ausserdienstliche Betätigung ist nicht das Privileg einzelner, sondern muss die Angehörigen der ganzen Armee umfassen, wenn sie ein wertvoller Bestandteil der Landesverteidigung sein soll. Unser Bild zeigt einen Teilnehmer älteren Jahrgangs an der letztjährigen gesamt schweizerischen Felddienstübung Operation Sirius. (Photo Weber, Luzern).

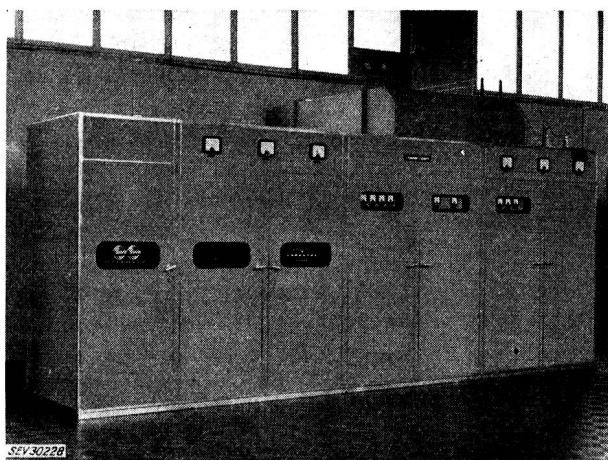


Fig. 8: ESB-Sendeverstärker (Sendestation Münchenbuchsee)

zeigen einen Abstand von 36...38 db zwischen F_1 , bzw. F_2 und $(2F_1 - F_2)$, dem sog. Modulationsprodukt 3. Ordnung. Die Empfehlungen des CCIR, welche einen Abstand von mindestens 25 db angeben, sind somit erfüllt.

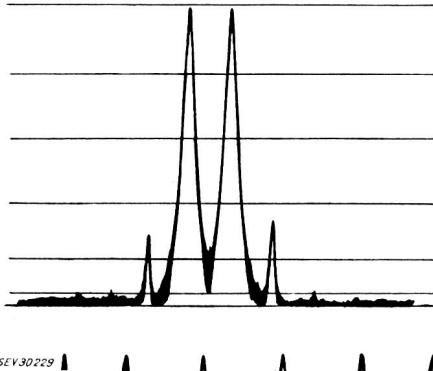


Fig. 9: Bildaufnahme des HF-Spektrums. Messung der Modulationsprodukte nach der Zweittonmethode. In der Mitte des Bildes die 2 Referenzfrequenzen, links und rechts davon die Modulationsprodukte 3. Ordnung. Abstand zwischen einzelnen waagrechten Linien: 10 db. Zu unterst Frequenzmarkierungsimpulse von 1 kHz.

Neuerdings kann die Verstärkung eines ESB-Signals, welches ein Tonsignalgemisch enthält, auch mit Klasse C-Verstärker erfolgen, wenn man eine

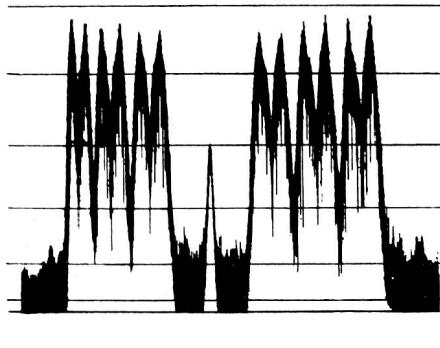


Fig. 10: Bildaufnahme des HF-Spektrums im normalen Betriebszustand. In der Bildmitte der Träger, links und rechts davon je 3 unabhängige frequenzmodulierte 180-Baud-Zeitmultiplex-Kanäle

