

Application Brief

# Hochleistungsfähige isolierte Strom- und Spannungsmessung in Server-Netzteilen



Krunal Maniar, Savannah Brazell

Die wachsende Nachfrage nach Cloud-basierter Technologie bei Internet-Content-Anbietern, Kommunikationsdienstleistern und vielen Konsumenten und Unternehmen führt zu einer starken Nachfrage nach Rechenzentren. Die Stromverteilungsnetzwerke in diesen Servern in Rechenzentren, von der Front-End-Leistungsfaktorkorrektur (PFC) bis hin zu den DC/DC-Stufen, sind erforderlich, um Standards mit hohem Wirkungsgrad und hoher Leistungsdichte zu erfüllen.

Ein Zertifizierungsstandard mit dem Namen 80 PLUS, der von Electric Power Research (EPRI) in Zusammenarbeit mit Ecos Consulting entwickelt wurde, fördert die effiziente Energienutzung in Server-Stromversorgungseinheiten (PSU) für Rechenzentren. Die Server-Netzteile können eine der vielen 80 Plus-Zertifizierungen wie Gold, Platin usw. erhalten, die auf der erreichbaren Energieeffizienz bei Nennlast und Leistungsfaktor (PF) basiert.

## Verständnis der Anforderungen des Titanium-Standards

Die Anforderungen an den Wirkungsgrad, den Leistungsfaktor und die harmonische Gesamtverzerrung (iTHD) des 80 Plus Titanium-Standards sind in [Tabelle 1](#), [Tabelle 2](#) bzw. [Tabelle 3](#) dargestellt.

**Tabelle 1. Anforderungen an den Wirkungsgrad des Titanstandards**

	115 V intern nicht redundant				230 V intern redundant				230 V EU-intern nicht redundant			
	Nennlast											
	10%	20%	50%	100%	10%	20%	50%	100%	10%	20%	50%	100%
Titan-Wirkungsgrad	90%	92%	94%	90%	90%	94%	96%	91%	90%	94%	96%	94%

**Tabelle 2. 80 Plus TitanStandard PF-Anforderungen**

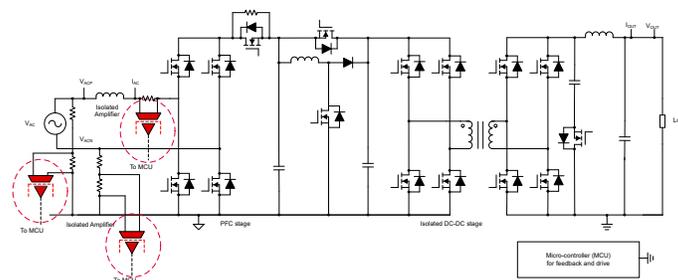
Ausgangsleistung	10%	20%	50%	100%
Leistungsfaktor	> 0,90	> 0,96	> 0,98	> 0,99

**Tabelle 3. 80 Plus TitanStandard iTHD-Anforderungen**

Ausgangsleistung	> 5 % und ≤ 10 %	> 10 % und < 20 %	≥ 20%	≥ 40%	≥ 50%
iTHD	< 20%	< 15%	< 10%	≤ 8%	≤ 5%

## Hocheffiziente Server-PSU-Implementierung

**Abbildung 1** zeigt eine solche Implementierung einer Server-Stromversorgung mit PFC- und DC/DC-Stufen. Eine nicht isolierte PFC-Stufe stellt sicher, dass der gleichgerichtete Eingangsstrom der gleichgerichteten Eingangsspannung folgt. Diese Frontend-PFC-Stufe erzeugt einen Zwischenkreis mit einer relativ großen Welligkeit. Eine isolierte DC/DC-Stufe bietet dann eine galvanische Trennung und eine gut geregelte Ausgangsspannung mit minimaler Ausgangsstromwelligkeit.



