

Mit dem Signalgenerator SMS offeriert Rohde & Schwarz jetzt einen universellen, programmierbaren Meßsender, der in bezug auf Preis und Eigenschaften völlig neue Maßstäbe setzt. Der in modernster Synthesizertechnik aufgebaute, mikroprozessorgesteuerte SMS liefert beliebig modulierbare quarzstabile Signale zwischen 0,4 und 1040 MHz mit präzise einstellbarem Pegel. Er ist handlich, kinderleicht zu bedienen, selbstverständlich IEC-Bus-kompatibel und – für ein Gerät dieser Art – ungewöhnlich preisgünstig.

# Mikroprozessorgesteuerter Signalgenerator SMS für 0,4 bis 1040 MHz



BILD 1 Programmierbarer Signalgenerator SMS für 0,4 bis 520 (1040) MHz. Im Hintergrund negativ einkopiert der Universal-Meßsender SMDU.

Foto 27 023



Im VHF- und UHF-Bereich werden vorwiegend in Entwicklung und Qualitätskontrolle Meßsender benötigt, die HF-Signale höchstmöglicher Reinheit und Qualität abgeben, wie beispielsweise der Universal-Meßsender SMDU von Rohde & Schwarz [1; 2]. Für den Einsatz in Fertigung und Service von Empfangsteilen und Baugruppen dagegen sind für Impedanzmessungen und eine Vielzahl weiterer Aufgaben Signalgeneratoren erforderlich, bei denen das Schwergewicht mehr auf unkomplizierter Bedienbarkeit und – weil meist mehrere Geräte eingesetzt werden – auf Preisgünstigkeit liegt. Da bei den zu messenden Empfängern die immer geringer werdenden Kanalabstände zu schmalen Bandbreiten führen, sind die Forderungen an die Frequenzstabilität solcher Signalgeneratoren jedoch kaum geringer als bei einem Spitzengerät. Lediglich beim Seitenbandrauschabstand und beim Nebenwellenabstand sind etwas reduzierte Werte zugunsten der Optimierung anderer Eigenschaften tragbar, da diese Eigenschaften nur für spezielle Nachbarkanalmessungen wichtig sind.

Als Ergebnis einer in solcher Weise optimierten Entwicklung stellt Rohde & Schwarz den neuen Signalgenerator SMS vor (BILD 1). Modernste Synthesizertechnik – verbunden mit Mikroprozessorsteuerung – ergab ein äußerst preisgünstiges Gerät, das beliebig modulierbare Signale mit der Frequenzstabilität eines Quarzes und mit in weiten Bereichen exakt einstellbarem Pegel liefert. Dabei ist die Bedienung des Gerätes durch übersichtliche Eingabetasten und getrennte Ziffernanzeigen für Frequenz, Modulation und Pegel dank der Rechnersteuerung äußerst einfach, so daß auch angelernte Kräfte problemlos damit arbeiten können.

## Bedienung und Eigenschaften

Zum **Einstellen** der gewünschten Parameter – **Frequenz, Modulation, HF-Pegel** – dient ein einziges Tastenfeld am SMS. Jede Art von Bereichswahl oder Ermittlung der passenden Einheit für die einzustellenden Werte ist dabei nicht nur für die Frequenzeingabe, sondern auch für Modulation und Pegel völlig überflüssig. Die Eingabe erfolgt direkt im Klartext, beispielsweise für die Frequenz 83,43 MHz, für den Frequenzhub 2,85 kHz oder den Ausgangspegel 27,5  $\mu\text{V}$ , und an der Ziffernanzeige leuchten diese Werte dann ebenfalls direkt auf.

