

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