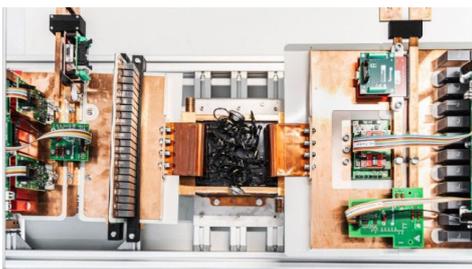


Presseinformation

Gleichspannungswandler auf Basis von Siliziumkarbid-Halbleitern erreicht hohe Effizienz für den Einsatz in elektrischen Land- und Baumaschinen

14. November 2023

Die Elektrifizierung von aktuell mit Verbrennungsmotoren betriebenen Land- und Baumaschinen ist ein unumgänglicher Beitrag zur Reduzierung von Emissionen. Durch den voranschreitenden Ausbau von regenerativen Energiequellen können klimaschädliche Emissionen perspektivisch vollständig vermieden werden. Das Ziel des Forschungsprojektes MUSiCel war daher die Erforschung und Erprobung von innovativen Komponenten und Methoden für eine effiziente, lokal emissionslose Energieversorgung von Land- und Baumaschinen. Herzstück des Versorgungssystems ist ein mobiler und kompakter Hochleistungs-Gleichspannungswandler, der in das Fahrzeug integriert wird.



© Fraunhofer IEE

Im Rahmen des Projektes entwickelter 250 kW 50 kHz DC-DC Wandler.

Im Rahmen des Projektes MUSiCel wurde ein galvanisch trennender Spannungswandler realisiert. Die Projektpartner sind die Infineon Technologies AG, STS Spezial-Transformatoren-Stockach GmbH & Co. KG, das Institut für Antriebssysteme und Leistungselektronik der Universität Hannover und das Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE. Gefördert wurde das Projekt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und betreut durch den Projektträger Jülich (PtJ).

Durch den Einsatz von neuartigen Siliziumkarbid (SiC) Wide-Band-Gap-Halbleitern konnte eine einmalige Kombination aus einer Ausgangsleistung von 250 kW und einer Schaltfrequenz von 50 kHz erreicht werden. Der Wirkungsgrad liegt dabei über den gesamten Leistungsbereich bei über 98 %. Bei 100 kW konnte sogar eine Effizienz von 98,8% gemessen werden. Der entwickelte Wandler hat den Stand eines frühen Prototyps. Die Projektergebnisse zeigen auf, dass durch den Einsatz von SiC-Leistungshalbleitern ein DC-DC-Wandler mit einer hohen Leistung und hohen Schaltfrequenz bei gleichzeitig sehr guter Effizienz realisiert werden kann.

„Mit Blick auf die Weiterentwicklung des Spannungswandlers wäre eine Verschaltung von vier Wandlerstufen in einer sogenannten ISOP-Konfiguration denkbar. Dadurch würde man die MV-Spannung auf bis zu 8 kV erhöhen“, sagt Projektleiter Anton Gorodnichev vom Fraunhofer IEE. „Eine solche



© Fraunhofer IEE

Vorstellung des entwickelten Demonstrators im Rahmen einer Informationsveranstaltung.



© Fraunhofer IEE

Messtechnisch ermittelte Effizienz des 250 kW 50 kHz DC-DC-Wandlers.

Weiterentwicklung könnte im Rahmen eines Folgeprojektes geschehen. Dabei wäre etwa eine Optimierung bezüglich des Bauraums und der Leistungsdichte interessant.“

Eine weitere Besonderheit des Projektes ist der Einsatz von 3,3 kV SiC-MOSFET Modulen, die von Infineon erstmals entwickelt und optimiert wurden. Durch den erfolgreichen Einsatz dieser Module im MUSiCel-DC-DC-Wandler konnte die Eignung der Module für eine Applikation mit hoher Leistung und Spannung bestätigt werden. Diese innovativen Module wurden auf der Fachmesse PCIM 2023 der Öffentlichkeit präsentiert. Gegenüber den IGBTs weisen die SiC-Module einen geringeren Durchlasswiderstand sowie deutlich kürzere Ein- und Ausschaltzeiten auf. Dadurch können die Halbleiterverluste sowohl im Nenn- als auch im Teillastbetrieb reduziert werden. Neben Land- und Baumaschinen können diese Leistungshalbleiter in den Antriebssträngen von Straßenbahnen und Zügen eingesetzt werden. Auch moderne Mittelspannungs-Festkörpertransformatoren (besser bekannt als ‚Solid-State-Transformers‘) können durch den Einsatz der SiC-MOSFET-Module bezüglich der Effizienz weiter optimiert werden.

Die Kombination aus hoher Leistung und hoher Schaltfrequenz ist für mobile Anwendungen von großer Bedeutung. Erst durch eine hohe Schaltfrequenz kann die Größe der induktiven und kapazitiven Komponenten entscheidend reduziert werden. Sie führt jedoch zu hohen Verlusten im Wandler, da bei jedem Umschaltvorgang in den Leistungsschaltern Verlustenergie generiert wird. Durch den Einsatz von Leistungsschaltern auf SiC-Basis, die Verwendung einer resonanten Topologie und durch eine optimierte Ansteuerung des Wandlers konnten diese Verluste erheblich reduziert werden. Die resonante Topologie nutzt einen serienresonanten Zwischenkreis, um einen annähernd sinusförmigen Strom im Transformator zu erzeugen. Dadurch können die sonst verlustreichen Schaltvorgänge im Stromnulldurchgang erfolgen und sind somit nahezu verlustfrei.

Der Gleichspannungswandler hat eine Eingangsspannung von 2 kV. Durch eine serielle Verschaltung von vier gleichen Wandlern könnte ein System mit einer Eingangsspannung von bis zu 8 kV realisiert werden. Dies ermöglicht die verlustarme Versorgung einer Land- oder Baumaschine über ein DC-Kabel mit einer Länge von einigen Kilometern. Die Ausgangsspannung beträgt 700 V und ermöglicht so den Betrieb von Antriebslösungen an Bord der Land- und Baumaschinen.

Der Projektpartner STS hat einen flüssigkeitsgekühlten Hochleistungstransformator entwickelt und diesen für eine Betriebsfrequenz von 50 kHz und 250 kW ausgelegt. Der Transformator erreicht eine Effizienz von über 99 % und genügt strengen Isolationsanforderungen. Zusätzlich wurde ein weiterer Transformator mit einem alternativen Design mit einem 3D-gedruckten Gehäuse von der Universität Hannover entwickelt.

Weiterführende Links

-> [Projektseite MUSiCel](#)

Letzte Änderung: 14. November 2023

Kontakt

Anton Gorodnichev

Fraunhofer IEE
Joseph-Beuys-Str. 8
34117 Kassel

Telefon +49 561 7294-402



© 2023

Quelle: Fraunhofer-Gesellschaft

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und

Energiesystemtechnik - Gleichspannungswandler auf Basis von Siliziumkarbid-Halbleitern erreicht hohe Effizienz für den Einsatz in elektrischen Land- und Baumaschinen

Online im Internet; URL: <https://www.iee.fraunhofer.de/de/presse-infothek/Presse-Medien/2023/gleichspannungswandler-auf-basis-von-siliziumkarbid-halbleitern-.html>

Datum: 14.11.2023 13:52