

Selektive aktive HF-Empfangsantenne HE 020 und Abstimmsteuerung GS 017 ergeben die Antennenanlage AK 001: Sie stimmt sich in Millisekunden – gesteuert über den Frequenzinformationsausgang des HF-Empfängers – automatisch auf die Empfangsfrequenz ab und gewährleistet einen störungsfreien Empfang selbst in unmittelbarer Nähe starker Sender. Die Stabantenne ist nur 1 m lang, die gesamte Anlage außerordentlich robust, und die Versorgungsspannung darf zwischen 19 und 30 V liegen, Merkmale, die die Anlage auch für den mobilen Einsatz prädestinieren.

Störsicherer Empfang mit selektiver aktiver HF-Antennenanlage AK 001

Die elektromagnetische Verträglichkeit benachbarter Sende- und Empfangsantennen gehört zu den zentralen Problemen bei Planung und Betrieb von Funksystemen. In der Nähe von Sendeantennen können Feldstärken von mehr als 100 V/m auftreten, die in den Empfangsgeräten oft zu störenden Mischproduktbildungen, Übersteuerungseffekten oder sogar Zerstörungen führen. Bei diesen schwierigen Betriebsfällen

garantiert die neue selektive aktive Empfangsantennenanlage AK 001 (BILD 1) störsicheren Empfang [1]. In der Anlage sind die selektive aktive HF-Empfangsantenne HE 020 und die Abstimmsteuerung GS 017 zu einer Funktionseinheit zusammengefaßt, die sich über den Frequenzinformationsausgang des Empfängers in maximal 5 ms automatisch auf die gewählte Empfangsfrequenz im Bereich 1,5 bis 30 MHz einstellt.

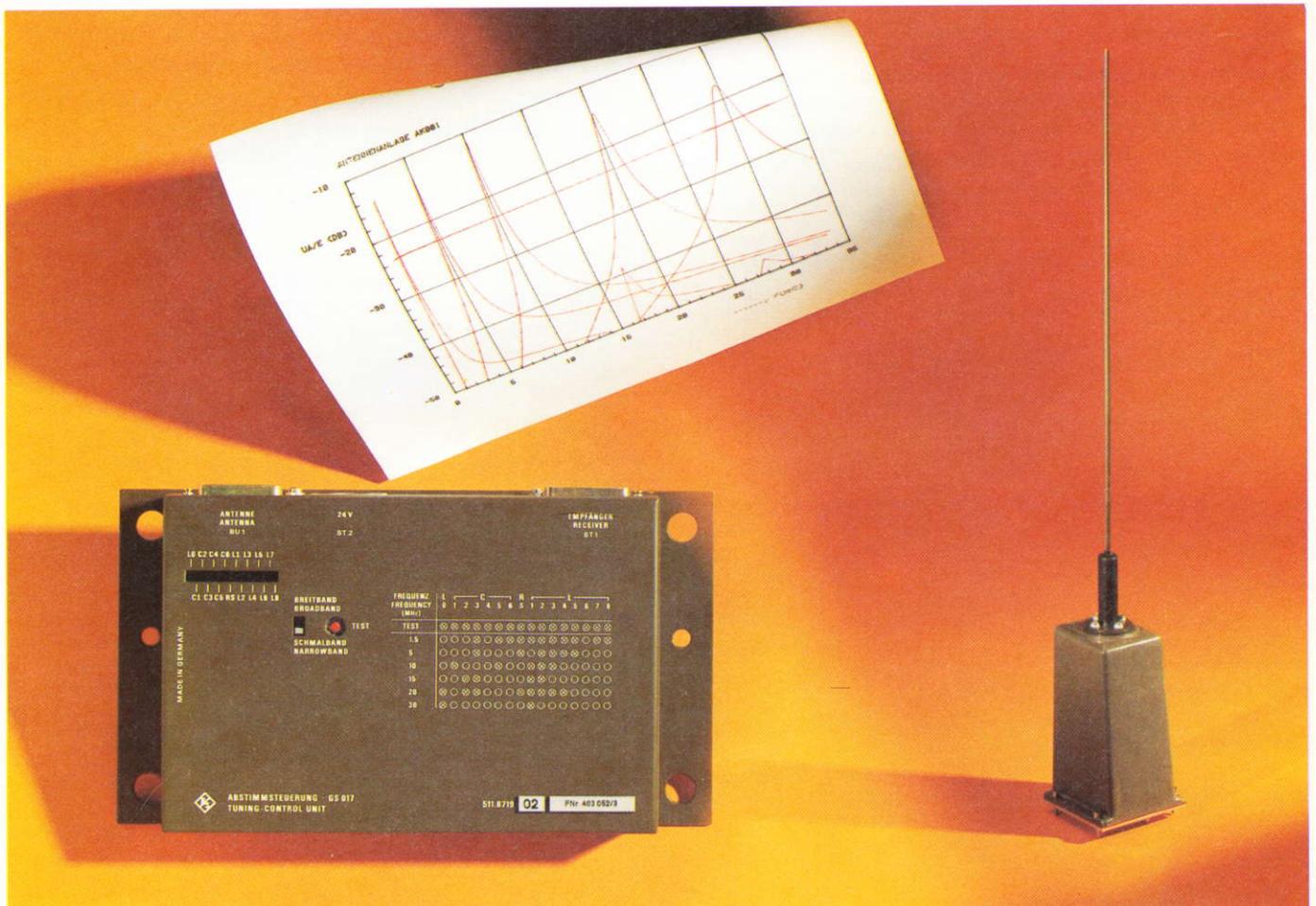


BILD 1 HF-Antennenanlage AK 001 mit Abstimmsteuerung GS 017 und selektiver aktiver Empfangsantenne HE 020.

Foto 29 321/1

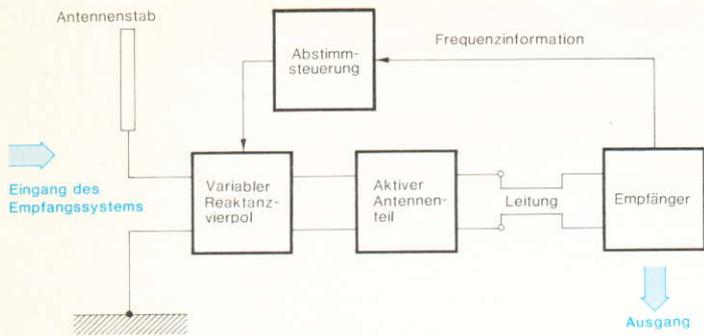


BILD 2 Empfangssystem mit selektiver aktiver Empfangsantenne.

Prinzip selektiver aktiver Empfangsantennen

Das Konzept selektiver aktiver Empfangsantennen ergibt sich aus der Zielsetzung, die Optimalkriterien für die Schnittstelle. Elektromagnetisches Feld – Empfangsgeräte möglichst vollständig zu erfüllen. Die wesentlichen **Optimierungsschritte** bestehen darin,

- die verstärkenden Elemente des Systemeingangs dem elektromagnetischen Feld möglichst nahe zu bringen,
- nur so hohe Leistungspegel aus dem Empfangswellenfeld auszukoppeln, daß der vom äußeren Rauschen herrührende Anteil der Störleistung am Systemausgang im Vergleich zu intern erzeugten Rauschleistungen gerade noch dominiert,
- den verstärkenden (und damit nichtlinearen) Elementen des Systemeingangs nur das zur Informationsübermittlung nötige Frequenzspektrum zuzuführen.

Die ersten beiden Schritte wurden bereits in den bisherigen breitbandigen aktiven Antennen verwirklicht und bringen die bekannten Vorteile gegenüber konventionellen, passiven Antennen, wie etwa geringere Abmessungen [2; 3]. Durch eine

zusätzliche Bandbegrenzung vor den verstärkenden Elementen, entsprechend dem dritten Schritt, läßt sich die obere Grenze des Dynamikbereichs von Empfangsanlagen, verglichen mit bisherigen Lösungen, wesentlich erhöhen.

Mit der zur Bewältigung größerer Frequenzbereiche erforderlichen Abstimmbarkeit der bandbegrenzenden Elemente führen die Optimierungsschritte zum Aufbau einer Empfangsanlage nach BILD 2. Die Selektionseigenschaften des Systemeingangs werden mit Hilfe des variablen Reaktanzvierpols in Verbindung mit dem passiven Antennenteil erzielt, wobei der aktive Antennenteil die rauscharme Ankopplung und Anpassung an die Leitung zum Empfänger übernimmt. Die Abstimmsteuerung setzt die vom Empfänger gelieferte Information über die aktuelle Empfangsfrequenz in die Ansteuersignale für die Variation der Reaktanzschaltung um.

