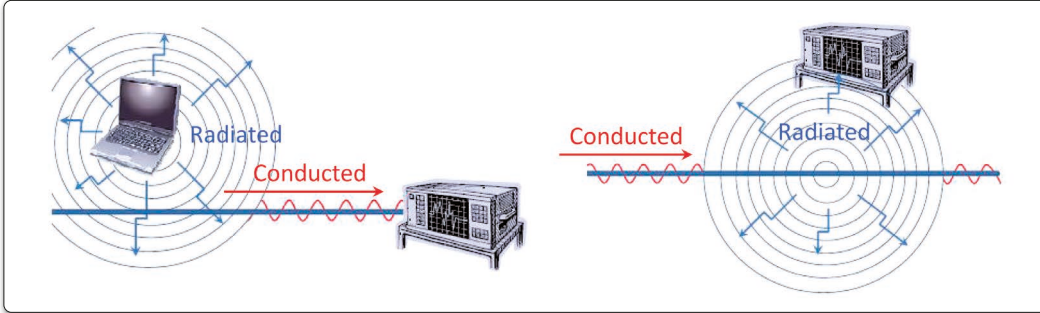


Grundlagen der EMI/EMC-Problematik

Dieser Artikel soll dem Leser ein grundlegendes Verständnis der EMV-Normen, Prüfverfahren und Abschwächungstechniken vermitteln.



Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) stellt sicher, dass mehrere elektronische Geräte in derselben elektromagnetischen Umgebung akzeptabel funktionieren können, indem sie sich nicht gegenseitig stören.

Elektromagnetische Störungen (EMI)

sind eine elektromagnetische Emission, die Störungen in einem anderen elektronischen Gerät verursacht. EMI umfasst das gesamte elektromagnetische Spektrum, ist aber am ehesten auf moderne elektronische Geräte im Frequenzbereich von 10 kHz bis 10 GHz anwendbar. EMI kann von beabsichtigten oder unbeabsichtigten Quellen ausgehen, kontinuierlich oder intermittierend und bei einer einzigen Frequenz oder in einem breiten Frequenzbereich auftreten.

Zu den unbeabsichtigten EMI-Quellen gehören Schaltnetz-

teile (SMPS), digitale Geräte, Gleichstrommotoren mit Bürsten, Hochspannungszündsysteme und Leuchtstofflampen. SMPS sind die häufigste unbeabsichtigte EMI-Quelle, da sie heute fast ausschließlich in LED-Lampen, digitalen Geräten und Batterieladegeräten für Handys und Laptops verwendet werden. Beabsichtigte EMI-Quellen sind in der Regel Hochfrequenzsender, deren Emissionen oft als Hochfrequenzstörungen (RFI) bezeichnet werden. Dazu gehören AM-Radio, FM-Radio, Fernsehen, Mobiltelefone, WiFi, Bluetooth und viele andere ortsfeste und mobile Funksysteme, die von der Luftfahrt, den Rettungsdiensten, der Polizei und dem Militär verwendet werden. Zu den intermittierenden EMI gehören Transienten, die katastrophale Schäden an der Elektronik verursachen können, darunter elektrostatische Entladungen, Blitze, induktive Rück-

kopplungen und elektromagnetische Impulse (EMP).

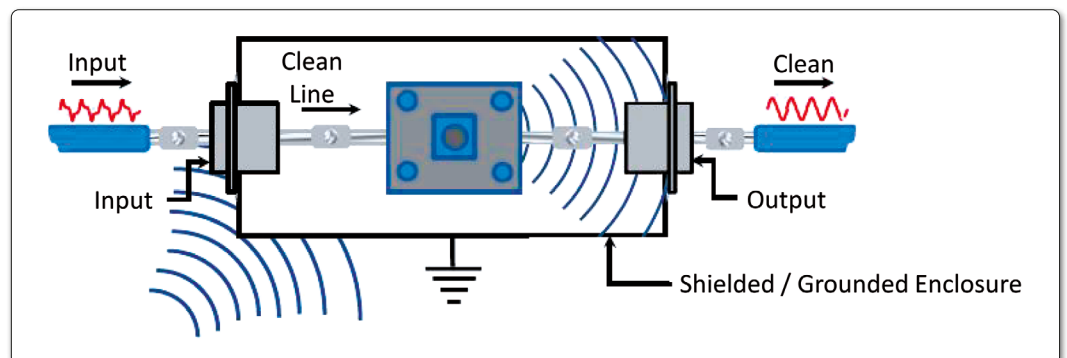
Die EMI-Kopplung von der Quelle zum Empfänger kann über Kabel, durch die Luft oder beides erfolgen. Abgestrahlte Emissionen sind bei höheren Frequenzen schwieriger abzuschwächen, da höhere Frequenzen kürzere Wellenlängen haben, die von typischen Kabeln effektiver abgestrahlt werden. Abgestrahlte Emissionen durchdringen leicht nichtleitende Materialien wie Luft, Raum, Kunststoff, Holz und Isolatoren.

In der realen Welt sind EMI-Situationen oft eine Kombination aus leitungsgebundenen und abgestrahlten Emissionen, wobei beliebige oder alle Drähte und Kabel als Empfangs- oder Sendantennen fungieren.

EMI-Unterdrückung

bedeutet die Anwendung der Regeln der EMV und erfordert eine ordnungsgemäße Erdung, Filterung und Abschirmung, d.h., man kann die Filterung nicht einfach erhöhen, um eine schlechte Erdung oder unwirksame Abschirmung auszugleichen.

Abgestrahlte EMI erfordert oft die Abschirmung elektronischer Komponenten innerhalb eines Metallgehäuses, und um diese Abschirmung aufrechtzuerhal-

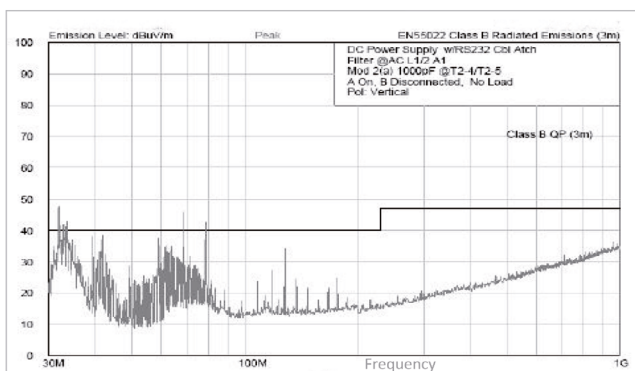


Quelle:
EMI/EMC FilterBasics
White Paper 2023
API Tech
www.apitech.com
übersetzt von FS

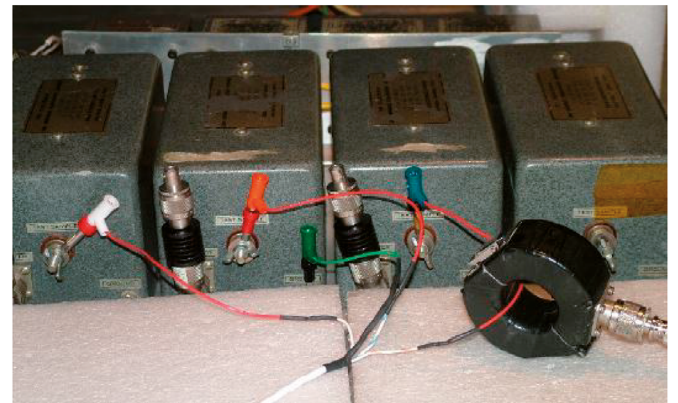
Compliant-Test (Prüfung auf Konformität)



