

Der Leistungs-Meßsender SMLU überdeckt den großen Frequenzbereich 25 bis 1000 MHz in sieben Teilbereichen mit linearer Skalenteilung. Er liefert eine geregelte Ausgangsleistung von 2 W (1 W), die wie die Frequenz feineinstellbar und programmierbar ist. Über jeweils einen Frequenz-Teilbereich läßt sich der SMLU extern wobbeln; ein einmaliger Frequenzablauf kann intern ausgelöst werden. Außerdem sind extern und intern Amplitudenmodulation sowie extern Frequenzmodulation möglich.

Leistungs-Meßsender SMLU für 25 bis 1000 MHz

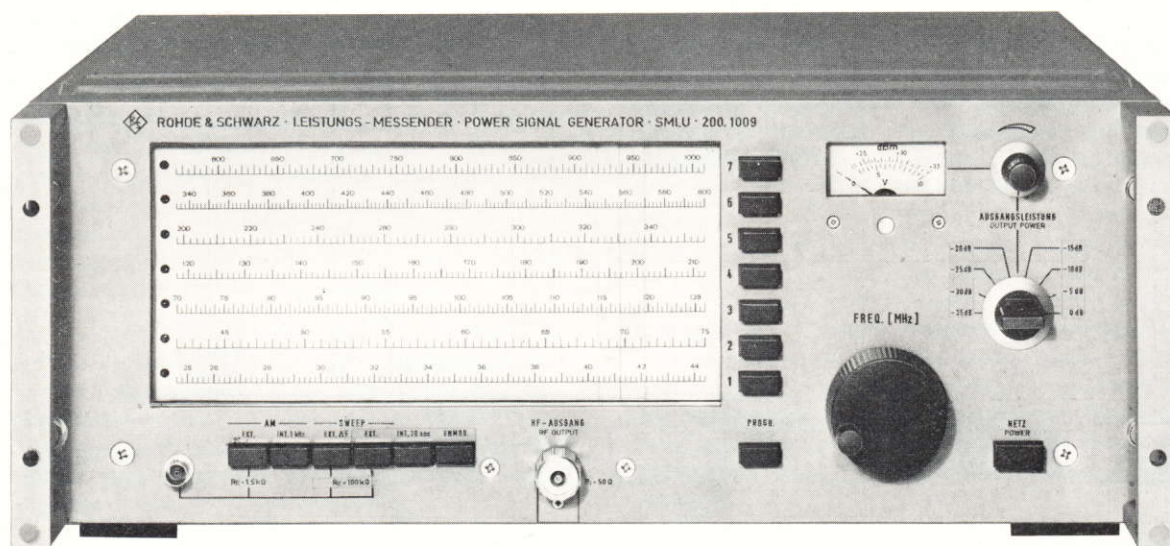


Bild 1 Leistungs-Meßsender SMLU.

Foto 19 865

Für sehr viele Meßaufgaben reicht die Ausgangsleistung üblicher Empfänger-Meßsender nicht aus. Solche Meßgeneratoren eignen sich speziell zur Abgabe genau definierter kleiner Pegel, wie sie zum Prüfen von Empfängern benötigt werden. Alle Forderungen nach höherem Ausgangspegel erfüllt die Reihe der Leistungs-Meßsender: Beginnend mit dem SMLR (0 bis 30 MHz) über den SLSV (22,5 bis 480 MHz), den SLRD (275 bis 2750 MHz) und den SLRC (2,3 bis 7 GHz) bis zum SLRE (6,7 bis 12,7 GHz) überdeckt sie den größten Teil der wichtigsten Frequenzbereiche und liefert Leistungen bis 30 W. Der neue Leistungs-Meßsender SMLU (Bild 1) erfaßt den großen Frequenzbereich 25 bis 1000 MHz, in welchem sich der wesentliche Teil der Nachrichtentechnik abspielt.

Die Eigenschaften des SMLU gestatten einen universellen Einsatz des Gerätes — auch bei automatischen

und teilautomatischen Messungen. Er ist ausschließlich mit Halbleitern bestückt, seine Abmessungen und sein Gewicht sind gering, so daß er auch für Messungen im mobilen Betrieb verwendet werden kann.

Wirkungsweise

Bild 2 zeigt die Blockschaltung des Leistungs-Meßsenders SMLU. Jeder der sieben Frequenzbereiche enthält einen eigenen Oszillator, der bei geringem Ausgangspegel arbeitet und sich mit Varaktordioden über einen relativen Frequenzbereich von 1:1,75 abstimmen läßt. Durch diese Art der Abstimmung erübrigt sich die sonst erforderliche Einstell- und Bereichswechselsmechanik, und es wird ein sehr rationeller Aufbau erreicht. Gleichzeitig ergibt sich der Vorteil

eines schnellen Frequenzwechsels, so daß die Senderfrequenz auch gewobelt und programmiert werden kann. Die Überlappung der Frequenzbereiche beträgt 5%; bei Messungen an den Bereichsgrenzen muß somit nicht ständig umgeschaltet werden. Die Betriebs- und Abstimmspannungen der Oszillatoren sind sorgfältig stabilisiert und die Oszillatoren selbst thermostatisch geregelt, so daß die Ausgangsfrequenz sehr stabil ist.

von jeweils zwei gleichen Stufen über 3-dB-Richtkoppeler*. Dabei kompensieren sich die verbleibenden Reflexionsfehler, und es ergibt sich ein reeller Innenwiderstand von 50 Ω. Die Leistungsverstärker liefern gute Entkopplung zwischen Oszillator und Ausgang, so daß Rückwirkungen auf die Frequenz durch unterschiedliche Belastung des Ausgangs vernachlässigbar sind. Die Verstärkung ist regelbar, damit die Ausgangsleistung konstant gehalten werden kann.

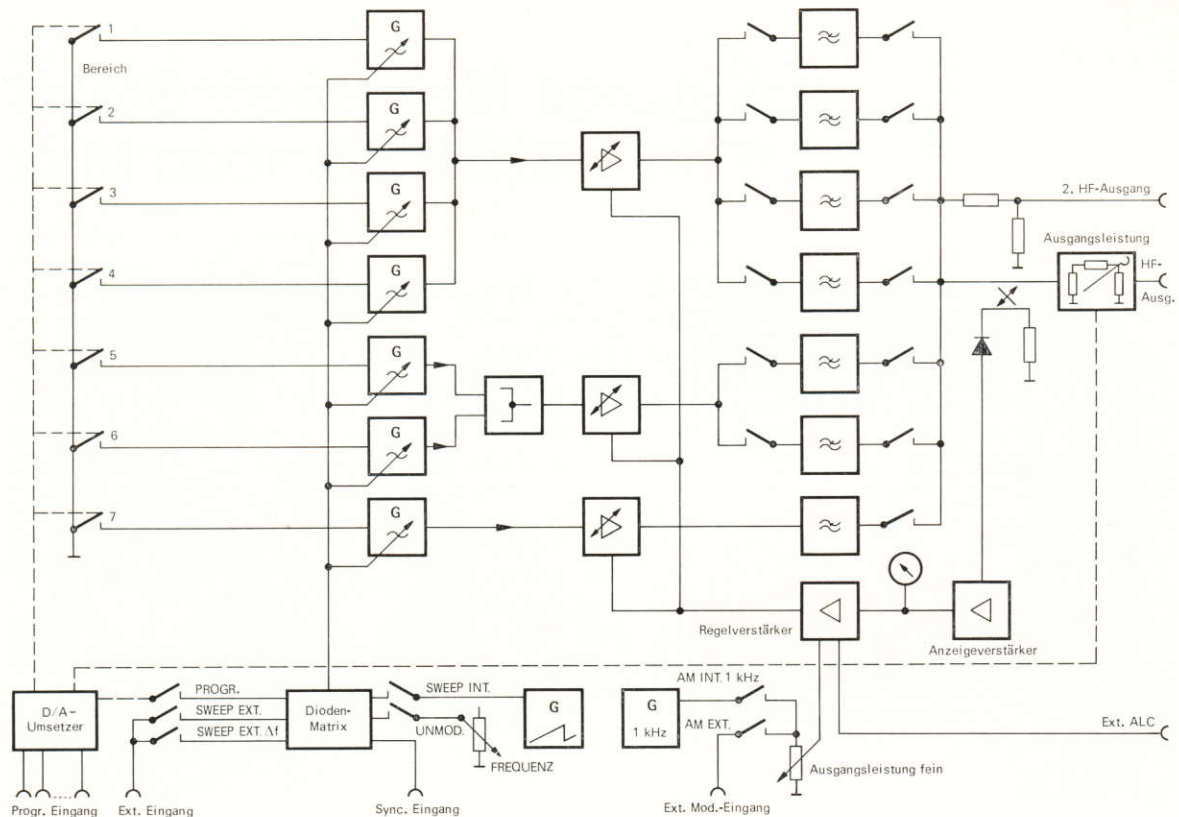


Bild 2 Blockschaltung des Leistungs-Meßsenders SMLU.

Ein einstellbares Diodennetzwerk linearisiert die Frequenzabstimmcharakteristik, wodurch ein exakt linearer Skalenverlauf entsteht. Geeicht wird die Frequenz durch einfachen Potentiometerabgleich; im Reparaturfall und beim Service läßt sich so die Frequenzgenauigkeit sehr schnell und einfach wiederherstellen. Auf die Oszillatoren folgen drei Leistungsverstärker, die den Pegel auf 2 W (1 W) Ausgangsleistung entsprechend 10 V (7 V) an 50 Ω anheben; ein Verstärker ist den Oszillatoren 1 bis 4, einer den Oszillatoren 5 und 6 und einer dem Oszillator 7 zugeordnet (Bild 3). Es handelt sich um Breitbandverstärker, deren Endstufen im C-Betrieb arbeiten und die ohne Abstimmung den gesamten Frequenzbereich überdecken. Die Anpassung der Transistorstufen an den Ein- und Ausgangswellenwiderstand geschieht durch Impedanztransformation und Parallelschalten

Am Ausgang des SMLU liegen Tiefpässe als Oberwellenfilter, die den jeweiligen Oszillatorbereichen zugeordnet sind. Der Oberwellenabstand bleibt damit im gesamten Frequenzbereich größer 30 dB, was besonders für Messungen mit breitbandigen Meßgeräten wichtig ist, um ausreichende Meßdynamik zu erreichen. Die Umschaltung der Filter geschieht durch Reed-Relais, gleichzeitig mit dem Frequenzbereich.

Zum Messen und Anzeigen des Ausgangspegels enthält die Ausgangsleitung eine breitbandige Richt-

* Lüttich, F.: Transistor-Breitbandverstärker bis 1 GHz mit hoher Ausgangsleistung. Intern. Elektronische Rundschau 24 (1970) Nr. 4, S. 105-109.

koppleranordnung, deren Frequenzgang ein RC-Glied so linearisiert, daß die Schwankungen im gesamten Frequenzbereich unter $\pm 0,8$ dB bleiben. Nach der HF-Gleichrichtung wird die Gleichspannung dem Regelverstärker zugeführt, der den Ausgangspegel konstant hält. Die Verwendung eines Richtkopplers zum Messen hat den Vorteil, daß bei jedem Belastungsfall nur die vorlaufende Wellenamplitude gemessen und auf konstanten Wert geregelt wird. Die Amplitude der rücklaufenden Welle, die bei Fehlabschluß den gleichen Wert annehmen kann, wird nicht angezeigt und kann deshalb die Messungen nicht verfälschen. Diese Regelschaltung verhält sich somit wie ein Generator mit konstanter EMK und nachgeschaltetem reellem Innenwiderstand. Das Anzeige-Instrument liefert die Größe der Ausgangsspannung und der Leistung im Abschlußwiderstand für reellen Abschluß. Der Regeleinrichtung ist ein variables Dämpfungsglied nachgeschaltet, das elektro-mechanisch in 5-dB-Stufen bis maximal 35 dB Dämpfung umgeschaltet werden kann. Dadurch läßt sich die Ausgangsleistung fernsteuern oder programmieren.

Die Pegelfeineinstellung erfolgt durch Verändern des Referenzpegels der Regelschaltung über ein Potentiometer. An der Geräterückseite ist ein Eingang für externe Pegelregelung vorhanden für solche Fälle, bei denen andere Parameter, zum Beispiel die Eingangsspannung, der Strom oder auch der Ausgangspegel eines Meßobjekts konstant zu halten sind. Der Dynamikumumfang der Regelung beträgt 30 dB.

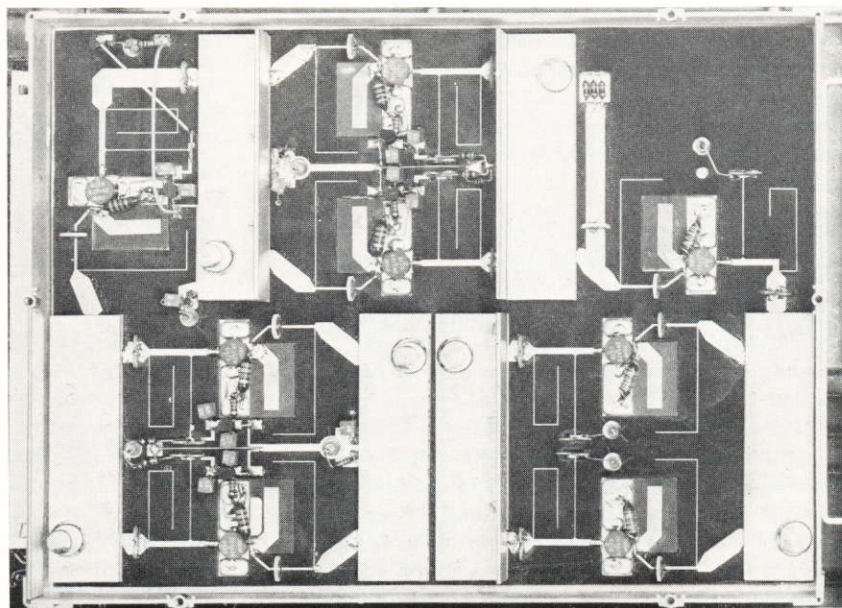
Amplitudenmodulation (extern mit 1 Hz bis 10 kHz bis 90% und intern mit 1 kHz und 80% Modulationsgrad) geschieht durch elektronische Variation des Referenzpegels der Regelung. Dadurch folgt die Hüllkurve des Ausgangssignals exakt dem Verlauf des Eingangssignals, und somit wird ein geringer Modulationsklirrfaktor erzielt.

Bereits angesprochen wurden die Möglichkeiten, die Frequenz über einen Teilbereich zu wobbeln (extern bis 50 Hz Sägezahnsignal) sowie den Bereich, die Frequenz und die Ausgangsleistung zu programmieren. Der SMLU ist in einer Variante mit eingebautem Digital/Analog-Umsetzer lieferbar, der sich im BCD-Code ansteuern läßt (Auflösung 100 Schritte pro Frequenzbereich). Höhere Auflösung kann durch einen externen D/A-Umsetzer erreicht werden. Ein internes Sägezahnsignal mit einer Ablaufzeit von 20 Sekunden pro Frequenzbereich gestattet es, die Meßergebnisse mit einem Schreiber zu registrieren. Externe Frequenzmodulation ist bis 8 kHz Modulationsfrequenz möglich bei manueller oder programmierter Einstellung der Mittenfrequenz.

Meßbeispiele

Durch seinen großen Frequenzbereich, die hohe Ausgangsleistung und die universellen Eigenschaften eignet sich der SMLU für eine Vielzahl von Anwendungen. Der Meßbereich für **Dämpfungs- und Reflexionsmessungen** an Meßobjekten wie Dämpfungsgliedern, Filtern-, HF-Schaltern, Kopplern, Weichen und Kabeln kann durch die Erhöhung des angelegten Pegels wesentlich vergrößert werden, wobei sich einfache breitbandige und damit billige Anzeigesysteme verwenden lassen. Wenn wegen der noch höheren Meßdynamik eine selektive Meßmethode vorgezogen wird, so können das Selektive Mikrovoltmeter USU 1 oder der Labormeßempfänger USU 2 eingesetzt werden. Sie überdecken annähernd denselben Frequenzbereich wie der Leistungs-Meßsender SMLU und bieten in dieser Kombination eine Meßdynamik von über 120 dB.

Bild 3
Leistungsverstärker
565 bis 1000 MHz.
Foto 20 631



Bei **Reflexions- und Impedanzmessungen** dient der SMLU zum Speisen von Richtkopplern, Reflexionsmeßbrücken oder Meßleitungen. Zusammen mit dem Direktzeigenden Reflexionsmesser ZRZ können sehr schnell und mit hoher Genauigkeit Reflexionsfaktoren ermittelt werden. Die neue Ausführung des Reflexionsmessers ZRZ, die auf Seite 18 bis 21 in diesem Heft vorgestellt wird, ermöglicht gewobbelte Reflexionsmessungen über jeweils einen der sieben Frequenzbereiche des SMLU. Wird das Meßergebnis auf einem Oszillografenbildschirm dargestellt, so kann als Wobbelspannung für den Generator die Sägezahnangangsspannung des Oszillografen benutzt werden, so daß kein zusätzlicher Sägezahngenerator erforderlich ist (Meßanordnung siehe Bild 4 auf Seite 20).

Auch zur **Messung der Impedanz und des Übertragungsverhaltens von Leistungshalbleitern** wie Transistoren und Varaktordioden ist ein Generator mit hoher Ausgangsleistung erforderlich. Kleinsignalparameter liefern keine ausreichende Aussage über

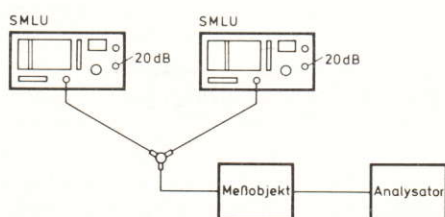


Bild 4 Meßanordnung zur Intermodulationsmessung an Verstärkern.

das Verhalten des Bauelements beim Betriebspegel, weil sich die Parameter mit zunehmender Aussteuerung oft beträchtlich verändern. Mit SMLU und ZRZ ist es möglich, Eingangsreflexion und Dämpfung oder Leistungsgewinn bei großer Aussteuerung zu ermitteln.

Bei der **Impedanzmessung an Antennen** können durch die am Meßort auftretenden Feldstärken am Antennenanschluß Störspannungen entstehen, die das Meßergebnis verfälschen. Liefert aber der SMLU die Meßspannung, so kann man den Pegel so weit erhöhen, daß die Einflüsse solcher Störspannungen stark reduziert werden.

Eine typische Anwendung für einen Leistungs-Meßsender stellt die **Aufnahme von Antennenrichtdiagrammen** dar. Sende- und Empfangsantenne müssen dabei in ausreichendem Abstand voneinander aufgestellt werden, damit sichergestellt ist, daß die Messung im homogenen Strahlungsfeld der Antenne stattfindet. Um auch bei großer Meßentfernung ausreichende Meßdynamik zu erzielen, ist eine hohe Senderausgangsleistung erforderlich. Für derartige Messungen sind besonders die Fernsteuerbarkeit oder die Programmierbarkeit des SMLU von Interesse. Enthält der Leistungs-Meßsender den D/A-Umsetzer, so läßt sich die Programmierung mit der Programmsteuereinheit PSM vornehmen. Über eine

Steuerleitung werden dann die einzelnen Programmschritte ferngesteuert abgerufen; Programmspeicher ist ein Lochstreifen.

Eine angestrebte Zeitersparnis bei der **Prüfung** oder dem **Abgleich von Bauteilen oder Geräten** in der Produktion erfordert einen schnellen Zugriff zu bestimmten, immer wieder benötigten Meßfrequenzen eines Meßprogramms. Gegebenenfalls soll das Meßprogramm auch automatisch oder rechnergesteuert ablaufen können. Hierfür bietet der SMLU eine gute Lösung, weil er von der manuellen Drucktastenfrequenzwahl bis zur Rechnersteuerung alle Möglichkeiten der Programmierung zuläßt und die Einstellzeit maximal 10 ms beträgt.

Zum **Messen der Intermodulationseigenschaften von Empfängern oder Verstärkern** liefert der SMLU Signale ausreichender Qualität. Die hohe Ausgangsleistung ermöglicht eine gute Entkopplung beim Parallelschalten mehrerer Geräte zu Messungen nach der Zwei- oder Dreisendermethode (Bild 4). Bei Parallelbetrieb von zwei Geräten (Frequenzabstand 5,5 MHz) über ein Verzweigungsstück ergibt sich bei einer Ausgangsleistung von 5 mW (0,5 V an 50 Ω) ein Intermodulationsabstand von 70 dB. Unter der Voraussetzung, daß die Eingangsimpedanz des Meßobjekts nur wenig fehlangepaßt ist, ist die Parallelschaltung auch mit einem 3-dB-Richtkoppler möglich. Die Entkopplung der Sender geschieht dann durch den Richtkoppler und muß nicht durch Dämpfung am Ausgang vorgenommen werden. Bei 10% Reflexionsfaktor des Meßobjekts wird damit bei gleichem Intermodulationsabstand eine um 10 dB höhere Ausgangsspannung erreicht.

D. Burkhart

Kurzdaten des Leistungs-Meßsenders SMLU

Frequenzbereich	25 ... 1000 MHz in 7 Teilbereichen
Maximale Ausgangsleistung	25 ... 595 MHz +33 dBm (10 V) 565 ... 1000 MHz +30 dBm (7 V)
Innenwiderstand	50 Ω , $r = 10\%$
Restschwankung bei geregelter Ausgangsleistung	$\leq \pm 0,8$ dB
Abschwächung der Ausgangsleistung	grob 0 ... -35 dB fein -10 dB
Oberwellenabstand	≥ 30 dB
Modulation	AM int. 1 kHz, ext. 1 Hz ... 10 kHz
Wobbeln	ein Frequenz-Teilbereich int. in 20 s, ext. 0 ... 8 kHz (Sinus)
FM Hub Modulationsfrequenz	max. ein Frequenz-Teilbereich ≤ 8 kHz
Programmierung	analog oder digital (BCD-Code) mit D/A-Umsetzer
Bestellbezeichnung	Ident-Nr. 200.1009

Näheres durch Leserdienstkarte: Kennziffer 51/7