

Der FAB dient zum Messen und Überwachen frequenzmodulierter Sender (auch Stereo) in den VHF-UHF-Frequenzbereichen I, II, III und IV/V. Die jeweils einen Bereich erfassenden Oszillatoren sind als Einschübe ausgeführt und lassen sich je nach Bedarf auswechseln. Die elektrischen Eigenschaften des FAB entsprechen dem Pflichtenheft 5/3.4 für FM-(AM-)Meßdemodulatoren.

FM-AM-Meßdemodulator FAB

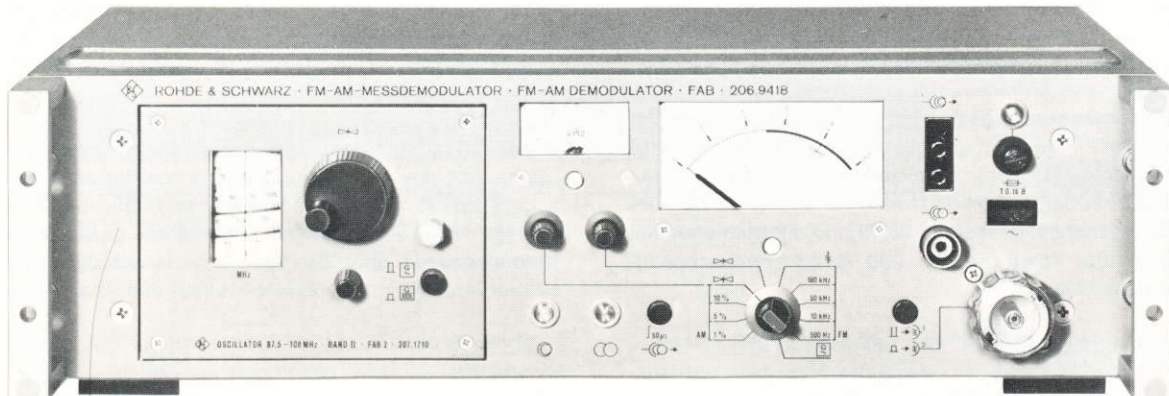


Bild 1 FM-AM-Meßdemodulator FAB.

Foto 20 328

Der Name des FAB „FM-(AM-)Meßdemodulator“ weist schon auf die Hauptaufgabe des Gerätes hin: Es setzt die vom FM-Sender abgestrahlten hochfrequenten Signale zu Meßzwecken und mit geringsten Veränderungen in die NF-Ebene um. Als Betriebsmeßgerät ist der FAB (Bild 1) für Eingangsspannungen von 1 bis 5 V ausgelegt und lieferbar mit 50 oder 60 Ω Eingangswiderstand.

Zur **Frequenzdemodulation** dient ein Diskriminator, der eine feste ZF verlangt (Bild 2). Deshalb müssen die Messungen selektiv durchgeführt werden, das heißt, das Gerät ist mit dem lokalen Oszillator auf die Senderfrequenz abzustimmen. Die Senderablage wird bis ± 60 kHz angezeigt. Die Selektion erfolgt nur in der ZF-Ebene, es gibt keine RF-Verstärkerstufe. Die hohe Qualität des demodulierten Signals wird garantiert bis zu Hüben von ± 100 kHz für Modulationsfrequenzen zwischen 40 Hz und 53 kHz, was bedeutet, daß der FAB stereogeignet ist.

Die **Amplitudendemodulation** geschieht ebenfalls ohne RF-Vorverstärkung breitbandig mit einer Schottky-Diode. Da der FAB als Betriebsmeßgerät für FM-Sender gedacht ist, handelt es sich bei der zu messenden AM nur um Störbeiträge (z. B. Brumm- oder synchrone AM) mit kleinen Modulationsgraden. Die hohe Anzeige- und Demodulationsqualität wird deshalb nur für Modulationsgrade bis 10% garantiert.