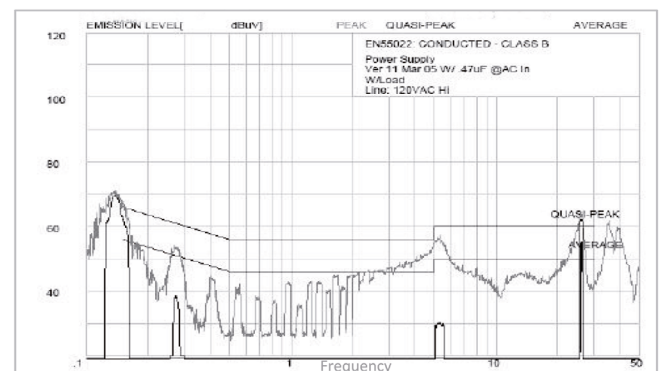
Radiated Emissions Test Setup



Radiated Emissions Test Data



Conducted Emissions Test Setup



Conducted Emissions Test Data

ten, müssen Kabel und Drähte an der Eintrittsstelle gefiltert werden. Filter reduzieren die leitungsgebundene EMI auf Kabeln und Drähten, die in das Gehäuse hinein und aus ihm heraus führen. Durchführungsfilter an der Eintrittsstelle erfordern koaxiale Verbindungen mit niedriger Impedanz zum Metallgehäuse, um korrekt zu funktionieren.

Die Prüfung der Konformität

umfasst die beiden Arten der EMV-Prüfung; das sind Emissionen und Störfestigkeit. Bei der Emissionsprüfung wird überprüft, ob die Frequenz und Amplitude der Emissionen eines Geräts unter den genormten Grenzwerten liegen. Die Störfestigkeitsprüfung prüft die akzeptable Funktionalität eines Geräts, wenn es genormten EMI-Werten ausgesetzt ist.

Die Emissionen werden mit einem Leitungsimpedanz-Stabilisierungsnetzwerk (LISN), einer Stromsonde oder einer Antenne

gemessen, die an einen EMI-Empfänger angeschlossen ist, der den gewünschten Frequenzbereich abtastet. Emissionen, die unter dem Grenzwert liegen, gelten als bestanden, Emissionen, die über dem Grenzwert liegen, als nicht bestanden.

Bei der Störfestigkeitsprüfung werden EMI über ein Kopplungs-/Entkopplungsnetzwerk (CDN), eine Stromsonde oder eine Antenne eingeleitet und die Funktionalität des zu prüfenden Geräts überprüft. Das Bestehen oder Nichtbestehen wird nicht auf dem EMV-Prüfgerät angezeigt, sondern durch die Überwachung der Funktionalität des zu prüfenden Geräts bestimmt, während es EMI ausgesetzt ist.

Emissions- und Störfestigkeitsprüfungen werden weiter in die vier grundlegenden EMV-Prüfungen unterteilt:

1. leitungsgebundene Emissionen
2. gestrahlte Emissionen

3. leitungsgebundene Störfestigkeit und

4. gestrahlte Störfestigkeit

Für die Prüfung der leitungsgebundenen Emissionen und der leitungsgebundenen Störfestigkeit wird keine Antenne benötigt, während für die Prüfung der gestrahlten Emissionen und der gestrahlten Störfestigkeit Antennen verwendet werden. Wenn eine Antenne in der Einrichtung vorhanden ist, wird die Prüfung der gestrahlten Emissionen oder der gestrahlten Störfestigkeit durchgeführt.

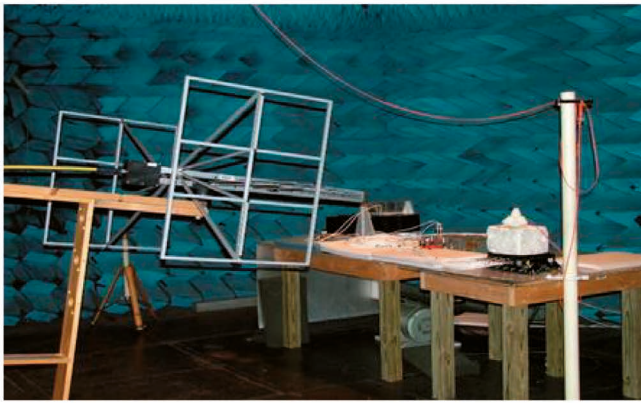
Überlegungen aus der Praxis

sind hier oft willkommen und hilfreich. Der typische Unterschied zwischen den EMI-Emissionsgrenzwerten und den Störfestigkeitsprüfwerten beträgt 100.000 zu 1 oder 100 dB. Ist dies eine Sicherheitsmarge von 100 dB? Wenn elektronische Geräte in einer bestimmten Umgebung auf so niedrige Emissionswerte beschränkt sind,

