

Der TV-RF-Meßsender SBUF für den Frequenzbereich 25 bis 1000 MHz liefert eine für durchstimmbare Meßsender bisher nicht erreichte Vielfalt und Qualität hochfrequenter TV-Meßsignale. Dies öffnet ihm ein weites Einsatzgebiet in Labor, Prüffeld und Servicestationen bei der Entwicklung, Prüfung und Wartung von TV-Empfängern, -Verstärkern, -Umsetzern sowie deren Baugruppen und mit Zusatzgeräten auch bei automatischen Meßsystemen in Forschung und Fertigung.

TV-RF-Meßsender SBUF kontinuierlich durchstimmbar von 25 bis 1000 MHz

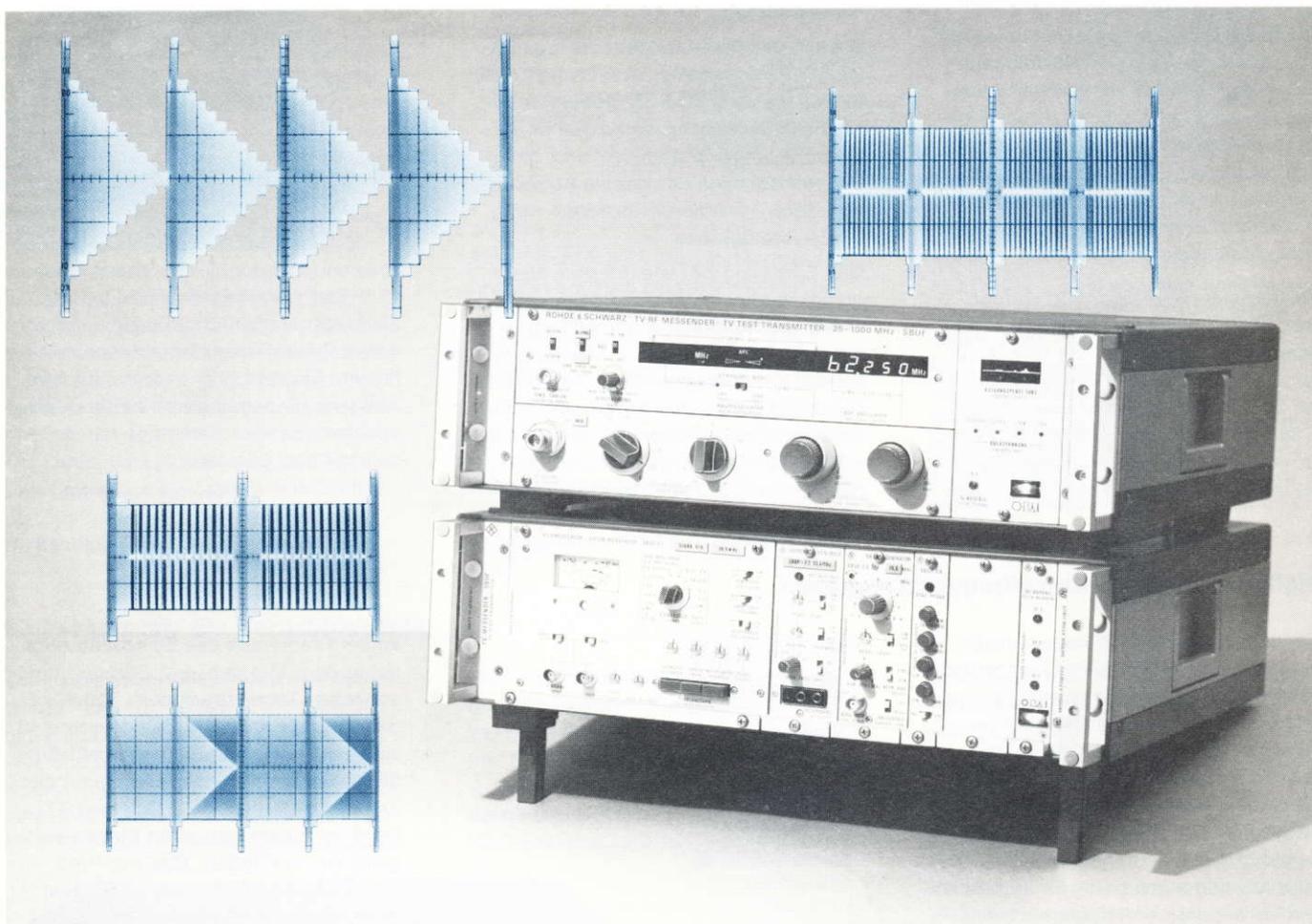


BILD 1 TV-RF-Meßsender SBUF mit den getrennten Geräten Modulatorteil (unten) und Umsetzerteil.