und Amplitudenkomponenten zerlegt, welche in getrennten Verstärkerketten verarbeitet werden. Die Phasenkomponente, die nun von Amplitudemodulation frei ist, darf dem Klasse C-Verstärker zugeführt werden, während die getrennte Signalhülle über einen Niederfrequenzverstärker auf den gewünschten Pegel gebracht wird. Schliesslich wird die Hülle mit einem Hochleistungsmodulator auf die verstärkte Phasenkomponente wieder aufmoduliert. Damit im Ausgang ein getreues Bild des Eingangssignals erscheint, müssen die Laufzeitunterschiede der beiden Verstärkerketten ausgeglichen werden (Phasenkorrektor in der NF-Kette). Die Einstellung dieses Korrekturgliedes ist kritisch und beeinflusst die Intermodulationsprodukte, welche mit bestenfalls 32 db beträchtlich höher liegen, als bei Klasse-B-Verstärkung, wenn sie auch noch zulässig sind.

Diese Methode der ESB-Verstärkung zeichnet sich durch Einfachheit und geringen Aufwand aus. Eine entsprechende Anlage, Kahn-Adapter, wurde deshalb in der Sendestation Münchenbuchsee der Radio-Schweiz eingesetzt (Fig. 12). Zusammen mit einem 10-kW-Telegraphiesender entspricht sie leistungsmässig einem Klasse-B-Verstärker von 40-kW-Spitzenleistung.

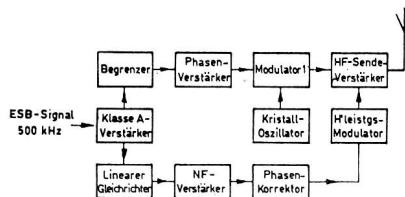


Fig. 11: Einseitenbandverstärkung nach Kahn

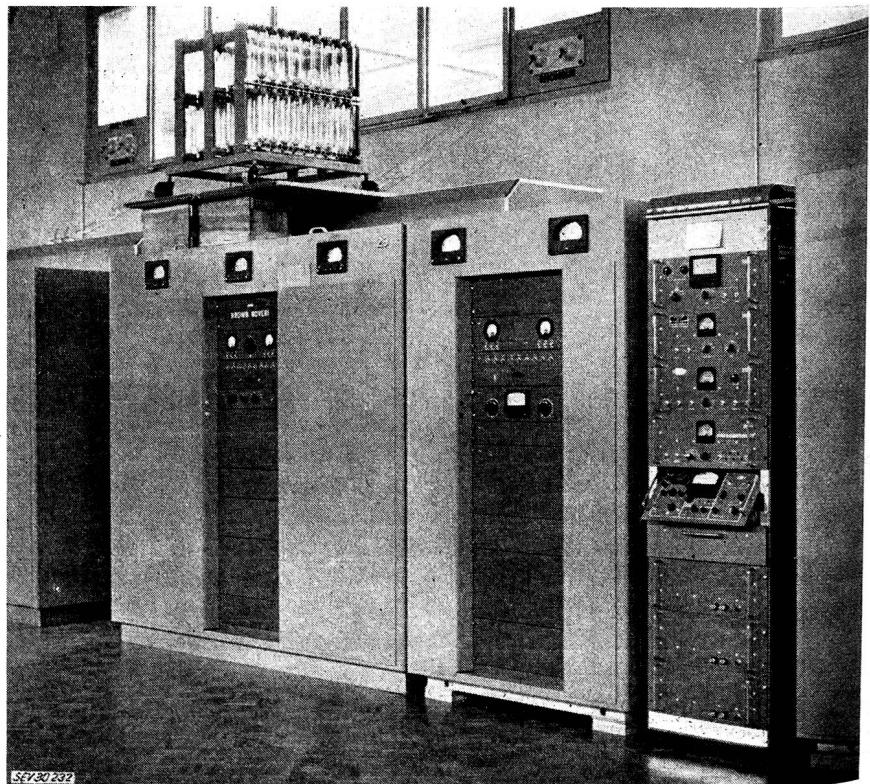


Fig. 12: 10-kW-Telegraphiesender mit Modulator. Außen rechts: Kahn-Adapter (Sendestation Münchenbuchsee)

Empfangsmässig lassen sich die Frequenzkanäle aus einem ESB-Signalgemisch auf zwei verschiedene Arten heraustrennen:

Beim ersten Verfahren benützt man die selektiven Eigenschaften der Empfänger, welche für den kommerziellen Dienst heute besonders hochgetrieben sind und es erlauben, Kanäle in Abständen von 400 Hz und weniger hochfrequenzmässig einzeln zu trennen. Solche Empfänger (Fig. 13) müssen selbstverständlich ebenfalls eine hohe Frequenzstabilität besitzen. Für diese Empfangsmethode kommen nur quarzgesteuerte Empfänger in Frage, welche zusätzlich mit einer automatischen Frequenzkontrolle ausgerüstet sind, um allfällige Frequenzabweichungen des Senders zu folgen (Fig. 14).

Für die zweite Empfangsart der ESB-Signale bedient man sich spezieller ESB-Empfänger, welche für den Telegraphie-Empfang ausgerüstet sind. Der Rest-Träger und beide unabhängigen Seitenbänder werden verstärkt, transponiert und demoduliert (Fig. 15), worauf die einzelnen Kanäle NF-mässig durch eine Anzahl «Kanalaurüstungen» aus dem Signalgemisch herausgelesen werden. Auf diese Weise

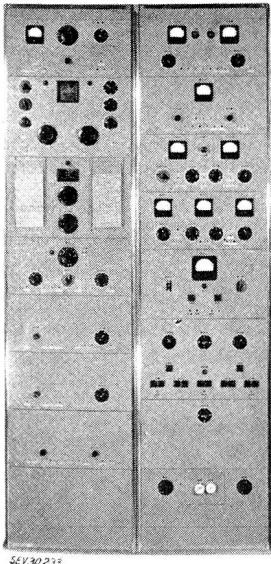


Fig. 13: R-6-Empfänger (Empfangsstation Riedern)

lassen sich mit einem einzigen Empfänger (Fig. 16) bis zu 6 Frequenzkanäle verarbeiten. Solche Empfänger sind jedoch komplex und teuer, so dass ihr Einsatz nur bei voller Ausnützung wirtschaftlich ist, das heisst, wenn eine grössere Anzahl Kanäle mit dem gleichen Träger übertragen wird.