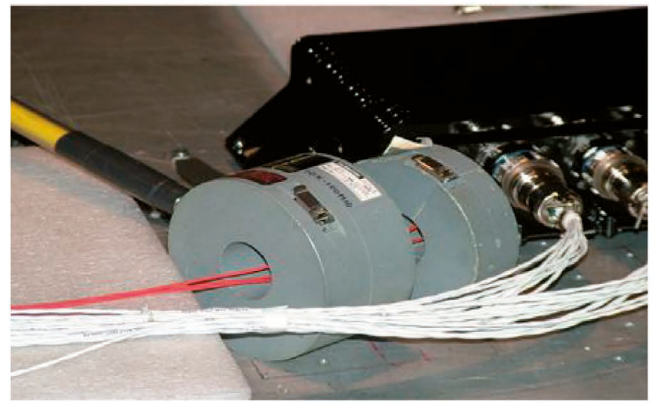
warum müssen dieselben Geräte dann so hohe Störfestigkeitswerte bewältigen? Der Grund dafür ist, dass elektronische Geräte in unmittelbarer Nähe von Funksendern und -empfängern arbeiten müssen. Funksender erzeugen hohe RFI-Werte, um über große Entfernungen zu kommunizieren. Funkempfänger sind sehr empfindlich, um diese Signale zu erkennen. Störfestigkeitsprüfungen simulieren die Energiepegel, denen elektronische Geräte ausgesetzt sind, wenn sie in der Nähe von Funksendern betrieben werden. Emissionsgrenzwerte stellen sicher, dass die EMI-Emissionen eines Geräts den Empfang von Funkempfängern in der Nähe nicht stören.

Dazu folgende zwei Anmerkungen:

- Geräte, die in unmittelbarer Nähe von Funksendern betrieben werden sollen, müssen gegen EMI-Pegel von mehr als

