

## Signal Generator SML01 Ein Economy-Generator der Extraklasse

Trotz eines erstaunlich attraktiven Anschaffungspreises wartet der neue Signalgenerator SML01 (BILD 1) mit einer Reihe technischer Besonderheiten auf. So ist er mit einer elektronischen Eichleitung ausgestattet, die vollkommen verschleißfrei arbeitet und kurze Pegeleinstellzeiten garantiert. Anwender in der Produktion, aber auch im Service, in der EMV-Messtechnik und in der Entwicklung werden das zu schätzen wissen. Auch bei der Frequenzsynthese gingen die Ingenieure neue Wege und schufen einen spektral reinen Synthesizer mit so geringer Einstellzeit, wie er bisher nur bei High-End-Geräten zu finden war.

### Frequenzsynthese: wie die „Großen“

Bezüglich Frequenzgenauigkeit und spektraler Reinheit steht der SML01 den „großen“ Signalgeneratoren von Rohde&Schwarz in nichts nach. Die Frequenzeinstellungen erfolgen quarz-



Foto 43 412/3

BILD 1 Die großen „inneren Werte“ des SML01 stecken in einem verblüffend kleinen „Äußeren“: Das 19“-Gehäuse ist nur 88 mm hoch und 450 mm tief. Das macht ihn zur gefragten Signalquelle für das Rack oder auf dem Arbeitstisch. Bedient wird er per „Easy-Wheel“ (BILD 2).

### Modulation: klassisch

Der SML01 kann amplituden-, frequenz- und phasenmodulierte HF-Signale im Frequenzbereich von 9 kHz bis 1,1 GHz erzeugen – genau richtig für alle „klassischen“ Empfängermessungen. Natürlich kann der FM-Modulator mit Hilfe eines externen eingespeisten Signals auch Stereomodulation generieren.

Für das Erzeugen sinusförmiger Modulationssignale enthält der SML01 einen NF-Generator, der den Frequenzbereich von 0,1 Hz bis 1 MHz über-

streicht. Sein Signal steht auch für externe Anwendungen an einer separaten Buchse zur Verfügung. Für Zweitmodulation kann der NF-Generator zusammen mit einer externen Signalquelle betrieben werden.

Pulsmodulation für EMV-Anwendungen oder Messungen im Radar-ZF-Bereich? Weiter kein Problem, der SML01 kann mit der Option SML-B3 entsprechend ausgebaut werden. Diese Option enthält neben einem hochwertigen Pulsmodulator auch einen komfortabel ausgestatteten Pulsgenerator, dessen Signal an einem zusätzlichen Ausgang zur Verfügung steht.

Alle Modulationsarten können simultan betrieben werden. Lediglich Frequenz- und Phasenmodulation schließen sich gegenseitig aus, da beide mit dem gleichen Modulator erzeugt werden.

genau mit einer Auflösung von 0,1 Hz. Mit der Option SML-B1 (Referenzoszillator OCO) wird die Frequenzgenauigkeit auch allerhöchsten Ansprüchen gerecht.

Ein besonderes Augenmerk verdient das durchaus „rekordverdächtige“ Einseitenband-Phasenrauschen (BILD 3 und 4). Ein typischer Wert von  $-128$  dBc (bei 1 GHz, Trägerabstand 20 kHz, 1 Hz Messbandbreite) war in dieser Geräteklasse bisher schlicht unbekannt. BILD 3 zeigt den typischen Verlauf bei 1 GHz für Trägerabstände von 1 Hz bis 10 MHz. Dieses hervorragende Rauschverhalten – wie auch den exzellenten Nebenwellenabstand von typisch  $-76$  dBc – erreichten die Entwickler mit einer sorgfältig ausgelegten Direkten Digitalen Frequenzsynthese (DDS). Mit diesem Konzept legten sie dem SML01 natürlich auch kurze

Frequenzeinstellzeiten in die Wiege (typ. 7 ms). Wie BILD 3 weiter zeigt, entspricht auch das Breitbandrauschen mit typisch  $-150$  dBc (Trägerabstand  $>2$  MHz) höchsten Anforderungen.

### Pegeleinstellung: elektronisch

Ein ganz besonderer Prüfstein für jeden Signalgenerator ist der harte Alltag in der Produktion. Hier werden Präzision und Schnelligkeit, vor allem aber auch höchste Zuverlässigkeit gefordert. Das gilt ganz besonders für die Eichleitung im Ausgang des Signalgenerators. Die oft eingesetzten mechanischen Eichleitungen erfüllen zwar die Anforderungen an die Pegelgenauigkeit mit Auszeichnung, lassen aber bei der Einstellgeschwindigkeit und auch bei der Lebensdauer zu wünschen übrig.

Anders der SML01: Seine elektronische Eichleitung verkraftet beliebig viele Pegeleinstellvorgänge ohne jeden Verschleiß – und das bei Einstellzeiten von typisch 5 ms. Und weil der Frequenzgang des HF-Pegels vom Mikroprozessor des SML01 mit ausgeklügelten Verfahren kompensiert wird, kann sich auch die Pegelgenauigkeit (typ. 0,5 dB) jederzeit mit der eines Signalgenerators mit mechanischer Eichleitung messen (BILD 5).

Aber auch die übrigen Spezifikationen zum Thema „HF-Pegel“ brauchen keinen Vergleich zu scheuen. So können Pegel von  $-140$  dBm bis



BILD 2 Das Bedienkonzept des SML01 entspricht dem des Mikrowellen-Signalgenerators SMR\*: Einfach mit dem Drehknopf den gewünschten Menüpunkt wählen. Ein leichter Knopfdruck, und schon öffnet sich das Untermenü.

$+13$  dBm in Schritten von 0,1 dB eingestellt werden – im sogenannten „Overrange“ sogar bis  $+19$  dBm. Natürlich schaltet eine elektronische Eichleitung ebensowenig unterbrechungsfrei wie eine mechanische. So kennt auch der SML01, wie Signalgeneratoren mit mechanischen Eichleitungen, die Betriebsart „Unterbrechungsfreie Pegel-einstellung“, mit deren Hilfe der Pegel um typisch 30 dB variiert werden kann. Damit ist der SML01 hervorragend für Squelch-Tests geeignet.

### Anwendung: Rundum fit

#### Empfängermessungen

Diese Applikationen gehören sozusagen zu den „Paradeanwendungen“ des SML01. Dank seines niedrigen Störhubes von typisch 0,5 Hz (bei 1 GHz, Bewertungsbandbreite 0,3 bis 3 kHz nach CCITT) bzw. des gerin-

gen Einseitenband-Phasenrauschens und des großen Nebenwellenabstandes ist der Signalgenerator für alle Inkanal-Messungen an Empfängern prädestiniert.

Das gilt auch für den Einsatz als Störquelle außerhalb des Empfangskanals. Hier ist zusätzlich das geringe Breitbandrauschen von Vorteil. Da das Einseitenband-Phasenrauschen auch bei Trägerabständen von einigen 100 kHz sehr niedrige Werte aufweist, sind Blocking-Messungen kein Problem.

Empfindlichkeitsmessungen erfordern eine hohe Pegelgenauigkeit, gerade auch bei kleinen HF-Pegeln. Außerdem muss der Signalgenerator ausreichend HF-dicht sein – speziell bei ungeschirmten Empfängern oder Geräten mit eingebauten Antennen (z. B. bei Pagern). Beide Forderungen erfüllt der SML01 ohne jede Einschränkung.

#### EMV-Messungen

Für EMV-Messungen wie Störfestigkeitsprüfungen wird dem SML01 in der Regel ein Leistungsverstärker nachgeschaltet, der auf rasche Pegeländerungen wie Überschwinger oder Aussetzer meist äußerst empfindlich reagiert, bis hin zur Beschädigung. Deshalb sind die beiden folgenden Eigenschaften des SML01 besonders vorteilhaft: Pegeländerungen erfolgen bauartbedingt praktisch ohne Überschwinger; außerdem sorgt die Funktion „Unterbrechungsfreie Pegeleinstellung“ dafür,

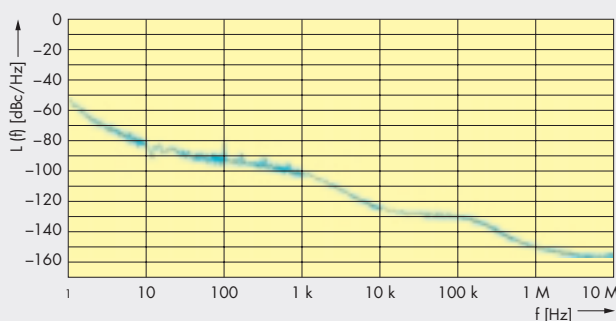


BILD 3 Typisches Einseitenband-Phasenrauschen bei 1 GHz.

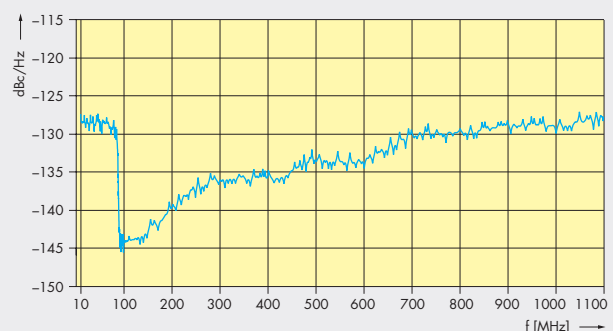
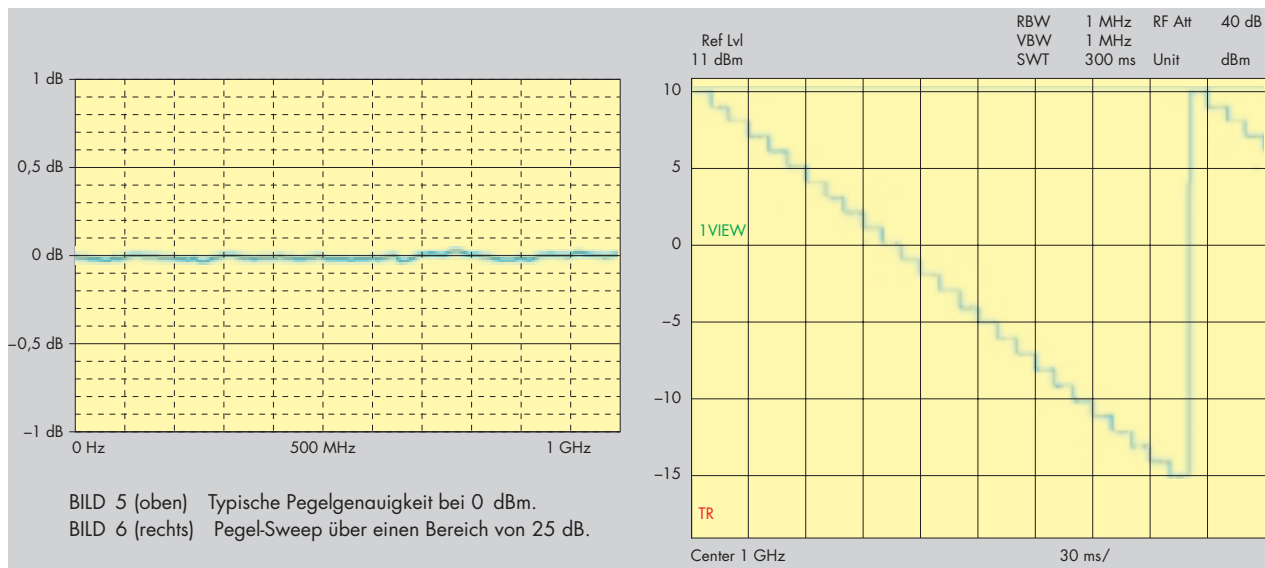


BILD 4 Typisches Einseitenband-Phasenrauschen über der Trägerfrequenz (Trägerabstand 20 kHz).



dass der HF-Pegel bei Pegeländerungen nicht aussetzt (BILD 6).

