

# Gut beschirmt

## EMV-Probleme abwehren

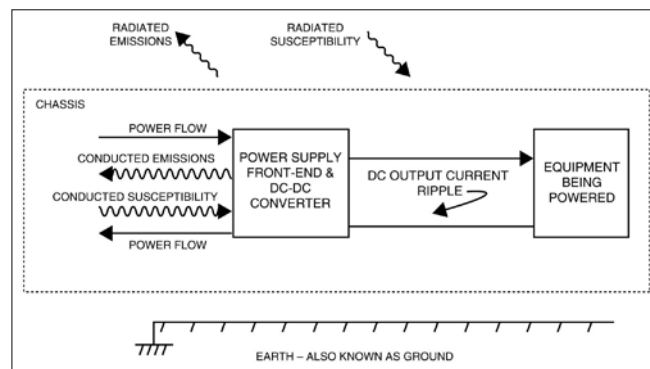
Entstörmanagement heißt das Zauberwort: Wo Strom fließt, müssen Komponenten gegen die Beeinflussung elektromagnetischer Störungen geschützt werden. Schutz und Schirm gegen diese Größe ist ein Punkt der insbesondere bereits beim Design elektronischer Systeme von Beginn an berücksichtigt werden muss.

Elektromagnetische Störungen dringen überall hin durch. Sie sind die Folge elektronischer Ströme und elektromagnetischer Felder. In der Praxis heißt das, dass Störungen durch natürliche Phänomene wie Strahlung und Sonneneruptionen sowie durch elektrische oder elektronische Geräte wie Hochfrequenzsender und getaktete Netzgeräte entstehen können. Ein Design oder einen Prototypen nachträglich zu ändern ist sehr aufwendig und teuer, deshalb ist das Entstörmanagement schon beim Start

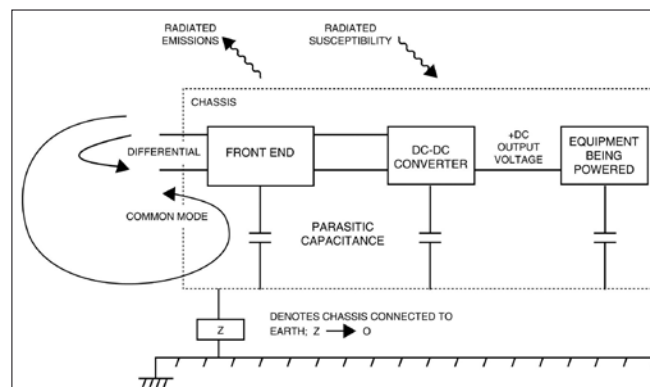
eines Designs sehr wichtig. Der erste Schritt dazu liegt im Verständnis für deren Ursprung und Auswirkungen. Dieser Beitrag will die Grundlagen beleuchten und damit eine mögliche Hilfeleistung anbieten.

EMI (Electromagnetic Interference) ist der Begriff, der ungewollte Ströme im Zusammenhang mit dem Design von Netzgeräten bezeichnet. Diese können die Eigenschaften empfindlicher Geräte negativ beeinflussen. Die Auswirkung muss von Seiten der Störquelle selbst, aber auch aus Sicht des Gerätes, das den Störungen ausgesetzt ist betrachtet werden. Der Begriff für die Fähigkeit beider Geräte in einer vorgegebenen Umgebung zu arbeiten lautet Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).

Ströme, die über Drähte oder Leiterbahnen vom AC- oder DC Eingang einer Stromversorgung zur Spannungsquelle fließen, werden als leitungsgeführte Störungen bezeichnet (siehe Bild 1) und beinhalten zwei Komponenten: Gegentaktstörungen, die zwischen den beiden Versorgungsleitungen gemessen werden und Gleichtaktstörung, die auf jedem Eingangsleiter vorhanden sind und gegen Masse fließen. Die leitungsgebundenen Störungen fließen in

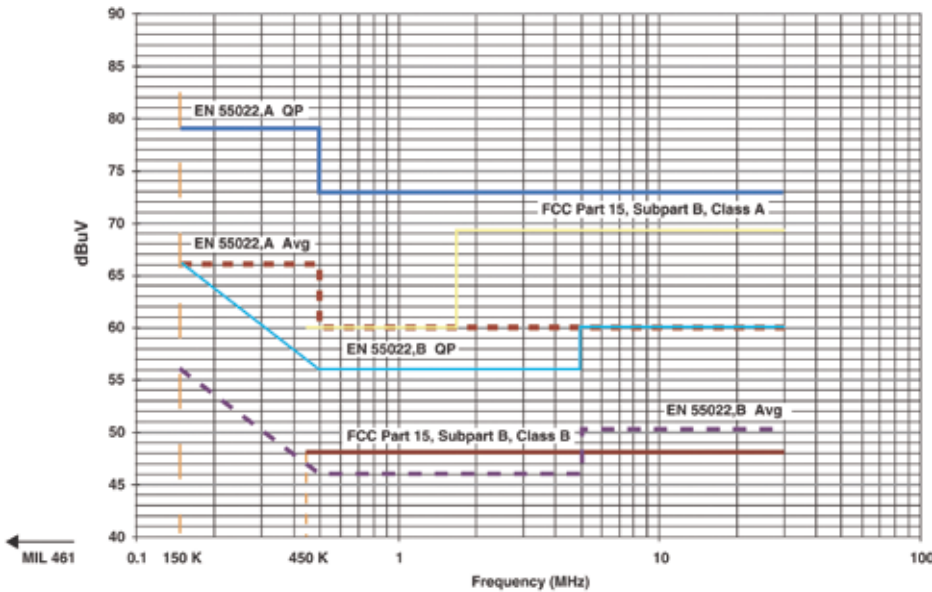


Klassisch: Gegentaktstörungen und Gleichtaktstörung

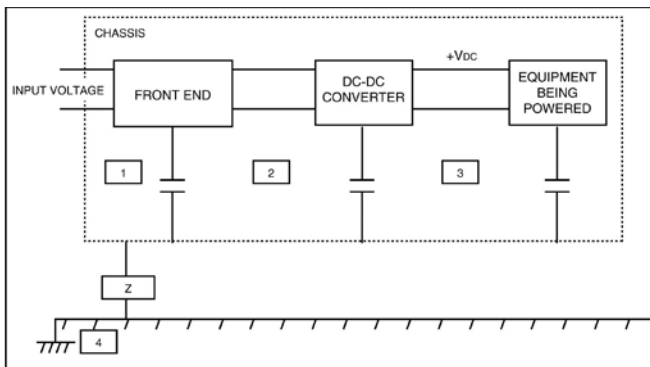


Strompfade für leitungsgebundene Gegen- und Gleichtaktstörungen, ein- bzw. abgestrahlte Störspannungen

Conducted Emission Limits – LISN Method



Limits für leitungsgebundene Emissionen: gemessen mit Netznachbildung



Erdung: beim Gehäuse im Idealfall mit einer Impedanz von beinahe Null.

und aus dem Netzgerät heraus und werden vom Eingangsstrom überlagert. Ströme vom Netzgerät zur Versorgungsspannung sind unter leitungsgebundenen Störungen bekannt. Im Gegenzug spricht man von leitungsgebundenen Einstrahlungen, wenn die Störströme aus der Quelle in die Last fließen.

„Ein weiterer unerwünschter Strom auf der Ausgangsseite ist die, der Ausgangsspannung überlagerte Restwelligkeit. Gestrahlte EMI bezeichnet eine elektromagnetische Welle, die vom Gehäuse eines Produktes eingefangen oder abgestrahlt wird“, erklärt Philip Lioio. „Verlassen elektromagnetische Wellen das Gehäuse, werden sie als abgestrahlte Strahlung bezeichnet. Umgekehrt werden auf das Gehäuse einwirkende Wellen eingestrahlt Störung genannt und die Reaktion eines Gerätes darauf Anfälligkeit auf elektromagnetische Störungen.“

Es gibt aber auch noch eine vierte Art von Störströmen, die in den Spezifikationen gewöhnlich nicht erwähnt wird, da sie für den Endverbraucher nicht sichtbar ist. Wenn am Eingang eine Wechselspannung anliegt, werden nach der Gleichrichtung Kondensatoren als Energiespeicher benötigt, um eine einigermaßen konstante Gleichspannung zu erzeugen. Diese Gleichspannung ist jedoch von einer Brummspannung überlagert, deren Höhe von dem Wert der Speicherkondensatoren, der Netzfrequenz und der Last abhängt.

Grundsätzlich entstehen alle Störspannungen aufgrund von Schaltvorgängen. Nach dem Wechselspannungseingang kommt die Gleichrichtung im Eingangsteil, die durch Dioden erfolgt. Mit jeder Wechselstromperiode wird der Stromfluss in den Dioden unterbrochen und bei diesem Sperrvorgang werden die Ströme unterbrochen. Es entstehen also nicht nur Störungen im Bereich der Netzfrequenz und deren Oberwellen, sondern auch Anteile im Megahertz Bereich. Diese Ströme werden zurück zum AC-Eingang geleitet und machen einen Teil des Störspektrums aus.

