

In einer Sendeanlage muß die Antennenimpedanz dem Wellenwiderstand der Zuleitung angepaßt werden. Diese Aufgabe übernimmt das Antennenanpaßgerät HS 9123/1, es wird vom Programmiergerät GP 001 aus gesteuert. Zwei weitere Zusatzgeräte — das Lochkarten-Bediengerät GB 001 und der Lochkartenspeicher GP 002 — ermöglichen eine programmierte Abstimmung der Anlage.

Programmierbare Antennenabstimmereinheit und ihr Einsatz mit dem KW-Sender SK 1/39 ..

Aufgabe und Eigenschaften der Abstimmereinheit

Die Zuverlässigkeit einer Kurzwellenverbindung hängt wesentlich von der Antennenanlage ab, auf deren Ausführung und Anpassung deshalb besonderer Wert gelegt werden muß. Für den Kurzwellenbereich unterscheidet man folgende Antennentypen:

- ▷ Mechanisch auf Resonanz abgestimmte Antennen (Viertelwellen-Stabantennen, Halbwellendipol, Oberwellen-Langdrahtantennen).
- ▷ Mit einem Absorptionswiderstand abgeschlossene Antennen (Rhombusantennen).
- ▷ Infolge ihrer Dimensionierung breitbandige Antennen (Reusenantennen, logarithmisch-periodische Antennen).

Besonders im Grenz- und unteren Kurzwellenbereich bedingen diese Antennenformen verhältnismäßig große Abmessungen, die in den meisten Fällen unerwünscht oder nicht realisierbar sind. Im Schiffseinsatz, im mobilen Betrieb (Funkwagen), bei kleineren stationären Anlagen (Antennen auf dem Hausdach) oder ähnlichem haben sich Stab- oder Langdrahtantennen mit Antennenanpaßgeräten am Fußpunkt der Antenne bewährt. Dabei hat das Abstimmaggregat (Antennenanpaßgerät und Programmiergerät) die Aufgabe, den frequenzabhängigen Eingangswiderstand der Antenne auf den Wellenwiderstand Z_L des von der Senderstufe ankommenden HF-Kabels zu transformieren.

Antennenanpaßgerät HS 9123/1

Das Antennenanpaßgerät (Bild 1) ermöglicht die Anpassung von 7-m- bis 12-m-Peitschen- und Stabantennen sowie von Langdrahtantennen (10 bis 30 m) an den Kabelwellenwiderstand $Z_L = 50 \Omega$.

Die benötigte Einstellzeit für das Anpaßgerät liegt unter 50 ms. Die maximal zulässige HF-Senderleistung beträgt $1 \text{ kW}_{\text{eff}}$. Zum Ansteuern sind etwa 45 Adern

nötig, wobei die maximal zulässige Entfernung zum Programmiergerät bei $0,5 \text{ mm}^2$ Aderquerschnitt und zehnfachem Rückleiter rund 300 m betragen darf.



Bild 1 Antennenanpaßgerät HS 9123/1.

Foto: SHN

Dimensionierung

Da sich kurze Stab- und Peitschenantennen sowie Langdrahtantennen im Grenz- und unteren Kurzwellenbereich kapazitiv verhalten, wurde als Transformations-Grundschialtung ein π -Halbglied mit induktivem Längszweig (antennenseitig) und kapazitivem Querszweig (kabelseitig; Verbesserung der Oberwellensiebung) gewählt. Zur Erweiterung des Transformationsbereiches für den Fall, daß die Antenne oberhalb ihrer ersten Resonanzfrequenz betrieben wird, dienen Kondensatoren parallel zur Antenne und in Serie zum induktiven Längszweig.