Foto 26 314

Der TV-RF-Meßsender SBUF besteht aus den beiden selbständigen Funktionseinheiten Modulator- und Umsetzerteil, die als getrennte Geräte mit eigener Stromversorgung geliefert werden (BILD 1). Der Modulatorteil erzeugt mit Bild- und Tonsignalen modulierte Träger im Norm-ZF-Bereich, denen zur Messung von Intermodulationsprodukten ein Seitenbandträger, statisch oder gewobelt, hinzugefügt werden kann (BILD 2). Der Umsetzerteil überträgt diese kombinierten ZF-Signale in jeden beliebig wählbaren HF-Kanal innerhalb 25 und 1000 MHz.

Modulatorteil

Bildmodulator

Der ZF-Träger für den Bildmodulator (38,9 MHz) wird in einem temperaturgeregelten Quarzoszillator erzeugt, der zugleich die Referenzfrequenz für die Stabilisierung der Mittenfrequenz des FM-Tonmodulators liefert. Die zur Bildmodulation nötigen

FBAS-Signale werden von einem externen Prüfgenerator, etwa dem SPF oder SPZF zugeführt [1; 2]. Der Videoeingang ist als Durchschleiffilter ausgebildet und umschaltbar von Front- auf Rückseitenanschluß sowie von hochohmig (1 M Ω) auf $Z = 75 \Omega$.

Die Stabilisierung des Arbeitspunktes kann auf drei verschiedene Arten geschehen:

1. Durch Impulstastung auf der hinteren Schwarzschulter – Pegelhaltung: „getastet“,
2. durch Spitzengleichrichtung auf Synchronimpulspegel – Pegelhaltung: „Spitze“,
3. durch Mittelwertbildung der Modulationssignale – Pegelhaltung: „Mittelwert“.

Die **Betriebsart „getastet“** ist bei den meisten Meß- und Prüfaufgaben anwendbar. Durch die störbefreiende Wirkung der getasteten Regelschaltung, die von einer Brummkompensation unterstützt wird, ist das Ausgangssignal des Modulators exakt auf Schwarzwertpegel stabilisiert, auch wenn Störspannungen den Videosignalen überlagert sind.

Die **Betriebsart „Spitze“** ist so ausgelegt, daß für niederfrequente Störüberlagerung eine „weiche“ Pegelhaltung erreicht wird, das heißt, daß solche Störsignale voll auf die Trägermodulation durchgreifen. Damit ist die Wirksamkeit der Schwarzwerthaltung und Pegelregelung von Empfängern, Verstärkern und Umsetzern schnell überprüfbar. Beide Betriebsarten gewährleisten die für die meisten TV-Standards spezifizierte AM-Negativmodulation. Eine interne Steckbrücke ermöglicht die Umstellung auf die seltene AM-Positivmodulation (Standard E, L und ähnliche).

Die **Betriebsart „Mittelwert“** ist notwendig, wenn eine Amplitudenmodulation von symmetrischen Modulationssignalen gewünscht wird, zum Beispiel für die Modulation der Spaltfrequenz von Gruppenlaufzeit-Meßgeräten oder für die Messung und Prüfung von AM-Empfängern, -Verstärkern und -Baugruppen allgemein, die im Frequenzbereich 25 bis 1000 MHz arbeiten. Bei diesen Messungen wird eine hohe Linearität der Modulationskennlinie des Meßmodulators verlangt; beim SBUF beträgt die Abweichung für einen Modulationsgrad bis 100% weniger als 2%.

Die **Zweiseitenbandcharakteristik** des Bildmodulators hat eine 1-dB-Bandbreite von ± 8 MHz, wobei die Grenzabweichungen des Amplitudenfrequenzgangs bis ± 6 MHz bei $\pm 0,3$ dB liegen. Beim Prüfen des Einschwingverhaltens von TV-Empfängern, insbesondere von Meß- und Kontrollempfängern, müssen deren Gruppenlaufzeitfehler durch einen Laufzeitentzerrer auf der Senderseite kompensiert werden. Weiter müssen die Meßsignale für Nachbarkanaluntersuchungen eine dem TV-Großsender entsprechende Restseitenbandcharakteristik aufweisen. Im Modulatorteil des SBUF sind deshalb in den Videozweig ein **Gruppenlaufzeitentzerrer**, dessen Charakteristik invers zu der eines Normempfängers verläuft, und in den ZF-Zweig ein in sich gruppenlaufzeitentzertes **Restseitenbandfilter einschaltbar**, das den einschlägigen Spezifikationen der unterschiedlichen Standards entspricht.

