

Inhaltsverzeichnis

<p>Formelzeichen 7</p> <p>Kapitelwegweiser 8</p> <p>Indizes und Zeichen für Formelzeichen U3</p> <p>1 Grundlagen</p> <p>1.1 Physikalische Größen 9</p> <p>1.1.1 Kraftfelder 9</p> <p>1.1.2 Masse und Kraft 9</p> <p>1.1.3 Basisgrößen, Einheiten und abgeleitete Einheiten 10</p> <p>1.1.4 Kraft 11</p> <p>1.1.5 Arbeit 11</p> <p>1.1.6 Energie 12</p> <p>1.2 Elektrotechnische Grundgrößen 13</p> <p>1.2.1 Ladung 13</p> <p>1.2.2 Spannung 13</p> <p>1.2.3 Elektrischer Strom 14</p> <p>1.2.4 Elektrischer Widerstand 16</p> <p>1.2.5 Ohm'sches Gesetz 16</p> <p>1.2.6 Widerstand und Temperatur 17</p> <p>1.2.7 Stromdichte 18</p> <p>1.2.8 Bauformen der Widerstände 18</p> <p>1.2.8.1 Festwiderstände 18</p> <p>1.2.8.2 Veränderbare Widerstände 20</p> <p>1.2.8.3 Heißleiterwiderstände NTC 20</p> <p>1.2.8.4 Kaltleiterwiderstände PTC 21</p> <p>1.2.8.5 Spannungsabhängige Widerstände 22</p> <p>1.3 Grundschaltungen 24</p> <p>1.3.1 Bezugspfeile 24</p> <p>1.3.2 Reihenschaltung 25</p> <p>1.3.3 Parallelschaltung 27</p> <p>1.3.4 Gemischte Schaltungen 28</p> <p>1.3.4.1 Spannungsteiler 29</p> <p>1.3.4.2 Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung 30</p> <p>1.3.E Basic electronics 32</p> <p>1.3.E1 Electricity and electric charge 32</p> <p>1.3.E2 Voltage 32</p> <p>1.3.E3 Current 32</p> <p>1.3.E4 Ohm's Law 33</p> <p>1.3.E5 Simple circuits 33</p> <p>1.3.E6 Resistance and conductivity 34</p> <p>1.3.E7 Resistors 34</p> <p>1.4 Gefahren des elektrischen Stromes und Überstrom-Schutzrichtungen 35</p> <p>1.4.1 Gefahren des elektrischen Stromes 35</p> <p>Die 5 Sicherheitsregeln 35</p> <p>1.4.2 Überstrom-Schutzrichtungen 36</p> <p>1.5 Leistung, Arbeit, Wärme 38</p> <p>1.5.1 Elektrische Leistung 38</p> <p>1.5.2 Elektrische Arbeit 40</p> <p>1.5.3 Mechanische Leistung 41</p> <p>1.5.4 Wirkungsgrad 41</p> <p>1.5.5 Temperatur und Wärme 43</p> <p>1.5.6 Wärmeübertragung 44</p> <p>1.5.7 Leistungshyperbel 45</p> <p>1.6 Spannungserzeuger 47</p> <p>1.6.1 Arten der Spannungserzeugung 47</p> <p>1.6.2 Belastungsfälle einer Spannungsquelle 48</p> <p>1.6.3 Anpassung 49</p> <p>1.6.4 Schaltungen von Spannungserzeugern 50</p> <p>1.6.5 Ersatzspannungsquelle 51</p> <p>1.7 Wechselfeldspannung und Wechselstrom 53</p> <p>1.7.E Dangers from electric current 60</p> <p>1.7.E1 Effects 60</p> <p>1.7.E2 Circuit breakers and RCDs 60</p> <p>1.8 Spannung und elektrisches Feld 61</p> <p>1.8.1 Elektrisches Feld 61</p> <p>1.8.2 Kondensator 63</p>	<p>1.8.3 Schaltungen von Kondensatoren 66</p> <p>1.8.4 Kondensator im Gleichstromkreis 67</p> <p>1.8.5 Bauformen der Kondensatoren 68</p> <p>1.8.E Capacitors and capacitance 73</p> <p>1.8.E1 Capacitors 73</p> <p>1.8.E2 Types of capacitors 73</p> <p>1.8.E3 Properties and characteristic values of capacitors 73</p> <p>1.9 Strom und Magnetfeld 74</p> <p>1.9.1 Magnetisches Feld 74</p> <p>1.9.1.1 Pole des Magneten 74</p> <p>1.9.1.2 Weiß'sche Bezirke 74</p> <p>1.9.1.3 Arten magnetischer Stoffe 75</p> <p>1.9.1.4 Magnetostriktion 75</p> <p>1.9.1.5 Magnetische Feldlinien 76</p> <p>1.9.1.6 Anwendung der Dauermagnete 76</p> <p>1.9.1.7 Magnetfeld um den Strom 77</p> <p>1.9.1.8 Magnetfeld einer vom Strom durchflossenen Spule 78</p> <p>1.9.1.9 Magnetische Größen 79</p> <p>1.9.1.10 Eisen im Magnetfeld einer Spule 81</p> <p>1.9.2 Elektromagnetische Baugruppen 83</p> <p>1.9.2.1 Elektromagnete 83</p> <p>1.9.2.2 Relais 83</p> <p>1.9.2.3 Schütz 84</p> <p>1.9.E Electricity and magnetism 86</p> <p>1.9.E1 ... Magnetic fields 86</p> <p>1.9.E2 ... Electricity makes magnetism 86</p> <p>1.9.E3 ... Electromagnetic induction 86</p> <p>1.9.E4 ... Generators 86</p> <p>1.9.3 ... Strom im Magnetfeld 87</p> <p>1.9.4 ... Induktion 90</p> <p>1.9.5 ... Spule im Gleichstromkreis 96</p> <p>1.9.6 ... Bauformen der Spulen 96</p> <p>1.9.E2 Technical uses of magnetism 99</p> <p>1.9.E2 ... Contactors and relays 99</p> <p>1.10 Halbleiter 100</p> <p>1.10.1 Bändermodell 100</p> <p>1.10.2 Eigenleitung 101</p> <p>1.10.3 Störstellenleitung 101</p> <p>1.10.4 Halbleiterdioden 102</p> <p>1.10.4.1 Sperrschicht 102</p> <p>1.10.4.2 Sperrschichtkapazität 102</p> <p>1.10.4.3 Rückwärtsrichtung und Vorwärtsrichtung 102</p> <p>1.10.4.4 Elektrischer Durchbruch 104</p> <p>1.10.4.5 Bauformen und Kennzeichnung 105</p> <p>1.10.4.6 Fotodioden, Fotowiderstände und Fotoelemente 107</p> <p>1.10.4.7 LED und Optokoppler 109</p> <p>1.10.4.8 Arbeitspunkt 111</p> <p>1.10.4.9 Z-Dioden 114</p> <p>1.10.4.10 Kapazitätsdioden 115</p> <p>1.10.4.11 PIN-Dioden 115</p> <p>1.10.4.12 Schottkydioden 116</p> <p>1.10.4.13 Leistungsdioden 116</p> <p>1.10.5.14 Halbleiterlaser 116</p> <p>1.10.E Semiconductor diodes 118</p> <p>1.10.E1 Rectifier diode 118</p> <p>1.10.E2 Zener diode 118</p> <p>1.10.E3 Variable capacitance diode 119</p> <p>1.10.E4 Schottky diode 119</p> <p>1.11 Schaltungstechnik und Funktionsanalyse 120</p> <p>1.11.1 Schaltungsunterlagen 120</p> <p>1.11.2 Referenzkennzeichnung in der Elektrotechnik 121</p> <p>1.11.2 Schaltungen mit Installationsschaltern 122</p> <p>1.11.3 Schaltfunktion 122</p>
--	--

