

8 Zusammenfassung und Ausblick

8.1 Zusammenfassung

Die Zielsetzung der vorliegenden Diplomarbeit bestand darin, die charakteristischen Eigenschaften eines innenliegenden, permanentmagneterregten Synchronmotors in einem Modell zu beschreiben. Zur Ermittlung dieser Charakteristika wurden vorhandene Daten von Spannungsmessungen im Stillstand des Motors, bei unterschiedlicher Rotorlage, genutzt.

Im Rahmen einer Fourier-Transformation wurde das Verhalten zwischen den Messdaten bei unterschiedlicher Lage des Rotors verglichen. Anschließend wurden weitere Versuchsreihen der Spannungsmessungen im Stillstand durchgeführt, um das Verhalten der vorhandenen Messungen zu bestätigen. Die Schlussfolgerung aus der Fourier-Transformation zeigte, dass die Messdaten eindeutig in einem Abstand des mechanischen Winkels von 45 Grad differenziert werden konnten. Eine höhere Auflösung zur genaueren Unterscheidung der Messungen war nicht möglich.

Anschließend wurde das Modell des Motors entwickelt. Die Messdaten zeigten in ihrem abklingenden Verhalten geringe Schwingungen auf. Solche Schwingungen werden von PT_2 -Gliedern hervorgerufen. Damit wurde ein Motormodell erschaffen, das die erforderlichen Komponenten für ein PT_2 -Verhalten beinhaltet. Hierbei wurde ein paralleles RC -Glied mit nachgeschalteter Induktivität L verwendet. Anschließend wurden die Parameter aus den Daten der Spannungsmessungen mit einem, in Matlab erstellten Programm, berechnet. Das Modell des Motors wurde sowohl einphasig, als auch dreiphasig betrachtet. Für eine einphasige Betrachtung des Modells, konnten die Parameter RLC die Messdaten eindeutig in einem Winkel von 60 Grad unterscheiden. Bei dem dreiphasigen Modell war ein größerer Definitionsbereich von 90 Grad, des mechanischen Winkels, möglich.

Mit Simulationen, die im Programm P-Spice durchgeführt worden sind, wurde das Modell des Motors qualitativ getestet. Es fanden einphasige und dreiphasige Simulationen des Motorenmodells statt. Die Simulation konnte das Verhalten der Parameter RLC über die Position des Rotors bestätigen.

Als nächstes wurde die Übertragungsfunktion des Motormodells im Bildbereich bestimmt und als Übergangsfunktion in den Zeitbereich transformiert. Die Güte der Übergangsfunktion wurde mit einer Fehleranalyse bewertet. Dies geschah auch mit den Simulationsergebnissen aus P-Spice. Mit der Übergangsfunktion konnte das Verhalten des Motors sowohl qualitativ, als auch quantitativ beschrieben werden, während mit den Simulationsergebnissen ausschließlich qualitative Merkmale ermittelt werden konnten.

Die systemcharakteristischen Eigenschaften, die aus den vorhandenen Messdaten hervorgingen, des IPMSM konnten mit Hilfe des entwickelten Modells reproduziert werden. Der mechanische Winkel der Rotorlage ließ sich eindeutig auf 90 Grad im Stillstand des IPMSM bestimmen.

8.2 Ausblick

Um die Eindeutigkeit des mechanischen Winkels, zur Bestimmung der Rotorlage am Motor, zu erweitern, sind weitere Untersuchungen auf diesem Themengebiet notwendig. Das Modell beschreibt ausschließlich das charakteristische Verhalten des Motors im Stillstand. Insgesamt besitzt der Motor drei Betriebsweisen: der Stillstand des Motors, der Betrieb des Motors im Ankerstellbereich und der Betrieb des Motors im Feldstellbereich. Deshalb muss das Modell für die beiden anderen Betriebsweisen des Motors angepasst werden.

Der periodische Rechteckimpuls der Eingangsspannung wurde, während den Messungen der Rotorlage am Motor, ausschließlich in der Höhe der Amplitude verändert. Für zukünftige Untersuchung wäre es sinnvoll, das Verhalten des Eingangssignals, beispielsweise die Frequenz zu ändern, um weitere qualitative und quantitative Merkmale des Motors, in Abhängigkeit der Position des Rotors, zu erhalten.

Schließlich können noch Messungen bei Sättigungseffekten des Motors durchgeführt werden, um das Verhalten der Messsignale weiter zu differenzieren. Nachdem eine Hysterese kein eindeutiges, symmetrisches Verhalten aufweist, wäre es möglich die Messdaten in einem größeren Positionsbereich zu differenzieren.