**Abbildung 1. Implementierung einer Server-Stromversorgung mit PFC- und DC/DC-Stufen**

Der Leistungsfaktor für maximalen Wirkungsgrad sollte nahe an der Einheit liegen. Ein effizienter PFC wird durch eine brückenlose Einphasen-Totem-Pole-Topologie mit einer Spannungs- und einer Stromrückkopplungsschleife erreicht. Die Spannungsrückkopplungsschleife wird dazu verwendet, die PFC-Busspannung auf einen vorgewählten Wert zu regeln, und die Stromrückkopplungsschleife regelt den durchschnittlichen Gesamtstrom der Induktionsspule. Die Stromschleife erfordert eine hohe Messgenauigkeit und hohe Bandbreite, um die Anforderungen des Titanium-Standards an Wirkungsgrad, PF und iTHD zu erfüllen. Je nach Architektur und Standort der MCU muss der Rückkopplungspfad der Strom- und Spannungsmessung möglicherweise isoliert werden.

### Isolierte Hochleistungs-Strom- und -Spannungsmessung in Server-Netzteilen

Shunt-basierte Strommessungen sind die bevorzugte Option, um die hohe Genauigkeit und Bandbreite der Stromrückkopplungsschleife zu erreichen. Shunt-basierte Lösungen bieten höhere Genauigkeit, geringere Temperaturdrift und höhere Bandbreite als Hall-basierte Stromsensoren mit offenem Regelkreis. Hall-Sensormodule mit geschlossenem Regelkreis könnten eine Alternative darstellen, aber sie sind im Vergleich zu Shunt-basierten Lösungen sehr teuer, um die erforderliche Leistung zu erreichen.

Shunt-Widerstände in Kombination mit verstärkten isolierten Verstärkern wie dem [AMC3301](#) ( $\pm 250$  mV-Eingangsbereich) oder [AMC3302](#) ( $\pm 50$  mV-Eingangsbereich), die mit einer einzigen Stromversorgung arbeiten können und eine Bandbreite von bis zu 300 kHz bieten, stellen eine einfache und einfach zu implementierende Lösung für genaue Shunt-basierte isolierte Strommessung dar. Diese Produkte enthalten einen vollständig integrierten DC/DC-Wandler, der eine Stromversorgung auf der Strommessseite überflüssig macht. Für Spannungsmessungen ermöglicht ein Widerstandsteilernetzwerk mit nachgefolgten verstärkten isolierten Verstärkern wie [AMC3330](#) ( $\pm 1$  V-Eingangsbereich) eine sehr genaue isolierte Spannungsmessung. [Abbildung 2](#) und [Abbildung 3](#) zeigen die Blockschaltbilder von AMC3301 bzw. AMC3330.

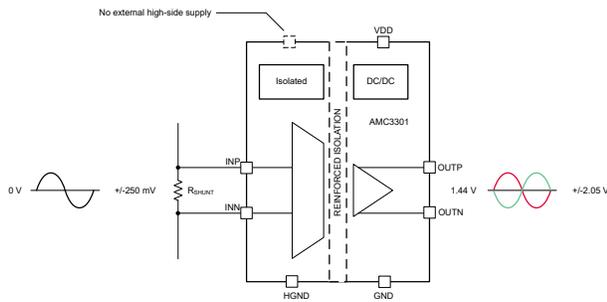


Abbildung 2. AMC3301 Blockschaltbild

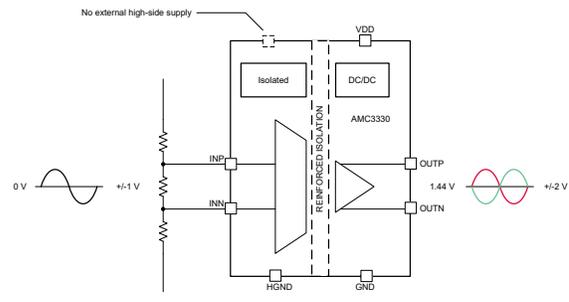


Abbildung 3. AMC3330 Blockschaltbild

### Fazit

Mit dem Trend der Hersteller von Servernetzteilen, die die Zertifizierung nach dem Titanium-Standard erreichen wollen, bietet die [Produktfamilie AMC33xx](#) eine leistungsstarke, kostenoptimierte und einfach zu implementierende Lösung für die isolierte Strom- und Spannungsmessung.