Aufgrund der weiten Verbreitung digitaler Funktelefone kommt der Prüfung der Störfestigkeit dieser Geräte gegen hochfrequente elektromagnetische Felder eine immer größere Bedeutung zu. In der Europäischen Vornorm ENV 50204 ist dazu eine Prüfmethode festgelegt. Als Kernstück dieser Methode ist ein SML01 mit der Option Pulsmodulation SML-B3 einsetzbar. Die Messung wird mit einer pulsmodulierten Trägerfrequenz von 900 MHz  $\pm$  5 MHz durchgeführt, wobei der Pulsgenerator auf 5 ms Periodendauer mit 2,5 ms Pulsbreite einzustellen ist. Auf diese Weise simuliert der Generator Störungen durch TDMA-Signale.

### Service

Der SML01 ist klein und leicht. Ein weiteres Plus für den Feldeinsatz: Er kann nicht nur über die IEEE-Bus-Schnittstelle ferngesteuert werden, sondern auch über die serielle (RS-232-C). So ist also ein problemloser Betrieb mit einem Notebook-Computer ohne IEEE-Bus-Karte möglich.

Bei Service-Arbeiten an Transceivern oder Sendern besteht die Gefahr, dass ungewollt HF-Leistung in den HF-Ausgang des Generators eingespeist wird. Eine in den Ausgang integrierte Schutz-

schaltung sorgt in solchen Fällen dafür, dass der SML01 keinen Schaden nimmt (gilt für rückwärts eingespeiste Leistung bis 50 W).

### Fazit: Investition „ohne Reue“

Auch was die Zuverlässigkeit angeht, kennt der SML01 keine Kompromisse. Für den Fall, dass doch mal ein Fehler auftritt, hilft das eingebaute Diagnosesystem, die Reparaturzeiten dras-

tisch zu kürzen. So sind es nicht nur die günstige Anschaffung, sondern auch die niedrigen Folgekosten, die den SML01 zu einer sicheren Investition machen, nicht zuletzt auch dadurch, dass eine Kalibrierung nur höchstens alle drei Jahre erforderlich ist.

Wilhelm Kraemer

\* Kraemer, Wilhelm: Mikrowellen-Signalgenerator SMR – 40 GHz per Klick-Trick. Neues von Rohde & Schwarz (1999) Nr. 162, S. 4–6.

### Kurzdaten SML01

Frequenzbereich	9 kHz...1,1 GHz
Auflösung	0,1 Hz
Einstellzeit	<10 ms
Harmonische	<-30 dBc
Nebenwellen	<-70 dBc
Einseitenband-Phasenrauschen (f = 1 GHz, Abstand 20 Hz)	<-122 dBc/Hz
Störhub CCITT (f = 1 GHz)	<4 Hz
Pegel	-140...+13 dBm (+19 dBm)
Auflösung	0,1 dB
AM (3-dB-Bandbreite)	0...100 % (DC...50 kHz)
FM (3-dB-Bandbreite)	Hub bis 1 MHz (DC...500 kHz)
$\phi$ M (3-dB-Bandbreite)	Hub bis 10 rad (DC...100 kHz) Hub bis 2 rad (DC...500 kHz)
Pulsmodulation (Option SML-B3)	
Ein/Aus-Verhältnis	>80 dB
Anstiegs-/Abfallzeit	<20 ns
NF-Generator	0,1 Hz...1 MHz
Pulsgenerator (Option SML-B3)	
Pulsperiode	100 ns...85 s

### Näheres Leserdienst Kennziffer 165/02