Um die Gesamtabstimmzeit der Sendeanlage möglichst niedrig zu halten, enthält die Abstimmereinheit keine mechanisch angetriebenen Bauelemente wie Variometer und Drehkondensatoren, sondern binär gestufte, digital schaltbare Induktivitäten und Kapazi-

täten (Bild 2), die nach folgenden Gesichtspunkten dimensioniert wurden:

Das kleinste notwendige Element (kapazitiv C_1 und induktiv L_1) ist eine Funktion der zulässigen Welligkeit, der höchsten Betriebsfrequenz und des niedrigsten Realteils der Antennen- und Antennenanpaßgerät-Impedanz im abgestimmten Zustand. Die erforderliche Maximalinduktivität L_s im Längsweig ist

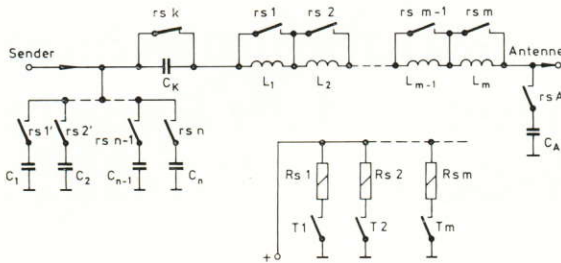


Bild 2 Prinzipschaltung des Antennenanpaßgerätes mit binär gestuftem, digital schaltbarem Längs- und Querzweig. Die Schaltung enthält außerdem die Erweiterungskondensatoren C_A und C_K .

durch die bei der tiefsten Betriebsfrequenz anzupassende Antenne mit der größten Eingangsimpedanz gegeben und beträgt:

$$L_s = \sum_{i=1}^{i=m} L_i = L_1 (2^m - 1).$$

Aus dieser Bedingung läßt sich leicht die Anzahl m der Elemente im Längsweig berechnen. Die notwendige Maximalkapazität C_s im Querzweig wird aus dem bei der tiefsten Betriebsfrequenz vorhandenen Realteil, der sich aus der Zusammenschaltung von Antenne und Anpaßgerät ergibt, ermittelt. Es gilt:

$$C_s = \sum_{j=1}^{j=n} C_j = C_1 (2^n - 1),$$

woraus sich dann die Anzahl n der Elemente im Querzweig bestimmen läßt.

Eigenschaften

Die HF-Bauelemente werden aus Raum- und Zeitersparnisgründen und wegen des geringen Steuerleistungsbedarfs durch HF-Vakuumrelais geschaltet. In der mit Lochkarten vorprogrammierten Ausführung betragen die Einstellzeiten maximal 50 ms. Die notwendige Relais-Steuerspannung liegt bei 26,5 V-, die mittlere Stromaufnahme etwa bei 1,5 A ($I_{max} = 3$ A). Die Spulen im Längsweig des Antennenanpaßgerätes bestehen aus Keramik-Trägermaterial mit aufgedampften Silberwindungen, so daß ein möglichst geringer Temperaturgang und eine hohe Güte gewährleistet sind. Aus denselben Gründen werden im Querzweig Keramik Kondensatoren verwendet. Durch die hohen Güten der verwendeten Bauelemente ergeben sich gegenüber Antennenanpaßgeräten mit Variometern bessere Werte für den Wirkungsgrad (Bild 3).

Der niedrige Wirkungsgrad bei den tiefen Frequenzen ist technologisch und physikalisch bedingt. Einerseits läßt sich die Güte von Leistungsspulen im Kurzwellenbereich nicht in beliebige Höhen treiben, andererseits folgt der Strahlungswiderstand kurzer Stabantennen im genannten Frequenzbereich der Gleichung $R_s \approx 400 \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2 \Omega$, was bei einer 12-m-Stabantenne und der Betriebsfrequenz 2,0 MHz ($\lambda = 150$ m) einem Strahlungswiderstand $R_s \approx 2,56 \Omega$ entspricht.

Bei der Frequenz 2 MHz werden in dem vorliegenden Beispiel etwa 65% der angelieferten HF-Leistung im Antennenanpaßgerät in Wärme umgesetzt. Wegen der geringen Abmessungen des Antennenanpaßgerätes kühlt man die wärmeerzeugenden Bauelemente mit gefilterter Frischluft. Zum thermischen Schutz des Antennenanpaßgerätes bei Ausfall des Lüfters oder der Betriebsspannung dient ein Luftstromkontakt, der mit der Blockschleife der Sendeanlage gekoppelt ist.

Das Antennenanpaßgerät ist als Einschub in einem spritzwasserfesten Metallgehäuse untergebracht. Zur Stoß- und Schwingungsdämpfung wird das Gerät über vier Ganzmetalldämpfer auf eine Trägerplatte oder einen Trägerrahmen geschraubt. Sämtliche Anschlüsse (Antenne – Erde) und Stecker (Steuerleitungen, Netzspannung) befinden sich auf der Frontplatte. Die Verbindung zwischen Antenne und Antennenanpaßgerät erfolgt hochohmig über einen Keramikisolator.

Programmiergerät GP 001

Die Einstellung des Anpaßgerätes, die von der Sendefrequenz und der verwendeten Antenne abhängt, wird am Programmiergerät vorgenommen; auf Grund eines einfachen Suchprinzips ist sie rasch zu finden.

Die Transformationselemente im Anpaßgerät werden über Drucktasten auf der Deckplatte des Programmiergerätes angesteuert (Bild 4). Ein Klappdeckel schützt die Bedienelemente gegen zufälliges Berühren.

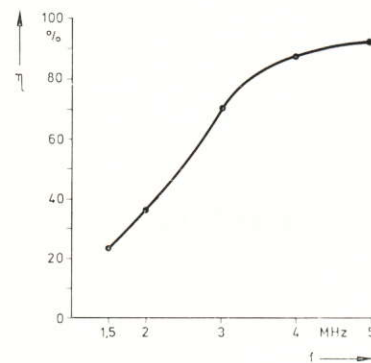


Bild 3 Wirkungsgrad einer 12-m-Stabantenne in Verbindung mit dem Antennenanpaßgerät HS 9123/1. Die Antennen- und Erdnetzverlustwiderstände wurden mit $0,5 \Omega$ angesetzt.

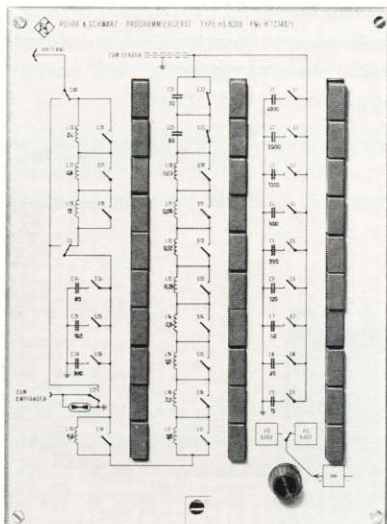


Bild 4 Programmiergerät GP 001.

Foto 19 267

Lochkartenspeicher GP 002

Soll die Anpaßeinheit (GP 001 und HS 9123/1) mit irgend einem KW-Rastersender zusammenarbeiten, so wird für den Betrieb mit Kanalaufsuchung der Lochkartenspeicher GP 002 dem Programmiergerät GP 001 vorgeschaltet. Der Lochkartenspeicher kann beliebig oft kaskadiert und mit dem Programmiergerät fest verschraubt werden. Auf einer Lochkarte lassen sich fünf verschiedene Einstellungen des Anpaßgerätes vorprogrammieren. Ein Lochkartenspeicher kann jeweils eine Lochkarte aufnehmen. Für mehr als fünf Kanäle muß das Gerät entsprechend oft kaskadiert werden. Die fünf vorprogrammierten Einstellungen pro Gerät werden über fünf erdfreie und von der übrigen Steuerung galvanisch getrennte Steuerleitungen (24 V, 50 mA) aufgerufen.

Anwendung der neuen Abstimm- einheit in Verbindung mit dem Sender SK 1/39..

Betrachtet man die Begriffe Zuverlässigkeit und Ökonomie im Zusammenhang mit dem Gebiet der drahtlosen Nachrichtenübertragung im Grenz- und Kurzwellenbereich, so ergeben sich folgende Feststellungen: Mit Einführung der Einseitenbandausstrahlung erreicht man eine Verdopplung der Kanalzahl und durch Selbstabstimmung der Sender eine Verminderung des Zeitaufwands beim Wechsel der Betriebsfrequenz.

