

Mit dem neuen Einkanal-Stereo-Ballempfänger EU 201 setzt Rohde & Schwarz die erfolgreiche Serie seiner UKW-Ballempfänger fort. Das neue Gerät weist die gleichen guten elektrischen und mechanischen Eigenschaften auf wie seine Vorgänger EU 6201 und ESB — in einigen, die Übertragungsqualität bestimmenden Werten übertrifft der EU 201 sie sogar erheblich.

VHF-FM-Ballempfänger EU 201

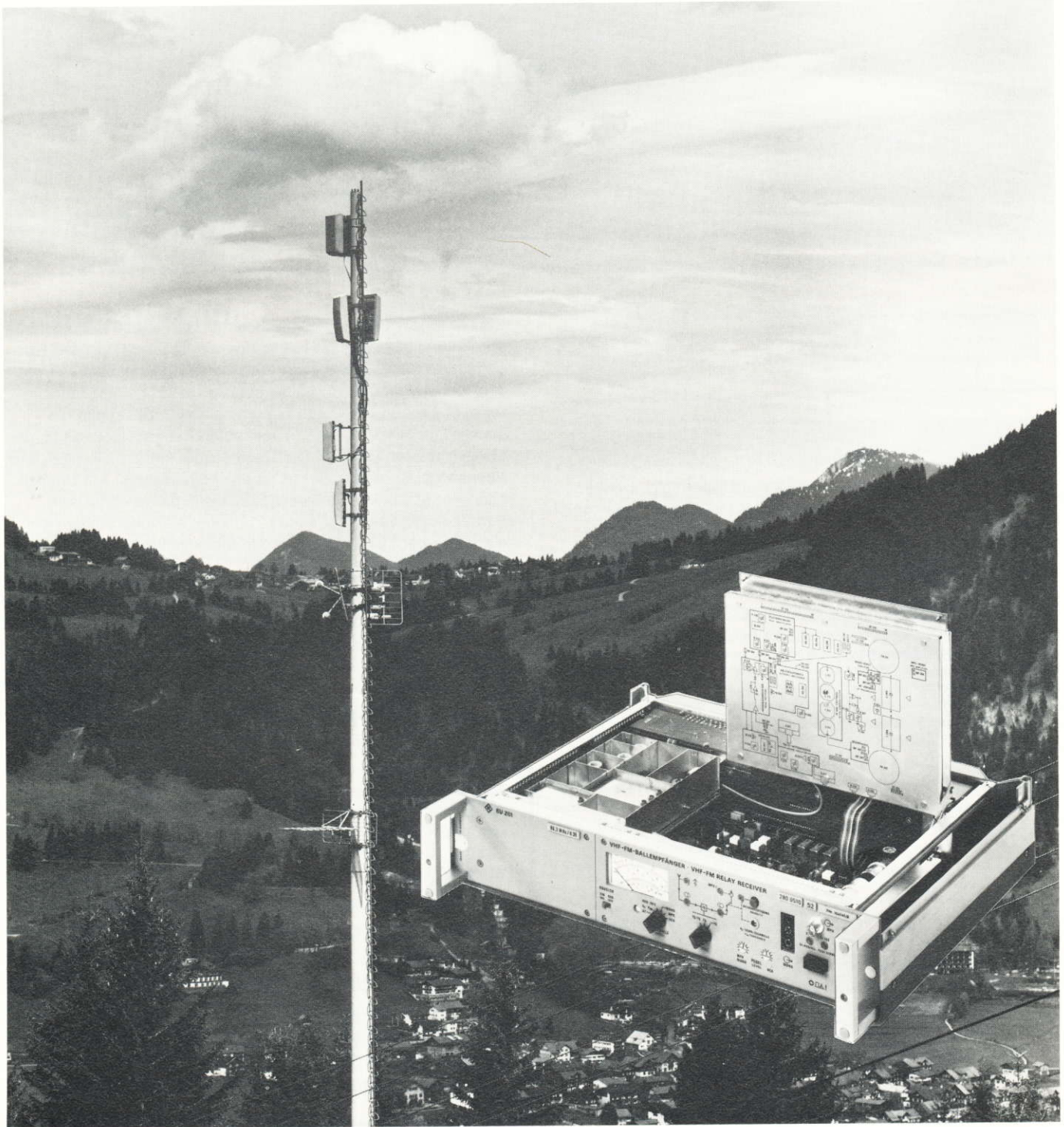


BILD 1 VHF-FM-Ballempfänger EU 201 mit fester Kanalfrequenz für Stereo- und Monobetrieb.

Foto 25 565

Wegen der begrenzten Reichweite der UKW-Aussendungen ist für die Versorgung eines ausgedehnten Gebietes ein Sendernetz erforderlich, das aus einem Hauptsender, an dem das Studio angeschlossen ist, und einer Anzahl von Nebensendern besteht. Die Modulationssignale zu den Nebensendern werden dabei am wirtschaftlichsten auf dem Funkwege übertragen, da Leitungen mit einer für den Stereobetrieb brauchbaren Übertragungsqualität außerordentlich teuer sind und für die Übertragung der Modulationssignale kaum noch in Betracht kommen. Das bedeutet, daß den für die Funkübertragung erforderlichen Ballempfängern erhöhte Bedeutung zukommt. Bei der Modulationsübertragung durch Ballempfang ist neben der hohen technischen Qualität auch eine große Betriebssicherheit erforderlich. Zur Erhöhung der letzteren wird oft ein zweiter Empfänger in Reserve betrieben, der entweder denselben oder einen anderen Sender des Netzes empfängt. Eine Ablöseautomatik schaltet auf den Reserveempfänger um, sobald der Empfang über den Hauptsender ausfällt oder dessen Eingangsspannung unter einen einstellbaren Schwellenwert absinkt.

