

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
<b>1 Grundbegriffe der Sensortechnik und Meßwertaufnahme</b>	<b>11</b>
1.1 Signalformen	11
1.2 Vom Sensor zum Sensorsystem	14
1.3 Meßtechnische Eigenschaften des Sensorsystems	16
1.3.1 Meßfehler und Meßgenauigkeit	16
1.3.2 Statische Eigenschaften	18
1.3.3 Dynamische Eigenschaften	25
1.3.3.1 Sprungfunktion	27
1.3.3.2 Impulsfunktion	38
1.3.3.3 Rechteckimpuls	41
1.3.3.4 Sinusfunktion	44
1.3.3.5 Rechteckfunktion	53
1.4 Gesichtspunkte zur Auswahl von Sensoren	58
1.5 Eichen und Kalibrieren	59
<b>2 Resistive Meßwertaufnehmer (Elementarsensoren)</b>	<b>61</b>
2.1 Potentiometrische Meßwertaufnehmer	62
2.2 Dehnmeßstreifen (DMS)	64
2.2.1 Metall-DMS	65
2.2.2 Halbleiter-DMS	67
2.3 Meßtechnische Eigenschaften der DMS	69
2.4 DMS-Applikationen	72
2.5 Elektrische Verschaltung von DMS	73
2.6 Auswahl der richtigen DMS-Gitterlänge	75
2.7 Einfluß der Träger- und Klebstoffschichtdicke	75
2.8 Applikationsbeispiel	76
2.9 Zusammenstellung der wichtigsten DMS-Eigenschaften	78
<b>3 Induktionsaufnehmer</b>	<b>79</b>
3.1 Pick up	79
3.2 Elektrodynamische Schwingungsaufnehmer	82
<b>4 Differentialtransformator</b>	<b>85</b>
<b>5 Induktive Aufnehmer</b>	<b>89</b>
5.1 Prinzip des induktiven Längsankeraufnehmers	89
5.2 Induktivität im elektrischen Wechselstromkreis	91
5.3 Einspulen-Längsanker-Induktivaufnehmer	92
5.4 Differenzspulen-Längsanker-Induktivaufnehmer	93
5.5 Prinzip des induktiven Querankeraufnehmers	96
5.6 Differenzspulen-Queranker-Induktivaufnehmer	97

6	Wirbelstromaufnehmer . . . . .	99
6.1	Längsanker-Wirbelstromaufnehmer . . . . .	99
6.2	Queranker-Wirbelstromaufnehmer . . . . .	100
7	Induktive Näherungsschalter (Initiatoren) . . . . .	103
7.1	Induktive Initiatoren . . . . .	103
7.2	Wirbelstrom-Initiatoren . . . . .	105
7.3	Vergleich zwischen induktivem und Wirbelstromeffekt . . . . .	106
8	Magnetfeldaufnehmer . . . . .	109
8.1	Wiegand-Sensoren und Impulsdrähte . . . . .	109
8.2	Der galvanomagnetische Effekt . . . . .	112
8.3	Galvanomagnetische Aufnehmer . . . . .	112
8.3.1	Hall-Meßwertaufnehmer . . . . .	114
8.3.2	Feldplatten . . . . .	119
8.3.3	Magnetoresistive Metall-Dünnschicht-Sensoren . . . . .	124
8.4	Magnetfeldsensoren mit amorphen Metallen . . . . .	124
8.4.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	124
8.4.2	Magnetfeldwegaufnehmer . . . . .	126
8.4.3	Magnetfelddrehzahlaufnehmer . . . . .	130
8.4.4	Stromsensoren . . . . .	132
9	Magnetoelastische Meßwertaufnehmer . . . . .	133
9.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	133
9.2	Magnetoelastische Aufnehmer . . . . .	134
9.2.1	Preßduktor . . . . .	134
9.2.2	Induktivaufnehmer . . . . .	135
9.2.3	Druckaufnehmer . . . . .	136
9.2.4	Drehmomentaufnehmer . . . . .	137
10	Kapazitive Meßwertaufnehmer . . . . .	141
10.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	141
10.2	Kapazitive Aufnehmer . . . . .	142
10.2.1	Differentialwegaufnehmer . . . . .	142
10.2.2	Druckaufnehmer . . . . .	143
10.2.3	Füllstandsaufnehmer . . . . .	144
10.2.4	Näherungsschalter . . . . .	145
10.2.5	Elektrische Schaltungsbeispiele für kapazitive Aufnehmer . . . . .	146
11	Piezoelektrische Meßwertaufnehmer . . . . .	149
11.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	149
11.2	Piezoelektrische Meßwertaufnehmer . . . . .	155
11.2.1	Kraftaufnehmer . . . . .	155
11.2.2	Druckaufnehmer . . . . .	156
11.2.3	Beschleunigungsaufnehmer . . . . .	157
11.2.4	Kraftdruckaufnehmer . . . . .	157
11.3	Elektronische Auswerteschaltungen für piezoelektrische Meßwertaufnehmer . . . . .	159
11.3.1	Spannungsverstärker (Elektrometerverstärker) . . . . .	159
11.3.2	Ladungsverstärker . . . . .	160
12	Optoelektronische Meßwertaufnehmer . . . . .	163
12.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	163
12.2	Der fotoelektrische Effekt . . . . .	164

