



Seminar zum Stromversorgungsdesign: Themenabriss

Thema 1: Techniken zur Stromversorgungswandlung zur Einhaltung der Emissionsanforderungen der Automobilindustrie

Der erste Anlaufpunkt zur Evaluierung von Leitungs- und Strahlungsemissionen in Automobilsystemen ist gewöhnlich die Norm CISPR 25 des Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques. Bei diesem Thema geht es um die spezifischen Herausforderungen bei der Konzeption von Leistungswandlern, die den in der CISPR 25 festgelegten EMV-Anforderungen entsprechen. Daneben werden unter anderem auch Hintergrundinformationen zur Norm CISPR 25 selbst und den darin verwendeten Testkonfigurationen gegeben. Wir erläutern häufige Rauschquellen in Leistungswandlern. Ferner beschreiben wir verschiedene Techniken zur Reduzierung von Leitungs- und Strahlungsemissionen, unter anderem Eingangsfilterdesign, Frequenzwahl, Moduswahl, Snubber-Design, Abschirmung und Layout. Messergebnisse aus der Fallstudie eines Wandlers mit 13,5-V-Eingang zur Erzeugung von 3,3 V Ausgangsspannung bei 5 A demonstrieren die relative Wirksamkeit verschiedener Verfahren zur Verringerung elektromagnetischer Interferenzen (EMI) und den Weg zum Erfüllen von CISPR 25. Leitungsgeführte Störaussendungen der Klasse 5.

Thema 2: Grundlagen der Leistungsfaktorkorrektur-Schaltung (PFC)

Von Laptop-Adaptoren bis zu Elektrowerkzeugen: Alle vom Wechselstromnetz gespeisten Endgeräte stellen komplexe Lasten dar, bei denen der Eingangsstrom nicht immer phasensynchron mit der momentanen Leitungsspannung ist. Daher verbrauchen solche Endgeräte nicht nur reale Leistung, sondern auch reaktive Leistung aus dem Stromnetz. Das Verhältnis zwischen realer, nutzbarer Leistung (gemessen in Watt) und der Summe der nutzbaren Leistung zuzüglich der reaktiven Leistung wird als Leistungsfaktor bezeichnet. Zur Minimierung der verbrauchten Scheinleistung insgesamt nimmt eine Leistungsfaktorkorrektur-Schaltung eine bewusste Formung des Eingangsstroms vor, sodass dieser phasensynchron mit der momentanen Leitungsspannung ist.

Eine solche PFC-Schaltung ist nicht nur vorteilhaft für Stromversorger, sondern auch für die Endanwendungen. Mit diesem Thema wird dargestellt, wie sich die PFC-Schaltung auf die Architektur von AC/DC-Wandlern sowie gängige PFC-Schaltkreistypen auswirken kann. Ferner werden die Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze und ein Verfahren zur Auswahl der geeigneten PFC-Lösung anhand der Prioritäten des jeweiligen Endgeräts beleuchtet.

Seminar zum Stromversorgungsdesign: Themenabriss

Thema 3: Design und Optimierung von Spannungsreglern für schnelle Hochstrom-Lasttransienten

Moderne Prozessoren (CPUs) und programmierbarer Schaltkreise (FPGAs) erfordern enge Spannungstoleranzen bei einem steigenden und gleichzeitig dynamischeren Stromverbrauch. Dies erschwert das Stromversorgungsdesign. Bei Verbrauchsspitzen von über $> 100 \text{ A}$ und Anstiegsraten von mehr als $100 \text{ A}/\mu\text{s}$ ist es nicht leicht, die richtige Ausgangskapazität zur Bereitstellung des Einschaltstromverbrauchs bereitzustellen. Hierzu reichen die standardmäßigen Point-of-Load-Design-Techniken nicht mehr aus, sondern es werden neue Methoden zur Auswahl der Ausgangskapazität benötigt.

Bei diesem Thema befassen wir uns detailliert mit dem Einschwingverhalten von Reglern, den Auswirkungen der Lastanstiegsrate auf die Auswahl von C_{OUT} sowie zwei Methoden zur Berechnung von C_{OUT} in Anwendungen zur Stromversorgung von Prozessoren. Die erste Methode verfolgt einen ladungsbasierten Ansatz in der Zeitdomäne. Bei der zweiten Methode wird die Zielimpedanz über einen Bereich von Frequenzen berechnet. Durch die Kombination beider Ansätze lassen sich die Transientenspezifikationen der Hochstrom-Spannungsschiene für FPGA-Kerne erfüllen. Dieses Thema enthält auch einen Überblick über die Ausgangsimpedanz des Reglers und die Lastkennlinien von Reglern sowie die Auswirkung der Reglertopologie auf das Einschwingverhalten.

Thema 4: Häufige Fehler in Sperrwandler-Netzteilen und deren Behebung

Wenn Sie bei Ihrem Stromversorgungsdesign auf ein Problem stoßen, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass eine andere Person bereits das gleiche Problem bei einem anderen Design gelöst hat. Wäre es daher nicht sinnvoll aus diesen Fehlern zu lernen? Bei diesem Thema konzentrieren wir uns auf einige der häufigsten Fehler beim Design und bei der Fehlerbehebung von AC/DC-Stromversorgungen mit geringem Stromverbrauch, mit besonderem Schwerpunkt auf der Sperrwandler-Topologie.

Die Präsentation des Materials in einem ansprechenden und interaktiven Format fördert das Brainstorming und die logischen Denkprozesse, die zum erfolgreichen Debuggen von Stromversorgungen erforderlich sind. Dieses Thema stellt für jedes Problem zunächst die Symptome dar. Anschließend behandelt es mögliche Ursachen und Lösungen. Zum Schluss erhalten Sie auch Ratschläge zur Vermeidung ähnlicher Probleme.

Thema 5: Entwerfen einer bidirektionalen Hochleistungs-AC/DC-Stromversorgung mit SiC-FETs

Hochleistungsfähige bidirektionale AC/DC-Stromversorgungen kommen in zahlreichen Anwendungen zum Einsatz. Dazu zählen etwa unterbrechungsfreie Stromversorgungen, Energiespeichersysteme oder Onboard-Ladegeräte zum Laden von Elektrofahrzeugen aus dem Stromnetz. Gegenüber dem traditionellen Ansatz der Erzielung eines bidirektionalen Energieflusses mithilfe eines unidirektionalen Gleichrichters und eines unidirektionalen Inverters ermöglicht ein bidirektionaler Gleichrichter verschiedene Vorteile, etwa durch geringere Abmessungen, eine höhere Leistungsdichte und eine höhere Effizienz.

Hierbei dreht sich alles um bidirektionale AC/DC-Stromversorgungen, eine brückenlose Leistungsfaktorkorrektur (PFC) und isolierte DC/DC-Topologien sowie die Herausforderungen an das Design. Die Lösung dieser Herausforderungen erfordert eine eingehende Beschäftigung mit der gesamten bidirektionalen AC/DC-Gleichrichterlösung. Dazu zählen auch eine Totem-Pole-PFC-Lösung und eine isolierte DC/DC-Wandlerlösung mit CLLLC-Resonanz unter Verwendung von Feldeffekt-Transistoren (FETs) aus Siliciumcarbid (SiC). Aus der Kombination beider Designs entsteht eine bidirektionale AC/DC-Stromversorgung für $6,6 \text{ kW}$ mit hoher Leistungsdichte und hohem Wirkungsgrad. Wir besprechen die Implementierungsdetails von Hardware und Software, mit denen sich die vorgestellten Konzepte und Ergebnisse einfach anwenden lassen.

Thema 6: Praktische EMI-Überlegungen für stromsparende AC/DC-Stromversorgungen

Elektromagnetische Störungen (EMI) sind ein wesentlicher Bestandteil jedes Stromversorgungsdesigns. Allzu oft werden sie im Designfluss erst am Ende behandelt, wo ihre Behebung zeitaufwendig, kostspielig und ineffizient sein kann. Dieses Thema soll sowohl Ängste in Bezug auf EMI zerstreuen als auch Wege zum Aufspüren und Beheben der Probleme aufzeigen.

Die meisten EMI-Probleme werden durch Komponenten-Parasitäreffekte verursacht, die nicht einmal in Design-Schaltplänen dargestellt sind, beispielsweise Ein-/Ausgangskapazität von Transformatoren, Streukapazität und Induktionen auf der Platinenbestückung. EMI-Filterkomponenten besitzen selbst eine parasitäre Kapazität und Induktivität. Dies begrenzt nicht nur ihren nützlichen Frequenzbereich, sondern kann das EMI-Problem sogar noch verschärfen.

Wir veranschaulichen die Debugging-Techniken durchgängig anhand praktischer Beispiele unter Verwendung eines Active-Clamp-Flyback-Adapters mit hoher Leistungsdichte zur USB-Stromversorgung mit 65 W . Diese Beispiele illustrieren, wie sich durch einige grundlegende Änderungen eine Verbesserung von fast 50 dB bei der fundamentalen Schaltfrequenz erzielen lässt, ohne dass dafür wesentliche Kompromisse in Bezug auf Effizienz, Größe oder Kosten notwendig sind.

Der Plattformbalken ist eine Marke von Texas Instruments.
Alle anderen Warenzeichen sind im Besitz der jeweiligen Eigentümer.

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to TI's Terms of Sale (www.ti.com/legal/termsofsale.html) or other applicable terms available either on ti.com or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2020, Texas Instruments Incorporated