

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