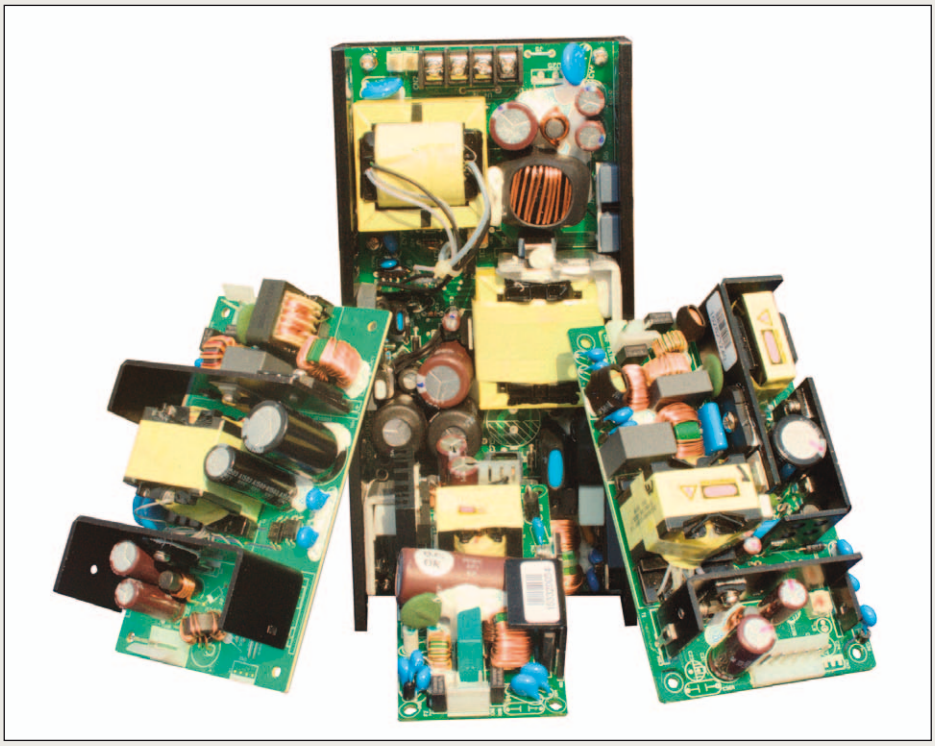
Metallfreie Zone...

Die EMV von Netzteilen bei Homecare Applikationen in Schutzklasse II

Was ist zu beachten, wenn man ein Einbaunetzteil in ein Kunststoffgehäuse einbaut? Nachfolgender Artikel beschäftigt sich mit den Unterschieden der EMV-Emissionen in Kunststoff- und Metallgehäusen.



Im Zuge der Aktualisierung der Medizinnorm EN/IEC 60601-1 Sicherheit medizinisch elektrischer Geräte mit ihren Ergänzungsnormen 60601-1-X wurde in 2011 auch die Basis für die Besonderheiten der Medizintechnik in häuslicher Umgebung mit der 60601-1-11 festgelegt. Eine der wichtigsten Neuerungen der entsprechenden Ergänzungsnorm 60601-1-11 ist die Forderung nach Schutzklasse-II-Anschluss für nicht ortsfest installierte medizinische Geräte. Die 60601-1 schreibt für elektrische Geräte der Schutzklasse I eine Messung des Schutzleiterwiderstands mit bis zu 40 A sowohl bei der Zulassung, als auch bei den Folgemessungen, vor. Dies soll ausschließen, dass u.U. schadhafte Übergangswiderstände Messungen mit kleinem Strom als noch „gut“ bestehen und im Fehlerfall bei den auftretenden hohen Strömen ausfallen oder hochohmig werden. Eine Voraussetzung dafür ist u.a., dass das Medizinprodukt während der Nutzungsdauer regelmäßig überprüft wird und zum anderen, dass eine entsprechende sichere Hausinstallation vorhanden ist. - Schätzungen zufolge-, sollen etwa die Hälfte aller Haushalte in Europa und den USA über keinen zuverlässigen bzw. schützenden Potentialausgleich verfügen. Im Zuge einer schadhaften Hausinstallation, kann auch die beste Geräteerdung im Fehlerfalle ins Leere greifen…