Der neue **Einkanal-Empfänger EU 201** (BILD 1) bietet sowohl preisliche als auch technische Vorteile gegenüber einem durchstimmbaren Empfänger. Die mechanische Aufteilung sowie die elektrischen Schnittstellen sind aber so gewählt, daß für Aufgaben, bei denen ein schneller Frequenzwechsel erforderlich ist, der Einkanal-HF-Teil gegen einen durchstimmbaren HF-Teil mit digitaler Eingangsfrequenzanzeige ausgetauscht werden kann.

Eigenschaften

Die Anforderungen an einen UKW-FM-Ballempfänger sind im Pflichtenheft der Arbeitsgemeinschaft der Deutschen Rundfunkanstalten (ARD) festgelegt [1]. Dies wurde 1978 neu überarbeitet und im Hinblick auf eine noch bessere Übertragungsqualität bei Stereobetrieb in einigen Punkten geändert. Eine zusätzliche Verschärfung der Forderungen an Ballempfänger bedeutet auch die geänderte Bewertungskurve für den Signal/Rausch-Abstand.

Da oft mehrere Ballempfangsstrecken in einem Sendernetz hintereinander geschaltet werden, müssen die Übertragungsqualitäten der einzelnen Teilstrecken sehr gut sein. Diese Qualitätsansprüche lassen sich nur erfüllen, wenn vor allem das Eigenrauschen der Ballempfänger so gering wie möglich gehalten wird. Dies gilt in hohem Maße für den Stereobetrieb,

