Berichte aus der Steuerungs- und Regelungstechnik

Frank Schütte

**Automatisierte Reglerinbetriebnahme für elektrische
Antriebe mit schwingungsfähiger Mechanik**

D 466 (Diss. Universität Paderborn)

Shaker Verlag
Aachen 2003

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Schütte, Frank:

Automatisierte Reglerinbetriebnahme für elektrische Antriebe mit
schwingungsfähiger Mechanik / Frank Schütte.

Aachen : Shaker, 2003

(Berichte aus der Steuerungs- und Regelungstechnik)

Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2002

ISBN 3-8322-1226-4

Copyright Shaker Verlag 2003

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-1226-4

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

Zusammenfassung

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Entwicklung eines Gesamtkonzepts zur industriell einsetzbaren, automatisierten Inbetriebnahme elektrischer Antriebe mit schwingungsfähiger, z.T. nichtlinearer Mechanik.

Um eine Verbesserung der Regelgüte sowie der Dynamik des geregelten Systems durch den Einsatz eines speziell für die jeweils vorliegende Mechanik geeigneten Reglers zu erzielen, wurde die Gesamtprozedur der Inbetriebnahme in die Teilaufgaben

- sequentielle, schematisierte Identifikation der wesentlichen Parameter der angekuppelten Mechanik sowie
- automatisierte Auswahl und Parametrierung eines zur Drehzahl- und Lageregelung geeigneten Reglers

gegliedert.

Sowohl zur Identifikation als auch zur Regelung wurden bekannte und allgemein akzeptierte Verfahren so modifiziert und implementiert, dass sie im Rahmen der automatisierten Inbetriebnahme eingesetzt werden können.

Die sequentielle Identifikation der Mechanik basiert darauf, zunächst die Parameter eines Einmassensystems sowie die dominanten Eigenfrequenzen der Mechanik zu identifizieren. Die Ergebnisse werden dann zur Parametrierung eines Drehzahlstützreglers sowie eines Testsignals genutzt, um in einem Arbeitspunkt den Frequenzgang der linearisierten Mechanik zu messen. Anschließend werden die Parameter eines Zwei- oder Dreimassensystems aus dem gemessenen Frequenzgang extrahiert. Im letzten Punkt der sequentiellen Identifikation können die Nichtlinearitäten Reibung und Lose identifiziert werden.

Zur automatisierten Auswahl eines geeigneten Reglers wurden

- ein generisches Konzept zur systematischen Analyse verschiedener Drehzahlregler,
- verschiedene spezifische Kriterien zur Beurteilung von Regelgüte und Robustheit,
- ein Verfahren zur Bewertung der Eignung in Abhängigkeit sowohl der Parameter der Mechanik als auch der Anforderungen an die Regelung entwickelt sowie
- eine Reduzierung und Normierung der wesentlichen Strecken- und Reglerentwurfparameter

vorgenommen.

Für die verschiedenen Regler und Kriterien werden in Abhängigkeit von den wesentlichen Kenngrößen der Regelstrecke mittels numerischer Simulation Kennfelder ermittelt und gespeichert, auf deren Basis sogenannte Eignungszahlen berechnet werden. Da der Einfluss der Nichtlinearitäten auf die Reglerauswahl von den exakten Streckenparametern sowie vom jeweiligen Arbeitspunkt, in dem das System betrieben wird, abhängt, hat es sich für die Reglerauswahl bewährt, zunächst rein lineare Regelstrecken zu betrachten und dann die Nichtlinearitäten zu berücksichtigen, indem basierend auf dem Verfahren der Harmonischen Balance Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten von Grenzyklen abgeschätzt werden. Durch Verrechnung dieser Wahrscheinlichkeiten sowie der anderen Eignungszahlen mittels Produktinferenz zur Gesamteignung wird ein für die spezielle Strecke und die gestellten Anforderungen geeigneter Regler ausgewählt, der sich durch eine einfache Struktur, eine automatisierte Berechnung der Reglerparameter sowie Robustheit gegenüber veränderlichen Streckenparametern auszeichnet. Im Rahmen der Arbeit wird dies exemplarisch gezeigt.

Abschließend wird am Beispiel einer Mechanik mit stark veränderlichen Parametern erläutert, wie das vorgestellte Konzept auch zur Regleradaption genutzt werden kann. Die Online-Identifikation der veränderlichen Parameter erfolgt hierbei mittels Erweitertem Kalman-Filter.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mit diesem Konzept ein generisches, sowohl um weitere Reglerstrukturen als auch weitere Kriterien einfach erweiterbares Verfahren zur automatisierten Inbetriebnahme vorliegt.