

# Inhalt

## Vorwort — V

## Einführung — VII

### 1 Mess- und Testsysteme — 1

1.1	Schaltungstechnische Grundlagen — 1
1.1.1	Eigenschaften und Grundschatungen 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-Ampermeter — 5
1.1.2.3	Feedback-Ampermeter — 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	Genaugigkeit — 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 — <b>53</b>
1.5.4	Frequenz-, Periodendauer- und Zeitmessung — <b>53</b>
1.5.5	Temperaturmessung — <b>55</b>
1.5.5.1	Thermistoren (NTC) — <b>55</b>
1.5.5.2	Platindrahtwiderstände — <b>58</b>
1.5.5.3	Thermoelemente — <b>64</b>
1.5.5.4	Siliziumtemperaturfühler — <b>74</b>
1.5.5.5	Vergleich der Temperatursensoren — <b>75</b>
1.5.5.6	Kalibrierung von Temperaturfühlern — <b>75</b>
1.5.5.7	Temperaturmessgeräte (TMG) — <b>78</b>
1.6	Signalschalter — <b>79</b>
1.6.1	Aufbau von Signalschaltern (Relais) — <b>80</b>
1.6.1.1	Kontaktanordnungen — <b>81</b>
1.6.1.2	Relaisarten — <b>82</b>
1.6.2	Eigenschaften von Signalschaltern (Relais) — <b>84</b>
1.6.2.1	Der Spulenwiderstand RS — <b>84</b>
1.6.2.2	Die Kontaktspannung UK — <b>87</b>
1.6.2.3	Der Kontaktwiderstand RK — <b>88</b>
1.6.2.4	Isolationswiderstände — <b>88</b>
1.6.2.5	Koppelkapazitäten — <b>89</b>
1.6.2.6	Spulenbetriebsspannung — <b>90</b>
1.6.2.7	Schaltspannung — <b>91</b>
1.6.2.8	Schaltstrom — <b>91</b>
1.6.2.9	Schaltleistung — <b>92</b>
1.6.2.10	Schaltzeiten — <b>94</b>
1.6.2.11	Lebensdauer — <b>96</b>
1.6.3	Komplexe Schalteranordnungen — <b>98</b>
1.6.4	Verwendung von Signalschaltern — <b>105</b>
1.6.4.1	Spannungsmessungen über Signalschalter — <b>105</b>
1.6.4.2	Strommessungen über Signalschalter — <b>107</b>
1.6.4.3	Widerstandsmessungen über Signalschalter — <b>108</b>
1.6.4.4	Schalten von Signalquellen hoher Impedanz — <b>109</b>
1.6.4.5	Schalten von induktive Lasten — <b>109</b>
1.6.4.6	Schalten kapazitiver Lasten — <b>111</b>
1.6.4.7	Schalten der Netzversorgungsspannung — <b>111</b>
1.6.4.8	Schalten von Signalen hoher Frequenzen — <b>111</b>
<b>2</b>	<b>Störungen von Messungen durch Messleitungen — 114</b>
2.1	Thermische Effekte — <b>116</b>
2.2	Induktive Effekte — <b>120</b>
2.2.1	Störungen durch magnetische Wechselfelder — <b>121</b>
2.2.2	Störungen durch induktive Aderkopplung — <b>131</b>

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

**Abbildungsverzeichnis — 173**

**Tabellenverzeichnis — 175**

**Stichwortverzeichnis — 177**

