

DC/DC-Wandler als Spannungs-konverter im Solarfahrzeug

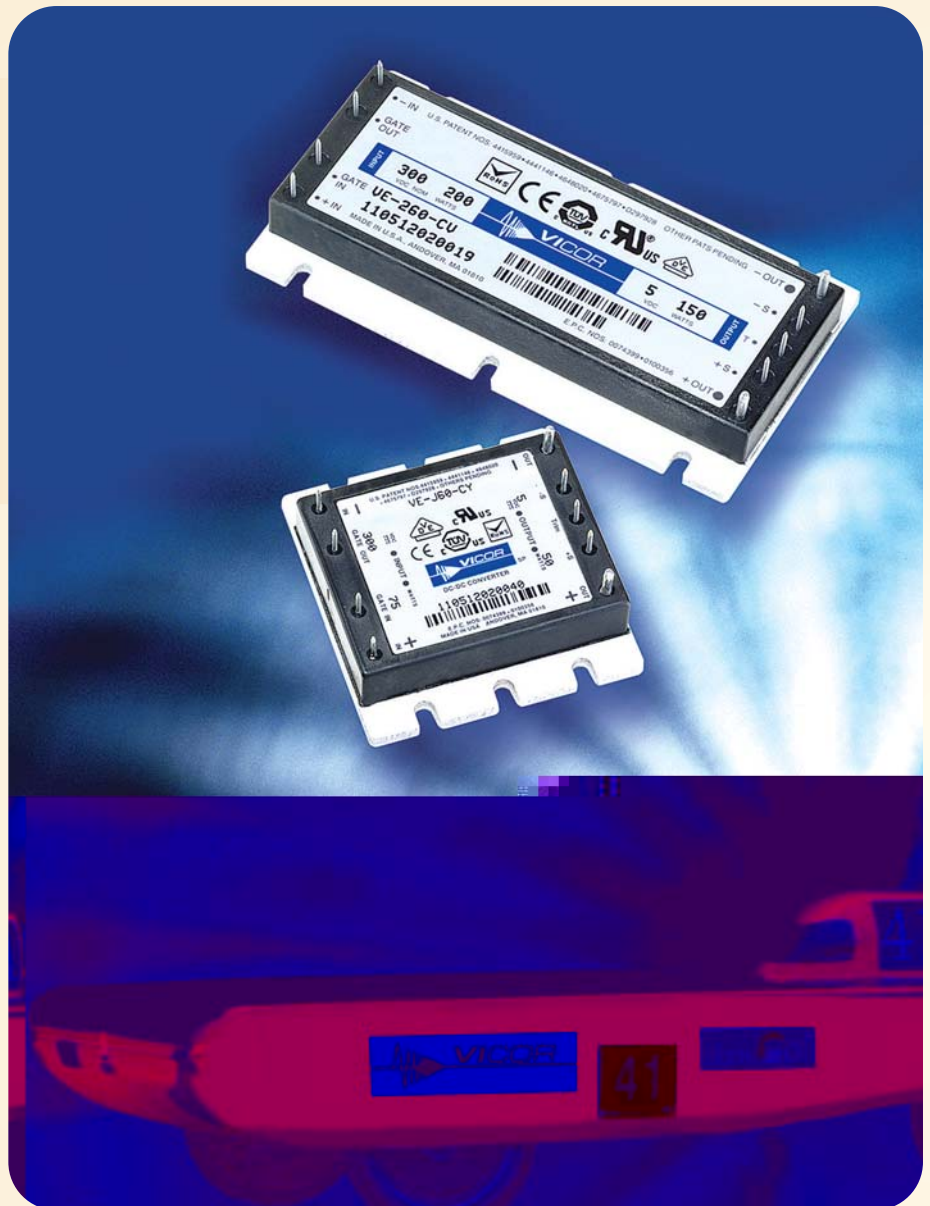
Nach Unterlagen von Vicor

Ein Team autobeegeisterter Jungingenieure trieb das Solar-Fahrzeug HansGo beim Solar Challenge 2005 Rennen in Australien zu Höchstleistungen. Ein DC/DC-Wandler von Vicor verkürzte die Entwicklungszeit beim Aufbau der Stromversorgung und setzte Zeit frei für die Optimierung der Fahrzeugmechanik.