Da FM einen lokalen Oszillator erfordert, und dieser andererseits eine hohe Frequenzstabilität und -genauigkeit haben muß, wurde der FAB als Grundgerät mit Oszillatoreinschüben für die Bereiche I, II, III und IV/V konzipiert*. Es läßt sich auch ein externer Oszillator einsetzen, dessen Qualität jedoch die Messungen beeinflusst (speziell Störabstandsmessungen). Für AM-Messungen genügt das Grundgerät.

Den Spitze-Spitze-Wert der NF zeigt ein Instrument mit geeichter Skala an; FM-Bereiche: ± 100 kHz, ± 50 kHz, ± 10 kHz und $\pm 0,5$ kHz Hub; AM-Bereiche: 10%, 5% und 1% Modulationsgrad. Gleichzeitig gelangt das Signal an zwei NF-Ausgänge, einen erd- und gleichspannungsfreien Ausgang (Kontrollausgang) für Monosignale oder für das Basisband bei Stereomultiplexsignalen (begrenzt auf 15 kHz und mit festeingestellter 50- μ s-Deemphasis) und an einen zweiten gleichspannungsfreien Ausgang (Meßausgang), der von 40 Hz bis 53 kHz einen Frequenzgang von $\pm 1%$ aufweist. Über Drucktaste kann dieser Ausgang ebenfalls mit 15-kHz-Tiefpaß und 50- μ s-Deemphasis beschaltet werden, so daß auch hier bei Stereosendungen Messungen im Basisband möglich sind (Frequenzen über 19 kHz werden dabei mehr als 40 dB unterdrückt). Die Ausgänge sind mit 600 Ω be-

*) Zur Zeit lieferbar für Bereich II (87,5 bis 108 MHz); die übrigen Bereichsoszillatoreinschübe sind in Vorbereitung.

lastbar und liefern bei 500 Hz ein Ausgangssignal von ± 14 dBm bei ± 100 kHz Hub (entsprechend 3,87 V). Die Spitzenwertanzeige wird vom Meßausgang abgeleitet, das heißt, durch Einschalten der Deemphasis mit 15-kHz-Tiefpaß kann man auch hier eine gewisse Bewertung der Anzeige vornehmen.

Meßaufgaben

Im Anzeigebereich mit Vollausschlag entsprechend ± 500 Hz Frequenzhub lassen sich **FM-Störabstände** bis 60 dB noch bis auf $\pm 3\%$ v. E. messen.

Die an den Ausgängen zur Verfügung stehenden NF-Signale gestatten mit Zusatzgeräten die exakte Bestimmung der **Modulationsqualität des Senders**, beispielsweise Fremdspannungsabstände bis 68 dB und Geräuschspannungsabstände bis 76 dB (bezogen auf ± 40 kHz Frequenzhub). An einem Labormuster wurden folgende Spitze-Spitze-Werte gemessen: Mit Quarzoszillator Fremdspannungsabstand 81 dB, Geräuschspannungsabstand 86 dB und mit freilaufendem Generator 78 dB Fremd- und 82 dB Geräuschspannungsabstand.

Funktion

Das RF-Signal gelangt vom RF-Eingang an der Frontplatte oder der Geräterückseite über je ein 5-dB-Dämpfungsglied (zur Verbesserung der Rückflußdämpfung) zum Koaxialrelais, das, über Drucktaste an der Frontplatte ausgelöst, den Eingang mit dem Mischer verbindet (siehe Bild 2). Das RF-Signal wird mit dem lokalen Oszillatorsignal auf eine Zwischenfrequenz von 21,4 MHz umgesetzt. Die Selektion geschieht im anschließenden ZF-Filter mit einer Bandbreite von etwa 400 kHz. Der nachfolgende Begrenzer mit anschließender Linearverstärkung befreit das Signal von AM-Anteilen und stellt den Pegel für den folgenden Diskriminator bereit. Die Selektionskurve ist im wesentlichen durch ein transitional gekoppeltes Vierkreisfilter bestimmt, wodurch optimales Laufzeitverhalten erreicht wird.

Der Diskriminator betreibt direkt ein kleines Anzeigeinstrument, das die Frequenzablage des Senders (bezogen auf 21,4 MHz in der ZF-Ebene) bis ± 60 kHz anzeigt. Nach einem NF-Trennverstärker gelangt die Niederfrequenz über den Betriebsartenschalter zum NF-Vorverstärker mit 100-kHz-Tiefpaß und über einen

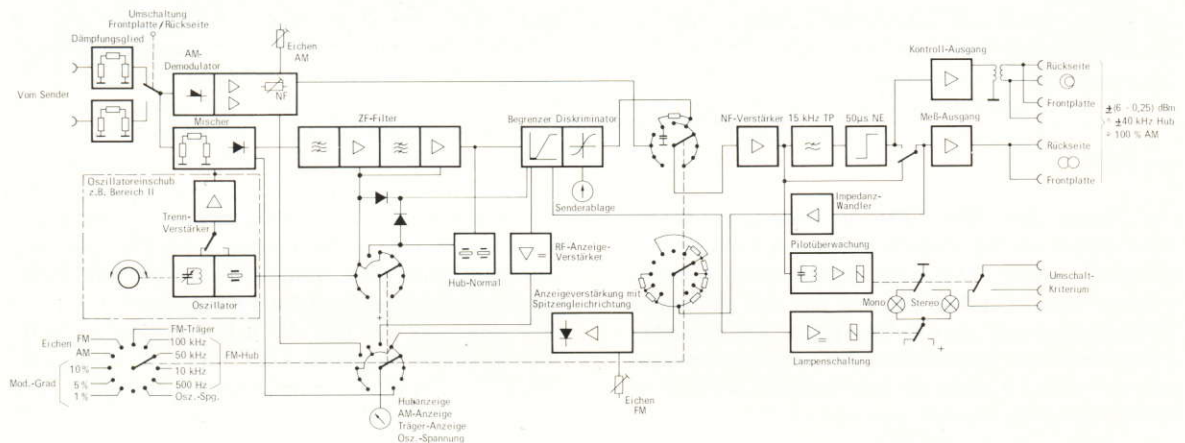


Bild 2 Prinzipialschaltung des FM-AM-Meßdemodulators FAB.

Stereokanalübersprechen kann über einen nachgeschalteten Stereodecoder oder mit einem Oszillografen gemessen werden. Für den FAB wird dabei im Bereich 100 Hz bis 5 kHz eine Übersprechdämpfung von mindestens 44 dB garantiert, die oberhalb und unterhalb dieses Bereiches um maximal 6 dB/Oktave abnehmen darf (Bild 3). Der **Modulationsfrequenzgang** läßt sich zwischen 40 Hz und 53 kHz auf $\pm 1\%$ genau ermitteln. Der **Eigenklirrfaktor** des FAB liegt im Basisband bis 15 kHz und bei Hüben bis ± 75 kHz unter $2,5\text{‰}$ (siehe Bild 3). Die Differenztonfaktoren betragen bis 53 kHz: $d_2 \leq 1,5\text{‰}$ und $d_3 \leq 2\text{‰}$.

Zur genauen Messung der **Frequenzspitzenhöhe** enthält der FAB ein mit Quarzen bestücktes Hubnormal, das ein Nacheichen der Anzeigeskala ermöglicht.

15-kHz-Tiefpaß mit nachgeschalteter 50- μ s-Deemphasis zum Ausgangsverstärker des Kontrollausgangs. Der zweite Verstärker (vor dem Meßausgang) läßt sich durch Knopfdruck von der Frontplatte aus entweder vor den 15-kHz-Tiefpaß mit Deemphasis schalten oder hinter diesen und damit parallel zum ersten Endverstärker. Vom Eingang des zweiten Endverstärkers wird das NF-Signal über einen Trennverstärker mit Impedanzwandler und geeichte Teilerwiderstände (je nach Stellung des Betriebsartenschalters) zum Anzeigeverstärker mit Spitzengleichrichtung geführt.

Bei FM ist die Anzeige der zulässigen RF-Eingangsspannung von der Größe der in den ersten drei Begrenzerstufen auftretenden ZF-Spannung abgeleitet. Da in einem Begrenzer bei wachsender Eingangs-

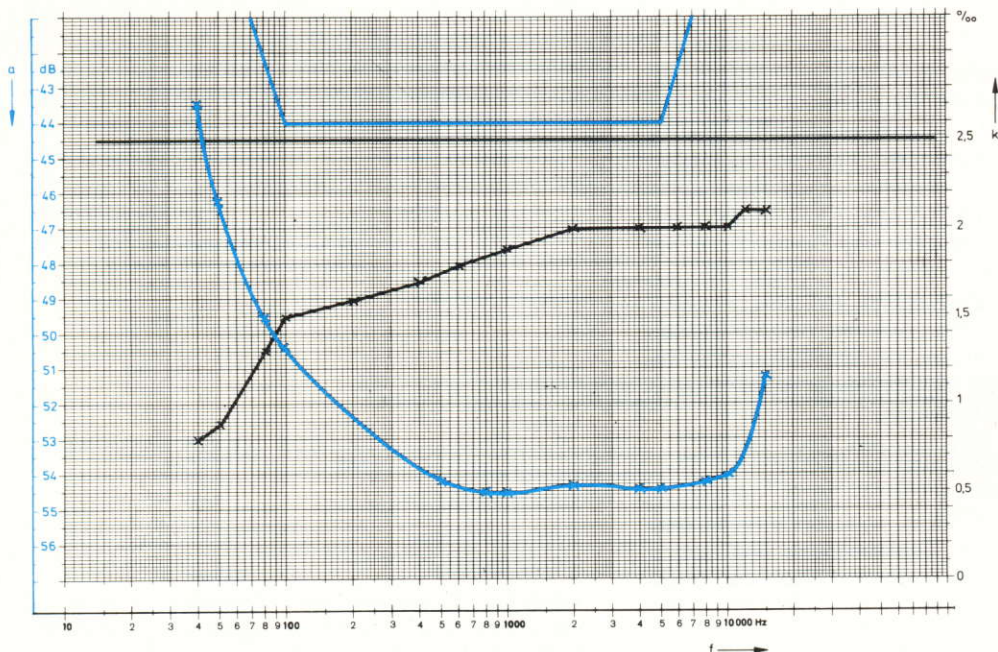


Bild 3
Stereokanalüber-
sprechdämpfung a
(blaue Kurve) und
Eigenklirrfaktor k
des FAB mit
Toleranzgrenzen.

spannung zunächst die letzte Stufe, dann die vorletzte und so weiter zu begrenzen beginnt, werden bei dem sechsstufigen Begrenzer des FAB bereits dann gute Störabstände erreicht, wenn die letzten vier Stufen voll wirken. Von den Kollektoren der ersten drei Begrenzerstufen wird das ZF-Signal ausgekoppelt und gleichgerichtet. Die Summe der Richtströme der drei Dioden gelangt zum RF-Anzeigeverstärker, der in der Schalterstellung FM-Trägeranzeige den Instrumentenzeiger in den mit schwarzem Balken gekennzeichneten Bereich treiben muß.

Ebenfalls von der dritten Begrenzerstufe wird eine Gleichspannung abgeleitet, die bei Erreichen einer eingestellten Schwelle über ein Relais eine Lampe mit der Bezeichnung Mono aufleuchten läßt. Vor dem 15-kHz-Tiefpaß wird über einen Schwingkreis der 19-kHz-Pilotton (falls vorhanden) ausgekoppelt, verstärkt und gleichgerichtet. Ein Relais schaltet um, wenn das Signal den 19-kHz-Ton mit mehr als ± 3 kHz Hub enthält; statt der Lampe für Monobetrieb leuchtet dann die Stereoanzeige auf. Ein zweiter Umschaltkontakt dieses Relais ist auf einen Stecker an der Rückseite des Gerätes geführt, so daß eine Stereo-Fernsignalisierung möglich ist.

