

Dipl.-Ing. Norbert Fabritz, Gevelsberg

**Ein offenes
Automatisierungssystem
für einen mehrgliedrigen
elastischen Manipulator**

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-
und Regelungstechnik

Nr. **630**

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----|
| NOTATION | VII |
| 1 EINLEITUNG | 1 |
| 2 MODELLBILDUNG ELASTISCHER MANIPULATOREN | 8 |
| 2.1 Kinetostatische Methode | 11 |
| 2.1.1 Formulierung der Bewegungsgleichungen | 12 |
| 2.1.2 Simulationsumgebung für die kinetostatische Methode | 19 |
| 2.2 Dynamische Methode nach Lagrange | 27 |
| 2.2.1 Bestimmung der Bewegungsgleichungen | 30 |
| 2.2.2 Hilfsmittel zur symbolischen Berechnung der Roboterdynamik | 38 |
| 2.2.3 Antriebsdynamik und Reibung | 39 |
| 2.2.4 Simulationsumgebung für die Methode nach Lagrange | 42 |
| 3 REGELVERFAHREN FÜR ELASTISCHE MANIPULATOREN | 46 |
| 3.1 Klassifizierung und Überblick | 46 |
| 3.2 Methode der berechneten Momente | 52 |
| 3.3 Zustandsregelung | 55 |
| 3.4 Robuste Regelverfahren | 60 |
| 3.5 Fuzzy-Regelung | 66 |
| 3.6 Vergleich der Regelverfahren | 71 |
| 4 BAHNPLANUNG FÜR REDUNDANTE MANIPULATOREN | 76 |
| 4.1 Allgemeine Grundlagen | 77 |
| 4.2 Gütekriterien der Bahnplanung | 80 |
| 4.3 Zeitliche Parametrierung der Trajektorie | 82 |
| 5 AUFBAU DES VIERGLIEDRIGEN ELASTISCHEN MANIPULATORS | 86 |
| 5.1 Konstruktive Gestaltung | 86 |
| 5.2 Antriebe | 89 |
| 5.3 Meß- und Sicherheitstechnik | 90 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6 | AUTOMATISIERUNG AUF DER BASIS EINES HYBRIDEN MULTIPROZESSORSYSTEMS | 95 |
| 6.1 | Allgemeines Konzept des Automatisierungssystems | 95 |
| 6.1.1 | Bedienoberfläche | 99 |
| 6.1.2 | Transputer-Echtzeitumgebung | 104 |
| 6.1.3 | Meßdatenerfassung | 110 |
| 6.2 | Spezielle Aspekte des Automatisierungssystems | 114 |
| 7 | PRAKTISCHE ERPROBUNG | 120 |
| 7.1 | Regelung eines eingliedrigen elastischen Manipulators | 120 |
| 7.2 | Regelung eines viergliedrigen elastischen Manipulators | 128 |
| 8 | ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK | 134 |
| | ANHANG | 140 |
| A.1 | Mechanische Daten der Versuchsanlage | 140 |
| A.2 | Modell des eingliedrigen elastischen Manipulators | 142 |
| A.3 | Daten der Regler für die praktische Erprobung | 146 |
| A.4 | Befehle und Funktionen des Automatisierungssystems | 148 |
| | LITERATUR | 153 |