

# EMV-Charakterisierung von ICs

## Die neuen Normen zur Charakterisierung der EMV integrierter Schaltungen

A.02

**D**ieser Beitrag behandelt das Thema der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) integrierter Schaltungen. Auf Grund der Tatsache, dass integrierte Schaltungen sehr oft als Ursache für Störungen in elektronischen Geräten gesehen werden, wird hierbei besonderer Wert auf die neuen Normen IEC61967 und IEC62132 zur Charakterisierung der EMV auf IC-Ebene gelegt.

Die ständige Zunahme der Betriebsfrequenzen und der Integrationsdichte bei gleichzeitiger Verringerung der Höhe des Versorgungsspannungsniveaus von ICs hat zu einer Erhöhung der Störemission und einer Verringerung der Störfestigkeit geführt. Dies wird immer mehr als Hauptproblem beim Einsatz von ICs in komplexen Systemen (z.B. Bus- und Mikrocontrollersystemen) gesehen. Aus diesem Grund wurde bereits vor einigen Jahren mit der Vorbereitung normativer Regelungen zur Charakterisierung der EMV auf IC-Ebene begonnen. Vor wenigen Jahren hat sich die IEC (International Electrotechnical Commission) dieses Themas angenommen. Durch das Unterkomitee 47A (Integrated Circuits) wurden zwei Normen (IEC61967 und IEC62132) zur Ermittlung der Störemission und der Störfestigkeit definiert, die folgend kurz dargestellt werden.

Ziel dieser Normen ist eine Vereinheitlichung der Messmethoden aller Halbleiterhersteller, sodass in Zukunft die Charakteri-

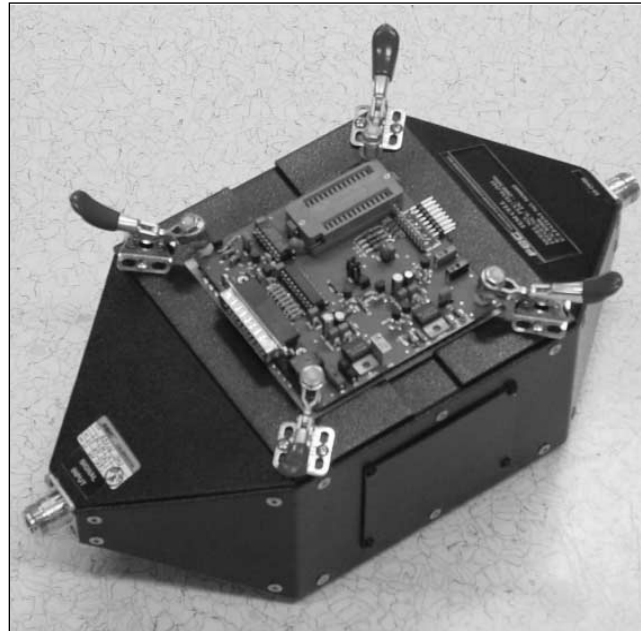


Abb. 1:  
TEM-Zelle mit  
Prüfplatine (Quelle:  
austriamicrosystems  
AG)

sierung von ICs nur mehr mit diesen Normen als gemeinsame Basis durchgeführt wird. Der Gerätehersteller hat somit die Möglichkeit, sich aufgrund der von den Halbleiterhersteller zur Verfügung gestellten Messergebnisse für einen IC zu entscheiden, der ihm für seine Applikation im Hinblick auf die EMV am geeignetsten erscheint. Schon jetzt sind viele Halbleiterhersteller bemüht, ihre Produkte nach diesen neuen Normen zu charakterisieren.

### Messung der Störemission von ICs nach IEC61967

Die IEC61967 – „Integrated circuits Measurement of electromagnetic emissions“ beschreibt neben einem allgemeinen ersten Teil in fünf weiteren Teilen verschiedene Messmethoden zur Beurteilung der Störemission von integrierten Schaltungen im Frequenzbereich von 150 kHz bis 1 GHz [1].

