

Mit dem SMUV bringt Rohde & Schwarz einen preisgünstigen Meßsender für den Lang- bis Ultrakurzwellenbereich auf den Markt. Seine hochwertigen Eigenschaften qualifizieren ihn für Präzisionsmessungen an Empfängern – auch Stereo –, Baugruppen und Bauelementen aller Art. Durch vielseitige Optionen läßt er sich zum Wobbelmeßsender, Leistungsmeßsender und zum Synthesizer erweitern und damit wirtschaftlich der jeweiligen Meßaufgabe anpassen.

AM-FM-Meßsender SMUV für 10 kHz bis 130 MHz

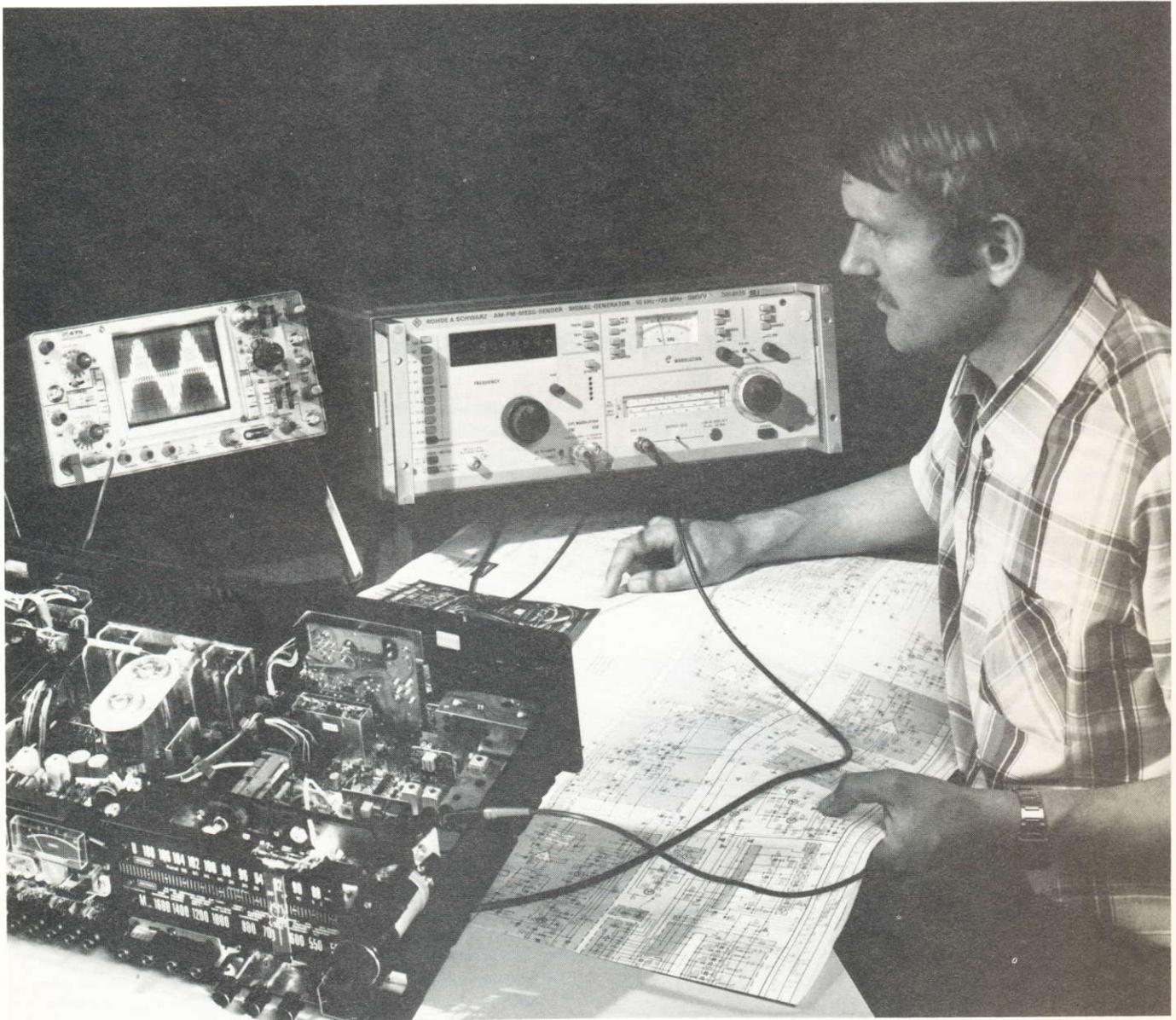


BILD 1 Messung an einem Stereo-Empfänger mit dem AM-FM-Meßsender SMUV.

Foto 26 633

Mit dem AM-FM-Meßsender SMLH* für 10 kHz bis 40 MHz hat Rohde & Schwarz vor etwa einem Jahr sein Meßsenderprogramm im Lang- bis Kurzwellenbereich erweitert. Als Ergänzung hierzu wurde jetzt der AM-FM-Meßsender SMUV mit einem Frequenzbereich bis 130 MHz entwickelt, so daß nun Messungen vom Langwellen- bis in den UKW-Bereich mit nur einem Meßsender möglich sind (BILD 1). Die Eigenschaften des SMUV entsprechen denen des SMLH: bestes Modulationsverhalten von 10 kHz bis 130 MHz, vernachlässigbare Rausch- und Phasenhubstörungen, extrem kleiner AM-Klirrfaktor und großer Intermodulationsabstand bei Amplitudenmodulation mit mehreren Tönen, ausgezeichneter FM-Klirrfaktor im UKW- und UKW-ZF-Bereich sowie mit Optionen Wobbelbetrieb über den gesamten Frequenzbereich und Erhöhung der Ausgangsleistung im Frequenzbereich 10 kHz bis 40 MHz auf 2 W.