Aufbau der Antennenanlage AK 001

Kernstück der in BILD 3 schematisch dargestellten Antennenanlage AK 001 bildet die **selektive aktive HF-Empfangsantenne HE 020**. Die Selektionsschaltung ist einkreisig mit diskreten, binär gestuften Blindelementen aufgebaut, die mit Hilfe von Relais zu- oder abgeschaltet werden, und führt zu den in BILD 4 gezeigten typischen Durchlaßkurven der Antenne. Das gewählte Abstimmverfahren stellt einen besonders günstigen Kompromiß zwischen Abstimmgeschwindigkeit, Kreisverlusten, Bauteileaufwand und Zuverlässigkeit dar. Selektionsschaltung und aktiver Antennenteil sind zu einer Baueinheit zusammengefaßt und im Fuß der nur 1 m langen Stabantenne untergebracht. Für Funktionsprüfungen oder Notbetrieb kann die Selektionsschaltung von der Abstimmsteuerung GS 017 aus vom Antennenstab getrennt werden; die Antenne arbeitet dann als aktive Breitbandantenne.

Die Zuordnung Frequenzinformation – Relaisaktivierung wird von der **Abstimmsteuerung GS 017** getroffen. Sie ist für Ansteuerung im BCD-Code mit TTL-Pegel, positive Logik, konzi-

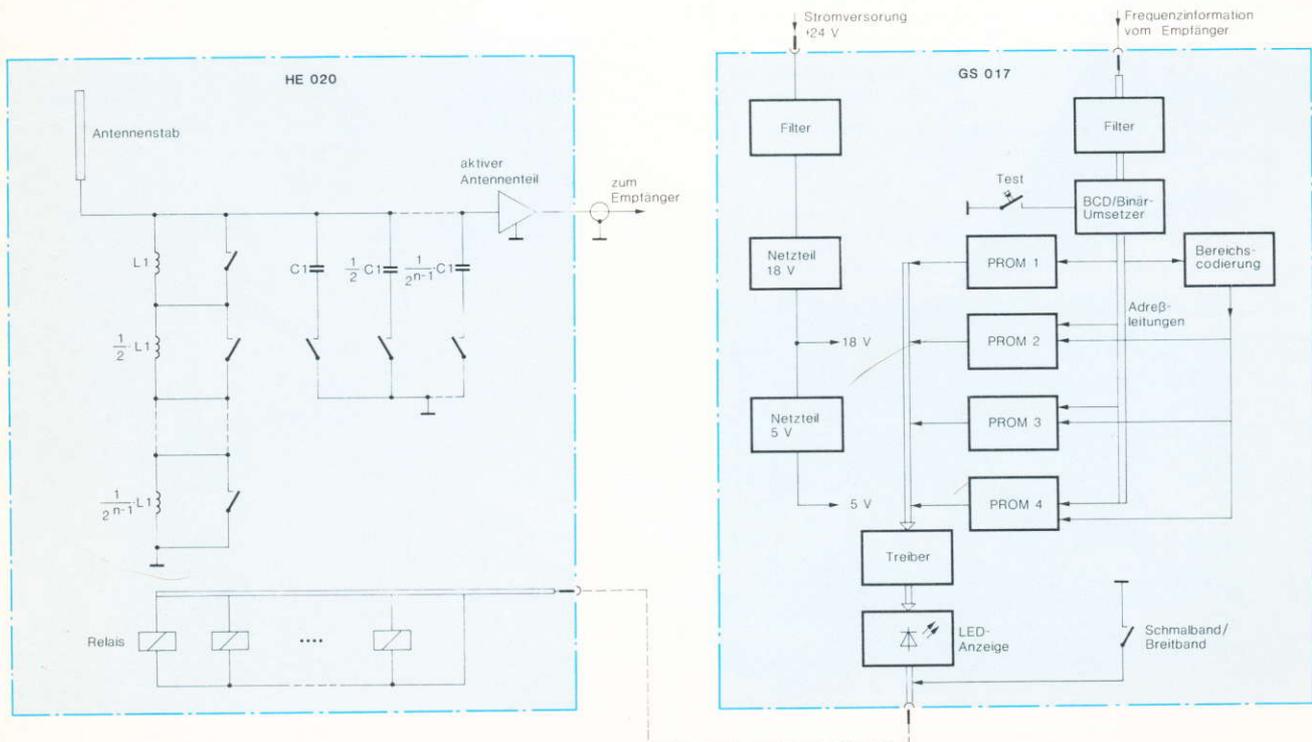


BILD 3 Prinzipschaltung der selektiven Empfangsantennenanlage AK 001.

