

Winkel- und Wegmessung im Maschinenbau

Dr.-Ing. Hans Walcher



Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage
des Werks „Digitale Lagemeßtechnik“

VDI VERLAG

Verlag des Vereins Deutscher Ingenieure · Düsseldorf



Inhalt

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Einleitung | 1 |
| 2. Grundlagen | 4 |
| 2.1. Meßtechnik | 4 |
| 2.1.1. Einheiten | 4 |
| 2.1.2. Meßfehler und Genauigkeit | 5 |
| 2.2. Informationstheoretische Begriffe | 10 |
| 2.3. Meßverfahren | 14 |
| 3. Industrielle Meßwertgeber und Meßsysteme | 18 |
| 3.1. Analoge Winkel- und Weggeber | 18 |
| 3.1.1. Positionsanzeige nach dem Schwerkraftsprinzip | 19 |
| 3.1.2. Widerstandsgeber | 20 |
| 3.1.3. Kapazitive Geber | 24 |
| 3.1.4. Induktive Geber | 26 |
| 3.2. Eigenschaften von Systemen mit digital-inkrementaler Meß- verkörperung | 33 |
| 3.2.1. Richtungserkennung und Signalvervielfachung | 36 |
| 3.2.2. Signalvervielfachung bei sinusförmigen Ausgangssignalen .. | 45 |
| 3.2.3. Nullimpuls/Referenzsignal | 50 |
| 3.3. Elektromechanische Lagemeßsysteme | 55 |
| 3.4. Kapazitive Abtastung | 56 |
| 3.5. Trägerfrequenzabtastung | 56 |
| 3.6. Elektromagnetischer Impulsgeber | 56 |
| 3.7. Photoelektrische Lagemeßsysteme | 58 |
| 3.7.1. Strahlungsquellen | 61 |
| 3.7.1.1. Glühlampe | 61 |
| 3.7.1.2. Lumineszenzdiode | 65 |
| 3.7.1.3. Laser | 67 |
| 3.7.2. Photodetektoren | 70 |

| | | |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.7.3. | Signalauswertung bei photoelektrischer Abtastung | 76 |
| 3.7.4. | Meßsysteme mit statischer Rasterabtastung | 78 |
| 3.7.4.1. | Erzeugung statischer sinusförmiger Signale mittels Ortsfrequenzfilter | 80 |
| 3.7.5. | Dynamische photoelektrische Rasterabtastung | 83 |
| 3.7.6. | Längen- und Winkelschrittgeber mit Phasengitter | 89 |
| 3.8. | Systeme mit digital absoluter Maßverkörperung | 95 |
| 3.8.1. | Codierung | 96 |
| 3.8.2. | Doppelabtastung | 105 |
| 3.8.3. | Sonderformen der Doppelabtastung | 110 |
| 3.8.4. | Abtastung mit Vorentscheid | 113 |
| 3.8.5. | Winkelcodierer | 115 |
| 3.8.6. | Codelineal | 123 |
| 3.8.7. | Mechanische digitale Positionsanzeige | 124 |
| 3.9. | Entfernungsmessung nach dem Impulslaufzeitverfahren | 125 |
| 3.9.1. | Ultraschall-Längenmeßsystem | 127 |
| 3.9.2. | Entfernungsmessung mittels Ultraschall in Luft | 130 |
| 3.9.3. | Laser-Entfernungsmesser | 133 |
| 3.10. | Laserinterferometer | 135 |
| 3.11. | Laser-Kreisel | 140 |
| 3.12. | Systeme mit analoger Maßverkörperung und nachgeschalteten Analog-Digital-Umsetzern | 144 |
| 3.12.1. | Wegmessung mittels Differentialkondensator | 144 |
| 3.12.1.1. | Messung beliebiger Längen mittels umschaltbarer Elektrodenelemente | 146 |
| 3.12.2. | Resolver | 150 |
| 3.12.2.1. | Aufbau und Wirkungsweise | 150 |
| 3.12.2.2. | Betriebsarten | 155 |
| 3.12.2.3. | Digitale Winkelmessung mittels Resolver | 156 |
| 3.12.2.4. | Das Phasensterverfahren (Betriebsart 1) | 160 |
| 3.12.2.5. | Das Amplitudensterverfahren (Betriebsart 2) | 164 |
| 3.12.2.6. | Das DSCG-Verfahren | 170 |
| 3.12.2.7. | Speisung der Rotorwicklung – Signalabnahme an den Statorwicklungen (Betriebsart 3) | 172 |
| 3.12.2.8. | Umsetzer mit Resolverbrücke und Oktanten- codierer | 174 |
| 3.12.2.9. | Umsetzer mit gesteuertem Integrierer (Demodulationsverfahren) | 179 |
| 3.13. | Inductosyn | 184 |
| 3.14. | Accupin | 189 |
| 3.15. | Statische Abtastung von magnetisierten Maßstäben | 193 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. Ankopplung von Meßsystemen | 196 |
| 4.1. Mechanische Zwischenglieder zur Umwandlung von Längs- in Dreh- bewegungen | 196 |
| 4.2. Mechanische Kupplungen für Winkelmeßsysteme | 202 |
| 4.3. Elektrische Kopplung von Fein- und Grobmeßsystemen | 205 |
| 5. Schrifttum | 207 |
| 6. Sachwortverzeichnis | 213 |