

WAS MAN BEI DER AUSWAHL EINER EMV-GERECHTEN, EN-55022-KONFORMEN STROMVERSORGUNG WISSEN SOLLTE

Vorgefertigte Verträglichkeit

Konventionelle Maßnahmen, um die EMV eines Schaltnetzteils zu verbessern, erfordern Fachwissen, beanspruchen Platz, erzeugen Kosten und verlängern die Entwicklungszeit. Wem das zuviel ist, der kann auf zertifizierte Leistungsmodule zurückgreifen, die von einem unabhängigen Labor unter realen und häufig vorkommenden Einsatzbedingungen getestet wurden.

RICHARD YING
WILLIE CHAN

Da elektronische Geräte in der Informations- und Kommunikationstechnik immer mehr leisten sollen,

sind die Entwickler in der Pflicht, immer strengere EMV-Vorgaben zu erfüllen. Bereits vor dem Verkaufsstart müssen derartige Geräte, deren Taktrate 9 Hz übersteigt, in den Vereinigten Staaten üblicherweise die Standards nach FCC Part 15 Subpart B

und in der Europäischen Union nach EN 55022 erfüllen (**Bild 1**). Diese legen die maximale Emission für eine Industrie- und kommerzielle Umgebung (Class A) sowie für die Heimumgebung (Class B) fest. Diese strengen EMV-Richtlinien einzuhalten kostet Zeit bei der Systemintegration und der Markteinführung – und macht solche Leistungsmodule umso populärer,

die bereits nach EN 55022 zertifiziert sind. Jedoch ist es wichtig zu wissen, unter welchen elektrischen Betriebsbedingungen die Leistungsmodule zertifiziert sind, um böse Überraschungen zu vermeiden. Ein gutes

Verständnis der EMV-Quellen und der Feldstärken in Schaltnetzteilen helfen dem Entwickler, die geeigneten Komponenten auszuwählen, um die elektromagnetischen Emissionen besonders in Geräten mit hohen Strömen zu verringern.

KONTAKT

Linear Technology GmbH,
85737 Ismaning,
Tel. 089 9624550,
Fax 089 963147,
www.linear.com

Elektromagnetische Strahlungsquellen

Naturngemäß erzeugen Schaltnetzteile elektromagnetische Wellen, und strahlen diese in die Umgebung ab. Die aus den Schaltvorgängen resultierenden pulsierenden Spannungen und Ströme bestimmen direkt die Stärke der elektromagnetischen Wellen (siehe **ⓘ-Kasten**). Außerdem tragen parasitäre Elemente im Wandler zur elektromagnetischen Abstrahlung bei. **Bild 2** zeigt einen typischen Step-Down-Wandler samt der parasitären Indukti-

1 GRENZWERTE

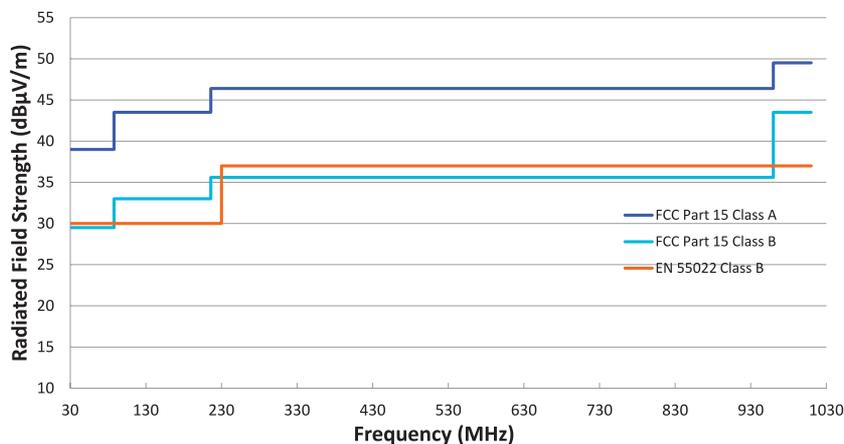


Bild 1. Abstrahlungsgrenzwerte nach FCC (USA) und EN55022 Class B (Europäische Union) im Frequenzband 30 MHz bis 1 GHz, bezogen auf 10 m Abstand von der Quelle

vitäten und Kapazitäten der Leistungs-MOSFETs.

Während eines jeden Schaltzyklus wechselt sich die in der parasitären Induktivität gespeicherte Energie mit der in der parasitären Kapazität gespeicherten ab. Wird die Energie entladen, entsteht ein großer Spannungsspike am Schaltknoten V_{SW} , der doppelt so hoch sein kann wie die Eingangsspannung, wie in Bild 3 gezeigt. Steigt der Strom im MOSFET, wächst gleichzeitig der Strom in der parasitären Kapazität an. Der Schaltvorgang lässt auch den Eingangsstrom und den Strom durch den Top-MOSFET I_{TOP} sowie den Bottom-MOSFET I_{BOT} pulsieren. Dieser pulsierende Strom erzeugt elektrische Wellen am Eingangskabel der

Stromversorgung und auf den Leiterbahnen, die wie eine Sendeantenne wirken und abgestrahlte sowie leitungsgeführte Emissionen erzeugen.