piert. Für vollautomatischen Betrieb ist daher der Einsatz von Empfängern mit entsprechendem Frequenzinformationsausgang erforderlich, beispielsweise des VLF-HF-Empfängers EK 070 [4]. Die Verbindung zwischen Abstimmsteuerung GS 017 und Antenne HE 020 erfolgt über ein 20poliges Steuerkabel. Eine LED-Anzeige in der Abstimmsteuerung erlaubt die einfache Kontrolle der einzelnen Steuerkreise der Antenne, jeweils bestehend aus Schaltverstärker, Steuerleitung und Relaiswicklung.

Wegen des **robusten mechanischen Aufbaus** und des großen Versorgungsspannungsbereiches von 19 bis 30 V ist die Antennenanlage AK 001 hervorragend für **mobilen Einsatz** geeignet. In Verbindung mit den kleinen Abmessungen und der hohen Störsicherheit kann die Antennenanlage unter rauen Umweltbedingungen im weitesten Sinn eingesetzt werden.

Verhalten bei großen Störfeldstärken

Bei der Aufstellung von Empfangsantennen in Bereichen starker Störfelder interessiert zunächst, ob mit Beschädigungen der Anlage zu rechnen ist und in welchem Umfang Übersteuerungseffekte, vor allem Kreuzmodulationen, auftreten, da hier das Ausmaß der Betriebsbeeinträchtigung am größten ist. Besonders kritisch ist ein störender Sender im unteren Frequenzbereich, da die elektrische Feldstärke im Nahfeld von Sendeantennen bei konstanter Strahlungsleistung etwa mit der dritten Potenz der Betriebswellenlänge ansteigt. In der Praxis verflacht dieser Anstieg bei tiefen Frequenzen zwar wegen der steigenden Verluste im Antennenanpaßgerät, ist aber für die benachbarte Empfangsantenne immer noch von entscheidender Bedeutung.

BILD 5 zeigt näherungsweise den Verlauf der Feldstärke in der Nähe einer 7-m-Stabantenne, die über ein Antennenanpaßgerät von einem Sender mit 1 kW verfügbarer Leistung gespeist wird. Vergleicht man diesen Feldstärkeverlauf mit der zulässigen Störfeldstärke für Kreuzmodulationsabstände von über 20 dB bei 10% Abstand der Empfangsfrequenz von der Sendefrequenz, ergibt sich, daß der Minimalabstand zwischen Sende- und Empfangsantenne auf Grund der tiefsten Störfrequenz zu wählen ist. Im vorliegenden, in der Praxis häufig auftretenden Fall ist für einen Kreuzmodulationsabstand von 20 dB (Störsignal zu 30% moduliert) zwischen Empfangsantennenanlage AK 001 und Sendeantenne nur der beachtlich geringe Abstand von etwa 2,3 m erforderlich. An den angeschlossenen Empfänger gelangt in diesem Fall noch eine Störspannung von rund 2,4 V. Bei Einsatz von Empfängern mit geringerer Kreuzmodulationsfestigkeit ist entweder die Ab-

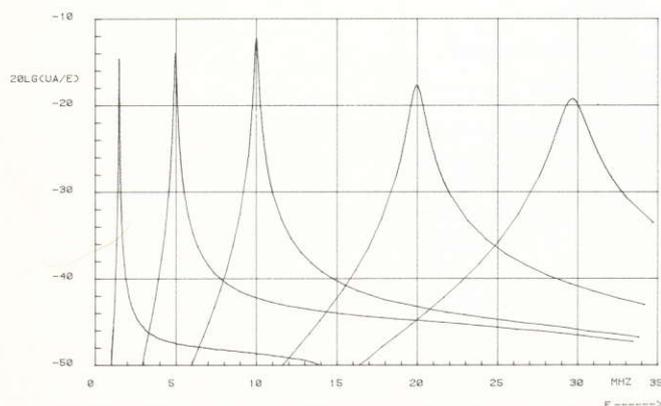


BILD 4 Typische Durchlaßkurven der selektiven Empfangsantenne HE 020.

