

Rainer Parthier

Messtechnik

**Grundlagen für alle technischen
Fachrichtungen und Wirtschaftsingenieure**

Mit 118 Abbildungen und 28 Tabellen

Herausgegeben von Otto Mildenerger



vieweg

Inhaltsverzeichnis

1 Messen; Voraussetzungen und Durchführung	1
1.1 Messgrößen, Maßeinheiten	1
1.2 SI-Einheitensystem	2
1.3 Normale	4
1.4 Kontrollfragen und Übungsaufgaben.....	5
2 Messsignale.....	6
2.1 Klassifizierung von Messsignalen	6
2.2 Wandlung von Messsignalen	8
2.3 Analog-Digital-Wandlung	11
2.4 Kontrollfragen und Übungsaufgaben.....	13
3 Charakterisierung von Messsignalen	14
3.1 Signalformen von Messsignalen	14
3.2 Kenngrößen von Einzelimpulsen und periodischen sinusförmigen Signalverläufen	16
3.3 Mittelwerte periodischer Signale	18
3.4 Kenngrößen von nichtsinusförmigen periodischen Signalen.....	23
3.5 Logarithmische Übertragungsverhältnisse.....	25
3.6 Kontrollfragen und Übungsaufgaben.....	28
4 Messmethoden.....	29
4.1 Ausschlagmethode.....	29
4.2 Differenzmethode (Vergleichs- oder Unterschiedsverfahrenverfahren).....	30
4.3 Kompensationsmethode.....	31
4.4 Kontrollfragen.....	32
5 Grundstruktur einer Messeinrichtung	33
5.1 Wechselwirkung zwischen Grundfunktion und Grundstruktur einer Messeinrichtung.....	33
5.2 Statische und dynamische Kenngrößen von Messeinrichtungen	34
5.2.1 Statische Kenngrößen von Messeinrichtungen.....	34
5.2.2 Dynamische Kenngrößen von Messeinrichtungen	36
5.3 Kontrollfragen und Übungsaufgaben.....	44
6 Messabweichungen	45
6.1 Grundbegriffe	45
6.2 Systematische Messabweichungen und deren Korrektur.....	46

6.3	Zufällige Abweichungen.....	47
6.4	Fehlergrenzen.....	48
6.5	Kontrollfragen.....	50
7	Fortpflanzung von Messabweichungen	51
7.1	Fortpflanzung systematischer Messabweichungen	51
7.2	Fortpflanzung zufälliger Messabweichungen	53
7.2.1	Aufnahme und Auswertung einer Messreihe.....	53
7.2.2	Normalverteilte Messreihe	56
7.2.3	Auswertung von endlichen Messreihen.....	59
7.2.4	Messunsicherheit, Standardmessunsicherheit.....	61
7.3	Vollständiges Messergebnis.....	68
7.4	Kontrollfragen.....	74
8	Fehlertypen für Messeinrichtungen	75
8.1	Additive und multiplikative Fehler	75
8.2	Quantisierungsfehler und digitaler Restfehler.....	77
8.3	Korrekte Fehlerangabe bei Messgeräten	80
8.4	Kontrollfragen und Übungsaufgaben.....	81
9	Messung elektrischer Größen	82
9.1	Erreichbare Messgenauigkeiten	82
9.2	Messung von Stromstärke und Spannung	83
9.3	Leistungsmessung	87
9.4	Messung von Wirkwiderständen (ohmsche Widerstände).....	92
9.4.1	Messung mittels Strom-/Spannungsmessung	92
9.4.2	Messung mittels Brückenschaltung	94
9.5	Messung an Kondensator und Spule.....	96
9.5.1	Bestimmung der Kapazität eines Kondensators mittels Strom-/Spannungsmessung.....	97
9.5.2	Bestimmung der Induktivität einer Spule mittels Strom-Spannungsmessung.....	99
9.5.3	Bestimmung von Kapazität und Induktivität mittels einer Brückenschaltung	101
9.6	Frequenz- und Zeitmessung	103
9.6.1	Frequenzmessung	103
9.6.2	Zeitmessung.....	104
9.7	Kontrollfragen und Übungsaufgaben.....	105
10	Messung nichtelektrischer physikalischer Größen	106
10.1	Messkette	106
10.1.1	Messsignalaufnahme	107

10.1.2 Multiplexen	108
10.1.3 Verstärken	110
10.1.4 Analog-Digital-Wandlung.....	111
10.2 Verarbeitung und Ausgeben	117
10.3 Kontrollfragen.....	119
11 Sensoren	120
11.1 Klassifizierung und Grundstruktur von Sensoren	120
11.2 Sensoren zur Messung geometrischer Größen.....	123
11.2.1 Inkrementale Sensoren	123
11.2.2 Code-Lineale	127
11.2.3 Potentiometrische Sensoren.....	130
11.2.4 Induktive Sensoren.....	131
11.2.5 Transformatorische induktive Sensoren zur Winkelmessung	134
11.2.6 Kapazitive Sensoren	137
11.3 Sensoren zur Kraftmessung	143
11.3.1 Kraftmessung mit Dehnungsmessstreifen	143
11.3.2 Piezoelektrische Kraftsensoren (Piezosensoren)	148
11.4 Messung mechanischer Schwingungen	153
11.5 Sensoren zur Temperaturmessung	155
11.5.1 Temperaturmessung mit Widerstandssensoren	156
11.5.2 Thermoelementsensoren.....	159
11.6 Feuchtemessung.....	164
11.6.1 Fadenhygrometer.....	165
11.6.2 Kapazitiver Feuchtemesser.....	165
11.6.3 Resistiver Feuchtesensor	166
11.7 Kontrollfragen und Übungsaufgaben.....	167
12 Automatisierte Messsysteme	168
12.1 Hardwarekonfigurationen von automatisierten Messsystemen.....	168
12.1.1 Instrumentierte Computer.....	168
12.1.2 Messsysteme mit Busschnittstelle	170
12.2 Software zur Steuerung und Visualisierung.....	179
12.3 Kontrollfragen.....	181
Antworten und Lösungen zu den Kontrollfragen und Übungsaufgaben	182
Symbole und Abkürzungen	192
Literaturverzeichnis	195
Sachwortverzeichnis	197