

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zeigerinstrumente (analoge Messtechnik)</b>	<b>11</b>
1.1	Analoge Messinstrumente	11
1.1.1	Messwerk, Messinstrument und Messgerät	16
1.1.2	Beschriftung der Messgeräte	18
1.1.3	Messinstrumentengehäuse	22
1.1.4	Skalen	23
1.1.5	Drehmomente und Einschwingen	27
1.1.6	Zeiger, Lager und Dämpfung	29
1.1.7	Genauigkeitsklassen und Fehler	32
1.1.8	Justierung (Eichung) von Betriebsmessgeräten	36
1.1.9	Bedienungsregeln und Beurteilung	46
1.2	Arbeitsweise von Zeigermessgeräten	49
1.2.1	Dreheisen-Messwerk	49
1.2.2	Drehmagnet- und Eisennadel-Messwerk	52
1.2.3	Drehspul-Messwerk	54
1.2.4	Zeiger-Galvanometer	57
1.2.5	Drehspul-Quotientenmesswerk	59
1.2.6	Elektrodynamisches Messwerk	60
1.2.7	Elektrodynamisches Quotienten-Messwerk	63
1.2.8	Elekrostatisches Messwerk	65
1.2.9	Induktions-Messwerk	67
1.2.10	Hitzdraht-Messwerk	70
1.2.11	Bimetall-Messwerk	70
1.2.12	Vibrations-Messwerk	71
1.2.13	Elektrizitätszähler	72
1.3	Messungen elektrischer Grundgrößen	74
1.3.1	Messwiderstände	74
1.3.2	Universal-Messinstrumente	76
1.3.3	Strommessung	79
1.3.4	Spannungsmessung	82
1.3.5	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	84
1.3.6	Widerstandsmessung mit Ohmmetern	87
1.3.7	Brückmessungen	88
1.3.8	Kompensationsmessungen	91
1.3.9	Kapazitätsmessung	92
1.3.10	Induktivitätsmessung	94

1.3.11	Wechselstrom-Messbrücken . . . . .	97
1.4	Messverfahren in der Starkstromtechnik. . . . .	100
1.4.1	Leistungsmessung im Einphasennetz . . . . .	101
1.4.2	Leistungsmessung im Drehstromnetz . . . . .	105
1.4.3	Blindleistungsmessung . . . . .	107
1.4.4	Leistungsfaktormessung. . . . .	108
1.4.5	Messen der elektrischen Arbeit . . . . .	111
1.4.6	Isolationsmessung . . . . .	113
1.4.7	Fehlerort-Bestimmung . . . . .	116
1.4.8	Erdwiderstandsmessung . . . . .	120
1.5	Vom elektrischen zum elektronischen Stromzähler . . . . .	122
1.5.1	Umstellung auf elektronische Zähler. . . . .	123
1.5.2	Arten von Stromzählern . . . . .	124
1.5.3	Elektronische Stromzähler . . . . .	124
1.5.4	Elektronischer Stromzähler mit Mikrocontroller . . . . .	126
2	<b>Analoge und digitale Oszilloskope . . . . .</b>	<b>130</b>
2.1	Aufbau eines analogen Oszilloskops. . . . .	132
2.1.1	Elektronenstrahleröhre . . . . .	133
2.1.2	Horizontale Zeitablenkung und X-Verstärker. . . . .	140
2.1.3	Triggerung . . . . .	143
2.1.4	Y-Eingangskanal mit Verstärker . . . . .	146
2.1.5	Zweikanaloszilloskop . . . . .	150
2.1.6	Tastköpfe . . . . .	153
2.1.7	Inbetriebnahme des Oszilloskops . . . . .	155
2.2	Praktische Handhabung eines Oszilloskops. . . . .	159
2.2.1	Einstellen der Empfindlichkeit . . . . .	160
2.2.2	Anschluss eines Oszilloskops an eine Messschaltung . . . . .	164
2.2.3	Triggerverhalten an einer Messschaltung . . . . .	170
2.3	Digitales Speicheroszilloskop . . . . .	175
2.3.1	Merkmale eines digitalen Oszilloskops. . . . .	175
2.3.2	Interne Funktionseinheiten . . . . .	176
2.3.3	Digitale Signalspeicherung. . . . .	177
2.3.4	Analog-Digital-Wandler. . . . .	179
2.3.5	Zeitbasis und horizontale Auflösung . . . . .	180
2.3.6	Möglichkeiten des Abtastbetriebs . . . . .	184
2.3.7	Speicherung von Signalinformationen . . . . .	188
2.4	Funktionen und Bedienelemente. . . . .	192
2.4.1	Parametereinstellungen . . . . .	192
2.4.2	Triggerfunktionen . . . . .	194
2.4.3	Spezielle Triggerfunktionen . . . . .	198
2.4.4	Triggermethoden für Störimpulse . . . . .	202

