

Bibliographische Beschreibung

Hofmann, Stefan

Thema: Identifikation parametrischer Modelle für geregelte elektromechanische Achsen mit modifizierter sukzessiver Polkompensation

Dissertation an der Fakultät für Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz, Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse, Chemnitz, 2012

182	Seiten
70	Abbildungen
17	Tabellen
95	Literaturstellen

Referat

Geregelte elektrische Antriebe sind in heutigen Produktionsmaschinen von großer Bedeutung. Für den sicheren, entwurfsgerechten und effizienten Betrieb einer solchen Maschine leistet die Inbetriebnahme von Regelkreisen einen wesentlichen Beitrag. Automatische Inbetriebnahmesysteme sollen den Anwender bei dieser Aufgabe unterstützen, indem sie für eine große Anzahl a priori unbekannter Regelstrecken in kurzer Zeit geeignete Reglereinstellungen liefern.

Die vorliegende Arbeit verfolgt den Ansatz, das in verschiedenen Industriezweigen etablierte „Relay-Feedback-Experiment“ auf die Antriebstechnik zu übertragen. Zu diesem Zweck wird dieses Experiment mit der Methode der sukzessiven Polkompensation kombiniert, um in einem automatischen Vorgang parametrische Modelle für elektromechanische Achsen identifizieren zu können. Das Verfahren wird so aufbereitet, dass es auf verschiedene Teilregelstrecken der Lageregelkaskade anwendbar ist und somit die Grundlage eines Inbetriebnahmesystems darstellt. Die Leistungsfähigkeit des Systems wird mit Hilfe von Versuchsständen validiert. Die prototypische Implementierung des Identifikationsverfahrens auf Standardsteuerungshardware ermöglicht die schnelle Überführung der erzielten Forschungsergebnisse in die industrielle Praxis.

Schlagworte

Mechatronik, Regelungstechnik, Antriebstechnik, Identifikation, Lagereglerkaskade, elektromechanische Achse, parametrische Modelle, Relay-Feedback-Experiment, sukzessive Polkompensation, Abstimmungskriterien, Inbetriebnahmesystem, Bewegungssteuerung

Abstract

In present production machines and machine tools, controlled, electric servo drives are of great importance. The commissioning of the control loops of such machines assure their correct, efficient and safe operation. In the commissioning process, the operator is supported by automated systems, which provide appropriate controller settings for a large number of a priori unknown controlled systems, at the best in a comparatively short time.

In this dissertation thesis, a new approach for the identification of drive control systems based on the relay-feedback-experiment is presented. For this purpose, the standard relay-feedback-experiment is combined with a modified technique of gradual pole compensation. This is done to enable the identification of parametric models for several plants of electro-mechanical axes in an automated process. The developed method is processed in such a way that it is applicable to various parts of the position control loops in a cascaded system. Hence, the extended relay-feedback-experiment is the basis of the described commissioning system.

The capability of this system is validated by using various test rigs. The algorithms of the identification method are implemented on standard control hardware. Hence, it is possible to transfer the research results rapidly into industrial practice.

Keywords

mechatronics, controller engineering, drive control, identification, cascaded position controller, electro-mechanical axis, parametric model, relay-feedback-experiment, gradual pole compensation, adjustment criterion, commissioning system, motion controller

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen.....	9
Abbildungsverzeichnis.....	18
Tabellenverzeichnis.....	22
1 Einleitung.....	23
2 Stand der Technik bei der Automatisierung von Maschinen.....	25
2.1 Steuerung.....	27
2.2 Informationskopplung.....	32
2.3 Lageregelung in Kaskadenstruktur.....	38
2.3.1 Zielstellung und Entwurf von Lageregelungen.....	41
2.3.2 Ersatzmodelle.....	44
3 Inbetriebnahme von Achsregelkreisen.....	47
3.1 Inbetriebnahme.....	47
3.2 Modellbildung und Identifikation.....	50
3.3 Signale zur Identifikation.....	52
3.4 Verfahren der Identifikation.....	55
3.4.1 Modellbildung und Identifikation elastisch gekoppelter Mehrmassensysteme.....	55
3.4.2 Modellbildung und Identifikation geschlossener Regelkreise...63	
3.4.2.1 Ersatzmodell für den Stromregelkreis.....	63
3.4.2.2 Ersatzmodell für den Drehzahlregelkreis.....	66
3.4.2.3 Verfahren zur Identifikation von Ersatzmodellen.....	70
3.5 Drehzahlregelung.....	71
3.5.1 Drehzahlregelung von Einmassensystemen.....	72
3.5.2 Drehzahlregelung von Zweimassensystemen.....	74
3.6 Lageregelung.....	77

4 Motivation und Zielstellung der Arbeit.....	83
5 Modifizierte Methode der sukzessiven Polkompensation.....	85
5.1 Relay-Feedback-Experiment.....	85
5.2 Identifikation mit sukzessiver Polkompensation.....	90
5.2.1 Aufstellung von Abstimmungskriterien.....	94
5.2.2 Bewertung der Abstimmungskriterien	98
5.2.3 Erweiterung für schwingungsfähige Strecken 2. Ordnung.....	102
5.2.4 Bewertung der Abstimmungskriterien für schwingungsfähige Strecken 2. Ordnung.....	103
5.2.5 Ermittlung von Totzeit.....	106
5.2.6 Zusammenfassung und Festlegungen.....	107
5.3 Erweiterung der Methode der sukzessiven Polkompensation für integral wirkende Strecken.....	108
6 Anwendung der sukzessiven Polkompensation auf Einzelregelkreise.....	115
6.1 Auswahl einer Realisierungsplattform.....	115
6.2 Sequentielles Vorgehen zur Inbetriebnahme.....	119
6.2.1 Entwurf eines Stromsollwertfilters.....	119
6.2.2 Identifikation der Parameter des Stromregelkreises	122
6.2.3 Identifikation der dominierenden Systemfrequenz	122
6.2.4 Identifikation des Gesamtmassenträgheitsmomentes und Entwurf der Drehzahlregelung.....	128
6.2.5 Identifikation des Drehzahlregelkreises und Entwurf des Lagereglers.....	134
7 Experimentelle Ergebnisse	145
7.1 Versuchsaufbau.....	145
7.2 Ergebnisse der sequentiellen Inbetriebnahme.....	146
7.2.1 Ersatzmodell des Stromregelkreises.....	146
7.2.2 Identifikation der dominierenden Systemfrequenz.....	149
7.2.3 Identifikation des Gesamtmassenträgheitsmomentes und Entwurf der Drehzahlregelung.....	151

7.2.4 Identifikation des Drehzahlregelkreises und Entwurf des Lagereglers.....	161
8 Zusammenfassung und Ausblick.....	173
Literaturverzeichnis.....	175
Lebenslauf.....	182