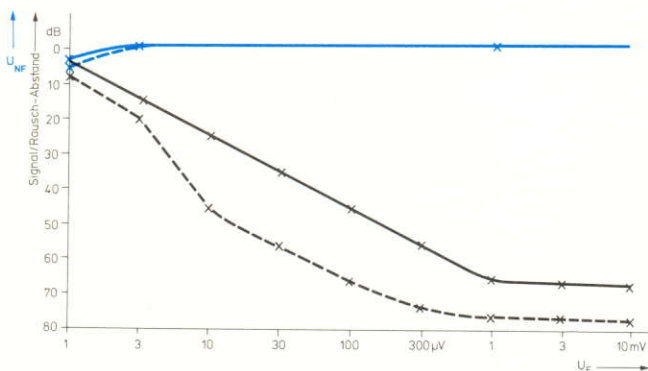


BILD 2 Signal/Rausch-Abstand und Ausgangsspannung (blau) des VHF-FM-Ballempfängers EU 201 in Abhängigkeit von der Eingangsspannung ($0 \text{ dB} \pm 6 \text{ dBm}$). Durchgezogen für Stereobetrieb, gestrichelt für Monobetrieb.

bei dem sich der Rauschabstand um mehr als 20 dB gegenüber der monophonen Sendung verschlechtert [2, 3]. Der EU 201 übertrifft mit seinem Signal/Rausch-Abstand von typisch 65 dB den im Pflichtenheft geforderten Wert (Bild 2).

Da Ballempfänger oft in unmittelbarer Nähe von einem oder mehreren Sendern betrieben werden, muß neben dem guten Rauschabstand auch eine hohe Übersteuerungssicherheit gegenüber Nebensendern gewährleistet sein. Eine entsprechende Vorselektion ist also eine primäre Voraussetzung, erhöht aber durch ihre Eigendämpfung das Rauschmaß des Empfängers. Die schaltungstechnische Auslegung der Eingangsstufe mit ihren Selektionsmitteln bestimmt weitgehend die Qualität des Empfängers. Mit dem hochgütigen Vorkreis des EU 201 mit Silberspule wird eine ausgezeichnete dynamische Weitab-Selektion erzielt (BILD 3).

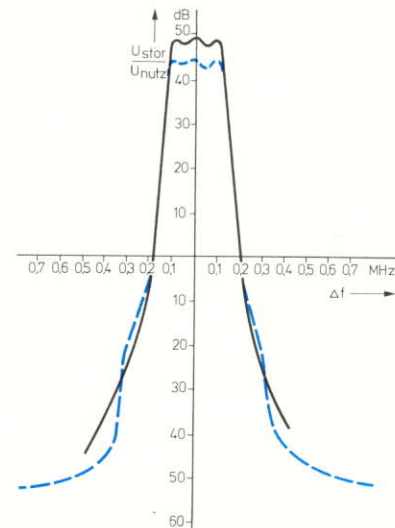


BILD 3 Dynamische Selektion des Ballempfängers EU 201 für Stereobetrieb, gemessen über Präzisions-Stereo-Meßdecoder MSDC 2. Blau für $U_{\text{Nutz}} = 1 \text{ mV}$, schwarz für $U_{\text{Nutz}} = 20 \text{ mV}$.

Aufbau und Wirkungsweise

Beim EU 201 werden die Vorteile der Bauweise 80 in bezug auf Servicefreundlichkeit konsequent genutzt. Auch die mechanische Aufteilung in HF-Teil, ZF-Teil mit Demodulator, NF-Teil mit Anzeige und Überwachungsfunktionen sowie in Netz- und Versorgungsteil lassen den Empfänger in einem übersichtlichen Konzept erscheinen (BILD 4). Die einzelnen Baugruppen können im Prüffeld oder im Servicefall separat geprüft und abgeglichen werden.

HF-Teil

Damit auch größere Eingangsfeldstärken unverzerrt verarbeitet werden, enthält der EU 201 eine Amplitudenregelung mit PIN-Dioden-Regler vor der Eingangsstufe (BILD 5). Die Übertragungscharakteristik des Ballempfängers wird beim Regelvorgang praktisch nicht verändert, da PIN-Dioden-Regler in verschiedenen Regelzuständen nur gering von dem Wellenwiderstand der Antenne abweichen. Die Eingangsrauschzahl wird durch das Vorschalten dieses Reglers nur um den Betrag seiner Grunddämpfung (etwa 1,5 bis 2 dB) verschlechtert. Der Regelvorgang setzt frühestens bei einer Eingangs-EMK von 2 mV ein, da sonst der Signal/Rausch-Abstand bei Stereoübertragungen nicht ausreicht.

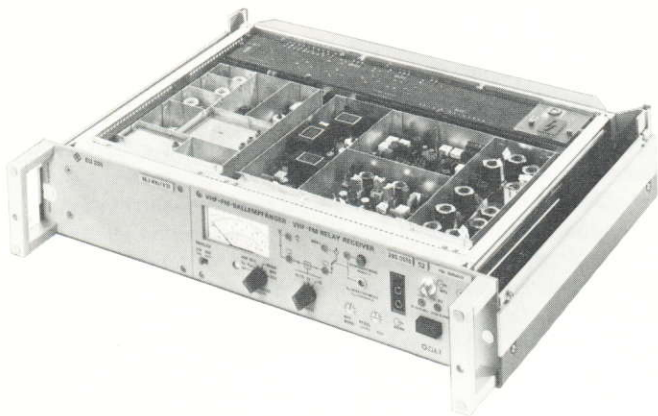


BILD 4 Innenaufbau des VHF-FM-Ballempfängers EU 201. Foto 27 934

Der Vorkreis des Ballempfängers — ein Einzelkreis höchster Güte — hat eine extrem hohe statische Selektion. Zwar ist eine Kreuzmodulation durch Nichtlinearitäten der Eingangskennlinie im Sinne der AM-Technik bei Frequenzmodulation nicht möglich, aber es kann eine analoge Wirkung auftreten: Die an den Flanken der Selektionsmittel entstehende synchrone Amplitudenmodulation — erzeugt durch einen Störsender — kann die dynamischen Eigenschaften der nachfolgenden Verstärkerstufe verändern, was eine Phasenmodulation des Nutzträgers zur Folge hätte.

Zur Verstärkung des Eingangssignals dient eine rauscharme Parallelschaltung zweier Dual-Gate-Feldeffekt-Transistoren,

die die gestellten Forderungen nach Großsignalfestigkeit erfüllen. Der Eingangsstufe folgt eine weitere Selektion durch ein Bandfilter.

Anschließend gelangt das Eingangssignal auf einen Ringmischer niedrigster Mischdämpfung sowie sehr guter Linearität, wodurch Mehrdeutigkeiten durch Oberwellenmischung, auch wenn hohe Störspannungen am Eingang des Empfängers liegen, ausgeschlossen werden. Die hohe Linearität des Mixers wird erreicht durch guten breitbandigen Abschluß aller seiner Ein- und Ausgänge, und zwar am ZF-seitigen Ausgang durch eine Hoch-Tiefpaß-Weiche, wobei der Hochpaß mit einem 50-Ω-Widerstand abgeschlossen wird. Der Tiefpaß ($f_g \approx 15$ MHz) führt zu einem Hochstrom-Feldeffekt-Transistor, der in Gate-Basis-Schaltung einen sehr guten Abschluß und gleichzeitig einen großen Aussteuerbereich aufweist. Ausgangsseitig speist er ein kritisch gekoppeltes Bandfilter, das für eine gute Selektion der Eingangsstufe im ZF-Teil sorgt.

Der Mischoszillator höchster spektraler Reinheit mit Quarzgenauigkeit schwingt, um die ZF von 10,7 MHz versetzt, unterhalb der Eingangsfrequenz. Zwei Breitbandstufen liefern den gewünschten Pegel für den Diodenmischer und entkoppeln eventuelle, noch am Mischer anliegende Störer zum Oszillator.