Beim Eichen des FM-Hubs wird dem ZF-Filter die Betriebsspannung genommen und statt dessen werden ein Quarzgenerator und ein Multivibrator angeschlossen; letzterer schaltet abwechselnd einen Quarz ein, der entweder 40 kHz oberhalb oder unterhalb der ZF-Mitte von 21,4 MHz schwingt. Dieses **Hubnormal** gibt seine Spannung an den Begrenzer ab. Zum Entfernen der Umschaltspitzen aus dem NF-Signal wird die vom Hubnormal kommende NF nach dem Diskriminator-Trennverstärker über ein RC-Tiefpaßglied den folgen-

den NF-Stufen zugeführt. Das NF-Signal dient eigentlich nur der Anzeigezeichnung der FM-Bereiche, kann aber auch an den NF-Ausgängen beobachtet und zur Pegelkontrolle benutzt werden.

Bei den AM-Messungen sind ZF-Verstärker und Hubnormal sowie der lokale Oszillator ohne Betriebsspannung; umgekehrt ist bei FM-Messungen die AM-Demodulatordiode gesperrt, so daß die AM keinen Hub erzeugen kann. Die AM-Demodulatordiode liegt ohne Vorverstärker parallel zum FM-Mischereingang. Die entstehende NF mit dem Trägermittelwert wird einem Differenzverstärker (Emitterfolger) zugeführt (Bild 4). Mit R_1 bringt man den Trägermittelwert an Punkt B für Messungen immer auf den gleichen Wert (Eichmarke an I), wodurch der einmal (im Werk) mit R_3 eingestellte NF-Pegel dem Modulationsgrad proportional ist. R_4 dient der Nullpunkteinstellung.

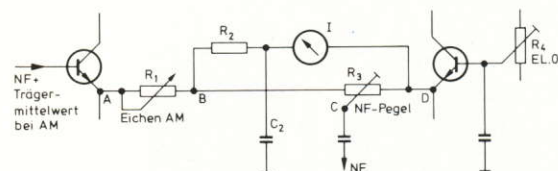


Bild 4 AM-Träger-Eichung.

Im Betrieb wird nur noch das externe Potentiometer R_1 bedient. Die NF-Spannung gelangt nun über den Betriebsartenschalter zum NF-Verstärker und steht am Ausgang mit einem Pegel zur Verfügung, der bei 100% AM einem Frequenzhub von ± 40 kHz entspricht.

Aufbau

Das **Grundgerät** besteht aus dem Rahmen mit geregelterm 24-V-Netzteil und drei Baueinheiten, die mit dem Rahmen verschraubt und mit dessen Verkabelung durch Stecker verbunden sind. Die erste Baugruppe enthält: FM-Mischer, ZF-Selektion, Hubnormal sowie AM-Demodulator und NF-Vorverstärker; in der zweiten sind Begrenzerverstärker und Diskriminator mit NF-Trennstufe enthalten und in der dritten (NF-Teil) befinden sich vier Steckplatten und eine Adapterplatte zu Servicezwecken. Auf den vier Steckkarten sind die Anzeigeverstärker, die Umschaltung für die Mono/Stereo-Anzeige, die NF-Filter und die NF-Ausgangsverstärker untergebracht.

Prinzipiell lassen sich alle Baugruppen bei einer Reparatur austauschen, jedoch ist wegen der Einhaltung der geforderten Daten noch ein Feinabgleich nötig. Beschriftung der Gehäusedeckel und leichte Zugänglichkeit aller Baugruppen machen das Gerät servicefreundlich.