- ▶ IEC61967-1: General conditions and definitions
- ▶ IEC61967-2: Measurement of radiated emissions – TEM-cell method
- ▶ IEC61967-3: Measurement of radiated emissions – Surface scan method
- ▶ IEC61967-4: Measurement of conducted emissions – 1Ω/150Ω method

- ▶ IEC61967-5: Measurement of conducted emissions – Workbench Faraday cage method
- ▶ IEC61967-6: Measurement of conducted emissions – Magnetic probe method

Diese Messmethoden sollen gleichermaßen für alle zu untersuchenden ICs, wie Mikrocontroller-, Logic- und Power-ICs, sowie sämtliche Digital- und Analog-ICs verwendbar sein.

### IEC61967-1: General conditions and definitions

Der erste Teil dieser Norm legt fest, unter welchen generellen Bedingungen und mit welchem Messumfeld die weiteren Emissionsmessungen durchgeführt werden sollen. In diesem Abschnitt ist auch der Aufbau einer in den darauffolgenden Teilen verwendeten Multilayer-Testplatine beschrieben.

### IEC61967-2: TEM-cell method

Mit Hilfe dieser Messmethode wird die gestrahlte elektromagnetische Emission des zu charakterisierenden ICs gemessen. Der Prüfling (IC) wird in diesem Fall aber nicht in das Innere der TEM-Zelle gelegt, sondern er ist in Verbindung mit der in IEC61967-1 beschriebenen Prüfplatine Bestandteil der Zellen-

#### Autoren

Dipl.-Ing. BERND DEUTSCHMANN und  
ROLAND JUNGREITHMAIR  
austriamicrosystems AG  
Schloß Premstätten;  
A-8141 Unterpremstätten  
Fon: 0043/3136/500-5971  
Fax.: 0043/3136/500-5755  
e-Mail: bernd.deutschmann@austriamicrosystems.com; roland\_j@sbox.tugraz.at

Dr. GUNTER WINKLER  
Technische Universität Graz; Institut für  
Elektronik  
Inffeldgasse 12, A-8010 Graz  
Fon: 0043/316/873-7524  
Fax.: 0043/316/873-8020  
e-Mail: gunter.winkler@tugraz.at

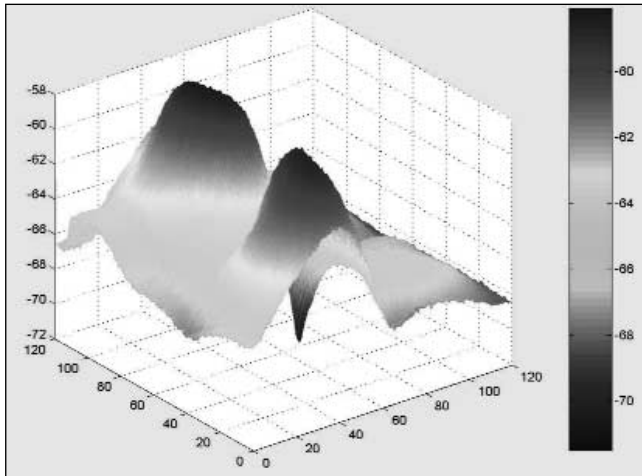


Abb. 2: H-Feldverteilung über der Oberfläche eines ICs  
(Quelle: austriamicrosystems AG)

wand. Der zu charakterisierende IC wird hierbei an der Unterseite, die notwendige Peripherie zum Betreiben des ICs an der Oberseite der Prüfplatine angebracht. Die Prüfplatine wird so an der TEM-Zelle befestigt, dass der IC an der Unterseite der Prüfplatine in die Zelle ragt (Abb. 1).

### IEC61967-3: Surface scan method

Ziel dieser Messmethode ist es, das magnetische und elektrische Nahfeld mittels einer Sonde direkt über der Oberfläche des ICs zu scannen und entsprechend auszuwerten. Als Ergebnis wird somit die Feldstärkeverteilung an der Oberfläche des ICs ausgegeben (Abb. 2). Der Vorteil dieser Messmethode liegt nicht so sehr in der Möglichkeit einer Charakterisierung des ICs, sondern vielmehr in der Lokalisierung bekannter Störfrequenzen.

