

Dipl.-Ing. Markus Lazar, Nußdorf

Möglichkeiten der Erfassung von Starrkörperschwingun- gen in 6 Freiheitsgraden mit Hilfe der optischen Meß- technik

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

Nr. **597**

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Einführung	1
1.1 Motivation	1
1.1.1 Optimierung der Einbauverhältnisse im Motorraum	1
1.1.2 Aggregatebewegung im virtuellen Vorbau	1
1.2 Stand der Technik	3
1.2.1 Plastilinmessung	3
1.2.2 Schleppzeiger	3
1.2.3 Linearpotentiometer	4
1.3 Projekt: "Aggregatebewegung"	4
1.4 Aufgabenstellung	6
1.4.1 Definition der Randbedingungen	7
1.4.2 Anforderungen an das zu realisierende Meßsystem	8
1.5 Verwandte Probleme in anderen Gebieten	9
Kapitel 2: Räumliche Lage von Starrkörpersystemen	11
2.1 Bestimmung der Raumlage von Starrkörpersystemen	11
2.1.1 Mechanischer Freiheitsgrad	12
2.1.2 Erweiterte Grübler-Bedingung	13
2.1.3 Einführung einer Analogie: Getriebetechnik ↔ Meßtechnik	14
2.2 Beschreibung der Starrkörperlage	20
2.2.1 Denavit-Hartenberg-Transformation	20
2.2.2 Eulerwinkel	22
2.2.3 Kardanwinkel	22
2.2.4 Schraubung	23
2.3 Anwendung auf das Aggregatebewegungsmesssystem	23
2.3.1 Auswahl der Sensortypen	23
2.3.2 Auswahl der mathematischen Lagebeschreibung	27
Kapitel 3: Optoelektronische Mehrkoordinatenmessung	29
3.1 Problematik der Mehrkoordinatenmessung	29
3.1.1 Verkörperung des Koordinatensystems	30
3.1.2 Verletzung des Komparatorprinzips	31
3.2 Klassifizierung optischer Meßverfahren	32

3.2.1 Begriffsdefinitionen	32
3.2.2 Modellierung eines allgemeinen optischen Sensors	34
3.2.3 Variationsmöglichkeiten	37
3.2.4 Erweiterung des Modells	42
3.3 Auswahl des zu realisierenden Meßverfahrens	44
3.3.1 Anforderung an die Sensorik	44
3.3.2 Auswahl der Kombination von Strahler und Detektor	45
3.4 Auswertung einer zweidimensionalen Maßverkörperung	46
3.4.1 Stand der Technik	46
3.4.2 Abgrenzung des neu zu entwickelnden Meßsystems	53
3.4.3 Einfluß einer Abstandsänderung	54
3.4.4 Gestaltung von Strahler und Detektor	57
3.4.5 3D-Auswertung	59
3.4.6 2D-Auswertung	61
3.4.7 Fehlerabschätzung für die 5-Dioden-Kreuz-Auswertung	64
Kapitel 4: Auslegung der geometrischen Anordnung	66
4.1 Optimierung des geometrischen Aufbaus	67
4.1.1 Analogie: Meßsystem - Getriebe	67
4.1.2 Untersuchung eines an 2 Gelenken gelagerten Körpers	68
4.1.3 Formulierung von Forderungen	69
4.1.4 Restbeweglichkeit aufgrund der Meßunsicherheiten	72
4.2 Auswirkung von Ungenauigkeiten der Geometrieparameter	73
4.2.1 Auswirkung von Lageabweichungen der Maßstäbe	74
4.2.2 Auswirkung von Lageabweichungen der Sensorachsen	76
4.2.3 Zusammenfassung der Einflüsse der Geometrieparameter	77
4.3 Bewertung der Meßgenauigkeit des Meßsystems	78
4.3.1 Toleranzquader ausgewählter Punkte	78
4.3.2 Bewertung der Meßgenauigkeit durch Toleranzbereiche	79
Kapitel 5: Realisierung des Meßgeräts	82
5.1 Sensoren	83
5.1.1 Optischer Aufbau	83
5.1.2 Elektronik	84
5.1.3 Konstruktiver Aufbau	85
5.1.4 Auslegung der Maßstäbe	85
5.1.5 Herstellung der Maßstäbe	86

5.2 Steuerung durch Software	88
5.2.1 Erfassung der Geometrieparameter	89
5.2.2 Bestimmung des Nullpunktes	90
5.2.3 Einstellung der Meßoptionen	90
5.2.4 Meßwertaufnahme	91
5.2.5 Umrechnung der Meßwerte in den Bewegungsvektor	91
5.2.6 Visualisierung der Meßergebnisse	92
5.3 Messungen an einem einzelnen Sensor	93
5.3.1 Auswertung eines 2-D-Maßstabs	93
5.3.2 Auswertung eines eindimensionalen Maßstabs	94
5.4 Messungen mit dem Gesamtsystem	95
5.4.1 Fahrmanöver	96
5.4.2 Überprüfung der Meßgenauigkeit	98
Kapitel 6: Wertung	100
Anhang A: Algorithmen zur Maßstabsauswertung	103
A1: 3D-Auswertung	103
A2: 4-Quadranten-Diode	105
A3: 5-Dioden-Kreuz	107
Anhang B: Umrechnung der Meßwerte	111
B1: Nomenklatur	111
B2: Bestimmung der Koordinaten der 3 Meßpunkte	112
B3: Berechnung der Transformationsmatrix	113
Anhang C: Meßschriebe eines einzelnen Sensors	114
Anhang D: Meßschriebe von Meßfahrten	115
Literaturverzeichnis	121