



Projektarbeit

über das Thema

Auslegung eines parametrisierten Modells einer vektorgeregelten anisotropen Synchronmaschine

Autoren: Benjamin Ternes
benjamin.ternes@fernuni-hagen.de
Matrikelnummer: 014102076

Jan Feldkamp
jan.feldkamp@hs-bochum.de
Matrikelnummer: XXXXXXXXXX

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. A. Bergmann

Abgabedatum: 8. August 2014

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Symbolverzeichnis	1
1 Grundlagen der Synchronmaschine	2
1.1 Dreiphasensystem	2
1.2 Magnetfelder	2
1.2.1 Strombelag	2
1.3 Synchronmaschine	3
1.3.1 Anisotrope Synchronmaschine	3
Literatur	4

Abbildungsverzeichnis

1.1 Darstellung des Dreiphasensystem mit MATHEMATICA.	2
---	---

Tabellenverzeichnis

Symbolverzeichnis

Allgemeine Symbole

Symbol	Bedeutung	Einheit
I	elektrische Stromstärke	A
Θ	elektrische Durchflutung	A
A	elektrischer Strombelag	A/m
J	elektrische Stromdichte	A/m^2
H	magnetische Feldstärke	A/m
μ_0	magnetische Feldkonstante	Vs/Am
μ_r	relative Permeabilität	
B	magnetische Flussdichte	$T = Vs/m^2$
Φ	magnetischer Fluss	Vs
Ψ	verketteter Fluss	Vs
L, M	Induktivitäten	$H = Vs/A$
U	elektrische Spannung	V
V	magnetisches Vektorpotenzial	Vs/m
V_m	magnetische Spannung	A

1 Grundlagen der Synchronmaschine

Um auf die Regelung einer anisotropen Synchronmaschine einzugehen, werden im folgenden einige Grundlagen erörtert.

1.1 Dreiphasensystem

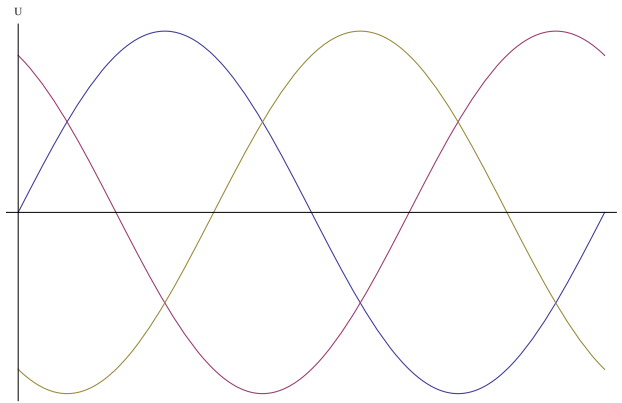


Abbildung 1.1: Darstellung des Dreiphasensystem mit MATHEMATICA.

1.2 Magnetfelder

1.2.1 Strombelag

Die zeitliche und örtliche Änderung von Magnetfeldern in elektrischen Maschinen wird bestimmt durch die Anordnung stromdurchflossener Leiter und die Art der Speisung (Hofmann 2013, S. 199). Die räumliche Verteilung des Stromes wird durch den Strombelag wiedergegeben. Wenn die Oberfläche eines ferromagnetischen Körpers einen Strombelag A führt, d. h. wenn eine flächenhafte Strömung vorliegt, liefert das Durchflutungsgesetz

$$\oint_s \vec{H} d\vec{s} = w \cdot I = \Theta \quad (1.1)$$

$Hds = Ads$, d. h. $H = A$ bzw. $B = \mu A$. Folgernd existieren neben den Normalkomponenten, B_n und H_n die Tangentialkomponenten H_t und B_t der Feldgrößen. Die Feldlinien treten nicht mehr senkrecht aus der Randkurve aus, sondern unter einem Winkel α .

$$\alpha = \arctan\left(\frac{B_n}{\mu A}\right) \quad (1.2)$$

Der Strombelag wird über dem Umlauf einer Spule bzw. Spulengruppe angegeben.

$$\Theta(x) = - \int_{x_0}^x A(x) dx \quad (1.3)$$

damit erhält man durch Differentiation den Strombelag A

$$A(x) = -\partial_x \Theta(x) \quad (1.4)$$

mit

$$\Theta(x) = \hat{\Theta}(x) \cdot \cos\left(\frac{\pi}{\tau_p}(x - x_\mu)\right) \quad (1.5)$$

Nach 1.3 ist offensichtlich, dass eine sinusförmige Durchflutungsverteilung nur dann entstehen kann, wenn der Ankerstrombelag ebenfalls sinusförmig, aber um eine Polteilung versetzt ist (Müller 2005, S. 247).