12.3	Struktur optoelektronischer Sensoren . . . . .	166
12.4	Fotoelektrische Empfänger . . . . .	167
12.5	Fotozelle . . . . .	168
12.6	Fotomultiplier (Sekundärelektronen-Vervielfacher) . . . . .	169
12.7	Fotowiderstand . . . . .	170
12.8	Fotodiode und Fotoelement . . . . .	171
	12.8.1 Fotodiode . . . . .	172
	12.8.2 Fotoelement . . . . .	173
12.9	Positionempfindliche Fotodioden . . . . .	174
	12.9.1 Lateraleffekt-Fotodiode . . . . .	174
	12.9.2 Segmentierte Fotodiode . . . . .	175
12.10	CCD-Bildsensoren . . . . .	175
<b>13</b>	<b>Optische Sender . . . . .</b>	<b>177</b>
13.1	Glühlampen und Metaldampflampen . . . . .	177
13.2	Lichtemittierende Dioden (LED) . . . . .	178
13.3	Halbleiter-Diodenlaser (Injektionslaser) . . . . .	179
<b>14</b>	<b>Lichtwellenleiter (LWL) . . . . .</b>	<b>181</b>
14.1	Physikalische Grundlagen der LWL . . . . .	181
14.2	Lichtwellenleiter-Typen . . . . .	182
	14.2.1 Multimode-Stufenfaser . . . . .	182
	14.2.2 Multimode-Gradientenfaser . . . . .	183
	14.2.3 Monomode-Stufenfaser . . . . .	185
14.3	Anordnung von Lichtwellenleitern . . . . .	185
<b>15</b>	<b>Optoelektronische Meßwerterfassung . . . . .</b>	<b>187</b>
15.1	Lichtoptische Meßgeräte . . . . .	187
	15.1.1 Lichtschranken . . . . .	187
	15.1.2 Reflexastköpfe . . . . .	188
	15.1.3 Störunterdrückung bei Lichtschranken und Tastköpfen . . . . .	189
15.2	Inkrementale Meßeinrichtungen . . . . .	190
	15.2.1 Inkrementale Weg- und Winkelmessung . . . . .	190
	15.2.2 Inkrementale Drehzahlmessung . . . . .	191
15.3	Weitere optische Meßeinrichtungen . . . . .	192
15.4	Hybridoptische Meßeinrichtungen . . . . .	192
	15.4.1 Abstandsmessung . . . . .	193
	15.4.2 Druckmessung . . . . .	194
	15.4.3 Füllstandsmessung . . . . .	194
15.5	Faseroptische Meßwertaufnehmer . . . . .	196
	15.5.1 Physikalische Grundlagen . . . . .	196
	15.5.2 Monomode-Sensorik . . . . .	197
	15.5.3 Zweistrahlinterferometer . . . . .	198
	15.5.3.1 Michelson-Interferometer . . . . .	199
	15.5.3.2 Mach-Zehnder-Interferometer . . . . .	200
	15.5.4 Faseroptische Kreisel . . . . .	201
<b>16</b>	<b>Temperaturmeßwertaufnehmer . . . . .</b>	<b>205</b>
16.1	Kontaktthermometrie . . . . .	205
	16.1.1 Physikalische Grundlagen . . . . .	205
	16.1.2 Temperaturmessung in und an Festkörpern . . . . .	206
	16.1.3 Temperaturmessung in Flüssigkeiten . . . . .	206
	16.1.4 Temperaturmessung in Gasen und Dämpfen . . . . .	207

16.2	Kontaktthermometrische Meßwertaufnehmer . . . . .	207
16.2.1	Widerstandsthermometer . . . . .	207
16.2.1.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	207
16.2.1.2	Elektrische Meßschaltungen . . . . .	209
16.2.2	Thermoelemente . . . . .	210
16.2.2.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	210
16.2.2.2	Aufbauprinzip der Thermoelemente . . . . .	213
16.2.2.3	Elektrische Meßschaltungen . . . . .	213
16.3	Strahlungsthermometrie . . . . .	215
16.3.1	Gesamtstrahlungspyrometer . . . . .	215
16.3.1.1	Hohlspiegel-Gesamtstrahlungspyrometer . . . . .	215
16.3.1.2	Linse-Gesamtstrahlungspyrometer . . . . .	215
16.3.1.3	Fotoelektrisches Gesamtstrahlungspyrometer . . . . .	215
16.3.2	Teilstrahlungspyrometer . . . . .	216
16.3.2.1	Licht-Teilstrahlungspyrometer . . . . .	216
16.3.2.2	Farb-Teilstrahlungspyrometer . . . . .	216
<b>Anhang . . . . .</b>		<b>217</b>
<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>		<b>221</b>
<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>		<b>224</b>