

Inhalt

Vorwort — V

Einführung — VII

1	Mess- und Testsysteme — 1
1.1	Schaltungstechnische Grundlagen — 1
1.1.1	Eigenschaften und Grundschaltungen 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	Kenngrößen 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 RS — 84
1.6.2.2	Die Kontaktspannung UK — 87
1.6.2.3	Der Kontaktwiderstand RK — 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 induktiven 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