Tonmodulator

Der Tonmodulator ist nicht nur speziell für die Monoübertragungstechnik im TV-Bereich konzipiert, sondern eignet sich **auch** für die **Modulation von Stereosignalen**. Der Amplitudenfrequenzgang ist dementsprechend bis 53 kHz kleiner als 3%, der Klirrfaktor beträgt bis zu einem Spitzenhub von 75 kHz etwa 0,3% und die Übersprechdämpfung 46 dB. Für die meisten Untersuchungen an TV- oder UKW-Empfängern genügen die **intern erzeugten Audiosignale von 0,04, 1, 5 oder 15 kHz**.

Für externe NF-Signale stehen zwei parallele, symmetrische Eingänge zur Verfügung; abschaltbare Preemphasis und kontinuierlich einstellbarer Hub ermöglichen eine Anpassung an die verschiedenen Meßaufgaben.

Die **Mittelfrequenz** des direkt auf der ZF von 33,4 MHz schwingenden FM-Oszillators ist durch eine Frequenz- und Phasenregelschleife **stabilisiert**. Da die Oszillatorfrequenz über pro-

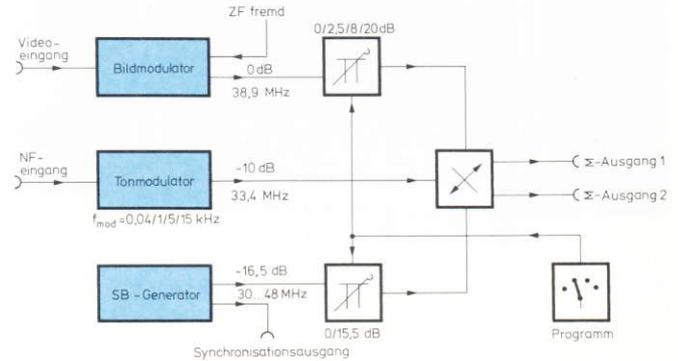


BILD 2 Prinzipschaltung des Modulatorteils zum TV-RF-Meßsender SBUF.

grammierbare Teiler auf 5 kHz herabgesetzt und mit der ebenfalls auf 5 kHz geteilten Bildträgerfrequenz verglichen wird, ist die Regelung praktisch unabhängig von Modulationshub und -frequenz (großer Teilungsfaktor und Integrationswirkung); gleichzeitig ist eine genaue Einhaltung der Differenzträgerfrequenz zwischen Bild- und Tonträger gewährleistet.

Seitenbandgenerator

Während die von Bild- und Tonmodulator erzeugten Signale die Messung von TV-Geräten von Video zu Video und Audio zu Audio zulassen, ermöglicht der zusätzliche Seitenbandgenerator darüber hinaus die einfache **Ermittlung der Intermodulationsprodukte und der Linearität** von Verstärkern – insbesondere von TV-Umsetzern. Das **Seitenbandsignal** ist **kontinuierlich von 30 bis 48 MHz** von Hand (statisch) oder gewobelt (dynamisch, 1 oder 10 s) mit einem maximalen Hub von ± 8 MHz **abstimmbar**. Es wird über ein Koppelnetzwerk, das schaltbare Dämpfungsglieder einschließt, den beiden Bild-Ton-Summenausgängen des Modulatorteils zugeführt.

Ein Tastenfeld an der Frontplatte dient zum Einstellen der verschiedenen Meßsignale (auch fernbedienbar mit TTL-Signalen). Ist keine Taste betätigt, stehen die modulierten Bild- und Ton-signale an den Σ -Ausgängen (dynamische Messung) im Verhältnis 10:1 an. Der Soll-Ausgangspegel des Bildträgers beträgt 200 mV an 50 Ω . Wird eine Taste gedrückt, werden die Modulationssignale von Bild- und Tonmodulator ausgeschaltet; beide Träger sind dann unmoduliert.