Da die manuelle Bedienung eine zu beachtende Fehlerquelle darstellt, steigt mit der Selbstabstimmung des Senders gleichzeitig die Betriebssicherheit. Um Fehlbedienungsmöglichkeiten sowie Einstellzeiten noch mehr zu senken, ist es nötig, den Frequenzwechsel weiter zu rationalisieren. — Genauer betrachtet setzt

sich ein Frequenzwechsel zusammen einmal aus der manuellen Einstellung der Sendefrequenz, der Betriebs- sowie Sendart und zum anderen aus der Abstimmung der Sendeanlage.

Die Abstimmzeit beträgt bei selbstabstimmenden Sendern nur wenige Sekunden (beim Universal-Kurzwellensender SK 1/39.. maximal 8 s). Die manuelle Einstellung beansprucht dagegen ein Vielfaches dieser Abstimmzeit und hängt noch als einziges von der Korrektheit und Geschicklichkeit des Bedienenden ab.

Es liegt auf der Hand, vor allem das Einstellen des Senders zu rationalisieren. Da für die meisten kommerziellen Sender der Sendebetrieb nur auf einer begrenzten Anzahl von Frequenzen gestattet ist, bietet sich als einfachste Lösung die Kanalrasterung der Sendeanlage an. Wegen des großen Aufwands

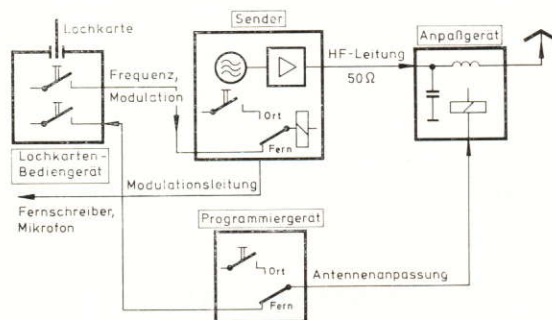
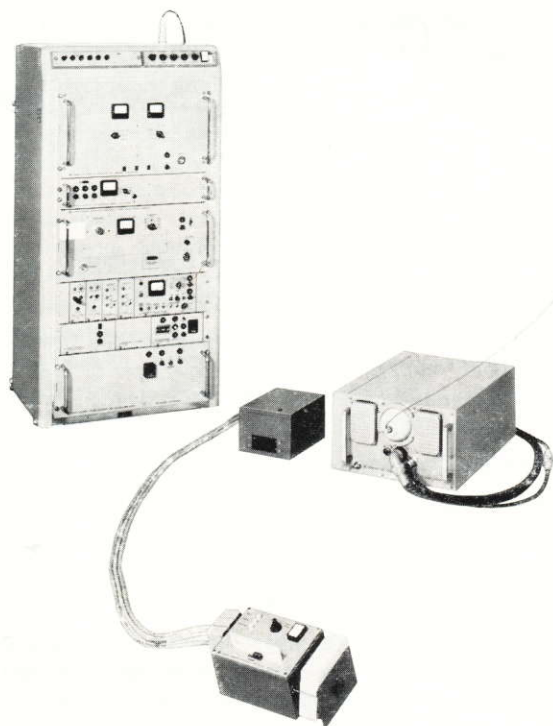


Bild 5 Foto und Schaltung der Sendeanlage mit 1-kW-Kurzwellen-Universalsender SK 1/39.., Antennenanpaßgerät HS 9123/1, Programmiergerät GP 001 und Lochkarten-Bediengerät GB 001.
Foto 16 793

beim Speichern der den Frequenzen zugeordneten Einstellungen bei bisher bekannten Rastersendern blieb es bei relativ geringen Kanalzahlen.

Das neue Lochkarten-Bediengerät GB 001 gestattet es, eine Sendeanlage auf beliebig viele voreingestellte Programme schnell und sicher umzustimmen. Ein Programm beinhaltet die Einstellbefehle für Frequenz,

Schubfach für etwa 30 Lochkarten. Die Karten bestehen aus einem verschleißarmen Kunststoff; sie sind beliebig oft umprogrammierbar und am oberen Rand beschriftbar.