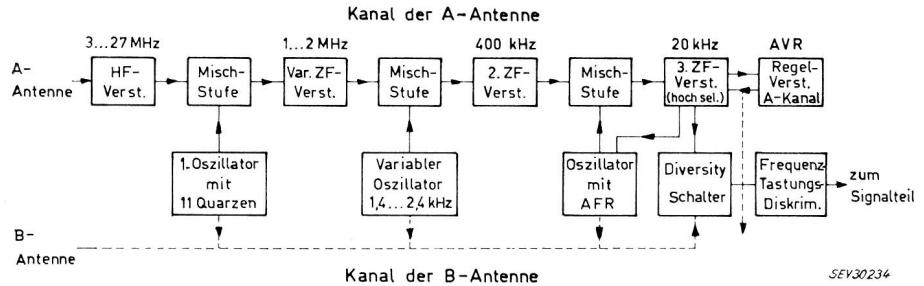


Fig. 14: Hochselektiver R-6-Empfänger für Zweifach-Empfang

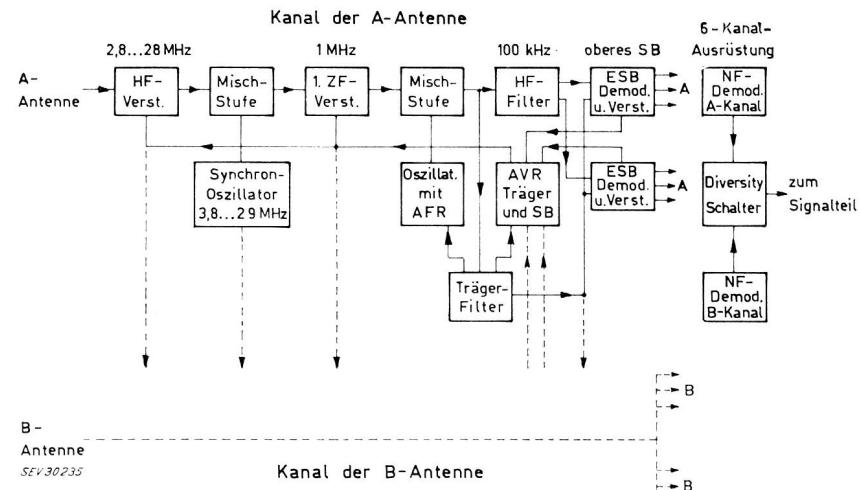


Fig. 15: ESB-Empfänger RCA Typ R3 für Zweifach-Empfang

Frequenzstabilität

Die Einhaltung der zugewiesenen Sende- und Empfangsfrequenz ist, mehr denn je, für die Sicherheit einer Radioverbindung von ausschlaggebender Bedeutung. Auch eine nur sehr geringe Abweichung der Sollfrequenz wirkt sich bei der heutigen, sehr dichten Belegung des Frequenzspektrums

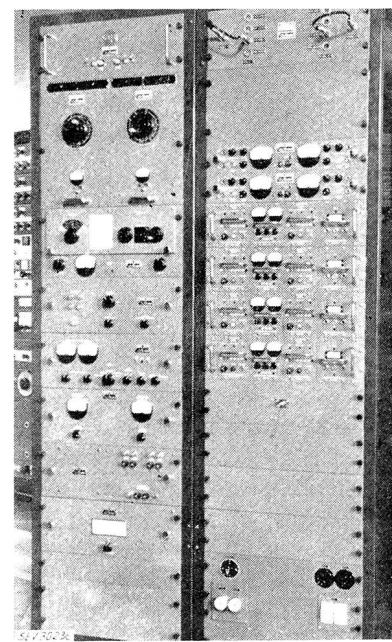


Fig. 16: RCA-SSB-Empfänger, (Empfangsstation Riedern)

nicht nur störend aus, sondern sie führt oft zu Interferenzen, die praktisch jeden Empfang ausschliessen. Es wird deshalb in einem modernen Sendezentrum besonders Wert darauf gelegt, jenes kostbare Gut, die Frequenz, möglichst rein zu erzeugen und zu erhalten. Die Stabilität der Quarzoszillatoren darf durch externe Einwirkungen (Kopplungserscheinungen), etwa durch Kraftstufen oder andere Störungsquellen, nicht beeinflusst werden. In der Sendestation Münchenbuchsee wurde das Problem von Grund auf neu gelöst, indem man die Steuersender und die Signalaufbereitung von den Leistungsstufen entfernte und in einer «Frequenzstelle» zentral zusammenfasste (Fig. 17). Dadurch werden einerseits die empfindlichen Schaltungen dem Einfluss der starken Hochfrequenzfelder entzogen und anderseits die Betriebsmessungen (Monitoring) auf niedrigem Pegel wesentlich erleichtert, somit genauer. Das fertige «Produkt», ob es sich um einzelne Frequenzen oder um ein auf 3,1 MHz getastetes oder moduliertes Signal handelt, wird den Sendern zugeführt, welche nur noch die Funktion von mehrstufigen Kraftverstärkern zu erfüllen haben.

Wie bereits erwähnt, sind auch die meisten Empfänger der Empfangsstation Riedern quarzgesteuert und mit AFR-Systemen versehen. Um jedoch den Frequenzwechsel zu erleichtern, wurde der Typ-R6-Empfänger mit einem universellen Steueroszillator mit 11 Quarzkristallen und einer variablen 1. ZF ausgerüstet (Fig. 14), welche erlauben, das gewünschte Band von 3...27 MHz lückenlos und mit entsprechender Stabilität zu überdecken. Damit erübrigts sich die zeitraubende Notwendigkeit, bei einem Wechsel der Frequenz Oszillatorkristalle auszuwechseln.

Der *unterbruchslose Betrieb*, welcher durch die Einführung der direkten Schaltung von Kunde zu Kunde (Telex-, Mietkanaldienst) noch an Bedeutung gewinnt, wird durch solche Massnahmen, wie Dualbetrieb (gleichzeitige Ausstrahlung über 2 oder 3 Frequenzen), Raum-Diversity-Empfang, automatischer Frequenzwechsel, gesichert.

