

7 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde die Grundlage für den Betrieb der Rennwagen-PMS gelegt.

Als erster Schritt zur Wahl eines wirkungsgradoptimierten Frequenzumrichters, nach dem Stand der Technik, wurde die Entscheidung zum Einsatz der stromgeführten, feldorientierten Regelung mit Gleichgrößen-PI-Reglern und einer überlagerten Drehzahlkaskade getroffen.

Im nächsten Schritt wurde die Leistungselektronik gewählt, die den Leistungsanforderungen des Formula Student Electric 2011-Rennwagens der Elefant Racing Bayreuth gerecht wird. Die Regelungselektronik wurde dazu passend gewählt, um die einzusetzenden FOC-Routinen auszuführen.

Der sinngemäß darauf folgende Applikationsschritt der Hardwarekomponenten wurde durchgeführt und diese damit zugänglich gemacht. Dies geschah über einen Prüfstand der dazu aufgebaut wurde. Die Hardware, als auch die Software des gebauten Frequenzumrichters wurden über entsprechende Werkzeuge zugänglich gemacht und in Betrieb genommen. Dabei wurde die Hardwareinbetriebnahme in die Versorgung mit 28 V DC und mit 230 V AC eingeteilt.

Kurz wurden die Signaleinspeisungsfunktionen der Frequenzumrichtersoftware dargestellt. Desweiteren wurden der aktuelle Stand der Softwareumsetzung auf Asynchronmotorbetrieb dargelegt.

Desweiteren wurden einige Versuche zur Einstellung des Systems für variablen, drehzahlgeregelten Betrieb unternommen. Der aktuelle Stand lässt jedoch noch nicht erkennen, welche Parameter verändert werden müssen um die E-Maschinen optimal zu regeln.

Die Parametrierung der Regelglieder erforderte besondere Beachtung. Die Optimierungsversuche anhand gängiger Verfahren wie dem Ziegler/Nichols-Parameterschätzverfahren schlugen jedoch fehl, da die Stabilität dadurch nicht signifikant erhöht werden konnte. Da die Grundmodellierung des Systems die Anwendung des Verfahrens zulässt, wurde daraus geschlossen, dass an anderer Stelle in der Antriebssoftware noch nicht korrekte Einstellungen vorliegen müssen.

Die Erfassung des Ausgangszustandes stellte den nächsten Schritt dar. Ausgewählte, besonders wirkungsgradrelevante Parameteränderungen wurden hervorgehoben und in ihre Auswirkung quantifiziert. Desweiteren wurden die Pulsmuster des TC1767, der Treiber und der IGBT verändert und dargestellt.

Eine Effizienzbilanz des Frequenzumrichters wurde angefertigt. Diese zeigte die große Relevanz der richtigen Parametrierung des Systems. Es konnte eine Wirkungsgradverbesserung von 1,6 % erzielt werden.

Zum Schluss wurden Vorschläge zur Verbesserung der vorliegenden Regelung in der Software des TC1767 gemacht.

8 Ausblick

Diese Arbeit hat die Grundlage geschaffen für viele weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Grundsätzlich können die Folgearbeiten am Prüfstand im Labor oder im Elektrorennwagen durchgeführt werden.

Die Berechnung der optimalen Parameter zur Wirkungsgradanpassung der letztendlichen Antriebsmaschinen PERM PMS156 muss durchgeführt werden, da diese zum Zeitpunkt der Masterarbeitsabgabe leider noch nicht vorlagen. Gleiches gilt für die Anpassung auf optimales, transientes Verhalten der neuen Maschinen. Hierzu gehört die Optimierung auch in fahrtrelevanten, höheren Leistungsbereichen bis 30 kW. Der schlüssige, nächste Schritt ist der Test und die Anpassung des gesamten Antriebstrangs unter realen Bedingungen im FSE-Rennwagen. Der FR11 Cocoon des Elefant Racing e.V., soll damit im August 2011 für die Universität Bayreuth in Hockenheim zum internationalen Rennevent der VDI Formula Student Electric antreten.

Als nächstes kann der Regelungsalgorithmus noch optimiert werden. Der Weg wäre dabei die Umsetzung der beschriebenen Vorschläge zur Regelungsverbesserung in der Antriebssoftware. Anschließend wäre die messtechnische Verifizierung interessant.

Desweiteren könnten die theoretischen, beschriebenen Änderungen für einen ASM-Betrieb in der Frequenzumrichtersoftware umgesetzt werden, um den Betrieb von Asynchronstrommaschinen am HP2-EP testen zu können.

Die Forschung an permanentmagneterregten Synchronmotoren zur drehgeberlosen Regelung, kann auf Basis der dargestellten Signaleinspeisungsmethoden vorangebracht werden. Diese sollten erweitert werden und letztendlich zu einem optimierten Modell führen. Am Ende soll die entstandene Regelung es ermöglichen, einen PMS nicht nur bei hohen Drehzahlen genügend genau regeln zu können, sondern bereits vom Stillstand aus präzise im drehgeberlosen Betrieb.