Weitere Schaltelemente befinden sich in den nachgeschalteten DC-DC Wandlern. „Typischerweise ist dies ein Mosfet auf der Primärseite, sowie Dioden bzw. Mosfets auf der Sekundärseite des Wandlers. Diese Elemente schalten innerhalb von weniger als 20 Nanosekunden und die Frequenzanteile können daher bis in den Bereich von 30 Megahertz reichen. Dies ist die Maximalfrequenz, welche in den normalen Standards für das Messen von leitungsgebundenen Störungen festgelegt ist“, so Lioio. Befindet sich im Eingangsteil eines Netzgerätes eine aktive PFC Schaltung, erzeugen die darin enthaltenen Mosfet und Dioden weitere Störungen.

Von den DC-Ausgängen fließen ebenfalls Schaltströme mit hohen Frequenzen zur Last. Aufgrund parasitärer Kapazitäten inner-

### Auf einen Blick

#### Störungsfreiheit erringen

„Elektromagnetische Störungen dringen überall hin durch. Die dann daraus resultierenden Störungen in Geräten sind nachträglich im Design oder in den Prototypen nur sehr schwer zu ändern. Das Entstörmanagement eines Designs sollte also schon beim Start beginnen. Tatsächlich bestehen verschiedene Methoden um dem Problem Herr zu werden und mit einer profunden Kenntnis der Grundlagen ist auf alle Fälle ein erster Schritt dazu gesetzt.“

**Philip Lioio ist Senior Field Applications Engineer bei Vicor Corporation.**



► halb des Netzgerätes und des Aufbaus gibt es viele Wege für Ströme vom Eingang zur Last und zurück. „Durch Bauelemente können über parallele Kabel, den mechanischen Aufbau oder auf dem Chassis montierte Bauelemente parasitäre Kapazitäten entstehen. Für hohe Frequenzen bedeuten sie niederohmige Pfade, selbst, wenn es nur Kapazitäten von wenigen PicoFarad sind“, erläutert der Ingenieur die Problematik. Parasitäre Induktivitäten können auch durch Verkabelung und die Leiterbahnen entstehen. Weil die Ströme an den Ein- und Ausgangsleitungen Wechselanteile haben, erzeugen sie elektromagnetische Wellen. Diese Interferenzen können unerwünschte Effekte in den Schaltkreisen und dem Aufbau hervorrufen. Die FCC und europäische Testspezifikation messen diese Interferenzen mit einer Kombination aus Antenne und Empfänger in einer Entfernung von zehn Metern.

Eine gute Erdung minimiert die Effekte der Störquellen sehr stark, da die Ströme einen niederohmigen Anschluss an die Erde haben. Es gibt vier wichtige Punkte in einem Netzgerät, siehe Bild 3. Je nachdem, ob es sich um einen AC oder DC Eingang handelt, variieren diese.

Bedingt durch Leitungswiderstände und induktive Elemente im Filter haben die Ein- und Ausgänge des Eingangsteils (Punkt 1 und 2) verschiedene Potentiale. Die Ein- und Ausgänge des DC-DC Wand-

lers (Punkt 2 und 3) befinden sich ebenfalls auf unterschiedlichem Potential, wenn ein isolierter Transformator verwendet wird.

Im Normalfall ist nur das Gehäuse (Punkt 4) an die Erde angeschlossen. Ideal wäre eine Gehäuseerdung mit einer Impedanz nahezu Null. Es ist von Vorteil das Blockdiagramm des Systems zu betrachten, um zu entscheiden, über welche Pfade man hochfrequente Störströme ableitet und über welche Anschlüsse und Punkte dies geschieht.

Beim Durchführen der EMV Tests ist es wichtig, dass Störströme möglichst direkt zur Erde abfließen. Alle Ströme, die über die Messanordnung fließen, tragen zum gesamten gemessenen EMI Störspektrum bei.

Für leitungsgebundene Störungen gibt es drei Spezifikationen, siehe Bild 4. Die FCC Teil 15, Level A oder Level B in den Vereinigten Staaten, die EN 55022, Level A oder Level B in Europa und MIL-STD-461 für militärische Applikationen. (str)

**Vicor**

**Tel. (+49 89) 96 24 39-0**

**[vicorde@vicr.com](mailto:vicorde@vicr.com)**

**[www.vicoreurope.com](http://www.vicoreurope.com)**

---