ZF-Teil

Die ZF-Filter bestimmen im wesentlichen die Selektion des Ballempfängers. Da alle Spektrallinien des frequenzmodulierten Senders in einen möglichst ebenen Bereich der Durchlaufkurve in bezug auf Amplitude und Gruppenlaufzeit fallen

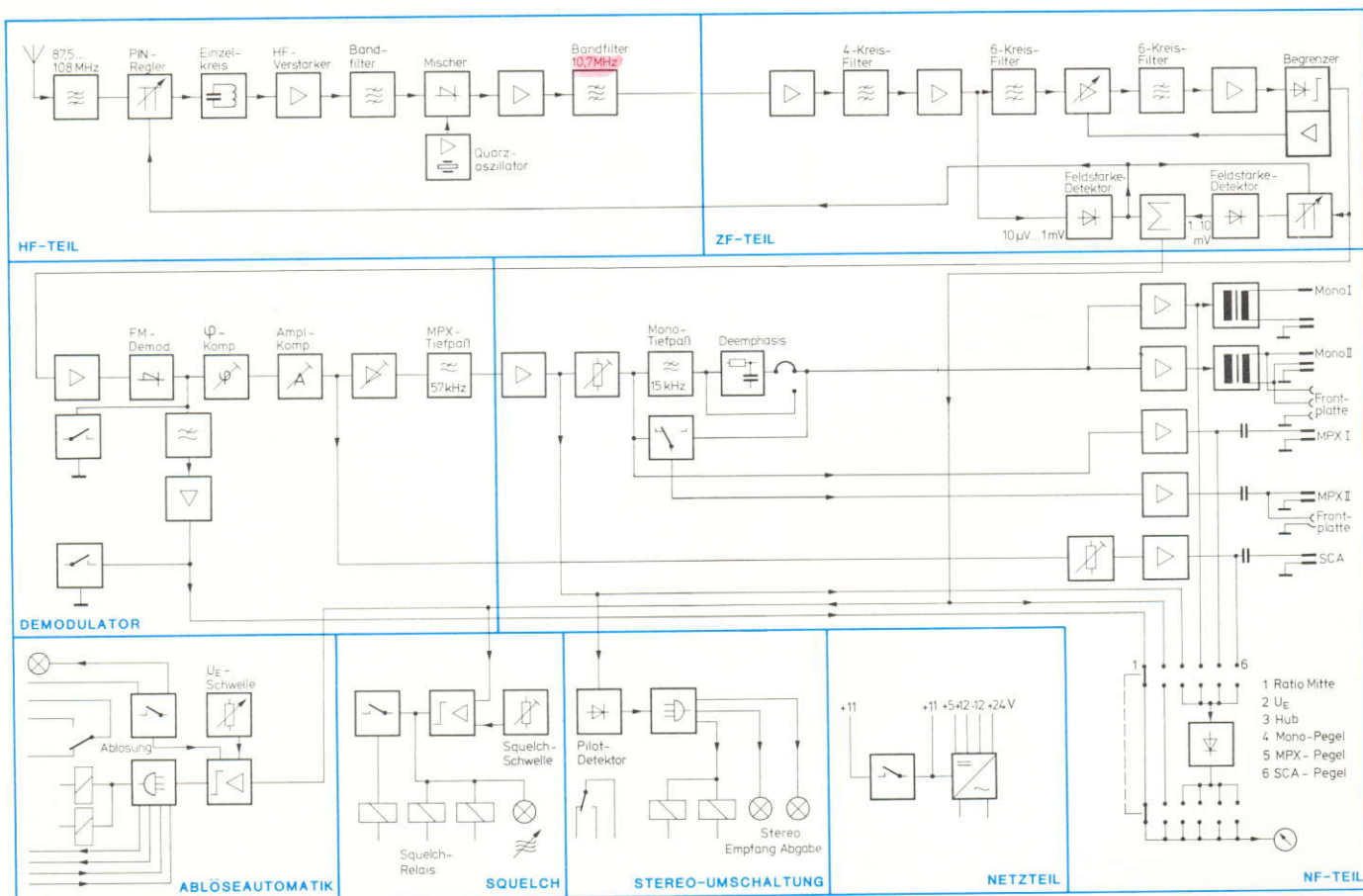


BILD 5 Prinzipschaltung des VHF-FM-Ballempfängers EU 201.

sollen, sind die Selektionsmittel des EU 201 — ein phasengeebnetes 4-Kreis-Filter sowie zwei 6-Kreis-Filterblöcke — sorgfältig dimensioniert (BILD 6). Der auf den Begrenzer und Demodulator [4] folgende Amplitudenentzerrer korrigiert im NF-Bereich die durch die Selektion an den Bandgrenzen reduzierten FM-Seitenbänder. Die Stereo-Übersprechdämpfung zwischen rechtem und linkem Kanal des Ballempfängers liegt nach dieser Entzerrung bei allen Frequenzen bei typisch 50 dB (BILD 7). Die in den ZF-Filtern entstehenden Restphasenfehler werden NF-seitig durch einen Phasenschieber beseitigt.

MPX-Filter

Bei Stereosendungen können durch benachbarte Sender im Decoder Oberwellen des unterdrückten Hilfsträgers ($n \cdot 38$ kHz, bevorzugt die dritte und fünfte Harmonische 114 bzw. 190 kHz) in das Basisband (40 Hz bis 15 kHz) umgesetzt werden. Diese würden eine Verschlechterung des Signal/Rausch-Abstands bewirken. Ein MPX-Tiefpaß (Multiplexfilter) im EU 201, der bei 100 kHz eine Dämpfung von mindestens 20 dB aufweist, beseitigt diese Störungen weitgehend. Allpässe erster Ordnung gleichen eine durch diesen Tiefpaß verursachte Abweichung vom idealen Phasengang am oberen Bandende wieder aus [5].

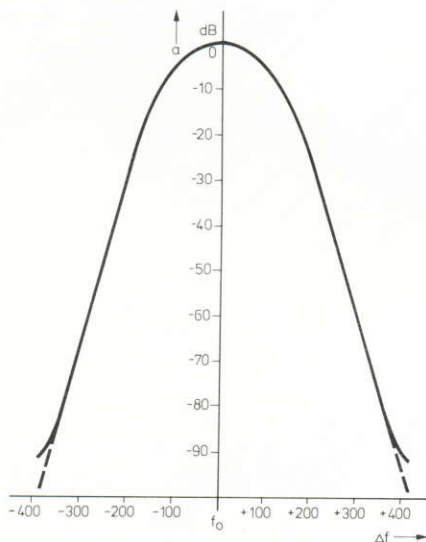


BILD 6 Statische Selektionskurve des Ballempfängers EU 201.

NF-Teil

Der Ballempfänger hat fünf getrennte Ausgänge: zwei Multiplexausgänge, zwei Monoausgänge und einen Breitbandausgang. Das Multiplexsignal dient zur Modulation des nachfolgenden Senders, die Monoausgänge sind für Abhör- und Meßzwecke oder zur Ansteuerung eines Monosenders vorgesehen.

Das Monosignal wird durch einen 15-kHz-Tiefpaß aus dem Multiplexsignal ausgefiltert. Der eingebaute Pilot-Detektor schaltet ihn an einen der MPX-Ausgänge, wenn kein MPX-Signal empfangen wird (fehlender Pilot). Diese Betriebsart „Auto“ ist von der Frontplatte aus abschaltbar.

