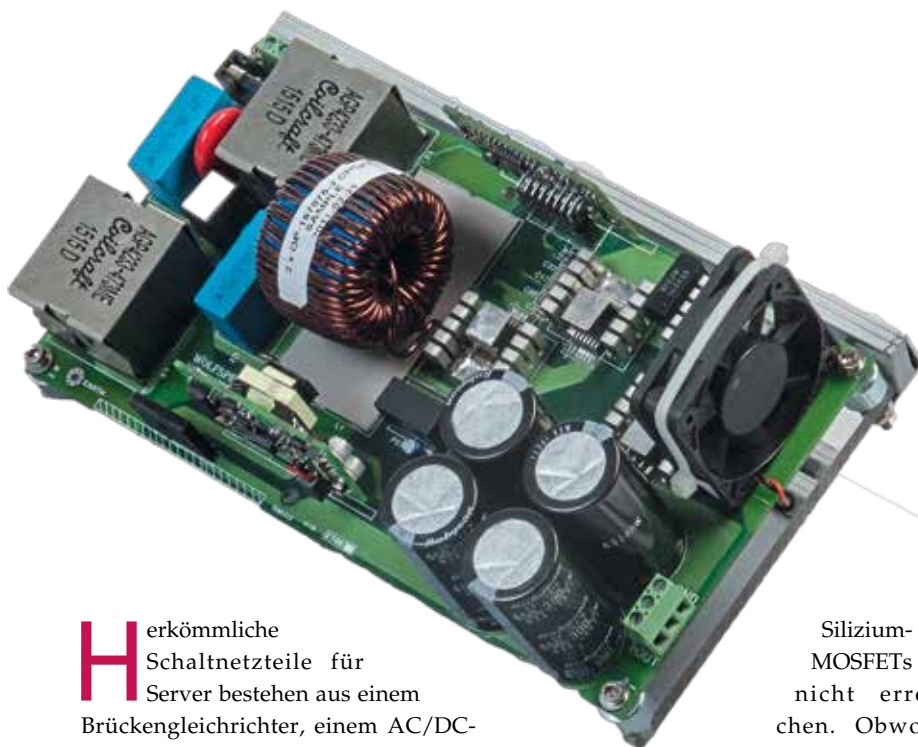


Besser heißt nicht teurer

Hocheffiziente Leistungsfaktorkorrektur für Netzteile. Entwickler von Server-Stromversorgungen sollen die strenger werdenden Anforderungen von Effizienz-Richtlinien wie Energy Star oder 80 Plus einhalten, aber gleichzeitig die Bauteilkosten senken. Hierzu benötigten sie neue Topologien für die PFC-Stufe, die auf Wide-Bandgap-Halbleiter wie Siliziumkarbid setzen.



Herkömmliche Schaltnetzteile für Server bestehen aus einem Brückengleichrichter, einem AC/DC-Hochsteller zur Leistungsfaktorkorrektur (PFC) und einer isolierten DC/DC-Stufe (**Bild 1**). Sie benötigen eine hocheffiziente Leistungsregelung, da die Serverfarmen rund um die Uhr laufen und Vorschriften sowie Gesetzen bezüglich des Wirkungsgrads unterliegen.

Hierzu zählt 80 Plus, ein Zertifizierungsprogramm für Computernetzteile, das zwar nicht bindend, aber trotzdem weit verbreitet und in der Industrie etabliert ist. Der Standard sieht sechs Stufen vor, die in **Tabelle A** dargestellt sind.

Die neueste und damit strengste Stufe trägt die Bezeichnung Titan. Die in der Tabelle angegebenen Wirkungsgrade gelten für die Kombination aus PFC und DC/DC-Stufe. Um ausschließlich die PFC zu berücksichtigen, können die Werte aufgeteilt werden (**Tabelle B**).

Die im Titan-Standard geforderte PFC-Effizienz lässt sich mit herkömmlichen Boost-Topologien und den meisten

Silizium-MOSFETs nicht erreichen. Obwohl dies mit verbesserten Leistungs-komponenten prinzipiell möglich wäre, würden damit die Kosten so stark steigen, dass eine Implementierung nicht sinnvoll wäre.

Die Herausforderung, vor der viele Entwickler stehen, besteht darin, den im Titan-Standard geforderten Wirkungsgrad bei gleichzeitiger Erhöhung der Leis-

tungsdichte zu erreichen und dabei die Kosten auf dem Niveau eines typischen Silizium-basierten Designs zu halten.

Spezifikation des Designs

Tabelle C zeigt ein Beispiel für die Spezifikationen einer typischen PFC-Boost-Schaltung. Die Ausgangsleistung von 2kW wurde gewählt, da Stromversorgungen mit so hoher Leistung in der Regel die Einhaltung strenger Effizienzstandards erfordern. Im Interesse der Leistungsdichte soll zudem ein oberflächenmontierbarer MOSFET zum Einsatz kommen.

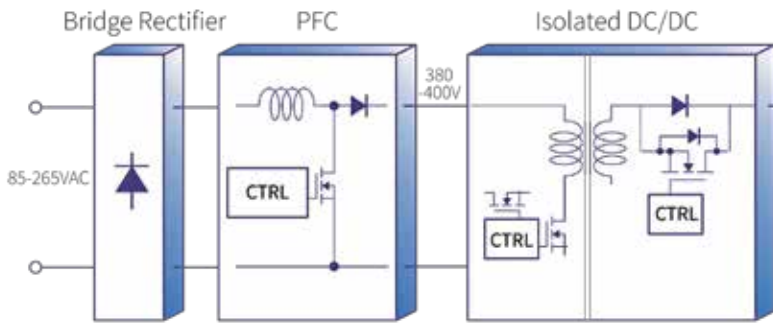
Brückenlose Topologien zur Blindleistungskompensation sind eigentlich keine neuen Konzepte – weder als ein- noch als dreiphasiger Ansatz. Sie bieten hohe Effizienz und Leistungsdichte bei geringer Anzahl an benötigten Bauteilen. Gegen die praktische Umsetzung sprach jedoch bislang die unzureichende Leistung der Silizium-Leistungsschalter in Kombination mit einer ungewöhnlichen Steuerungsimplementierung.

Mittels Schaltungssimulation wurden ein verschachtelter PFC-Hochsetzsteller und eine brückenlose Totempole-PFC-Topologie mit vier Schaltern verglichen. Mit SiC-MOSFETs vom Typ C3M0065090J von Wolfspeed (900 V, 65 mΩ, D2Pak-7L) erzielte die Totempole-Schaltung bei 230 V Eingangsspannung einen Wirkungsgrad

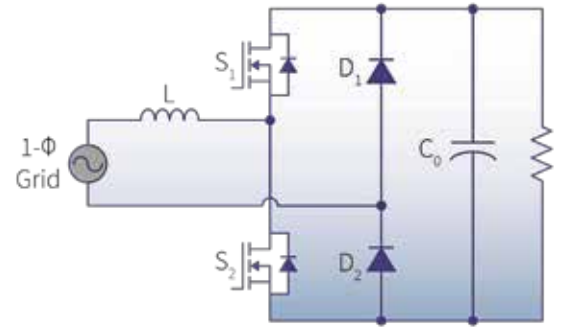
FAZIT

Kostensenkung dank Siliziumkarbid. **Als PFC-Hochsetzsteller für Server-Netzteile wurde eine Totempole-Schaltung entwickelt, die dank SiC-MOSFETs einen höheren Wirkungsgrad erzielt, als der 80-Plus-Titan-Standard fordert. Außerdem reduziert dieses Design nicht nur die Abmessungen der Systemplatine, sondern auch die Stücklistenkosten (BOM) gegenüber konventionellen Ansätzen, die auf Silizium basieren.**

Denkbar wären auch andere Totempole-Konfigurationen mit SiC-MOSFETs, die jedoch weniger praktikabel oder teurer sind. So würden sich mit einem Vier-Switch-Totempole die Gesamtabmessungen, die Steuerungskomplexität und die Stücklistenkosten deutlich erhöhen, aber nur geringfügige Effizienzsteigerungen ergeben.



1 | Server-Netzteil: Eine typische Stromversorgung besteht aus Gleichrichter, PFC-Hochsetzsteller und isoliertem DC/DC-Wandler



2 | Zwei-Totempole-Schaltung: Der Ansatz verwendet jeweils zwei SiC-MOSFETs und Si-Dioden

von 99% unter Teillast (50%) beziehungsweise von 98% unter Volllast. Beide Werte liegen über den Vorgaben des Titan-Standards. Der herkömmliche, siliziumbasierte PFC-Boost verfehlte in der Simulation mit 98 beziehungsweise 96% Wirkungsgrad diese Anforderungen.

Zur Senkung der Kosten kann die Totempole-Schaltung auch mit zwei SiC-MOSFETs im Hochfrequenzpfad und zwei Siliziumdioden mit geringer Vorwärtsspannung im niederfrequenten Pfad realisiert werden. Dieser Ansatz reduziert deutlich die Kosten und vereinfacht darüber hinaus die Ansteuerung. Aber wie wirkt er sich auf die Effizienz aus?

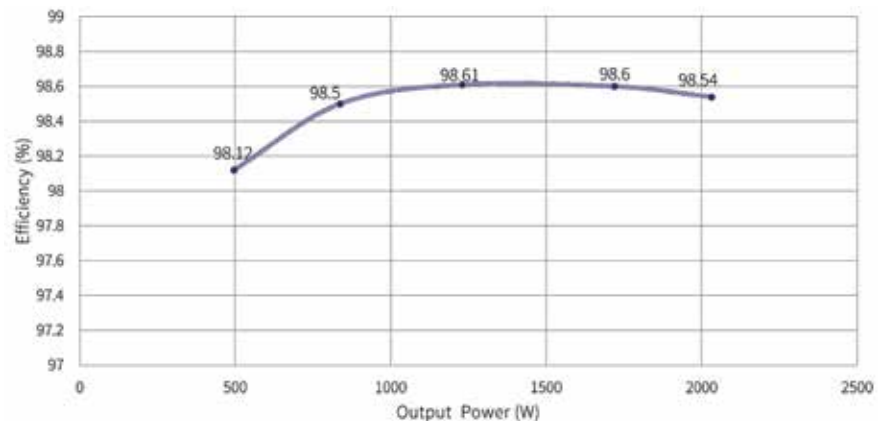
Bild 2 zeigt eine Zwei-Totempole-Schaltung mit je einem C3M0065090J pro Schalterstellung im hochfrequenten sowie Siliziumdioden im niederfrequenten Pfad. Beim ausgewählten PFC-Controller handelt es sich um den kostengünstigen Analogregler ICE3PCS01, der etwa 0,79 EUR (bei 1000 Stück) kostet. Die 600-V-Diode im D2Pak-Gehäuse (30 A, 1,1V Vorwärtsspannung) wird zum Preis von 1,59 EUR angeboten.

Der SiC-MOSFET wurde gewählt, da er als SMD-Bauteil die Leiterplattengröße reduziert und damit zur Erhöhung der Leistungsdichte beiträgt. Außerdem bietet das Bauteil einen separaten Emitter-Hilfsanschluss, der bei ordnungsgemäßer Verwendung die Schaltverluste gegenüber herkömmlichen D2Pak- oder dreipoligen TO-Gehäusen erheblich verringert. Bei Onlinekatalog-

händlern kostet der C3M0065090J etwa 8,70 EUR.

Performance der Zwei-Totempole-Schaltung

Die Zwei-Totempole-Schaltung (**Titelbild**) entspricht den Spezifikationen aus **Tabelle C**. An 230V Eingangsspannung beträgt ihr Wirkungsgrad 98,61% bei halber und 98,54% bei voller Last. **Bild 3** zeigt



3 | Effizient: Die entworfene PFC-Schaltung erzielt über einen weiten Leistungsbereich mehr als 98% Wirkungsgrad und übertrifft damit die Anforderungen von 80 Plus Titan

80 Plus Test Type	Efficiency at 115V Internal Non-Redundant				Efficiency at 230V Internal Redundant			
	Fraction of rated load	10%	20%	50%	100%	10%	20%	50%
80 Plus	-	80%	80%	80%	-	-	-	-
80 Plus Bronze	-	82%	85%	82%	-	81%	85%	81%
80 Plus Silver	-	85%	88%	85%	-	85%	89%	85%
80 Plus Gold	-	87%	90%	87%	-	88%	92%	88%
80 Plus Platinum	-	90%	92%	89%	-	90%	94%	91%
80 Plus Titanium	90%	92%	94%	90%	90%	94%	96%	91%

A | Wirkungsgrad I: Das 80-Plus-Programm für Computernetzteile sieht sechs Stufen vor, Titan ist die derzeit strengste

80 Plus Test Type		Efficiency at 115V Internal Non-Redundant				Efficiency at 230V Internal Redundant			
Fraction of rated load		10 %	20 %	50 %	100 %	10 %	20 %	50 %	100 %
80 Plus Platinum	PFC	-	95,8 %	95,4%	93,7%	-	95,7 %	97,4 %	95,8 %
	DC/DC	-	94 %	96,5%	95 %	-	94 %	96,5%	95 %
80 Plus Titanium	PFC	95,5 %	95,8 %	96,4%	93,8%	95,8%	98 %	98,5%	94,8%
	DC/DC	94 %	96 %	97,5%	96 %	94 %	96	97,5%	96

B | Wirkungsgrad II: Effizienzanforderungen von 80 Plus für die PFC- und DC/DC-Stufe

Parameter	Spezifikation
Leistung (P _{OUT})	2 kW
Eingangsspannung (V _{IN})	90 bis 264 V
Schaltfrequenz (f _s)	85 kHz
Verzerrungen (THD _i)	< 5 %
MOSFET-Gehäuse	SMD
Ausgangsspannung (V _{OUT})	400 V _{DC}

C | Spezifikation: Typische Werte einer einphasigen PFC-Schaltung für Schaltnetzteile

den Wirkungsgradverlauf über die Ausgangsleistung, wobei die Verluste der Hilfsstromversorgung und des Ventilators enthalten sind.

Die Baugruppe ist mit Abmessungen von 213 mm x 112 mm nicht größer als serienmäßig verfügbare Lösungen, die auf

Siliziumbauteilen basieren und der Richtlinie 80 Plus Gold entsprechen, erreicht aber Titan-Level. Das Design verwendet ausschließlich Komponenten, die freigegeben, vollständig qualifiziert und in großen Stückzahlen gefertigt werden. dar

Autor

Guy Moxey ist Senior Marketing Manager beim Cree-Unternehmen Wolfspeed.

Online-Service

Datenblatt und weitere Informationen über den SiC-MOSFET C3M0065090J

www.elektronik-informationen.de/54057

KONTAKT

Wolfspeed,
3028 East Cornwallis Road,
Research Triangle Park,
NC 27709, USA,
www.wolfspeed.com

