

ML-Bat Bac

Multi Level Balancing Battery for Multi Level Converters

| | | | |
|---------------------------------|--|------------------------|------------|
| Programm / Ausschreibung | MW 24/26, MW 24/26, Mobilitätswende 2024/1 - Mobilitätstechnologie | Status | laufend |
| Projektstart | 01.03.2025 | Projektende | 28.02.2027 |
| Zeitraum | 2025 - 2027 | Projektlaufzeit | 24 Monate |
| Keywords | battery, drive inverter, power electronics, energy efficiency, | | |

Projektbeschreibung

Elektromobilität ist eine zentrale Säule der Elektrifizierung der Gesellschaft. Heute am Markt befindliche E-Autos sind in der Regel mit 2-Level Invertern ausgestattet, was zwar geringe Komplexität der Leistungselektronik bedingt, jedoch nicht zwingend ein Optimum in der Gestaltung des Antriebstranges darstellt.

Studien haben bereits gezeigt, dass mehrere Spannungsebenen auf der Gleichspannungsseite (sog. Multilevel Inverter) zahlreiche Vorteile, wie höhere Effizienz, kleineres Volumen etc. mit sich bringen, die die Nachteile wie höhere Zahl der leistungselektronischen Schalter mehr als aufwiegen. In diesem Wechselspiel der Vor- und Nachteile scheinen 5-Level Topologien, wie sie auch in ML-Bat Bac angestrebt werden, ein Optimum darzustellen.

Da herkömmliche Batterien im Wesentlichen über lediglich zwei Anschlusspole verfügen, der 5-Level Inverter jedoch fünf Anschlussklemmen hat, muss die Leistungselektronik selbst dafür sorgen, dass die Aufteilung der Teilspannungen zu gleichen Teilen erfolgt und muss dies auch während des Betriebs kontinuierlich durch Energieausgleich, unabhängig vom Lastfluss, sicherstellen. Dafür werden sog. Balancerkreise verwendet, die eine zusätzliche Beschaltung mit Kosten, Volumen und Gewicht darstellen. Im Projekt ML-Bat Bac soll diese Funktion ganz oder teilweise an die Batterie übertragen werden, die demzufolge aus vier Teilabschnitten besteht und über das Batteriemanagementsystem in der Lage ist diesen Ausgleich zu schaffen.

Um dieses Ziel zu erreichen werden zuerst die Rahmenbedingungen für eine Integration von Batterie mit Inverter geschaffen und die geforderten Funktionalitäten spezifiziert. Daraus werden Teilanforderungen an die Teilkomponenten formuliert und als Entwicklungspfade aus vorhandenen Vorergebnissen definiert.

Batterie und Inverter werden koordiniert als Laborprototyp entwickelt und gegen Projektende zu einem Gesamtsystem integriert, das im Labor getestet und validiert wird. Für den Inverter werden gegenwärtig SiC Wide Bandgap Leistungshalbleiter verwendet, wobei aufgrund der unterschiedlichen Schaltspannungen auch eine Hybridisierung zwischen GaN und SiC untersucht werden soll.

Für den Batterie/Inverter aus ML-Bat Bac wird erwartet, dass gezeigt werden kann, dass der Inverter durch das Wegfallen des Balancerkreises um bis zu 30% kleiner gegenüber dem 5-Level Referenzdesign werden kann. Gegenüber dem 2 Level Standard ist diese Ersparnis noch signifikanter. Zusätzlich sollen die Batterien möglichst reparier- und recyclebar aufgebaut werden, was umso wichtiger ist, als es sich um ein integriertes System handelt.

Abstract

Electromobility is a central pillar of the electrification of society. Electric cars on the market today are usually equipped with 2-level inverters, which means the power electronics are less complex, but does not necessarily represent an optimum in the design of the drive train.

Studies have already shown that multiple voltage levels on the DC voltage side (so-called multilevel inverters) bring numerous advantages, such as higher efficiency, smaller volume, etc., which more than outweigh the disadvantages such as a higher number of power electronic switches. In this interplay of advantages and disadvantages, 5-level topologies, such as those aimed at in ML-Bat Bac, seem to represent an optimum.

Conventional batteries essentially only have two connection poles while the 5-level inverter has five connections. Therefore, the power electronics needs to be able to balance partial voltages during the whole time of operation independently of the power flow. This task is fulfilled by so called balancing circuits, an additional part with attributed costs, volume and weight. In ML-Bat Bac this function is fully or at least partly transferred to the battery, which consequently will be built from four modular batteries and equipped with a battery management system able to control the energy exchange.

In order to achieve this goal, the framework conditions for integrating the battery with the inverter are first created and the required functionalities are specified. From this, partial requirements for the sub-components are formulated and defined as development paths from existing preliminary results. The battery and inverter are developed in a coordinated manner as laboratory prototypes and, towards the end of the project, are integrated into an overall system that is tested and validated in the laboratory. Currently, SiC power semiconductors are used for the inverter, but it will be examined on an opportunity for hybridization and utilization of GaN power semiconductors in addition to SiC.

For the battery/inverter in ML-Bat Bac, it is expected that it can be shown that the volume of the inverter can be reduced by up to 30% with respect to the 5-level reference design and even significantly more compared to the 2-level state-of-the-art. Additionally, as the new system is integrated on a higher level, the matter of repairability and recyclability will be addressed especially for the battery.

Projektkoordinator

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Projektpartner

- Universität Innsbruck
- Hellpower Energy Entwicklung e.U.