Der Breitband- oder SCA-Ausgang (SCA = Subsidiary Communications Authorization) steht zum Beispiel für die Verkehrsfunkerkennung oder für andere Kennimpulse zur Verfügung. Ein feldstärkeabhängiger Schalter (Schwellenwert einstellbar)

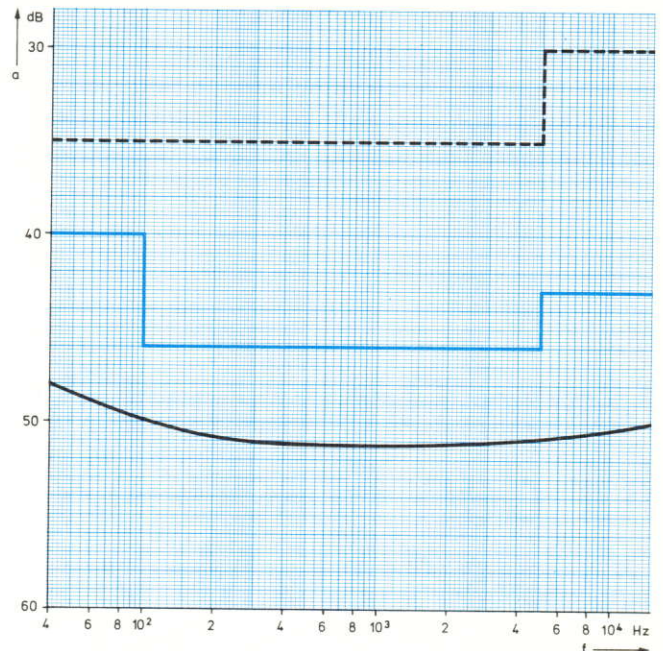


BILD 7 Stereo-Übersprechdämpfung. Schwarz gestrichelt ARD-Pflichtenheftwerte, blau garantierte Werte des EU 201, schwarz durchgezogen typische Werte des EU 201.

steuert ein Melderelais, dessen Kontakte nach außen geführt sind. Unabhängig davon ist ein an der Frontplatte schaltbarer Squelch eingebaut; die Schaltschwelle ist intern eingestellt.

Am Instrument können je nach Schalterstellung die Oszillatormittenfrequenz, die Eingangsfeldstärke, der Hub und die drei Ausgangspegel (Mono, MPX, SCA) gemessen werden.

Josef Kirchner

LITERATUR

- [1] ARD-Pflichtenheft Nr. 5/35 (1978) Ausgabe 2, 2. Entwurf.
- [2] Birgels, P.; Sauerland, H.: Stereo-Ballempfang. Internationale Elektronische Rundschau 20 (1966) Nr. 2, S. 153—160.
- [3] Birgels, P.: Einige Schaltungseinzelheiten eines Stereo-Ballempfängers. Funkschau 39 (1967) Nr. 6, S. 163—166.
- [4] Pöhlmann, W.; Sauerland, H.: UKW-FM-Ballempfänger. Rohde & Schwarz-Mitteilungen 2 (1953) Nr. 3, S. 126—140.
- [5] Birgels, P.: Phasenlinearer Tiefpaß. Funkschau 39 (1967) Nr. 10, S. 305—306.

KURZDATEN FM-BALLEMPFÄNGER EU 201

Frequenzbereich	87,5...108 MHz
Zwischenfrequenz	10,7 MHz
Ausgangspegel bei ± 40 kHz Hub	6 dBm an 600 Ω
Stereo-Übersprechdämpfung L/R	≥ -40 dB (40...100 kHz) ≥ -46 dB (0,1...5 kHz) ≥ -43 dB (5...15 kHz)
Klirrfaktor (40...5000 Hz)	$\leq 0,5$ % (± 75 kHz Hub)
Differenztonfaktor	
5000...15000 Hz	$d_2 \leq 0,25$ %, $d_3 \leq 0,37$ %
15000...53000 Hz	$d_2 \leq 0,50$ %, $d_3 \leq 0,75$ %
Geräuschspannungsabstand (Nutz-EMK ≥ 2 mV)	65 dB (Spitze) nach CCIR-Rec. 468-1
Bestellnummer	280.0510...

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 87/3