

Inhalt

Vorwort — V

Einführung — VII

1	Mess- und Testsysteme — 1
1.1	Schaltungstechnische Grundlagen — 1
1.1.1	Eigenschaften und Grundsaltungen von Verstärkern — 1
1.1.1.1	Der nicht invertierende Verstärker — 3
1.1.1.2	Der invertierende Verstärker — 4
1.1.2	Messgeräteschaltungen — 5
1.1.2.1	Voltmeterschaltungen — 5
1.1.2.2	Shunt-Amperemeter — 5
1.1.2.3	Feedback-Amperemeter — 6
1.1.2.4	Shunt-Coulombmeter — 8
1.1.2.5	Feedback-Coulombmeter — 9
1.1.2.6	Ohmmeter — 10
1.2	Kenngößen von Digitalmessgeräten — 11
1.2.1	Auflösung — 12
1.2.2	Empfindlichkeit — 12
1.2.3	Genauigkeit — 13
1.2.4	Temperaturdrift — 16
1.2.5	Alterung — 20
1.2.6	Störfestigkeit — 21
1.2.7	Systemzeiten — 24
1.3	Digitalmultimeter (DMM) — 26
1.3.1	Gleichspannungsmessungen — 28
1.3.2	Wechselspannungsmessungen — 30
1.3.3	Widerstandsmessungen — 37
1.3.3.1	Widerstandsmessung in Konstantstromtechnik — 37
1.3.3.2	Widerstandsmessung in Ratiometertechnik — 41
1.3.4	Diodentest — 45
1.3.5	Strommessungen — 46
1.3.6	Sonstige Messungen mit Digitalmultimetern — 49
1.4	Elektrometer (EM) — 49
1.4.1	Gleichspannungsmessungen — 50
1.4.2	Widerstandsmessungen — 50
1.4.3	Strommessungen — 52
1.5	Spezielle Messungen — 52
1.5.1	Messungen im Nanovoltbereich — 52
1.5.2	Messungen im Picoamperebereich — 53

1.5.3	Messungen im Mikroohmbereich —	53
1.5.4	Frequenz-, Periodendauer- und Zeitmessung —	53
1.5.5	Temperaturmessung —	55
1.5.5.1	Thermistoren (NTC) —	55
1.5.5.2	Platindrahtwiderstände —	58
1.5.5.3	Thermoelemente —	64
1.5.5.4	Siliziumtemperaturfühler —	74
1.5.5.5	Vergleich der Temperatursensoren —	75
1.5.5.6	Kalibrierung von Temperaturfühlern —	75
1.5.5.7	Temperaturmessgeräte (TMG) —	78
1.6	Signalschalter —	79
1.6.1	Aufbau von Signalschaltern (Relais) —	80
1.6.1.1	Kontaktanordnungen —	81
1.6.1.2	Relaisarten —	82
1.6.2	Eigenschaften von Signalschaltern (Relais) —	84
1.6.2.1	Der Spulenwiderstand R_S —	84
1.6.2.2	Die Kontaktspannung U_K —	87
1.6.2.3	Der Kontaktwiderstand R_K —	88
1.6.2.4	Isolationswiderstände —	88
1.6.2.5	Koppelkapazitäten —	89
1.6.2.6	Spulenbetriebsspannung —	90
1.6.2.7	Schaltspannung —	91
1.6.2.8	Schaltstrom —	91
1.6.2.9	Schaltleistung —	92
1.6.2.10	Schaltzeiten —	94
1.6.2.11	Lebensdauer —	96
1.6.3	Komplexe Schalteranordnungen —	98
1.6.4	Verwendung von Signalschaltern —	105
1.6.4.1	Spannungsmessungen über Signalschalter —	105
1.6.4.2	Strommessungen über Signalschalter —	107
1.6.4.3	Widerstandsmessungen über Signalschalter —	108
1.6.4.4	Schalten von Signalquellen hoher Impedanz —	109
1.6.4.5	Schalten von induktive Lasten —	109
1.6.4.6	Schalten kapazitiver Lasten —	111
1.6.4.7	Schalten der Netzversorgungsspannung —	111
1.6.4.8	Schalten von Signalen hoher Frequenzen —	111
2	Störungen von Messungen durch Messleitungen —	114
2.1	Thermische Effekte —	116
2.2	Induktive Effekte —	120
2.2.1	Störungen durch magnetische Wechselfelder —	121
2.2.2	Störungen durch induktive Aderkopplung —	131

2.2.3	Störungen durch magnetische Gleichfelder —	133
2.3	Kapazitive Effekte —	135
2.3.1	Ungeschirmte Messleitungen —	137
2.3.2	Abgeschirmte Messleitungen —	142
2.4	Isolationseffekte —	143
2.4.1	Isolationswerkstoffe —	143
2.4.2	Der triboelektrische Effekt —	146
2.4.3	Der piezoelektrische Effekt —	148
2.5	Elektromagnetische Wellen —	149
2.6	Erdschleifen (Brummschleifen) —	153
2.7	Abschirmung – COM, Guard, Screen und Earth —	158
2.7.1	Messleitungen —	158
2.7.2	Verdrahtung der Abschirmung —	160
2.7.3	Anschluss am Messgerät —	164
2.7.3.1	Messgeräte mit 4 mm Standardbuchsen —	164
2.7.3.2	Messgeräte mit Hochfrequenzbuchsen —	166
2.7.3.3	Messgeräte mit Triaxialbuchsen —	167
2.7.3.4	Messgeräte mit Spezialbuchsen (niedrige Thermospannung) —	167
2.8	Zusammenfassung —	168
2.8.1	Art der Leitung —	170
2.8.2	Auflegen der Abschirmung —	171
2.8.3	Anforderungen an die Umgebung —	171

Abbildungsverzeichnis — 173

Tabellenverzeichnis — 175

Stichwortverzeichnis — 177