Zum Programmwechsel wird die entsprechende Lochkarte in den Schlitz auf der Frontplatte des Bediengerätes gesteckt und mit dem Verriegelungsschalter

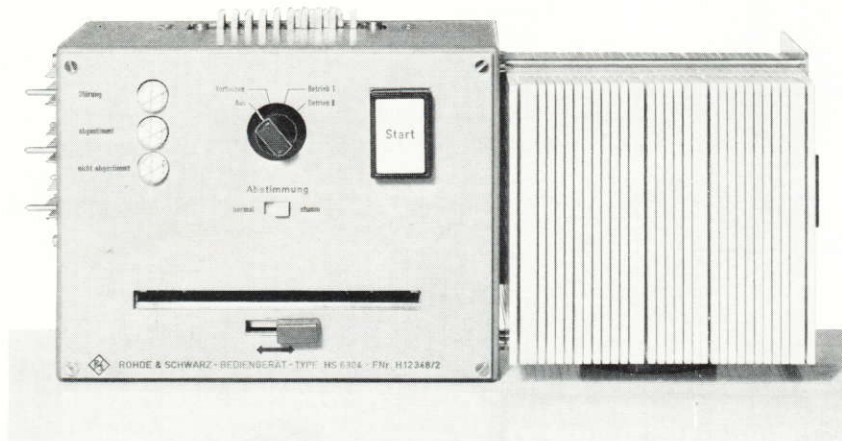


Bild 6
Lochkarten-Bediengerät GB 001.
Foto 19265

Sendertart sowie Hub und Tastgeschwindigkeit und auch die Befehle für das Antennenanpaßgerät.

Bild 5 zeigt eine moderne Sendeanlage. Sie besteht aus dem 1-kW-Kurzwellen-Universalsender SK 1/39..., dem Antennenanpaßgerät HS 9123/1, dem Programmiergerät GP 001 und dem Lochkarten-Bediengerät GB 001.

Bei Breitbandantennen erübrigt sich die Abstimmereinheit. Zur Sendeanlage gehören dann nur noch der Universalsender SK 1/39... und das Lochkarten-Bediengerät GB 001.

Wenn in einer Sendeanlage dieselbe Antenne und Betriebsfrequenz öfter verwendet werden, speichert man die Einstellung des Antennenanpaßgerätes und die Frequenz auf einer Lochkarte. Der Frequenzwechsel wird dann durch einfachen Austausch der programmierten Lochkarte im Bediengerät GB 001 vorgenommen.

Die praktische Erfahrung zeigt, daß auch umweltbedingte Änderungen des Antenneneingangswiderstands (z. B. Witterungseinflüsse, Vereisung oder Änderung des Aufstellungsortes) durch die Selbstabstimmung des Senders SK 1/39... ausgeglichen werden.

Lochkarten-Bediengerät GB 001

Das Bediengerät (Bild 6) ist von der Sendeanlage abgesetzt (bis zu 300 m ohne Zusatzstromquelle) oder mit dem Programmiergerät GP 001 zu einer Einheit verschraubt zu betreiben. Rechts enthält das Gerät ein

gesichert. Ein Druck auf die Start-Taste löst dann den Selbstabstimmvorgang des Senders SK 1/39... aus.

Auf der Frontplatte des Lochkarten-Bediengerätes melden drei Schanzeichen, ob der Sender abgestimmt, nicht abgestimmt oder gestört ist.

S. H. Neumann; W. Port

Kurzdaten der Geräte

Antennenanpaßgerät HS 9123/1

Frequenzbereich	1,5... 30 MHz
Zulässige HF-Leistung	< 1 kW _{eff} , 1 kW PEP
Kabelwellenwiderstand	50 Ω
Welligkeit	< 1,5
Einstellzeit	< 50 ms
Temperaturbereich	- 40... +65 °C
Breite × Höhe × Tiefe	390 mm × 232 mm × 550 mm

Programmiergerät GP 001

Breite × Höhe × Tiefe	180 mm × 135 mm × 240 mm
Gewicht	7 kg

Lochkartenspeicher GP 001

Speicherkapazität	5 Kanäle pro Lochkarte, beliebig kaskadierbar
Breite × Höhe × Tiefe	180 mm × 100 mm × 80 mm
Gewicht	3 kg

Lochkarten-Bediengerät GB 001

Breite × Höhe × Tiefe	180 mm × 100 mm × 140 mm
Gewicht	3 kg