Der als Einschub ausgebildete **Oszillator** für Bereich II besteht aus einem freischwingenden abstimmbaren Oszillator mit anschließendem Trennverstärker, in

dessen Rückkopplungsweig über Drucktaste ein Quarz eingeschaltet werden kann. Dadurch erhöhen sich Frequenzstabilität und Kurzzeitkonstanz erheblich, wodurch auch Stör- und Geräuschabstand des FAB besser werden.

H. G. Mähler-Berner

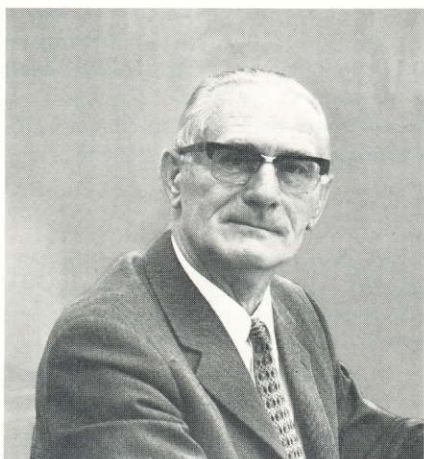
Kurzdaten des FM-AM-Meßdemodulators FAB

Frequenzbereiche	
I	47 ... 68 MHz
II	87,5 ... 103 MHz
III	174 ... 230 MHz
IV/V	470 ... 860 MHz
Meßbereiche	
Frequenzhub	0 ... 500 Hz/10/50/100 kHz
Modulationsgrad	0 ... 1/5/10 %
Eingangsspannung U_{eff}	1 ... 5 V
Eingangswiderstand	50 oder 60 Ω
Rückflußdämpfung	≥ 26 dB
Fremdspannungsabstand (U_{ss})	68 dB
Geräuschspannungsabstand (U_{ss})	76 dB
Bestellbezeichnung (Grundgerät)	Ident-Nr. 206.9418 ...

Näheres durch Leserdienstkarte: Kennziffer 53/4



intern



Mit 14 Jahren baute er sein erstes Radio, später ferngesteuerte Flugzeugmodelle und seit nunmehr 35 Jahren elektronische Meßgeräte: Ferdinand Spies, 1912 im mittelfränkischen Ansbach geboren, heute Leiter der meßtechnischen Entwicklung des Hauses Rohde & Schwarz, beging am 22. Januar seinen 60. Geburtstag.

Direktor Spies 60 Jahre

Geradlinig wie sein Berufsweg ist sein Charakter. Kollegen und Mitarbeiter schätzen den gerechten Freund und gewissenhaften Berater ebenso wie das treffsichere Urteil jenes Mannes mit der Rohde & Schwarz-Werk-Nr. 20, der 1937 als junger Diplomingenieur von der Technischen Hochschule München kam. Die Professoren Piloty, Schumann und Zenneck hatten so viel elektrotechnisches Fachwissen vermittelt, daß er sofort ins Volle ging. Schon im ersten Vierteljahr – man nennt es heute Probezeit (!) – weist das Laborbuch I eine enorme Aktivität aus: Bau eines Schwebungssummers 500 Hz bis 12 kHz, Erarbeitung der Grundlagen des heute noch im Programm befindlichen Leitwertmessers VLU nach einer Idee Dr. Rohdes, Entwicklung eines Wellenmessers für 20 bis 300 MHz sowie Vorarbeiten an Geräten zur Feldstärkemessung.

Im Zweiten Weltkrieg beschäftigten den Entwicklungsingenieur die beiden später weltbekannt gewordenen Funküberwachungsempfänger Samos und Fanö für Funk- und Radar-Ortung im Bereich bis 1,6 GHz. Der Berufung im Jahre 1947 zum Leiter der gesamten damaligen Rohde & Schwarz-Entwicklung folgten 1953 die Prokura und 1958 die Ernennung zum Direktor des Bereichs Meßtechnik-Entwicklung einschließlich Funkpeilern und kommerzieller Empfangstechnik.