

Mit dem Dekadischen Meßsender SMDW bringt Rohde & Schwarz einen kompakten, universellen Meßsender hoher Präzision auf den Markt, der den Frequenzbereich 0 bis 500 MHz ohne Bereichsumschaltung überstreicht. Er eignet sich für konventionelle Messungen in Labor und Prüffeld ebenso wie für den Einsatz in automatischen Meßanlagen.

# Dekadischer Meßsender SMDW für 0 bis 500 MHz

Die **Ausgangsfrequenz** des SMDW (Bild 1) ist an neun Dekadenschaltern in kleinsten Schritten von 1 Hz mit der dem eingebauten Frequenznormal entsprechenden Genauigkeit einstellbar. Als Fortschritt gegenüber dem bisher bei Synthesizern üblichen Interpolationsoszillator läßt sich die Ausgangsfrequenz quasi-kontinuierlich rasch unter Beibehaltung der vollen Quarzgenauigkeit in beliebiger Richtung an einem Kurbelknopf verändern. Für Fernbedienung der Frequenz ist dem Gerät ein Steuerbefehl

in positivem oder negativem BCD-Code zuzuführen. Der Ausgangsfrequenzwechsel erfolgt je nach Dekade in weniger als 20 bis 100  $\mu$ s. Die eingestellte Frequenz wird eindeutig und übersichtlich von neun Ziffernanzeigeröhren angezeigt. Die **Ausgangsspannung** läßt sich definiert zwischen 0,1  $\mu$ V und 1 V an 50  $\Omega$  einstellen. Eine automatische Pegelregelung sorgt für einen Frequenzgang von kleiner 1 dB. Für Betrieb des Gerätes mit Amplitudenmodulation ist die Regelung abschaltbar.

