

Entwicklung eines Energie-Limiters für den Modellrennsport

Studiengang: Master of Science in Engineering | Vertiefung: Industrial Technologies
Betreuer: Prof. Dr. Torsten Mähne, Prof. Dr. Sébastien Mariéthoz
Experte: Dr. Toufann Chaudhuri (Green Motion S.A.)

Die laufende Weiterentwicklung der Lithium-Polymer-Akkumulatoren (LiPo-Akkus) führt im Kampf um die Podestplätze im Modellrennsport zu einer Materialschlacht. Die Entwicklung einer elektronischen Energiezählung und Abregelung des Motors ermöglicht einen neuen Ansatz zur Herstellung der Chancengleichheit in der Energieversorgung. Gleichzeitig werden die Kosten für die Fahrer gesenkt und ein nachhaltiger Umgang mit LiPo-Akkus gefördert.

Ausgangslage

Eco-Expert ist eine von vielen Elektromodellrennsportklassen und wurde als Zielgruppe für dieses Pilotprojekt gewählt. In dieser Klasse fahren bis zu sechs Rennboote gleichzeitig auf einem dreieckigen Kurs mit 30 m Kantenlänge und versuchen möglichst viele Runden innerhalb von 6 min zu fahren. Die Entwicklung der verwendeten Akkus ermöglicht es von Jahr zu Jahr mehr Energie bei gleichem Gewicht zu speichern. Dieser Umstand führt zu einer Materialschlacht, welcher Einhalt geboten werden soll.

Aufgabenstellung

Die Hauptaufgabe des Energie-Limiters ist eine präzise Bestimmung der verbrauchten Energiemenge während des Rennens. Beim Erreichen eines konfigurierbaren Energielimits soll das Boot verlangsamt und schlussendlich zum Stehen gebracht werden. Die gesamte Schaltung ist vor Umwelteinflüssen, wie zum Beispiel Wasser, Temperatur und elektromagnetischen Felder zu schützen und soll eine hohe Manipulationssicherheit aufweisen.

Realisierung

Zu Beginn der Arbeit wurden die elektrischen Eigenschaften des Energieverbrauchs von verschiedenen Antriebssystemen ausgemessen. Basierend auf diesen Messresultaten wurde durch Simulationen ein geeignetes Messsystem evaluiert und die damit realisierbare Messgenauigkeit geschätzt. Anschliessend wurde eine kompakte Leiterplatte entworfen und aufgebaut. Für den verwendeten ARM-Prozessor wurde eine Software entwickelt, welche in Zusammenarbeit mit dem evaluierten Mess-IC die Energiemessung realisiert. Die so resultierende Schaltung erreicht eine hohe Messgenauigkeit der Leistung mit einem relativen Fehler von weniger als 0.2 % in einem Messbereich von einigen Watt bis zu über 1000 Watt. Der relative Messfehler auf den gemessenen Energieverbrauch beläuft sich schliesslich auf 0.3 %. Diese Messgenauigkeit wurde durch Versuchsreihen im Labor bestätigt.

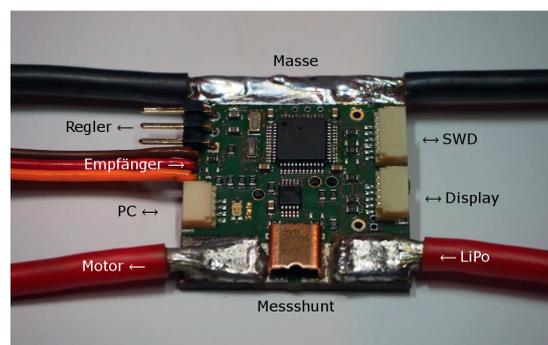
Eine weitere Herausforderung war die Umsetzung der Verlangsamung des Rennboots. Da die Hersteller die PWM-Signale zur Motoransteuerung unterschiedlich spezifizieren, musste eine Schaltung realisiert werden, welche sich an das angeschlossene System anpasst. Neben einer entsprechenden Hardware, musste dazu auch ein neuer Algorithmus entwickelt werden. Dieser lernt im Rennverlauf anhand der gemessenen Leistungsaufnahmen, wie er bei Erreichen des Energielimits das Boot verlangsamen kann.

Fazit und Ausblick

Dank der Firmware mit adaptiven Algorithmen und der universellen und miniaturisierten Hardware, lässt sich der entwickelte Energie-Limiter ohne Anpassungen in jedes Modellrennboot einbauen. Er ist kleiner, günstiger und genauer als alle bekannten Konkurrenzprodukte. Es ist gelungen innerhalb eines halben Jahres die Idee bis zu einem einsatzfähigen Produkt für das Pilotprojekt der Schweizer Rennbootzene voranzutreiben. Diese erste Saison dient nun dazu das Vertrauen der Rennfahrer in die neue Lösung zu gewinnen, so dass der Energie-Limiter nach und nach Einzug in den Modellrennsport finden und für Chancengleichheit und Nachhaltigkeit beim Einsatz von LiPo-Akkus sorgen kann.



Daniel Zwygart
daniel.zwygart@hotmail.com



Energie-Limiter: 30 mm × 30 mm, I = -163 A ... 163 A, U = 4.5 V ... 40 V, relativer Messfehler auf Energiemenge < 0.3 %