Umstellung auf Schutzklasse II

Diesem Problem wurde mit der Umstellung auf Schutzklasse II in der Ergänzungsnorm Rechnung getragen. Elektrisch führt dies beim Aufbau eines Schaltnetzteils zu zwei maßgeblichen Änderungen. Zum einen entfällt die Schutzbarriere. Ersetzt wird sie durch eine sog. reinforced, also erweiterte, Isolierung und Luft- und Kriechstrecken. Zum anderen fehlt nun aber auch die Möglichkeit Störsignale bei der Emission, sei es auf der Eingangs- oder Ausgangsseite gegen PE abzuleiten. Somit können keine Y-Kondensatoren (zumindest gegen PE) eingesetzt werden. Hieraus ergibt sich ein anderes EMV-Design, u.a. mit zusätzlichem Einsatz von stromkompensierten Drosseln.

Vermessung von Netzteilen

Das Konzept zur Vermessung von Netzteilen seitens der Hersteller sieht vor, dass die Netzteile nebst Lastwiderständen in einem Metallgehäuse eingebaut werden. Dies soll die Kundenapplikation nachstellen. Dies wird so oftmals auch bei Messungen von Netzteilen der Schutzklasse II durchgeführt. Hier tritt ein weiteres Problem im Zusammenhang mit der Praxis der 60601-1-11 auf. Viele dieser Homecare Anwendungen basieren auf einem Kunststoffgehäuse, was ja bei einer Schutzklasse-

Autoren:

Dipl. Ing. Heidrun Seelen
Vertriebsleitung
MBA Frank Cubasch
Geschäftsführer
Magic Power Technology GmbH

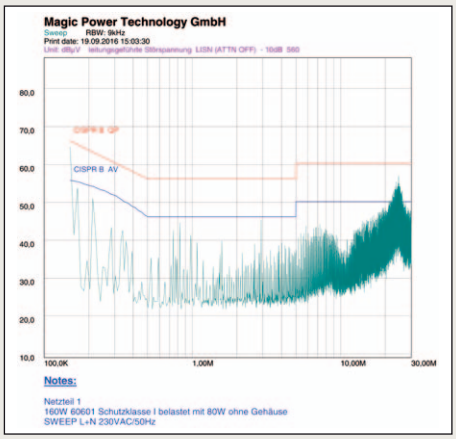
II-Anwendung auch naheliegend ist. Dies führt in der Praxis dann schnell zu anderen, teilweise recht unerwarteten Ergebnissen, welche dann mittels zusätzlichem Aufwand wieder kompensiert werden müssen.

EMV

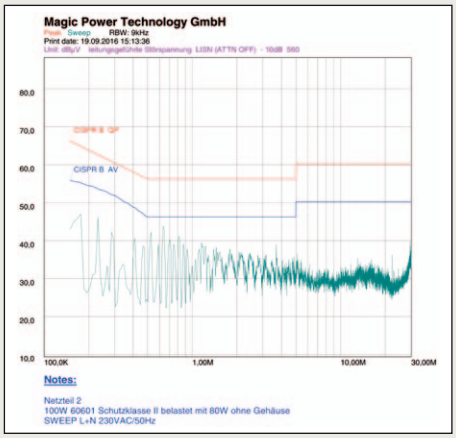
Wenn bisher von EMV bzw. Emission gesprochen wurde, betraf dies hauptsächlich die Funkstörstrahlung. Bei der Messung der Funkstörspannung hingegen, also der Rückspeisung vom Netzteil in Richtung Versorgungsnetz, sind die Auswirkungen durch ein fehlendes Gehäuse in aller Regel nicht so gravierend, wie dies bei der Abstrahlung der Fall ist.

Vergleichsmessung der leitungsgeführten Störspannung

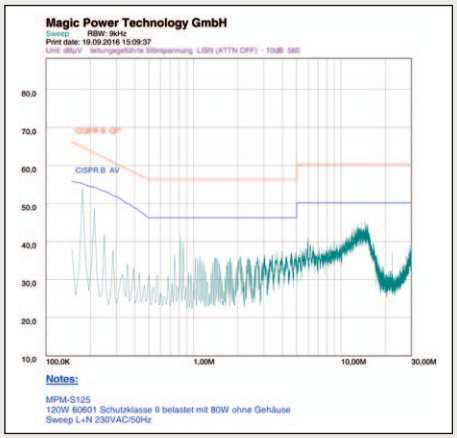
Nachfolgende Übersichtsmessung zeigt drei verschiedene Netzteile, jeweils am 230-V_{AC}-Netz mit 80 W Widerstandslast, ohne Gehäuse.



Netzteil 1: Hersteller A open frame Schutzklasse I Netzteil konform 60601 mit 160 W Ausgangsleistung und mit angeschlossenem PE in Schutzklasse I Betrieb



Netzteil 2: Hersteller B open frame Schutzklasse II Netzteil konform 60601 mit 100 W Ausgangsleistung



MPM-S125: open frame Schutzklasse II Netzteil konform 60601 mit 120 W Ausgangsleistung.

Bei dieser Messung ohne Gehäuse liegen die beiden Schutzklasse-II-Netzteile in der Sweep/Peak Betrachtung deutlich unterhalb des Average Limits (blaue Grenzwertkurve) und haben somit deutliche Reserven bis zum Grenzwert. Beim Schutzklasse-I-Netzteil ist dies nicht eindeutig, so dass zumindest eine detaillierte Nachmessung im Averagemode oder sogar eine zusätzliche Befilterung notwendig ist.

Vergleichsmessung der Funkstörstrahlung

Deutlicher wird der Unterschied, wenn die Abstrahlung gemessen wird. Generell gibt es drei maßgebliche Störquellen:

a) Eingangskabel
b Netzteil
c) Last, inkl. Ausgangskabel (induziert durch das Netzteil an sich)

Typischerweise sind Störungen durch Netzteile im Bereich von 30 bis etwa 300 MHz, insbesondere in der vertikalen Ausrichtung, zu erwarten. Entsprechend Messvorschrift ist der Prüfling auf einem 80 cm hohen Tisch zu platzieren, so dass das Eingangskabel senkrecht verläuft. Bei Emissionen welche seitens des Eingangskabels abgestrahlt werden, hat das Gehäuse naturgemäß nur geringen Einfluss. Diese kommen wenn, dann zum einen durch die Reflektionen und Feldveränderungen außen am Gehäuse, sowie durch Reflektionen im Gehäuse welche dann über das Netzteil und Eingangskabel wieder nach Außen gegeben und abgestrahlt werden. Deutlich offensichtlicher ist der Einfluss eines Metallgehäuses auf die Punkte b) und c), da hier eine direkte Schirmung erfolgt.

Durch Messungen verglichen wurden vier marktübliche Netzteile unterschiedlicher Hersteller mit 24-V_{DC}-Ausgang, sowie das MPM-S125.

Netzteil 1: Hersteller A open frame Schutzklasse-I-Netzteil konform 60601 mit 160 W Ausgangsleistung und mit angeschlossenem PE in Schutzklasse I Betrieb

Netzteil 2: Hersteller B open frame Schutzklasse-II-Netzteil konform 60601 mit 100 W Ausgangsleistung

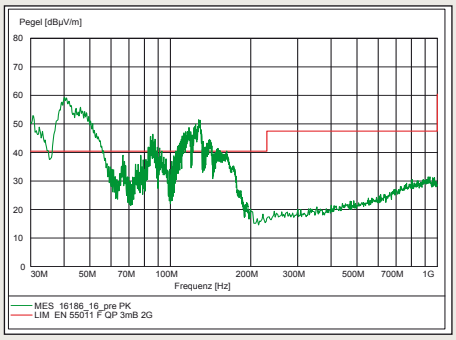
Netzteil 3: Hersteller C open frame Schutzklasse-II-Netzteil konform 60601 mit 200 W Ausgangsleistung

Netzteil 4: Hersteller D open frame Schutzklasse-II-Netzteil konform 60601 mit 120 W Ausgangsleistung

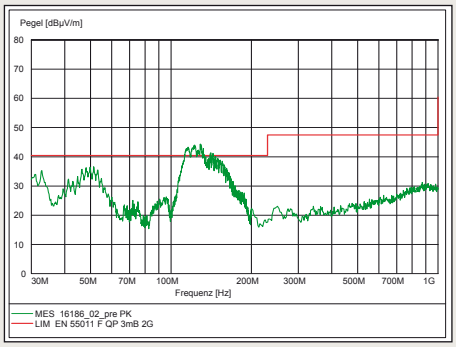
MPM-S125: open frame Schutzklasse-II-Netzteil konform 60601 mit 120 W Ausgangsleistung

