

Batteriesystem Multilevel Converter

Entwicklung eines DC/AC Converters für Lithium-Ionen Batteriezellen mit einer Multilevel Topologie

Diplomand



Remo Schelling

Einleitung: In der vorliegenden Arbeit wurde eine alternative Variante für einen Wechselrichter zum Betrieb einer Netzspannungsquelle mit Lithium Ionen Akkus entwickelt und ausgemessen. Ziel ist es die Netzspannung mit mehreren in Serie geschalteten Full Bridge Konvertern, die von einem Batterie-Pack gespeist werden, bereitzustellen. Die Serieschaltung von mehreren Full Bridge Konvertern ergibt einen Multilevel Converter.

Das System besteht aus einem Mainboard, welches die Endstufe sowie die Regelung enthält. Auf 25 Sub-Modulen befinden sich jeweils 6 in Serie geschaltete Zellen, die über eine H-Brücke in negativer, positiver oder als Bypass Konfiguration geschaltet werden können. Ein Mikrocontroller zur Ansteuerung der Brücke sowie ein BMS befinden sich ebenfalls auf jedem Sub-Modul.

Der Sinus wird dadurch nachgebildet, dass zu jedem Zeitpunkt die richtige Anzahl Batteriezellen hinzugeschaltet werden. Die Full Bridge Konverter werden alle mit phase shifted PWM angesteuert. Dabei werden für jeden einzelnen Konverter synchronisierte Sinus Signale erzeugt. Diese werden dann durch die Serieschaltung der einzelnen Module addiert.

Vorgehen / Technologien: Zentrale Komponente des Systems sind die Batteriezellen. Untersuchungen haben gezeigt, dass sie den größten Anteil an den Verlusten verursachen. Durch ihren Innenwiderstand und die entstehende Erwärmung sinkt die Effizienz, was sich durch den Einsatz das Parallelschalten von Zellen deutlich verbessern lässt. Damit steigt nicht nur der Wirkungsgrad, sondern auch die Lebensdauer des gesamten Systems.

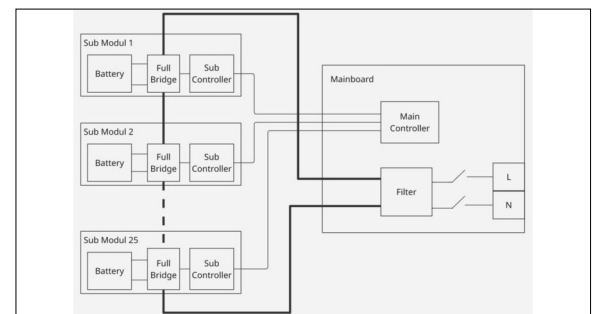
Für die Erzeugung einer sauberen Ausgangsspannung werden die einzelnen Batteriemodule so geschaltet, dass ein sinusförmiger Verlauf entsteht. Die unvermeidbaren Schaltstufen werden anschließend mit einem LC-Filter 4. Ordnung geglättet. Dieser lässt die 50-Hz-Grundfrequenz unverändert passieren, dämpft jedoch die Schaltfrequenz mit rund 40 dB und reduziert so wirksam Oberwellen und Störungen.

Die Regelung stellt sicher, dass beim Entladen eine stabile Ausgangsspannung bereitsteht. Dazu wird ein Spannungsregler eingesetzt, der über das Duty-Cycle eines PWM-Signals die erforderliche Amplitude an die Sub-Module übermittelt. Beim Laden wird dagegen nicht die Spannung, sondern der Strom geregelt, um die Batterien kontrolliert und schonend aufzuladen. Ein erster Schritt besteht darin, die Inverterspannung präzise mit der Netzspannung zu synchronisieren, bevor der eigentliche Ladevorgang startet.

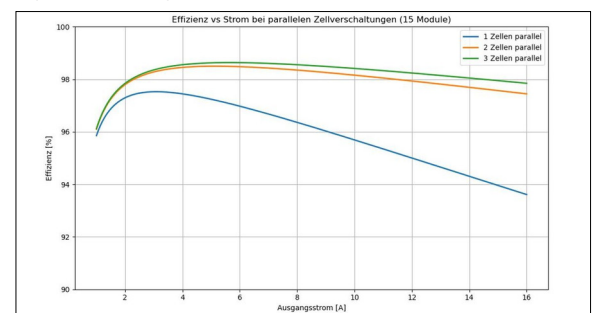
Fazit: Während dem Projekt wurde das System zur

Prüfung der Funktion mit 5 Sub-Modulen getestet und ausgemessen. Weitere Module können ohne grosse Anpassungen hinzugefügt werden, da alle gleich sind. Der Inverter wurde bis zu einem RMS Strom von 10 A getestet und hat dann eine Effizienz von 87%.

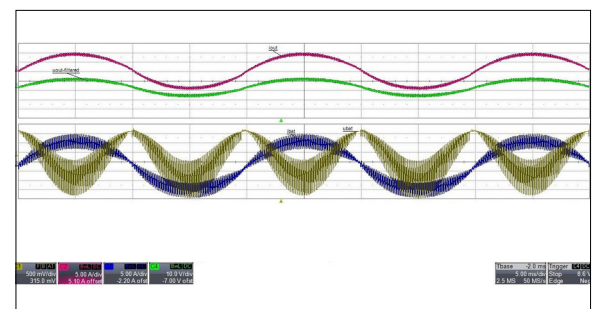
Das System besteht aus einem Mainboard und 25 Sub-Modulen. Diese werden positiv, negativ oder als Bypass verbunden.
Eigene Darstellung



Parallelschaltung der Batterien verringert die Verluste welche aus dem Innenwiderstand der Batterie resultieren.
Eigene Darstellung



oben: Ausgangsspannung und Ausgangsstrom des Inverters
unten: Batteriestrom und Batteriespannung als AC-Kopplung
Eigene Darstellung



Referent
Simon Nigsch

Korreferent
Kevin Bitterli, Hamilton
Medical AG, Bonaduz,
Graubünden

Themengebiet
Electrical Engineering