

BMBF-Programm zur Förderung anwendungsorientierter
Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen

Abschlußbericht

zum Projekt:

GEPOSYN

**Geberlose Positionierung von in die
Werkzeugmaschine integrierten getriebelosen
Synchronmaschinenantrieben**

FKZ: 17N4007

Zuwendungsempfänger: Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Labor Leistungselektronik und Elektrische Antriebe
Liebigstr 87
32657 Lemgo

Projektleiter Prof. Dr.-Ing. Holger Borcharding

Tel. 05261 702250

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand innerhalb des Forschungsprojekts GEPOSYN an der Hochschule OWL im Labor Leistungselektronik und Elektrische Antriebe. Die Mitwirkenden an dem Forschungsvorhaben waren:

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Holger Borcharding

Mitarbeiter 1: M.Sc. Michael Herrmann

Mitarbeiter 2: Dipl.Ing. Arthur Teisch

Mitarbeiter 3: B.Sc. Urs Obernolte

Die Herren Michael Herrmann und Urs Obernolte waren für die Regelungstechnische Methoden zuständig.

Der Herr Arthur Teisch war für das Projektcontrolling, den mechanischen und den elektrischen Hardwareaufbau zuständig.

Inhalt

| | |
|--|-----|
| Vorwort | II |
| Inhalt..... | II |
| Liste der Symbole..... | V |
| Abkürzungsverzeichnis | VII |
| 1 Aufgabenstellung | 1 |
| 2 Voraussetzungen | 4 |
| 3 Planung und Ablauf des Vorhabens..... | 6 |
| 4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde | 8 |
| 4.1 Angabe bekannter Konstruktionen | 8 |
| 4.2 Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Projektes benutzt wurden 8 | |
| 4.3 Zusammenarbeit mit anderen Stellen | 9 |
| 5 Literaturverzeichnis | 10 |
| 6 Eingehende Darstellung des erzielten Ergebnisses und des voraussichtlichen Nutzens .. | 13 |
| 6.1 Systembeschreibung | 13 |
| 6.2 Aufbau der direktangetriebenen Spindel | 18 |
| 6.2.1 DC- Tiefsetzsteller | 19 |
| 6.2.2 Wechselrichter..... | 20 |
| 6.2.3 Motor..... | 20 |
| 6.3 Geberlose Regelverfahren | 21 |
| 6.3.1 Passive Verfahren..... | 22 |
| 6.3.2 Aktive Verfahren..... | 27 |
| 6.4 Entwicklungs- und Validierungsumgebung | 30 |
| 6.5 Die permanentmagneterregte Synchronmaschine (PMSM) | 31 |
| 6.6 Maschinenmodell..... | 34 |
| 6.7 Feldorientierte Regelung | 37 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.8 | Beobachter | 39 |
| 6.9 | Eingesetzte Beobachter..... | 40 |
| 6.9.1 | Erweiterter Kalman- Filter | 40 |
| 6.9.2 | Sliding- Mode- Beobachter | 59 |
| 6.10 | Simulationsergebnisse | 67 |
| 6.10.1 | Erkennung der initialen Rotorposition | 67 |
| 6.10.2 | Simulationsergebnisse bei Hochlauf | 69 |
| 6.10.3 | Messungen an der realen Maschine | 70 |
| 6.10.4 | Verhalten der Regelung bei veränderten Parametern..... | 73 |
| 7 | Verwertbarkeit des Ergebnisses | 76 |
| 8 | Erfahrungen bekanntgewordenen Fortschritts auf diesem Gebiet bei anderen Stellen | 78 |
| 9 | Erfolgte oder geplante Publikation des Ergebnisses..... | 79 |
| 10 | Weitere Aussagen zu Partnern und Drittmitteln | 80 |
| 10.1 | Projektpartner | 80 |
| 10.2 | Eingeworbene Drittmittel | 80 |
| 10.3 | Verbesserung der Drittmittelfähigkeit..... | 81 |
| 11 | Abbildungsverzeichniss | 82 |

Liste der Symbole

| | |
|------------|-------------------------------------|
| A | Magnetisch durchsetzte Fläche |
| δ | Luftspalt |
| γ | Rotorwinkel |
| $i I$ | Strom |
| J | Massenträgheit |
| K | Verstärkung Sliding- Mode- Glied |
| L | Induktivität |
| M | Moment |
| μ_r | Relative Permeabilität |
| μ_0 | Magnetische Feldkonstante |
| n | Drehzahl |
| ω | Winkelgeschwindigkeit |
| n_{est} | Geschätzte Drehzahl |
| p | Polpaarzahl |
| Ψ | Magnetischer Verkettungsfluss |
| ϕ | Magnetischer Fluss |
| R | Widerstand |
| R_{magn} | Reluktanz (Magnetischer Widerstand) |
| T | Zeitkonstante |
| Θ | Durchflutung |
| U, u | Spannung |