Je nach Wahl der Meßart liefert der SBUF folgende Meßsignale:

Meßart	Meßsignale		
	Bildträger	Tonträger	Seitenband
Nebenwellen (NW):	0 dB	-10 dB	–
Kreuzmodulation (KM):	-8 dB	-10 dB	-16,5 dB
Linearität (LIN -2,5/-8 dB):	-2,5/-8 dB	-10 dB	-32 dB
Linearität (LIN -2,5/-20 dB):	-2,5/-20 dB	-10 dB	-32 dB

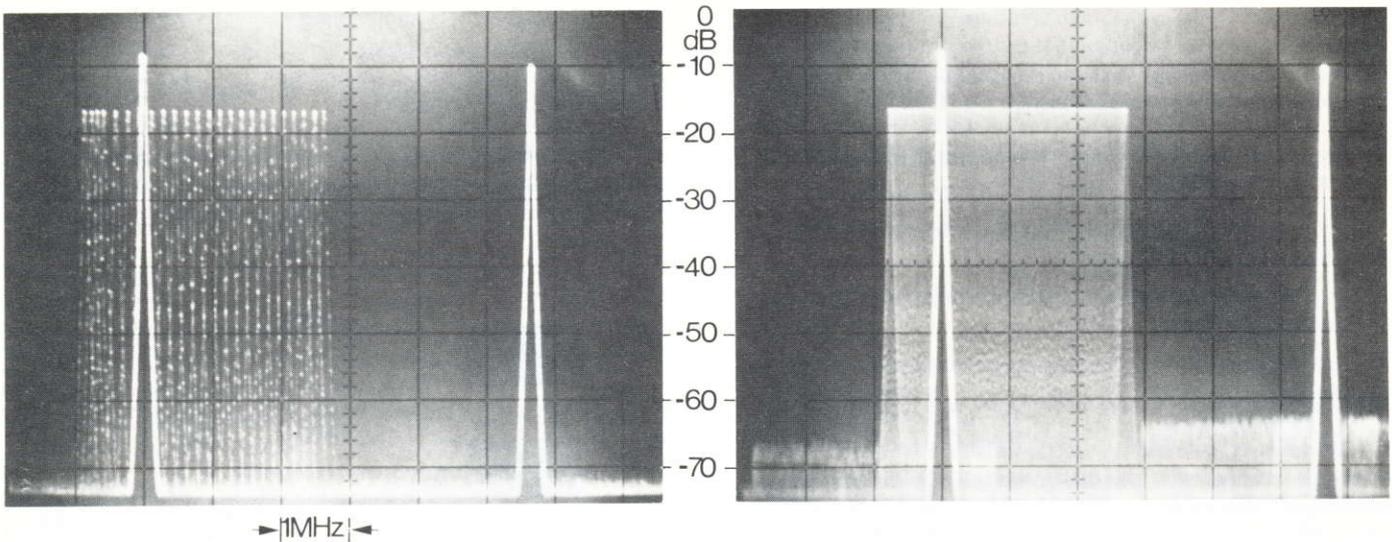


BILD 3 Kreuzmodulation im Kanal 68, gemessen mit TV-Meßsender SBUF. Einstellung am SBUF: Frequenz entsprechend Kanal 68, Verstärkung „max. lin.“, Programm „KM“. Seitenband gewobbelt von -0,75 bis 2,75 MHz, Pegelverhältnisse B/T/S $\approx -8/-10/-16,5$ dB. Links: UHF-Signal über Analysator gemessen; KM-Abstand > 73 dB. Rechts: Meßsignal erhalten über Umsetzer als Meßobjekt; KM-Abstand > 62 dB.

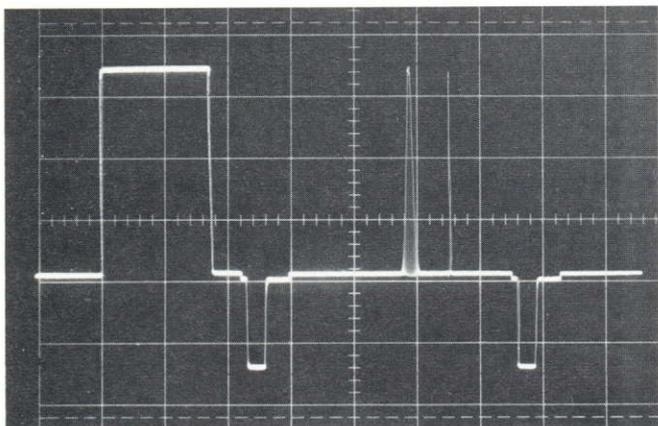


BILD 4 Videosignal (Rechteck, 20T-, 2T-Impuls) über TV-Meßsender SBUF umgesetzt in Kanal 60 und demoduliert mit Meßdemodulator AMF 2 [4].

