Inhaltsverzeichnis

1. Gleich- und Wechselspannungsmeßgeräte mit analoger und digitaler Meßwertanzeige 10

1.1. Gleichspannungs- und Widerstandsmeßgerät mit analoger Anzeige 11
1.1.1. Aufbau und Funktionsweise des Meßgerätes in den Gleichspannungsmeßbereichen 12
1.1.2. Funktionsweise des Meßgerätes in den Widerstandsmeßbereichen 16
1.1.3. Der Abgleich des Gleichspannungs- und Widerstandsmeßgerätes 17
1.2. Gleich- und Wechselspannungsvoltmeter mit analoger Anzeige 17
1.2.1. Der Impedanzwandler und der Zwischenverstärker 18
1.2.2. Der aktive Gleichrichter und Polaritätsdetektor des Gleich- und Wechselspannungsvoltmeters 21
1.2.3. Der Abgleich des Gleich- und Wechselspannungsmeßgerätes 25
1.3. NF-Millivoltmeter mit analoger Anzeige 27
1.3.1. Funktionsbeschreibung des NF-Millivoltmeters 28
1.4. Effektivwertmeßgerät für Gleich- und Wechselspannungen mit beliebiger Kurvenform 29
1.4.1. Das Arbeitsprinzip des Effektivwertmeßgerätes 31
1.4.2. Elektrische und mathematische Funktionsweise des Effektivwertmeßgerätes 33
1.4.3. Der Abgleich des Effektivwertmeßgerätes 37
1.5. Gleichspannungsmeßgerät mit logarithmischem Skalenverlauf 38
1.5.1. Das Funktionsprinzip des Gleichspannungsmeßgerätes mit logarithmisch geteilter Anzeigeskale 38
1.5.2. Funktionsbeschreibung des Gleichspannungsmeßgerätes mit logarithmischem Skalenverlauf 39
1.5.3. Der Abgleich des Gleichspannungsmeßgerätes mit logarithmischem Skalenverlauf 47
1.6. Einfaches Digitalvoltmeter für Gleich- und Wechselspannungen mit 3 Anzeigestellen 48
1.6.1. Aufbau und Wirkungsweise der Vorstufe mit Gleichrichterfunktion in den Gleich- und Wechselspannungsmeßbereichen 50
1.6.2. Der A/D-Umsetzer des Digitalvoltmeters 54

1.6.3. Der Abgleich des digitalen Spannungsmeßgerätes mit 3 Anzeigestellen 56
1.7. Digital anzeigendes Vielfachmeßgerät mit 4 Anzeigestellen 57
1.7.1. Aufbau und Wirkungsweise des Impulszählers, seiner Zeitbasis und des Stabilisierungsteils für die positive Versorgungsspannung 61
1.7.2. Aufbau und Funktion der analog arbeitenden Meßgrößenwandler und des Spannungs-Frequenz-A/D-Umsetzers in den verschiedenen Betriebsarten des Vielfachinstrumentes 65
1.7.3. Der Abgleich des digital anzeigenden Vielfachmeßgerätes 73

2. Analog sowie digital anzeigende Frequenz- und Zeitdauermeßgeräte 74
2.1. Frequenzmeßgerät für den NF-Bereich mit analoger Meßwertanzeige 74
2.1.1. Funktionsbeschreibung des Frequenzmeßgerätes für den NF-Bereich 75
2.2. Digital anzeigendes Frequenzmeßgerät mit 4 Anzeigestellen 79
2.2.1. Aufbau und Wirkungsweise des digitalen Frequenzmeßgerätes mit 4 Anzeigestellen 80
2.2.2. Der Abgleich des Frequenzmeßgerätes 84
2.3. Universalzähler zur digitalen Messung der Frequenz und der Periodendauer von Wechselspannungen sowie der Zeitdauer positiv oder negativ gerichteter Impulse 85
2.3.1. Die Eigenschaften und Meßmöglichkeiten des Universalzählers 85
2.3.2. Aufbau und Funktion des Impulszählers, des Zähltores und des Stabilisierungsteils für die positive Speisespannung . . 88
2.3.3. Funktionsbeschreibung des Eingangstriggers, des Zeitbasisgenerators und der Ablaufsteuerung des Universalzählers 94
2.3.4. Funktionsweise des Universalzählers in den 5 verschiedenen Betriebsarten 100
2.4. Thyristorgesteuertes Lichtblitzstroboskop 105
2.4.1. Arbeitsprinzip des thyristorgesteuerten Lichtblitzstroboskops 105
2.4.2. Die Funktion des Lichtblitzstroboskops 107

