

# EMI frühzeitig erkennen

Will man nicht riskieren, dass finale EMI-Tests (Electromagnetic Interference) fehlschlagen, so könnte man, wenn die entsprechenden finanziellen Mittel verfügbar sind, natürlich ein komplettes EMI-Testsystem inklusive geschirmter Kammer beschaffen und damit während der Entwicklungsphase schon testen. Doch es gibt auch eine kostengünstigere Lösung.

Von Klaus Höing

Arten von EMI-Störungen berücksichtigt – also die „eingestrahelte“ und die galvanisch „direkt eingeleitete“ Störung. So können alle störungsverursachenden HF-Emissionen oder Emissionsspitzen schnell, kostengünstig und noch früh im laufenden Entwicklungsprozess erkannt und abgestellt werden.

Bevor jedoch mit einer Messung begonnen wird, muss man die richtigen Normen bestimmen. Diese richten sich einerseits nach den Ländern, in die exportiert werden soll, und andererseits danach, in welchen spezifischen Anwendungsbereichen das Produkt eingesetzt wird. Ein Auszug der gebräuch-

**E**in Messplatz, wie er hier beschrieben wird, hat neben geringeren Kosten zudem den Vorteil, dass man die damit realisierten Messungen während des Entwicklungsprozesses mehrfach wiederholen kann und sich so jedes einzelne Modul schnell und unkompliziert vermessen lässt. Auf diese Weise bekommt man eine „Sicherheit“, dass der finale EMI-Test auch bestanden wird und nicht im Nachhinein eine kostspielige Nachentwicklung des Gerätes erfolgen muss.

## Basis des Pre-Compliance-Messplatzes: ein Spektrumanalysator

Um einer eventuell drohenden Endloschleife „Finaler EMI-Test nicht bestanden, also Nachentwicklung“ zu entkommen, empfehlen sich EMI-Pre-Compli-

ance-Tests mit einem Spektrumanalysator, z.B. aus der Serie CXA von Agilent ([www.agilent.com](http://www.agilent.com)), zusammen mit einer generellen Signal-Charakterisierung. Die Spektrumanalysatoren der genannten Serie werden auch in professionellen Prüflabors für EMI-Tests eingesetzt, so dass man sich sicher sein kann, diese Vortests auch mit der entsprechenden Mess-Sicherheit durchzuführen. Sicher, es fehlt z. B. die abgeschirmte Kabine, wie sie die Prüflabors haben – jedoch mit Vergleichsmessungen kommt man hier auch sehr weit und kann, wenn man entsprechende „Sicherheitsabstände“ zu den vorgeschriebenen Grenzwerten einhält, davon ausgehen, dass das entwickelte Produkt die Zertifizierung bekommt. Bei diesen Pre-Compliance-Tests ist darauf zu achten, dass man die beiden

EN	FCC	CISPR	Beschreibung
EN 55011	18	11	Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Geräte
-	-	12	Automobilbereich
EN55013	15	13	Übertragungsempfänger
EN55014		14	Haushaltsgeräte, und -werkzeuge
EN 55015		15	Fluoreszenz-Leuchtmaterialien
EN55022	15	22	Informationstechnologie
EN61000-6-3,4		-	Allgemeine Emissions-Standards
-		16	Messgeräte und -methoden
EN 55025		16	Komponententest für den Automobilbereich

Vergleich der einzelnen anzuwendenden Regulatorien (Auszug)

lichsten Normen ist in der **Tabelle** gelistet.

Messungen geleiteter Emissionen

Eine Messung geleiteter Emissionen gibt Aufschluss, welche Störungen z.B. durch eine Stromversorgung ins Netz abgegeben werden und welche Auswirkungen Störungen und Spannungsspitzen der Netzversorgung auf das neu entwickelte Gerät haben. Diese Messung lässt sich sehr einfach auf dem Labortisch durchführen. Die nötigen

Stabilisierungsnetzwerk) und ein Begrenzer sind in diesem Fall nötig. Das LISN entkoppelt die Störungen, die vom DUT (Device under Test, Prüfobjekt) ausgehen, von der Netzleitung und führt sie dem Spektrumanalysator zu. **Bild 2** zeigt die Schaltung und das Impedanzverhalten über der Frequenz. Der in die Signalleitung

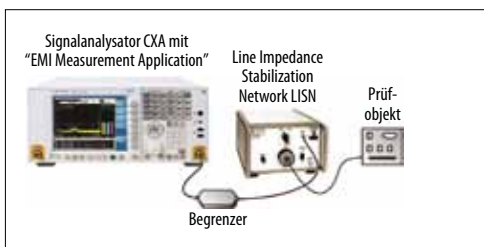


Bild 1. Messaufbau zur Messung der „geleiteten“ EMI.

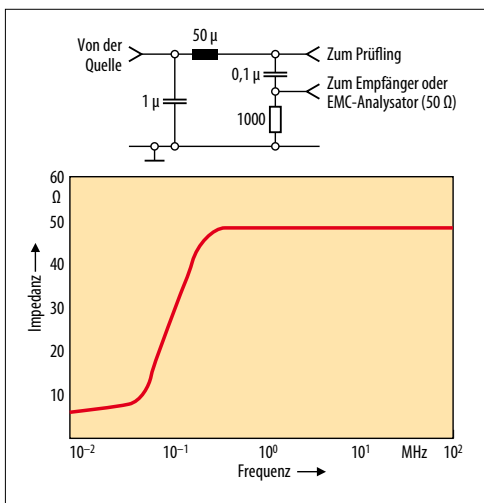


Bild 2. Prinzipschaltung des LISN und das Impedanzverhalten versus Frequenz.

Instrumente für einen kostengünstigen Messplatz sind in **Bild 1** dargestellt. Der Spektrumanalysator N9000A CXA, auf dem die zusätzliche Applikations-Software W6141A läuft, ein LISN (Line Impedance Stabilization Network, Netzimpedanz-

Frequenzbereich bis 6 GHz reichen, je nach Norm, die zur Anwendung kommt. Den typischen Messaufbau zeigt **Bild 3**. Für höhere Frequenzbereiche kommen andere Antennen zur Anwendung.

Bei dieser Art Messung muss man darauf achten, dass andere Störer in der Umgebung beseitigt werden. Typischerweise macht man diese Messungen im Freifeld. Allerdings hat man auch hier Störeinflüsse, die es gilt, vor der Messung aufzunehmen und deren Frequenzlage und Feldstärke zu bestimmen. Hierbei bietet die EMI-Software W6141A einen erheblichen Vorteil:

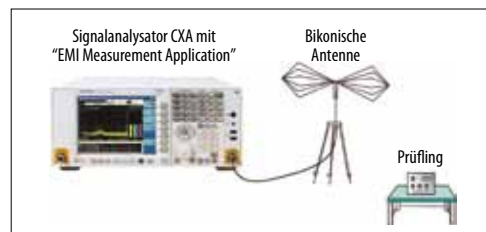


Bild 3. Messaufbau zur Bestimmung gestrahlter Emissionen.

eingefügte Begrenzer (Limiter) schützt den Spektrumanalysator-Eingang vor Beschädigung, wenn große Transienten-Amplituden auftreten. Der typische abzudeckende Frequenzbereich reicht von 9 kHz bis 30 MHz für kommerzielle Anwendungen.

Messung gestrahlter Emissionen

Um Messungen gestrahlter Emissionen vornehmen zu können, benötigt man denselben Spektrumanalysator mit der notwendigen EMI-Software-Applikation und verbindet diesen mit einer bikonischen Antenne, die auf einem Dreibein montiert ist. Die Antenne muss einen Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz aufweisen; allerdings kann der

Durch einfaches Ein- und Ausschalten des Prüfings kann entweder das umgebungsbedingte Störpektrum oder das Gesamtspektrum aufgenommen werden; das „umgebungsbedingte“ Spektrum lässt sich dann vom Gesamtspektrum subtrahieren. Damit sind suspekte Signale herauszufiltern bzw. werden herausgerechnet, so dass nur noch die vom Prüfing abgestrahlten Signalanteile sichtbar werden. **Bild 4** zeigt derartige fremde Störanteile. Die verwendeten Detektoren und die Auflösungsbreite der Applikations-Software sind kompatibel zu den neuesten Vorschriften zum CISPR-16-1-1- und MIL-Standard. Einzelne Spektralanteile, die die Grenzvorgabe der Normen verletzen, werden deutlich hervorgehoben und können in einem Balkendiagramm dargestellt werden. Mit dieser Darstellungsweise kann der Entwicklungsingenieur sehr schnell die Auswirkung erkennen, die eine mögliche Schaltungsänderung oder -schirmung ergibt.