### IEC61967-4: 1 Ohm /150 Ohm method

Diese Methode basiert auf der Messung der direkten, leitungsgebundenen Störemission von ICs, welche sich direkt über die entsprechenden Pins auf die Leiterplatte und weiter in den Kabelbaum ausbreitet. Im Rahmen dieser Messmethode kann die Störemission sowohl durch die Messung des Summenstromes am GND-Pin (1- $\Omega$ -Methode) als auch durch die Messung der Störspannung an einem der I/O Pins (150- $\Omega$ -Methode) ermittelt werden (Abb. 3).

Bei der Summenstrommessung wird davon ausgegangen, dass sich alle Ströme wieder über die VDD- oder GND-Leitung schließen. Mit Hilfe eines speziellen Strommesskopfes (RF current probe) bestehend aus einem 1- $\Omega$ -Messwiderstand, der direkt in die GND-Leitung gegeben wird, und einem Impedanzanpassungsnetzwerk kann der Summenstörstrom gemessen und einem Spek-

trumanalyser (Frequenzbereich: 150 kHz bis 1 GHz) zur Auswertung zugeführt werden.

Ähnlich funktioniert auch die 150- $\Omega$ -Methode, nur dass hier anstelle der Messung des Störstroms in der GND-Leitung mit Hilfe eines Anpassungsnetzwerks die Störspannung an einem der I/O Pins des ICs gemessen wird.

### IEC61967-5: Workbench Faraday cage method, WBFC

Dieser Teil der Norm beschreibt eine Messmethode zur Messung der leitungsgebundenen Störemission von ICs. Der Name dieser Messmethode leitet sich vom Betrieb der Messung auf einem leitfähigen Tisch (metallic reference plane) mit Hilfe eines Faradayschen Käfig ab. In diesem Käfig wird der Prüfling mit der Prüfplatine platziert und an zwei Gleichstrommesspunkten angeschlossen. Hierfür dienen Netzwerke mit 150  $\Omega$ , wobei die Schirmwand des Käfigs als Referenzmasse dient.

Die Signalleitungen der Prüfplatine werden über Durchführungsfilter, die an der Wand des Faradayschen Käfigs angebracht sind, zugeführt.

### IEC61967-6: Magnetic probe method

Dieser Teil der Norm beschreibt eine Messmethode zur Messung der leitungsgebundenen Störemission auf den Versorgungs- und wahlweise auch auf den I/O-Leitungen. Hierzu wird die magnetische Feldstärke mittels einer Magnetfeldsonde in einem bestimmten Abstand über einer als 50- $\Omega$ -Streifenleitung ausgeführten Leiterbahn der Prüfplatine gemessen.

Anschließend wird der gemessene Wert mittels einer Kalibrierfunktion in einen HF-Strom umgerechnet. Eine Bauanleitung dieser aus drei Lagen bestehenden Magnetfeldsonde kann aus der Norm entnommen werden.

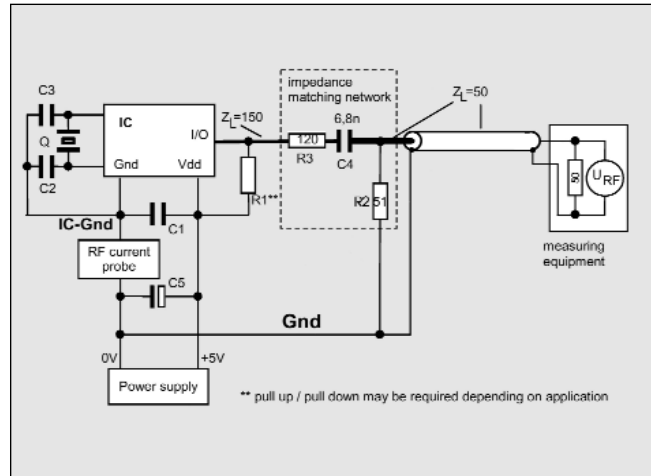


Abb. 3: Prinzipschaltbild der 1- $\Omega$ /150- $\Omega$ -Methode (Quelle: IEC61967-4)

## Messung der Störfestigkeit von ICs nach IEC62132

Die IEC62132 – ‚Measurement of electromagnetic immunity‘ beschreibt, neben einem allgemeinen ersten Teil, in vier weiteren Teilen verschiedene Messmethoden zur Beurteilung der Störfestigkeit von integrierten Schaltungen [2]:

- ▶ IEC62132-1: General requirements and definitions
- ▶ IEC62132-2: Measurement of radiated immunity – TEM cell method
- ▶ IEC62132-3: Measurement of conducted immunity – Bulk current injection method (BCI)
- ▶ IEC62132-4: Measurement of conducted immunity – Direct power injection method (DPI)
- ▶ IEC62132-5: Measurement of conducted immunity – Workbench Faraday cage method

Bei der Entwicklung dieser Messmethoden wurde besonders darauf geachtet, möglichst die selben Messgeräte wie für die Messung der Störemission verwenden zu können. Aufgrund der Vielfalt von ICs gestaltet sich bei der Störfestigkeitsmessung die Art und Weise einer Detektierung eines Fehlers oft als schwierig.

Auch hier besteht bei einigen Messmethoden wiederum die Möglichkeit, pinselektive Messungen durchzuführen. Damit lassen sich sehr rasch Schwachstellen im IC lokalisieren.

In Abhängigkeit vom verwendeten IC und der Prüfbedingung verwendet man bei dieser Art der Prüfung meist zwei verschiedene Störsignale:

- ▶ amplitudenmoduliertes RF-Signal (80% AM mit 1kHz)
- ▶ nichtmoduliertes RF-Signal

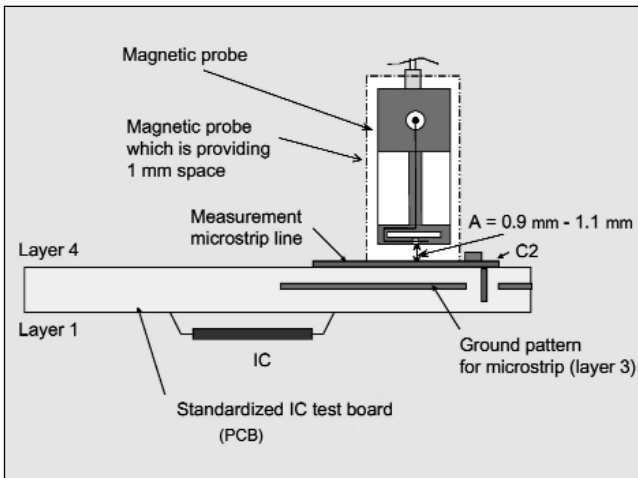


Abb. 4: Störemissionsmessung mit der Magnetic probe (Quelle: IEC61967-6)

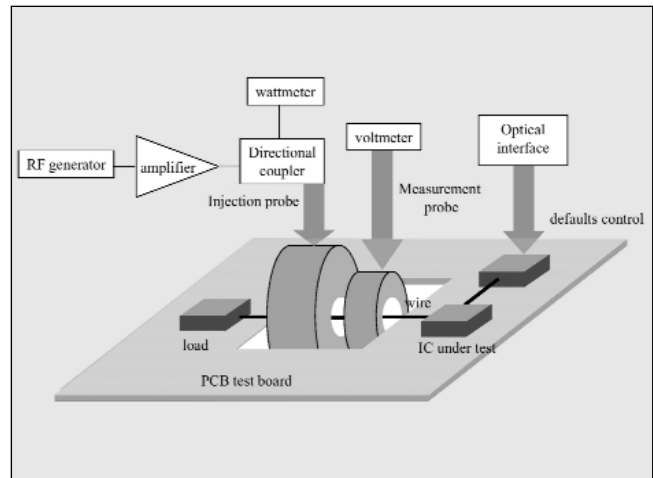


Abb. 5: Aufbau der BCI-Methode (Quelle: IEC62132-3)

Grundsätzlich wird im Frequenzbereich von 150 kHz bis 1 GHz gemessen.

### IEC62132-1: General conditions and definitions

Der erste Teil dieser Norm legt wiederum generelle Bedingungen für das Messumfeld der durchzuführenden Störfestigkeitsmessungen fest.

### IEC62132-2: TEM-cell method

Bei dieser Messmethode zur Charakterisierung der Störfestigkeit des ICs wird die selbe TEM-Zelle wie bei der Messung der gestrahlten Störemission verwendet. Hierzu wird allerdings anstelle eines Spektrumanalysers ein entsprechender Signalgenerator in Verbindung mit einem Leistungsverstärker zur Zuführung von Störenergie in die Zelle eingesetzt. Das sich innerhalb der Zelle ausbreitende elektromagnetische Feld wirkt direkt auf die Oberfläche des ICs ein.

### IEC62132-3: Bulk current injection method, BCI

Bei der BCI-Methode (Abb. 5) wird mittels einer Stromkoppelzange Störleistung auf Leitungen, die wiederum zu den jeweiligen IC-Pins führen eingekoppelt. Es besteht die Möglichkeit, einzelne oder ganze Gruppen von Pins mit Störleistung zu beaufschlagen. Diese Messmethode leitet sich von der aus der EMV-Prüfung im Kfz-Bereich wohl bekannten ISO11452-4 ab. Die Norm schreibt hierfür einen speziellen Aufbau zur Platzierung der notwendigen Stromkoppelzangen vor. Der Messbereich ist zur Zeit auf 10 kHz bis 400 MHz ausgelegt.

### IEC62132-4: Direct RF power injection method, DPI

Die DPI-Methode beruht auf der leitungsgeführten Einkopplung von Störleistung in den IC mit Hilfe eines kapazitiven Einkoppelnetzwerks. Es besteht hier wiederum die Möglichkeit direkt in einen entsprechenden Pin oder in eine Kombination von Pins Störleistung einzukoppeln. Wird auf die Spannungsversorgung des IC Störleistung eingebracht, so ist darauf zu achten, dass für die Spannungsquelle entsprechend rückwirkungsfreie Schutzkoppelungselemente verwendet werden. Durch Serienschaltung eines Widerstandes zum Koppelkondensator kann eine Anpassung an spezielle Umgebungsbedingungen, wie zum Beispiel eine Anpassung an den Wellenwiderstand der Zuleitung, erfolgen.

### IEC62132-5: Workbench Faraday cage method, WBFC

Für diese Messmethode wird der selbe Faradaysche Käfig verwendet, der auch schon bei der Messung der Störemission (IEC61967-5) beschrieben wurde.

Im Fall der Störemissionsmessung wurde zum Beispiel mittels Spektrumanalysers die aus dem Käfig kommende Störemission gemessen. In diesem Fall wird aber mit Hilfe eines Signalgenerators in Kombination mit einem Leistungsverstärker Störleistung in den Käfig hineingeführt. Wie bei der Störemissionsmessung leitet sich auch diese Messmethode von der IEC61000-4-6 ab. Bei beiden Methoden wird angenommen, dass Versorgungs- und Signalleitungen an eine elektrisch gesehen kleine Platine ( $\leq \lambda/2$ ) angeschlossen sind und somit als die dominanten Antennen zur Emission und zum Empfang von Störungen dienen.

## Zusammenfassung

Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) wurde in den vergangenen Jahren immer wichtiger. Nicht nur für Geräte und Systeme stehen uns heutzutage zahlreiche Normen zur Bewertung der EMV zur Verfügung, sondern neuerdings auch für integrierte Schaltungen. Hier gibt es zur Zeit zwei Normen mit deren Hilfe eine EMV-Charakterisierung von ICs durchgeführt werden kann. Es wird ein Überblick über die verschiedenen, in den zwei Normen beschriebenen Messmethoden gegeben. Der Anwender kann sich in Abhängigkeit vom Leistungsumfang und den verschiedenen Einsatzgebieten des zu messenden ICs für jene Messmethode entscheiden, die am besten zu den Anforderungen seines ICs passt. Da zwischen den verschiedenen Messmethoden doch erhebliche Unterschiede bestehen, ist aber ein direkter Vergleich zwischen den Messergebnissen, die mit unterschiedlichen Messmethoden aufgenommen wurden, schwierig bis unmöglich.

TEST

## Literatur

- [1] IEC61967-1, "Integrated circuits - Measurement of electromagnetic emissions, 150 kHz to 1 GHz - Part 1: General and definitions", 47A/632/FDIS, Distributed on 2001-12-14
- [2] IEC62132-1, "Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz - Part 1: General and definitions", 47A/618/CD, Date of circulation 2001-06-01