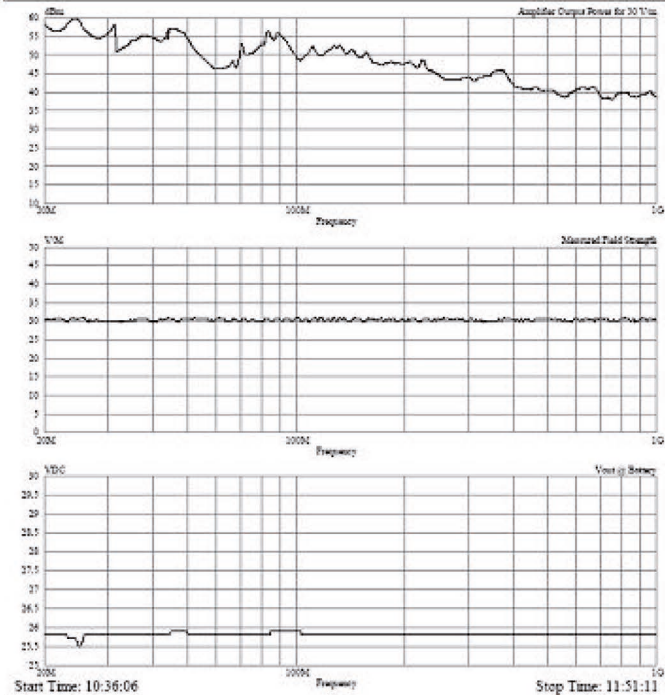


Radiated Immunity Test Setup



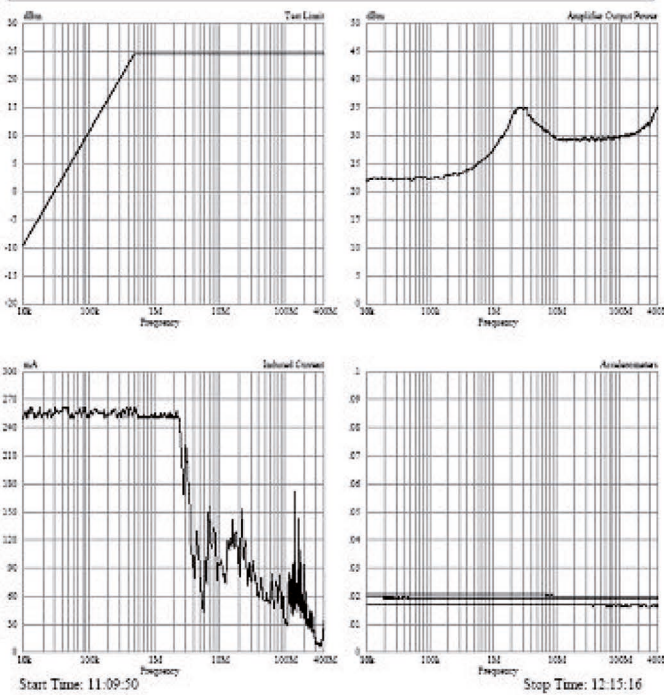
Conducted Immunity Test Setup

Customer: XX	Generator: 3325A/8341B/8116A	Antenna: EMCO 3109
Device: Alternator	Modulation: 80% 1kHz sine	Polarity: Horizontal
Model #: 24V/150A	Amplifier: 1000L	Position: Right Side
Serial #: 12345	Chamber: Anechoic	Height: 1.50 meters
Mode: Normal on	Operator: V Out@ 27.3V No	Distance: 1.00 meters
Remarks: 100A Load		



Radiated Immunity Test Data

Customer: XXXX	Generator: 3325A/8341B/8116A	Line: P2
Device: 3.12A/2.0	Modulation: CW & 1kHz Square Wave	Wavj Probe: FCC F120/F130
Model #: Helicopter System	Amplifier: 25A100-3W1000	Monitor: F63
Serial #: 12345	Chamber: Anechoic	Test Cat.: Category V
Mode: 2A/65Hz	Operator: Sveda	Max I.: 250mA
Remarks: Tested as received		



Conducted Immunity Test Data

10 V oder 140 dBµV immun sein.

- Geräte, die in unmittelbarer Nähe von Funkempfängern betrieben werden sollen, dürfen in der Regel nur EMI-Emissionspegel von weniger als 0,0001 V oder 40 dBµV aufweisen.

Normen und Spezifikationen

gilt es zu studieren und einzuhalten, wenn sie den aktuellen Anwendungsfall betreffen. Welt-

weit gesehen haben die meisten Regierungen Regeln und Vorschriften für die Kontrolle von EMI und nennen spezifische Normen für die Prüfung von Geräten, um die EMV-Konformität sicherzustellen.

Etwa in den Vereinigten Staaten werden die EMV-Richtlinien für kommerzielle Geräte von der Federal Communications Commission (FCC) verwaltet. Oder die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC)

erstellt über ihren Internationalen Sonderausschuss für Funkstörungen (CISPR) weltweit anerkannte EMV-Normen.

Für den kommerziellen Bereich wären hier beispielsweise CISPR 11, 14, 22 Emissions und CISPR 25 Emissions sowie IEC 1000 x 4 Immunität zu nennen. Beispielsweise für medizinische Geräte sind die EN 55011 und die EN55022 zuständig. Gerätehersteller müssen mit der sich ständig weiterentwickelnden

EMV-Gesetzgebung auf dem Laufenden bleiben. Es ist wichtig, die EMV zu verstehen, da Gerätefehler auf der Ebene der Konformität zu verzögerten Produktauslieferungen und erhöhten Entwicklungskosten führen können.

EMV-Mängel auf der Benutzerebene können zur Rückgabe von Geräten, zum Verlust künftiger Geschäfte und zu potenziellen Gefahren bei kritischen Anwendungen führen. ◀