

Inhaltsverzeichnis von Kapitel 9

9 Allgemeines über Messungen und ihre Auswertung

Redakteur: S. German

Hierzu Tabellen T 9.01 bis T 9.13 im Anhang

9.1	Begriffs- und Einheitensysteme (S. German)	3
9.1.1	Physikalische Größe und Größensystem	3
9.1.2	Dimension und Dimensionssystem	4
9.1.3	Einheit und Einheitensystem	5
9.1.4	Das Internationale Einheitensystem	6
9.1.4.1	Die SI-Basiseinheiten	6
9.1.4.2	Abgeleitete SI-Einheiten	10
9.1.4.3	Dezimale Teile und Vielfache von SI-Einheiten	10
9.1.5	Einheiten außerhalb des SI	12
9.1.6	Besondere Einheiten für Größen mit dem Dimensionsprodukt 1	13
9.1.7	Das CGS-System	16
9.1.8	Größen- und Einheitensysteme in Elektrizität und Magnetismus	16
9.1.9	Fundamentalkonstanten der Physik (W. Wöger)	18
9.2	Wichtige Begriffe der Meßtechnik (S. German)	20
9.2.1	Allgemeine Begriffe	20
9.2.2	Darstellung quantitativer Ergebnisse	23
9.2.3	Terminologie bei differentiellen Größen	23
9.3	Auswertung von Messungen (K. Weise)	24
9.3.1	Allgemeines	24
9.3.1.1	Grundbegriffe des Messens	24
9.3.1.2	Meßunsicherheit und Meßabweichungen	25
9.3.1.3	Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie	26
9.3.1.4	Beispiele für Wahrscheinlichkeitsverteilungen	28
9.3.1.5	Grundbegriffe der Matrizenrechnung	29
9.3.2	Auswertung direkter Messungen einer Meßgröße	31
9.3.2.1	Mittelwert und Standardabweichung	31
9.3.2.2	Vollständiges Meßergebnis und Meßunsicherheit	32
9.3.2.3	Vertrauensgrenzen und Vertrauensbereich	32
9.3.3	Auswertung bei indirekten Messungen	35
9.3.3.1	Definitionen und Vorbemerkungen	35
9.3.3.2	Fortpflanzung von Unsicherheiten	37
9.3.3.3	Ansätze für die Eingangsdaten	38
9.3.3.4	Anwendungsbeispiele	39
9.3.3.5	Mitteilung der Ergebnisse einer Meßaufgabe	41

2 Inhaltsverzeichnis von Kapitel 9

9.3.4	Ausgleichende Auswertung	44
9.3.4.1	Methode der kleinsten Quadrate	44
9.3.4.2	Einmalige Messung vieler Größen	45
9.3.4.3	Anwendungsbeispiele	45
9.3.5	Statistische Prüfungen	48
9.3.5.1	Allgemeines zur Prüfung von Hypothesen	48
9.3.5.2	Beurteilung der Differenz zweier Mittelwerte	50
9.3.5.3	Ausscheiden einzelner Meßwerte	51
9.3.5.4	Vergleich der Streuungen zweier Meßreihen	51
9.3.5.5	Prüfung mehrerer Mittelwerte auf Konsistenz	52
9.3.5.6	Chi-Quadrat-Test	52
9.3.6	Weitere Hinweise	53
9.3.6.1	Graphische Darstellung von Meßreihen	53
9.3.6.2	Hinweise für die rechnerunterstützte Auswertung	55

Inhaltsverzeichnis von Kapitel 10

10 Elektronik und Meßdatenerfassung

Redakteur: H.-J. Schuster

10.1	Analogtechnik (A. Braun)	63
10.1.1	Grundsaltungen mit Operationsverstärkern	63
10.1.1.1	Allgemeines	63
10.1.1.2	Nicht-invertierender Verstärker	64
10.1.1.3	Invertierender Verstärker	65
10.1.2	Meßschaltungen	66
10.1.2.1	Addierer	66
10.1.2.2	Subtrahierer	66
10.1.2.3	Trennverstärker	67
10.1.2.4	Integrator	68
10.1.2.5	Multiplizierer	69
10.1.2.6	Dividierer	70
10.1.3	Spannungs- und Stromquellen	70
10.1.4	Aktive Filter	72
10.2	Grundlagen der Digitaltechnik (P. Seyfried †)	72
10.2.1	Dualzahlen	73
10.2.2	Grundfunktionen	73
10.2.3	Grundsaltungen	76
10.2.4	Zählschaltungen	78
10.2.5	Aufbereitung von Signalen	80
10.2.5.1	Schutzschaltungen	80
10.2.5.2	Entprellen	81
10.2.5.3	Schwellenschalter (Schmitt-Trigger)	81
10.2.5.4	Differenzierschaltungen	82
10.2.6	Signalausgänge	82
10.3	Anwendungsspezifische Integrierte Schaltungen (R. Oppermann)	85
10.3.1	Programmierbare Logikschaltungen (PLD)	86
10.3.1.1	Übersicht (Grundtypen und Technologie)	86
10.3.1.2	Grundlagen der PLD-Technik	88
10.3.1.3	Die Grundsaltungen PAL, PROM und PLA	91
10.3.1.4	Register-PLDs	94
10.3.1.5	Makrozellen-PLDs	96
10.3.2	Finite-State-Machines	98
10.3.3	PLD-Entwicklungssysteme	99
10.3.3.1	Anforderungen an die Entwicklungssoftware	100

10.3.3.2	Bestandteile eines PLD-Eingabedatensatzes	101
10.3.3.3	Ausgabeformate und Dokumentation	109
10.3.3.4	Logik-Analyse an einem Simulationsmodell	112
10.3.3.5	Bausteintest mit Testvektoren	113
10.3.3.6	Programmiergeräte	113
10.4	Integrierte Schaltungen mit software determinierter Funktion (R. Oppermann)	115
10.4.1	Einführung	115
10.4.2	Mikrocontroller	115
10.4.2.1	Mikrocontroller-Familien	115
10.4.2.2	Auswahlkriterien für Mikrocontroller	117
10.4.2.3	Mikrocontroller mit dem Prozessorkern 6502	118
10.4.2.4	Struktur der Hardware	121
10.4.2.5	Grundlagen der Mikrorechnersoftware	122
10.4.2.6	Registermodell, Stackspeicher und Zeropage	124
10.4.2.7	Befehlsatz und Adressierungsarten	126
10.4.2.8	Beispiele für Programm-Module	130
10.4.3	Digitale Signalprozessoren	133
10.4.3.1	Grundlagen der digitalen Signalverarbeitung	133
10.4.3.2	Vorteile der digitalen Signalverarbeitung	134
10.4.3.3	Auswahlkriterien für digitale Signalprozessoren	134
10.4.3.4	Die DSP-Familie TMS320	135
10.4.3.5	Software-Entwicklungsunterstützung	137
10.4.3.6	DSP-Hardware-Unterstützung	139
10.5	Datenerfassung und Signalanalyse (J.-Uwe Varchmin)	141
10.5.1	Signale und Signalumsetzung	141
10.5.1.1	Signaltypen	141
10.5.1.2	Abtasttheorem, Antialiasingfilter	143
10.5.1.3	Abtast- und Halteschaltung (Sample and Hold)	144
10.5.1.4	Analog-Digital-Umsetzer	146
10.5.1.5	Fehler von A/D-Umsetzern	152
10.5.1.6	Digital-Analog-Umsetzer	155
10.5.1.7	Mehrkanalige Meßdatenerfassung	156
10.5.2	Rechnergestützte Meßsysteme	158
10.5.2.1	Der IEC-Bus	158
10.5.2.2	Serielle Busse	166
10.5.3	Signalverarbeitung mit digitalen Filtern	188
10.5.3.1	Kurzeinführung in die Laplace- und die z-Transformation	188
10.5.3.2	Digitale Filter	191
10.5.3.3	Tiefpässe	193
10.5.3.4	Hochpässe	194
10.5.3.5	Bandpässe	194
10.5.3.6	Regler	195
10.5.3.7	Simulation einer Regelstrecke mit einem Turbo-Pascal-Programm	197
10.6	Prozeßdatenverarbeitung (H. Schumny)	202
10.6.1	Grundlagen	202

10.6.1.1	Verfahren	203
10.6.1.2	Grundaufgaben	204
10.6.1.3	Typische Anwendungen	205
10.6.1.4	Codierung und Datensicherung	207
10.6.1.5	Ein- und Ausgaben	208
10.6.1.6	Instrumentierung	210
10.6.2	Schnittstellen und lokale Vernetzung	211
10.6.2.1	Einteilung von Schnittstellen nach verschiedenen Kriterien	212
10.6.2.2	Parallele Peripherieschnittstellen	213
10.6.2.3	Serielle Peripherieschnittstellen	215
10.6.2.4	Lokale Vernetzung	218
10.6.3	Software	221
10.6.3.1	Betriebssysteme und Programmierung	221
10.6.3.2	Programmiermethoden	223
10.6.3.3	Standard-Software	224
10.7	Leitungs- und Störeinflüsse	226
10.7.1	Rauschen (W. Kessel)	226
10.7.1.1	Innere Rauschquellen	226
10.7.1.2	Rauschzahl	227
10.7.1.3	Rauschtemperatur	228
10.7.1.4	Messung der Rauschtemperatur und der Rauschzahl	229
10.7.2	Äußere Störeinflüsse (A. Thiel)	230
10.7.3	Daten auf Leitungen (P. Seyfried †)	234
10.7.3.1	Anpassung	235
10.7.3.2	Übersprechen	236
10.8	Bauelemente (G. Hein)	238
10.8.1	Passive Bauelemente	238
10.8.1.1	Widerstände	238
10.8.1.2	Kondensatoren	239
10.8.1.3	Induktivitäten	239
10.8.1.4	Quarze	240
10.8.2	Aktive Bauelemente	241
10.8.2.1	Diode	241
10.8.2.2	Zener-Diode	242
10.8.2.3	Tunnelediode	243
10.8.2.4	Kapazitätsdiode	244
10.8.2.5	PIN-Diode	244
10.8.2.6	Thyristor	245
10.8.2.7	Transistoren	246
10.8.3	Optoelektronische Bauelemente	249
10.8.3.1	Photowiderstand	249
10.8.3.2	Photoelement	249
10.8.3.3	Photodiode	250
10.8.3.4	Phototransistor	250
10.8.3.5	Lumineszenz-Diode (Emitter-Diode, LED)	251
10.8.3.6	Optokoppler	251

10.8.3.7	Diodenlaser	252
10.8.4	Integrierte Schaltkreise (IC)	253
10.8.4.1	Operationsverstärker	253
10.8.4.2	Logische Schaltungen	254
10.9	Symbole und Schaltzeichen (Auszug aus IEC 617) (H.-J. Schuster)	257