

ML-Ultra

Multi-Level Ultra Converter

Programm / Ausschreibung	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung 7. Ausschreibung	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.10.2021	Projektende	30.09.2024
Zeitraum	2021 - 2024	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Leistungselektronik, Wide-Band-Gap, Motordrives, Leistungshalbleiter		

Projektbeschreibung

In der heutigen, zunehmend industrialisierten und digitalisierten Umgebung gibt es eine erhöhte Nachfrage nach Energieumwandlungssystemen für verschiedene Applikationen, wie z. B. erneuerbare Energien (Solar, Wind), drehzahlvariable Wechselstromantriebe, Automobil- und Elektrofahrzeuge, Schweißen, Power Quality Conditioner etc. All diese Anwendungen haben die gemeinsame Anforderung, die Leistungsdichte (W/m^3 bzw. W/kg) zu erhöhen bzw. die Größe, das Volumen und das Gewicht der Konverter zu reduzieren. Darüber hinaus besteht vor allem in Automobil- und Automatisierungsanwendungen ein Impuls zur Integration von Stromrichtern mit einem Aktor und/oder einem Motor. Ein in der Wissenschaft und bis zu einem gewissen Grad in der Industrie diskutierter Ansatz zur Erhöhung der Leistungsdichte ist die Entwicklung von Leistungselektronik auf Basis von Wide-Bandgap-Halbleitern. In vielen Anwendungen ist diese Herangehensweise mit einigen Herausforderungen verbunden, von denen die wichtigsten die Kosten und der Mangel an längerfristigen Zuverlässigkeitsdaten sind. Darüber hinaus gibt es immer noch Probleme im Zusammenhang mit elektromagnetischen Störungen, dem Isolationswiderstand des Motors sowie der Verträglichkeit gegenüber hohen dv/dt , die durch das Schalten von WBG-Halbleitern verursacht werden. Wissenschaft und Industrie arbeiten an entsprechenden Lösungen und es ist zu erwarten, dass in absehbarer Zeit Leistungselektronik auf Basis von Wide-Bandgap-Halbleitern zunehmend Verbreitung finden wird.

Im vorliegenden Projektantrag verfolgen wir einen zusätzlichen Ansatz. Um das gleiche Ziel der hohen Leistungsdichte und des elektrischen Wirkungsgrads zu erreichen, werden zuverlässige Halbleiter auf Siliziumbasis und optional Wide-Band-Gap Devices an entsprechenden Zellpositionen in hybridem Aufbau, in einer neuartigen Multi-Level-Multi-Cell-Topologie verwendet.

Unsere Projektziele sind:

- die Realisierung eines elektrischen Spitzenwirkungsgrads von über 99,0 % und bis zu 99,5 %
- wartungsfreie passive Kühlung - keine beweglichen Teile (Lüfter) bzw. zusätzliche Kühlkörper
- Gewichtsreduktion um eine Größenordnung im Vergleich zu heutigen Standardlösungen - mehr Silizium durch mehrstufigen Multizellen-Ansatz, weniger Eisen/Kupfer/Aluminium - optimierte Kühlung, reduzierte Größe und Volumen von Induktivitäten bzw. Motorwicklungen.

Abstract

In today's growing industrialized and digitalized environment there is increased demand for the power conversion systems for various applications such as renewable (solar, wind), variable speed ac drives, automotive and EV, welding, power quality conditioners and so on. In all these applications the common requirement is to increase volumetric and gravimetric power density or reduce size, volume, weight of the power conversion parts. Furthermore, particularly in automotive and automation applications persists a strong impetus to integrate power converter with an actuator and/or a motor.

Widely discussed approach in Academia and to certain degree in Industry, for increase of the power density is to employ Wide-Bandgap semiconductors-based Power Electronics. However, in many applications a deployment of Wide-Bandgap semiconductors-based Power Electronics is still posed with many challenges among them the most important are cost and lack of longer-term reliability data. In addition, issues related to EMI and motor's isolation resistance and hardness to high dv/dt caused by WBG semiconductors switching persist too. Academia and Industry are working on the mitigation of those issues and it's to be expected that in a foreseen future that the Industry is going to shift toward Wide-Bandgap semiconductors-based Power Electronics.

Meanwhile in more eminent terms, in this proposal, we are taking an additional approach to the same objective of the high-power density and electrical efficiency by employing a novel multi-level multi-cell topology utilizing reliable all silicon-based semiconductors as well as WBG-semiconductors optionally at specific cell positions in hybrid configuration.

Our end objectives are

- to reach peak electrical conversion efficiency over 99.0% and up to 99.5%
- maintenance free passive heatsink-less cooling – eliminate forced or any movable parts cooling and additional heatsinking
- to cut weight by order of magnitude versus typical today's solutions – more silicon by multi-level multi-cell approach, less iron/still/cooper/aluminum – no heatsink, reduced size and volume of magnetics or motor windings.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- B&R Industrial Automation GmbH
- Infineon Technologies Austria AG
- Universität Innsbruck Institut für Mechatronik