
2 Messen elektrischer Größen

2

Das Messen elektrischer Größen beschränkt sich hier auf die quantitative Bestimmung der Größen von drahtgebundenen Stromkreisen, d. h., elektromagnetische Wellenvorgänge im freien Raum sind ausgeklammert. Historisch gesehen interessierten nur die Größen der Elektroenergieerzeugung, -verteilung und -nutzung, jedoch mit der Entwicklung der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik sowie der Nachrichtentechnik dienen elektrische Größen wie Spannung und Strom als Träger von Informationen. Sie werden zu Signalen (→ 1.8), ihre zeitlichen Verläufe sind je nach verwendetem Informationsparameter mannigfaltig.

2.1 Größen in Gleich- und Wechselspannungssystemen

Es werden die Grundgrößen und Grundgesetze des elektrischen Stromkreises bei Gleich- und Wechselspannung sowie wesentliche Zusammenhänge des Dreiphasenwechselspannungssystems dargestellt. Entsprechend der messtechnischen Vorgehensweise werden alle Zusammenhänge im Zeitbereich dargestellt. Auf die Analogien zwischen elektrischem Stromkreis und elektrischem bzw. magnetischem Feld wird eingegangen.

2.1.1 Gleichspannung und Gleichstrom /2.1/, /0.38/

Gleichspannung und **Gleichstrom** (direct voltage, direct current) sind elektrische Größen, deren Momentanwerte zu allen Zeitpunkten konstant sind (→ Bild 2.1).

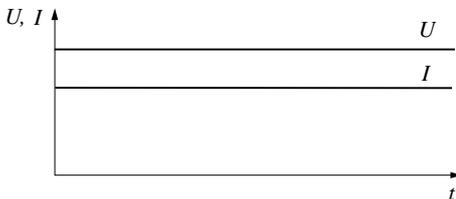


Bild 2.1 Verlauf von Gleichspannung und Gleichstrom

► **Beachte:** Die SI-Einheit der Spannung ist, unabhängig von ihrem Verlauf, $[U], [u] = \text{V}$ (Volt), die der Stromstärke $[I], [i] = \text{A}$ (Ampere).

Gleichspannungen treten in elektrischen Stromkreisen als *Quellenspannungen* und Spannungsabfälle auf. Bild 2.2 zeigt den Grundstromkreis, bestehend aus idealer Quellenspannung und Widerstand (\rightarrow 2.1.3) als Verbraucher mit den zugeordneten Zählrichtungen.

Die **Quellenspannung** ist der messbare Spannungsabfall einer Spannungsquelle und ist vom Plus- zum Minuspol gerichtet. Sie ist dem angetriebenen Strom entgegengerichtet (\rightarrow Bild 2.2).

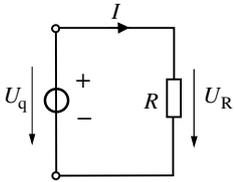


Bild 2.2 Grundstromkreis mit idealer Quellenspannung

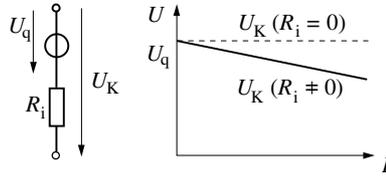


Bild 2.3 Reale Quellenspannung mit Spannungs-Stromkennlinien

Elektrische Quellenspannungen U_q entstehen, wenn Ladungen Q unterschiedlichen Vorzeichens durch äußere Energiezufuhr W getrennt werden.

$$U_q = \frac{W}{Q} \quad (2.1)$$

► *Beachte:* Die SI-Einheit der Ladung ist $[Q] = \text{C}$ (Coulomb) = $\text{A} \cdot \text{s}$ (Amperesekunde).

Für praktische Anwendungen steht ein breites Angebot von Spannungsquellen als *Batterien* oder elektronisch *stabilisierte Netzgeräte* zur Verfügung. Batterien haben einen Innenwiderstand R_i , wodurch die Klemmenspannung U_K mit zunehmendem Strom abnimmt (\rightarrow Bild 2.3). Mit zunehmender Entladung steigt der Innenwiderstand. Elektronisch stabilisierte Netzgeräte regeln die Klemmenspannung bis zum Nennstrom auf einen konstanten Wert. Tabelle 2.1 zeigt eine Auswahl von Spannungsquellen.

Im geschlossenen Stromkreis (\rightarrow Bild 2.2) treibt die Quellenspannung einen elektrischen Strom an. Elektrischer Strom bedeutet die Bewegung von Ladungsträgern in elektrischen Leitern.

Die **elektrische Stromstärke** ist der Quotient aus der Ladungsmenge dQ , die während der Zeit dt durch einen elektrischen Leiter fließt. Ist diese konstant, so handelt es sich um Gleichstrom. Die technisch positive Stromrichtung in einem Stromkreis ist vom Plus- zum Minuspol der Quellenspannung gerichtet.

Tabelle 2.1 Auswahl von Spannungsquellen

Typ (Besonderheit) Werkstoffpaarung; Auswahl	Quellenspannungs- bereich Kapazitätsbereich	Auswahl möglicher Anwendungen
Knopfzelle als Batterie (einmalig entladbar) Zn-Luft, Zn-MnO ₂ , Li-MnO ₂	(1,4 ... 3) V (5 ... 1 000) mAh	Hörgeräte, Uhren, LED-Taschenlampen, elektronische Messgeräte
Knopfzelle als Akkumulator (ladbar, bis ca. 400 Ladezyklen) Nickel-Metallhydride, Lithium-Vanadiumpentoxid	(1,2 ... 7) V (7 ... 40) mAh	Fotoapparate, Kameras, Kommunikationsgeräte, elektronische Schaltungen, elektronische Mess- geräte
Batterie (einmalig entladbar) Zink-Mangandioxid (Alkaline) Lithium-Mangandioxid	(1,5 ... 9) V (3,5 ... 3 000) mAh	Uhren, Taschenrechner, Rundfunkgeräte, Fernbe- dienungen, Warnanlagen
Akkumulatoren Nickel-Metallhydrid (Ni MH) (ladbar, bis 1000 Zyklen) Lithium-Eisenphosphat (Li-Ion) (ladbar, 1 000 bis 5 000 Zyklen)	1,2 V (300 ... 2 850) mAh (3,6 ... 180) V (1,6 ... 30 000) Ah	Jegliche elektronische Geräte, Werkzeuge, Fahr- räder, Hybrid- und Elek- troautos, Seefahrt, große Elektroenergiespeicher
Bleibatterie (Akkumulator) (ladbar, bis ca. 2 000 Zyklen) Verdrängung durch Li-Ion-Akku	Zellenspannung 2 V, Reihenschaltung für höhere Spannungen (1 ... 12 000) Ah	Starter- und Pufferbatterie für Fahrzeuge, Werkselek- troautos, Energiespeicher
Elektronische Netzgeräte (Wechselspannung gleichge- richtet und geglättet, auch als Konstantstromquelle möglich)	(0 ... 100) V (0 ... 20) A	Betreiben elektronischer Schaltungen

2

Augenblickswert der Stromstärke:

$$i = \frac{dQ}{dt} \quad (2.2)$$

Gleichstrom:

$$I = \frac{Q}{t} \quad (2.3)$$

Beim Fließen des Stromes durch einen Widerstand (\rightarrow 2.1.3) wird in diesem die *Energie* W umgesetzt, die der Spannungsquelle entzogen wird. Diese Arbeit wird durch die Bewegung der elektrischen Ladung Q verrichtet. Es entsteht ein Spannungsabfall U .

Die **elektrische Spannung (Spannungsabfall)** ist der Quotient aus der zur Verschiebung der Ladung erforderlichen Arbeit W und der Ladung Q . Der Spannungsabfall hat die gleiche Richtung wie der fließende Strom.

$$U = \frac{W}{Q} \quad (2.4)$$

$$U = IR \quad (2.5)$$

Die Gl. (2.5) ist die Strom-Spannungs-Beziehung (\rightarrow 2.1.3).

2.1.2 Wechselspannung und Wechselstrom /2.1/, /0.38/

Wechselspannung und Wechselstrom (alternating voltage, alternating current) sind elektrische Größen, deren Momentanwerte sich nach dem Zeitintervall T (Periode) wiederholen und deren arithmetische Mittelwerte (\rightarrow Gl. (2.12)) gleich null sind.

In der Regel haben Wechselspannung und Wechselstrom einen zeitlich sinusförmigen Verlauf (\rightarrow Bild 2.4). Die Momentanwerte von Wechselspannung und Wechselstrom werden durch die Gln. (2.6) und (2.7) beschrieben.

$$u(t) = \hat{u} \sin \omega t \quad (2.6)$$

$$i(t) = \hat{i} \sin(\omega t - \varphi) \quad (2.7)$$

Kennwerte dieser Gleichungen sind die *Spitzen-* oder *Scheitelwerte* \hat{u} und \hat{i} , die *Kreisfrequenz* φ und der *Phasenwinkel* φ .

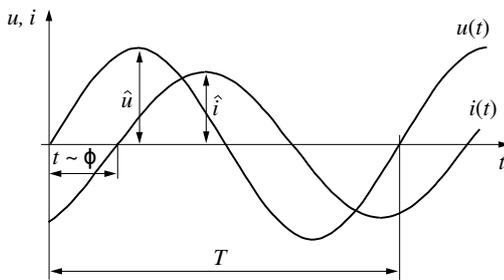


Bild 2.4 Wechselspannungs- und Wechselstromverlauf

Die **Kreisfrequenz** ist das 2π -fache der Frequenz.

$$\varphi = 2\pi f \quad (2.8)$$

Die **Frequenz** f ist der Kehrwert der *Periodendauer* T und gibt an, wie oft sich die Schwingung je Zeiteinheit wiederholt.

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.9)$$

► *Beachte:* Die SI-Einheit der Frequenz ist

$$[f] = \text{Hz (Hertz)} = \frac{1}{\text{s}}.$$

□ *Beispiele* für technische Frequenzen sind 50 Hz in der Elektroenergieversorgung in Deutschland, 60 Hz in den USA und in Europa im Bereich der Traktion 16 2/3 Hz oder 50 Hz.

2

Der **Phasenwinkel** φ gibt die zeitliche Verschiebung zweier Wechselgrößen im Winkel- oder Bogenmaß an.

$$\varphi = \frac{360^\circ}{T}t, \quad \varphi = \frac{2\pi}{T}t \quad (2.10)$$

► *Beachte:* Im Bild 2.4 eilt der Strom der Spannung zeitlich nach. In Gl. (2.7) steht demzufolge $-\varphi$. In der Bezeichnung wird nicht zwischen Bogen- und Winkelmaß unterschieden.

Definitionsgemäß müssen die Wechselgrößen Spannung und Strom nicht unbedingt rein sinusförmig sein. In der Praxis verursachen nichtlineare Verbraucher unerwünschte Oberschwingungen (○ Bild 2.5).

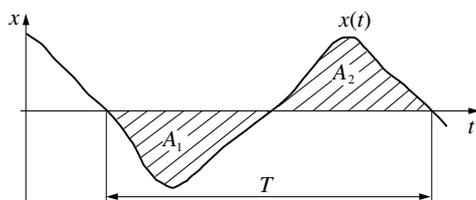


Bild 2.5 Periodische nichtsinusförmige Funktion

Periodische nichtsinusförmige Spannungen $u(t)$ und **Ströme** $i(t)$ lassen sich als Summe von Sinusschwingungen (Harmonischen) unterschiedlicher Frequenzen mit zugeordneten Amplituden und Phasenwinkeln darstellen (○ Gl. (2.11)).

$$x(t) = \sum_{i=1}^n \hat{x}_i \sin(\varphi_i t - \varphi_i) \quad (2.11)$$

x steht für u oder i , die Größe n ist durch die Anzahl der Harmonischen gegeben.

□ *Beispiele* für nichtlineare Verbraucher sind z. B. geregelte Antriebe, Fernseher, Lichtbogenschmelzöfen.

Kenngrößen zur Bewertung von Wechselgrößen:**Arithmetischer Mittelwert (Gleichwert)**

Der **Gleichwert** ist der arithmetische Mittelwert der Spannung oder des Stromes über eine Periode.

$$\bar{X} = \frac{1}{T} \int_0^T x(t) dt \quad (2.12)$$

Gl. (2.12) ist geeignet, festzustellen, ob die Funktion $x(t)$ eine reine Wechselgröße ist (◦ Bild 2.5), d. h. $A_1 + A_2 = 0$ und $\bar{X} = 0$ (A_1 geht in den Integralwert negativ ein).

Gleichrichtwert

Der **Gleichrichtwert** ist der arithmetische Mittelwert des Betrages von Spannung oder Strom einer Periode.

$$|\bar{X}| = \frac{1}{T} \int_0^T |x(t)| dt \quad (2.13)$$

Die Betragsbildung bedeutet, dass die negativen Halbwellen der Wechselgrößen (◦ Bild 2.4, Bild 2.5) in den positiven Bereich geklappt werden und davon der arithmetische Mittelwert gebildet wird. Der Gleichrichtwert ist für die Messtechnik (◦ 2.2) interessant, da sich unabhängig von der Frequenz bei sinusförmigen Wechselgrößen nach den Gln. (2.6) und (2.7) einfache Zusammenhänge zwischen Effektivwert und Spitzenwert nach Gl. (2.15) bzw. Effektivwert und Gleichrichtwert nach Gl. (2.17) ergeben.

Effektivwert

Der **Effektivwert** ist der quadratische Mittelwert von Spannung oder Strom einer Periode.

$$X = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt} \quad (2.14)$$

Die Effektivwerte der Spannung U und des Stromes I bewirken in einem ohmschen Widerstand (◦ 2.1.3) den gleichen Energieumsatz (◦ 2.1.6.1) in Form von Wärmeenergie wie die äquivalente Gleichspannung U oder die Gleichstromstärke I .

Scheitelfaktor

Der **Scheitelfaktor** ist das Verhältnis von Spitzenwert (Scheitelwert) zum Effektivwert von Spannung oder Strom.

$$k_s = \frac{\hat{x}}{X} \quad (2.15)$$

2

Für reine Sinusgrößen gilt unabhängig von der Frequenz:

$$k_s = \sqrt{2} \approx 1,414 \quad (2.16)$$

Damit sind die Spitzenwerte von Spannung \hat{u} und Strom \hat{i} aus gemessenen Effektivwerten einfach bestimmbar.

Formfaktor

Der **Formfaktor** ist das Verhältnis von Effektivwert zum Gleichrichtwert einer Wechselgröße.

$$k_f = \frac{X}{|X|} \quad (2.17)$$

Für reine Sinusgrößen gilt unabhängig von der Frequenz:

$$k_f = \frac{\sum}{2} \approx 1,11 \quad (2.18)$$

Damit sind Effektivwerte von Spannung U und Strom I für sinusförmige Wechselgrößen durch einfach zu messende Gleichrichtwerte bestimmbar. Für periodisch nichtsinusförmige Verläufe kann der Formfaktor je nach Kurvenform größer oder kleiner als dieser Wert sein.

Klirrfaktor /0.55/

Der **Klirrfaktor** ist das Verhältnis des Effektivwertes aller Oberschwingungen zum Effektivwert aller Harmonischen der Oberschwingungsbehafteten Wechselgröße.

$$K = \frac{\sqrt{\sum_{i=2}^n X_i^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_i^2}} \quad (2.19)$$

Bildet man nach Einsetzen von Gl. (2.11) in Gl. (2.14) den Effektivwert, so ergibt sich dieser aus der geometrischen Summe der Effektivwerte der einzelnen Harmonischen.

$$X = \sqrt{\sum_{i=1}^n X_i^2} = \sqrt{X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2} \quad (2.20)$$

Der Klirrfaktor ist zugleich ein Maß für die Oberwellenleistung zur Gesamtleistung eines nichtlinearen Verbrauchers.

2.1.3 Grundschaltelemente /2.1/, /0.38/

Grundschaltelemente des elektrischen Stromkreises sind der ohmsche Widerstand R (resistance), die Induktivität L (inductivity) und die Kapazität C (capacity). Die Schaltzeichen sind im Bild 2.6 dargestellt.

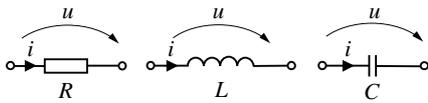


Bild 2.6 Schaltzeichen der Grundschaltelemente

Ohmscher Widerstand

Elektrische Leiter setzen dem Stromfluss einen Widerstand entgegen.

Der **ohmsche Widerstand** ist ein elektrischer Leiter, dessen Widerstand unabhängig von der Höhe des Stromes ist, Spannung und Strom sind proportional.

Das **ohmsche Gesetz** ist die Gleichung, die diesen Zusammenhang beschreibt.

$$R = \frac{u}{i} = \text{const.} \quad (2.21)$$

- *Beachte:* Die SI-Einheit des Widerstandes ist
 $[R] = \Omega$ (Ohm).

Bei Wechselgrößen ist gemäß der Definition der Phasenwinkel $\varphi = 0$ (\approx Bild 2.4). Metallische Leiter verhalten sich bei konstanter Temperatur annähernd wie ohmsche Widerstände.

- *Beachte:* Viele halbleitende Widerstände (Dioden, Heißleiter, Kaltleiter) weisen diese Proportionalität nicht auf. Sie sind nur in einer Richtung leitend oder ändern ihren Widerstand in Abhängigkeit von der Stromstärke. Bei sinusförmigen Spannungsabfällen fließen überschwingungsbehaftete Ströme.

Sachwortverzeichnis

A

- AAS 275 f.
- Abbilden 34
- Abbildung zeitlicher Verläufe 81
- Abbildungsgröße 35
- Abbildungssignal 36
- Abfallzeit 65
- Abgleichen 107
- Ablaufsteuerung 473
- Ablehnungsbereich 566
- Ableitung, partielle 549 f.
- Ablenkensystem 521
- Ablösekraftsensor 250
- Abprodukt 19
- Abscheidespannung 309
- Absolutbewegungsaufnehmer 240
- Absolut-Drehgeber 258
- Absorption 263, 313
- Absorptionsgrad 361
- Absorptionsspektrofotometrie 274 f.
- Absorptionsspektroskopie 274
- Abstandsänderung 348
- Abstandsmessung 226
- Abtast- und Halteschaltung 422
- Abtastabstand 129, 131
- Abtastfrequenz 129, 133
- Abtastsatz 131
- Abtastschaltung 416
- Abtastsignal 384
- Abtasttheorem 42, 422, 431, 485
- Abtastung 41, 131, 422, 424
- , diskrete 132
- Abweichung, des arithmetischen Mittelwertes 576
- Abweichungsanzeige 23
- Achsabschnitt 534, 541, 543
- Acquisition time 487
- Addierer 409, 412, 449
- , 4-Bit- 450
- Addition, logarithmische 413
- Adressbit 427
- Adressbus 472
- Adressdecoder 472
- Adresssteuerung 426
- Adsorbenzien 266
- A/D-Umsetzer 272, 488, 532
- Advanced-LS-TTL 462
- Advanced-Schottky-TTL 462
- Aerosol 275
- AES 275 f.
- Akkumulator 474
- Aktivität 325
- Aktiv-Matrix-Display 524
- Aktor 502
- Aliasing 486
- Allpass 391
- alternierender Betrieb 83
- ALU 474
- Aluminiumoxid 301
- Amperometrie 309
- Amplituden-Frequenzgang 429
- Amplitudengang 537
- Amplitudenkennlinie 537
- Amplitudenspektrum 132
- Amplitudenstufe 38
- analog 37 f.
- Analog/Digital-Umsetzer 428, 488
- Analog/Digital-Umsetzung 41, 422
- Analog-Multiplexer 426 f.
- Analogrechenschaltung 411
- Analogschalter 417, 423 ff.
- Analogwertebereich 532
- Analogwertspeicher 422
- Analyse 21
- elektrischer Signale 128
- von zeitbegrenzten Signalen 130
- Analysenmesstechnik 20, 261
- Analysenprobe 325
- Analysensiebmaschine 312
- AND Array 468
- Andreasenpipette 319
- Angleichverfahren 372
- anisotroper magneto-resistiver Effekt 231
- Anlaufwert 45

- Annahme 565
Annubar-Durchflussmesser 172
Anpassung 34, 387, 389
Anpassverstärker 82
Anschlussbezeichnung 111
Anschlussparameter 35
Anstiegsantwort 537
Anstiegsgeschwindigkeit 424
Anstiegszeit 65, 536
Anti-Blockier-System 259
Antifuse 471
Anti-Schlupf-System 260
Antivalenz 437
Antwortfunktion 46, 535
Anwenderinformation 106
Anzahlhäufigkeit 311
Anzeige 35
Anzeigebereich 45, 543
Aperture time 488
Aperture time jitter 488
Approximation, lineare 541
–, sukzessive 490
Äquivalentdosis 326
Äquivalenz 437
Äräometer 205, 320
Arbeitsselektrode 309
Arbeitspunkt 535
Arbitrationslogik 477
Arithmetic Logic Unit 473
arithmetischer Mittelwert 58, 573, 576 f., 580, 583
Aronschtaltung 125
ASCII-Code 445
ASCII-Protokoll 510
ASCII-Sonderzeichen 529
ASCII-Zeichen 519
aselektives Verhalten 349
ASI 513
ASIC 466
Aspirationshygrometer 297 f.
assoziative Gesetze 438
ATE 503
Atmosphärendruck 153
Atomabsorptionsspektroskopie 275
Atomemissionsspektroskopie 275
ATR 280
Aufgabengröße 25
Aufheizverfahren 187
Auflösung 489, 522, 550, 590, 594 f.
Auflösungsvermögen 550
–, spektrales 131
Aufnehmer, piezoelektrischer 238
Auftrittswahrscheinlichkeit 580
Ausbreitungswiderstand 143
Ausgabegerät 516
Ausgabevektor 451
Ausgangsgröße 589
Ausgangsimpedanz 401
Ausgangslastfaktor 461
Ausgangssignal 535
–, binäres 491
Ausgangswiderstand 398, 400
Ausgleichsleitung 136
Auslösezählrohr 327
Ausschlagmethode 23, 114
Aussteuerbereich 397
Ausstrahlung, spezifische 337
Auswertung 20
Autofokusverfahren 248
- B**
Back-Lighted-CCD 346
Balgenfeder 155
Balgenzähler 174
Balkendiagramm 561
Bandbreite 403, 406, 408
Bandbreiten-Verstärkungs-Produkt 399, 402
Bandstrahlungs-pyrometer 152
Bargraph-Anzeige 517
Basiseinheit 26, 600
Batterie 54
Baud 529
Bauglied 30
Baum 504 f.
Baustein, anwenderspezifischer 466
–, programmierbarer logischer 443
Bauwerksüberwachung 239
BCD-Code 517 f.
BCD-Dualcode 446
Becquerel 325
Beeinflussung, elektromagnetische 514
Befehlsdecoder 473
Begrenzer 418
Begrenzung 419
Beleuchtungsstärke 337, 349
–, planare 350
–, zylindrische 348, 350

- Beleuchtungsstärkemesser 348, 350
 Beleuchtungsstärkemessgerät 349
 Berührungsthermometer 134, 147, 153
 Beschleunigung 236, 240
 Beschleunigungsmessung 240
 Beschleunigungssensor, kapazitiver 242
 –, monolithischer Si- 242
 –, piezoelektrischer 242
 Bestimmungsgleichung 545
 Bestrahlungsstärke 337
 BET-Methode 323
 Betrieb, alternierender 83
 Betriebsdichte 201
 Betriebsmesstechnik 18
 Betriebstechnik 19
 Betriebsüberwachung 19
 Beugungsring 316
 Beugungsspektrometer 316
 Beurteilungspegel 368
 Bezugsselektrode 307, 309
 Bezugsgröße 25
 Bezugslichtart 362
 Bezugschalldruck 363
 BF₃-Zählrohr 332
 Bildanalysensystem 313
 Bildwiederholfrequenz 522
 Bimetallmesswerk 91 f.
 BIMOS-Technologie 423
 binär 38
 Binary Coded Decimal BCD 445
 Bingham'sche Substanz 212
 Biquad-Struktur 433
 Bistreifenhygrometer 302
 Bitbus (A) 513
 Bitstream 497
 Bitzahl 488
 Blende 172 f.
 Blenden 349
 Blindenergie 125
 Blindenergiezähler 97 f.
 Blindleistung 69, 95 ff.
 Blindleistungsmessung 125
 Blockdarstellung 31
 Bode-Diagramm 398, 402
 Bogenspektroskopie 276
 Bolometer 149, 152, 345
 Boltzmann-Konstante 389
 Bombenkalorimeter 287
 Boolesche Algebra 436
 –, Rechenregeln 438
 Boolescher Prozessor 480
 Borbelegte Ionisationskammer 332
 Bor-Ionisationskammer, γ -kompensierte 332
 Bourdon-Manometer 156
 Brandwarnung 19
 Brechungsgesetz 282
 Brechungsindex 267
 Brechzahl 282
 –, absolute 283
 Brennwert, spezifischer 287
 Brinell-Verfahren 249
 Brownsche Molekularbewegung 321
 Brückenschaltung 140, 391
 Brückenverstimmung 411
 Brückenweig 91
 Bubble-Jet 526
 Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen 26
 Bürdenwiderstand 111 f.
 Bus 504, 528
 Bus-Protokoll 510
 Bussystem 503, 528
 Bus-Topologie 504
 Byte 475
C
 CAN 513
 Candela 338
 Carry Look Ahead 451
 CCD-Sensor 225
 CCD-Zeile 198, 223
 cd 338
 C-Ebene 355
 Center-trigger 484
 Centronics-Schnittstelle 527
 Charge Coupled Device 344
 Charge-Balancing-A/D-Umsetzer 495
 χ^2 -Streutest 568
 Chopperbetrieb 83
 Chopperstabilisierter Verstärker 407 f.
 Chopperverstärker 407
 Chromatographie 265
 Clamping 418
 Client/Server-Prinzip 512
 CMOS 462
 CMOS-Analogschalter 407

- CMOS-Familie 460
 CMOS-Schalter 409, 426
 CMOS-Schalterzelle 425 f.
 CMOS-Schaltkreis 463
 Code 445
 –, alphanumerischer 445
 –, BCD- 456
 –, Johnson- 460
 –, numerischer 445
 Codescheibe 258
 Codetabelle 518
 Code-Umsetzer 445
 Codierung 40
 Codierungsart 445
 Compton-Effekt 326
 Computer-Simulation 431
 Coriolis-Kraft 185
 Coriolis-Massendurchflussmessung 186
 cos-getreue Bewertung 351
 cos-Vorsatz 347
 Coulter-Verfahren 322
 CPLD (Complex Programmable Logic Design) 470
 CPU 480
 CRC-Code 510
 Curie 325
 Curie-Temperatur 142
 CW-Verfahren 271
- D**
- Dampfphase 268
 Dämpfungsmaß 388
 Datenbus 472
 Datenquelle 504
 Datenselektor, adressengesteuerter 448
 Datensenke 504
 Datenspeicher 481
 Datenübertragung 508
 –, massebezogene 506
 –, serielle 459
 Dauerschallpegel, äquivalenter 368
 Dauerstrichradarverfahren, frequenzmoduliertes 198
 D/A-Umsetzer 491, 498
 –, stromgewichteter 498
 dB 363, 371
 DCF77 254
 Deep-Depletion-CCD 346
 Dehnung 233, 236, 239 f.
 Dehnungsmessstreifen 159, 232, 234 f.
 –, Anordnung 236
 Dehnungssensor, kapazitiver 237
 Delta-Sigma-Umsetzer 496
 Demodulation 40
 Demodulator 406, 411
 De-Morgansche Gesetze 438
 Demultiplexer 448
 –, 1-zu-4- 448
 Detektor, für α -Strahlung 330
 – für β -Strahlung 330
 – für β -Strahlung 326
 –, Neutronen-Beta- 333
 determiniert 38
 Dezibel 363
 Dezimalzähler 457
 D-Flipflop, flankengesteuertes 453
 –, zustandsgesteuertes 453
 Diaphragma 307
 Dichte 170, 201, 218
 –, relative 201
 –, zustandsbezogene 201
 Dichtefunktion 551, 577, 579
 Dichtemesser 170
 Dichtemessmethode, hydrostatische 206
 –, radiometrische 207
 Dichtemessung 202 f.
 Dickschichttechnik 161
 Differenzdruck 158, 294
 Differenzdruckmessung 153
 Differenzialanordnung 231
 Differenzialdrossel 163
 Differenzialgleichung 46, 538
 Differenzial-Plattenkondensator 164
 Differenzialprinzip 220, 222, 394
 Differenzialquerankeraufnehmer 221
 Differenzialtauchankeraufnehmer 220, 242, 246
 Differenzialtransformator 163
 Differenzierer 416
 Differenzmethode 23, 114
 Differenzprinzip 236
 Differenzverstärker 385, 401, 410, 412
 Differenzverstärkung 397, 402 f., 412
 digital 38
 Digital/Analog-Umsetzer 428, 488, 520, 523

- Digitaleinheit 85
 Digitalfilter 428
 Digitalisierung 485
 Digitalisierungsstufe 85
 Digitalmultimeter 87, 89
 –, mit echter Effektivwertbildung 91 f.
 Digitaltechnik 433
 Digitalwert 532
 dilatante Substanz 212
 Diode 414, 418 f., 421
 –, ideale 421
 Diodenschaltung 418
 Diodenschwellschaltung 418
 DIR-Spektroskopie 279
 Disjunktion 437
 diskontinuierlich 38, 203 f.
 diskret 37 f.
 Diskretisierung, zeitliche 41
 disperses Stoffsystem 310
 Dispersitätszustand 310
 distributive Gesetze 438
 Dividierer 414
 DMS 232
 DMS-Wägezelle 244
 Doppelabtastung 223
 Doppelleitung 388
 Doppler-Verfahren 182, 184
 Doppler-Verschiebung 189
 Dosisleistung 326
 Dosismessung 334
 Draht-DMS 234
 Drahtmesswiderstand 139
 Drahtwendel 279
 DRAM-Controller 477
 Dreheisenmesswerk 91 f.
 Drehkolbengaszähler 174
 Drehmoment 236
 Drehmomentmessung 245
 –, induktive 246
 –, kapazitive 246
 –, magnetoelastische 246
 – mit Dehnungsmessstreifen 246
 Drehspiegel 356
 Drehspiegel-System 356
 Drehspulmesswerk, mit Gleichrichter-
 schaltung 90
 Drehstromsystem 62
 Drehzahlerfassung 258
 Dreibereichsverfahren 357 f.
 3-D-Grafik 561
 Dreieckschaltung 64
 Dreiecksspannung 416
 Dreieckverteilung 581 f., 596
 Dreiphasen-Wechselspannungssystem
 62
 Drift 406
 DRIFT 280
 Drifteigenschaften 408
 Droop 488
 Druck 153, 159, 214, 239
 – in Fluiden 29
 Druckaufnehmer, induktiver 163
 Druckempfindlichkeit 393
 Druckgradient 379
 Druckmessgerät, federelastisches 154
 Druckmessumformer 158
 –, piezoelektrischer 166
 Druckmessung 153
 Druckpuffer 527
 Drucksensor 391
 – nach dem Prinzip der akustischen
 Oberflächenwellen 167
 Drucksensor-Brücke 391
 Dual Switch 426
 Dualcode 445
 Dual-Code 223
 Dual-Slope-A/D-Umsetzer 492 f.
 Dualzähler 456
 –, 4-Bit- 456
 Dunkelstrom 340
 Dünnfilmtechnik 159, 524
 Dünnfilmtechnologie 231
 Dünnfilmwiderstand 415
 Durchflussmesser, induktiver 178
 Durchflussmessung, magnetisch-
 induktive 177
 Durchlasswiderstand 424
 Durchlicht-Verfahren 259
 Durchmesserbestimmung 226
 Düse 172 f.
 D-Verhalten 416
 dynamisches Verhalten 535 f.
- E**
 Echolot 196
 Echomethode 226
 ECL 463
 ECL-Familie 460

- Edelmetallelektrode 309
EEPROM (Electrically Erasable PROM) 479
Effekt, pyroelektrischer 150
effektiver Freiheitsgrad 591
Effektivwert 58, 91
Effektivwertmessung 91
Eichen 17
Eichpflicht 26
Eichung, amtliche 540
Eidgenössisches Amt für Maß und Gewicht 26
Eigenwärmlung 140
Eigenleitungsbereich 144
Eigensicherheit 403
Eigenstrahlung 152
Ein-/Ausgabe, separate 479
–, Speicher- 479
Ein-/Ausgabebaustein 479
Ein-/Ausgabeblock 471
Einbaubedingung 147
Einfachmitkopplung 429
Einflussgröße 22, 562, 589
Eingabevektor 451
Eingangsdaten, korrelierte 583
Eingangsgröße 575, 583, 589, 598
Eingangsimpedanz 401
Eingangslastfaktor 461
Eingangs-Offsetspannung 408
Eingangs-Offsetstrom 408
Eingangs-Rauschspannung 408
Eingangsschaltung 82
Eingangsschaltung Triggerung 83
Eingangssignal 535
–, analoges 488
Eingangswiderstand 398, 400, 408, 412
Einheit 25
–, abgeleitete 26
–, abgeleitete, mit besonderem Namen 26
–, angelsächsische 615–618
–, für Energie und Leistung 619
–, gesetzliche, mit besonderem Namen 26, 601 ff.
–, nichtkohärente 27
Einheitengröße 18
Einheitssignal 42 f.
–, elektrisches 43
–, pneumatisches 42
Einlasssystem 268
Einperlmethode 199
Einperlverfahren 206
Einquadranten-Multiplizierer 413
Einschwingvorgang 424
Einschwingzeit 47, 106, 536 f.
Einstellzeit 424
Einweggleichrichter 421
Einweglichtschränke 228
Einzelbildverfahren 318
Einzelbitrechner 480
Elektretmikrofon 368
elektrische Ladung 237
elektrischer Strom 29
Elektrolysehygrometer 299
Elektrolysestrom 299
Elektrometerverstärker 405
Elektronenspinresonanz 271
Elektronenstoßfotoionisation 268
Elektronenstrahloszilloskop 109
Elektronenstrahlröhre 82
Elektrostriktion 238
Elementbetrieb 341
Embedded Controller 480, 499
Emission 264, 272
Emissionsspektrofotometrie 275
Emissionsspektrum 264
Emitter Coupled Logic (ECL) 462
Empfangsbauelement 228
Empfindlichkeit 45, 135, 406, 534 f.
Empfindlichkeitsabgleich 393
Empfindlichkeitskoeffizient 576, 584, 593
empirische Varianz 573, 578, 592
EMV 403
ENABLE 426
ENABLE-Eingang 426
Endlagenschalter 230
Endverstärker 83 f.
Energie 125, 619
–, elektrische 97
Energiedosis 326
Energieumwandlung 19
Energieverteilung 19
Energiezähler 125
Entfernungsgesetz, fotometrisches 348
Entladung, elektrostatische 514
Entnahmesonde 324
Entwicklungsgeschichte 25

- EPROM (Erasable PROM) 478
 Erdung 109
 Ergebnisgröße 582, 598
 Erkundungsmessung 21 f.
 Erscheinungsform 37
 Erwartungswert 540, 552, 555, 565, 577 f., 580, 582, 584, 589
 –, empirischer 552, 558
 erweiterte Messunsicherheit 582 f., 589, 593, 595, 597
 erweiterte Unsicherheit 589
 Erweiterungsfaktor 582, 590, 595
 Expertensystem 569
 Expositionspegel 368
 Extinktion 263, 313
 Extinktionskoeffizient 313, 316
 Extinktionsmessung 313
 E_0 -Vorsatz 347 f.
 E_z -Vorsatz 348
- F**
- FAMOS-Transistor 478
 Fan-In 461
 Fan-Out 461
 Faraday-Effekt 286
 Farbabstand 359
 Farbkorrekturfilter, integrierter 342
 Farbmessung 356
 Farbmodi 523
 Farbsehen 356
 Farbtemperatur 357
 –, ähnlichste 357
 Farbtiefe 523
 Farbtupel 521
 Farbvalenz 356
 Farbwiedergabeindex 359
 Federbalgmanometer 155
 Federhygrometer 302
 Federkörper 239
 Federrohrmanometer 156
 Federwaage 243
 Fehler 48, 531
 –, absoluter 531
 –, dynamischer 535
 –, grober 532
 –, maximaler 549
 –, mittlerer der Einzelmessung 553
 –, mittlerer der Standardabweichung 557
 –, mittlerer zu erwartender des Gesamtergebnisses 549
 –, reduzierter 532
 –, relativer 531
 –, statischer 534
 –, systematischer 538, 550 f., 571
 –, systematischer des Gesamtergebnisses 550
 –, zufälliger 539, 549, 551, 571
 Fehleranteil, zufälliger 540
 Fehlerart 532
 Fehlerdefinition 531
 Fehlerdiagnose 21
 Fehlerfortpflanzung 549
 Fehlerfortpflanzungsgesetz 584, 588
 –, Gauß'sches 571, 574, 583 f.
 Fehlergrenze 592
 Fehlerklasse 106, 555
 Fehlerkurve 533
 Fehlerreduktion 21
 Fehlerverteilungsfunktion, Gauß'sche 576
 Fehlwinkel 111 f.
 Feinmessskala 226
 Feinstruktur 30
 Feinwaage 243
 Feld, elektrisches 71
 –, magnetisches 71
 Feldbus 504
 Feldeffekttransistor 423
 Feldgerät 503
 Feldgröße, elektrische 104
 –, magnetische 103
 Feldionisation 268
 Feldplatte 230, 260
 Feldplatten-Geber 260
 Feldstärke, elektrische 104
 Feldstärkemesser 104
 Feldstörungsverfahren 322
 Feldsweep 271
 Fensterfunktion 131
 –, Dreieck- 131
 –, Hamming 131
 – von Hann 131
 Fernbus 504
 Fernfeldbedingung 377
 Fernfeldrichtcharakteristik 382
 Fertigungsmesstechnik 18, 20
 Fertigungstechnik 19

- Festkörper-Sauerstoffsensoren 295
Festwertspeicher 478
FET-Zerhacker 407
Feuchte, absolute 296, 299
–, maximale 296
–, relative 296, 299
Feuchtemessung 296
Feuchtesensor 304
–, kapazitiver 301
FIFO-Speicher 478
Filmdosimeter 334
Filter 428
–, aktive RC- 428 f.
–, Bessel- 429 f.
–, Butterworth- 429 f.
–, FIR- 428
–, IIR- 428
–, SC- 428, 431 ff.
–, Tschebyscheff- 429 f.
Filterart 433
Filterkoeffizient 429
Filtertyp 429 f.
Filterverhalten 433
Firewire-Schnittstelle 530
Fizeau-Interferometer 249
Flagregister 474
Flammenfotometer 275
Flammenionisationsdetektor 290, 327
Flammenionisationsmessung 290
Flammenspektroskopie 275
Flash-Wandler 489
Fließkurve 212
Fließverhalten 310
Flipflop 452
–, getaktetes 453
–, zustandsgesteuertes 453
Floating-Gate 478
Flügelrad 174
Fluoreszenz 265, 277, 346
–, totale 277
Fluoreszenzspektroskopie 277
Fluoreszenzspektrum 277
Fluorimeter 277
Flussdichtemesser 103
Flüssigkeit, dilatante 214
–, newtonsche 214
–, pseudoplastische, strukturviskose 214
Flüssigkeitschromatograph 266
Flüssigkeits-Chromatographie 268
Flüssigkeitskalorimeter 287
Flüssigkeitsmanometer 157
Flüssigkeitsoberfläche 218
Flüssigkeitsspiegel 217
Flüssigkeitsvolumen 217
Flüssigkristall-Anzeigeelement 518
Flussspannung 418 f.
Flussstrom 414
Flussverdrängung 250
Folgezustandsvektor 451
Folien-DMS 234
Formfaktor 59, 127
Fortpflanzungsgesetz, für zufällige Messabweichungen 574
Fotodiode 340
–, Avalanche- 342
–, monolithische 341
–, PIN- 342
Fotodiodenzeile 341 f.
Fotoeffekt 326
–, innerer 339 f.
Fotoelement 341
Fotolumineszenz-Dosimeter 335
Fotometerkugel 353
Fotometrie 338
fotometrische Empfängernormale 361
fotometrische Normale 361
fotometrische Reflexionsnormale 361
fotometrische Strahlungsnormale 361
Fototransistor 342 f.
Fotovervielfacher 328
Fotowiderstand 339
Fourier-Analyse 127
–, räumliche 382
Fourier-Integral 130
Fourier-Transformation 130
–, diskrete 130
–, schnelle (FFT) 133
FPGA (Field Programmable Gate Array) 471
Fraunhofer-Beugung 316
Freifeldverfahren 377
Freigabeverzögerung 427
Freiheitsgrad 553, 583
–, effektiver 591
–, Methode der effektiven 590
Fremdkörpereinfluss 354

- Frequenz 56, 97, 100, 126, 132, 256, 495
 –, diskrete 132
 Frequenzbestimmung 127
 Frequenzbewertung 364 f.
 Frequenzdifferenzverfahren 184
 Frequenzgang 46
 Frequenzgangkompensation 390, 397, 401
 Frequenzkompensation 400
 Frequenzmesser, digitaler 100
 Frequenzmessung 100, 256
 Frequenzsweep 271
 Frequenzteiler 257, 455
 –, 1 : 2- 455
 Frequenzteiler, asynchron 257
 Frequenzvervielfachung 257
F-Test 569
 FTIR-Spektroskop 279 f.
 FT-Raman-Spektrometer 278
 Fullcustom 467
 Füllstandsmessung 190
 –, kapazitive 192
 –, konduktive 192
 – mit Flügelrad 200
 – mit interferometrischer Abstandsmessung 197
 – mit Mikrowellen 198
 – mit optischen Verfahren 197
 – mit radiometrischen Verfahren 195
 – mit Schall und Ultraschall 196
 – mit thermischen Verfahren 194
 – mit Verdrängermethoden 199
 –, optische, nach dem Triangulationsprinzip 197
 – über eine Druckmessung 199
 – über eine Wägung 199
 Funken-/Bogenspektroskopie 276
 Funkenspektroskopie 276
 Funksender 254
 Funktionalmatrix 598
 Fuzzy-Logik 197, 570
- G**
- Galileo 256
 β -Strahlung 207
 Garantiefehlergrenze 555
 Gas, ideales 202
 –, reales 202
 Gasadsorptionsmethode 323
 Gaschromatograph 266
 Gaskonzentrationsbestimmung 289
 Gasreibungs-Vakuummeter 168
 Gate Array 468
 Gateway 512
 Gatterdurchlaufzeit 462
 Gauß'sche Fehlerverteilungsfunktion 576
 Gauß'sche Normalverteilung 577
 Gauß'sches Eliminationsverfahren 545, 548
 Gauß'sches Fehlerfortpflanzungsgesetz 549, 571, 574, 583 f.
 Gebäudeleittechnik 19
 Gegenelektrode 309
 Gegenfeld 293
 Gegenkopplung 386, 397, 401, 423
 Gegenkopplungsgrad 386
 Geiger-Müller-Zählrohr 327
 geometrischer Effekt 234
 Geradenapproximation 542, 544
 Geradrohranordnung 186
 Gesamtschallleistung 382
 Gesamtstrahlungspyrometer 152
 Gesamtübertragungsfaktor 31
 geschätzte Kovarianz 586
 geschätzte Varianz 585
 Geschwindigkeit 29, 240
 Geschwindigkeitsaufnehmer 242
 Gesichtsempfindung 336
 Gestaltabweichung 247
 Gewährleistung 19
 Gewicht, spezifisches 201
 Gewichtsfunktion 537
 Gewichtskraft 243, 245
 Gitter 274
 Glaselektrode 307
 Glasfaser 146
 Gleichheitsverfahren 359
 Gleichrichter 407
 Gleichrichterkennlinie 421
 Gleichrichtung 406
 –, phasenempfindliche 410
 Gleichrichtwert 58, 90 f.
 Gleichspannung 53
 –, Messung 87
 Gleichspannungs-Mittelwert 410
 Gleichspannungsverstärkung 431

- Gleichstrom 53
–, Messung 87
–, Quotient zweier 89
Gleichtakt-Eingangsspannung 419
Gleichtaktsignal 397
Gleichtaktunterdrückung 397, 401 f., 408
Gleichtaktverstärkung 397, 402
Gleichung von Bernoulli 170
Gleichungssystem, lineares 545
Gleichwert 58
Global Positioning System 255
Goniofotometer 353, 356
GPIB 511
GPS 255
Graduieren 17
Grafikadapter 523
Grafikauflösung 522 f.
grafische Darstellung 551
Grafitrohrtechnik 276
Graufilter 349
Gray 326
Gray-Code 223, 445
Grenzdaten 21
Grenzentfernung, fotometrische 356
Grenzfläche 217, 226
Grenzflächenspannung 217
Grenzfrequenz 48, 399, 402, 431, 433
Grenzstandsüberwachung 190, 194
– mit Lichtschranken und Glasfasern 197
– mit vibrierendem Aufnehmer 200
Grenzverfahren 372
Grenzwinkel 283
Grobwaage 243
Größe 24
–, lichttechnische 337
–, strahlungsphysikalische 336 f.
Größenart 37
Größenkriterium 311
Größenspektrum 321
Großsignalbandbreite 403
Grundfunktion 35
Grundgesamtheit 324 f., 552, 582
Grundgesetz, fotometrisches 348
Grundschaltelement 60
Grundschaltung, sequentielle 451
Grundschwingung 411
Grundstromkreis 54
Grundstruktur 30
Grundverknüpfung 438, 440
Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM) 571
GUM 571, 573, 588 f.
Güte 553 ff., 557, 564
- ## H
- Haar 301
Haarhygrometer 301
Halbbrücke 236
Halbleiter-Dehnungsmessstreifen 235
Halbleiterdetektor 152
Halbleiter-Dosimeter 334
Halbleiter-Strahlungsdetektor 329
Halbleitertechnik 161
Hall-Element 229, 261
Hall-Geber 260
Hallraumverfahren 377 f.
Hall-Spannung 229
Haltedrift 424
Haltekapazität 423
Handelswaage 243
Handshake 528
Hardwaresicherung 471
Harmonische 57, 128
harmonische Analyse 128
Härtemessung 249
Häufigkeit, absolute 559
–, relative 559
–, relative, normiert auf die Klassenbreite 559
Häufigkeitsmerkmal 311
Heißleiter 140, 394
Heizwert, spezifischer 287
–, spezifischer, bei festen oder flüssigen Brennstoffen 286
–, spezifischer, bei gasförmigen Brennstoffen 286
Hellempfindlichkeitsgrad, spektraler 337 f.
Helmholtz-Gleichung 381
Helmholtzsche Integralgleichung 381
Herstellungsverfahren 372
Hexadezimalziffer 518
Hilfsfunktion 35
Hilfsregister 474
Histogramm 311, 558 f.
Hitzdrahtanemometer 187

- Hitzdrahtmesswerk 31
 Hitzdrahtsauerstoffsensoren 292
 Hochfrequenzfeld 270
 Hochspannungsmesstechnik 109
 Höhenstandsmesssystem 190
 Hologrammebene 381
 Hornantenne 198
 Horner-Schema 544, 546
 Hörvergleich 371
 H-Pegel 420, 423, 426, 434
 HP-IB 511
 Hubgewichtswaage 243
 Hybride Technik 501
 Hypothese 565
 Hysterese 157, 420 f.
- I**
 Identifizierung 330
 IEC-Bus-Schnittstelle 528
 IEEE-488 511, 513
 Impedanzwandler 398 f., 402, 405
 Implikation 437
 Impulsdauer 65
 Impulsfunktion 537
 Impulsgeber, induktiver 259
 Impulshöhenanalyse 272, 330
 Impulshöhenspektrometer 313, 322
 Impulsrate 495
 Impulsscheibe 258
 Induktionsmesswerk 97
 Induktivität 60 f., 96, 107, 117, 220
 Induktivitätsbestimmung 118
 Induktivitätsmessbrücke 118
 Induktivitätsmessgerät, digitales 118
 Induktivitätsmessung, mit phasenempfindlichem Gleichrichter 118
 Induktivitätsnormal 107, 118
 Informationskette 34
 Informationsparameter 38
 Informationsverarbeitung 38
 Informationsverlust 532
 Infrarot 336
 Infrarot-Absorptionsspektroskopie 278
 Infrarothygrometer 304
 Infrarot-Spektroskopie 278
 InGaAs-Sensor 344
 Injektionslogik, integrierte (I²L) 462
 Inkrement 24, 222
 Innenwiderstand, des Messgerätes 109
 Instrumentationsverstärker 401
 Integrationsfehler 417
 Integrationskapazität 405
 Integrationskondensator 494
 Integrationszeit 494
 Integrator 492
 Integratorausgangsspannung 492
 Integrierer 404 f., 416 f., 423, 432
 –, SC- 432
 Integrierglied 409
 Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltra-dioaktivität 335
 Intelligente Sensorik 499
 Intensität 326
 Interbus 513
 Interface-Baustein 528
 Interferenzrefraktometer 284
 Interferenzrefraktometrie 284
 Interferenzstreifen 224, 249
 Interferenzstreifenmuster 284
 Interferogramm 279
 Interferometer 224
 interferometrische Ebenheits- und Formprüfung 248
 Internationale Meterkonvention 26
 Internationales Einheitensystem 26, 49
 Interrupt 482
 Interruptanforderung 474
 Interrupteingang 482
 Interrupt-Serviceroutine 474
 Intervall 556, 559
 Inverter 405, 409, 414, 432
 I/O-Mapping 479
 Ionenquelle 268
 ionensensitive Schicht 308
 Ionisationskammer 327
 Ionisationskammer-Dosimeter 334
 Ionisations-Rauchmelder 327
 I/O-Port 481
 IR, fernes 336
 –, mittleres 336
 –, nahes 336
 IR-Gitterspektroskopie 279
 IRRAS 280
 ISA-Bus 523
 ISFET 308
 Isophone 364, 373
 Istdaten 21

- Iteration 393
I-U-Wandlung 405
I-Verhalten 416 f.
- J**
Jacobimatrix 598
JK-Flipflop, flankengesteuertes 454
–, zweiflankengesteuertes 455
–, zweizustandsgesteuertes 455
Justieren 17, 107
- K**
Kalibrator 369
Kalibrieren 17
Kalibrierfehlergrenze 598
Kalibriernormal 532, 539, 545
Kalibrierschein 589
Kalibrierung 369, 393, 540, 593 f.
Kalorimeter, kontinuierliches 288
–, nasses 288
–, trockenes 288
Kalorimetrie 286
Kaltleiter 142
Kanalelektronenvervielfacher 343
Kanalwiderstand 425
Kapazität 60 f., 107, 119, 221, 431
Kapazitätsdiode 408
Kapazitätsmessgerät, digitales 119
Kapazitätsmessung 119
Kapazitätsnormal 107
Kapillarviskosimeter 215
Kapselfedermanometer 155
Karmansche Wirbelstraße 178
Karnaugh-Veitch-Diagramm 444
Keimtötung 309
Kennfunktion 44
Kenngröße 106
Kennlinie 561
–, statische 45
Kennlinienkorrektur 235, 273, 540
Kennwert 44
Keramikstab, indirekt geheizter 279
Kettenschaltung 31
Kettenstruktur 384
k-Faktor 233, 235
Kippstufe, astabile 252
–, bistabile 452
–, monostabile 252, 452
Kippzähler 174
Klasse 559 f.
Klassenbreite 559
Klassengenauigkeit 555
Klassenzahl 559
Klirrfaktor 59, 127, 387
koaxialer Vertikaleingang 82
Koaxialkabel 388
Koaxialshunt 108
Kohlenwasserstoff 290
Koinzidenz 314
–, primäre 314
–, sekundäre 314
Kolbenmanometer 154
Kolorimetrie 275
kolorimetrische Methode 308
kombinierte Messunsicherheit 574
kombinierte Standardunsicherheit 575, 584, 593, 595
kombinierte Varianz 574, 583, 587, 590, 593, 597 f.
kommutative Gesetze 438
Kommutierung 410
Komparator 419, 489, 491 f., 495
Kompensation 121, 391, 400
–, doppelte 121 f.
Kompensationsdose 136
Kompensationsmethode 23, 114
Kompensationsverfahren 158
Kondensator-Konstantstromladung 253
Kondensatormikrofon 368
Konduktometrie 305
Konjunktion 437
Konstante, additive 534
–, multiplikative 534
Konstantstromquelle 253
Konstanttemperaturverfahren 187
Konstanzverfahren 372 f.
Kontaktübergangswiderstand 594
kontinuierlich 38, 203, 205
Kontinuitätsgleichung 170
Kontrollvariable 562
Konzentration 19, 309, 314
Konzentrationsmessergebnis 261
Konzentrationsmesstechnik 261
Konzentrationsmessung 312
Koordinatenmesstechnik 219
Koppelstelle 35
Kopplung, kapazitive 404
–, optoelektronische 403
Korrektion 589

- Korrekturfunktion 541 f.
 Korrekturkonstante 542
 Korrektornetzwerk 446
 Korrekturrechnung 35
 Korrekturwert 589
 Korrelation 585
 Korrelationskoeffizient 584
 –, empirischer 558
 Korrelationsverfahren 182
 korrelierte Eingangsdaten 583
 Kosinusanpassung 347
 Kovarianz 584 ff., 598
 –, empirische 558
 –, geschätzte 586
 Kovarianzmatrix 598
 Kraft 29, 159, 236, 239 f.
 Kraftaufnehmer, piezoelektrischer 237
 Kraftkompensationswägezelle, elektro-
 dynamische 243
 Kraftmessaufnehmer, DMS- 239
 –, induktiver 239
 –, kapazitiver 239
 –, magnetoelastischer 238 f.
 Kreisfrequenz 56
 –, diskrete 132
 Kreisstruktur 33, 385
 Kreuzspulmesswerk, mit Permanentma-
 gnet 89
 Kreuztisch 226
 Kugelfallviskosimeter 216
 Kugelfotometer 353
 Kühlgrenztemperatur 298
 Künstliche Intelligenz 569
 künstliches neuronales Netz 570
 Kurzschlussstrombetrieb 341
 KV-Diagramm 444
 kybernetische Betrachtungsweise 32
 kybernetisches System 32
- L**
- Labormesstechnik 18
 Laborprobe 325
 Laborteiler 324 f.
 Ladung 405 f.
 Ladungsbilanzverfahren 495
 Ladungsmengenkompensation 496
 Ladungsmessung 404
 Ladungsverstärker 150, 404
 Lagedetektor 223
 Lambda-Sonde 295
 Lambert-Beersches Gesetz 263
 Länge 218
 Längenmesssystem, codiertes 223
 –, inkrementales 222
 Längenmesstechnik 20, 219
 Längenmessung 226
 Längseffekt 237
 Langwellensender DCF77 254
 Langzeitstabilität 596
 Laserbeugungsspektrometrie 317
 Laserdoppleranemometrie 318
 Laser-Doppler-Verfahren 189
 Laserdrucker 526
 Laserinterferometer 197, 224
 Laser-Laufzeitverfahren für die Füll-
 standsmessung 198
 Laserstrahl 316
 Last, schwimmende 403
 Lastfaktor 460
 Lateraleffektdiode 228, 345
 Laufgewichtswaage 243
 Laufzeit 536
 Laufzeitverfahren 181, 196
 Lautheit 371, 374, 376
 Lautstärkepegel 371, 374, 376
 –, interpolierter 373
 –, Kurve gleichen 364, 373
 LCD-Anzeige 518
 LCD-Technik 524
 LC-Oszillator 253
 LED 520
 LED-Anzeige 516
 LED-Drucker 526
 LED-Punktmatrix 519
 Lehren 17
 Leistung 66, 95, 123, 619
 Leistungsanpassung 387
 Leistungsfaktor 71, 126
 Leistungsfaktormesser, elektromechani-
 scher 126
 –, elektronischer 126
 Leistungsmesser, elektronischer 95, 97,
 123
 Leistungsmessung 123
 Leistungsmesszange 123
 Leistungsverstärkung 389
 Leitfähigkeit, elektrische 194
 –, spezifische 305

- Leitfähigkeitssensor, kontaktbehafte-
ter 305
–, kontaktloser 305
Leitsystem 35
Leitwerthygrometer 304
Leuchtband-Anzeige 517
Leuchtdichte 337, 351
Leuchtdichtemesser 352
Leuchtdichtestoffkennzahl 361
Leuchtenwender 356
Licht 336
Lichtausstrahlung, spezifische 337
Lichtfalle 316
Lichtmenge 337
Lichtschnittverfahren 224, 249
Lichtschranke 228
Lichtschwächung 313, 348
Lichtstärke 337, 354
Lichtstärkemessung 355
Lichtstärkeverteilung 352, 355
Lichtstärkeverteilungskörper 355
Lichtstärkeverteilungskurven 355
Lichtstrom 337 f., 352
Lichtwellenleiterverbindung 514
LiCl-Hygrometer 298
Linearisierung 33, 543
Linearität 406, 594 f.
Linearitätseigenschaft 495
Linearitätsfehler 351
Linie 504 f.
Liniendiagramm 561
Lithiumchlorid 298
Lochmaske 521
Lochmaskenröhre 521
Logarithmierer 414
Logik, BICMOS- 462
–, GaAs-MESFET- 462
–, gemischte 435
–, Interrupt 474
–, negative 434
–, positive 434
–, programmierbare 468
–, Transistor-Transistor- 462
–, zweistufige 442
Logikanalysator 483
Logikanalyse 482
Logikblock 471
Logikimpulsgeber 482
Logikpegel 433, 529
Logikprüfer 482
Logikvereinbarung 434
–, einheitliche 435
Logikzustand 433
Logische Verknüpfung 437
Logistik 19
Lorentz-Kraft 229
Lotverfahren, elektromechanisches 191
Low-Power-Schottky-TTL 462
L-Pegel 419 f., 423, 426, 434
LSB 488
Luftstrahlsieb 312
Luftzahl 296
Luftzahl λ 295
Lumen 338
Lumineszenzdiode 517
Lumineszenzthermometer 146
Lux 337
Luxmeter 349, 354
Lux'sche Gaswaage 209
- M**
Magnetfeld 293
Magnetfeld-Massenspektrometer 268
magnetoelastischer Effekt 238, 246
magnetomechanisches, Gerät 293
magnetopneumatisches, Gerät 294
Makrocell Array 467
Makrozelle 469
MAK-Werte 19
Mantelthermoelement 136
Maschenweite 312
Maßeinheit, angelsächsische 27
Masse 236, 239, 243, 245
Massendurchfluss 169
Massendurchflussmessung, nach dem
Coriolis-Prinzip 185
Massenfluss 169
Massenhäufigkeit 311
Massenspektroskopie 268
Massenstrom 169
Maßsystem, lichttechnisches 336
–, strahlungsphysikalisches 336
Master 503
Maßverkörperung 27, 540
Maßzahl 18
Material, ferroelektrische 142
Materialfehler 226
Matrixdrucker 525

- Maximalfehler, des Gesamtergebnisses 550
 Maxterm 439
 Maxwell-Brücke 118
 Maxwell-Wien-Brücke 119 f.
 Mealy-Verhalten 451
 Mehrbereichsverfahren 358
 Mehrfachmessung 324
 Membrankondensator 281
 Memory Mapping 479
 Merkmal 25, 37
 Messabweichung 572
 – bei analogen Messwerken 106
 – bei digitalen Messgeräten 106
 –, systematische 588
 –, zufällige 588
 Messaufgabe 22
 Messbehälter 174
 Messbereich 45, 106, 543, 550, 592
 Messbereichsendwert 555
 Messbereichsumfang 224, 555
 Messbrücke 115, 119 f.
 – nach Maxwell-Wien 118
 Messdynamik 46
 Messeinrichtung 540
 –, analoge 383
 –, Ultraschall- 51
 Messelektronik, digitale 433
 Messen 17 f.
 Messergebnis 23, 531, 593
 –, korrigiertes 540
 –, unkorrigiertes 540
 Messergebnisse 551
 Messfehler 106, 531, 572
 Messfläche 381
 Messgegenstand 22
 Messgenauigkeit 550
 Messgerät 73, 503
 Messgerätebus 511
 Messgleichrichter 421
 Messgröße 22, 531, 574, 592
 Messgrößenwandlung 27, 30
 Messhülse 219
 Messkabel 388
 Messkette 516
 Messmethode 23
 Messmikrofon 368
 Messmikroskop 226
 Messmittel 23
 Messnormal 18
 Messobjekt 22, 551, 554
 Messpersonal 22
 Messplatz 104
 Messprinzip 24
 Messreihe 24, 551, 553
 Messschieber 219
 Messschwelle 45
 Messsignal, analoges 532
 Messspindel 219
 Messstellenumschalter 594
 Messsystem, ideales 531
 Messtechnik, angewandte 18
 –, elektrische 20
 –, industrielle 20
 Messtrommel 219
 Messumformer 112
 Messung, direkte 24
 – elektrischer Größen 30
 –, indirekte 24
 –, inkrementale 24
 –, in-line- 38
 –, Resultat der 589
 Messunsicherheit 556, 571, 573, 589
 –, erweiterte 582 f., 589, 593, 595, 597
 –, kombinierte 574
 –, relative 592
 Messunsicherheitsabschätzung 595
 Messverfahren 24
 Messverstärker 391, 393, 396
 Messvorgang 28
 Messwandler, konventioneller 110
 Messwerk 73, 106
 –, elektrodynamisches 93, 95
 –, elektrostatisches 94
 Messwert 540, 545, 553 f., 592
 –, unkorrigierter 545
 Messwertverteilung 576
 Messwesen 24
 Messwiderstand 108
 Messzeit 406
 Messzubehör 107
 Metall-Dehnungsmessstreifen 234
 Metallkalorimeter 288
 Meter 218
 Methode der effektiven Freiheitsgrade 590
 Methode der kleinsten Quadrate (MKQ) 563

- Michelson-Interferometer 279
Mikrocomputer 471
–, Einchip- 479
Mikrocontroller 479, 499
–, 8-Bit- 480
Mikrofonarray 381
Mikrointerferometer 249
Mikrometerschraube 219
Mikroprozessor 473
–, 8-Bit- 473
Mikroskopanalyse 313
Mikrostreufeldkondensator 300
Mikroströmungsfühler 281
Mikrosystem 503
Mikrosystemtechnik 51
Mikrowellenhygrometer 304
Miller-Integrator 416
Minimalform, disjunktive (DMF) 442, 469
–, konjunktive (KMF) 442
Minimierungsverfahren 444
Minterm 439
Mittkopplung 386 f., 401, 420
Mittleuropäische Sommerzeit MESZ 251
Mittleuropäische Zeit MEZ 251
Mittelungspegel 368
Mittelwert 96, 552, 555, 572, 575, 582, 592
–, arithmetischer 573, 576 f., 580, 583
– Einzelmessung 540
–, mittlere Fehler 555
Mittenrauhwert 247
MKQ-Schätzungen 563
Modellfunktion 598
Modellgleichung 574, 589, 591
Modellierung 19
Modulation 40, 409
Modulationsart 37
Modulationsverstärker 407 f.
Modulator 406
Modulo-*m*-Zähler 456
Modulo-10-Zähler 456
Moiréstreifentechnik 222
Moment 29, 240
Momentbegrenzer 219
Monitor-Bildröhre 520
Monochromatisierung 279
Monochromator 274 f., 279
Monoflop 452
Monolithische Technik 501
Moore-Verhalten 451
MOSFET 425, 432
MOS-Logik 462
Motorkompensator 121 f.
Motorzähler 97, 99
MSB 488
Multifrequenzmonitor 522
Multi-Master-/Multi-Slave-System 510
Multiplexer 448
–, 4-zu-1- 448
Multiplikation 410
Multiplizierer 409, 411, 413 f.
N
Nachhallzeit 378
Nachlauf-A/D-Umsetzer 491
Nadeldrucker 525
Nahbus 504
Nahfeld-Holografie, akustische 377, 380
NAND 437
Naßsiebanalyse 312
Naturkonstante 575
NDIR-Absorptionsmessgerät 280
NDIR-Spektroskopie 279 f.
Negation 434, 437
Negationskreis 434, 436
negierte DMF 443
Neigungswaage 243
Nennaten 21
Nennleistung 111
Nennübersetzungsverhältnis 111 f.
Nernst'sche Gleichung 295
Nernst-Strahler 279
Netz 504
–, offenes 506
Netzgerät, stabilisiertes 54
Netzspannung 494
Netzwerk 505
Neutron 303
Neutronen-Feuchtesensor 303
Neutronenflussmessung 331
newtonsche Flüssigkeit 212
Newtonsches Interpolationsverfahren 545
Nichtinverter 409
nichtoptische Verfahren 229

- Niederschlagsmessung 312
 NIRS 280
 NMOS 462
 NMR 270
 NMR-Spektroskopie 270
 Nonius 219
 NOR 437
 Normal 107, 585
 Normalform, disjunktive (DNF) 439
 – einer logischen Gleichung 439
 –, konjunktive (KNF) 439 f.
 Normalverteilung 551, 554, 576 f., 579, 582, 590
 –, Gauß'sche 577
 Normblende 172
 Normdruck 201
 Normierung 47
 Normlichtart 362
 Normlichtart A, C 362
 Normlichtart D 65 362
 Normtemperatur 201
 npn-Transistor 414
 Nullindikator 115, 119
 Nullpunkt 43, 534
 –, lebender 43
 –, toter 43
 Nullpunktfehler 392 f., 397, 406
 Nullpunktunterdrückung 140
 Nutzsignal 36
- O**
 Oberfläche 217
 Oberflächenbestimmung, aufgrund des Strömungswiderstandes 323
 – durch Adsorption gelöster Stoffe 323
 – durch Gasadsorption 323
 – mit Hilfe der Benetzungswärme 323
 Oberflächenbestimmungsverfahren 323
 Oberflächeneigenschaft 247
 Oberflächenhäufigkeit 311
 Oberflächenspannung 217
 Oberflächentemperatur 147
 Oberflächentopografie 249
 Oberflächenwelle 167
 Oberflächenwellensensor 247
 Oberschwingung 411
 Oberwellenquarz 254
 Objektschall 371
 ODER 437
 ODER-Array 469
 ODER-Feld 468
 Offset 392 f., 406, 488, 534
 Offsetabgleich 393, 400
 Offsetfehler 423
 Offsetkompensation 397, 400
 Offsetkorrektur 393
 Offsetspannung 424
 ohmscher Teiler 109
 ohmsches Gesetz 60
 ohmsch-kapazitiver Teiler 108
 Open-Collektor-Ausgang 465
 Operandenregister 474
 Operationsverstärker 390, 393, 396, 403, 405, 409, 428
 Optik, physikalische 338
 Optokoppler 404
 Optosensor 341
 OR Array 468
 Originalraum 40
 OSI-Schichtenmodell 505 f.
 Oszillator 387, 404
 Oszilloskop 82, 89, 100, 109
 –, digitales 84
 Ovalradzähler 174
 Oxidationsmittel 309
 Oxidationsvermögen 309
- P**
 Paarbildung 326
 PAL 468
 Parallel-A/D-Umsetzer 489
 Parallelfeldkondensator 301
 Parallelstruktur 33, 385
 Parameter, dynamischer 539
 –, statischer 539
 Parameterwandlung 21
 Paritätsbit 510
 Partialdruck 295
 Partialfilterung 347
 Particle Image Velocimetry 318
 Partikelgeschwindigkeit 310
 Partikelgrößenspektrum 311
 Partikelgrößenverteilung 310
 Partikelkonzentration 310
 Partikelmesstechnik 310
 Passiv-Matrix-Display 524
 PCI-Bus 523
 Peakdetektor 272

- Pegeladdition 366
Pegelbereich 434
Pegelmittelwert 368
Pegelwandler 423, 425
Pellistor 290
Peltierelement 300
Periodendauer 56, 97
Periodendauermessung 101
Permittivitätszahl 192, 301
PFT-Verfahren 271
Phasendrehung 399, 401
Phasenempfindliche Gleichrichtung 409
Phasengang 537 f.
Phasenindikator 411
Phasenkennlinie 538
Phasenspektrum 132
Phasenverschiebung 97, 409 f.
Phasenwinkel 56 f., 101, 126, 411
phon 371, 374
Phosphatglas-Dosimeter 335
Phosphoreszenz 346
Phosphorpentoxid 299
Photonenkorrelationsspektroskop 318
pH-Wert-Sensor 306
physikalischer Effekt 28 f.
Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) 26
piezoelektrischer Effekt 226, 237 f.
–, reziproker 238
piezoresistiver Effekt 235
Pipette-Verfahren 319
Pirani-Manometer 168
Pistonfon 369
PIV 318
–, 3D- 318
–, Hochgeschwindigkeits- 318
–, Mehrebenen- 318
–, Stereo- 318
Pixel 225, 520
Pixelfrequenz 522
Planckscher Strahler 357
Platin-Dünnschichtwiderstand 189
Plattenaufnehmer 218
Plattenfedermanometer 156
Plattenkondensator 163
PLD 469
pn-Übergang 144
Poissonsche Zahl 233 f.
Poisson-Verteilung 552
Polarimeter 285
Polarimetrie 285
Polarisation 149
Polarisationsebene 285
Polarisationsfilter 285, 349
Polaritätsindikator 435 f.
Polarographie 309
Poldi-Hammer 249
Polyamidfolie 301
Polynom 544
Polynominterpolation 544
Population 552
Positionsbestimmung 228
Positionsmessung, induktive 191
Post-trigger 484
Potentiometrie 306
Prandtl-Staurohr 172
Präzessionsbewegung 270
Präzisionsflüssigkeitsstandmessung 190
Präzisions-Frequenzmesser 126
Präzisionsgleichrichter 409
Präzisionswaage 243
Pre-trigger 484
Primärnormal 107
Primärstrahlung 272
Prisma 274
Probe 41
Probengeber 267
Probennahme 324 f.
Probensatz 42
Probenteilung 324 f.
Produktanalyse 19
Produkthaftung 19
Produktmessung 21 f.
Profibus DP 513
Profibus PA 513
PROFIBUS-Protokoll 510
Profilometer 248
Programmspeicher 481
ProgramMZähler 473
PROM (Programmable ROM) 478
Proportionalzählrohr 272, 331
Prozessanalyse 19
Prozessmesstechnik 20
Prozessmessung 21 f.
Prozessrechner 528
Prozessrefraktometer 283 f.

- Prozesssteuerung 19
 Prüfen 17
 –, maßliches 17
 –, nichtmaßliches 17
 Prüfgröße 566
 Prüfung 21
 pseudoplastische Flüssigkeit 212
 Psychrometer 297
 psychrometrische Differenz 297
 PTB 251
 Pufferlösung 307
 Puls-Amplituden-Modulation 406
 Pulsmodulationsverfahren 422
 Pulsträger 406
 Pyrometer 152
- Q**
- Quad Switch 426
 Quadrantenanordnung 341
 Quadrantensensor 229
 Quadrierer 414
 Quadrupol-Massenspektrometer 268,
 270
 Quadrupolstab 270
 Qualität 551
 Qualitätssicherung 19
 Qualitätsüberwachung 19 f.
 Quantifizierung 21
 Quantisierung 40, 488
 Quantisierungsfehler 488, 532 f.
 Quantisierungsschritt 488
 Quarz 245
 Quarzkeilpolarimeter 286
 Quarzoszillator 254
 Quarztemperatursensor 145
 Quelle 34
 Quellenspannung 54, 107
 Quellschicht 302
 Querankeraufnehmer 220
 Quereffekt 237
 Quotientenpyrometer 153
- R**
- Rad 326
 Radzierer 414
 RAM 442
 –, dynamisches (DRAM) 477
 –, statisches (SRAM) 476
 RAM (Random Access Memory) 474
 Raman-Effekt 278
 Raman-Spektroskopie 278
 Rampen-A/D-Umsetzer 492
 Rampenfunktion 537
 Rampenverfahren 492
 Rampenverteilung 596
 Rasterbildschirm 520
 Rauheit 247
 Rauhtiefe 247
 Raumbeluchtungsstärke 347, 351
 Rauschanpassung 389 f.
 Rauschbandbreite 389
 Rauschen 433
 Rauschleistung 389
 Rauschzahl 389, 396
 RBW-Faktor 326
 RC-Schaltung 252
 Reaktionswärme 289
 Recheneinheit 413
 Rechenglied 385
 Rechner 35
 Rechnerbus 504
 Rechnerkopplung 485
 Rechteckfenster 131
 Rechteckgenerator 109
 Rechteckverteilung 580 f., 589, 592
 Redoxpotential 309
 Redoxpotentialsensor 309
 Reduktionsmittel 309
 Reduktionsvermögen 309
 Redundanz 510
 Referenzdiode 404
 Referenz-DMS 237
 Referenzdruck 153
 Referenznormal 107
 Referenzoszillator 256
 Referenzsignal 409
 Referenzspannung 394, 404, 411, 493,
 495
 Referenzstrom 415
 Reflexion 264, 389
 –, diffuse 264
 Reflexionsgesetz 264
 Reflexionsgrad 361
 –, diffuser 361
 Reflexlichtschranke 228
 Reflexlicht-Verfahren 259
 Refraktometer 283
 Refraktometrie 282
 Refresh-Zyklus 477

- Regelkreis 385 f.
Regenerieren 302
Register 458
–, 8-Bit-D- 458
Registerfeld 474
Registriereinrichtung 269
Regler 35
Regression, einfache lineare 562
–, mehrfache lineare 564
Regressionsgerade, empirische 563
Regressionskoeffizient 562, 564
Regressionskonstante 562, 564
Regressionsmodell, polynomiales 565
Regressionsrechnung 561
Reihenstruktur 32
Relativbewegungsaufnehmer 240
relative Messunsicherheit 592
relative Unsicherheit 593
relative Varianz 595 f.
Rem 326
Repräsentativitätsfehler 324
Reset 456
Residuum 562
Resolver 260
Resonanz 263
Resonanzfrequenzdruckaufnehmer 166
Resonanzmessmethode 207
Resonanzmethode 226
Restfehler, absoluter digitaler 534
–, absoluter relativer digitaler 534
–, digitaler 532 f.
Restfehlerwahrscheinlichkeit 510
Richtspannung 409, 411
Ring 504 f.
Ringaufnehmer 217
Ringkammersauerstoffsensoren 291
Ringkolbenzähler 174
Ringmodulator 409
Ringrohrmanometer 158
Ringrohrwinkel­aufnehmer 227
Ringsensoren 317
Ringtorsionswägezelle für Höchstlasten 245
Ringzähler 460
–, 5-Bit- 459
Rockwell-Verfahren 249
ROM (Read Only Memory) 442, 478
Röntgenfluoreszenz 250
Röntgenfluoreszenzanalyse 271
Röntgenstrahlen 274
Röntgenstrahlung, charakteristische 273
Rosemount 164
Rotationsviskosimeter 215
Routing-Kanal 471
RS232C 506
RS422 507
RS485 508
RS-Flipflop 452
–, flankengesteuertes 453
–, ungetaktetes 452
–, zustandsgesteuertes 453
Rückkopplung 385 f.
Rückkopplungsfaktor 386
Rückkopplungsmethode, quantifizierte 495
Rücksetzart 456
Ruhestromkompensation 418
Rütteltisch 312
- S**
Sägezahngenerator 83
Sägezahnspannung 492
Salz 305
sample 41
Sample&Hold 422, 486
Sample&Hold-Schaltung 428
Samplingtheorem 42
Sättigung 419 f.
Sättigungsdicke 274
Sättigungskonzentration 296
Sauerstoff 291, 294
Sauerstoffion 295
Scanning-Sedimentograf 320 f.
Schadstoffemission 295
Schallabsorptionsfläche, äquivalente 378
Schalldruck 362, 377, 379, 382
Schalldruckpegel 362, 366, 376 f.
–, Addition 366
–, bewerteter 364, 366
–, Mittelwert 367
Schalldruck-Zeit-Funktion 362
Schallintensität 377, 382
–, direkte Messung 377, 379
Schallleistung 376 ff.
Schallleistungspegel 363, 376 f.
Schallpegelmessers 368

- Schallschnelle 379 f., 382
Schaltalgebra 436
Schalter-Kapazitäts-Filter 431
Schaltfrequenz 431
Schaltfunktion 441
–, Minimieren 441
Schaltkreisfamilie 460
Schaltnetz 445
Schaltschwelle 420
Schaltung, kombinatorische 445
–, sequentielle 451
Schaltwerk 451
–, asynchrones 452
–, synchrones 452
Schaltzeit 424, 427
Schätzen 17
Schätzung 552, 576
Schätzwert 552, 555, 563, 565, 583, 585
Scheinleistung 70, 95, 97
Scheitelfaktor 59
Scheitelwert 56
Schereffekt 237
Schergefälle 214
Schering-Brücke 120
scherzeitabhängig 214
Schicht, ionensensitive 308
Schichtdicke 250, 313
Schichtdickenmessung 273
Schichtwiderstand 139
Schieberegister 458
Schleifenverstärkung 403, 420
Schleppmedium 266, 268
Schleusenspannung 418
Schlitzmaskenröhre 521
Schmitt-Trigger 420
Schnittstelle 34 f., 527
–, serielle 481, 528
Schnittstellenstandards, physikalische 506
Schottky-TTL 462
Schottky-Unterfamilie 460
Schraubrad 174
Schraubradzähler 174
Schreib-/Lesespeicher 474
Schwankungsbreite 554
Schwebekörper-Durchflussmesser 176
Schwebekörper-Durchflussmessung 175
Schwebekörperviskosimeter 216
Schwellspannung 418, 423
Schwellwertschalter 420
Schwimmer 190
Schwingbeschleunigung 241
Schwingfrequenz 239
Schwinggabel-Betriebsdichteaufnehmer 211
Schwinggeschwindigkeit 241
Schwingkondensator 407 f.
Schwingneigung 415 f.
Schwingquarz 167, 254
Schwingquarzdruckmessumformer 167
Schwingquarzhygrometer 304
Schwingsaitenaufnehmer 239
Schwingsaiten-Drehmomentmessung 247
Schwingsaitendruckaufnehmer 166
Schwingsaitenwägezelle 245
Schwingungsdichtemessmethode 207
Schwingungsmessung 240
Schwingungsviskosimeter 216
Schwingweg 241
Schwingwegmessung 241
Sea of Gates 468
16-Segment-Anzeige 519
Sedimentation 319
Sedimentationsverfahren 318
Sedimentationswaage 320
Sedimentationszentrifuge 321
Sekundärelektronenvervielfacher 269, 343
Sekundärstrahlung 272
Selbsterregung 387
selbsttemperaturkompensierende DMS 237
Selektionsverhalten 429
Selektivität 50
Semicustom 467
Sendebauelement 228
Senke 34
Sensitivität 50
Sensor 22, 34, 391
–, intelligenter 499
–, ionenselektiver 308
–, magnetoresistiver 231
–, pyroelektrischer 152
Sensorarray 500
Sensortechnik 20

- Settling time 488
SEV 344
Shannonsches Gesetz 439
Shunt 108
SI-Basiseinheit 600
SI-Einheit 609–614
–, abgeleitete 601
–, für physikalische Größen 609–614
–, gesetzliche 603–608
Sicherheit 552
Sicherheitstechnik 19
Siebanalyse 312
7-Segment-Anzeige 516, 519
7-Segment-LCD-Anzeige 519
Siebung 406, 409
Sievvert 326
Signal 36, 383
–, analoges 383
–, binäres 433
–, determiniertes 37
–, diskretes 433
–, frequenzanaloges 40
–, unbegrenzt periodisches 131
–, zeitbegrenzt 131
Signalart 396
Signalfrequenz 432
Signalgeber, optischer 258
Signalgröße 383 f.
Signalleistung 389
Signalleitung 36
Signalmerkmal 37 f.
Signalname 436
Signalraum 40
Signal-Rausch-Leistungsverhältnis 389
Signal-speicherung 37
Signal-Störabstand 433
Signalträger 36
Signalverarbeitung 428
Signalverstärkung 34
Signalwandlung 39
Signifikanzniveau 566
Signum 410
Signum-Funktion 411
Siliziumplanartechnologie 161
Silizium-Sperrschicht-
Temperatursensor 144
Silizium-Widerstandstemperatursensor
143
Sing-Around-Verfahren 184
Single Switch 426
Sinusantwort 537
Sinusfunktion 537
Skalenmaß 251
Slave 503
Slew Rate 403, 422, 424, 488
smart sensor 499
Solarzelle 341
Sollwert 23
sone 374
Spaltdecoder 476
Spaltenleitung 476
Spaltkammer 332
Spaltsensor 228
Spannung 96, 109, 121
–, eingeprägte 44
Spannungsabfall 54
Spannungsausgleicher 136
Spannungsfehler 111
Spannungs-Frequenz-Wandlung 495
Spannungsmessung 121
Spannungsnorm 107
–, elektronisches 107
Spannungspfad 124
spannungsrichtige Schaltung 115
Spannungsteiler 108, 121
Spannungsverlauf, impulsförmiger 65
–, zufälliger 65
Spannungsverstärkung 384, 386, 398 f.,
408
Spannungswandler 110 f., 121
–, induktive 110
Speicher, mit wahlfreiem Zugriff 442
Speicherzelle 475
Speicherzellenmatrix 475
Spektralanalyse 270
Spektralfotometer 152
Spektralmaskenverfahren 347
Spektralmessverfahren 358
Spektralradiometer 358
Spektrometer 358
Spektrum 130, 272
–, komplexes 130
Sperrbetrieb 340 f.
Sperrflüssigkeit 158
Sperrschicht-FET 423
Sperrwiderstand 424
Spiegel, halbdurchlässiger 279
Spitzenwert 56, 65, 89

- Spitzenwerterfassung 97
Spitzenwertmesser 89
Spline-Interpolation 547
Splines, natürliche kubische 547
spreading resistance sensor 143
Sprungantwort 47, 536 f.
Sprungfunktion 46, 537
SRAM-Zelle 471
Stabantenne 198
Stabilisierung 387
Standardabweichung 549, 552–557, 571, 577 f., 595
–, empirische 553 f., 558
–, mittlerer Fehler 557
Standardschall 371
Standard-TTL 462
Standardunsicherheit 573, 578, 583, 589 f.
–, kombinierte 575, 583 f., 593, 595
statisches Verhalten 534
Staubmessgerät 312
Steilheit 393 f., 534, 541, 543
Steilheitsmodulation 413
Steilheitsmodulator 413
Stern 504 f.
Sternschaltung 63 f., 121
stetige Verteilung 579
Steuerbus 472
Steuereinheit 83
Steuerung 19 f.
Stichprobe 552, 579 f., 582
Stichprobenkontrolle 19
Stichprobenvarianz 553, 563
Stimmgabelschwinger 210
Stirnzeit 65
stochastisch 37 f.
Stoff, dilatant 214
–, nichtnewtonscher 214
–, pseudoplastischer 214
–, rheopexer 214
–, strukturviskoser 214
–, thixotroper 214
Stoffkennzahl, lichttechnische 360
Stoffsystem, disperses 310
Stokesscher Bereich 319
Stoppuhr 458
Störabstand 396
Störbeeinflussung 31
Störeinfluss 392
Störglied 562
Störgröße 391, 562
Störgrößenunterdrückung 493
Störmöglichkeit 38
Störsicherheit 50
Störsignal 36
Störspannungsabstand 461
–, dynamischer 462
–, statischer 462
Störstellenschöpfung 143
Störunterdrückung 495
Stoßantwort 537
Strahldichte 337
Strahlendosis 326
Strahlenschutz 327
Strahlstärke 337
Strahlung 262
–, absorbierte 275
–, emittierte 275
–, ionisierende 315
Strahlungsdetektor 325
Strahlungsemission 276
Strahlungsempfänger 345
–, breitbandiger 345
–, pyroelektrischer 345
–, thermoelektrischer 345
Strahlungsfluss 337
Strahlungsleistung 336 f.
Strahlungsmenge 337
Strahlungspyrometer 152
Strahlungsthermometer 134, 152 f.
Streifeldkondensator 301
Streulicht 189, 315
Streulichtspektrometer 315, 317
Streulichtverfahren 248
Streuung 313, 540, 553
Stroboskop 261
Strom 55, 96, 123
–, eingepprägter 44
Strommessung 123
Strommesszange 94
Strompfad 124
Stromquelle 498
stromrichtige Schaltung 115
Strom-Spannungswandlung 404
Stromstärke, elektrische 54
Strömungsgeschwindigkeit 29
Strömungswiderstandsgesetz 175
Stromverdrängung 108

- Stromverlauf, impulsförmiger 65
–, zufälliger 65
Stromwandler 111, 123
–, induktive 110
Stromzange 123
Strouhal-Zahl 179 f.
Struktur 30
Strukturanalyse 265
Strukturuntersuchung 261
Strukturzerlegung 31
Studentfaktor 580, 591, 595
Studentverteilung 579
Stützstelle 540, 544 f.
Subtrahierer 412
Suchproblem 22
Sukzessive-Approximation-A/D-
Umsetzer 490
Summenhäufigkeit 311, 560
Summenterm 442
Suspensionsverfahren 319
Synchrongleichrichter 409
Synchron-Demodulation 406
Synchronisation 527 f.
Synchronisationsverfahren 509
Synchronzähler 456
System, kybernetisches 32
–, metrisches 26
– mit Rückführung 32
–, nichtmetrisches 25
systematischer Fehler 571
Szintillationsmesskopf 328
Szintillationszähler 328
- T**
Tachogenerator 261
Takt 491
Taktgenerator 491 f., 494
Taktsteuerung 433
Tastkopf 109, 390
Tastplatte 190
Tastschnittgerät, mechanisches 248
Tastteiler 390
Tauchankeraufnehmer 220
Tauchkörper 199
Tauchspule 244
Tauchspulsystem 242
Taupunkt 297
Tauspiegelhygrometer 300
Teilchenfluss 326
Teilentladung 127
Teilentladungsmesser 104
Teilentladungsmessgerät 104
Teilstrahlungs-pyrometer 152
Temperatur 29, 214, 239
Temperaturabhängigkeit 392, 394, 415
Temperaturdrift 396, 424
Temperaturfeld, Störung 147
Temperaturkoeffizient 307, 392, 394,
416, 594, 596
Temperaturkompensation 167, 394
Temperaturmesstechnik 20
Temperatursensor, pyroelektrischer 149
Temperaturspannung 414 f.
TEM-Welle 388
Teslameter 103
Test 565
Testfunktion 535, 537
Testgerät, automatisches 503
Testproblem, einseitiges 566
–, zweiseitiges 566
 t -Faktor 556
 T -Flipflop, flankengesteuertes 455
Thermistor 141, 149
Thermodrucker 526
Thermoelement 134
Thermokette 148, 152
Thermolumineszenz-Dosimeter 335
Thermosäule 148, 152
Thermostat 136
Thermosublimationsverfahren 526
Thermotransferverfahren 526
Thermoumformer, mit Drehspulmess-
werk 93
Thomson-Messbrücke 115 f.
Three-State-Ausgang 465
Tiefpass 48, 406
–, idealer 48
Timer 480
–, 16-Bit- 481
Tintenstrahldrucker 526
Toleranzband 47, 536
Toleranzklasse 580
Toner 526
Tor 533
Torsion 246
Tortengrafik 561
totales Differenzial 233
Totalreflexion 283

- Totzeit 536
 Tracer 182
 Track&Hold-Schaltung 487
 Träger 409
 Trägerfrequenzbrücke 409
 Trägermedium 266 f.
 Trägheit 535
 Transimpedanzverstärker 403
 Transistor 390
 Transistor-Transistor-Logik 462
 Transitfrequenz 398, 400, 408
 Transkonduktanzverstärker 403
 Transmission 262
 Transmissionsgrad 361
 Trapezverteilung 581
 Trennsäule 266
 Trennsystem 269
 Trennverstärker 403
 Triangulationsverfahren 223
 Triggereingang 83
 Triggereinheit 83, 85
 Triggerung 483
 Trockengehalt 297
 Trockensiebanalyse 312
 Trommelzähler 174
 Trübungsmessung 314
t-Test 567
 – als einseitiges Problem 567
 – als zweiseitiges Problem 567
 TTL-Familie 460
 TTL-kompatibel 460
 TTL-Kompatibilität 423
 TTL-Pegel 425
 TTL-Schaltkreis 420
 TTL-Technik 462
 Turbinenzähler 174
t-Verteilung 556, 579
 Twyman-Green-Interferometer 248
 Tyndallometer 316
t-Zweistichprobentest 568
- U**
- Überdruck 154
 Übergangsfunktion, dimensionslose 536
 Überschichtungsverfahren 319
 Überschwingen 416
 Überschwingungen 544
 Übersprechdämpfung 427
 Übersteuerung 421, 423
 Übertragung, serielle 508
 Übertragungsfaktor 31, 45, 534
 Übertragungsfehler 510
 Übertragungsfunktion 46, 429, 432, 531, 538, 541
 –, korrigierte 541
 –, lineare 534
 –, nichtlineare 535
 –, unkorrigierte 541 f.
 Übertragungskanal 34
 Übertragungsrate 529
 Überwachung 19
 Ulbricht-Kugel 353
 Ultraschall 226
 Ultraschall-Durchflussmessung 182
 Ultraschallmessverfahren 226
 Ultraschallspektroskopie 323
 Ultraschallwandler 226
 Ultraschallwelle 323
 Ultraschall-Werkstoffprüfung 227
 Ultraviolett 336
 Umkehrdrierer 412
 Umrechnung 615–618
 Umsetzungsgeschwindigkeit 489, 491
 Umweltschutz 19
 UND 437
 UND-Array 469
 UND-Feld 468
 Unifizierung 34
 Universalfilter 433
 Universalkompensation 401
 Universalmessgerät 104
 Universalzähler 126
 Unsicherheit 556, 596
 –, erweiterte 589
 –, relative 593
 Unsicherheitsmatrix 598
 Unsicherheitsquelle 589, 594
 Unterbrechung 474
 Unterdruck 154
 U-Rohrmanometer 158
 USB-Schnittstelle 529
 UV, fernes 336
 –, mittleres 336
 –, nahes 336
 –, Vakuum- 336
 UV-Absorption 267
 UV-Sensor 346

V

- Vakuumdruckmessung 168
 Varianz 553, 565, 572, 576 ff., 582, 584 f., 591 ff., 595, 598
 – der Grundgesamtheit 578
 – des Mittelwertes 576
 –, empirische 553, 573, 578, 592
 –, geschätzte 585
 –, kombinierte 574, 583, 587, 590, 593, 597 f.
 –, relative 595 f.
 Varicap 407 f.
 Venn-Diagramm 444
 Venturidüse 172 f.
 Verbraucher, dreiphasiger 63
 –, einphasiger 63
 Verdopplung 33
 Verfahren, algorithmisches 444
 Verformungskörper 235 f., 239, 244
 Verfügbarkeit, zeitliche 37
 Vergleich 35
 Vergleichsgas 288
 Vergleichsgröße 23
 Vergleichsquellenverfahren 377, 379
 Vergleichsspannung 490, 495
 Vergleichsstelle 136
 Vergleichszelle 292
 Verhältnispyrometer 153
 Verknüpfung, logische 474
 –, „Wired“- 465
 Verknüpfungszeichen 437
 Verlässlichkeit 555
 Verlaufslinienfilter 342
 Verlustfaktor 119 f.
 Verlustfaktormessbrücke 120
 Verlustfaktormessung 119
 Verlustwinkel 120
 Verschiebespannung 420
 Verstärker 384, 419, 423
 Verstärkung 386, 399, 404, 534
 Verstärkungsfaktor 384, 386, 397, 418
 Versuchsfehler 562
 Verteilung, Dreieck- 581
 –, Rechteck- 580
 –, stetige 579
 –, Student- 579
 –, t - 579
 –, Trapez- 581
 Verteilungsdichtefunktion 558 f.
 Verteilungsfunktion 560, 580
 Verteilungsnetze 19
 Verteilungstemperatur 357
 Verträglichkeit, elektromagnetische 388, 514
 Vertrauensbereich 571 f., 580, 583
 Vertrauensgrenze 556
 Vertrauensintervall 564
 Vertrauensniveau 555 ff.
 Verweilzeit 267
 Verzugszeit 536
 VESA-Local-Bus 523
 VGA 522
 VHDL 467
 VHSIC 467
 Vibrationsmesswerk 100, 126
 Vickers-Verfahren 249
 Videoausgangscontroller 523
 Videobandbreite 522
 Vielfachmesser 87
 Vierquadranten-Multiplizierer 413 f.
 Viskosimeter, auf Basis der Verschiebung zweier konzentrischer Zylinder 216
 Viskosität 205, 211 f.
 –, scheinbare 214
 VIS-Spektroskopie 274
 V-Konus 172
 $V(\lambda)$ -Anpassung 346 f.
 $V(\lambda)$ -Empfänger 346
 Volladdierer 449
 Vollbrücke 236
 Vollfilterung 347
 Voltammetrie 309
 Volumendurchfluss 169, 180
 Volumenfluss 169
 Volumenstrom 169
 Volumenzähler 173
 – mit beweglichen Messkammerwänden 174
 – mit festen Messkammerwänden 174
 – mit Messflügeln 174
 Vorrangregel 437
 Vorsatz 26, 600
 Vorsatzzeichen 600
 Vorwärts-Dezimalzähler 457
 Vorwiderstand 96
 Vorzeichenfunktion 410

- W**
- Wärmeleitfähigkeit 267
 - Waage, mechanische 243
 - Wägeverfahren-A/D-Umsetzer 490
 - Wägezelle, hydraulische 245
 - , induktive 245
 - , interferenzoptische 245
 - , magnetoelastische 245
 - wahrer Wert 572, 574, 576, 578 f., 583
 - Wahrheitstabelle 440
 - Wahrscheinlichkeit 552, 554, 557, 559, 565
 - Wahrscheinlichkeitsverteilung 577, 579, 589
 - wahrscheinlichster Wert 572
 - Wandler, einpolig isolierter 111
 - , zweipolig isolierter 111
 - Wandlungsprinzip 30
 - Warenverkehr 19
 - Wärmeausdehnungskoeffizient 237
 - Wärmekapazität, spezifische 287
 - Wärmeleitfähigkeitsmessung, zur Gas-konzentrationsbestimmung 288
 - Wärmeleitverfahren 289
 - Wärmestrahlung 148 f., 151
 - Wärmetönung 289
 - Wärmetönungsmessung 290
 - Wasserdampf 301
 - Wasserstoffionenaktivität 306
 - Wasserstoffionenkonzentration 306
 - Wasserzähler 174
 - Wechselgröße 90
 - , sinusförmige 97
 - Wechselspannung 56, 62
 - Wechselspannungsmessung 121
 - Wechselspannungsverstärker 406
 - Wechselstrom 56, 62
 - Wechselstrommessung 123
 - Weg 28, 240
 - Wegaufnehmer 232
 - , kapazitiver 222
 - Wegmessverfahren 237
 - Wehnelt-Zylinder 521
 - Weißstandard 361
 - Weiterverarbeitung 33
 - Wellenanpassung 387 f.
 - Wellenausbreitung 388
 - Wellenlängenbereich 336
 - Wellenwiderstand 388
 - Wellenzahlspektrum 382
 - Wellrohrfeder 155
 - Weltzeit UTC, koordinierte 251
 - Werkstoffprüfung, zerstörungsfreie 226
 - Wert, wahrer 552, 572, 574, 576, 578 f., 583
 - , wahrscheinlichster 572
 - Wertebereich 35
 - Wertevorrat 37, 40
 - Weston-Element 122
 - Wheatstone-Messbrücke 115
 - Wichte 201
 - Widerstand 60, 115
 - , induktiver 61
 - , kapazitiver 61
 - , NTC- 141
 - , ohmscher 60
 - , PTC- 142
 - Widerstandsbahn, piezoresistive 161
 - Widerstandsbestimmung, mit analogem Vielfachmesser 116
 - mit digitalem Vielfachmesser 117
 - Widerstandsnetzwerk 499
 - Widerstandsnorm 107
 - Widerstandsthermometer 138
 - Wiederholfrequenz 132
 - Wiederholmessung 571 f., 576, 579 f., 582, 590, 594 f.
 - Wiederholproblem 22
 - Wien-Brücke 119
 - Wien-Robinson-Brücke 127
 - Winkel 28, 218
 - Winkelaufnehmer, codierter 227
 - , inkrementaler 227
 - , kapazitiver 227
 - , resistiver 227
 - Winkellageerfassung 258
 - Winkelmessung 226
 - Wirbelfrequenz-Durchflussmessung 178
 - Wirbelstromverfahren 250
 - Wirkdruckverfahren 171
 - Wirkenergie 71, 125
 - Wirkenergiezähler 97
 - Wirkleistung 67, 95, 97
 - Wirkleistungsmesser 125
 - Wirkleistungsmessung 128

- Wort 475
Wortcode 445
- X**
x-Eingang, asymmetrischer 84
Xerox-Trommel 526
- Z**
Zähigkeit 212
–, dynamische 213
–, kinematische 213
Zählen 17
Zahlenkomparator 447
Zähler 455, 481, 491
–, asynchroner 455
–, synchroner 456
Zählrichtung 456
Z-Diode 418
Zeichengenerator 520
Zeigerfrequenzmesser 100, 126
Zeilendecoder 476
Zeilenfrequenz 522
Zeilenleitung 476
Zeit 492
Zeitanalysator 483
Zeitbewertung 365
Zeitfunktion 36
Zeitgeber 457, 481
Zeitintervall 251
Zeitkonstante 406, 416, 424
Zeitmessung 251
Zeitmultiplex 528
Zeitskala 251
Zentraleinheit (CPU) 480
Zerhacker 407
Zerhackerverstärker 406, 411
Zersetzungsspannung 309
Zielfunktion 19
Zielgröße 562
Zifferncode 445
Zirkondioxid 295
Z-Spannung 418
zufälliger Fehler 571
Zugriffszeit 427
Zuordnungssystem 434
– mit direkter Logikpolarität 435
– mit einheitlicher Logikvereinbarung 434
Zustandsanalysator 483
Zustandsflag 474
Zustandsvektor 451
Zuverlässigkeit 551, 553 ff., 557, 564
Zweibildverfahren 318
2-Bit-Komparator 447
Zweifachgegenkopplung 429
Zweimikrofontechnik 379
Zwei-Rampen-A/D-Umsetzer 493
Zweitor 389
Zweiweggleichrichter 421
Zwicker-Verfahren 375
Zwischenabbildungssignal 36
Zwischenspeicher 458