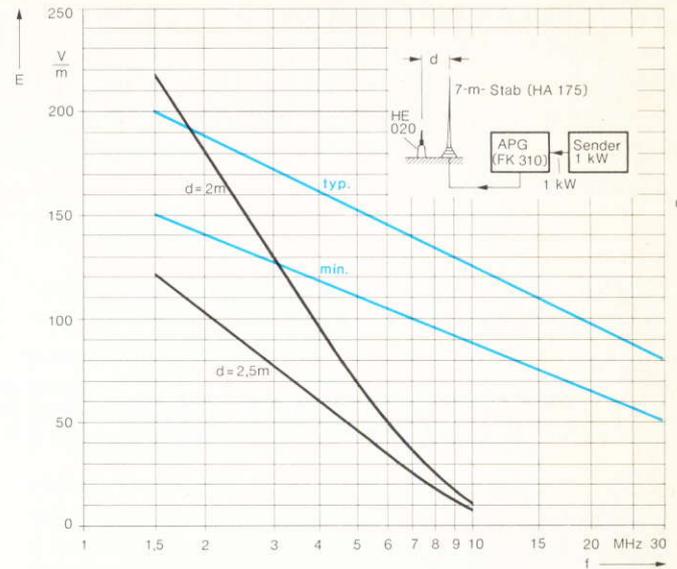


BILD 5 Verhalten der Empfangsantennenanlage AK 001 im Nahfeld von Sendeantennen. Schwarz: Störfeldstärke durch 7-m-Stabantenne. Blau: Zulässige Störfeldstärken für Kreuzmodulation der Antenne HE 020 bei 10% Abstand der Empfangsfrequenz von der Sendefrequenz, 30% Modulationsgrad des Störsignals und 20 dB Kreuzmodulationsabstand.

lage von der Frequenz des Störsignals (siehe Bild 4) oder der Abstand zwischen Sende- und Empfangsantenne zu vergrößern. Für eine zulässige Empfängereingangsspannung von beispielsweise 100 mV ergibt sich ein Mindestabstand von 18 m. Würde man hier statt der Antennenanlage AK 001 zum Beispiel eine passive angepaßte 7-m-Stabantenne verwenden, wäre ein Abstand von etwa 3 km erforderlich.

Franz Demmel

LITERATUR

- [1] Demmel, F.: Selektive, abstimmbare Empfangsantennen. Frequenz 33 (1979) Nr. 6, S. 158-165.
- [2] Stark, A.: Dimensionierung elektrisch kurzer Empfangsantennen für Frequenzen unter 30 MHz. Neues von Rohde & Schwarz (1977) Nr. 76, S. 23-26.
- [3] Stark, A.; Demmel, F.: Aktive Empfangsantennen für 1,5 bis 30 MHz. Neues von Rohde & Schwarz (1974) Nr. 64, S. 14-17.
- [4] Krause, C.: EK 070 - ein in allen Funktionen rechnersteuerbarer VLF-HF-Empfänger. Neues von Rohde & Schwarz (1980) Nr. 89, S. 16-17.

KURZDATEN EMPFANGSANTENNENANLAGE AK 001

| | |
|--|------------------------|
| Frequenzbereich | 1,5...30 MHz |
| Eingangsimpedanz | 50 Ω |
| Welligkeit | ≤ 2 |
| HF-Anschluß | BNC-Buchse |
| Versorgungsspannung | 24 V (19...30 V) |
| Antennenfaktor $K = E/U_A$ | 3...10 m ⁻¹ |
| Intermodulation | |
| a_{d2} (bez. auf zweimal 0,1 V/m) | > 120 dB |
| a_{d3} (bez. auf zweimal 0,1 V/m) | > 125 dB |
| Kreuzmodulation | |
| (zulässige Störfeldstärke, $m = 30\%$, für 10% Modulationsübernahme auf ein Nutzsinal mit einer Frequenzablage ≥ 10%) | |
| bei 1,5 MHz | 150 V/m |
| bei 30 MHz | 50 V/m |

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 92/4