### Ressourcen

- Schulungen und Videos von Texas Instruments zu [Trennverstärkern und Modulatoren](#)
- Texas Instruments Whitepaper zum [Vergleich isolierter Verstärker und isolierter Modulatoren](#)
- Texas Instruments Whitepaper, [Vergleich von Shunt- und Hall-basierten Strommesslösungen in Onboard-Ladegeräten und DC/DC-Wandlern](#)
- Texas Instruments, Anwendungshinweis: [Genauigkeitsvergleich isolierter Shunt- und Closed-Loop-Strommessung](#)

## WICHTIGER HINWEIS UND HAFTUNGSAUSSCHLUSS

TI STELLT TECHNISCHE UND ZUVERLÄSSIGKEITSDATEN (EINSCHLIESSLICH DATENBLÄTTER), DESIGNRESSOURCEN (EINSCHLIESSLICH REFERENZDESIGNS), ANWENDUNGS- ODER ANDERE DESIGNBERATUNG, WEB-TOOLS, SICHERHEITSMITTELSYSTEME UND ANDERE RESSOURCEN „WIE BESEHEN“ UND MIT ALLEN FEHLERN ZUR VERFÜGUNG, UND SCHLIESST ALLE AUSDRÜCKLICHEN UND STILLSCHWEIGENDEN GEWÄHRLEISTUNGEN AUS, EINSCHLIESSLICH UND OHNE EINSCHRÄNKUNG ALLER STILLSCHWEIGENDEN GEWÄHRLEISTUNGEN DER MARKTGÄNGIGKEIT, DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK ODER DER NICHTVERLETZUNG VON RECHTEN.

Diese Ressourcen sind für qualifizierte Entwickler gedacht, die mit TI-Produkten entwickeln. Sie allein sind verantwortlich für (1) die Auswahl der geeigneten TI Produkte für Ihre Anwendung, (2) das Design, die Validierung und den Test Ihrer Anwendung und (3) die Sicherstellung, dass Ihre Anwendung die geltenden Normen sowie alle anderen Sicherheits-, regulatorischen und sonstigen Vorgaben erfüllt.

Diese Ressourcen können jederzeit und ohne Vorankündigung geändert werden. Sie erhalten von TI die Erlaubnis, diese Ressourcen ausschließlich für die Entwicklung von Anwendungen mit den in der Ressource beschriebenen TI-Produkten zu verwenden. Jede andere Vervielfältigung und Darstellung dieser Ressourcen ist untersagt. Es wird keine Lizenz für andere Rechte am geistigen Eigentum von TI oder an Rechten am geistigen Eigentum Dritter gewährt. TI übernimmt keine Verantwortung für und Sie schützen TI und seine Vertreter gegen Ansprüche, Schäden, Kosten, Verluste und Verbindlichkeiten, die sich aus Ihrer Nutzung dieser Ressourcen ergeben.

Produkte von TI werden gemäß den [Verkaufsbedingungen von TI](#) oder anderen geltenden Bedingungen bereitgestellt, die entweder auf [ti.com](#) verfügbar sind oder in Verbindung mit diesen TI-Produkten bereitgestellt werden. Durch die Bereitstellung dieser Ressourcen durch TI werden die geltenden Garantien oder Gewährleistungsausschlüsse von TI für TI-Produkte weder erweitert noch verändert.

TI widerspricht allen zusätzlichen oder abweichenden Bedingungen, die Sie möglicherweise vorgeschlagen haben, und lehnt sie ab.

Postanschrift: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2022 Texas Instruments Incorporated

## IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), 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, regulatory 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](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.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.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated