

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Meßtechnische Größen der Elektronik und deren Einheiten</b>	<b>13</b>
1.1	Meßgrößen und ihre Definitionen	13
1.1.1	Gleichspannungen	13
1.1.2	Impuls- oder wechsellspannungsüberlagerte Gleichspannungen	14
1.1.3	Wechselspannungen	15
1.1.4	Impulsspannungen	15
1.1.5	Gleichströme	20
1.1.6	Wechselströme	21
1.1.7	Kapazitäten	21
1.1.8	Induktivitäten	21
1.1.9	Widerstände	22
1.1.10	Frequenzen	23
1.2	Meßtechnik – Code, Formeln und Berechnungen	24
1.2.1	Dekadische Ableitungen – Übersicht	24
1.2.2	Farbcode für Widerstände und Kondensatoren	24
1.2.3	Normreihen	31
1.2.4	Grundformeln für die Elektronik	35
1.3	Meßtechnik – Begriffe und Beziehungen	51
1.3.1	Prüfen, Messen, Eichen, Kalibrieren	51
1.3.2	Toleranzen	52
1.3.3	Dezibelmessungen	56
1.3.4	Generatorinnenwiderstand – Anpassung	66
1.3.5	Bandbreite	68
1.3.6	Impulstechnik	70
1.3.7	Frequenzhub, Wobbelhub, Modulationsgrad	74
<b>2</b>	<b>Hinweise und Hilfsmittel für die elektronische Meßtechnik</b>	<b>75</b>
2.1	Allgemeine Meßfehler – Bedien- und Ablesefehler	75
2.2	Der Innenwiderstand bei Spannungsmessungen	78
2.3	Impulsüberlagerte Gleichspannungen – Einfluß von Störsignalen	82
2.4	Der Innenwiderstand bei Strommessungen	87
2.5	Impulsüberlagerte Gleichströme	89
2.6	Messungen an Betriebs- und Versorgungsspannungen	90
2.7	Messungen zum Festlegen eines Arbeitspunktes	92
2.8	Niederfrequenzspannungen	93
2.9	Hochfrequenzspannungen	95

2.10	Impulsspannungsmessung . . . . .	102
2.11	Impulsstrommessung . . . . .	104
2.12	Hochspannungsmessung . . . . .	105
2.13	Indirekte Messungen . . . . .	107
2.13.1	Indirekte Messungen durch Spannungs- und Stromkompensation . . . . .	107
2.13.2	Indirekte Messungen durch Vergleich . . . . .	108
2.13.3	Indirekte Messungen ohne galvanische Verbindung zum Meßpunkt . . . . .	109
2.14	Verkopplungen und Abschirmungen . . . . .	109
2.15	3-dB-T-Abschwächer . . . . .	111
2.16	Sourcefolger als Einkopplungstastkopf . . . . .	112
<b>3</b>	<b>Messungen elektrischer Größen mit dem Multimeter . . . . .</b>	<b>113</b>
3.1	Aufbau des einfachen elektrischen Multimeters und sein Meßwerk . . . . .	113
3.1.1	Hinweise für den Einsatz des einfachen Multimeters und seine Prüfung . . . . .	118
3.2	Aufbau des elektronischen Multimeters . . . . .	120
3.2.1	Hinweise für den Einsatz des elektronischen Multimeters . . . . .	126
3.3	Das digitale Multimeter . . . . .	127
3.4	Meßgrenzen, Meßfehler . . . . .	131
3.5	Allgemeine Hinweise bei bestimmten Messungen . . . . .	132
3.5.1	Die Schaltung für Wechselspannungsmessung . . . . .	135
3.5.2	Messung von Impulsspannungen . . . . .	136
3.5.3	Widerstandsmessungen . . . . .	137
<b>4</b>	<b>Messungen elektrischer Größen mit dem Oszilloskop . . . . .</b>	<b>140</b>
4.1	Das Sichtteil des Oszilloskopes . . . . .	140
4.1.1	Bildröhre, Bildschirm . . . . .	140
4.1.2	Bildschärfe . . . . .	141
4.1.3	Bildhelligkeit . . . . .	144
4.1.4	Meßraster . . . . .	145
4.2	Vertikalverstärker . . . . .	146
4.2.1	Bandbreite . . . . .	146
4.2.2	Eingangsempfindlichkeit . . . . .	148
4.2.3	Eingangswähler und Verstärkerregelung . . . . .	149
4.2.4	Tastkopf . . . . .	150
4.2.5	Zweikanalbetrieb, Signalumkehr . . . . .	156
4.2.6	Bildverschiebung . . . . .	158
4.2.7	Verzögerungsleitung . . . . .	158
4.3	Das Kippteil des Oszilloskopes . . . . .	159
4.3.1	Zeitablenkung – Prinzip . . . . .	159
4.3.2	Triggerteil . . . . .	162
4.3.3	Kippgenerator . . . . .	167
4.3.4	Verzögertes Kippteil . . . . .	168

4.4	Horizontalverstärker	170
4.4.1	Empfindlichkeit	170
4.5	Anwendungen	171
4.5.1	Gleichspannungsmessungen	171
4.5.2	Wechselspannungsmessungen (Sinus)	172
4.5.3	Wechselspannungsmessungen (Impulse)	178
4.5.4	Wobbelbetrieb	181
4.5.5	X-Y-Betrieb	183
4.6	Speicheroszilloskop	184
4.6.1	Prinzip und Anwendung	184
4.6.2	Analoge Speicherung	187
4.6.3	Digitale Speicherung	188
4.6.4	Schreibgeschwindigkeit – Analogspeicher	189
4.6.5	Schreibgeschwindigkeit – Digitalspeicher	190
4.6.6	Besondere Merkmale analoger und digitaler Speicheroszilloskope	191
<b>5</b>	<b>Hochfrequenzmeßverfahren mit dem Wobbler</b>	<b>195</b>
5.1	Der Wobbler	195
5.2	Fehler beim Wobbelvorgang	200
5.2.1	Fehler durch Fehleinstellung des Wobblers	200
5.2.2	Fehler durch Einfügen des Meßobjektes	209
5.3	Schaltungstechnik eines einfachen Wobblers	218
<b>6</b>	<b>HF-Meßverfahren</b>	<b>225</b>
6.1	Anpassungs- und Stehwellenmessungen	225
6.2	Der Phasenwinkel des Reflexionsfaktors	231
6.3	Messung der Kabeldämpfung	231
6.4	Impedanz- und Reflexionsmessungen mit der HF-Meßbrücke	232
6.5	HF-Gleichrichter	235
6.5.1	Bandbreite und Verzerrung	235
6.5.2	Schaltung des Demodulationstastkopfes	236
<b>7</b>	<b>NF-Meßverfahren</b>	<b>240</b>
7.1	NF-Frequenzgang von HiFi-Verstärkern	240
7.1.1	Frequenzgang durch Einzelmessungen (statisch)	240
7.1.2	Frequenzgangaufnahme durch Wobbelverfahren (dynamisch)	242
7.2	Klirrfaktormessung in der NF-Technik	244
7.2.1	Klirrfaktormessungen beim Tonbandgerät	245
7.3	Messungen mit Gleichlauf-Analysatoren	251
7.3.1	Wow- und Flutter-Messungen bei Tonband- und Videogeräten	252
7.3.2	Wow- und Flutter-Messungen bei Plattenspielern	253

7.4	NF-Meßgeräte für den Eigenbau . . . . .	254
7.4.1	Klirrarmer Sinus-Oszillator . . . . .	254
7.4.2	dB-Stufenabschwächer-Eichteiler . . . . .	257
7.4.3	Vorverstärker, Abschwächer und Präzisionsgleichrichter . . . . .	259
7.4.4	NF-Millivolt- und NF-Wattmeter für die HiFi-Technik . . . . .	260
<b>8</b>	<b>Frequenzmeßverfahren . . . . .</b>	<b>269</b>
8.1	Allgemeine Angaben . . . . .	269
8.2	Frequenzzähler . . . . .	270
8.3	Frequenzmessungen nach dem Absorbionsverfahren . . . . .	273
8.4	Frequenzmessungen durch Frequenzvergleich (Schwebungsverfahren) . . . . .	274
<b>9</b>	<b>Messung und Prüfung von Bauteilen . . . . .</b>	<b>276</b>
9.1	Messungen von Kapazitäten . . . . .	276
9.1.1	Prüfung von Hochvoltkondensatoren . . . . .	279
9.1.2	Prüfung von Drehkondensatoren und Kapazitätstrimmern . . . . .	280
9.1.3	Elektrolytkondensatoren und Tantalelkos und ihre Polung . . . . .	280
9.2	Messungen von Induktivitäten . . . . .	281
9.3	Messungen von ohmschen Widerständen . . . . .	284
9.3.1	Meßschaltung für unlineare Anzeige . . . . .	284
9.3.2	Fehlermöglichkeiten bei Messungen und Austausch von Widerständen . . . . .	287
9.3.3	Meßschaltung für lineare Anzeige . . . . .	290
9.4	Messungen von passiven Bauteilen mit der Meßbrücke . . . . .	292
9.5	Funktionsprüfungen von Einzelbauelementen . . . . .	295
9.5.1	Potentiometer . . . . .	295
9.5.2	NTC-Widerstände . . . . .	296
9.5.3	PTC-Widerstände . . . . .	296
9.5.4	VDR-Widerstände . . . . .	298
9.5.5	LDR-Widerstände . . . . .	299
9.5.6	Schalter . . . . .	300
9.5.7	Relais . . . . .	300
9.5.8	Transformatoren und Spulen . . . . .	301
9.5.9	Empfängerröhren . . . . .	303
9.5.10	Dioden . . . . .	306
9.5.11	Quarze . . . . .	310
9.6	Funktionsprüfung von Transistoren und Thyristoren . . . . .	310
9.6.1	Leistungstransistoren . . . . .	316
9.6.2	Feldeffekttransistoren . . . . .	317
9.6.3	Thyristoren . . . . .	317
9.6.4	Triacs . . . . .	318

9.7	Funktionsprüfung von integrierten Schaltungen	319
9.7.1	Regel-ICs	319
9.7.2	Operationsverstärker	320
9.7.3	Einfache digitale Schaltkreise	321
9.8	Funktionsprüfung von optoelektronischen Bauelementen	321
9.8.1	Leuchtdiode – LED	321
9.8.2	Sieben-Segment-Anzeige – LED	322
9.8.3	Fotodiode	323
9.8.4	Fototransistor	324
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>327</b>