Den Belangen der *Betriebssicherheit* wird durch die Verwendung von immer besseren Aufbauelementen, von mechanisch robusten Konstruktionen entsprochen. Die Empfänger sind durchwegs mit Röhren von langer Lebensdauer bestückt, die verwendeten, besonders stabilen Filter werden periodisch nachgemessen, so dass die auf fehlerhafte Apparate zurück-



Fig. 17: Kontrollkabine (Sendestation Münchenbuchsee)

zuführenden Unterbrüche zur Seltenheit gehören. Die sorgfältige technische Überwachung der Anlagen, sowie ein ausgedehnter Prognosendienst, welcher über den günstigsten Einsatz der Frequenzen Auskunft gibt, tragen schlussendlich dazu bei, dem radiotelegraphischen Netz von Radio-Schweiz im In- und Ausland den verdienten Ruf zu sichern.

F. de Loriol, Bern

zeit) bedient man sich entsprechend programmierte elektronischer Rechenmaschinen, welche bekanntlich in Sekundenschelle Resultate hervorzaubern, für die ein gewiefter Matematiker Wochen benötigen würde. Da es aber beim Einsatz von Abwehraketten stets auf Sekunden ankommt, sind elektronische Rechenmaschinen (auch Computoren genannt) für die Fliegerabwehr unentbehrlich geworden.

Verschiedene Lenk- und Steuersysteme sind derzeit in Erprobung. Je nach den Erfordernissen wird das eine oder andere System den Vorzug erhalten. In der einschlägigen Literatur fehlt hier eine gute Übersicht. Diese soll in den folgenden Ausführungen vermittelt werden.

Die Mittel zur Ortung

Die Feststellung des jeweiligen Ortes eines beweglichen Ziels kann entweder vom Boden oder vom Abwehrflugkörper aus vorgenommen werden. Man bedient sich heute grundsätzlich folgender Mittel:

1. Radargeräte

Vorteile: Wetterunabhängig und grosse Reichweite. Mit den grössten, den so genannten Scanning-Radar-Antennen der gewaltigen amerikanischen BMEWS-Warnkette lassen sich Reichweiten bis zu 3600 km erzielen. Ist das Ziel einmal gefunden, überneh-

Die Antiraketenwaffe und ihre technischen Probleme

Die Luftverteidigung durch Fliegerabwehraketten ist heute ein viel diskutiertes Problem. Auch in der grossen Politik spielt sie eine wichtige Rolle. In Ost und West ist man bemüht, sichere Abwehrmassnahmen gegen einen möglichen Überraschungsangriff aus der Luft zu entwickeln. Wie in der bisherigen Kriegsführung fast jede Waffe eine Antiwaffe auf den Plan gerufen hat, so ist man auch jetzt dabei, neben Flab- auch Antiraketen-Raketen zu entwickeln. Leider werden durch eine übertriebene und häufig zweckbedingte Propaganda diesen Abwehraketten Eigenschaften zugeschrieben, die sie gar nicht oder noch nicht besitzen. Die beste Antirakete wird nicht imstande sein, einen hundertpro-

zentigen Schutz zu garantieren, da viele Parameter ihre theoretisch hundertprozentige Treffsicherheit beeinflussen können. Aber eine einzige H-Bombenrakete, die durchkommt, genügt, um mehrere Städte auszuradieren und weite Gebiete auf lange Zeit zu verseuchen.

Die Erzielung hoher Treffsicherheit hängt eng mit dem Problem der Lenkung und Steuerung der Abwehrakete zusammen. Die hier zugrunde liegenden Lenkverfahren und Lenkgesetze basieren auf sehr komplizierten mathematischen Zusammenhängen. Zur Lösung dieser vierdimensionalen Gleichungen mit Raum- und Zeitparametern bei 3 Freiheitsgraden (Quer- und Längsbeschleunigung und Abschuss-