

Berichte aus der Elektrotechnik

Peter Wallmeier

**Automatisierte Optimierung von induktiven
Bauelementen für Stromrichteranwendungen**

D 466 (Diss. Universität-GH Paderborn)

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Wallmeier, Peter:

Automatisierte Optimierung von induktiven Bauelementen für
Stromrichteranwendungen / Peter Wallmeier.

Aachen : Shaker, 2001

(Berichte aus der Elektrotechnik)

Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2000

ISBN 3-8265-8777-4

Copyright Shaker Verlag 2001

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-8777-4

ISSN 0945-0718

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Im Rahmen dieser Arbeit wird eine neuartige, rechnerbasierte Methode vorgestellt, mit der sich röhrenförmig bewickelte, induktive Bauelemente mit linearem Klemmenverhalten für Stromrichterschaltungen automatisiert entwerfen und optimieren lassen. Die Methode wurde als Rechnerprogramm implementiert und mit einem verfügbaren Simulationsprogramm gekoppelt, das die Klemmengrößen der Bauelemente bestimmt. Eine bedienerfreundliche, grafische Benutzeroberfläche erlaubt den Zugriff auf die erstellten Programme.

Die Güte eines Entwurfes wird aus den Ergebnissen eines möglichst genauen, einfach parametrierbaren Berechnungsmodells ermittelt. Es berücksichtigt die Verlustleistungserzeugung, die maximale Temperaturerhöhung, die parasitären elektrischen Eigenschaften, das Volumen bzw. Gewicht sowie Kosten- und Fertigbarkeitsgesichtspunkte. Hierzu werden bereits bekannte, analytische Berechnungsmodelle aufgegriffen und derart modifiziert und durch neue ersetzt, daß ein guter Kompromiß zwischen Auswertungsgeschwindigkeit und Genauigkeit erzielt wird.

Der Gütefunktion wird ein Vektor mit den freien Parametern des Entwurfes übergeben, der von einem Optimierungsalgorithmus solange variiert wird, bis ihr Wert minimal ist. Er ist frei konfigurierbar und enthält die zu optimierenden geometrischen Abmessungen des Kernes, die Lagedicken und Isolationsdicken. Die Schachtelung der Wicklung und die Organisation innerhalb der Lagen wird als zusätzliche Iteration in der Gütefunktion so bestimmt, daß ihr Wert minimal wird.

Dadurch ist die Abhängigkeit der Güte vom Parametervektor unstetig, so daß nur Optimierungsalgorithmen zur Minimierung in Frage kommen, die keine Ableitungen der Gütefunktion benötigen. Es wird daher eine deterministische Suchmethode und eine nicht deterministische Evolutionsmethode zur Minimierung des Gütewertes verwendet.

Die Auswahl des Kerntyps und die Startwerte dieses Parametervektors werden mit einem stark vereinfachten Berechnungsmodell auf Basis des Flächenproduktansatzes vor der eigentlichen Parameteroptimierung ermittelt. Sie erlaubt die analytische Optimierung der Baugröße.

Als Ergebnis der automatisierten Optimierung wird die Bauanleitung eines möglichst global optimalen Entwurfsergebnisses ausgegeben.

Um die Auswirkungen der nach dem Entwurf bekannten parasitären Effekte auf die Klemmengrößen berücksichtigen zu können, werden aus den Impedanzen bzw. Impedanzmatrizen dieses optimierten Entwurfes zusätzlich Ersatzschaltbilder mit gleichem statischen Klemmenverhaltens ermittelt. Die Auswirkungen der quasi-stationären Feldstärkeverteilung wird durch die Approximation der Spulenimpedanz oder charakteristischen Impedanzen des Mehrwicklungstransformators durch Partialbruchnetzwerke erreicht.

Mit einem Ersatznetzwerk aus idealen Kondensatoren, das mit den Klemmen dieser Ersatzschaltbilder verbunden wird, werden die Auswirkungen der Koppel- und Eigenkapazitäten berücksichtigt.

Die Berechnungsmodelle werden in einem eigenen Kapitel ausführlich anhand von Vergleichen mit Messungen geprüft und die Genauigkeitsgrenzen aufgezeigt. Die Möglichkeiten und Funktionstauglichkeit der automatisierten Optimierung wird beispielhaft an Entwurfsaufgaben mit industrienahen Bauelement-Spezifikationen belegt.