1.3 Synchronmaschine

1.3.1 Anisotrope Synchronmaschine

Literatur

- Binder, Andreas (2012). *Elektrische Maschinen und Antriebe: Übungsbuch - Aufgaben mit Lösungsweg*. Berlin: Springer.
- Bolte, Ekkehard (2012). *Elektrische Maschinen*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. (Besucht am 14.07.2014).
- Bronstein, I. N. u. a. (2012). *Taschenbuch der Mathematik*. 8. Aufl. Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch.
- Felderhoff, Rainer und Udo Busch (2006). *Leistungselektronik*. 4. Aufl. München: Hanser.
- Fischer, Rolf (2009). *Elektrische Maschinen*. 14. Aufl. München: Hanser.
- Fuest, Klaus und Peter Döring (2004). *Elektrische Maschinen und Antriebe: Lehr- und Arbeitsbuch ; mit zahlreichen durchgerechneten Beispielen und Übungen sowie Fragen und Aufgaben zur Vertiefung des Lehrstoffes*. Wiesbaden: Vieweg.
- Gerke, Wolfgang (2012). *Elektrische Maschinen und Aktoren: Eine anwendungsorientierte Einführung*. (Besucht am 13.07.2014).
- Grune, Rayk (2012). »Verlustoptimaler Betrieb einer elektrisch erregten Synchronmaschine für den Einsatz in Elektrofahrzeugen«. Dissertation. TU Berlin.
- Hagmann, Gert (2008). *Grundlagen der Elektrotechnik*. 13. Aufl. Ulm: AULA.
- Hahn, Ulrich (2007). *Physik für Ingenieure*. München: Oldenbourg.
- Henke, Heino (2011). *Elektromagnetische Felder: Theorie und Anwendung*. 4. Aufl. Berlin: Springer.
- Hofmann, Wilfried (2013). *Elektrische Maschinen: [Lehr- und Übungsbuch]*. München [u.a.]: Pearson.
- Kellner, Sven (2012). »Parameteridentifikation bei permanenterregten Synchronmaschinen«. Dissertation. TU Erlangen-Nürnberg.
- Knorrenschild, Michael (2014). *Mathematik für Ingenieure 2: Angewandte Analysis im Bachelorstudium*. München: Hanser.

- Kofler, Michael und Hans-Gert Gräbe (2002). *Mathematica: Einführung, Anwendung, Referenz*. München [u.a.]: Addison-Wesley.
- Kremser, Andreas (2004). *Elektrische Maschinen und Antriebe: Grundlagen, Motoren und Anwendungen ; mit 10 Tabellen*. Stuttgart [u.a.]: Teubner.
- Lingnau, Anselm (2007). *LaTeX hacks*. Köln: O'Reilly.
- Lutz, Holger und Wolfgang Wendt (2012). *Taschenbuch der Regelungstechnik*. 9. Aufl. Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch.
- Müller, Gernar (2005). *Elektrische Maschinen*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Müller, Gernar u. a. (2008). *Berechnung elektrischer Maschinen*. Weinheim: Wiley-VCH-Verl.
- Nuss, Uwe (2010). *Hochdynamische Regelung elektrischer Antriebe*. Berlin; Offenbach: VDE-Verl.
- Papula, Lothar (2003). *Mathematische Formelsammlung*. 8. Aufl. Wiesbaden: Vieweg.
- Papula, Lothar (2009a). *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler: Band 1, Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium*. 12. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Papula, Lothar (2009b). *Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler: Band 2, Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium*. 12. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Perassi, Hector (2006). »Feldorientierte Regelung der permanenterregten Synchronmaschine ohne Lagegeber für den gesamten Drehzahlbereich bis zum Stillstand«. Dissertation. TU Ilmenau.
- Riefenstahl, Ulrich (2010). *Elektrische Antriebssysteme: Grundlagen, Komponenten, Regelverfahren, Bewegungssteuerung*. 3. Aufl. Vieweg+Teubner Verlag.
- Scherf, Helmut (2010). *Modellbildung und Simulation dynamischer Systeme eine Sammlung von Simulink-Beispielen*. München: Oldenbourg.
- Schlosser, Joachim (2014). *Wissenschaftliche Arbeiten schreiben mit LaTeX : Leitfaden für Einsteiger*. 5. Aufl. Heidelberg u. a.: mitp.
- Schröder, Dierk (2000). *Elektrische Antriebe: Grundlagen*. Berlin [u.a.]: Springer.
- Schröder, Dierk (2001). *Regelung von Antriebssystemen*. Berlin [u.a.]: Springer.
- Stöcker, Horst (2010). *Taschenbuch der Physik*. 6. Aufl. Frankfurt am Main: Verlag Harri Deutsch.

- Unbehauen, Heinz (2008). *Regelungstechnik I: Klassische Verfahren zur Analyse und Synthese linearer kontinuierlicher Regelsysteme, Fuzzy-Regelsysteme*. 15. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Unbehauen, Heinz (2009). *Regelungstechnik II: Zustandsregelungen, digitale und nichtlineare Regelsysteme*. Auflage: 9., durchges. u. korr. Aufl. 2007. 2., korr. Nachdruck 2009. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag. 447 S.
- Unbehauen, Heinz (2011). *Regelungstechnik III: Identifikation, Adaption, Optimierung*. Auflage: 7., korr. Aufl. 2011. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag. 616 S.
- Wökl-Bruhn, Henning (2009). »Synchronmaschine mit eingebetteten Magneten und neuartiger variabler Erregung für Hybridantriebe«. Dissertation. TU Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig.