Forschungsberichte Leistungselektronik und Steuerungen

Band 2

Marc Hiller

**Dynamische Drehmomentregelung eines
Geschalteten Reluktanzantriebs auf Basis
eines Echtzeitmodells**

Shaker Verlag
Aachen 2008

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., 2008

Copyright Shaker Verlag 2008

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-7661-4

ISSN 1867-5700

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

Kurzfassung

zu der
von Dipl.-Ing. Marc Hiller
vorgelegten Dissertation
mit dem Titel

Dynamische Drehmomentregelung eines Geschalteten Reluktanzantriebs auf Basis eines Echtzeitmodells

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die wesentlichen Komponenten für den Betrieb einer Geschalteten Reluktanzmaschine untersucht und weiter entwickelt. Dazu gehören der Stromrichter, die Antriebsregelung für den gesamten Betriebsbereich, sowie das dafür verwendete Maschinenmodell.

Das neu entwickelte Stromrichterkonzept eignet sich insbesondere für Geschaltete Reluktanzantriebe mit einem großen Feldschwächbereich und hohen Anforderungen an die Drehmomentgenauigkeit. Durch die zusätzlichen Freiheitsgrade in der Regelung des Phasenstroms können gegenüber konventionellen Lösungen (z.B. Umrichter mit asymmetrischen Halbbrücken) wesentliche Vorteile erzielt werden:

- Die leistungsbegrenzenden Auswirkungen einer zu geringen Zwischenkreisspannung können im gesamten Betriebsbereich bis hin zur Maximaldrehzahl allein durch eine geeignete Steuerung kompensiert werden. Der Einsatz zusätzlicher Hardware (z.B. 2Q-Steller zur Speisung des Zwischenkreises) kann dadurch vermieden werden.
- Die auf die Ausgangsleistung bezogenen Kupferverluste der Maschine können durch die günstigere Stromkurvenform im oberen Drehzahlbereich wesentlich reduziert werden.
- Durch die verbesserte Stromkurvenform im oberen Drehzahlbereich kann außerdem eine Verringerung der Drehmomentpulsationen erzielt werden.
- Die neuen Freiheitsgrade in der Maschinenregelung ermöglichen zusätzlich eine neu angepasste, günstigere Auslegung der Maschine. Durch die höhere Maschinenspannung können die Maschinenströme (durch eine Erhöhung der Windungszahl) reduziert werden, ohne den Betriebsbereich des Antriebs einschränken zu müssen.

Um die durch das neue Stromrichterkonzept erweiterten Freiheitsgrade in der Phasenstromregelung vollständig nutzen zu können, wurde ein neuartiges Maschinenmodell auf der Basis von Gage Curves entwickelt. Neben der präzisen Simulation des Antriebsverhaltens ist das Modell auch in eine Online-Regelung integrierbar. Durch die flexible Modellstruktur können alle wesentlichen Mess- und Regelungsgrößen berechnet werden. Außerdem können alle bedeutenden Einflussgrößen (z.B. die Zwischenkreisspannung) bei der Berechnung dieser Größen berücksichtigt werden. Im unteren Drehzahlbereich ist mit dem Maschinenmodell die Berechnung des aktuellen Drehmoments mit hoher Genauigkeit aus den Phasenströmen und dem Rotorwinkel möglich. Im oberen Drehzahlbereich wird das neue Maschinenmodell für die Online-Berechnung der Schaltwinkel genutzt. Die Zahl der einstellbaren Schaltwinkel ist durch das neue Stromrichterkonzept im Vergleich zu herkömmlichen, im Einzelpulsbetrieb betriebenen Antriebskonzepten gestiegen.

Basierend auf dem vorgestellten Maschinenmodell wurde neben einer Simulationsumgebung auch eine Echtzeit-Drehmomentregelung für den Einsatz in einer Antriebsregelung entwickelt. Der gesamte Drehzahl-Drehmoment-Bereich kann mit zwei Regelungsverfahren abgedeckt werden. Im unteren Drehzahlbereich ermöglicht das Maschinenmodell eine indirekte Regelung des Drehmomentwertes. Direkte Regelgrößen sind die Phasenströme, wodurch eine ebenfalls auf dem Maschinenmodell basierende Steuerung der Halbleiterschaltfrequenz bei gleichzeitig hoher Regeldynamik ermöglicht wird. Für den oberen Drehzahlbereich wird eine Regelung des mittleren Drehmoments realisiert. Im Zusammenhang mit der Schaltwinkelberechnung auf Grundlage des Maschinenmodells und den erweiterten Freiheitsgraden des neuen Stromrichterkonzepts können die erwähnten deutlichen Verbesserungen im Antriebsverhalten erreicht werden.