3. Kleinoszilloskop und 4-Kanal-Umschalter für Einkanaloszilloskope 111
3.1. Kleinoszilloskop mit getriggertem Ablenkgenerator 112
3.1.1. Die Stromversorgungsteile des Kleinoszilloskops und die Beschaltung der Elektronenstrahlröhre 114
3.1.2. Der Y-Vor- und Endverstärker 117
3.1.3. Der getriggerte Ablenkgenerator und der X-Endverstärker 123
3.1.4. Der Abgleich des Kleinoszilloskops 130

3.2. 4-Kanal-Umschalter zur Darstellung mehrerer Meßsignale auf dem Bildschirm eines Einkanaloszilloskops 131
3.2.1. Funktionsbeschreibung des 4-Kanal-Umschalters 132

4. Analog und digital anzeigende Thermometer 139
4.1. Einfaches elektronisches Thermometer mit analoger Anzeige 141
4.2. Digitalthermometer mit 3 Anzeigestellen für einen Temperaturbereich von $-\vartheta_m = 9{,}9\,°C$ bis $\vartheta_m = 99{,}9\,°C$ 143
4.3. Digitalthermometer mit 4 Anzeigestellen für den Temperaturbereich von $-\vartheta_m = 50\,°C$ bis $\vartheta_m = 150\,°C$ 147
4.3.1. Funktionsbeschreibung des Impulszählers und Erläuterung des Meßverfahrens 148
4.3.2. Der Spannungs-Frequenz-A/D-Umsetzer und der Zeitbasisgenerator des Digitalthermometers 153

5. Temperaturregelschaltungen für Prüfzwecke 156
5.1. Luftthermostat für einen Temperaturbereich von $\vartheta_{Th} = 20\,°C$ bis 75 °C 156
5.2. Spot-Heizer zum punktförmigen Aufheizen einzelner elektronischer Bauelemente auf eine definierte Temperatur . . 161

6. Stromversorgungseinrichtungen für Laborzwecke 164
6.1. Stromversorgungseinrichtung mit Festspannungsreglern für 3 Ausgangsspannungen 165
6.2. Stromversorgungseinrichtung für 2 veränderliche Ausgangsspannungen mit thyristorbestücktem Vorregler 169
6.3. Elektronische Regelschaltung zum Erzeugen hochkonstanter Referenzspannungen 173

7. Generatoren zum Erzeugen von sinus-, rechteck- und dreieckförmigen Wechselspannungen im HF- und NF-Bereich 178
7.1. NF-Generator für einen Frequenzbereich von $f_a = 16\,Hz$ bis 23,2 kHz ohne Bereichsumschaltung 179
7.2. NF-Generator nach dem Prinzip des Phasendifferenzoszillators für den Frequenzbereich von $f_a = 5\,Hz$ bis 54,2 kHz 186
7.3. NF-Generator mit großem Frequenzbereich und einer Regelschaltung zur Amplitudenstabilisierung 190
7.4. Amplitudenmodulierbarer HF-Generator für den Frequenzbereich von $f_a = 81{,}6\,kHz$ bis 31,3 MHz 196
7.4.1. Das Stabilisierungsteil für die Versorgungsspannung und der amplitudengeregelte HF-Oszillator 198
7.4.2. Der AM-Modulator mit NF-Generator und die Endstufe des HF-Generators 200

7.5. Impulsgenerator mit frequenzunabhängig veränderlichem Tastverhältnis 205
7.6. Impulsgenerator mit in weiten Grenzen veränderlicher Impulsperiodendauer, Impulsdauer und Amplitude 208
7.6.1. Die Stromversorgung und die Endstufe des Impulsgenerators 212
7.6.2. Der Taktgenerator mit Frequenzteiler und die monostabile Kippstufe zum Erzeugen der Ausgangsimpulse 215
7.7. Einfacher Funktionsgenerator zum Erzeugen von Wechselspannungen mit sinus-, rechteck- und dreieckförmigem Kurvenverlauf 217
7.7.1. Arbeitsweise des Generators zum Erzeugen der Dreieck- und Rechteckspannung 218
7.7.2. Funktion und Abgleich des Sinussynthetisators und Endstufe des Funktionsgenerators 220

7.8. Spannungsgesteuerter Funktionsgenerator zum Erzeugen symmetrischer Rechteck-, Dreieck- und Sinusspannungen 223
7.8.1. Der spannungsgesteuerte Oszillator zum Erzeugen der Dreieck- und Rechteckspannung 224
7.8.2. Die Wirkungsweise des Sinussynthetisators und die Endstufe des Funktionsgenerators 227
7.8.3. Der Abgleich des Funktionsgenerators 230
7.9. Generator für sägezahnförmige Spannungen mit wahlweise linearem oder exponentiellem Kurvenverlauf 230

8. Literatur 237

9. Sachwortverzeichnis 240