

# Unabhängig testen

## Inverter-in-the-Loop-Tests für Solaranlagen

Hersteller von Photovoltaik-Systemen können für Produkttests nicht auf die Sonne warten. Für die Bosch Power Tec GmbH hat ETAS ein Hardware-in-the-Loop (HiL)-Testsystem auf die Beine gestellt, das die Solarinverter-Software sogar ganz ohne reale Ströme und Spannungen überprüft.

Mit der Stromproduktion allein ist der Job von Photovoltaik (PV)-Anlagen nicht getan. Um ihren Strom ins Netz einspeisen zu können, müssen Inverter den Gleichstrom in einphasigen oder dreiphasigen Wechselstrom mit einer Frequenz zwischen 47,5 und 51,5 Hz wandeln.

Um solche Wechselrichter auf den Markt zu bringen, sind ausführliche Tests zur Produktsicherheit und zum Nachweis der Softwarefunktionalität nötig. Und hier fängt für die Hersteller das Problem an: Sie können für diese Produkttests nicht auf Sonne warten und möchten aus Sicherheits- und Kostengründen möglichst sogar auf reale Spannungen und Ströme verzichten. Genau diesen Wunsch hat ETAS der Böblinger Bosch Power Tec GmbH erfüllt. Genauer gesagt ging es in dem Projekt um Funktionstests der Controller-Software auf Modul- und Netzseite. Während ein Controller die Leistungselektronik ansteuert und dadurch die Wandlung des Gleichstroms in netzkonformen Wechselstrom koordiniert, benötigt er vom zweiten Controller permanent Daten, um die Wandlung korrekt durchzuführen. Beide Steuergeräte kommunizieren permanent über ein Bussystem.

Für die Tests hat Bosch Power Tec den Leistungselektronik-Controller in eine simulierte Peripherie eingebunden. „Sowohl auf Gleich- wie auf Wechselstromseite wurde die Sensorik des HiL-Systems mit realis-

tischen Werten aus einem bei uns intern entwickelten Modell versorgt“, erklärt Liliane Gasse, Test Managerin bei der Bosch Power Tec GmbH. „Eine besondere Herausforderung war es dabei, die pulsweiten-modulierten (PWM-) Signale zur Ansteuerung der Leistungselektronik zu vermessen.“ Deren Periodendauer liegt im unteren zweistelligen Kilohertz-Bereich.

Es blieben also weniger als 100 µs, um die Werte jeweils zu erfassen, zu berechnen und die Resultate per Datenbus synchron zum PWM-Takt ans Steuergerät zu übermitteln. Hintergrund: Beide Controller sind über den Datenbus synchronisiert. Synchron zu seiner Taktung fordert der Leistungselektronik-Controller Werte vom zweiten Controller an, dessen Funktion für diese Tests vom HiL-System simuliert wird.

Daher muss das HiL-System gewährleisten, dass die angeforderten Werte stets zur richtigen Zeit vorliegen. „Bei diesen Geschwindigkeiten darf die Funktion natürlich keinesfalls durch Jitter eingeschränkt sein“, erklärt Henrik Liebau, Senior Manager aus der ETAS-Testsystem-Entwicklung. Um die Solarinverter in-the-Loop zu testen, habe man auf etablierte ETAS-Technik aus dem Automotive-Bereich gebaut. „Im Kern stand dabei die hochdynamische Elektromotor-Simulationskarte ES5340“, berichtet er. Denn diese hat nicht nur die nötigen digitalen Eingänge, um die PWM-Signale zu messen. Sondern über das Field Programmable Gate

Array (FPGA) konnte das ETAS-Team die Mess- und Kommunikationslogik auf das Testumfeld zuschneiden. „Letztlich ist das System analog zu unseren HiL-Systemen für Motorinverter aufgebaut“, berichtet Liebau. Die Messwerte der FPGA-Karte werden in den Hauptspeicher des Real-Time PC (RTPC) übertragen und dort berechnet, ehe eine zweite FPGA-Karte das Ergebnis per Datenbus überträgt. Dank Anbindung über PCI Express sei dabei die nötige Übertragungsgeschwindigkeit gewährleistet.

Das System schließt die Schleife jeweils innerhalb eines halben PWM-Taktes – also innerhalb weniger als einer Zwanzigtausendstelsekunde. Um das zu erfüllen, hatte das Team einige Herausforderungen zu bewältigen. Dabei kam ihm laut Liebau die Intelligenz der ETAS FPGA-Karten zugute: „Wir mussten uns weder über die Auswertung der Zeitstempel noch über die Taktung des Datentransfers über den Bus den Kopf zerbrechen.“ Und auch die enge und vertrauliche Zusammenarbeit mit dem Kunden Bosch Power Tec, der ETAS neben dem Zugriff auf seine Simulationsmodelle tiefe Einblicke in seine PV-Systeme gewährte, habe sehr zum Erfolg des Projekts beigetragen. Seit 2012 ist das HiL-System nun schon im Einsatz und macht die Böblinger Bosch-Kollegen seither von Sonne, Strom und Spannungen unabhängig.