Als Besonderheit bietet Rohde & Schwarz zusätzlich die Erweiterung „Synchronisation“ an, mit der der SMUV im 1-kHz-Raster synchronisiert werden kann und damit Synthesizerstabilität erhält, ohne daß die spektrale Reinheit des Signals verschlechtert wird.

Eigenschaften und Anwendung

Der SMUV ist ein idealer Meßsender für Entwicklung, Service und Fertigung. Es lassen sich mit ihm Messungen an allen aktiven und passiven Bauelementen, Baugruppen und Geräten im **Frequenzbereich 10 kHz bis 130 MHz** durchführen. Die **hohe spektrale Reinheit** und die **hohe Frequenzkonstanz** – mit Option sogar in Synthesizerqualität – ermöglichen Messungen auch an sehr schmalbandigen Empfängern. Der **große Schmalband- und Breitbandrauschabstand** gestattet kritische Nachbarkanalmessungen und der große Nebenwellenabstand in Verbindung mit der hohen Ausgangsspannung die Messung von Inter- und Kreuzmodulation sowie der Blockingdämpfung.

Seine **ausgezeichneten FM-Eigenschaften** im UKW-Bereich (87 bis 108 MHz) und im UKW-ZF-Bereich (10 bis 11,5 MHz) lassen in Verbindung mit einem Stereocoder sämtliche Messungen selbst an Hi-Fi-Stereo-Empfängern der Spitzenklasse zu. Der FM-Klirrfaktor hat im UKW-ZF-Bereich bei 75 kHz Hub einen typischen Wert von 0,05 % (Minimum bei 10,7 MHz), und im UKW-Bereich beträgt der FM-Klirrfaktor bei 75 kHz Hub typisch 0,08 % (BILD 2). Das Stereo-Übersprechen ist bei der Übersprechdämpfung von typisch 50 dB vernachlässigbar gering. Eine schaltbare DC-Kopplung bei Frequenzmodulation mit externen Modulationsspannungen ermöglicht Schmalbandwobbeln von Abstimmkreisen, ZF-Verstärkern, FM-Demodulatoren und dergleichen sowie von steilen Quarz- und Keramikfiltern.

Der von der Modulationsfrequenz weitgehend unabhängige **geringe AM-Klirrfaktor** von typisch 0,3 % über den gesamten HF-Bereich (BILD 3) erlaubt Messungen an hochwertigen AM-Empfängern und läßt Filterunsymmetrien der Selektionsmittel leicht erkennen. Für SSB-Empfänger sind der hohe Intermodulationsabstand bei Mehrton-AM (typisch 46 dB) und die geringe Phasenmodulation bei AM von Bedeutung.

Der **große Ausgangsspannungsbereich** des SMUV und der HF-dichte Aufbau gestatten sowohl Empfindlichkeitsmessungen an Empfängern bis herab zu 0,05 μ V als auch Messungen an aktiven Bauelementen und Baugruppen mit einer Spannung bis

zu 0,5 V an 50 Ω (mit Option 2-W-Verstärker im Frequenzbereich 10 kHz bis 40 MHz bis zu 10 V). Der kontinuierlich einstellbare Ausgangsspannungsteiler mit Einknopfbedienung erlaubt schnelles Messen von Empfindlichkeit, Störabstand und Einsatzpunkt von Rauschperre und Begrenzung. Die Eichung der

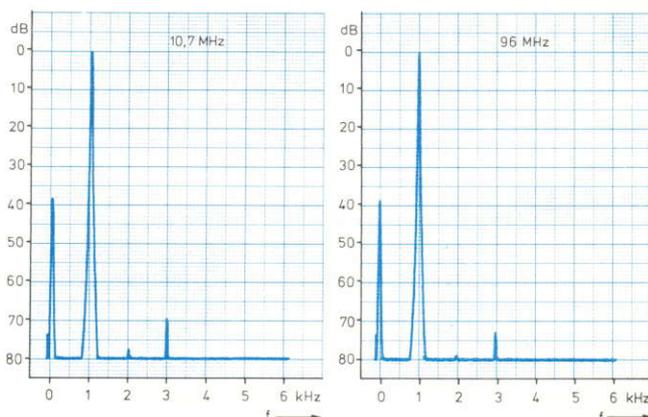


BILD 2 Typischer FM-Klirrfaktor des AM-FM-Meßsenders SMUV bei 75 kHz Hub; links Trägerfrequenz 10,7 MHz, rechts 96 MHz.

Teilerskala in V (EMK), μ V, dB(μ V) und dBm trägt den verschiedenen Anwendungsfällen Rechnung. Der bei allen HF-Pegeln gleichbleibend kleine Frequenzgang von typisch $\pm 0,25$ dB, die schnelle Frequenzzugriffsmöglichkeit – Bereichswahl mit Drucktasten, Abstimmen mit mechanischem Grob-Fein-Trieb ohne Anschlag in Verbindung mit einer elektronischen Feinabstimmung – und die Wobbelmöglichkeit über den gesamten Frequenzbereich sind ideale Voraussetzungen für Breitbandmessungen an Verstärkern, Filtern, Antennen und dergleichen. Die hohe Ausgangsspannung gewährleistet eine gute Entkopplung der Sender bei Mehrsendermessungen (Inter- und Kreuz-

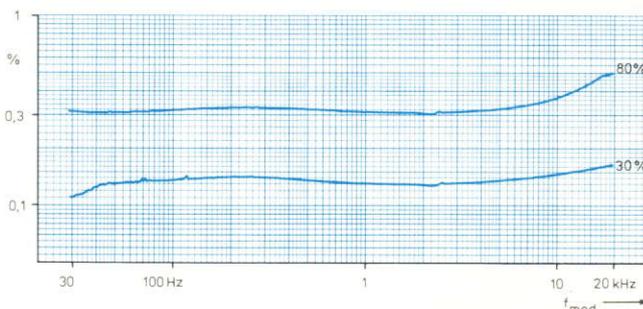


BILD 3 Typischer AM-Klirrfaktor des SMUV bei 30 % und 80 % AM.

modulationsmessungen). Bei Messungen mit unempfindlichen Indikatoren, wie thermischen Leistungsmessern, bei Messungen von Richtcharakteristik und Wirkungsgrad von Antennen sowie bei der Prüfung der Übersteuerungsfestigkeit von Verstärkern, Empfängern und aktiven Antennen ist eine hohe Ausgangsspannung ebenfalls unentbehrlich.

Der **siebenstellige Frequenzmesser** zeigt mit einer wählbaren Frequenzauflösung von 100 Hz, 10 Hz oder 1 Hz die Ausgangsfrequenz des SMUV oder die Frequenz eines extern angelegten Signals an. Die Zählerempfindlichkeit beträgt bei externer Frequenzmessung über den gesamten Frequenzbereich von 10 Hz bis 130 MHz 30 mV (typisch 10 mV) und gestattet damit Frequenzmessungen auch an Spannungsquellen mit niedrigem Pegel.

* Pedersen, J.; Ramundt, H.-E.: AM-FM-Meßsender SMLH für 10 kHz bis 40 MHz. Neues von Rohde & Schwarz (1977) Nr. 79, S. 10–13.

Aufbau und Wirkungsweise

Beim SMUV werden die Vorteile der verschiedenen **Frequenz-aufbereitungstechniken** konsequent genutzt: Die hohen Frequenzen (20 bis 130 MHz) werden mit durchstimmbaren Oszillatoren direkt erzeugt, die tiefen (0,01 bis 6,75 MHz) sowie der UKW-ZF-Bereich durch Mischung mit einem quarzstabilen Signal und die mittleren (6,75 bis 20 MHz) durch Frequenzteilung (BILD 4). Dadurch und durch günstige Frequenzlagen werden die hohe spektrale Reinheit – der große Nebenwellenabstand und der große Schmalband- und Breitbandrauschabstand – wie auch die hohe Frequenzkonstanz erzielt.

Die durchstimmbaren Oszillatoren sind in gedruckter Schaltungstechnik auf Keramiksegmenten aufgebaut. Die Abstimmung erfolgt mit einem gemeinsamen Rotor nach dem Prinzip der Drehkondensatorabstimmung. Dabei wird ein kontinuierliches Durchstimmen der Frequenz über mehrere Teilbereiche ohne Drehrichtungsumkehr des Abstimmknopfes möglich. Der stabile Aufbau der Oszillatoren in Verbindung mit dem schweren Oszillatortu Gehäuse machen den SMUV unempfindlich gegen

lations- und Trägerfrequenz weitgehend unabhängiger, sehr niedriger Modulationsklirrfaktor erreicht. Die Verwendung von PIN-Dioden im Modulator läßt hohe Trägerpegel zu, wodurch es zu keinen Einschränkungen bezüglich des Signal/Rausch-Abstandes kommt.

In der **Endstufe** wird der Pegel in mehreren Verstärkerstufen auf 0,5 V an 50 Ω angehoben. Zwei Demodulatoren am Ausgang – ein Mittelwertgleichrichter für die tiefen Trägerfrequenzen bis 6,75 MHz und ein Spitzenwertgleichrichter für die Frequenzen darüber – ermöglichen bei allen Träger- und Modulationsfrequenzen eine exakte Ausgangspegelregelung.

Optionen

Die Optionen des SMUV sind voneinander unabhängig und damit einzeln nachrüstbar. Der mechanische Einbau ist einfach durchzuführen; es sind keine Löt- oder Abgleicharbeiten erforderlich.