Als Last wurde wieder eine 80-W-Widerstandslast verwendet. Das Anschlusskabel vom Netzteil zur Last war ca. 200 mm lang. Die Messung erfolgte vertikal orientiert als Sweep mode mit Erfassung der Peakwerte. Dies entspricht einer worst case Messung. Bei einer potentiellen Detailmessung im Quasipeakmode kann, abhängig von der zugrunde liegenden Signalform und Wiederholfrequenz, der Pegel etwas geringer ausfallen. Der Messabstand betrug 3 m, die rote Grenzwertkurve entspricht dem Klasse B Limit. Aufgrund des 3-m-Abstands errechnet sich hier der Grenzwert 10 dB höher, als dies bei einem 10 m Messfeld der Fall ist.

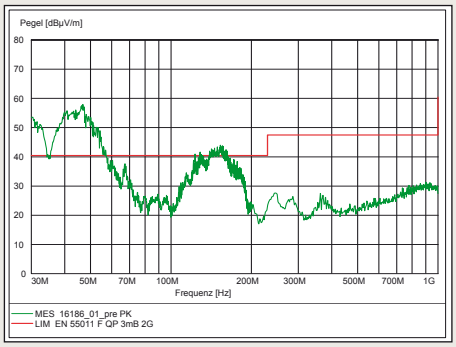
Messung ohne Gehäuse



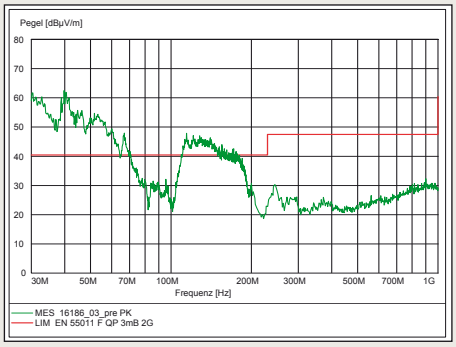
Netzteil 1 (Schutzklasse I) ohne Gehäuse



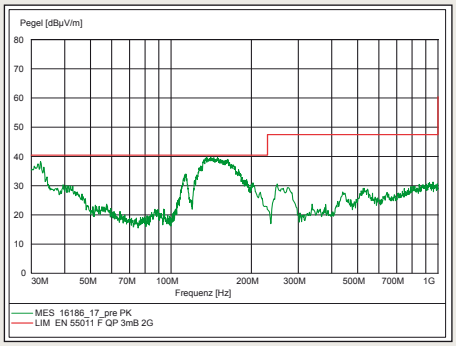
Netzteil 2 (Schutzklasse II) ohne Gehäuse



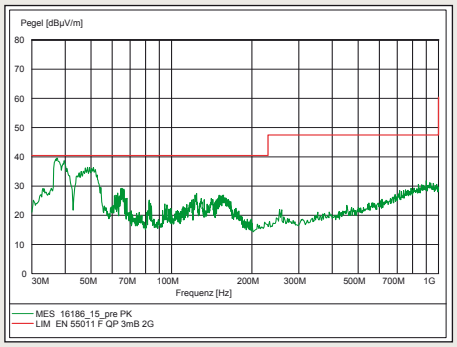
Netzteil 3 (Schutzklasse II) ohne Gehäuse



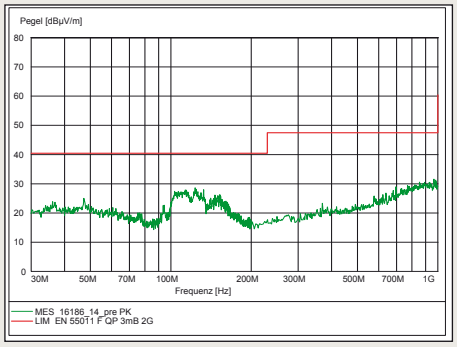
Netzteil 4 (Schutzklasse II) ohne Gehäuse



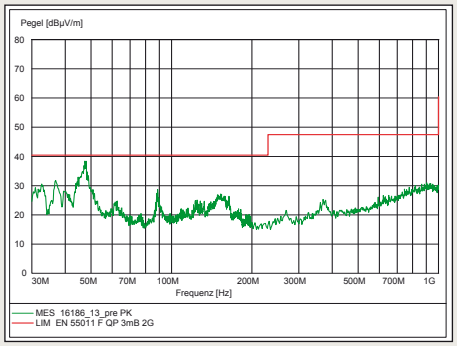
MPM-S125 (Schutzklasse II) ohne Gehäuse



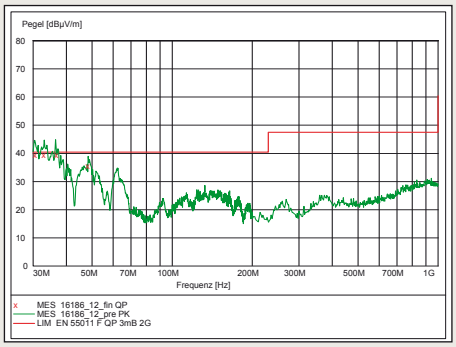
Netzteil 1 (Schutzklasse I) im Gehäuse



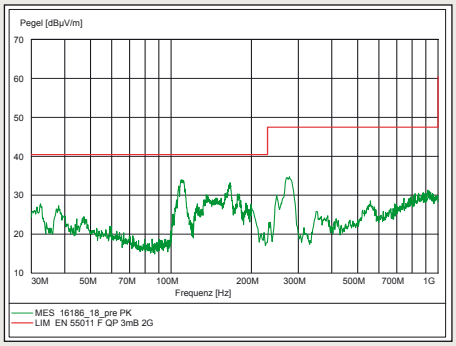
Netzteil 2 (Schutzklasse II) im Gehäuse



Netzteil 3 (Schutzklasse II) im Gehäuse



Netzteil 4 (Schutzklasse II) im Gehäuse. Rote Kreuze QP Detailmessungen



MPM-S125 (Schutzklasse II) im Gehäuse

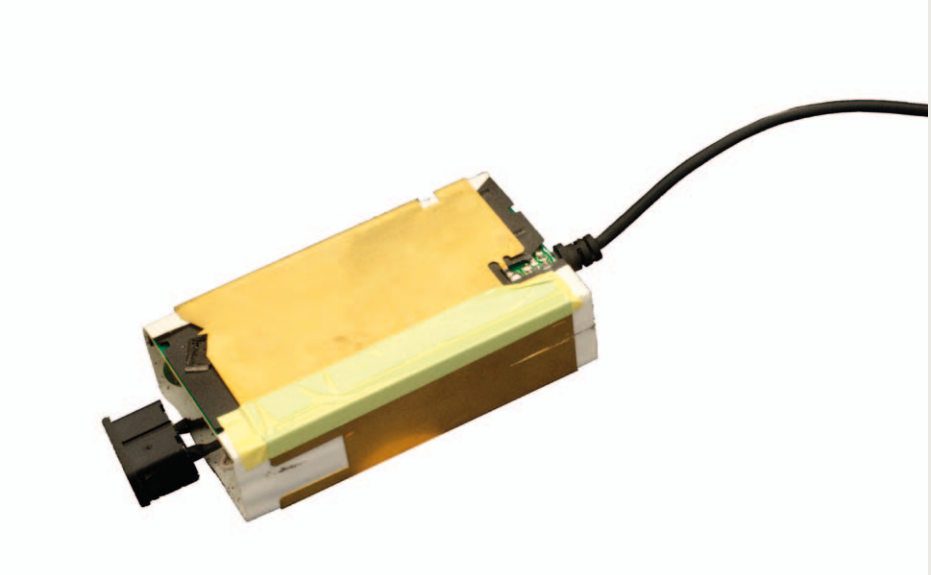
Ergebnis

Im betrachteten Messaufbau mit Metallgehäuse werden recht hohe Dämpfungen im Vergleich zur Messung ohne Gehäuse von bis zu 20 dB erreicht. Die Netzteile 1 - 4 halten die für die Abstrahlung vorgeschriebenen Grenzwerte der 60601-1-2 Klasse B ein, jedoch größtenteils nur bei Verwendung eines Gehäuses. Bei Netzteil 2 besteht eventuell die Chance durch gezielte Detailmessung im Zuge einer QP-Messung oder mit

Auch wenn wir hier von einer worst case Betrachtung ausgehen können, liegen die Ergebnisse mit teilweise 20 dB deutlich außerhalb der zulässigen Werte. In diesen Fällen sind technische Korrekturen in der Endapplikation unumgänglich. Ob dies nun durch Ferrite, Schirmungen oder Filter geschieht muss dann im Einzelnen anhand der Frequenz, des Pegels und nicht zuletzt auch der Quelle festgelegt werden.

