

# Inhalt

- 1 Einleitung — 1**
  
- 2 Grundlagen der Sensorik — 3**
  - 2.1 Einführung — 3
  - 2.2 Messtechnische Begriffe — 5
  - 2.3 Messsignalaufbereitung — 9
  - 2.4 Grundlagen von Sensoren — 15
    - 2.4.1 Klassifizierung — 15
    - 2.4.2 Virtuelle Sensoren — 15
    - 2.4.3 Sensorfusion — 16
    - 2.4.4 Anforderungen an Sensoren — 18
    - 2.4.5 Auswahl von Sensoren — 20
    - 2.4.6 Integrationsgrad von Sensoren — 20
  - 2.5 Mikrosystemtechnik — 24
  
- 3 Physikalische Messprinzipien — 29**
  - 3.1 Kapazitiver Effekt — 29
  - 3.2 Induktiver Effekt — 31
  - 3.3 Hall-Effekt — 34
  - 3.4 Magneto-resistiver Effekt — 36
    - 3.4.1 Anisotroper magneto-resistiver Effekt (AMR) — 38
    - 3.4.2 Riesiger magneto-resistiver Effekt (Giant magnetoresistance, GMR) — 38
  - 3.5 Resistiver und piezoresistiver Effekt — 41
    - 3.5.1 Mechanische Abhängigkeit des Widerstands — 41
    - 3.5.2 Temperaturabhängigkeit des Widerstands — 46
  - 3.6 Piezoelektrischer Effekt — 48
  - 3.7 Photoelektrischer Effekt — 50
    - 3.7.1 Äußerer Photoeffekt — 51
    - 3.7.2 Innerer Photoeffekt — 53
  - 3.8 Elektromagnetische Strahlung — 54
  - 3.9 Ultraschall — 56
  - 3.10 Doppler-Effekt — 59
    - 3.10.1 Doppler-Effekt mit Übertragungsmedium — 59
    - 3.10.2 Doppler-Effekt ohne Übertragungsmedium — 61
  - 3.11 Thermoelektrischer Effekt — 62
  - 3.12 Chemische Effekte — 64

<b>4</b>	<b>Sensoren — 68</b>
4.1	Strom und Spannung — 68
4.1.1	Strommessung mittels Messwiderstand — 69
4.1.2	Strommessung mittels Magnetsensoren — 70
4.2	Temperatur — 73
4.2.1	Direkter Kontakt — 73
4.2.2	Berührungslos — 77
4.3	Drehzahl — 79
4.3.1	Induktiver Drehzahlsensor — 81
4.3.2	Hall-Drehzahlsensor — 82
4.4	Drehmoment — 84
4.4.1	Spannungsmessende Sensoren — 85
4.4.2	Winkelmessende Sensoren — 86
4.5	Drehrate — 89
4.6	Kraft — 94
4.6.1	Direkter Kraftsensor: piezoelektrischer Effekt — 95
4.6.2	Indirekter Kraftsensor: piezoresistiver Dehnungsmessstreifen — 95
4.7	Druck — 97
4.8	Beschleunigung — 101
4.8.1	Wegmessender Beschleunigungssensor — 102
4.8.2	Spannungsmessender Beschleunigungssensor — 106
4.9	Neigung — 106
4.10	Weg — 109
4.10.1	Potentiometrischer Wegsensor — 110
4.10.2	Magnetischer Wegsensor — 112
4.11	Abstand — 115
4.11.1	Ultraschall-Abstandssensor — 115
4.11.2	Radarsensor — 117
4.11.3	Optische Sensoren — 120
4.11.4	Näherungsschalter — 123
4.12	Winkel — 124
4.12.1	Berührender Winkelsensor — 124
4.12.2	Berührungsloser Winkelsensor — 125
4.13	Durchfluss — 128
4.13.1	Volumenfluss-Sensor — 129
4.13.2	Massenfluss-Sensor — 130
4.14	Feuchte — 132
4.15	Optisch — 135
4.15.1	Photodiode und Phototransistor — 137
4.15.2	CCD und CMOS — 139
4.16	Chemisch — 142

<b>5</b>	<b>Informationsverarbeitende Systeme — 144</b>
5.1	Mikrocontroller — 145
5.2	Speicherprogrammierbare Steuerung — 149
<b>6</b>	<b>Sensorschnittstellen — 152</b>
6.1	Analoge Schnittstellen — 152
6.1.1	Spannungsausgang — 152
6.1.2	Stromausgang — 154
6.1.3	Zweidraht-Schnittstelle — 154
6.1.4	Dreidraht-Schnittstelle — 155
6.1.5	Vierdraht-Schnittstelle — 156
6.1.6	Pulsweitenmodulation — 157
6.2	Digitale Schnittstellen — 159
6.3	Bussysteme — 160
6.3.1	Generelle Eigenschaften — 161
6.3.2	SPI — 182
6.3.3	I2C — 185
6.3.4	CAN — 189
6.3.5	Ethernet — 196
6.3.6	PROFIBUS — 201
6.3.7	SENT — 205
6.3.8	PSIS — 208
6.3.9	IO-Link — 212
6.3.10	Zusammenfassung der Bus-Charakteristika — 215
<b>7</b>	<b>Übungen und Lösungen — 217</b>
7.1	Übungen — 217
7.1.1	Grundlagen der Sensorik — 217
7.1.2	Physikalische Messprinzipien — 218
7.1.3	Sensoren — 220
7.1.4	Sensorschnittstellen — 222
7.2	Lösungen — 223
7.2.1	Grundlagen der Sensorik — 223
7.2.2	Physikalische Messprinzipien — 225
7.2.3	Sensoren — 227
7.2.4	Sensorschnittstellen — 229
	<b>Datenblätter und Spezifikationen — 232</b>
	<b>Literatur — 233</b>
	<b>Stichwortverzeichnis — 235</b>