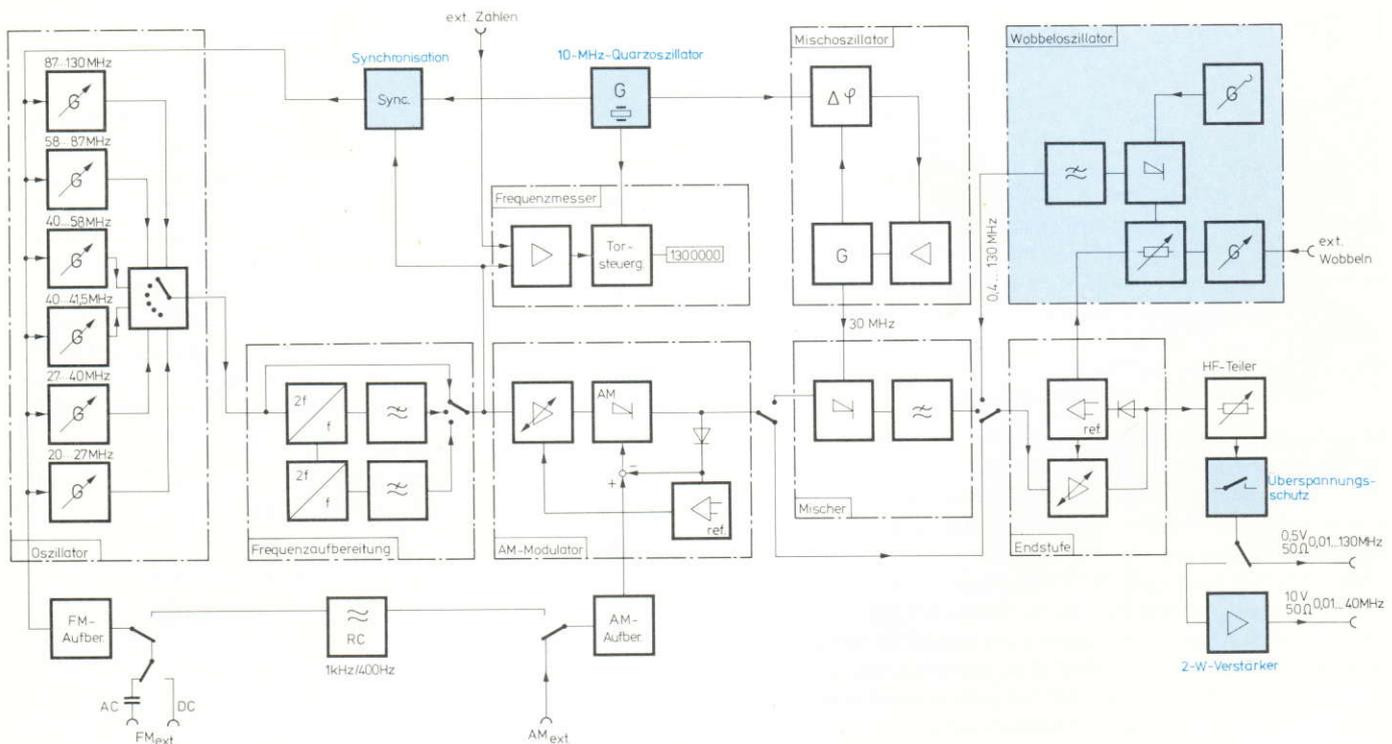


BILD 4 Prinzipschaltung des AM-FM-Meßsenders SMUV für 10 kHz bis 130 MHz (blau die Optionen).

mechanische Vibration und akustische Störungen. Temperaturschwankungen der Umgebung haben wegen der großen thermischen Zeitkonstante des Oszillatortu Gehäuses nur unwesentlichen Einfluß auf die Kurzzeitstabilität des SMUV.

Die **Frequenzmodulation** der Oszillatoren geschieht mit Kapazitätsdioden, die mit dem Abstimmkondensator je nach Frequenz mehr oder weniger an den Schwingkreis angekoppelt werden und dadurch einen konstanten Frequenzhub über den gesamten Frequenzbereich garantieren.

