

Forschungsberichte Elektrische Antriebstechnik und Aktorik

Band 5

Berthold Schinnerl

**Analytische Berechnung
Geschalteter Reluktanzmaschinen**

Shaker Verlag
Aachen 2009

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.: München, Univ. der Bundeswehr, Diss., 2009

Copyright Shaker Verlag 2009

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8411-4

ISSN 1863-0707

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

Berthold Schinnerl

Analytische Berechnung Geschalteter Reluktanzmaschinen

Neben der Vielzahl an rechnergestützten numerischen Feldberechnungsprogrammen, die die Auslegung elektrischer Maschinen erheblich erleichtern, ist es unerlässlich die analytische Beschreibung von elektrischen Maschinen zu verbessern und zu verfeinern. Dazu trägt diese **Analytische Berechnung Geschalteter Reluktanzmaschinen** bei. Zu Beginn wird das Funktionsprinzip der Geschalteten Reluktanzmaschine (GRM), sowie die allgemeine mathematische Herleitung des Drehmomentes erläutert. In einer Grobauslegung wird die Machbarkeit von Kraftstoffpumpen für einen vorgegebenen Bauraum und einer vorgegebenen Höchstmasse erfolgreich untersucht. Die thermische Plausibilitätsprüfung findet hierbei analytisch anhand zwei verschiedener Berechnungsmöglichkeiten statt. Die Auslegung der zu vergleichenden GRM wird mit Hilfe der Software SPEED PC-SRD[®] durchgeführt. Positiv zeigt sich, dass die Anforderungen an Drehmoment, Leistung und Gewicht erfüllt werden können. Im Anschluss folgt eine Auflistung aller möglichen Windungsfehlerfälle einer GRM, sowie erstmalig eine generelle mathematische Beschreibung der daraus resultierenden Drehmomentminderung. Bisherige Veröffentlichungen nennen nur die Art der Fehlermöglichkeiten, ohne Bezug auf das Drehmoment zu nehmen. Die gezeigte Berechnung basiert auf der Linearisierung der Drehmomentfunktion im Arbeitspunkt. Anhand der ausgelegten Maschinen werden konkrete Werte berechnet und aufgezeigt.

Ein Kapitel widmet sich der Bestimmung der ψ -i-Kennlinie von GRM. Die ψ -i-Kennlinie ist ein Charakteristikum der GRM, anhand ihrer das Drehmoment bestimmt und geregelt werden kann. Es wird dabei die Messung und die FEM-Berechnung der Kennlinie erläutert. Weiterhin werden verschiedene analytische Berechnungsmethoden der ψ -i-Kennlinie aufgezeigt und miteinander verglichen. Es existieren dabei sehr gute Methoden zur Approximation von gemessenen Kennlinien. Die Methoden, die darauf basieren anhand der Geometrie der Maschine die ψ -i-Kennlinie zu bestimmen, erweisen sich als unzureichend. Aus diesem Grund wird nachfolgend eine neuartige analytische dreidimensionale Berechnung der d-Stellung und der q-Stellung vorgestellt. Dabei zeigen die berechneten Werte nur geringe Abweichungen von den gemessenen Werten auf. Hervorzuheben ist die neuartige einfache und präzise Berechnung der q-Stellung von GRM. Die berechneten ψ -i-Kennlinienwerte dienen schließlich zur Berechnung des Drehmomentes. Das Drehmoment kann insbesondere als Funktion der geometrischen Daten dargestellt werden. Das damit berechnete durchschnittliche statische Drehmoment eines Stranges zeigt sehr gute Übereinstimmung mit dem entsprechenden gemessenen Werten und erweist sich dabei präziser als die zweidimensionale FEM-Berechnung. Beim momentanen statischen Drehmoment der Rotorpositionen zwischen d-Stellung und q-Stellung zeigen sich Abweichungen gegenüber dem gemessenen Werten, daher wird für jeden Rotorpositionswinkel analytisch die ψ -i-Kennlinienwerte bestimmt, um das momentane statische Drehmoment zu ermitteln. Hierbei wird mit einer minimalen Modellierung der Magnetflusslinien in einer GRM die ψ -i-Kennlinie ermittelt und daraus wiederum das momentane statische Drehmoment. Die Berechnung zeigt hierbei geringe Abweichungen von den Messwerten.