

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

Autor(en): **Loriol, F. De**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **35 (1962)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.07.2024**

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

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# 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 Mehrwegempfangerscheinungen 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) *Betriebsicherheit 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 Ausnützung 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 Betriebsicherheit 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 Telegraphiekanäle 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 angewendete Frequenzschubtastung, welche dem Duplex-System zu



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

35. Jahrgang Nr. 7 Zürich, im Juli 1962

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

*Duoplex-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/Störungsabstand, sicheres Ansprechen der automatischen Schwund- und Frequenzregelung (Träger immer vorhanden), usw.

Das Duoplex-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 Duoplex-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 Duoplexsystemen bei gleichbleibenden Frequenzabständen neuerdings auch erhöht, wobei die beanspruchte Bandbreite nicht im Verhältnis zur Erhöhung der Telegraphiegeschwindigkeit zunimmt. Am zweckmässigsten erfolgt diese bessere Ausnützung der Duoplexkanäle in Verbindung mit Zeitmultiplexsystemen; jedem einzelnen Duoplexkanal 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 Fehlerkorrektur-system versehen, so sind alle Fernschreibkanäle des Duoplexes 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 Duoplexkanäle im Gleichlauf zu speisen.

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

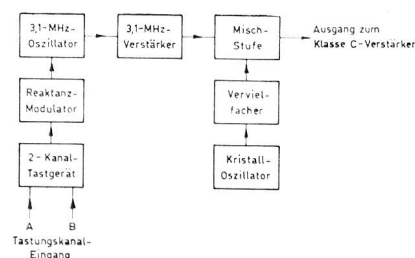


Fig. 1: Duoplex-Taststufe

Für die Erzeugung und für die Demodulation von Duoplexzeichen 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 Duoplex-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 Duoplex-Empfang Tabelle II

Frequenz	A-Diskriminator	B <sub>1</sub> -Diskriminator	B <sub>2</sub> -Diskriminator
$F_1$	Zeichen	Zeichen	unwirksam
$F_2$	Zeichen	Trenn	unwirksam
$F_3$	Trenn	unwirksam	Zeichen
$F_4$	Trenn	unwirksam	Trenn

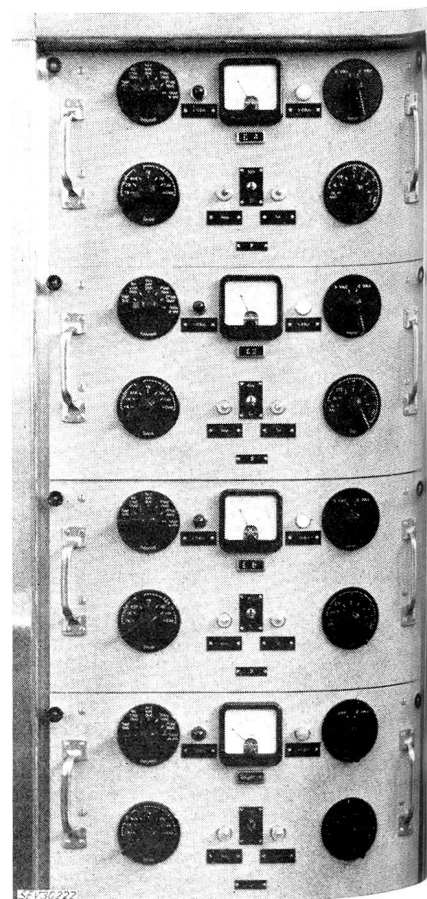


Fig. 2: Duoplex-Taststufen (Sendestation Prangins)

\* Comité Consultatif International des Radiocommunications

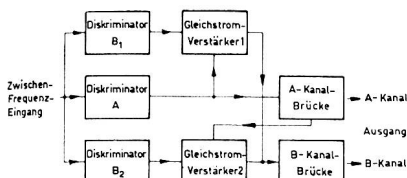


Fig. 3: Diskriminator-Empfangsschaltung für Duoplex

### Einseitenband-Telegraphie

Das Prinzip der Einseitenbandübertragung ist aus der Telephontechnik 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 benützt, 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

