

VERGLEICH DER KRAFTWIRKUNGEN VON 2/3 – PPSM UND 4/3 – PPSM

Z. Shi

Am Institut für Elektrische Maschinen, Antriebe und Bahnen werden verschiedene Antriebskonzepte entwickelt und intensiv untersucht. Durch Einsatz moderner Permanentmagnete mit hoher Remanenz und Energiedichte spielen die permanentmagneterregten Maschinen eine immer größere Rolle. Neben der klassischen permanentmagneterregten Synchronmaschine (PMSM) wurde eine Maschinengruppe untersucht, deren Wicklungen aus einfachen Einzelzahnspulen mit extrem kurzem Wickelkopf bestehen [1], [2]. Dazu gehören Polyphasige Permanentmagneterregte Synchronmaschinen (PPSM). Es gibt verschiedene Auslegungen aufgrund der Beliebbarkeit des Verhältnisses zwischen Stator- und Rotorpolen dieses Maschinentyps. Die Auslegungen mit der Strangzahl 3, bei einer Permanentmagnetpolzahl von 2 oder 4 je Elementarmaschine, d.h. 2/3 – PPSM und 4/3 – PPSM, sind besonders attraktiv. Hier werden die Kraftwirkungen der beiden Auslegungen anhand eines Linearmodells überprüft und verglichen.

Um die Ergebnisse miteinander vergleichen zu können, werden gleiche Abmessungen für Stator, Rotorjoch und Luftspalt gewählt. Die beiden Auslegungen unterscheiden sich nur in der PM-Leiste: Die 2/3 – PPSM hat im Vergleich zur 4/3 – PPSM die doppelte Permanentmagnetbreite und eine halbierte Permanentmagnet - Polzahl. Als Folge davon hat die 2/3 – PPSM weniger Fertigungsaufwand, der Materialaufwand ist dabei jedoch gleich.

Die Polmodelle und die Feldverteilungen bei Maximalschub, jeweils für 2/3 – PPSM und 4/3 – PPSM, sind in **Bild 1** und **Bild 2** gezeigt.

Mittels FEM wurden die Vortriebskraft und die Normalkraft berechnet. **Bild 3** zeigt die relative Schub- und Normalkraftschwankung bei Verschiebung des Stators mit Bemessungsstrom, bei dem alle Werte auf den mittleren Schub der 4/3 – PPSM bezogen sind. Die einzelnen Strangströme werden dem Bewegungsfortschritt entsprechend und gemäß zeitlich sinusförmiger Ströme angepasst. In **Tabelle 1** werden die Ergebnisse zusammengefasst und verglichen.

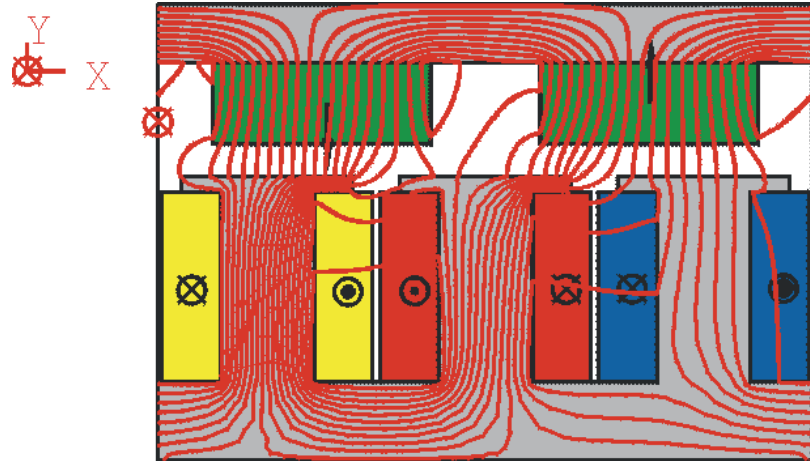


Bild 1: Polmodell und Feldverteilung bei Maximalschub der 2/3 – PPSM

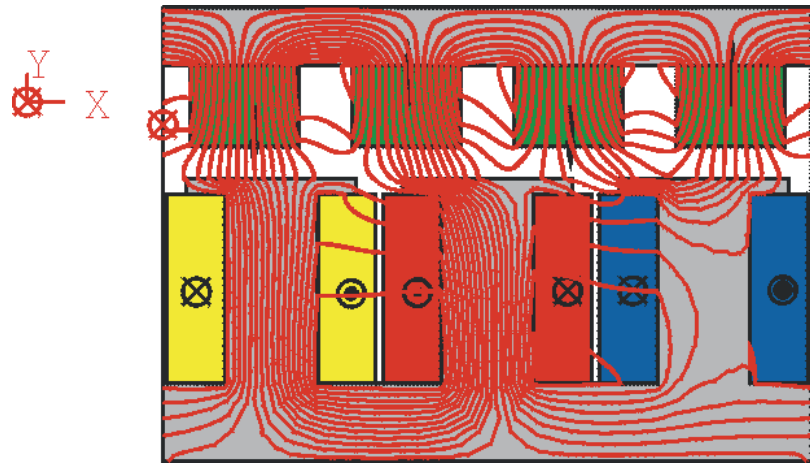


Bild 2: Polmodell und Feldverteilung bei Maximalschub der 4/3 – PPSM

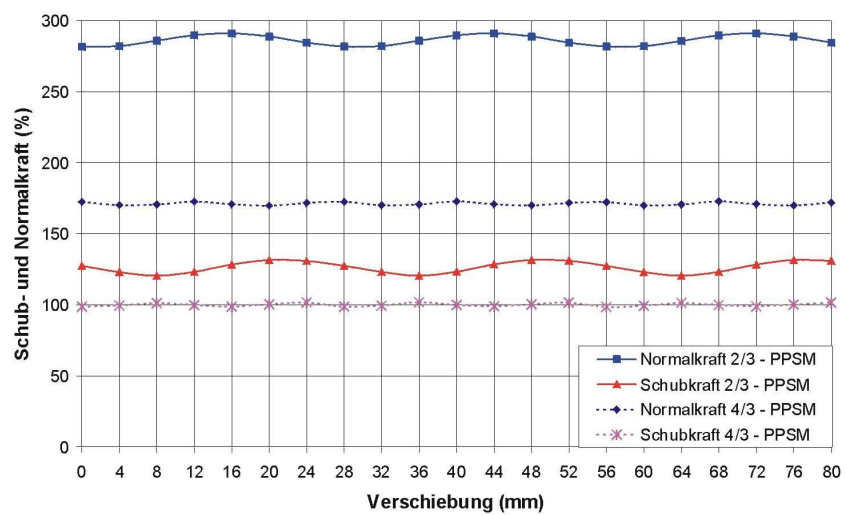


Bild 3: Relative Schub- und Normalkraftschwankungen bei Verschiebung des Stators (mit Bemessungsstrom)

Tabelle 1: Vergleich der Geometriedaten und Kraftwirkung

Größe / Merkmal	2/3 – PPSM	4/3 – PPSM
Geometrie:		
Luftspalt / Magnethöhe	0,4	
Polbedeckungsverhältnis	2/3	
Magnetbreite / Magnethöhe	8/3	4/3
FE-Ergebnisse:		
Vortriebskraftdichte	129 %	100 %
Max. Schubschwankung bei Verschiebung des Stators mit Bemessungsstrom	+4,0 %	+1,7 %
	-4,7 %	-1,5 %

Im Vergleich zur 4/3 – PPSM hat die 2/3 – PPSM unter gleichen Bedingungen eine ca. 30% größere Schubkraft. Deswegen ist die 2/3 – PPSM eine attraktivere Lösung als die 4/3 – PPSM, obwohl die maximale Schubkraftschwankung der 4/3 – PPSM um absolut ca. 3% kleiner ist. Zur Reduktion der Kraftschwankungen sind grundsätzlich eine Reihe von Maßnahmen denkbar. Es ist davon auszugehen, dass auch für die 2/3 – PPSM eine weitgehend gleichmäßige Schubbildung erzielt werden kann.

LITERATUR

- [1] W.-R. Canders, F. Laube, H. Mosebach: "PM excited polyphase synchronous machines with single-phase segments featuring simple tooth coils", Proc. ICEM 2002, Bruges, Belgien
- [2] W.-R. Canders, F. Laube, H. Mosebach: "High thrust double-sided permanent magnet excited linear synchronous machine with shifted stators", Proc. LDIA 2001, Nagano, Japan, S. 435-440
- [3] M. R. Rezaei: "Polyphasige Permanentmagneterregte Drehstromsynchronmaschinen (PPSM)", IMAB-Jahresbericht 2001, S. 42-44