

# EMV-Messungen bis 40 GHz mit dem Mikrowellen-Signalgenerator SMP

Signalgeneratoren für EMV-Messungen benötigen neben einem spektral reinen HF-Signal mit exakt einstellbarer Ausgangsleistung vor allem erstklassige AM- und Pulsmodulation, spikefreie Frequenz- und Pegel-Sweeps und nicht zuletzt ein ausgereiftes Bedienkonzept, das je nach Bedarfsfall mit oder ohne externen Steuerrechner automatische Meßabläufe ermöglicht. Die Mikrowellengeneratoren der SMP-Familie setzen hier Maßstäbe – wie übrigens alle anderen Signalgeneratoren von Rohde & Schwarz auch. Unter vier Modellen und einer reichhaltigen Optionspalette findet jeder Anwender das geeignete Gerät, sozusagen maßgeschneidert auf seine Erfordernisse – und das bei einem unübertroffenen günstigen Preis-Leistungs-Verhältnis [1 bis 3]!

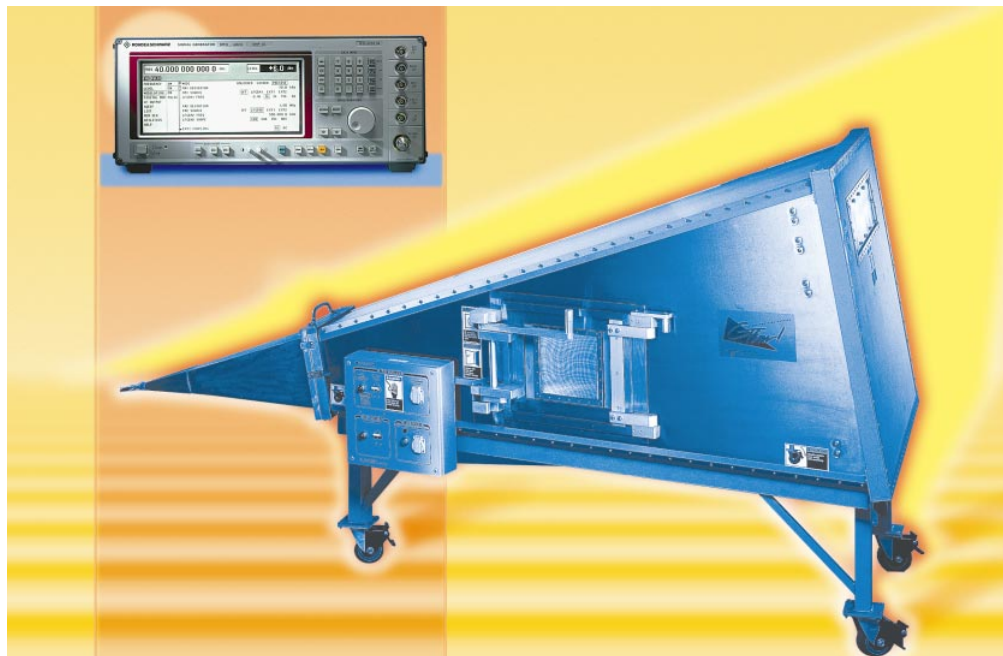


BILD 1 Signalgenerator SMP und GTEM-Zelle (Gigahertz-Transversal-Elektromagnetische Zelle) – eine moderne Kombination für Suszeptibilitätsmessungen. Foto 42 574

Der Begriff **Elektromagnetische Verträglichkeit** (EMV) verrät uns klar, worauf es hierbei ankommt: Zwei oder mehr elektrische Komponenten beziehungsweise „Partner“ müssen sich elektromagnetisch „vertragen“. Wie bei jeder Partnerschaft geht das letztlich nur, wenn entsprechende Regeln existieren, die auch eingehalten werden. Aufgrund dieser Erkenntnis wurden schon früh EMV-Standards und -Normen mit geeigneter Meßtechnik entwickelt – allerdings nur bis zu Frequenzen von 1 GHz, da sich hier bis dato die Hauptaktivitäten der modernen Nachrichtentechnik abspielten. Der Frequenzbereich darüber war mehr den Militärs und Wissenschaftlern vorbehalten.

EMV-Messungen gehören nicht erst seit Ablauf der Übergangsfrist zur CE-Kennzeichnung Anfang dieses Jahres zum Repertoire verantwortungsbewußter Hersteller hochwertiger elektronischer Geräte und Einrichtungen. Die **EMV-Meßtechnik**, wie wir sie heute kennen, hat ihre Wurzeln in der Militärtechnik, wo schon immer empfindliche Empfangsgeräte, leistungsstarke Sender und

motorische Störer auf engstem Raume nebeneinander einwandfrei funktionieren mußten. So entstanden Verträglichkeitsprinzipien und die zugehörige Meßtechnik, die, entsprechend angepaßt, in die heute geltenden nationalen und internationalen EMV-Standards einfließen.

Also, wie schon erwähnt: Bis zu 1 GHz hinauf existieren heute auf dem zivilen wie militärischen Sektor ausgereifte **Normen und Meßvorschriften**. Bei

höheren Frequenzen kommt man derzeit noch nicht umhin, militärische Quellen zu zitieren, wenngleich auch in letzter Zeit zivile Anwendungen sichtbar an Boden gewannen. Beispiele dafür finden sich in der Satellitenkommunikation sowie in der Fahrzeug- und Luftfahrttechnik. So kann man schon heute die Prognose wagen, daß in naher Zukunft die Standards für EMV-Messungen auf 40 GHz erweitert werden. Eine wichtige technische Voraussetzung dafür hat das Haus Rohde & Schwarz mit der hochwertigen und dennoch preisgünstigen Generatorfamilie SMP (BILD 1) mit Modellen von

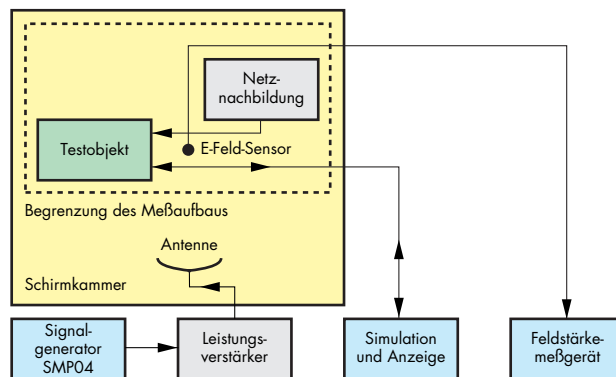


BILD 2 Messung der Einstrahlungs-Störfestigkeit im Frequenzbereich 1 bis 40 GHz mit Signalgenerator SMP (nach MIL-STD 462D). Als Stimulationsgerät kommt der Signalgenerator SMP04 (10 MHz bis 40 GHz) in Frage und für die Anzeige sowie als Feldstärke-Meßgerät der EMI-Meßempfänger ESM1 mit Vorsatzmischer FS-Z40.

Auswahl aktueller militärischer und ziviler EMV-Vorschriften für den Mikrowellenbereich

Vorschrift	Benennung	Beschreibung	Mikrowellen(teil)bereich	Anwendungsbereich
MIL-STD 461D/462D RES103	Radiated Emissions, Antenna Spurious and Harmonic Outputs	Messung über Antenne abgestrahlter Ober- und Nebenwellen	1...40 GHz	militärisch (USA)
MIL-STD 461D/462D RES103	Radiated Susceptibility, Electric Field	Messung der Einstrahlstörfestigkeit (elektrisches Feld)	1...40 GHz	militärisch (USA)
DEF STAN 59-41 (PART3), DRS03	Radiated Susceptibility	Messung der Einstrahlstörfestigkeit	0,79...18 GHz	militärisch (UK)
VG 95 370/VG 95 373 Teil 13, Meßverfahren SF 04 G	Meßverfahren für Störsicherheitsabstände gegenüber systemeigenen Feldstärken	Messung der Einstrahlstörfestigkeit	1...40 GHz	militärisch (Deutschland)
SAEJ1113 Part 21	Semi-anechoic Chamber	Messung der Einstrahlstörfestigkeit	0,03...18 GHz	Fahrzeugprüfung (USA)
ISO 11451-2/ ISO 11452-2	Elektrische Störungen durch schmalbandig gestrahlte Energie Fahrzeugprüfverfahren Teil 2: Störstrahlquellen außerhalb des Fahrzeugs	Messung der Einstrahlstörfestigkeit	0,2...18 GHz	Fahrzeugprüfung (international)
EN 50083-2	Kabelverteilsysteme für Fernseh- und Tonsignale Teil 2: EMV von Bauteilen	Messung der Störstrahlung (Substitutionsverfahren)	1...25 GHz	Telekommunikation, Fernseh- und Tonrundfunk (Europa)

10 MHz/2 GHz bis 20, 27 und 40 GHz schon geschaffen. Die Tabelle im blauen KASTEN enthält eine Auswahl derzeit aktueller militärischer und ziviler EMV-Vorschriften für den Frequenzbereich 1 bis 40 GHz.

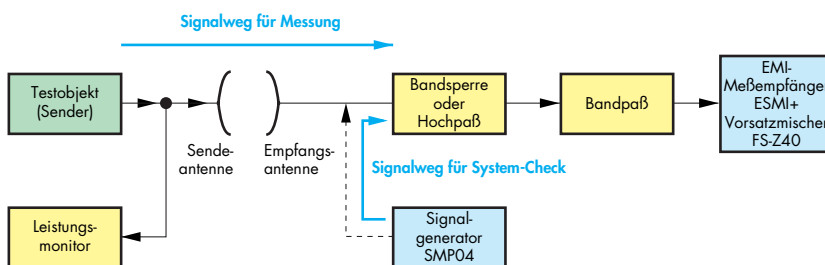
Ein Blick in die Standards zeigt die Einsatzschwerpunkte der Mikrowellen-Signalgeneratoren. Da gibt es erstens die Klasse der **Einstrahlungs-Störfestigkeitsprüfungen** – auch als Suszeptibilitätsmessungen bekannt. Hierbei steuert der Signalgenerator in der Regel einen Leistungsverstärker entsprechender Bandbreite mit nachgeschalteter Antenne an, mit deren Hilfe der Prüfling bestrahlt wird (BILD 2). Je nach zu-

grundlegenden Anforderungen darf sich dabei die Funktionsfähigkeit des Prüflings nicht oder nur definiert verändern. Bei den kurzen Wellenlängen im Mikrowellenbereich ist die Gefahr von Resonanzen im Prüfling besonders groß. Kleine Spalte im Gehäuse oder kurze Leitungsgebilde auf Schaltkreisen oder Leiterplatten bilden oft Resonatoren mit extrem hoher Güte, was einen Totalausfall über einen äußerst schmalen Frequenzbereich zur Folge haben kann. Dank des digitalen Sweeps des SMP können solche Resonanzstellen schnell und sicher entdeckt werden, wobei die kleinste einstellbare Schrittweite von 0,1 Hz keine Wünsche offen läßt. Die exzellente Frequenzstabilität garantiert ferner die Reproduzierbarkeit der Messungen; einmal entdeckte Stellen mit Fehlverhalten des Prüflings sind jederzeit wieder auffindbar. Eine weitere wichtige Sweep-Eigenschaft des SMP ist das Fehlen jeglicher Pegel-Spikes. Solche Pegelspitzen könnten

den nachgeschalteten Leistungsverstärker oder gar den Prüfling zerstören – im harmlosesten Fall wären Meßfehler die Folge.