EMI- Fehlersuche und Fehlerbeseitigung

Tritt der Fall auf, dass bei einer Baugruppe die Grenzwerte überschritten werden, so ist der Entwicklungsingenieur daran interessiert, von welchem Bauteil

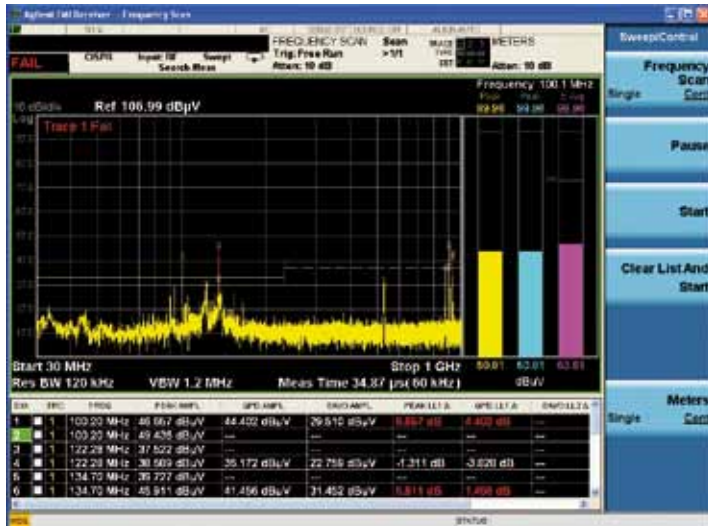


Bild 4. EMI-Applikation mit Darstellung des aufgenommenen Spektrums, der Grenzwertlinie und Listen-Darstellung der gemessenen Signalspitzen.

oder von welcher Unterbaugruppe die Störung ausgeht. Um dies herauszufinden, hat Agilent ein (im Laborjargon „Schnüffelprobes“ genanntes) Set entwickelt, das aus insgesamt vier Probes und zugehörigem Kabel besteht, die bis 3 bzw. 2 GHz einsetzbar sind. Streift

man mit einer der Probes über die als Störer in Frage kommenden Bauelemente, so kann sehr leicht der „Übeltäter“ ermittelt werden. Durch entsprechende Abschirmung, Reduktion der Puls-Flanken-Steilheit oder eine Leitungsveränderung, meist eine Verkür-

zung der Signalleitungen, kann die Abstrahlung reduziert werden. Der Vorteil dieser Schnüffelprobes liegt nun darin, dass auch gleich eine Abschätzung des Gewinns an Signalabstand zu den Grenzli-



Bild 5. Fehlersuche mit einem „Closed Field“-Tastkopf.

nien gemacht werden kann – eine Erleichterung im Optimierungsprozess. Dieses Vorgehen ersetzt natürlich nicht die nach dem Optimierungsvorgang für die gesamte Schaltung oder das gesamte Gerät nochmals durchzuführende Freifeldmessung. Dieses Vorgehen gibt aber Aufschluss über die vom Gerät ausgehenden Störanteile. Auch „undichte“ Stellen an den Gehäusen, meist bei den Anzeigeelementen, aber auch an den Blechverbindungen zwischen Frontplatte und deren Seitenteilen, lassen sich mit einer derartigen Schnüffelprobe feststellen. Auch am Mechanik-Design oder bei den Spritzgussformen lassen sich so in einem frühen Stadium Fehlerquellen erkennen und ausmerzen. Bild 5 zeigt eine praktische Messung an einer Leiterplatte. ha

### Literatur

- [1] Making Conducted and Radiated Emission Measurements. Agilent Application Note 5990-6152EN.
- [2] EMI Measurement Application für CXA-Spektrumanalysator W6141A unter [www.datatec.de/Agilent-W6141A-Software.htm](http://www.datatec.de/Agilent-W6141A-Software.htm)
- [3] Datenblätter zur Serie der CXA-Spektrumanalysatoren: N9000A CXA unter [www.datatec.de](http://www.datatec.de).



### Dipl.-Ing. Klaus Höing

trat nach dem Studium der Elektrotechnik in Stuttgart 1980 bei Hewlett Packard (später Agilent), Böblingen, in den Entwicklungsbereich für Messtechnik ein. 1998 wechselte er in den Bereich Computertechnik bei Hewlett Packard als PR-Manager für die deutsche Niederlassung. Seit dem Frühjahr 2012 ist er bei der Firma dataTec in Reutlingen mit PR-Aufgaben betraut.