Messung im Gehäuse

Im Vergleich dazu erfolgten danach die identischen Messungen im Gehäuse. Hier waren die Netzteile, die Widerstände sowie das Kabel vom Netzteil zur Last in einem geschlossenen Blechgehäuse der Größe 55 x 40 x 25 cm untergebracht.



Schirmung eines Tischnetzteils (Schutzklasse II)

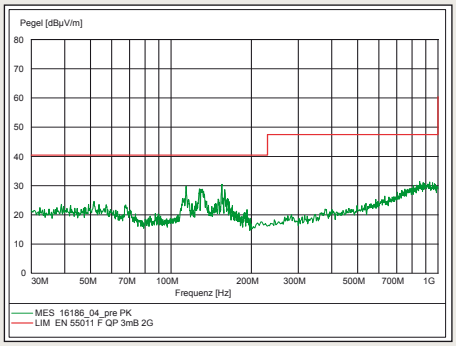
Netzteil	Höchster Wert ohne Gehäuse	Differenz zum Limit	Höchster Wert im Gehäuse	Differenz zum Limit	Differenz zwischen mit & ohne Gehäuse	Bemerkung
1	58 dBµV/m@40 MHz	+18 dB	39 dBµV/m@40 MHz	-1 dB	19 dB	Peak mode
2	45 dBµV/m@120 MHz	+5 dB	29 dBµV/m@120 MHz	-11 dB	16 dB	Peak mode
3	58 dBµV/m@48 MHz	+18 dB	38 dBµV/m@48 MHz	-2 dB	20 dB	Peak mode
4	62 dBµV/m@30 MHz	+22 dB	44 dBµV/m@30 MHz	-2 dB (QP)	18 dB	im QP mode Limit erfüllt (38 dBµV/m@30 MHz)
MPM-S125	39 dBµV/m@140 MHz	-1 dB	33 dBµV/m@110 MHz	-7 dB	6 dB	Peak mode

Tabellarischer Vergleich

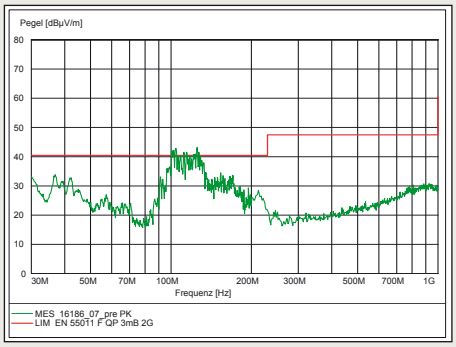
einer Zusatzbefilterung (z. B. Klappferrit auf der Leitung zur Last) auch ohne Gehäuse die Kurve B einzuhalten. Das MPM-S125 dagegen liegt in der ersten Messung (Peakdurchlauf) ohne Gehäuse und weitere Eingriffe unterhalb des Limits.

Wie wird dieses Problem eigentlich seitens von Tisch- und Steckernetzteilen im Kunststoffgehäuse gelöst? Hier gibt es verschiedene Ansätze. Zum einen kann man über ein geeignetes Schaltungsdesign eine grundlegende Reduktion der Emissionen bereits auf Bauteilebene erreichen. Zum anderen wird durch Schirmbleche, metallisierte Kartons/Folien oder U-Kanäle eine zusätzliche Schirmung erreicht.

Exemplarisch wurde ein 60-W-Tischnetzteil mit und ohne Schirmung vermessen.



Tischnetzteil (Schutzklasse II) mit Schirmung



Tischnetzteil (Schutzklasse II) ohne Schirmung

Auch hier erkennt man deutlich den netzteiltypischen Frequenzbereich bis etwa 300 MHz. Die Dämpfung durch die Schirmung beträgt hier ca. 10 dB. Jedoch werden nur Teile des Netzteils und nicht die Widerstandslast nebst Kabel geschirmt.

Fazit

Um sich die Arbeit in Sachen Entstörung einfacher zu gestalten, sollte man darauf achten, daß das angedachte Netzteil per se schon im Kunststoffgehäuse normenkonform ist. So erspart man sich Überraschungen im fortgeschrittenen Entwicklungsprozess, kann sich auf die eigene Elektronik konzentrieren und arbeitet letztendlich kostengünstiger.

▶ *Magic Power Technology GmbH*
www.mgpower.de