Der **Amplitudenmodulator** des SMUV arbeitet mit PIN-Dioden nach dem Prinzip der stromgesteuerten Dämpfung. Durch eine Vorverzerrung der Modulationsspannung in Verbindung mit einer starken Modulationsgegenkopplung wird ein von Modu-

Mit dem **Quarzoszillator SMUV-B1** verringert sich der Anzeigefehler des Frequenzmessers von $1 \cdot 10^{-5}$ /Monat auf $5 \cdot 10^{-8}$ /Monat. Bei eingeschalteter Synchronisation verbessert sich damit in gleicher Weise die Frequenzgenauigkeit des Ausgangssignals sowie dessen Langzeitstabilität.

Der **2-W-Verstärker SMLH-B3** erhöht im Frequenzbereich 10 kHz bis 40 MHz die Ausgangsleistung auf 2 W (10 V an 50 Ω). Bis 4 V Ausgangsspannung beträgt der maximale Amplitudenmodulationsgrad 98 %. Für höhere Ausgangsspannungen reduziert sich der maximale Modulationsgrad linear bis auf $m = 0\%$ bei 10 V.

Der **Wobbeloszillator SMUV-B5** überstreicht den Gesamtfrequenzbereich 0,4 bis 130 MHz in drei Bereichen. Die Teilbereiche sind mit TTL-Pegel elektronisch umschaltbar, so daß