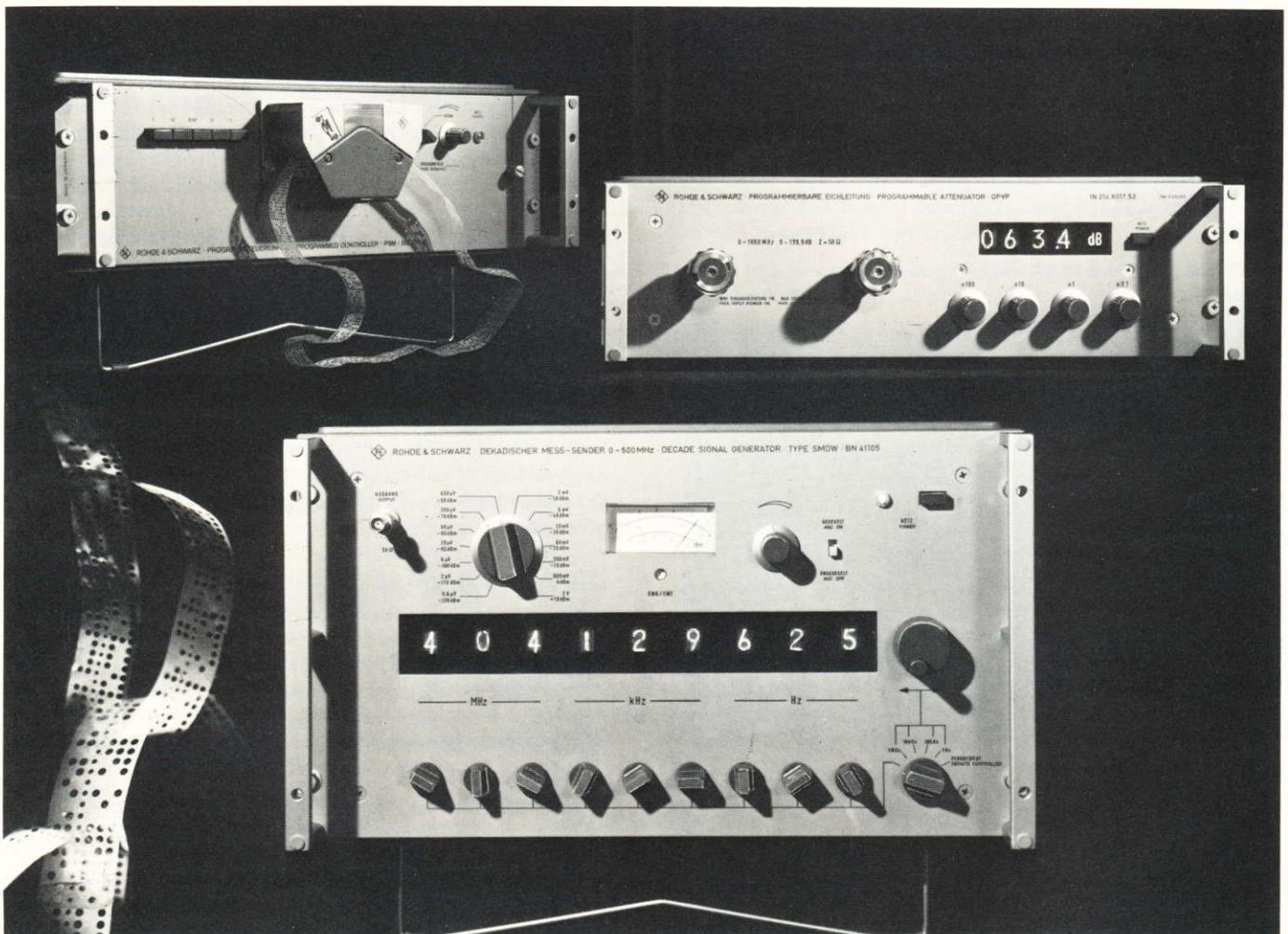


BILD 1 Dekadischer Meßsender SMDW mit Programmsteuereinheit PSM (hinten links) und Programmierbarer Eichleitung DPVP.

Pressebild 318/1

Mit der **spektralen Reinheit** des Ausgangssignals erfüllt der SMDW hohe Ansprüche: Der garantierte Nebenwellenabstand beträgt mehr als 86 dB. Die Rauschseitenbänder liegen, bezogen auf 1 Hz Meßbandbreite, je nach Frequenzabstand vom Träger 90 bis 130 dB unter dem Nutzsignal (Bild 2).

Die **Modulation** des Ausgangssignals mit jeder üblichen Modulationsart ist über den Informationseingang (Bandbreite 1 MHz)

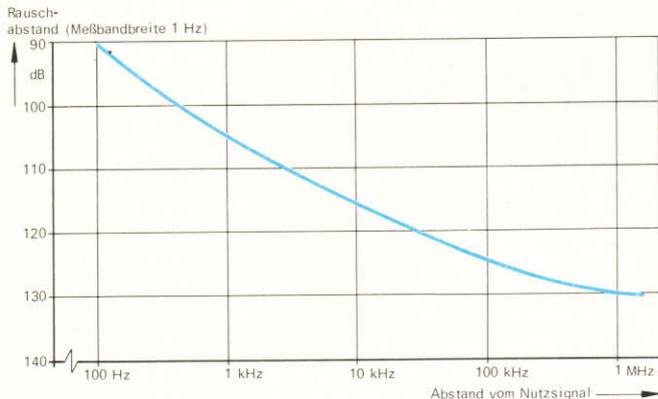


BILD 2 Rauschseitenband als Funktion des Frequenzabstandes vom Nutzsignal.

möglich. Dazu ist ein amplituden- oder frequenzmodulierter Zwischenträger von 30 MHz dem Informationseingang zuzuführen; die diesem Zwischenträger aufgeprägte Modulation (z. B. SSB) wird linear in das Ausgangssignal umgesetzt.

## Anwendung

Auf Grund seiner Eigenschaften — großer Frequenz- und Ausgangsspannungsbereich, hoher Nebenwellen- und Rauschabstand, Möglichkeit von Modulation und Fernsteuerung — kann der SMDW für konventionelle Messungen in Labor und Prüffeld genauso gut eingesetzt werden wie in automatischen Meßplätzen der Fertigung oder Wartung elektronischer Geräte. Dabei ersetzt der SMDW durch seinen großen Frequenzbereich von 0 bis 500 MHz mehrere sonst notwendige Generatoren. Steigende Genauigkeitsforderungen an Meßgeneratoren — beispielsweise in der Nachrichtentechnik bedingt durch Verkleinerung der Kanalabstände infolge zunehmenden Informationsflusses — erfüllt der SMDW mit seiner hochkonstanten und feinstufig einstellbaren Ausgangsfrequenz. Durch den hohen Nebenwellen- und Rauschabstand eignet er sich als Umsetz-oszillator von Meßempfängern oder zur Frequenzbereichserweiterung zum Beispiel des Frequenzanalysators FAT 3. Auch für die Vervielfachung in den Mikrowellenbereich oder für die Synchronisierung von Mikrowellen-Oszillatoren in der Mikrowellenspektroskopie oder in Satellitenanlagen wird neben der Frequenzkonstanz ein hoher Störabstand gefordert.