Wenn Eingangsspannung und Ausgangsstrom ansteigen, so wird auch der Spannungsspike im Schaltknoten größer, da die Leistungsinduktivität die Polarität in jedem Zyklus ändert. Außerdem gilt: Je höher der Ausgangsstrom, umso größer auch der pulsierende Strom in der Regelschleife. Deshalb hängt die abgestrahlte Emission stark von den elektrischen Betriebsbedingungen des Testobjekts ab. Generell steigt die abgestrahlte Leistung mit zunehmender Eingangsspannung und zunehmender Ausgangsleistung – besonders mit dem Ausgangsstrom. Wollen Ent-

wickler elektromagnetischen Störungen vorbeugen, müssen sie diese Herausforderungen meistern, da die weniger störende Alternative, der Linearregler, zu ineffizient arbeitet und bei hohen Spannungen und Leistungen zu viel Wärme erzeugt.

Die Emissionen verringern

Es gibt alternative Methoden, um die EMV eines Schaltnetzteils zu verbessern. Eine konventionelle Maßnahme ist es, um die Leistungsstufen herum Abschirmungen anzubringen. Abschirmungen erhöhen aber die Designkomplexität, benötigen mehr Platz und erzeugen Mehrkosten. Ein RC-Glied am Schaltknoten V_{SW} hilft, die Spannungsspike und die darauf folgende gedämpfte Schwingung zu dämpfen. RC-Glieder verringern aber gleichzeitig den Wirkungsgrad, was wiederum zu einer höheren Arbeits- und Leiterplattentemperatur führt. Eine letzte Alternative ist ein gutes Leiterplattenlayout mit lokal angebrachten Keramik-Entkoppelkondensatoren mit geringem ESR und kurzen Leiterbahnen in den Pfaden, die hohe Ströme führen, um deren parasitäre Kapazität (Bild 2) zu

2 ABWÄRTS-SCHALTREGLER

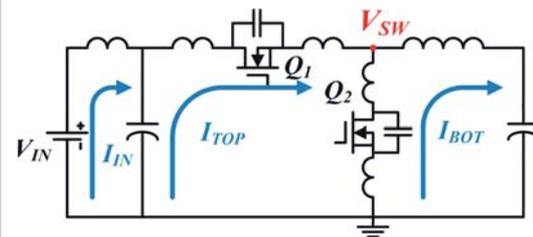


Bild 2. Step-Down-Wandler mit parasitären Induktivitäten und Kapazitäten

i WISSENSWERT

EMV-Grundlagen. Warum nehmen EMV-Probleme mit wachsender Ausgangsleistung zu? Das Gauss'sche Gesetz besagt, dass der durch die Oberfläche eines Volumens hindurch tretende elektrische Fluss gleich der gesamten im Volumen enthaltenen elektrischen Ladung ist. Diese Ladung verhält sich beispielsweise proportional zum Strom durch die Leiterbahn; ein Ampere entspricht dabei einem Coulomb Ladung pro Sekunde. Deshalb erzeugen höhere Ströme, wie sie für zunehmende Ausgangsleistungen erforderlich sind, größere elektrische Felder. Diese ändern sich in einem getakteten Netzteil, da unterschiedliche Strompfade aktiv sind, zu unterschiedlichen Zeiten innerhalb eines Schaltzyklus. Die Maxwell-Gleichungen besagen, dass ein solches sich änderndes elektrisches Feld ein proportionales magnetisches Feld erzeugt. Daraus entsteht eine selbsterhaltende elektromagnetische Welle, die von den Strom führenden Leiterbahnen im Step-down-Regler abgestrahlt wird. Die hier genannten Kriterien sind aber keineswegs komplett. Zum Beispiel müssten noch die Auswirkung der magnetischen Komponente, die den Strompfad umgibt und die schnellen Polaritätswechsel der Spannung an den Leistungsinduktivitäten diskutiert werden. Der Einfluss höherer Ausgangsleistung auf die abgestrahlte Emission ist jedoch klar ersichtlich.

FAZIT

Normkonforme Lösung mit Garantie. Mit einem sorgfältig entwickelten integrierten Filter und internem Layout, mit geschirmten Induktivitäten, internem Snubber-Glied und Leistungstransistortreiber hält der LTM4613 die Balance zwischen Größe, Ausgangsleistung, Effizienz und EMV. Linear stellt mit dem Demoboard samt den Gerberdaten ein Stromversorgungsdesign zur Verfügung, das von einem zertifizierten, unabhängigen und autorisierten Testlabor geprüft wurde.

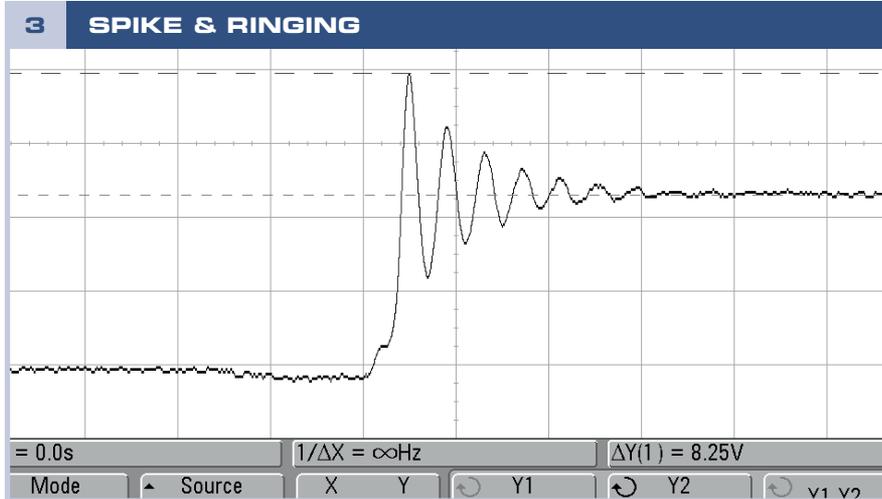
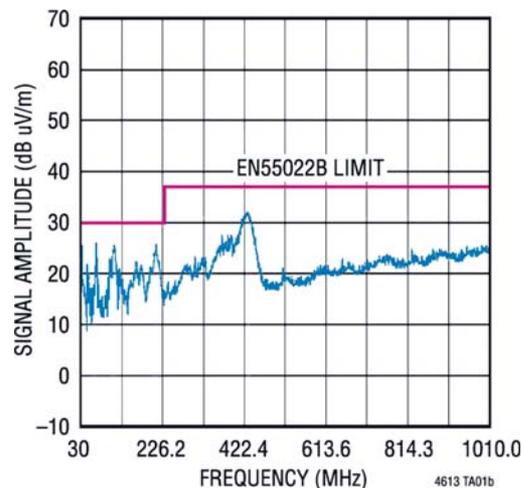


Bild 3. Typischer Spannungsanstieg und gedämpfte Schwingung (Ringing) in einem Abwärts-Schaltregler mit 12 V Eingangsspannung

her Ausgangsleistung zu garantieren, hat Linear Technology das „LTM4613“-8-A-Step-down- μ Module-Regler-Demoboard („DC1743“) zur Prüfung einem unabhängigen und zertifizierten Testlabor überstellt: dem TÜV Rheinland, dessen 10-Meter-EN-55022-Testkammer nach den Vorschriften des U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST) zertifiziert ist. Bei einer Eingangsspannung von 24 V und einer Ausgangsleistung von 96 W wurde ermittelt, dass das LTM4613-Demoboard den Grenzwerten der EN-55022 Class B entspricht (**Bild 4**). Mit nur einem Eingangs- und Ausgangskondensator und einigen weiteren kleinen externen Komponenten und unter Verwendung der online kostenlos erhältlichen DC1743 Gerber Files konnte man eine EN-55022-B-konforme Lösung realisieren. (ml)

4 TESTERGEBNIS



verringern. Allerdings erfordert diese Methode eine längere Entwicklungszeit.

Im Großen und Ganzen ist viel Entwicklungswissen gefragt, und der Entwickler muss Kompromisse eingehen, um die Baugröße zu treffen, die Effizienz, die Wärmeentwicklung und die EMV-Vorschriften. Dies besonders bei hohen Eingangs-Spannungen und bei hoher Ausgangsleistung, wie bereits beschrieben. Oft wird viel zusätzliche Zeit für das Design erforderlich, um Kompromisse zu überkommen und eine EMV-konforme Stromversorgung zu entwickeln, die alle Systemanforderungen erfüllt.

Um eine einfache EMV-konforme Lösung für Stromversorgungen mit ho-

Bild 4. Die EN-55022-Konformität des LTM4613 (DC1743) bei 96 W wurde in einem unabhängigen Test bestätigt

DIE AUTOREN

<p>RICHARD YING ist Design Engineer bei Linear Technology.</p>	
<p>WILLIE CHAN ist bei Linear als Senior Product Marketing Engineer tätig.</p>	

www.EL-info.de

622001