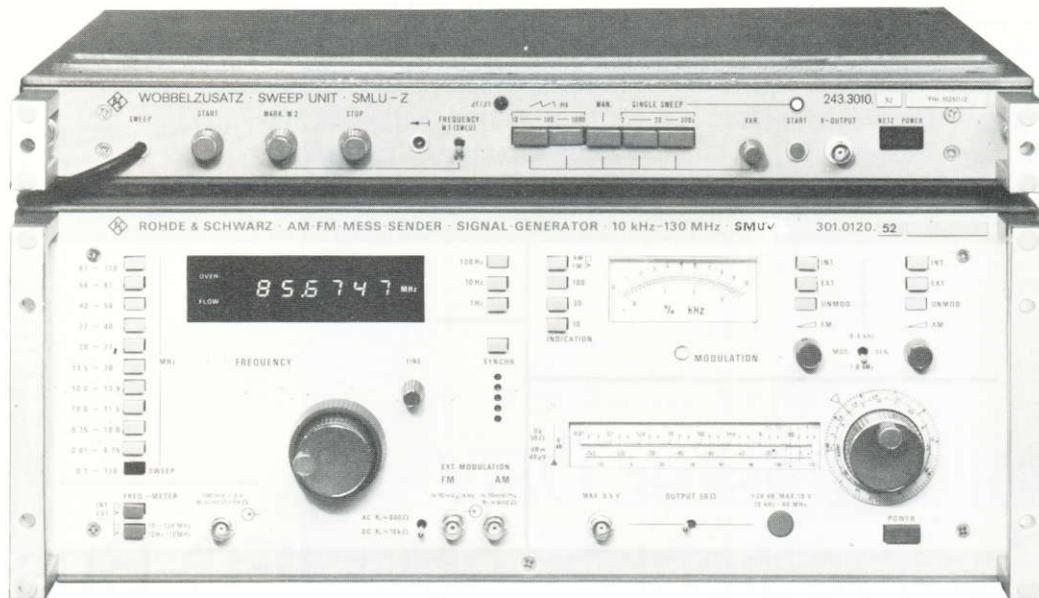


BILD 5 AM-FM-Meßsender SMUV mit Wobbelzusatz SMLU-Z. Foto 26 630

der Gesamtfrequenzbereich mit einem geeigneten Sägezahn-generator durchgehend gewobbeln werden kann. Speziell auf den SMUV mit eingebautem Wobbeloszillator ist der Wobbelzusatz SMLU-Z zugeschnitten (BILD 5). Mit ihm läßt sich entweder der gesamte Frequenzbereich oder auch jeder beliebige Teilbereich wobbeln. Die Umschaltung der drei Bereiche steuert der Wobbelzusatz automatisch. Die Wahl des Wobbelbereichs erfolgt durch Start-Stop-Einstellung mit zwei Potentiometern. Mit einem weiteren Potentiometer läßt sich innerhalb des Wobbelbereichs eine Marke setzen, deren Frequenz mit dem SMUV-Zähler angezeigt wird. Gleichzeitig erscheint die Marke an einem angeschlossenen Sichtgerät als heller Punkt. Die Ablaufzeit des Wobbelvorganges ist zwischen 10 und 100 ms einstellbar; zusätzlich sind Einzelabläufe von 2 bis 200 s oder auch eine manuelle Abstimmung zwischen Start- und Stopfrequenz möglich. Der Frequenzgang des Wobbeloszillators ist vernachlässigbar gering (BILD 6).

Der **HF-Überspannungsschutz SMLH-B7** sichert den HF-Teiler und die Endstufe des SMUV vor Zerstörung, falls zu hohe HF- oder Gleichspannung am HF-Ausgang anliegt. Dies kann beispielsweise beim Prüfen von Sprechfunkgeräten auftreten, wenn bei der Messung versehentlich die Sprechaste gedrückt wird.

Die Option **Synchronisation SMUV-B9** hebt die Frequenzstabilität des SMUV auf Synthesizerniveau an. Mit ihr vereinigt der SMUV die Eigenschaften hochstabiler, genauer Frequenz-

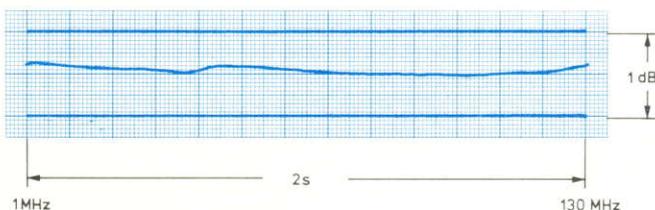


BILD 6 Frequenzgang des Wobbeloszillators SMUV-B5 zum AM-FM-Meßsender SMUV.

generatoren und freilaufender, extrem rauscharmer Meßsender mit universellen Modulationseigenschaften in einem Gerät. Die Option SMUV-B9 synchronisiert die Ausgangsfrequenz des SMUV mit der Quarzoszillatorfrequenz des Frequenzmessers. Dabei wird die geteilte Senderfrequenz mit der ebenfalls geteilten Quarzfrequenz in einer Sample-and-Hold-Schaltung verglichen, deren Ausgangsspannung den Senderoszillator über einen Tiefpaß nachsteuert. Das Teilungsverhältnis der Meßsenderfrequenz ist so gewählt, daß der Rastabstand der Synchronisation 1 kHz beträgt. Beim Abstimmen mit dem Grob- oder Fein-Trieb springt damit die Frequenz in 1-kHz-Schritten weiter oder zurück.

Michael Vohrer

KURZDATEN AM-FM-MESSENDER SMUV

Frequenzbereich	0,01 ... 130 MHz
Ausgangsspannung	0,05 μ V ... 0,5 V an 50 Ω
Rauschabstand (1 Hz Meßbandbreite)	
20 kHz Trägerabstand	> 140 dB
100 kHz Trägerabstand	> 145 dB, typ. 150 dB
Oberwellenabstand	> 30 dB, typ. 40 dB
Stör-FM	< 7 Hz, typ. 3 Hz (Bew. nach CCIR)
Stör-AM	< 0,03 %, typ. 0,01 % (Bew. nach CCIR)
Amplitudenmodulation	0 ... 98 %
Klirrfaktor	< 1 %, typ. 0,3 % (80 % AM)
Frequenzmodulation	0 ... 100 kHz Hub
Klirrfaktor UKW u. UKW-ZF	< 0,1 %, typ. 0,05 % (75 kHz Hub)
Frequenzmessung extern	10 Hz ... 130 MHz
Empfindlichkeit	< 30 mV, typ. 10 mV
Optionen	Synchronisation Wobbeloszillator 2-W-Verstärker Überspannungsschutz Quarzoszillator
Bestellnummer	301.0120.52

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 85/2