Mit dem Frequenz-Verdoppler XVE läßt sich der Frequenzbereich des SMDW bis 1000 MHz erweitern und wenn notwendig mit dem TV-Leistungsverstärker AUF zusätzlich die Ausgangsleistung im Bereich 500 bis 1000 MHz bis 1 W erhöhen. Für Messungen an Nachrichtengeräten — Empfängern, Sendern, Sprechfunkgeräten usw. — wird der SMDW mit dem Meß-Modulator MAF zu einem hochwertigen modulierbaren Meßsender für Amplitu-

den- und Frequenzmodulation. Bei Einbau in automatischen Testsystemen läßt sich in Verbindung mit der programmierbaren Eichleitung DPVP auch die Ausgangsspannung in 0,1-dB-Schritten fernsteuern. Zur Steuerung kann dabei die Programmsteuer-einheit PSM dienen (siehe Bild 1).

## Funktion

Die digital einstellbare Ausgangsfrequenz des Dekadischen Meßsenders SMDW wird in einer Kombination von Frequenzsynthese und Frequenzanalyse erzeugt, wobei sämtliche Frequenzen von einem eingebauten, quarzstabilisierten Steuergenerator abgeleitet werden (Bild 3). Die Genauigkeit der Ausgangsfrequenz entspricht daher dieser hochkonstanten 10-MHz-Steuerfrequenz.

Der im Gerät eingebaute Steuergenerator enthält eine Schwing-schaltung mit einem im Thermostaten untergebrachten 10-MHz-Oberwellenquarz. Die Alterung liegt bei kleiner  $2 \cdot 10^{-9}$ /Tag, der zusätzliche Fehler durch Änderung der Umgebungstemperatur bei kleiner  $5 \cdot 10^{-10}/^{\circ}\text{C}$ . Wahlweise kann die **Steuerfrequenz** auch von außen zugeführt werden, etwa bei höheren Forderungen an die Genauigkeit oder bei Betrieb mehrerer Geräte an dem gleichen Frequenznormal. Frequenzteiler und -vervielfacher erzeugen aus der 10-MHz-Steuerfrequenz Festfrequenzen hoher spektraler Reinheit von 100 kHz bis 250 MHz für die weitere Aufbereitung in den Frequenzdekaden und Mischstufen. Für die Versorgung von Zusatzgeräten stehen ferner die Festfrequenzen 10 MHz, 1 MHz und 100 kHz mit Steuerfrequenzgenauigkeit auf der Rückseite des Gerätes zur Verfügung.

Die Wahl der Ausgangsfrequenz erfolgt an neun elektronisch umschaltbaren, mit BCD-Code programmierbaren **Frequenzdekaden**. Dabei werden die **1-Hz- bis 1-MHz-Schritte** durch **Frequenzanalyse** in zum Teil identischen Funktionsgruppen gebildet. Eine solche Dekade arbeitet mit einem elektronisch ver-stimmbaren Oszillator, dessen Frequenz in einem Phasendiskriminator mit einer Festfrequenz verglichen und über eine Regelschleife mit dieser Festfrequenz synchronisiert wird (phase-locked loop). Damit die Oszillatorfrequenz in Schritten geändert werden kann, ist zwischen Oszillator und Phasenvergleichsstufe ein Frequenzteiler mit digital einstellbarem Teilungsverhältnis geschaltet. Im Synchronzustand ist nun die Ausgangsfrequenz des Teilers genau gleich der Festfrequenz; folglich entspricht auch die Oszillatorfrequenz genau der Festfrequenz multipliziert mit dem Teilungsverhältnis. Wird das Teilungsverhältnis durch einen BCD-Befehl geändert, folgt die Oszillatorfrequenz und synchronisiert sich auf die neu programmierte Frequenz.