Mit Hilfe dieser Signale ist eine Aussage über die nichtlinearen Verzerrungen der Meßobjekte durch Auswertung über einen Analysator oder selektiven Empfänger rationell möglich (BILD 3). Es entfallen so der Aufwand von drei durchstimmbaren Meßsendern mit Eichteilern und Entkopplungsgliedern, die Einzelabstimmung auf Bild-, Ton- und Seitenbandfrequenz sowie die Einzeleinstellung dieser Signale auf die gewünschten Pegelverhältnisse [3]. Trotz Vorprogrammierung ist jedoch noch genügend Spielraum für die Anpassung an andere Pegelverhältnisse gegeben. Jede Signalgröße von Bild-, Ton- und Seitenbandgenerator kann individuell um ± 3 dB an den Frontplattenreglern variiert oder das Signal auch ganz abgeschaltet werden.

Umsetzerteil

Die guten Eigenschaften des Modulatoranteils können erst dann voll ausgenutzt werden, wenn die in der ZF-Lage generierten Signale ohne wesentliche Qualitätseinbuße in den HF-Bereich transformiert werden. Für Kanalumsetzer ist diese Aufgabe mit Labormitteln und entsprechendem Zeitaufwand leicht lösbar. Ernste Schwierigkeiten tauchen jedoch dann auf, wenn jeder beliebige Kanal innerhalb von Sekunden angewählt werden soll und dabei keine wesentlichen Verzerrungen in Kauf genommen werden können. Im Umsetzerteil des SBUF ist dieses Problem durch das bisher für durchstimmbare Meßsender kaum ange-

wendete Prinzip der **Mehrfachumsetzung** und mit Hilfe eines zwischen 2275 und 3250 MHz **kontinuierlich durchstimmbaren YIG-Oszillators** gelöst worden (BILD 4 und 5). Diese Methode der breitbandigen, linearen Umsetzung sowie die Stabilisierung und Synchronisierung der Trägerfrequenz durch automatische Phasenregelung (BILD 6) verleihen dem SBUF Eigenschaften, die in bisherigen TV-Meßsendern nicht erreicht werden konnten:

Frequenzbereich von 25 bis 1000 MHz ohne Bereichsumschaltung durchstimmbar,

Amplitudengang im gesamten Frequenzbereich $\leq \pm 0,5$ dB innerhalb eines Kanals sowie konstante Gruppenlaufzeit (siehe Bild 4),

Abstimmung und Frequenzanzeige auf 1 kHz genau über siebenstellige Digitalanzeige für Kanalumsetzung, dreieinhalbstellige Anzeige der Bildträgerausgangsfrequenz für Breitbandanwendung.

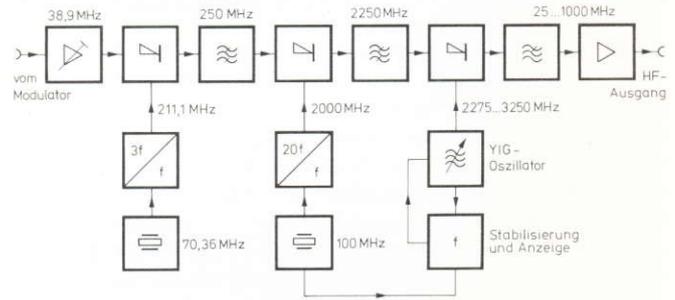


BILD 5 Schema der Frequenzumsetzung im TV-RF-Meßsender SBUF.

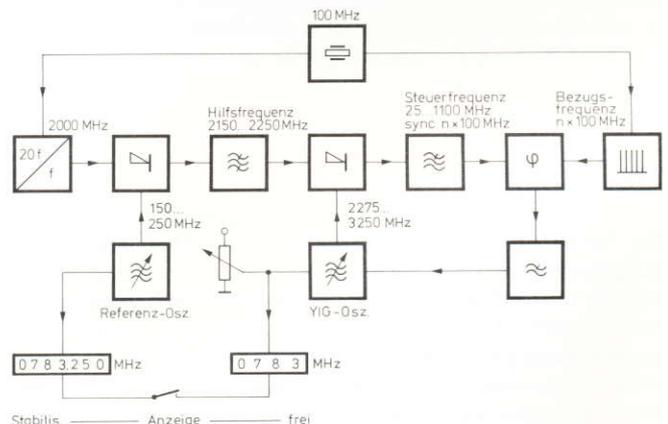


BILD 6 Stabilisierung und Anzeige der Ausgangsfrequenz des SBUF.

