

Berichte aus der Steuerungs- und Regelungstechnik

Harald Wertz

**Automatisierte Inbetriebnahme
der Drehzahlregelung für rotierende Direktantriebe
mit hohen Rundlaufanforderungen**

D 466 (Diss. Universität Paderborn)

Shaker Verlag
Aachen 2005

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2005

Copyright Shaker Verlag 2005

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-4007-1

ISSN 0945-1005

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Automatisierte Inbetriebnahme der Drehzahlregelung für rotierende Direktantriebe mit hohen Rundlaufanforderungen

Dipl.-Ing. Harald Wertz

Zusammenfassung:

Getriebebehaftete Antriebe bringen neben störenden Übertragungsfehlern auch einen hohen Aufwand bezüglich Montage und Wartung mit sich. Diese Nachteile werden in zunehmendem Maße durch den Einsatz von getriebelosen Direktantrieben vermieden. Die Ersetzung getriebebehafteter Antriebe durch gleichwertige Direktantriebe hat weitreichende Auswirkungen auf die Anforderungen an Motor, Sensorik, Mechanik und Antriebsregelung. Aufgrund des Wegfalls der Getriebeübersetzung werden in der Direktantriebstechnik Motoren mit hohem Drehmoment benötigt, da die vom Prozess geforderte mechanische Leistung üblicherweise bei geringen bis mittleren Drehzahlen bereitgestellt werden muss. Im Vergleich zu anderen Motortypen bieten permanenterregte Synchronmotoren aufgrund des aktiven Magnetmaterials hohe Spitzen- und Dauerdrehmomente bei gleichzeitig gutem Wirkungsgrad und geringer Baugröße. Die bei permanenterregten Synchronmotoren auftretenden lagewinkelabhängigen Drehmomentüberschwingungen führen - auch bei geringer Amplitude - häufig zur Anregung von schwach gedämpften mechanischen Eigenfrequenzen im Antriebsstrang, die z.B. durch elastische Kupplungen hervorgerufen werden.

In der vorliegenden Arbeit sind Maßnahmen und Verfahren untersucht worden, um den Rundlauf von rotierenden Direktantrieben mit permanenterregten Synchronmotoren zu optimieren. Hierzu ist unter anderem der Einfluss der motorbedingten Drehmomentwelligkeit auf die Drehzahl zu minimieren. Dies kann zum einen durch die Kompensation der störenden Drehmoment-Oberschwingungen mit Hilfe von experimentell ermittelten Kennlinien erfolgen. Zum anderen kann durch Optimierung des Störverhaltens der Drehzahlregelung der Einfluss der verbleibenden Drehmomentwelligkeit auf die Motordrehzahl minimiert werden. Die zuletzt genannte Maßnahme erfordert eine genaue Modellbildung des mechanischen Teils der Regelstrecke, der in der Regel durch ein Zweimassensystem approximiert werden kann.

Am Beispiel eines für die Direktantriebstechnik entwickelten permanenterregten Synchron-Transversalflussmotors wird die kennliniengestützte Kompensation der Drehmomentwelligkeit beschrieben. Darüberhinaus wird ein automatisiertes Verfahren zur Parameteridentifikation für schwingungsfähige Zweimassensysteme vorgestellt. Es basiert auf der Analyse des experimentell bestimmten Frequenzgangs der Mechanik mit dem Motordrehmoment als Eingangsgröße und der Motordrehzahl als Ausgangsgröße. Die Allgemeingültigkeit des Verfahrens wird durch eine Simulationsstudie sowie durch Messungen an Antriebsachsen verschiedener Industriemaschinen belegt. Basierend auf dem Zweimassenmodell wird mittels Riccati-Entwurf ein Drehzahlregler mit optimalem Störverhalten ermittelt. Durch das verwendete Entwurfsverfahren werden sowohl Stellgliedbegrenzungen als auch die Robustheit gegenüber Modellfehlern berücksichtigt.

Sowohl für die Identifikation als auch für die Regelung wird ein qualitativ hochwertiger Drehzahlstwert benötigt. Mit der Drehzahlbestimmung durch Integration der gemessenen Winkelbeschleunigung ist ein Verfahren untersucht worden, bei dem der von inkrementellen Lage-messsystemen bekannte Quantisierungsfehler prinzipbedingt deutlich vermindert ist. Experimentelle Ergebnisse mit einem Ferraris-Beschleunigungssensor zeigen das Verbesserungspotenzial dieses Messverfahrens gegenüber rein differenzierenden Methoden.