

Kaiserslauterer Beiträge zur Antriebstechnik

Band 10

Frank Rettinger

**Modellierung, Simulation und Optimierung
des Betriebsverhaltens von hocheffizienten
PM-Synchronmotoren in Ferrittechnik**

D 386 (Diss. Technische Universität Kaiserslautern)

Shaker Verlag
Aachen 2016

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Kaiserslautern, TU, Diss., 2016

Copyright Shaker Verlag 2016

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-4439-3

ISSN 1866-5357

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

Die Verabschiedung der Verordnung Nr. 640/2009 der Europäischen Kommission und die daraus resultierende schrittweise Einführung der Energieeffizienzklassen für am Netz betriebene Drehstrom-Asynchronmotoren rückt den Faktor Energieeffizienz, vor allem bei Hauptantrieben, immer weiter in den Fokus. Daher fordert der Markt bereits schon heute Motoren der Effizienzklasse IE4. Aufgrund der prinzipbedingten Rotorverluste ist das Erreichen der Effizienzklasse IE4 für Motoren in Asynchrontechnik jedoch gerade bei kleinen Achshöhen problematisch. Abhilfe kann an dieser Stelle der Einsatz von PM-Synchronmotoren schaffen, die feldorientiert am Umrichter betrieben werden. Neben der Verbesserung des Motorwirkungsgrads kann hier, je nach Applikation, der Systemwirkungsgrad durch die Möglichkeit der Drehzahlstellung deutlich verbessert werden. Aufgrund der ungünstigen Preisstellung und Verfügbarkeit ist ein Verzicht auf Seltenerdminerale wünschenswert. Eine Alternative stellt die Verwendung günstiger und gut verfügbarer Ferritmagnete dar. Daher beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der Frage, inwiefern Motoren in Ferrittechnik das Potential besitzen als drehzahlveränderbarer Hauptantrieb höchste Effizienzanforderungen zu erfüllen.

Nachdem zunächst ein favorisiertes Motorkonzept identifiziert wird, fokussiert sich die Arbeit auf die analytische Beschreibung des magnetischen, elektrischen und thermischen Verhaltens des Ferritmotors und schafft somit einen Zugang zum Motor in Ferrittechnik. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Beschreibung des stationären Betriebsverhaltens der PM-Synchronmaschine mittels eines magnetischen Ersatznetzwerks. Neben der Systematik zur Ermittlung des beschreibenden Gleichungssystems wird die gradientenbasierte Lösung der nichtlinearen Netzwerkgleichungen mithilfe des Newtonverfahrens vorgestellt.

Auf dieser Basis wird ein optimiertes Funktionsmuster entworfen und messtechnisch untersucht. Anhand der Messergebnisse kann sowohl das analytische Programm validiert als auch das Potential der ferritregten PM-Synchronmaschine als hocheffizienter drehzahlveränderbarer Hauptantrieb herausgestellt werden. Die Arbeit schließt mit einem Ausblick auf einen Reihentwurf und weiteres Optimierungspotential der PM-Synchronmaschine in Ferrittechnik.