In Ergänzung dazu liefert eine automatische Regelung der Verstärkung des Umsetzerteils (auch abschaltbar) einen **innerhalb des Abstimmbereichs konstanten Ausgangspegel**. Eine Pegelvariation von 30 μV bis 200 mV geschieht über den in Stufen von 1 und 10 dB schaltbaren Ausgangsteiler (maximale Dämpfung 70 dB) und eine kontinuierliche Verstärkungsänderung im Bereich 0 bis -6 dB. Der Ausgangswiderstand ist für $Z = 50 \Omega$ definiert; eine Variante für 75Ω – mit Ausgangs-Übertrager $50/75 \Omega$ – steht ebenfalls zur Verfügung. Als Option ist auch ein zweiter Umsetzoszillator lieferbar. Er ermöglicht die Umschaltung der Eingangs-ZF des Umsetzerteils von 38,9 MHz auf beispielsweise 45,75 MHz (Standard M) und ergibt mit entsprechendem zweiten Modulatorteil ein Zwei-Normen-Gerät.

Für den **Einsatz des SBUF in programmierbaren Meßsystemen** ist die Möglichkeit der externen Abstimmung des YIG-Oszillators (0 bis 5 V entsprechend 0 bis 1000 MHz) und externen Einspeisung der Referenzfrequenz (150 bis 250 MHz, $\approx 0,3 \text{ V}$) zur genauen Kanalabstimmung gegeben. Ebenso sind die Verstärkung von 0 auf -6 dB (maximaler Störabstand – minimale Linearitätsfehler) und die Programmwahl für den Modulatorteil durch TTL-Signale schaltbar. Zusätzlich wird die Synchronisation der YIG-Frequenz gemeldet.

Mechanischer Aufbau

Wie schon erwähnt, besteht der SBUF aus zwei Einzelgeräten gleicher Größe, die intern jedoch entsprechend den unterschiedlichen elektrischen Funktionen und Aufgaben nach verschiedenen Konstruktionsprinzipien aufgebaut sind.

Beim **Modulatorteil** sind die Baugruppen – Bildmodulator, Tonmodulator, Seitenbandgenerator und Programmfeld – als leicht wechselbare Einschübe ausgebildet, die eine flexible Anpassung an die verschiedenen TV-Standards gewährleisten (BILD 7). Zusätzlich ist Platz für den Einsatz eines zweiten Tonmodulators

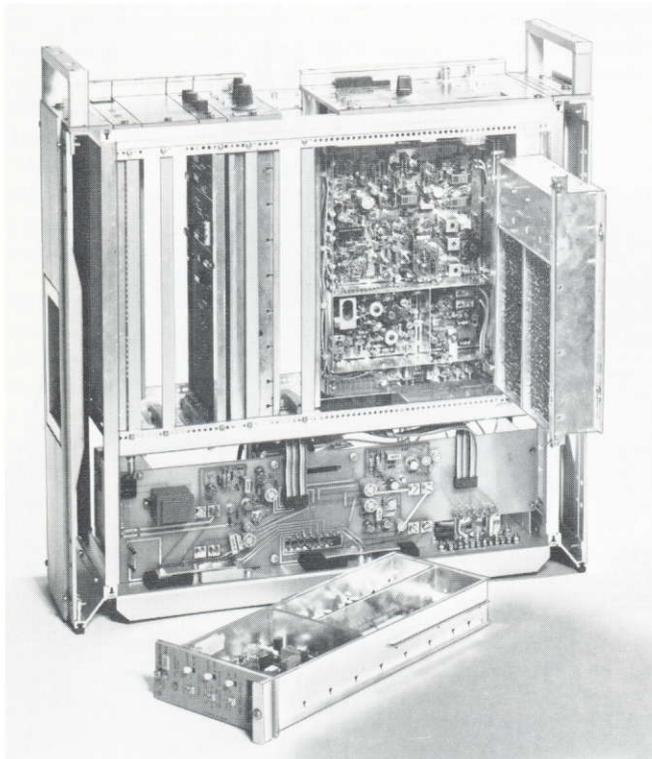


BILD 7 Innerer Aufbau des Modulatorteils zum TV-RF-Meßsender SBUF. Foto 24 871

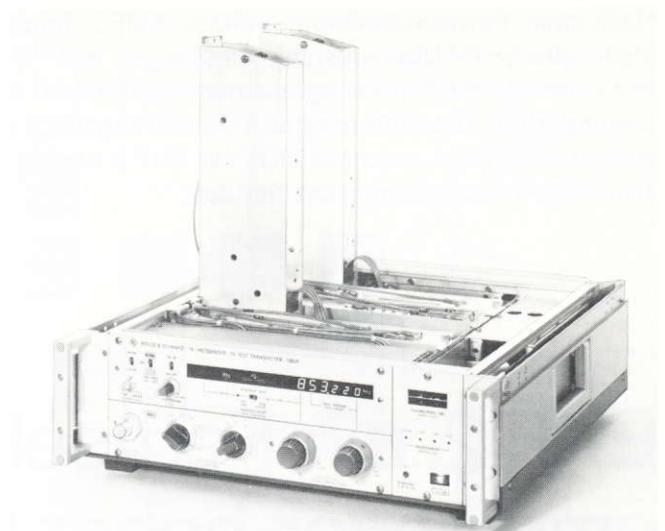


BILD 8 Umsetzerteil des TV-RF-Meßsenders SBUF.

Foto 26 092

für TV-Stereountersuchungen vorhanden (Normalausführung mit Blindfeld). Ein durchgehendes Motherboard stellt die Verbindungen der Einschübe her. Zugänglichkeit von allen Seiten erleichtert und verkürzt den Service.

Die Baugruppen im **Umsetzerteil** sind als schwenkbare, äußerst HF-dichte Chassis gleicher Bauart ausgeführt, die auch im ausgeschwenkten Zustand elektrisch mit den übrigen Baugruppen verbunden bleiben (BILD 8). Damit werden Schnittstellenprobleme bei sehr hohen Frequenzen umgangen sowie Abgleich und Service wesentlich vereinfacht.

Adolf Wendl

LITERATUR

- [1] Harm, H.: Der Video-Prüfsignalgenerator SPF unter besonderer Berücksichtigung des modulierten 20T-Impulses. Neues von Rohde & Schwarz (1967) Nr. 26, S. 55–65.
- [2] Swart, M.: Neue Einschübe zum Prüfzeilen-Signalgenerator SPZF. Neues von Rohde & Schwarz (1976) Nr. 72, S. 14–18.
- [3] Burkhart, D.: Intermodulations- und Kreuzmodulationsmessungen mit dem Leistungs-Meßsender SMLU. Neues von Rohde & Schwarz (1973) Nr. 62, S. 5–7.
- [4] Hermsdörfer, O.: Fernseh-Meßdemodulator AMF 2 mit Hüllkurven- und Synchrondemodulation. Neues von Rohde & Schwarz (1977) Nr. 77, S. 9–13.

KURZDATEN TV-RF-MESSENDER SBUF

Frequenzbereich	25 ... 1000 MHz ohne Bereichsumschaltung
Ausgangspegel	30 μV ... 200 mV an 50Ω (Option 75Ω)
Ausgangssignale	Kombinierte Bild-Ton-Seitenbandsignale FBAS-Negativ-AM Audio-FM Seitenband (unmoduliert, wobbelbar)
Gruppenlaufzeitfehler	$\leq 10 \text{ ns}$ (ohne Empfänger-Entzerrung)
Linearitätsfehler	$\leq 2 \%$ ($m = 10 \dots 75 \%$)
Störabstand	
Bild	$\geq 60 \text{ dB}$ (bez. auf Schwarzweiß-Pegel)
Ton	$\geq 60 \text{ dB}$ (bez. auf 40 kHz Hub)
Eingangssignale	
FBAS	$U_{SS} = 1 \text{ V} \pm 6 \text{ dB}$ an 75Ω oder $1 \text{ M}\Omega$
Audio	$1,55 \text{ V}$ an $5 \text{ k}\Omega$ (0 ... 75 kHz Hub)
Bestellnummer	
Modulatorteil	294.0018.52
Umsetzerteil	292.8011.52

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 81/2