

Electronic Speed Controller (ESC) mit Gallium-Nitrid Leistungstransistoren

Studiengang: BSc in Elektrotechnik und Informationstechnologie | Vertiefung: Communication Technologies
Betreuer: Prof. Martin Kucera
Experte: Martin Kyburz (Kyburz Switzerland AG)

Elektroskateboards sind das perfekte Last-Mile Fortbewegungsmittel und bieten eine Menge Spass. Dadurch dass man beschleunigen und bremsen kann, ohne einen Fuss vom Board nehmen zu müssen, lassen sie sich auch kinderleicht und intuitiv fahren. Durch den Einsatz von neuen, effizienten Gallium-Nitrid Leistungstransistoren kann eine höhere Reichweite als mit herkömmlichen ESCs erreicht werden.

Ausgangslage

Bei Elektroskateboards werden Brush-Less-DC-Motoren eingesetzt. Anders als ihr Name vermuten lässt, lassen sich diese nicht einfach durch Anlegen einer Gleichspannung betreiben. Man braucht ein sogenanntes ESC, einen Electronic Speed Controller, der durch gezieltes Schalten von Transistoren immer im richtigen Moment Spannung auf die richtige Motorphase geben muss, damit der Motor sich dreht. MOSFET Transistoren sind in der Lage im dreistelligen Nanosekundenbereich zu schalten und trotzdem entstehen beim sogenannten Hard-Switching recht hohe Verluste. Gallium Nitrid Transistoren schalten im Vergleich zu entsprechenden Silizium MOSFETs mehr als zehnmal so schnell. Dadurch resultiert eine höhere Effizienz, sodass sich die Transistoren weniger aufheizen. Dies wiederum lässt einen höheren maximalen Dauerstrom zu.

Konzept und Realisierung

Die hohe Schaltgeschwindigkeit der GaN FETs bringt auch einige Schwierigkeiten mit sich. Beim Entwerfen des Layouts mussten unter anderem parasitäre Elemente möglichst klein gehalten werden. Denn bei solchen hohen Schaltgeschwindigkeiten stellt bereits eine Leiterbahn von wenigen Millimetern Länge eine Induktivität dar, an der hohe Spannungsspitzen ent-

stehen können. Als Basis für das ESC wurde das VESC Open Source ESC verwendet, das mit dem VESC-Tool beliebig konfiguriert werden kann. Das ESC wurde modular gestaltet, der Leistungsteil ist separiert vom Main-Board. Dadurch konnte neben einer Gallium Nitrid Version auch eine Silizium MOSFET Version des Leistungsteils entwickelt werden, um einen direkten Vergleich der beiden Technologien zu erhalten. Die beiden Leistungsteile können ausgetauscht werden, ohne dass das Main-Board neu programmiert werden muss. Schlussendlich wurden die ESCs zusammen mit dem WBMS und der BLE Remote, die in separaten Abschlussarbeiten entwickelt wurden, in ein Elektroskateboard mit zwei BLDC Motoren eingebaut.

Resultate und Ausblick

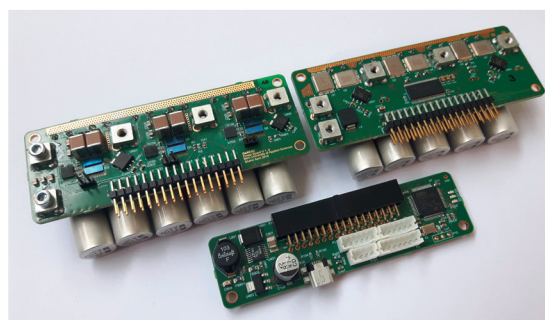
Erste Tests der Prototypen zeigten, dass beide Versionen ihre Vor- und Nachteile haben. Der Nachteil der GaN FETs ist ihre geringe Masse, die sich sehr schnell aufheizt. Und dadurch, dass sie wegen den parasitären Elementen sehr nahe bei einander platziert werden müssen, heizen sie sich gegenseitig etwas mehr auf. Trotzdem haben erste Tests gezeigt, dass bei der Gallium Nitrid Version der maximale Dauerstrom bei Raumtemperatur rund 10 % höher liegt als bei der Silizium MOSFET Variante. Zudem sind sie auch deutlich effizienter, was zu einem höheren Wirkungsgrad des ESC und einer grösseren Reichweite führt.



Nicolas Stutz
nicolas.stutz@gawnet.ch



Erste Tests zeigten, dass der maximale Dauerstrom bei der GaN Variante rund 10% höher ist als bei der Silizium Variante



Entwickelte Prototypen v.l.n.r. GaN-Power-Board, Main-Board, Si-Power-Board