Über einen Mischer wird die Interpolationsfrequenz aus der niedrigeren Dekade der Regelschleife zugeführt, der Oszillator wird damit zwangsläufig auf die Summe aus der eingestellten Dekadenfrequenz und der Interpolationsfrequenz synchronisiert. Zehner-teiler am Ausgang der Dekaden ermöglichen die Staffe-lung gleicher Dekaden, wobei die Wertigkeit einer Dekade ent-sprechend der Anzahl der nachfolgenden Zehner-teiler abnimmt.

Im Gegensatz zu den vorhergehenden Dekaden werden die **10-MHz- und 100-MHz-Schritte** durch **Frequenzsynthese** aus der Steuerfrequenz abgeleitet. Die Dekaden sind aus Frequenzvervielfachern mit fest abgestimmten Filtern, elektronischen Schaltern und Mischstufen aufgebaut. Die zur Erzeugung einer bestimmten Ausgangsfrequenz notwendigen Festfrequenzen werden durch die elektronischen Schalter ausgewählt und den Umsetzern zugeführt.

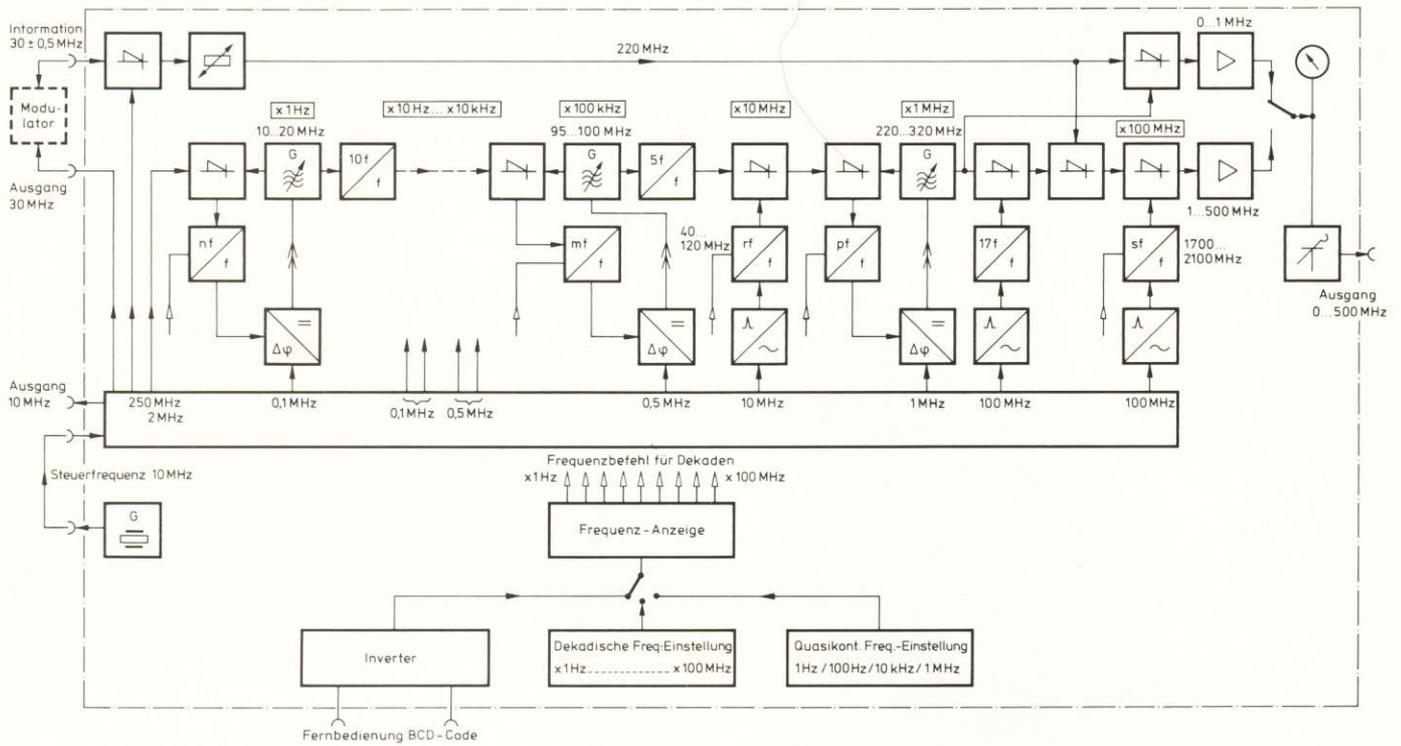


BILD 3 Prinzipschaltung des Dekadischen Meßsenders SMDW.

Durch die drei Möglichkeiten der Frequenzeinstellung läßt sich der SMDW optimal an die Meßaufgaben anpassen, mit anderen Geräten kombinieren oder in Systeme integrieren. Die **digitale Frequenzeinstellung** erfolgt in bekannter Weise an neun Dekadenschaltern in Schritten von 1 Hz bis 100 MHz. Bei der **quasi-kontinuierlichen Frequenzeinstellung** läßt sich an einem Kurbelknopf die Ausgangsfrequenz von einem an den Dekadenschaltern voreingestellten Wert aus in beliebiger Richtung verändern. Eine Umdrehung bewirkt wahlweise eine Frequenzänderung von 24 Schritten zu 1 Hz, 100 Hz, 10 kHz oder 1 MHz. Die quasi-kontinuierliche Frequenzeinstellung ist einem durchstimmbaren Interpolationsoszillator vergleichbar, nur mit dem Unterschied, daß kein additiver Frequenzfehler auftritt, die Ausgangsfrequenz also stets die volle Genauigkeit der Steuerfrequenz aufweist. Ein weiterer Vorteil dieser Art von Frequenzeinstellung ist die Bedienungsvereinfachung; ohne Bereichswechsel oder umständliches Durchdrehen der Dekadenschalter läßt sich der gesamte Frequenzbereich von 0 bis 500 MHz überstreichen. Die **Feineinstellung der Frequenz** mit BCD-Code erlaubt den Einsatz des SMDW in automatisierten Meßplätzen im Zusammenwirken mit anderen programmierbaren Geräten, etwa mit einer fernbedienbaren Eichleitung. Die Fernbedienung kann durch einfaches Auswechseln einer Steckplatine wahlweise in positiv oder negativ codiertem Frequenzbefehl mit TTL-Pegel erfolgen.

Die durch entsprechende Dimensionierung der Baugruppen erzielten kurzen Schaltzeiten, 100  $\mu$ s für die 1-Hz- bis 100-Hz-Dekaden und 20  $\mu$ s bei den höheren Dekaden, setzen dem Gerät kaum Anwendungsgrenzen. Zu den einzelnen Dekaden parallelschaltete Ziffernanzeigeröhren zeigen jeweils die Ausgangsfrequenz an.

Über die Fernbedienung kann die **Ausgangsfrequenz** des SMDW **gewobbelt** werden. Normalerweise stören beim Wobbeln eines Synthesizers die Übergänge zwischen den einzelnen Frequenzschritten, insbesondere der Frequenzwechsel ...9999 auf ...0000, da hierbei mehrere Dekaden ihren gesamten Bereich überspringen müssen. Die Störungen werden zwangsläufig größer, je

höher die Wertigkeit der Dekade, je steiler die selektiven Flanken oder je schmalbandiger das gewobbelte Meßobjekt ist. Der SMDW ist durch die kurzen Umschaltzeiten mit vernachlässigbarem Überschwingen der Frequenz besonders für die Darstellung der Durchlaßkurven schmalbandiger Zwei- und Vierpole ausgelegt. Speziell für die Wobbelung hochselektiver Meßobjekte, deren Frequenz in der Nähe eines Zehnersprungs liegt oder direkt darauf, läßt sich der SMDW in der Betriebsart „Schmalband-Wobbeln“ derart programmieren, daß die 10-kHz-Dekade über 15 Schritte durchstimmbar ist, der Zehnersprung

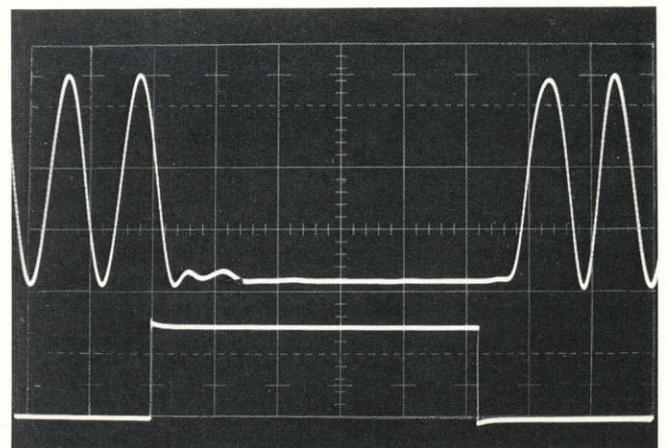


BILD 4 Frequenzwechsel von 10,090 MHz auf 10,000 MHz und zurück auf 10,090 MHz, umgesetzt mit 10,0 MHz; Zeitmaßstab 10  $\mu$ s/Raster.

der nachfolgenden Dekaden also vermieden und damit das Überschwingen auf ein Minimum reduziert wird. Bild 4 zeigt einen typischen Frequenzwechsel von 10,090 MHz auf 10,000 MHz und wieder zurück auf 10,090 MHz.

Der große Frequenzbereich macht die Aufbereitung des **Ausgangssignals** in zwei getrennten Zweigen 0 bis 1 MHz und 1 bis 500 MHz notwendig. Jedem Zweig sind eine Mischstufe und ein Ausgangsverstärker zugeordnet. Die Umschaltung bei 1 MHz ist mit der Frequenzeinstellung der Dekaden verknüpft. Zur Verbesserung des Störabstandes erfolgt die Mischung für den Bereich 0 bis 1 MHz bereits nach der 1-MHz-Dekade. Die über 10 dB stetig einstellbare Ausgangsspannung wird an einem Instrument in Volt und dBm angezeigt und kann mit dem Ausgangsspan-

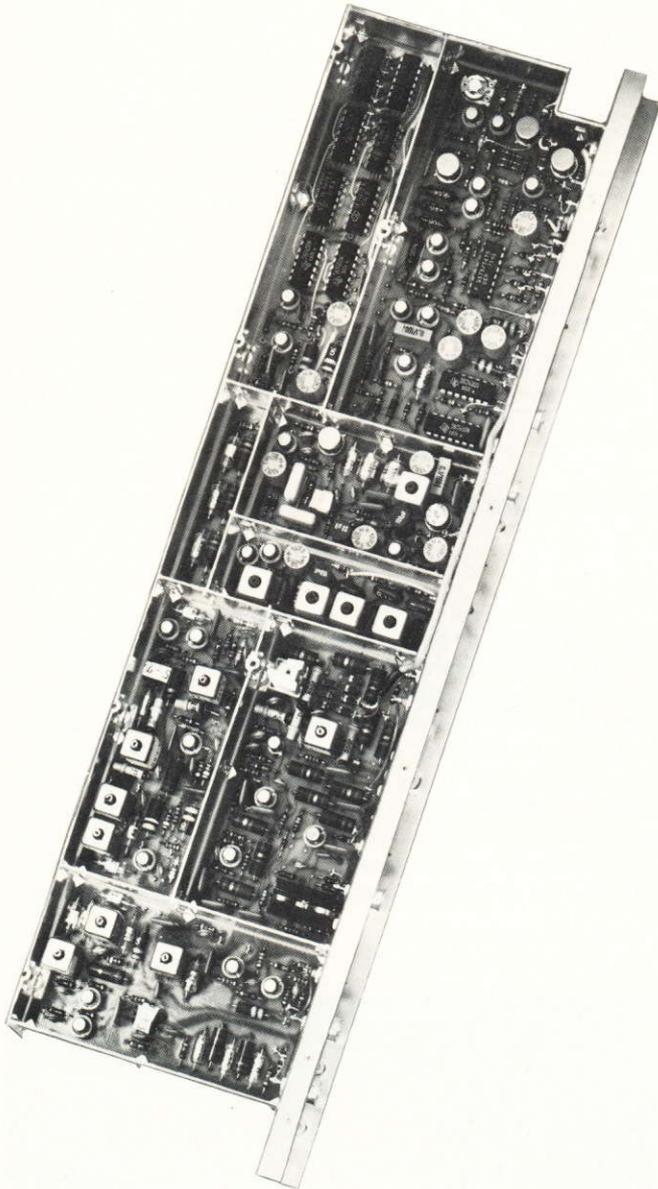


BILD 5 Innenansicht der 100-kHz-Frequenzdekade.

Foto 21 156

nungsteiler in 13 Stufen zu 10 dB weiter abgeschwächt werden. Ein Regler hält den eingestellten Pegel über den ganzen Bereich konstant (Abweichung < 1 dB). Die Regelung ist für bestimmte Anwendungsfälle zum Beispiel Amplitudenmodulation abschaltbar, der Frequenzgang beträgt dann maximal 6 dB.

Der SMDW verarbeitet alle gebräuchlichen **Modulationsarten**. Hierzu wird mit einem Modulator ein frequenz- oder amplitudenmodulierter 30-MHz-Zwischenträger erzeugt und dieses Signal dem Informationseingang (Bandbreite 1 MHz für 1,5 dB Abfall an den Bandgrenzen) zugeführt. Die dem Informationseingang nachgeschaltete Mischstufe bringt den Zwischenträger in die zur Synthese des Ausgangssignals notwendige Frequenzlage. Die Umschaltfrequenzen liegen so, daß keine Seitenbandvertauschung auftritt, das heißt, bei Einspeisung eines mit einem Seitenband

modulierten Trägers bleibt die Lage des Seitenbandes in der Ausgangsfrequenz erhalten. Damit keine Verzerrungen bei AM entstehen, arbeiten alle dem Informationseingang folgenden Misch- und Verstärkerstufen linear. Ferner durchläuft das Informationssignal weder Frequenzteiler noch -vervielfacher, so daß auch Frequenzmodulation unverändert in die Ausgangsfrequenz umgesetzt wird.

## Bedienung und Aufbau

Auf der Frontplatte sind die Bedienungselemente in Frequenz- und Ausgangsspannungseinstellung gegliedert (siehe Bild 1). Die neun Dekadenschalter unten sind in der linken Stellung des Betriebsartenschalters wirksam. Die nächsten vier Stellungen des Schalters (1 MHz, 10 kHz, 100 Hz, 1 Hz) geben die Frequenzschritte der quasikontinuierlichen Frequenzeinstellung mit dem darüberliegenden Kurbelknopf an. In der Stellung „fernbedient“ kann die Frequenz mit BCD-Befehl über den Eingang „Fernbedienung“ an der Rückseite programmiert werden. Die Ausgangsbuchse besteht aus einer Dezifix-A-Umrüstebene und ist serienmäßig mit einer BNC-Buchse ausgerüstet. Wahlweise kann der Ausgang auch auf die Rückseite des Gerätes gelegt werden, wo sich auch die BNC-Buchsen von Informationseingang, Steuerfrequenz und Festfrequenzen sowie der Netzanschluß befinden.

Damit der geforderte Nebenwellenabstand von 86 dB eingehalten und die kleinste Ausgangsspannung von 0,1 µV definiert eingestellt werden können, sind die Baugruppen gut geschirmt aufgebaut. Trotzdem lassen sich alle Wartungsarbeiten durch den **servicefreundlichen Aufbau** des SMDW leicht durchführen. Positionspläne auf den Abschirmdeckeln erleichtern das Auffinden der Funktionsgruppen, der Meß- und Anschlußpunkte sowie der Bauelemente. Ohne Unterbrechung der elektrischen Verbindungen können die Frequenzdekaden ausgeschwenkt werden und nach Entfernen der Abschirmdeckel sind die Bauteilseite (Bild 5) und die Leiterseite der geätzten Schaltungen zugänglich. Ein Winkeleisenrahmen umschließt alle Baugruppen des Meßsenders. Das Gerät ist als 19-Zoll-Einschub oder im Kasten lieferbar.

E. Baur; H. Janke

### KURZDATEN DES MESSENDERS SMDW

Frequenzbereich	0 . . . 500 MHz
Kleinste Frequenzschritte	1 Hz
Mittlere Frequenzänderung (Alterung)	< 2 · 10 <sup>-7</sup> /Tag
Ausgangsspannung	0,1 µV . . . 1 V an 50 Ω - 127 . . . +13 dBm
Störfrequenzabstand	> 86 dB
Rauschabstand (1 Hz Meßbandbreite)	> 90 dB ±100 Hz vom Nutzsinal > 130 dB ±1 MHz vom Nutzsinal
Frequenzeinstellzeit (fernbedient)	< 100 µs für 1-Hz- . . . 100-Hz-Schritte < 20 µs für 1-kHz- . . . 100-MHz-Schritte
Modulation mit MAF	AM max. 95%, FM max. 20 kHz Hub
Bestellbezeichnung	Ident-Nr. 103.9968 . . .

### NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 55/3