2.4.5	Auswertung von Messsignalen . . . . .	204
2.4.6	Digitale Filterung . . . . .	208
2.4.7	Verarbeitung von Messsignalen . . . . .	211
2.4.8	Spezialfunktionen eines digitalen Speicheroszilloskops . . . . .	213
2.4.9	Automatische Messung mit der Cursorsteuerung . . . . .	217
2.4.10	Arbeiten mit dem Messcursor . . . . .	220
<b>3</b>	<b>Digitale Messgeräte . . . . .</b>	<b>225</b>
3.1	3½-stelliges Digital-Voltmeter mit LCD-Anzeige . . . . .	225
3.1.1	Arbeiten mit Flüssigkristall-Anzeigen . . . . .	228
3.1.2	Aufbau und Funktionen von Flüssigkristall-Anzeigen . . . . .	230
3.1.3	3½-stelliges Digital-Voltmeter ICL7106 LCD (und ICL7107 LED) . . . . .	232
3.1.4	Betriebsfunktionen ICL7106 und ICL7107 . . . . .	234
3.1.5	Auswahl der externen Komponenten für ICL7106 und ICL7107 . . . . .	239
3.1.6	Praktische Anwendungshinweise . . . . .	241
3.1.7	Schaltung für den ICL7106 . . . . .	247
3.1.8	Umschaltbares Multimeter mit dem ICL7106 . . . . .	249
3.1.9	Digital-Voltmeter mit elektronischer Bereichsumschaltung . . . . .	253
3.2	3½-stelliges Digitalvoltmeter mit LED-Anzeige . . . . .	262
3.2.1	Digitalvoltmeter mit LED-Anzeige . . . . .	263
3.2.2	3½-stelliges LED-Thermometer mit dem ICL7107 . . . . .	265
3.3	3½-stelliges Digitalvoltmeter mit dem ICL7116 und ICL7117 . . . . .	268
3.4	4½-stelliges Digitalvoltmeter mit dem ICL7129 . . . . .	268
3.4.1	Triplex-LCD-Anzeige für den ICL7129 . . . . .	271
3.4.2	Anwendungen mit dem ICL7129 . . . . .	274
3.5	4½-stelliges Digitalvoltmeter mit dem ICL7135 . . . . .	276
3.5.1	Betriebsarten des ICL7135 . . . . .	276
3.5.2	Anschlussbelegung des ICL7135 . . . . .	280
3.5.3	Auswahl der Komponenten für den ICL7135 . . . . .	281
3.5.4	Schaltungen mit dem ICL7135 . . . . .	287
3.6	3½-stelliges Digitalvoltmeter mit dem ICL7137 . . . . .	291
3.6.1	Messzyklen des ICL7137 . . . . .	292
3.6.2	Anschlussbelegung des ICL7137 . . . . .	294
3.6.3	Auswahl der Komponenten . . . . .	296
3.7	Vierstelliger Vor-Rückwärtszähler mit dem ICM7217 . . . . .	297
3.7.1	Vierstelliger Ereigniszähler mit dem ICM7217 . . . . .	299
3.7.2	Vierstelliger Tachometer mit dem ICM7217 . . . . .	304
3.7.3	IC-Zeitgeber 555 . . . . .	305
3.7.4	Vierstellige Uhr . . . . .	310
3.7.5	Vierstelliger Präzisionszähler bis 1 MHz . . . . .	314
3.8	Multifunktionszähler und Frequenzzähler . . . . .	320
3.8.1	Multifunktionszähler ICM7216A/B und Frequenzzähler ICM7216C/D	320

3.8.2	Funktionen des ICM7216A/B.....	323
3.8.3	Multifunktionszähler mit dem ICM7216A bis 10 MHz .....	327
3.8.4	Frequenzzähler bis 10 MHz mit dem ICM7216 .....	330
3.8.5	Erweiterte Schaltungen mit dem ICM7216 .....	333
3.8.6	Universalzähler ICM7226A/B.....	345
3.8.7	Steuerfunktionen des Universalzählers ICM7226A/B .....	349
3.8.8	Genauigkeit des Universalzählers ICM7226A/B.....	355
3.8.9	100-MHz-Universalzähler ICM7226A.....	355
3.8.10	100-MHz-Frequenzzähler ICM7226A.....	360
3.9	Funktionsgeneratoren.....	363
3.9.1	Funktionsgenerator ICL8038 .....	363
3.9.2	Funktionsgenerator und Wobbler.....	367
3.9.3	Schaltungen mit dem ICL8038.....	368
3.9.4	Funktionsgenerator mit Endstufe .....	373
3.10	Präzisions-Funktionsgenerator MAX038 .....	379
3.10.1	Blockschaltung des Funktionsgenerators MAX038.....	379
3.10.2	Funktionsgenerator mit dem MAX038 .....	382
3.10.3	Wobbler mit dem MAX038 .....	387
3.11	Integrierter Funktionsgenerator XR2206 .....	391
	<b>Sachverzeichnis.....</b>	<b>396</b>