Soll, ausgehend von dem einmal eingegebenen Wert, die Einstellung variiert werden, so ist dies über spezielle Variationstasten möglich, die paarweise jeder einzelnen Stelle der Ziffernanzeige zugeordnet sind. Sie ermöglichen Einzelschritte nach oben und unten und bei Dauertastendruck auch die durchlaufende Variation mit automatischem Übertrag auf die jeweils höhere Stelle. Die Variation der HF ist zusätzlich in Form von Kanalsprüngen möglich, deren Schrittweite in kHz sich durch Eingabe am Tastenfeld beliebig wählen läßt. Man ist dadurch nicht an bestimmte vorgegebene Kanalsprünge gebunden. Bis zu drei komplette Einstellungen des gesamten Gerätes lassen sich durch Tastendruck speichern und bei Bedarf wieder abrufen.

**Gute Modulationseigenschaften** – AM bis 90% und FM bis 125 kHz sind sowohl intern mit 400 oder 1000 Hz als auch mit extern eingespeisten Signalen bei hoher Genauigkeit der Modulationseinstellung und geringen Verzerrungen möglich – lassen den Einsatz des SMS als universellen AM-FM-Meßsender für alle Arten von Kommunikationsempfängern zu. Der Eigenstörhub des Gerätes beträgt nur 4 Hz bei CCITT-Bewertung und bietet damit hervorragenden Störabstand für alle derartigen Messungen.

Der große **Frequenzbereich von 400 kHz bis 520 MHz** umfaßt neben den Rundfunk- und Kurzwellenbereichen die Frequenzen aller wesentlichen Sprechfunkbänder und Funkdienste sowie die üblichen Zwischenfrequenzen. Darüber hinaus kann durch Einbau der **Option „Frequenzerweiterung“** der Frequenzbereich **bis 1040 MHz** ausgedehnt werden.

Neben hoher Frequenzgenauigkeit und -stabilität wird von einem universellen Generator **hohe Präzision des eingestellten Ausgangspegels** verlangt. Der im SMS eingesetzte HF-Stufenteiler ist elektrisch schaltbar und bietet durch sehr sorgfältige Auslegung der Kontaktierung die Gewähr für hohe Konstanz der eingeschalteten Dämpfung auch bei häufiger Betätigung. Es kann die Betriebssicherheit von über 10 Millionen Schaltspielen pro Schalter eingehalten werden. Der Teiler weist den sehr geringen Dämpfungsfehler von höchstens 1 dB bei maximaler Dämpfung auf. Die Eingabe des gewünschten Ausgangspegels kann in den Einheiten  $\mu\text{V}$ , mV, dB $\mu\text{V}$  oder dBm erfolgen. Der Mikroprozessor übernimmt die notwendige Umrechnung und Einstellung des Ausgangsteilers. Der Gesamtbereich des Ausgangspegels umfaßt **0,03  $\mu\text{V}$  bis 1 V oder –137 bis +13 dBm**.

Die Messung der Hysterese von Squelcheinrichtungen an Empfängern erfordert die Variation des Generatorpegels, ohne daß dabei das Signal unterbrochen wird. Andernfalls würde die Hystereseschwelle kurzzeitig unterschritten und damit die Rauschunterdrückung wieder wirksam werden. Der SMS trägt dem Rechnung, indem er die stetige Variation mit einer Auflösung von 0,1 dB über den Gesamtbereich von 10 dB gestattet.

Das kompakte Gerät ist leicht tragbar und damit auch für den mobilen Einsatz hervorragend geeignet. Durch modulare Bauweise – alle Baugruppen bestehen aus steckbaren Einheiten – ist ein problemloser Service sichergestellt, ein wesentlicher Faktor, besonders bei Geräten, die in der Produktion verwendet werden sollen (BILD 2). Sorgfältige HF-Abschirmung der Baugruppen sichert äußerst geringe Störstrahlung, wie sie bisher bei Geräten dieser Klasse nicht üblich war.

Mit einer Reihe von **Optionen** kann das Gerät flexibel und kostengünstig speziellen Anforderungen angepaßt werden. Alle Optionen können bereits mitgeliefert, aber auch später ohne Löt- und Trimmarbeit eingebaut werden.

Die Option **Referenzoszillator SMS-B1** verbessert die Frequenzkonstanz des SMS. Durch die Temperaturregelung beträgt die Frequenzdrift dann lediglich  $2 \cdot 10^{-7}$  im gesamten Temperaturbereich 5 bis 45 °C, und die Alterung ist kleiner als  $1 \cdot 10^{-6}$ /Jahr.

Die Option **1,04-GHz-Frequenzerweiterung SMS-B2** dehnt den Frequenzbereich auf den doppelten Umfang aus. Der volle Ausgangspegel bleibt erhalten.

Die Option **Überspannungsschutz SMS-B3** trennt den Ausgang des Gerätes auf, wenn HF-Leistung oder Gleichspannung dort eingespeist werden. Beschädigung des Gerätes läßt sich damit vermeiden, wenn zum Beispiel bei der Prüfung eines Sprechfunkgerätes aus Versehen die Sprechaste gedrückt wird.

Die Option **IEC-Bus SMS-B4** erlaubt die Fernsteuerung aller Einstellungen des Gerätes durch einen externen Controller. Sie stattet den SMS mit der genormten Schnittstelle nach IEC 625-1 beziehungsweise IEEE 488 aus. Er arbeitet als Listener und benötigt Einstellzeiten unter 40 ms.



# Aufbau und Wirkungsweise

Die **Ausgangsfrequenz** des Signalgenerators SMS wird durch **Frequenzsynthese** von einem quarzstabilisierten 10-MHz-Steuer-generator abgeleitet (BILD 3). Die Genauigkeit der Ausgangsfrequenz ist daher gleich der des Quarzes. Wahlweise kann die Steuerfrequenz auch von außen zugeführt werden, etwa bei höheren Forderungen an die Genauigkeit oder bei Betrieb mehrerer Geräte an demselben Frequenznormal.

Im Interesse eines besonders günstigen Preises wurde ein Konzept erarbeitet, das mit einer geringen Anzahl von Interpolations- und Hilfsoszillatoren auskommt. In den Funktionsgruppen der beiden Interpolationsoszillatoren (100-Hz-, 50-kHz-Schritte), der beiden Hilfsoszillatoren (80 MHz, 380 MHz) und der beiden Hauptoszillatoren (260 bis 380 MHz, 380 bis 520 MHz) erfolgt jeweils eine Frequenzmultiplikation nach demselben Prinzip: Ein spannungsabgestimmter Oszillator ist auf eine Steuerfrequenz phasensynchronisiert. Seine Frequenz ist gleich der Steuerfrequenz, multipliziert mit dem Teilungsfaktor des Frequenzteilers im Rückkopplungsweig der Phasenregelschleife.

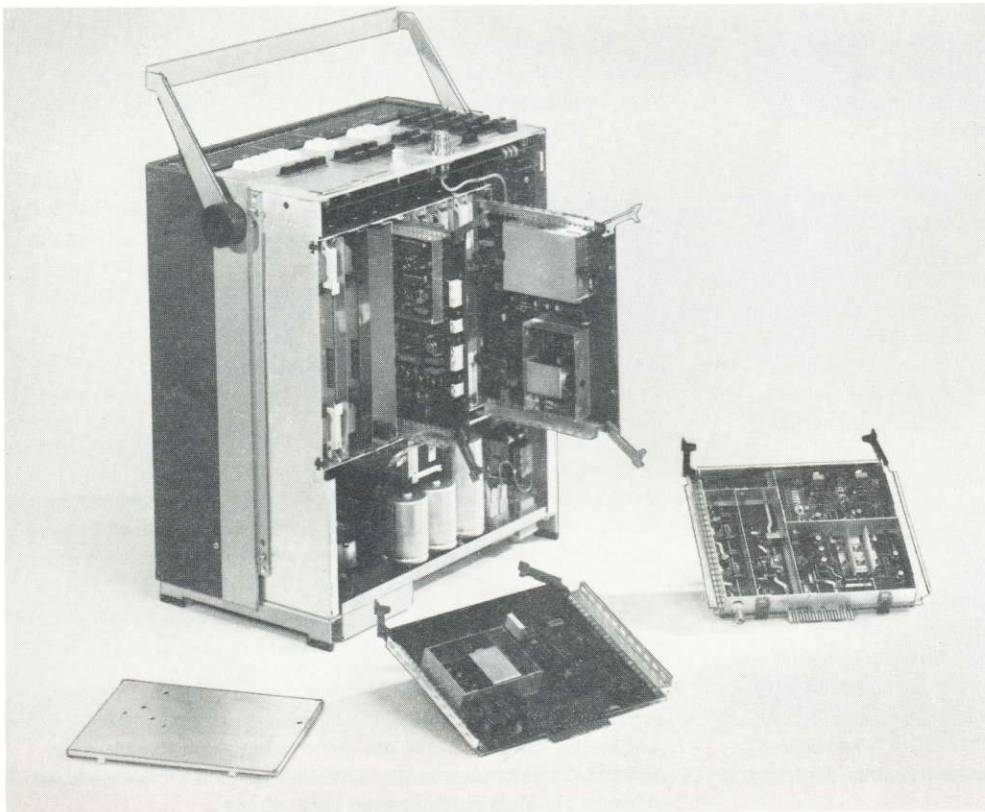
Der Abstimmbereich der Interpolationsoszillatoren und der Einstellbereich der zugehörigen Frequenzteiler ermöglichen einen Variationsbereich der Ausgangsfrequenz von 2 MHz in 100-Hz-Schritten. Die beiden Interpolationsfrequenzen werden in der nachfolgenden Phasenregelschleife addiert. Der Vorzug der Frequenzaddition über einen Mischer im Gegenkopplungsweig einer Phasenregelschleife ist die Selektion des gewünschten Mischproduktes ohne großen Aufwand an RC-Gliedern durch die schmalbandige Filterwirkung der Phasenregelschleife. Der Einstellbereich des Frequenzteilers M in der Regelschleife der beiden Hauptoszillatoren führt zu einem Variationsbereich von 40 MHz in 20 Schritten.

Durch Mischung der Frequenz der Hauptoszillatoren mit den Hilfsfrequenzen 300, 340, 420 und 460 MHz unter Ausnutzung beider Mischseitenbänder wird der Frequenzbereich 260 bis 520 MHz auf den Bereich 20 bis 60 MHz umgesetzt. Dadurch können für den nachfolgenden Frequenzteiler, wie auch für alle übrigen, einfache programmierbare Teiler ohne Vorsteiler verwendet werden. Außerdem werden durch die Mischung große Teilungsfaktoren in der Hauptregelschleife vermieden, durch welche Störhub und Rauschen der Interpolationsfrequenz mit hohem Verstärkungsfaktor auf das Ausgangssignal übernommen würden. Der den beiden Interpolationsoszillatoren vorgeschaltete Frequenzteiler hat den gleichen Teilungsfaktor wie der Teiler der Hauptschleife. Durch diesen Kunstgriff bleibt die Schrittweite der Ausgangsfrequenz (100 Hz, 50 kHz) unabhängig vom Teilungsfaktor konstant.

Von 260 bis 520 MHz ist die Ausgangsfrequenz des SMS direkt die Frequenz der Hauptoszillatoren. Der Bereich 130 bis 260 MHz wird durch Frequenzhalbierung erzeugt, und die Ausgangsfrequenzlage 0,4 bis 130 MHz ergibt sich durch Umsetzung mit dem 380-MHz-Signal.

Die Funktionsgruppe des 80-MHz-Festoszillators bildet einen **phasensynchronisierten Frequenzmodulator**. Bei diesem Modulatortyp liegt die Grenzfrequenz der Phasenregelschleife weit unter der niedrigsten Modulationsfrequenz. Dadurch bleibt auch bei Modulation des Oszillatorsignals die Synchronisation erhalten. Die Modulation des 80-MHz-Festoszillators wird über eine weitere Mischung in den Phasenregelkreis der Hauptoszillatoren übernommen. Die lineare Modulationskennlinie des Festoszillators und die starke Modulationsgegenkopplung im Phasenregelkreis der Hauptoszillatoren bewirken die guten FM-Eigenschaften des SMS.

**Pegelregelung und Amplitudenmodulation** sind am Ausgang des SMS in einem Regelkreis kombiniert, indem die Modulation dem Führungswert der Pegelregelung überlagert wird.



**BILD 2**  
Die steckbaren Bau-  
gruppen des Signal-  
generators SMS gestat-  
ten einen problem-  
losen Service.  
Foto 26 866/1

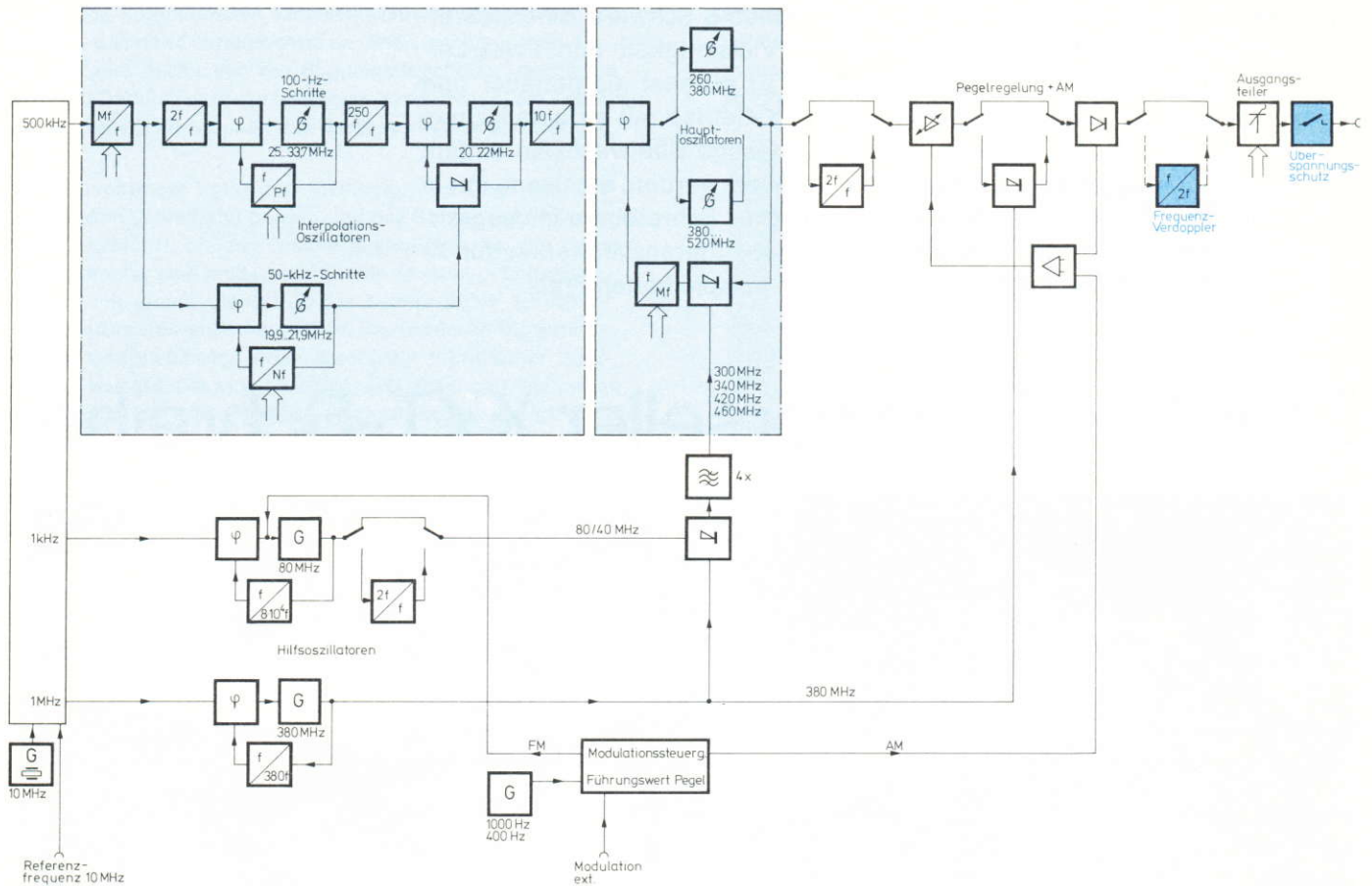


BILD 3 Prinzipschaltung des Signalgenerators SMS (Optionen dunkelblau).

Das Stellglied ist ein PIN-Dioden-Modulator in integrierter Technik. Neben der Amplitudenmodulation gestattet die Pegelregelung eine Absenkung des Pegels um 10 dB in 0,1-dB-Schritten. Der Frequenzgang des Ausgangssignals wird allein durch den Frequenzgang des Meßgleichrichters bestimmt. Ebenso werden Modulationsverzerrungen nur von der Nichtlinearität der Aussteuerkennlinie dieses Spitzenwertgleichrichters verursacht. Das konstante, verzerrungsfreie Ausgangssignal wird dadurch erreicht, daß beide Fehlerquellen, Frequenzgang und Nichtlinearität, sehr gering gehalten werden konnten.

Sämtliche Einstellungen des Signalgenerators werden von einem **Mikroprozessor** gesteuert. Weiter hat dieser die Aufgabe, die Tastatur abzufragen, die Einstellungen zu berechnen und die Anzeige auszulesen. Die Berechnung der Teilerstellungen in den Phasenregelschleifen mit Hilfe eines Programms ermöglichte es, auf die übliche dekadenweise Staffelung der Interpolationsoszillatoren zu verzichten. Das Mikroprozessorsprogramm enthält auch eine Routine zur Fehlerdiagnose.

Im SMS wird eine **neue Abschirmtechnik** verwendet. Sie gestattet den Aufbau geschirmter Baugruppen auf Druckplatten aus tauchlötbaren genormten Blechteilen. Neben der wirtschaftlichen Fertigung ergibt sich dadurch die Möglichkeit einer servicefreundlichen Anordnung sämtlicher HF-Baugruppen auf steckbaren gedruckten Schaltungen.

#### LITERATUR

- [1] Bruckner, R.; Kraus, P.: Universal-Meßsender SMDU für 15 Hz bis 1,05 GHz. Neues von Rohde & Schwarz (1974) Nr. 67, S. 8–11.
- [2] Brockdorff, C. v.: Varianten und Optionen des Universal-Meßsenders SMDU. Neues von Rohde & Schwarz (1977) Nr. 76, S. 10–11.

#### KURZDATEN SIGNALGENERATOR SMS

Frequenzbereich	0,4 ... 520 (1040) MHz
Auflösung	100 Hz
Fehler der Frequenz	$\leq 1 \cdot 10^{-7} / 5 \dots 45 \text{ } ^\circ\text{C}$
Störhub	$\leq 4 \text{ Hz (CCITT)}$
Ausgangspegel	-137 ... +13 dBm (0,03 $\mu\text{V} \dots 1 \text{ V an } 50 \text{ } \Omega$ )
Fehler des Ausgangspegels	$\leq 1,5 \text{ dB}$
Modulationsfrequenzbereich	
extern	(DC) 50 Hz ... 20 kHz
intern	400 Hz oder 1000 Hz
Amplitudenmodulation	0 ... 90 %
Frequenzmodulation	0 ... 125 kHz Hub
Klirrfaktor	$\leq 1 \text{ } \%$
Bestellnummer	302.4012.02

Dieter Burkhart; Franz Lüttich

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 84/1