



Rastkräfte bei Lineardirektantrieben- ein Vergleich

P. Joerges, W. Schinköthe (IKFF)

Beitrag zum

18. Kleinmaschinenkolloquium

Ilmenau

18. - 19. März 2010

© 2010 Institut für Konstruktion und Fertigung in der Feinwerktechnik

Rastkräfte bei Lineardirektantrieben- ein Vergleich

Dipl.-Ing. Philipp Joerges / Institut für Feinwerktechnik (IKFF), Universität Stuttgart

Wie bei allen Elektromotoren, treten auch bei Lineardirektantrieben Rastkräfte, also Reluktanzkräfte auf. Sie wirken zwischen den Eisenoberflächen des Primärteils und den Magneten des Sekundärteils. Diese Kräfte stören den Betrieb von Lineardirektantrieben und sind verantwortlich für nicht konstante Schubkräfte. Sie erzeugen einen welligen Geschwindigkeitsverlauf und haben schließlich eine begrenzte Positioniergenauigkeit des Läufers zu Folge. Durch Verändern der Geometrie, wie auch der Regelungsstruktur lässt sich zeigen, dass die Rastkräfte bei asymmetrischen Lineardirektantrieben stark reduziert werden können, eine bessere Laufruhe und eine höhere Positioniergenauigkeit erreicht werden kann.

Gelegentlich findet man in der Literatur Hinweise, wie Rastkräfte verringert werden können. Eine systematische Einteilung der einzelnen Maßnahmen und deren Auswirkungen auf die Dynamik und die Kraftentwicklung von eisenbehafteten Lineardirektantrieben wurden bisher nicht nachgewiesen.

Um die störenden Rastkräfte besser Handhaben zu können, wurden die geometrischen Modifikationsmöglichkeiten am Läufer mittels Finite-Element-Methode auf Basis des Programms „Maxwell“ in den realitätsnahen Grenzen systematisch variiert. Hierfür wurden markante Rückschlussvarianten aufgebaut, durch Messung überprüft und dokumentiert. Parallel wurden verschiedene Fahrtregler, wie z.B. modellbasierte Regler und Regelungsstrukturen mittels Simulation (MatLab/Simulink) dargestellt und mit dSpace überprüft.

Insgesamt können Rastkräfte geometrisch beispielsweise durch Veränderung der finiten Rückschlusslänge, durch Schrägstellen der Eisenkanten und/oder Magnetkanten und durch Veränderung der Zahnform reduziert werden. Bei der Wahl der Regelungsstrukturen zeigen modellbasierte Internal Modell Control Regelungen in Kombination mit einer eigens entwickelten Störgrößenaufschaltung jedoch die geringsten Schwankungen im Geschwindigkeitsverlauf bei gleichzeitig hoher Positioniergenauigkeit und Wiederholbarkeit.

Fazit:

Durch geometrische Veränderung, wie auch durch Anwendung einer geeigneten Regelung können Rastkräfte fast vollständig reduziert werden. Es zeigt sich bei der Anwendung der Finiten-Element-Simulation, dass Rastkräfte vorher bestimmbar sind und in weiten Bereichen durch reale Modelle bestätigt werden. Dabei üben Fertigungstoleranzen am Motor und die Vernetzung der Simulationsmodelle bei den Ergebnissen möglicherweise einen größeren Einfluss aus als vermutet.