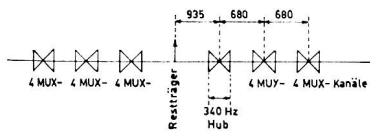


Fig. 4: Verteilung der Kanäle auf einem ESB-System

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

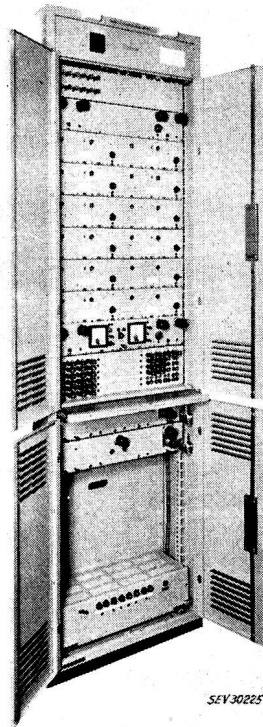


Fig. 5: WTF-Anlage

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

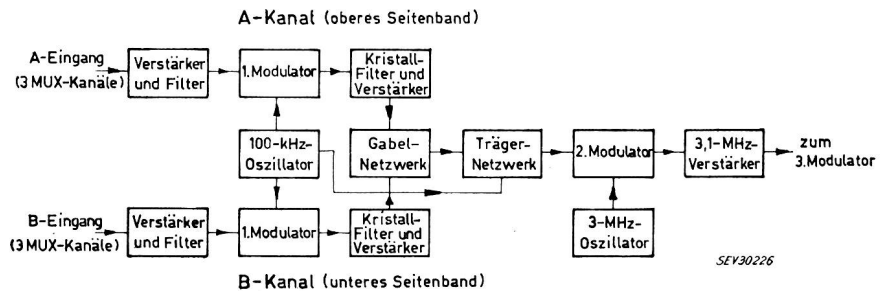


Fig. 6: Einseitenband-Generator für die Aufbereitung von sechs Zeitmultiplexkanälen

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-

hängig moduliert wird. Nach einer weiteren 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 Sendefrequenz 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

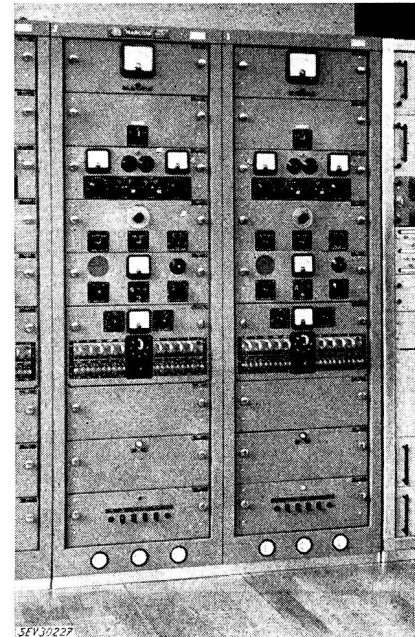


Fig. 7: ESB-Generatoren (Sendestation Münchenbuchsee)

4...27 MHz die Intermodulationsprodukte auf einem zulässigen Mass zu halten. Die mit Spektrumanalysator untersuchten Senderausgänge, nach der Zweitmethode (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 gesamtschweizerischen Felddienstübung Operation Sirius. (Photo Weber, Luzern).

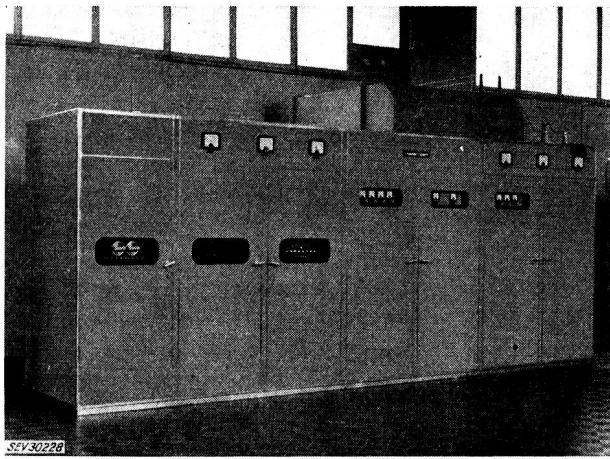
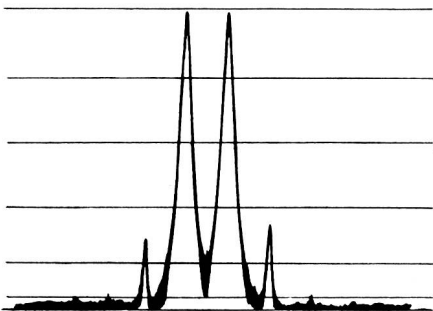


Fig. 8: ESB-Sendeverstärker (Sendestation Münchenbuchsee)

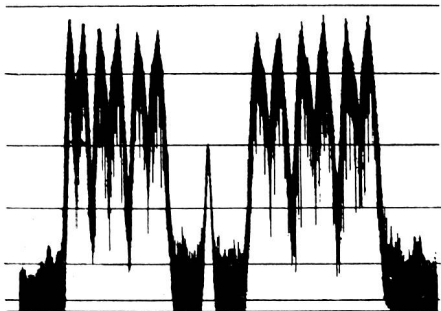
zeigen einen Abstand von 36...38 db zwischen  $F_1$ , bzw.  $F_2$  und  $(2F_1 - F_2)$ , dem sog. Modulationsprodukt 3. Ordnung. Die Empfehlungen des CCIR, welche einen Abstand von mindestens 25 db angeben, sind somit erfüllt.



SEV30229

Fig. 9: Bildaufnahme des HF-Spektrums Messung der Modulationsprodukte nach der Zweitonmethode. 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



SEV30230

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

leicht höhere nicht lineare Verzerrung in Kauf nimmt.

Ein solches, durch die Kahn Laboratories in New York entwickeltes Verfahren beruht auf dem Prinzip der Trennung des auf 500 kHz erzeugten ESB-Signals nach Phase und Amplitude (Fig. 11).

Das Signal wird mittels Begrenzern und Demodulationen in seine Phasen-

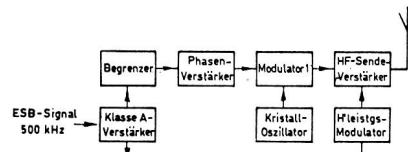


Fig. 11: Einseitenbandverstärkung nach Kahn

und Amplitudenkomponenten zerlegt, welche in getrennten Verstärkerketten verarbeitet werden. Die Phasenkompone, die nun von Amplitudenmodulation 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 Phasenkompone 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.

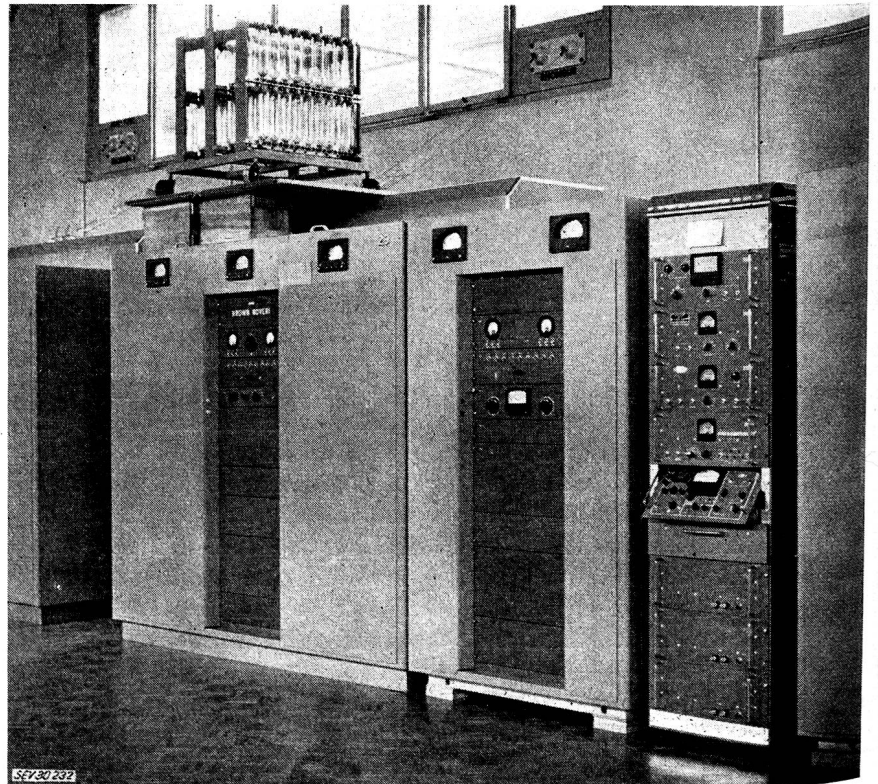


Fig. 12: 10-kW-Telegraphiesender mit Modulator. Aussen rechts: Kahn-Adapter (Sendestation Münchenbuchsee)

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 quartzgesteuerte 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 «Kanalausrüstungen» aus dem Signalgemisch herausgesiebt werden. Auf diese Weise

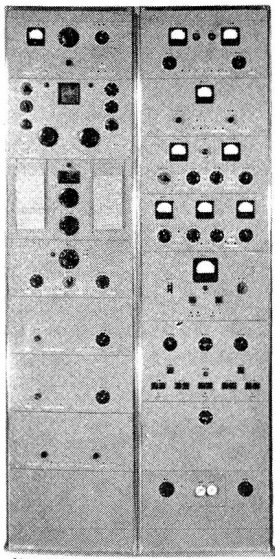


Fig. 13: R-6-Empfänger (Empfangsstation Riedern)

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.

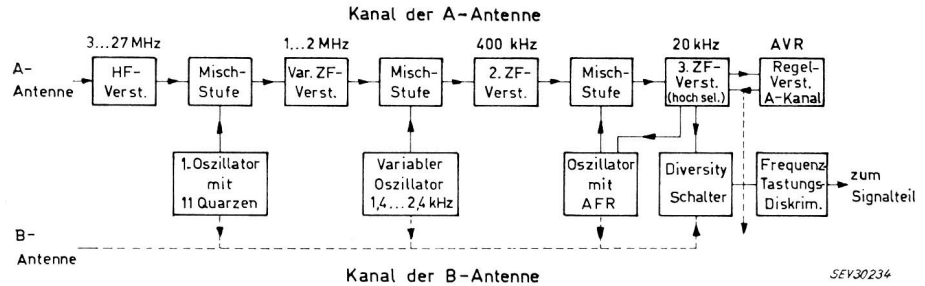


Fig. 14: Hochselektiver R-6-Empfänger für Zweifach-Empfang

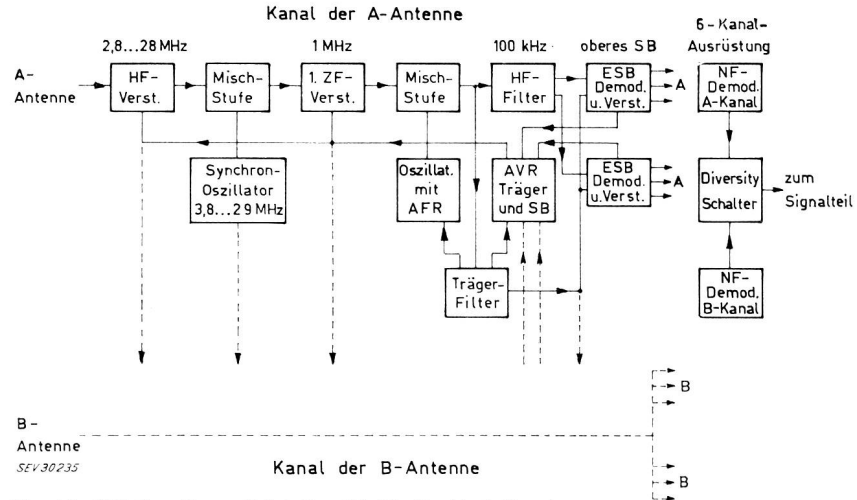


Fig. 15: ESB-Empfänger RCA Typ R3 für Zweifach-Empfang

### 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

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 andererseits 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.

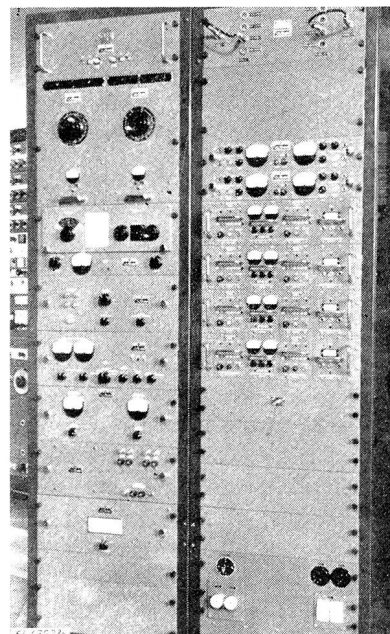


Fig. 16: RCA-SSB-Empfänger, (Empfangsstation Riedern)

Wie bereits erwähnt, sind auch die meisten Empfänger der Empfangsstation Riedern quartzesteuert 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 erübrigt sich die zeitraubende Notwendigkeit, bei einem Wechsel der Frequenz Oszillatorkristalle auszuwechseln.

Der *unterbrochslose 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 Prognosedienst, 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

## Die Antiraketenwaffe und ihre technischen Probleme

Die Luftverteidigung durch Fliegerabwehrraketen 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 Kriegführung 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 Abwehraketen 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 auszuradiieren und weite Gebiete auf lange Zeit zu verseuchen. Die Erzielung hoher Treffsicherheit hängt eng mit dem Problem der Lenkung und Steuerung der Abwehrrakete 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 Abschluss-

zeit) bedient man sich entsprechend programmierter elektronischer Rechenmaschinen, welche bekanntlich in Sekundenschnelle Resultate hervorzubringen, für die ein gewiegter Mathematiker Wochen benötigen würde. Da es aber beim Einsatz von Abwehraketen 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 Zieles 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 sogenannten Scanning-Radar-Antennen der gewaltigen amerikanischen BMEWS-Warnkette lassen sich Reichweiten bis zu 3600 km erzielen. Ist das Ziel einmal gefunden, überneh-