

Mastertarbeit



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Institut für
Elektrische
Energiewandlung

„Berechnung des Nutöffnungseinflusses auf das Luftspaltfeld einer PM-Synchronmaschine mittels Konformer Abbildungen“

Hintergrund

Betrachtet wird eine Permanentmagnet-Synchronmaschine mit genutetem Stator, nicht-segmentiertem Oberflächenmagneten und Bandage für den Einsatz als Hochdrehzahl-Motor (1 kW , 60000 min^{-1}), z.B. als Pumpenantrieb. Die Maschine ist nur wenig gesättigt ($B_\delta < 0.5 \text{ T}$), weshalb analytische Feldberechnungen hinreichend präzise sind.

Die Flussdichteverteilung im Luftspalt weist im Bereich der Nutöffnungen deutliche Einbrüche aufgrund der geringeren Permeanz auf. Diese Einbrüche führen zu verringerten Amplituden der involvierten Arbeitswellen, welche üblicherweise durch den sogenannten Carter-Faktor k_C berücksichtigt werden. Da die betrachtete Maschine einen hohen effektiven Luftspalt im Vergleich zu den Polteilungen der Arbeitswellen aufweist, ist dieser Einfluss allerdings eher gering $k_C = 1.02$. Problematisch ist jedoch, dass die Theorie des Carter-Faktors im kartesischen Koordinatensystem bei als unendlich breit angenommenen Statorzähnen und großer Polteilung im Verhältnis zur Nutteilung gilt und die Krümmung des Felds aufgrund der Flusskonzentration bei zylindrischen Anordnungen vernachlässigt.

Wesentlich relevanter ist jedoch, dass diese Feldeinbrüche zu asynchron zum Rotor drehenden Feldwellen nutfrequenter Natur führen. Diese induzieren Wirbelströme und führen zu Verlusten im Permanentmagneten. Besagte Wirbelstromverluste sind kritisch, weil der Rotor der Maschine als Innenläufer thermisch schlecht an Wärmesenken angebunden ist, was eine genaue Berechnung der Verluste nötig macht.

In der Vergangenheit wurde am *Institut für Elektrische Energiewandlung* bereits das Feld im Luftspalt der Maschine magnetostatisch berechnet (siehe beispielhaft Abb. 1). Es ist deshalb Gegenstand aktueller Untersuchungen, den Nutöffnungseinfluss präziser als durch die Verwendung des Carter-Faktors zu berechnen. Dies macht zum einen die Betrachtung der Feldkrümmung und zum anderen die Berücksichtigung des Einflusses benachbarter Nuten nötig.

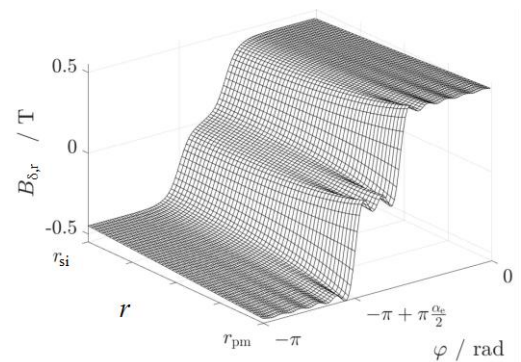


Abb. 1: Radialer Flussdichteverlauf eines radial magnetisierten Permanentmagneten im Luftspalt mit einer Polbedeckung von 0.8 (analytische Berechnung, Nutöffnungseinfluss am Stator vernachlässigt)

Aufgabenstellung

- Zusammenstellen der Methoden zur Feldberechnung mit und ohne Berücksichtigung von Wirbelströmen ohne Nutöffnungseinfluss
- Zusammenstellen der Methoden zur Berücksichtigung des Nutöffnungseffekts für das Ein-Nut- und Mehr-Nut-Modell unter Verwendung von konformen Abbildungen (u.a. Schwarz-Christoffel Transformation)
- Zusammenführung der Modelle aus den beiden genannten Punkten
- Berechnung der Wirbelstromverluste im Permanentmagneten mit Hilfe des Poynting-Vektors
- Berechnung des Drehmoments in Abhängigkeit von der Zeit zur Untersuchung der Rippel

Voraussetzungen: Elektrische Maschinen und Antriebe, Grundlagen der Elektrodynamik, Matlab-Vorkenntnisse

Termine und Organisation

Bearbeitungszeitraum: Sommer 2019

Betreuer: Daniel Dietz
Raum S310|216
Email: ddietz@ew.tu-darmstadt.de