

Regelung und Identifizierung von Linearmotoren für Werkzeugmaschinen

Von der Fakultät für Maschinenbau und Elektrotechnik
der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina
zu Braunschweig

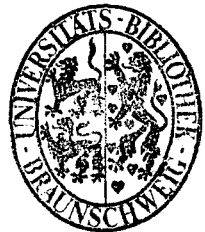
zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigte

D i s s e r t a t i o n

von

Dipl.-Ing. Christoph Brunotte
aus Erlangen



Eingereicht: 23. November 1999
Mündliche Prüfung am: 19. Mai 2000
Berichterstatter: Prof. Dr.-Ing. W. Schumacher
Mitberichterstatter: Prof. Dr.-Ing. R. Canders

2001

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-------------|
| Symbolverzeichnis | VIII |
| 1 Einleitung | 1 |
| 1.1 Stand der Technik und Ziele der Arbeit | 2 |
| 2 Aufbau und Anwendungen von Linearmotoren | 5 |
| 2.1 Bauformen von Linearmotoren | 5 |
| 2.2 Abgrenzung zu konventionellen Antrieben | 8 |
| 3 Versuchsstand | 14 |
| 3.1 Mechanischer Aufbau | 14 |
| 3.2 Bedienung und Beobachtung | 17 |
| 4 Regelungskonzept | 21 |
| 4.1 Streckenmodell des Linearmotors | 21 |
| 4.2 Regelungsstruktur | 24 |
| 4.3 Bahngenerator | 28 |
| 5 Reglerberechnung | 31 |
| 5.1 Allgemeine Betrachtungen | 31 |
| 5.2 Stromregler | 36 |
| 5.2.1 Führungsverhalten | 36 |
| 5.2.2 Störverhalten | 38 |
| 5.3 Geschwindigkeits- und Lageregelung | 41 |
| 5.3.1 P-P-Lageregelung und statische Steifigkeit | 44 |
| 5.3.2 P-PI-Lageregelung | 46 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.3.3 | PT1-PI-Lageregelung | 48 |
| 5.3.4 | PI-P-Lageregelung | 50 |
| 5.3.5 | P-P-Lageregelung mit Störgrößenregler | 51 |
| 5.4 | Reglervergleich | 53 |
| 6 | Modell eines Drehstrommotors | 56 |
| 6.1 | Aufbau eines Drehstrommotors | 56 |
| 6.2 | Allgemeine Motorgleichungen | 59 |
| 6.3 | Sättigung | 69 |
| 6.4 | Der Asynchronmotor | 71 |
| 6.5 | Der permanenterrechte Synchronmotor | 81 |
| 7 | Motoridentifikation | 87 |
| 7.1 | Identifizierung der Asynchronmaschine | 87 |
| 7.2 | Identifizierung der Synchronmaschine | 97 |
| 7.3 | Identifizierung der Mechanik | 101 |
| 8 | Geberkorrektur und Beobachter | 105 |
| 8.1 | Korrektur hochauflösender Positionsgeber | 106 |
| 8.2 | Geschwindigkeitsbeobachter | 110 |
| 9 | Ergebnisse | 115 |
| 9.1 | Regelqualität und Reglerkombination | 116 |
| 9.2 | Regelqualität und Beobachter | 119 |
| 9.3 | Einfluß der Abtastzeit | 123 |
| 9.4 | Vergleich von Synchron-Asynchronearmotor | 127 |

| | |
|--|------------|
| 10 Pollageerfassung beim Synchronmotor | 132 |
| 10.1 Meßprinzip | 134 |
| 10.2 Auswertung der zweiten Harmonischen | 140 |
| 10.3 Ergebnisse | 141 |
| 10.4 Wahl des Testsignals | 145 |
| 11 Zusammenfassung | 148 |
| 11.1 Ausblick | 150 |