Der zweite Einsatzschwerpunkt von Mikrowellen-Signalgeneratoren ist die **Kalibrierung von Meßaufbauten**, wie in BILD 3 dargestellt. Hier wird vor der eigentlichen Messung die Pegelanzeige des Meßempfängers mit dem Signalgenerator kalibriert. Es ist leicht einzusehen, daß dabei hohe Anforderungen an die Genauigkeit und Stabilität des Generatorpegels gestellt werden – kein Problem für die Generatoren der SMP-Familie dank eines großzügig dimensionierten Pegelregelungssystems in Verbindung mit einer sorgfältigen Werkskalibrierung am Ende des Produktionsprozesses! Bei Testaufbauten nach Bild 3 wird der Meßempfänger oft auch dadurch kalibriert, daß das Generatorsignal nicht per Kabel eingespeist, sondern über eine eigene Sendeanenne in die Empfangsantenne eingestrahlt wird [2]. So wird auch das Übertragungsverhalten der Empfangsantenne mit erfaßt.

BILD 3 Messung abgestrahlter Harmonischer und Nebenwellen an Sendern im Frequenzbereich 1 bis 40 GHz nach MIL-STD 462D mit Signalgenerator SMP und EMI-Meßempfänger ESMI.



Die Frequenzgänge der HF-Kabel, des Leistungsverstärkers und der Antenne im Meßaufbau verursachen in der Regel große Pegelfehler – daran kann auch die hervorragende Pegelgenauig-

keit des SMP nichts ändern (typische Abweichung nur 0,1 dB). Aber der SMP ist glücklicherweise mit einer ganzen Reihe von **Funktionen** ausgestattet, die diese **Frequenzgänge kompensieren**; da gibt es:

- die User Correction für ein frei wählbares Frequenzgangprofil des HF-Pegels,
- die Memory Sequence, einen programmierbaren sequentiellen Ablauf von kompletten Geräteeinstellungen,
- den List Mode, einen programmierbaren Ablauf mit bis zu 2003 Frequenz- und Pegelpaaren,
- und nicht zuletzt die externe Pegelregelung mit Hilfe eines externen Leistungsmessers [4].

Wird der SMP manuell, das heißt ohne externen Steuerrechner, betrieben, wird der Gesamtfrequenzgang am besten mit der Funktion User Correction kom-

pensiert, wobei die notwendigen Korrekturwerte selbsttätig per Knopfdruck ermittelt werden können, wenn ein Leistungsmesser NRVS oder NRVD zur Verfügung steht. Programmierer automatischer Meßsysteme eliminieren allerdings bevorzugt den Frequenzgang direkt mit Hilfe des Steuerrechners über den IEC-Bus. Sie realisieren dabei eine Pegelregelung über die Pegeleinstellorgane des SMP, die eine Auflösung von 0,01 dB zulassen. Die Istwert-Ermittlung erfolgt dabei über einen Leistungsmesser mit Richtkoppler am Antenneneingang oder über eine Feldsonde in der Nähe des Prüflings.

Die dargelegten Beispiele zeigen deutlich: Welche EMV-Meßaufgabe zwischen 10 MHz und 40 GHz auch immer zu lösen ist – der SMP ist die richtige Wahl dafür, da leistungsstark, zukunftssicher und dennoch preisgünstig

konzipiert von einem Hersteller mit jahrzehntelanger Erfahrung auf allen Gebieten der EMV-Meßtechnik!

Wilhelm Kraemer

## LITERATUR

- [1] Kraemer, W.: Signalgenerator SMP – Der Mikrowellengenerator für gehobene Ansprüche. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 144, S. 11–14.
- [2] Kraemer, W.: Signalgeneratoren SMP03 und SMP04 – Leistungsstarke Mikrowellengeneratoren bis 40 GHz. Neues von Rohde & Schwarz (1995) Nr. 147, S. 10–13.
- [3] Kraemer, W.: Mikrowellengenerator SMP – Kundennutzen durch technische Spitzenleistung. Neues von Rohde & Schwarz (1996) Nr. 151, S. 58–59.
- [4] Kraemer, W.: Externe Präzisions-Pegelregelung für den Mikrowellen-Signalgenerator SMP. Neues von Rohde & Schwarz (1994) Nr. 144, S. 14.

---

Näheres unter Kennziffer 152/11