Mobile elektrische Systeme müssen sehr sparsam mit verfügbaren Ressourcen umgehen, denn Energie, Platz und Wärmeableitungs-Möglichkeiten sind dort fast immer knapp. Das wusste das studentische Entwicklerteam der Fachhochschule Bochum und der South-Bank University, als es die Energieversorgung für die Steuerungs- und Kommunikationselektronik ihres Solar-Rennwagens HansGo entwarf. Schließlich wollte man das 3000 km lange Solar Challenge Rennen durch Australien von Darwin nach Adelaide mit seinem solar getriebenen Fahrzeug gewinnen, und zwar ohne fossile Treibstoffe. Die Regeln des alljährlich stattfindenden Rennens sind anspruchsvoll. Der Antrieb darf ausschließlich per Sonnenenergie erfolgen. Der Schnellste gewinnt. Dies lässt sich nur mit einem optimalen Zusammenspiel von Elektrik und Mechanik erreichen – geringster Luftwiderstand, höchste elektrische Antriebsleistung, kleinstes Gewicht und hoher Wirkungsgrad sind dabei entscheidend für den Rennerfolg.

Aufbau der Elektronik

Das windschnittige Fahrzeug ist an der Oberseite komplett mit Solarzellen bestückt (Bild 1). Die Fahrzeugelektrik umfasst den Solar-generator mit Batterie und Ladungssteuerung sowie zwei Lastkreise. Das ist der 115 V Kreis mit Motor und Motor-Controller und der Niederspannungskreis für Kommunikations-, Überwachungs- und Telemetrieelektronik. Der Niederspannungskreis wird über einen 115 V auf 24 V DC/DC-Wandler versorgt (Bild 2). Hinter diesem ersten Wandler arbeiten zwei weitere diskret aufgebaute Wandler, welche die 12 V und 5 V Versorgungs-



spannungen für Batterieüberwachung, Messcontroller und Bluetooth-Datenübertragung zum Begleitfahrzeug erzeugen.

Elektrische Anforderungen für den DC/DC-Wandler

Je nach Akku-Ladezustand und Motorlast erhält der DC/DC-Wandler eine Eingangsspannung von 85 V bis 130 V. Für die 5-V- und 12-V-Wandler muss eine Leistung von insgesamt 55 W entsprechend einem Laststrom von ca. 2,3 A bereitgestellt werden. Die Ansteuerung des Hauptschützes K1, das einen Motor-Laststrom von 20 A mit Spitzen bis zu 150 A steuert, benötigt einen zusätzlichen Einschaltstrom von 7 A.

Da zu Gunsten einer einfachen Unterbringung und eines günstigen Gewichts keine aktive Kühlung vorgesehen war, musste der DC/DC-Wandler selbst bei einer Umgebungstemperatur von 60 °C mit hohem, stabilem Wirkungsgrad arbeiten. Der Wandler muss sich also für solche Betriebstemperaturen eignen und eine große Kontaktfläche zur Ableitung der entstehenden Verlustwärme an einen Kühlkörper bzw. an das Gehäuse bieten.

Mechanisches

Leichtbau erlaubt Einsparungen beim Gewicht und damit auch beim Energiebedarf. Die Entwickler wussten, dass dies auch für

den Wandler gilt. Weil das Fahrzeug auf gute Straßenlage bei hohen Geschwindigkeiten optimiert wurde, müssen die Wandler daher möglichst kompakt und vibrationsfest sein. Das Platzangebot im Inneren des Fahrzeugs war knapp, sodass ein Betrieb des Wandlermoduls auf bereits vorhandenen Kühlflächen möglich sein musste. Während des Rennens können Staub und Feuchtigkeit an die Elektronik gelangen. Damit diese nicht in den Wandler dringen, war eine hermetische Versiegelung bzw. ein Verguss ebenfalls gefordert, um einen zuverlässigen Betrieb unter allen denkbaren Umweltbedingungen zu ermöglichen.

Flexibilität für technische Änderungen

Da das Fahrzeug auch in diesem Jahr wieder an Solar-Rennen teilnimmt, arbeitet das Bochumer Team laufend an der Weiterentwicklung des Rennwagens. Der Wandler sollte daher auch in einem zukünftigen Elektronik-Design einsetzbar sein. Dies gilt vor allem für Änderungen der Eingangsspannung, da kommende Versionen des Solarfahrzeugs im Primärkreis möglicherweise mit Spannungen bis 150 V arbeiten werden. Ein standardisiertes Gehäuseformat des Wandlers kommt dieser Forderung entgegen, da er jederzeit durch einen anderen Typ mit gleicher Leistungsklasse, jedoch unterschiedlicher Eingangsspannung ersetzt werden kann.

Problemloser Praxiseinsatz

Das Entwicklerteam der FH Bochum entschied sich bei der Stromversorgung des Niederspannungskreises für einen DC/DC-Wandler des Typs VI-2T3-EV (110 V Eingang, 24 V Ausgang und 150 W Leistung) von Vicor. Bezogen auf die Dauerlast-Anforderungen der nachgeschalteten Elektronik ist dieser Wandler großzügig dimensioniert und bietet damit ausreichende Sicherheitsreserven für einen stabilen, zuverlässigen Systembetrieb unter allen denkbaren Betriebsbedingungen. Der Wandler ist mit der Baseplate am Metallgehäuse der Elektronik-Box verschraubt und gibt seine Verlustleistung direkt an das Gehäuse ab (Bild 3).

Auch im heißen australischen Wüstenklima ist dank des konstant hohen Wirkungsgrads des Wandlers kein gesonderter Kühlkörper erforderlich. Der Fahrtwind im Inneren des Fahrzeugs reicht aus, um die Elektronik-Box etwa auf Handwärme zu kühlen. Dazu war aber der Montageort der Box entscheidend. Im Rahmen einer technischen Änderung des Fahrzeugs von der letzten zur aktuellen Konstruktionsversion wurde das Modul so umgelagert, dass es jetzt noch intensiver vom Fahrtwind umströmt wird. Diese Änderung war auch aus einem anderen Grund sinnvoll. Im Zuge dieser Umstellung wurden die Akkumulatoren sowie die restliche Fahrzeugelektronik in der Nähe der Vorderachse an-



Bild 1. Das Solarfahrzeug HansGo ist an der Oberseite komplett mit Solarzellen bestückt. Diese Zellen sind der ausschließliche Energielieferant für den Wagen.

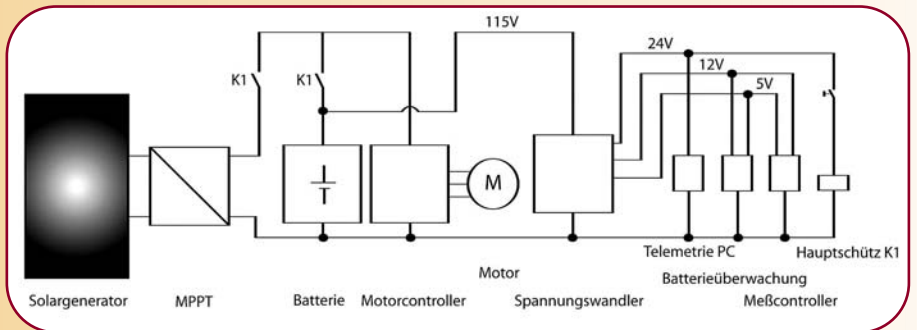


Bild 2. Prinzipschaltbild der Fahrzeugelektronik

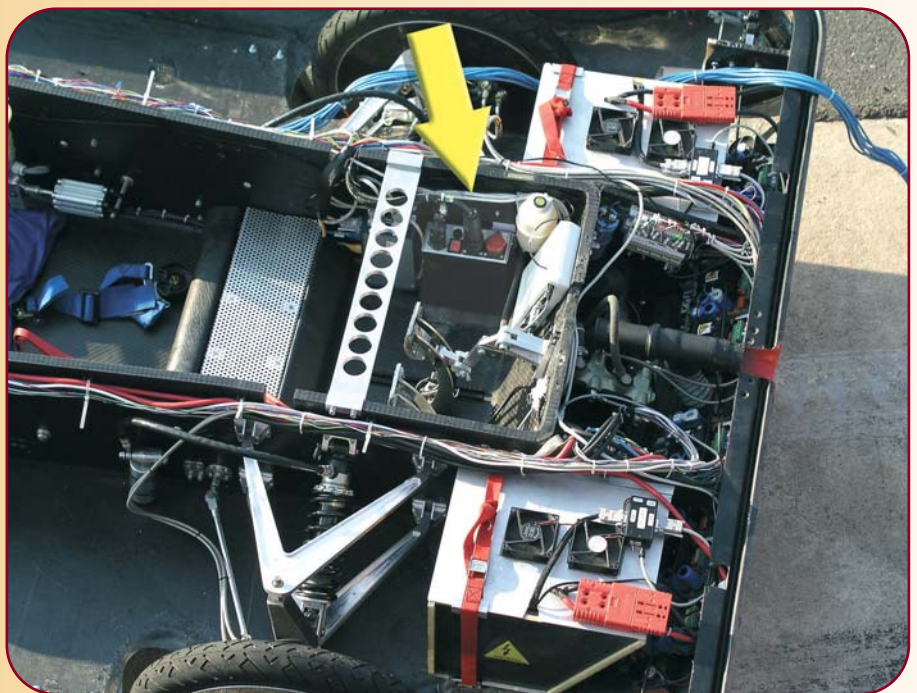


Bild 3. Der DC/DC-Wandler für die Stromversorgung des Niederspannungskreises (Pfeil) ist direkt im Monocoque-Rahmen des Fahrzeugs untergebracht und wird durch den hohen Wirkungsgrad im Betrieb nur handwarm

geordnet und damit die Straßenlage des Fahrzeugs verbessert.

Da der DC/DC-Wandler parallel zum Motor mit seiner Steuerelektronik geschaltet ist, und dieser im Fahrbetrieb hohe Spitzenströme zieht, ist die 110 V Eingangsspannung mit vielen Spannungsimpulsen überlagert. Trotz dieser widrigen Einsatzbedingungen konnte der Wandler ohne besondere schaltungstechni-

sche Maßnahmen (nur Glättungskondensatoren am Eingang) eine ausreichend saubere Versorgungsspannung für den angeschlossenen PC, die Messschaltungen und den Telemetriesender liefern. Dank einer einfachen Schaltungsanlegung und klarer Dokumentation funktionierte die gesamte Versorgungsschaltung auf Antrieb korrekt. Aufgrund des problemlosen Systembetriebs waren keine

Untersuchungen der Spannungsintegrität und auch keine weitere Schaltungsoptimierung erforderlich. So konnte das Team wichtige Zeit einsparen, die man in die Optimierung des Antriebs und des Fahrwerks investierte.

Erfolgsbilanz

Der DC/DC-Wandler ermöglichte einen schnellen, problemlosen Aufbau der Strom-

versorgung, sodass sich das Bochumer Team auf andere, kritischere Aspekte des Fahrzeugdesigns konzentrieren und so ihr Projekt erfolgreich abschließen konnte. Der reibungslose Betrieb der Stromversorgung über das gesamte, 3000 km lange Solar Challenge Rennen ohne eine Störung im Niederspannungskreis belegt die Zuverlässigkeit und Qualität der eingesetzten Komponenten.

Als Ergebnis der erfolgreichen Entwicklungsarbeit an Elektronik, Elektrik und Me-

chanik erreichte das bis zu 120 km/h schnelle Fahrzeug über die gesamte Strecke eine Durchschnittsgeschwindigkeit von mehr als 73 km/h. HansGo überstand die gesamte Rennstrecke ohne nennenswerte Ausfälle und belegte im Feld von insgesamt 22 Teilnehmern den hervorragenden 8. Platz in der Gesamtwertung. (jo)

- **Vicor**
- **Kennziffer: 000**
- **Webcode: 07000**