

Zu den aktuellen Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Kurzwellensender von Rohde & Schwarz gehören ein neuartiges Verfahren zum selbsttätigen Einstellen der Transformation und der Resonanz im Ausgangskreis des Senders, die Einführung des Informationseingangs und die Anwendung elektronischer Bauelemente als Vermittler zwischen den Betätigungselementen und den auszuführenden elektrischen Vorgängen.

Weiterentwicklung ferneinstellbarer und selbstabstimmender Einseitenband-Kurzwellensender

„Wenn man heute die Aufgabe hat, einen neuen Sender zu entwickeln, so ist dabei das hochfrequenztechnische Problem eigentlich der kleinere Teil. Man kann sagen, die Hochfrequenztechnik versteht sich hierbei von selbst. Der größere Teil der technischen Arbeit bezieht sich auf Fragen der Betriebssicherheit, der Erleichterung des Betriebes und auf die Wirtschaftlichkeit der Herstellung.“ Diese Sätze aus dem im Jahre 1956 erschienenen Aufsatz „Die Automatisierung von Sendern und Sendeanlagen“ sind auch heute noch gültig [1].

Automation des Senderbetriebes

Da sich besonders bei großen Sendern die Nachrichtenquelle meistens an einem anderen Ort als der Sender befindet, ist der Wunsch naheliegend, über den Sender vom Ort der Nachrichtenquelle aus verfügen zu können. Um dies zu ermöglichen, muß der Sender fernbedienbar sein. Bei kleineren Sendern – besonders für bewegliche Funkstellen, wie Bordfunkstellen – sind mechanische Fernbedienungen bekannt geworden. In Einzelfällen wurden z. B. für Schiffssender schon frühzeitig auch einfache elektrische Fernbedienungen verwendet. Die Entwicklung der letzten Jahre stand vornehmlich im Zeichen der elektrischen Fernbedienungen. Eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Automatisierung und Fern-einstellung von Sendern war die Einführung der **dekadischen Steuersender**, deren Grundzüge bereits im Jahre 1942 patentiert wurden *)

Als Mittel zum Fernbedienen kommen **Fernwirk-einrichtungen** in Betracht, die nach Verfahren der Wechselstromtelegrafie arbeiten. Sie bestehen aus zwei Teilen, von denen einer in unmittelbarer Nähe des Senders steht und der zweite an dem Ort aufgestellt wird, von dem die Anweisungen gegeben werden sollen. Moderne Kurzwellensender lassen sich

an Fernwirk-einrichtungen anschließen, aber auch von Ort betreiben.

Das Automatisieren von Kurzwellensendern (siehe Bild 1) ist besonders interessant, weil die unterschiedlichen Ausbreitungsverhältnisse im Bereich der Kurzwelle häufigen Frequenzwechsel erforderlich machen und weil der größte Teil des Weltnachrichtenverkehrs auf Kurzwellen abgewickelt wird [2; 3; 4]. Hohe Ansprüche stellt die Automation auf diesem Gebiet auch deshalb, weil das Frequenzintervall der Kurzwellensender von 1,5 bis 30 MHz über mehr als vier Oktaven reicht. Daß Kurzwellensender für den gesamten Senderbau beispielhaft sind, wird deutlich, wenn man die große Zahl der verschiedenen **Sendarten** berücksichtigt, die von dieser Sendergattung – je nach zu übertragender Nachricht – beherrscht werden müssen. Die Sendarten sind in der Vollzugsordnung Funk aufgeführt [5].

Die Automation der Kurzwellensender hat einen solchen Stand erreicht, daß eine **Senderbedienung** im hergebrachten Sinne dieses Wortes nicht mehr erforderlich ist. Früher wurde als Senderbedienung das Personal bezeichnet, das den Sender zu bedienen hatte. Der Mensch diente also der „Maschine“. Durch den technischen Fortschritt ist die Situation heute dahingehend verändert, daß das technische Personal nicht mehr dienende Funktion an den Sendegeräten ausübt, sondern in Umkehrung der Beziehung die dienende Funktion auf die Geräte übergegangen ist.

Heute „bedient“ man einen Sender nicht mehr, sondern „verfügt“ vom Steuerpult aus über Sendefrequenz, Sendart, Größe der Sendeleistung, Wahl der Nachrichtenquelle und über die Richtung der Ausstrahlung. Der Sender bereitet sich selbsttätig – ohne weitere menschliche Eingriffe oder gar Dienstleistungen – auf die Ausführung dieser Verfügung vor. Nach Ablauf der Einstellzeit meldet der automatisierte Sender an das Bediengerät zurück, daß er zur verfügbungsgemäßen Verwendung bereit ist.

Schaltungstechnisch und konstruktiv wurden Neuerungen an Steuersendern, Senderverstärkern, Modu-

*) Dr. L. Rohde: Steuerung mehrerer Sender mit beliebigen Frequenzen von einer zentral erzeugten Normalfrequenz aus. Deutsches Patent Nr. 859761 mit Schutzrechten vom 30. Juli 1942.

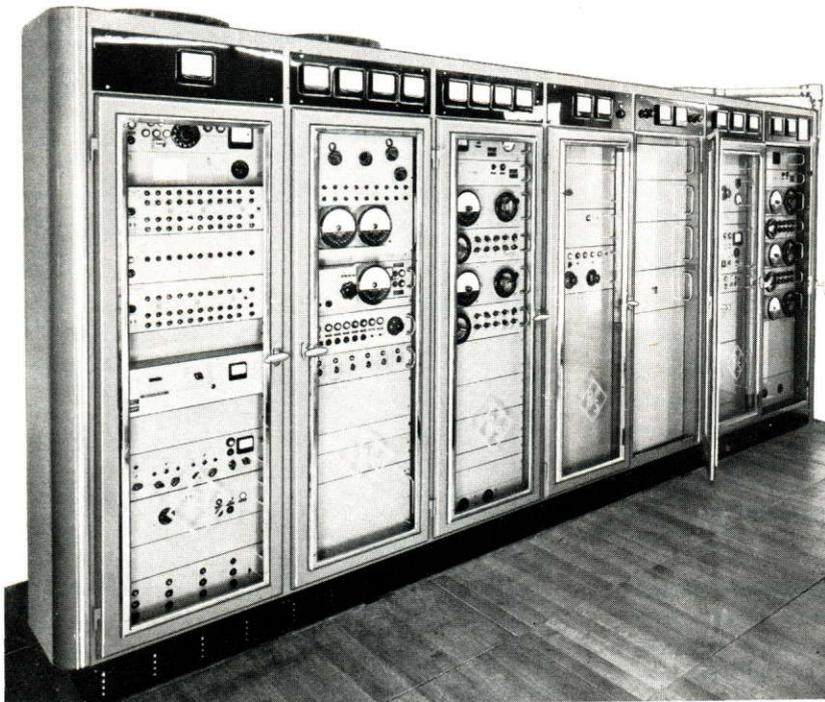


Bild 1 Kurzwellen-Universalsender (35 kW) für die Feinjustierung von zehn Frequenzen. Vorwahlskalen und Schalterregister speichern die Winkelstellungen für die Abstimmeelemente.

Foto 10532

lationsgeräten, Antriebsmechanismen, Rechenwerken und Kühleinrichtungen eingeführt, um die Automatisierung zu erreichen.

Während die Steuersender bereits von H. Flicker und J. Gerhold in ihren Aufsätzen über dekadische Steuerstufen und Meßgeneratoren mit Frequenzsynthese behandelt wurden [6; 7], sollen die übrigen Voraussetzungen für die Gestaltung automatisierter Sender im folgenden geschildert werden. Zur Veranschaulichung dienen Abbildungen aus dem anschließenden Ausführungsbeispiel eines Großsenders. Die Senderverstärker und das Modulationsgerät werden ausführlicher behandelt, weil sie zusammen mit den Steuersendern die Entwicklungsrichtung bestimmen haben. Die Forderung nach Handbedienbarkeit automatisierter Sender wird betrachtet, da der Wert dieser Forderung fragwürdig erscheint.

Senderverstärker

Breitbandverstärker ermöglichen es, ohne Eingriffe in die Schaltung und ohne Veränderungen an den Werten der Schaltelemente ein sehr breites Frequenzband mit konstantem Verstärkungsgrad zu übertragen. Es sind aus der Fachliteratur Verstärker bekannt, die für den gesamten Frequenzbereich der Kurzwellensender von 1,5 bis 30 MHz ausgelegt sind. Da die Stufenverstärkung mit der Bandbreite in einem reziproken Zusammenhang steht, benötigt man bei Breitbandverstärkern eine große Stufenzahl, um einen gewünschten Verstärkungsfaktor zu erreichen. Außerdem muß noch berücksichtigt werden, daß von Senderverstärkern Filteraufgaben zu übernehmen sind, damit die Bandbreite der Aussendung auf das zum einwandfreien Übertragen der Nachricht unerläßliche Maß beschränkt bleibt. Diese Auf-

gabe können Breitbandverstärker nicht erfüllen. Da Antennen für den Kurzwellenbereich komplexe, frequenzabhängige Eingangswiderstände haben, die Verstärker jedoch im allgemeinen mit bestimmten, reellen Außenwiderständen betrieben werden müssen, ist bei der Auswahl von Verstärkerschaltungen auch das Transformations- und Anpassungsproblem zu berücksichtigen, das durch Breitbandverstärker nicht gelöst wird. Lediglich bei Vorverstärkern, die im allgemeinen nicht auf Antennen ausgekoppelt werden, kann man bei kleiner Leistung von Breitbandverstärkern vorteilhaft Gebrauch machen.

Verstärker für mittlere Leistungen werden aus Gründen der Wirtschaftlichkeit häufig als **Bandfilterverstärker** aufgebaut (Beispiel Bild 2). Durch Unter-

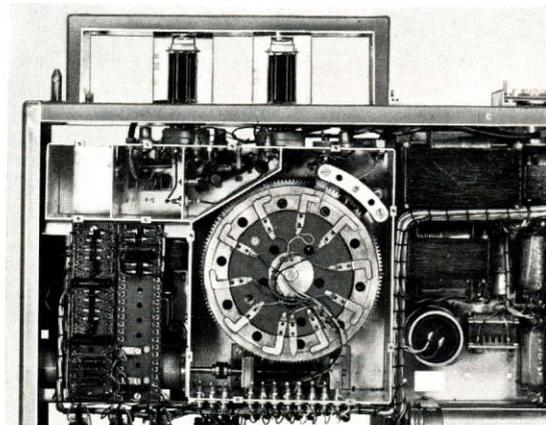


Bild 2 Vorverstärker HS 2029, ein Bandfilterverstärker mit motorisch angetriebener Trommel zum Einstellen der Teilbereiche nach der Information eines Frequenzinformativwandlers (Bild 9).

Foto 13055

teilen des Gesamtfrequenzbereichs in Teilbereiche lassen sich höhere Stufenverstärkungen erzielen, und man kommt mit einer geringeren Anzahl von Verstärkerröhren mittlerer Leistung aus, wodurch der für das Umschalten der Bandfilter bei Frequenzwechsel bedingte erhöhte Aufwand ausgeglichen werden kann. Die Wahl der Unterteilung richtet sich jedoch nicht allein nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten, sondern es sind auch Selektionsforderungen – wie das Unterbinden der Verstärkung nicht erwünschter Nebenschwingungen – zu berücksichtigen.

Alle Endverstärkerstufen – das sind Verstärker, die mit ihrem letzten Entladungsraum*) unmittelbar an die Sendeantennen angekoppelt werden – müssen neben der eigentlichen Verstärkung die zusätzlichen Aufgaben der Transformation und Selektion erfüllen. Sie werden deshalb vorteilhafterweise als **Schmalbandverstärker** ausgeführt. Zwischen drei Varianten kann gewählt werden:

1. Unter **Mehrkanalverstärkern** versteht man Verstärkerkombinationen, die aus mehreren Einzelverstärkern bestehen, von denen stets nur einer in Betrieb ist; jeder dieser Einzelverstärker ist auf eine ganz bestimmte Sendefrequenz abgeglichen. Wegen ihrer sehr speziellen Aufgabe lassen sich die Einzelverstär-

*) Unter „Entladungsraum“ soll hier die Ausgangsseite elektronischer Verstärker verstanden werden; bei einem Röhrenverstärker in Kathodenbasisschaltung beispielsweise also der Anodenraum.

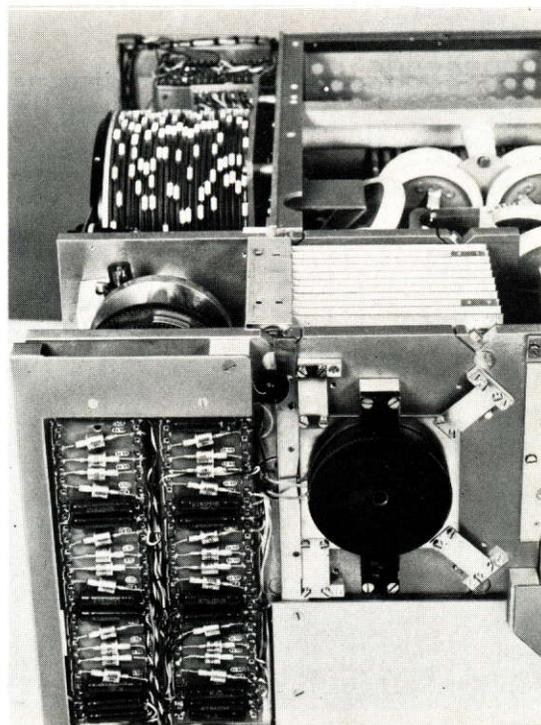


Bild 4 Teilansicht des Verstärkers HS 2030 mit Luftdrehkondensator und Stufengetriebe für den Selbstabstimmvorgang. Links im Hintergrund eine Vorwahlskala zum Speichern von 200 Winkelstellungen, die den 200 Ausgängen des dekadischen Frequenzinformationswandlers (Bild 9) zugeordnet sind. Foto 12797

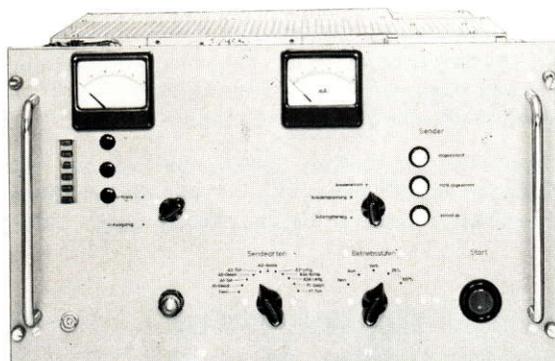


Bild 3 Kurzwellenverstärker HS 2030 für einen selbstabstimmenden 1-kW-Sender, dessen Sendarten und Betriebsstufen auch von einem abgesetzten Bediengerät oder über Fernwirkvorrichtungen geschaltet werden können. Foto 12796

ker mit verhältnismäßig geringen Mitteln aufbauen. Bei Frequenzwechsel eines Mehrkanalsenders wird der zunächst benutzte Verstärker außer Betrieb gesetzt und der für die Aussendung der neuen Frequenz geeignete Verstärker eingeschaltet.

2. Verstärker mit voreingestellten Frequenzen (Beispiel Bild 1) können innerhalb des Frequenzbereichs, für den sie vorgesehen sind, durchgestimmt werden. Das beim Frequenzwechsel erforderliche Umstellen von Abstimmelementen und Regelgliedern wird bei solchen Verstärkern von Servoantrieben durchgeführt [8]. Informationsspeicher halten den Zusammenhang zwischen der Ordnungsnummer des Kanals und der Position der verschiedenen Abstimmelemente fest [1; 9]. Dieser Zusammenhang wird das erste Mal in einem Abstimmvorgang von Hand ermittelt und

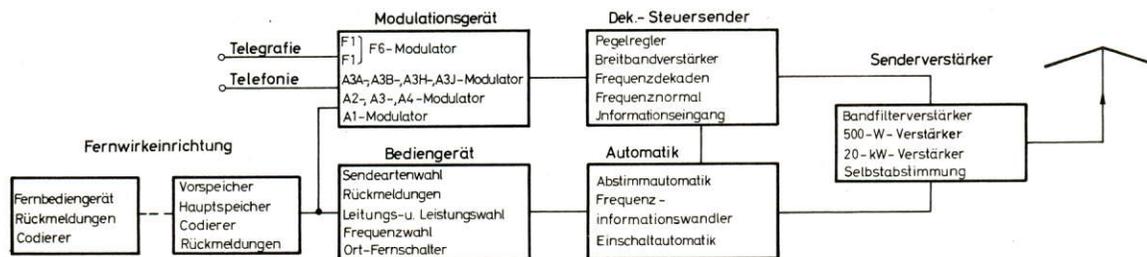
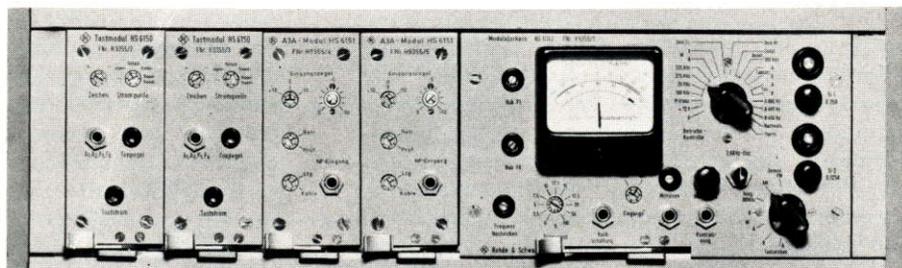


Bild 5 Wirkschema eines Kurzwellen-Universalsenders.

Bild 6 Modulationsgerät NA 3301 zur Durchführung der Sendeararten. Relais empfangen die Informationen vom abgesetzten Sendeartenwahlschalter (Bild 3). Der mit der Nachricht modulierte Hilfsträger gelangt zum Informationseingang des dekadischen Steuersenders (Bild 7). Foto 13514



anschließend oder auch gleichzeitig gespeichert. Bei Aufruf eines bestimmten Kanals, für den außer der Sendefrequenz eine bestimmte Sendearart, Leitung, Antenne und Ausgangsleistung mit festgelegt sein müssen, werden die Abstimmeelemente, Regelglieder und Umschalter durch Relais oder Servomotoren in die durch den Speicher festgelegten Positionen gebracht. Nach Abschluß dieses Einstellvorgangs meldet ein solcher Sender an den Benutzer zurück, daß er betriebsklar ist. Verstärker mit voreingestellten Frequenzen erzielen besonders niedrige Einstellzeiten, da alle Bewegungsvorgänge gleichzeitig ablaufen können.

3. *Selbstabstimmende Verstärker* (Bild 3, 4 und Titelbild) sind vorteilhaft, wenn die benötigte Kanalzahl sehr groß ist oder wenn die Sendeanenne durch Umgebungseinflüsse einen Abhängigkeit von der Zeit stark veränderlichen komplexen Eingangswiderstand aufweist. Selbstabstimmende Verstärker lassen sich einfach aufbauen, wenn ihnen vor dem Selbstabstimmvorgang über die Frequenz der zu verstärkenden Schwingungen eine Vorinformation zukommt, die sich mit Hilfe des später beschriebenen Frequenzinformationswandlers gewinnen läßt. Die am Ausgang dieses Wandlers unmittelbar nach Wahl der Sendefrequenz zur Verfügung stehende Information wird zum Voreinstellen der Verstärkerelemente verwendet, das also gleichzeitig mit dem Einstellen des Steuersenders geschehen kann. Die Voreinstellinformation läßt sich auch durch einen Frequenzbereichsanalysator aus der Anstewerschwingung gewinnen. Dieses Verfahren ermöglicht es zwar, Steuersender beliebiger Bauart zur Ansteuerung solcher selbstabstimmenden Verstärker zu verwenden, bedingt aber, daß der Steuersender bereits auf die auszusendende Frequenz eingestellt ist, bevor die Voreinstellinformation für den selbstabstimmenden Verstärker gewonnen werden kann. Frequenzinformationswandler erzielen demgegenüber eine kürzere Einstellzeit und vermeiden ein doppeltes Umsetzen

der Frequenzinformation, das bei Analysatoren notwendig ist.

Bei modernen Kurzwellensendern wird von allen beschriebenen Verstärker-Ausführungen Gebrauch gemacht. Die Entscheidung, welches Verfahren im Einzelfall gewählt wird, hängt vom Verwendungszweck und von der geforderten Betriebsicherheit ab, da bei komplizierten Gebilden mit einer großen Zahl unterschiedlicher Bauelemente hohe Betriebsicherheit nur durch Auswahl sehr zuverlässiger Einzel-elemente erreicht werden kann.

Modulationsgerät

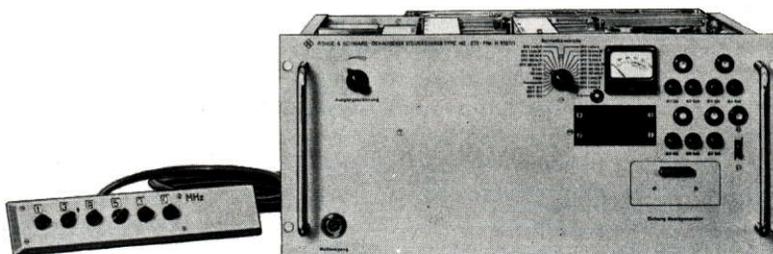
Die Notwendigkeit, den Kurzwellenbereich straff zu ordnen, hat zu der Forderung geführt, daß zum Übertragen einer Nachricht nicht mehr als die unbedingt notwendige Bandbreite aufgewendet werden darf. Diese Forderung ist in wirtschaftlich vorteilhafter Weise nur mit vorstufenmodulierten Sendern zu erfüllen [10]. Die Modulationseinrichtungen solcher Sender lassen sich konstruktiv in einem einzigen Modulationsgerät zusammenfassen. Dadurch wird die Vielzahl von Sendertypen, wie sie gerade im Kurzwellenbereich entstanden war, vom vorstufenmodulierten Universalsender abgelöst (Bild 5).

Das Modulationsgerät (Beispiel Bild 6) regeneriert zunächst die Zeichen und bringt sie in eine Form, die sich zum Aussenden eignet. Die Nachricht wird dann einer von der Sendefrequenz unabhängigen Hilfsträgerschwingung aufmoduliert, und zwar in einer der gewählten Sendearart entsprechenden Weise.

Die modulierte Hilfsträgerschwingung gelangt zum **Informationseingang** *) eines dekadischen Steuersenders (Bild 7), der die Aufgabe hat, die Nachricht

*) H. Nitsche, H. H. Claußen, H. Jörg: Einseitenbandsender für hochfrequente elektrische Wellen. Deutsches Patent Nr. 1115314 mit Schutzrechten vom 21. Juli 1956.

Bild 7 Dekadischer Steuersender NO 270 für den Frequenzbereich von 100 kHz bis 30 MHz. Die Bedien-Einheit für die Frequenzwahl (links) ist vom Steuersender zu trennen und über Kommandoleitungen zu betreiben. Auch der Pegel wird über einen Motor eingestellt und ist damit fernbedienbar. Foto 12992



in die gewünschte Sendefrequenzlage zu transponieren. Auf diesen Steuersender folgt dann der Hochfrequenzverstärkerzug. Verfälschungen der Nachricht beim Durchlaufen der Verstärker müssen vermieden werden. Diese Bedingung erfüllen Linearverstärker; sie schließt den Einsatz beispielsweise von Vervielfachern aus. Der mit Linearverstärkern erzielbare Wirkungsgrad beträgt bei Betrieb mit Elektronenröhren nur etwa 50%. Um höhere Wirkungsgrade zu erreichen, wurden früher für die Sendarten der Frequenzmodulation (F) und der Ein-Aus-Tastung (A 1) Spezialsender mit Klasse-C-Verstärkern verwendet, die jedoch Rand- und Außenband-Aussendungen nicht genügend kleinhalten (CCIR-Empfehlung Nr. 230 und Nr. 232 [10] sowie DIN 45053), so daß heute im Kurzwellengebiet der mit linearen B-Verstärkern ausgerüstete, vorstufenmodulierte Universalsender allein noch allen Forderungen gerecht wird.

Universalsender

Universalsender sind naturgemäß aufwendiger und umfangreicher als Spezialsender. Dies kann jedoch durch geeignete Aufteilung des Senders in universelle Baueinheiten wieder wettgemacht werden, wenn es gelingt, so zu untergliedern, daß die Baueinheiten – ausgebildet als Einschübe, Teileinschübe oder Kassetten – für sich funktionsfähige Einheiten darstellen und daher an verschiedenen Stellen und sogar für unterschiedliche Sender in gleichbleibender Form verwendet werden können. Die dadurch möglichen größeren Stückzahlen gleicher Gerätetypen (Baueinheiten) erlauben erhöhten Entwicklungsaufwand, rationellere Fertigungsmethoden und damit hohe Qualität.

Mit derartig durchgebildeten Baueinheiten lassen sich Universalsender herstellen, deren Preis nur unwesentlich über dem von Spezialgeräten liegt. Andererseits wird der höhere gerätetechnische Aufwand bezüglich seiner Auswirkung auf die Betriebssicherheit durch die hohe Qualität und Zuverlässigkeit der Baueinheiten ausgeglichen. Seit vielen Jahren ist diese Idee der **Modulbauweise** im Senderbau von Rohde & Schwarz konsequent verfolgt worden. Die Einführung des Informationseinganges bei unseren dekadischen Steuersendern und die daraus sich ergebende neue Aufbauweise – Modulationsgerät → Steuersender → Sendeverstärker – ist ein Beispiel für die Fortschritte, deren Wurzeln in dem Wunsch nach Einführung der Modulbauweise zu suchen sind.

Der herkömmliche Begriff der **Handbedienbarkeit** ist nicht genügend genau gefaßt. Die Elemente eines Senders, wie Schalter, Potentiometer, Spulen und Kondensatoren, müssen sicher nicht unmittelbar mechanisch zu betätigen sein. Schon bevor der Begriff des fernbedienbaren Senders bekannt wurde, war es ja üblich, elektromechanische Antriebsmechanismen in Sendern anzuwenden. Nur wenn man der Betriebssicherheit solcher elektromechanischen An-

triebe mißtrauen müßte, hätte es Sinn, die unmittelbare Betätigung zu fordern. Da zu Zwecken der Selbstabstimmung und der Fernbedienung elektromechanische Hilfsmittel unerlässlich sind, bedingt die Forderung nach unmittelbarer mechanischer Zugänglichkeit der Abstimmeelemente im allgemeinen die Anwendung von Kupplungen. Hierdurch wird aber der gesamte Mechanismus kompliziert. Es ist richtiger, den seltenen Handbetrieb automatisierter Sender durch zwischengeschaltete Antriebsmotoren zu „belasten“, als den normalen Automatikbetrieb durch die sonst erforderlichen Kupplungen zu gefährden.

Beispiel einer Ferneinstellung und Selbstabstimmung

Die Anwendung der vorstehenden Überlegungen wird an einem 20-kW-Kurzwellen-Universalsender mit Selbstabstimmung und Fernbetätigung gezeigt (Bild 8).

Am fernen Ort steht das **Fernbediengerät**, mit dem u. a. über die Sendefrequenz, die Sendart und Sendeleistung verfügt werden kann. Die Verfügungen werden an den einen Teil einer Fernwirkeinrichtung weitergeleitet, die ein Impulstelegramm erzeugt, das über eine Wechselstrom-Telegrafie-Einrichtung an den zweiten Teil der Fernwirkeinrichtung – in der Nähe des Steuersenders – weitergegeben wird. Dieser setzt das Impulstelegramm wieder in Einzelverfügungen um, die in einem **Vorspeicher** gesammelt werden. Die in der Fernwirkeinrichtung angewendete **Codierung** stellt sicher, daß Übertragungsfehler erkannt werden. Die Übertragung als fehlerhaft erkannter Gruppen wird wiederholt.

Erst wenn man am Fernbediengerät die Auslösetaste drückt, wird die Information des Vorspeichers in einen **Hauptspeicher** übertragen, der den Sender steuert: Die Antriebe des Kurzwellensenders laufen, bis die verfükungsgemäße Position erreicht ist. Nach Abschluß des Einstellvorgangs gibt der Hauptspeicher eine Steuerquittung. Der zur Fernwirkeinrichtung gehörende Hauptspeicher kann auch durch ein – am Standort des Steuersenders aufgestelltes – **Bediengerät** ersetzt werden.

Die zum Einstellen des Senders erforderlichen Informationen werden vom Bediengerät bzw. vom Hauptspeicher gleichzeitig an den dekadischen Steuersender, an einen Frequenzinformationswandler, an das Modulationsgerät, an den Leitungswahlschalter, den Sendartenwahlschalter, den Antennenwahlschalter und den Leistungswahlschalter geleitet. Die genannten Einrichtungen sind so aufgebaut, daß sie diese Einstellverfügungen unmittelbar auswerten können. Da die Bandfilter- und Schmalbandverstärker Voreinstellinformationen benötigen, die in einem analogen Zusammenhang mit der Frequenz der Sendeschwingung stehen, wird in dem **Frequenzinformationswandler** die dekadisch gegebene Frequenzinformation in eine Analoginformation umgewandelt (Bei-

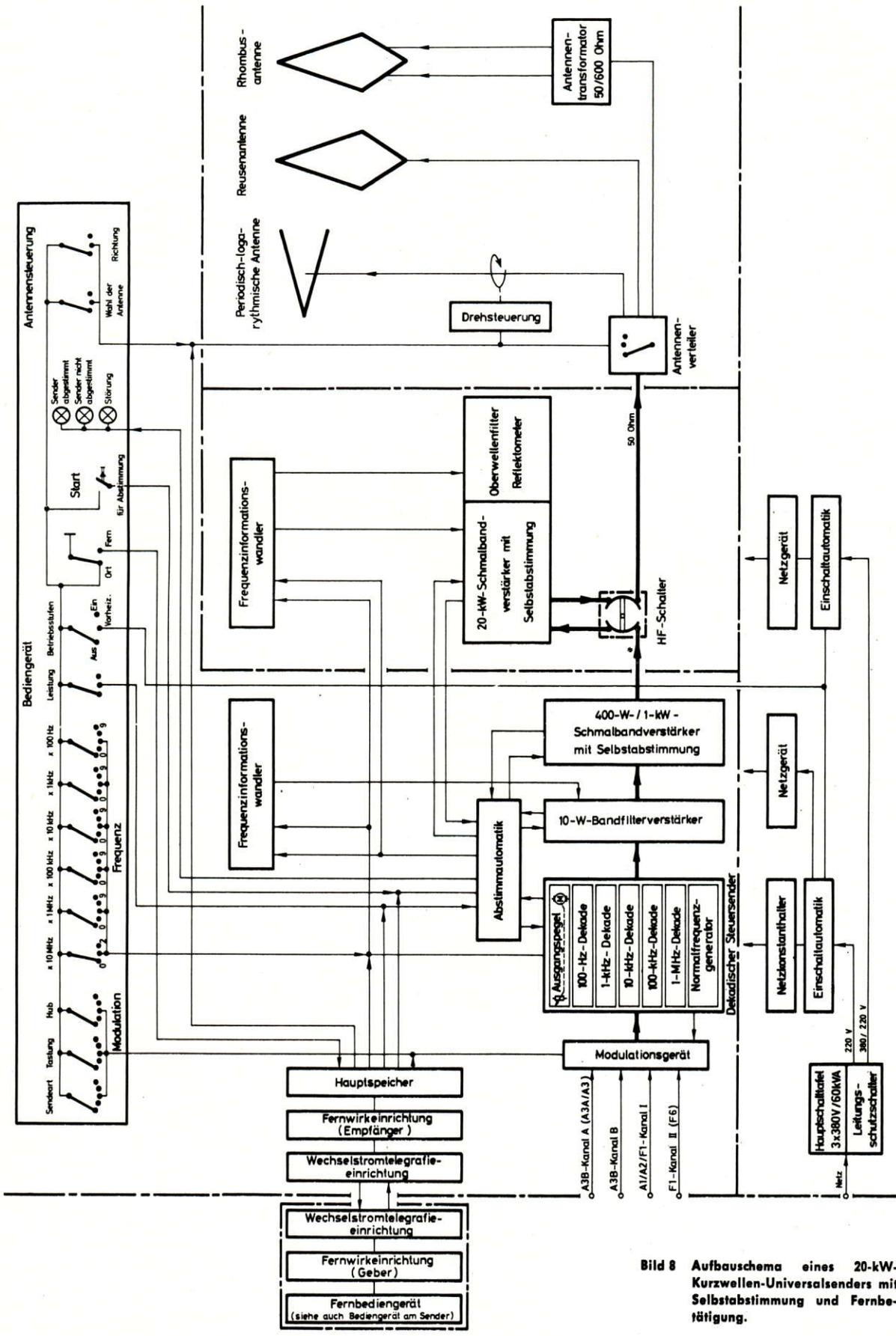


Bild 8 Aufbau eines 20-kW-Kurzwellen-Universalsenders mit Selbstabstimmung und Fernbedätigung.

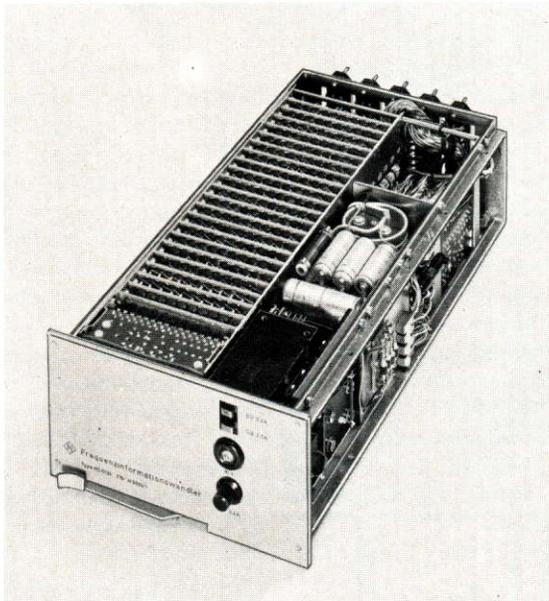


Bild 9 Frequenzinformationswandler HS 6135 mit elektronischen Grundschalteinheiten. Die Eingangsschaltung nimmt vier Dekaden auf; die Ausgangsschaltung besteht aus 200 Einzelausgängen zur Aufteilung der Eingangsinformation in eine geometrisch gestufte Folge. Foto 13423

spiel Bild 9). Als Analoginformation dient eine geometrisch gestufte Folge, die den Gesamtfrequenzbereich von 1,5 bis 30 MHz in etwa 200 Unterbereiche unterteilt. Der Übergang von der dekadischen Frequenzinformation auf diese geometrisch gestufte Folge wird im Frequenzinformationswandler mit Diodenmatrizen erreicht. Da die meisten der vorinzustellenden Elemente mit weniger als 200 Stufen auskommen, faßt man mehrere Stufen wiederum mit Hilfe von Dioden zusammen und ordnet so die Ein-

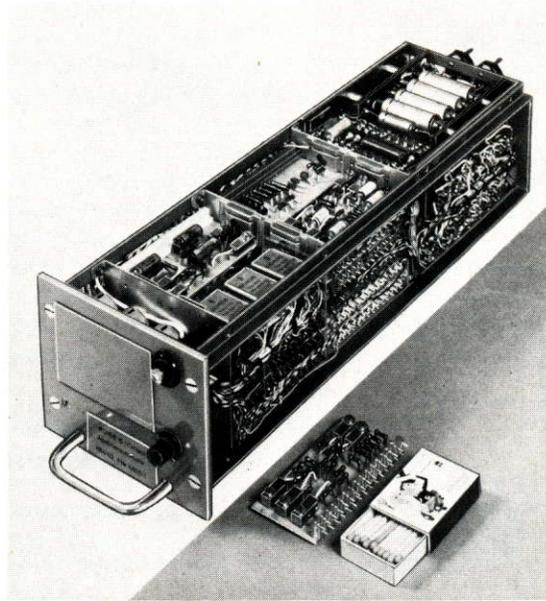


Bild 10 Abstimmautomatik HS 6102, ein Teileinschub für die Ablaufsteuerung des Selbstabstimmvorgangs. Foto 12801

stellung des vorinzustellenden Elementes der dekadisch vorgegebenen Sendefrequenz auf eindeutige Weise zu.

Nachdem die aus einem 10-W-Bandfilterverstärker, einem 400-W- und einem 20-kW-Schmalbandverstärker bestehende Verstärkerkette voreingestellt ist, läuft zunächst der **Selbstabstimmvorgang** des 400-W-Verstärkers auf den Gitterkreis des 20-kW-Verstärkers ab (Bild 10). Er ist in der Patentanmeldung R 32454 (298-P) „Verfahren und Anordnung zum selbständigen Abstimmen von elektrischen Netzwerken“ beschrieben. Anschließend wird der Selbstabstimm-

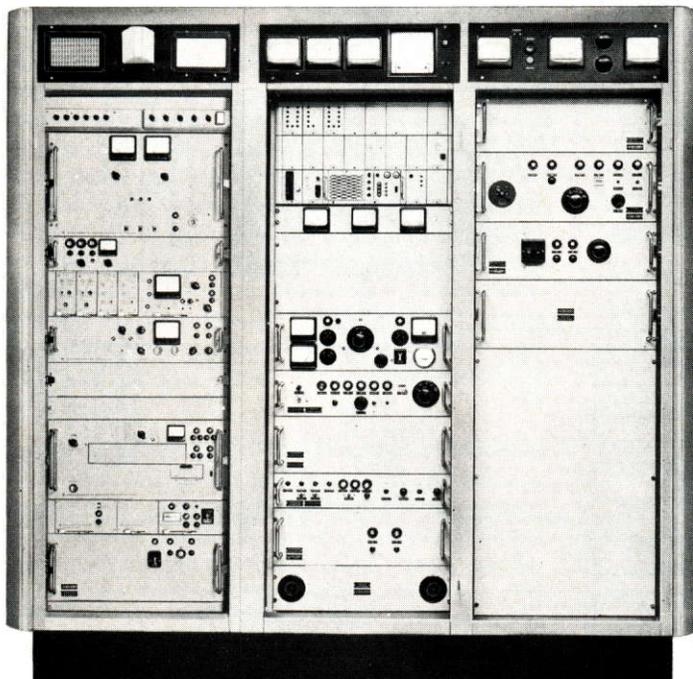


Bild 11 Feinjustierbarer 20-kW-Kurzwellen-Universalsender (1,5 bis 30 MHz) mit Selbstabstimmung.

vorgang für den 20-kW-Verstärker gestartet. Wenn alle Antriebselemente zur Ruhe gekommen sind, meldet der Sender den Bereitschaftszustand und ist dann zur Nachrichtenübertragung bereit.

Da moderne Kurzwellensender sowohl in den Arten der Amplitudenmodulation als auch in denen der Frequenzumtastung für das Übertragen von je zwei voneinander unabhängigen Nachrichten eingerichtet sind, ist das Modulationsgerät mit zwei Telefonieingängen und mit zwei Telegrafieeingängen ausgerüstet. Die diesen Eingängen zugeführten Nachrichtenschwingungen werden entsprechend der mit dem Sendeartenwahlschalter festgelegten Sendearart einer Hilfsträgerschwingung aufmoduliert, die an den Informationseingang des dekadischen Steuer-senders weitergeleitet wird. Der dekadische Steuer-sender setzt die mit der Nachricht modulierte Hilfs-trägerschwingung in die modulierte Schwingung der gewünschten Sendefrequenzlage um. In den nachfolgenden Verstärkern wird die Leistung der aus-zusendenden Hochfrequenzschwingung auf das be-absichtigte Maß verstärkt.

Der Sender wurde so gestaltet, daß seine Elemente bis einschließlich des 400-W-Verstärkers eine selbständige Sendereinheit bilden. Als Ausführungs-beispiele zeigen die Bilder 11 und 12 den konstruk-tiven Aufbau von Kurzwellen-Universalsendern mit 20 kW und 1 kW Leistung.

Ein Vorzug der verbesserten **Druckluftkühlung** ist der leichte Überdruck im Kastengehäuse (Bild 12 rechts). Der Lüfter drückt die Zuluft in die Seitenkammern, aus denen sie über Schlitze an die zu kühlenden Ein-bauten geführt wird. Die Warmluft steigt im hinteren Mittelraum hoch und kann in einen Abzugsschacht geführt werden.

Während bei Sendern mit Nennleistungen über 10 kW im allgemeinen Breitbandantennen und Breit-

bandantennen-Transformatoren angewendet wer-den [11], sind bei kleineren Sendeleistungen noch immer Peitschen- und Langdrahtantennen – vor allem bei mobiler Verwendung – üblich. Um solche Anten-nen an den in Bild 12 gezeigten 1-kW-Sender an-schließen zu können, wurde bei Rohde & Schwarz ein **selbsttätiges Antennenanpaßgerät** entwickelt.

H. H. Claußen und H. Leitmaier

Eingegangen: November 1963

LITERATUR

- [1] Nitsche, H., und Claußen, H. H.: Die Automatisierung von Sendern und Sendeanlagen. Rohde & Schwarz-Mitteilungen 5 (1956) H. 8, S. 45–47.
- [2] Hacks, J.: Extrem hohe Treffsicherheit bei KW-Empfängern. Rohde & Schwarz-Mitteilungen 7 (1958) H. 10, S. 133–136.
- [3] Hacks, J., und Grabe, K.: Funktelegrafieempfang in An-lagen mittlerer Größe. Rohde & Schwarz-Mitteilungen 7 (1958) H. 11, S. 206–214.
- [4] Hacks, J.: Zur Technik moderner Kurzwellen-Empfänger. Nachrichtentechnische Fachberichte 12 (1958) S. 15–20.
- [5] Vollzugsordnung für den Funkdienst, Genf 1959. Heraus-gegeben vom Bundesministerium für das Post- und Fern-meldewesen. Gedruckt in der Bundesdruckerei (1961).
- [6] Flicker, H., und Gerhold, J.: Dekadische Steuerstufen für Lang-, Mittel- und Kurzwellensender. Rohde & Schwarz-Mit-teilungen 4 (1955) H. 7, S. 470–472, und Rohde & Schwarz, Die Kurzinformation 3 (1963) H. 5/6, S. 42–44.
- [7] Flicker, H.: Meßgeneratoren nach dem Verfahren der Fre-quenzsynthese. Rohde & Schwarz-Mitteilungen 10 (1961) H. 15, S. 6–10.
- [8] Claußen, H. H., Hänslar, F., und Krönes, H.: Aktive und passive Reserve. Rohde & Schwarz-Mitteilungen 2 (1953) H. 4, S. 238–245.
- [9] Leitmaier, H., und Scheuerecker, F.: Die Kurzwellen-Sender-anlage in Grimeton, Schweden. Rohde & Schwarz, Die Kurz-information 1 (1961) H. 4, S. 26–28.
- [10] CCIR Documents, Los Angeles 1959. Volume I, Recommenda-tions. Gedruckt in International Telecommunication Union Geneva (1959).
- [11] Greif, R.: Logarithmisch-periodische Antennen. Nachrichten-technische Fachberichte 9 (1961) S. 113–117.

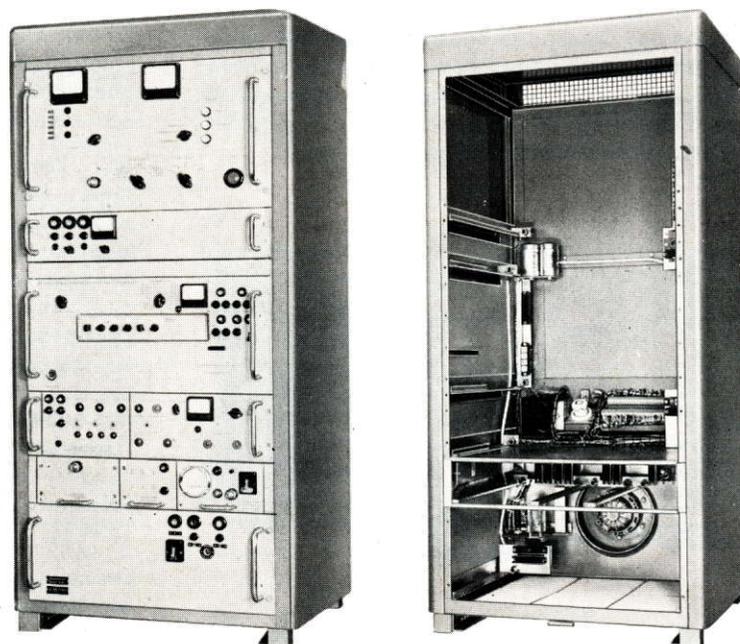


Bild 12 Feinjustierbarer 1-kW-Kurzwellen-Universalsender (1,5 bis 30 MHz) mit Selbstabstimmung. Das Kasten-gestell (rechts) wird mit seinem großflächigen Luftfilter am Boden direkt auf den Luftschacht gestellt. Ein Lüfter erzeugt einen leichten Überdruck im Kastengestell.

Foto 12554 und 12794