1.11.4	Schützsaltungen	124	2.6.E3	Transformers	177
1.11.5	Saltungen mit Zeitschaltern	126	2.7	Transistoren	178
1.12	Werkstoffe	127	2.7.1	Bipolare Transistoren	178
1.12.1	Atommodell	127	2.7.2	Feldeffekttransistoren FET	185
1.12.2	Periodensystem	128	2.7.3	Bauelemente der Leistungselektronik	190
1.12.3	Chemische Bindungen	128	2.7.3.1	Thyristoren	190
1.12.4	Säuren, Basen und Salze	130	2.7.3.2	Triac und Diac	192
1.12.5	Normung von Eisenmetallen	130	2.7.4	Integrierte Schaltungen (IC)	193
1.12.6	Elektrochemie	131	2.7.E	Bipolar transistors	195
1.12.6.1	Stromleitung in Flüssigkeiten	131	2.8	Bildausgabegeräte	196
1.12.6.2	Elektrolytische Elemente	131	2.8.1	Beamer	196
1.12.7	Korrosion	134	2.8.2	LC-Bildschirme (Liquid Chrystal Display)	197
1.12.8	Leiterwerkstoffe	135	2.8.3	Aufbau eines LC-Bildschirms	199
1.12.9	Leitungen	135	2.8.4	Pixeldichte und Betrachtungsabstand	199
1.12.9.1	Leitungen der Energietechnik	135	2.8.5	Monitorbildschirme	200
1.12.9.2	Leitungen der Informationstechnik	137	2.8.6	TV-Geräte	200
1.12.E	Transmission media in computer networks	138	2.8.7	Sehbereich und Farbräume von LCD	201
1.12.E1	Coaxial cables	138	2.9	Stromversorgung	202
1.12.E2	Twisted-pair cables	138	elektronischer Schaltungen	elektronischer Schaltungen	202
1.12.E3	Fiber-optic cables	138	2.9.1	Netzgeräte	202
2	Anwendung der Grundlagen		2.9.2	Prinzip der Gleichrichtung	202
2.1	Blindwiderstände an sinusförmiger Wechselspannung	139	2.9.3	Gleichrichterschaltungen	203
2.1.1	Blindwiderstände an Wechselspannung	139	2.9.4	Gleichrichter mit einstellbarer Spannung	206
2.1.1.1	Wechselstromwiderstand des Kondensators	139	2.9.5	Glättung der gleichgerichteten Spannung	207
2.1.2	Wechselstromwiderstand der Spule	140	2.9.6	Stabilisieren	209
2.1.3	Saltungen von nicht gekoppelten Spulen	141	2.9.6.1	Stabilisierungsfaktor	209
2.2	RC-Saltungen und RL-Saltungen	142	2.9.6.2	Lineare Spannungsregler	210
2.2.1	Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand	142	2.9.6.3	Schaltregler für Festspannungen	213
2.2.2	Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und Blindwiderstand	143	2.9.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgung USV	215
2.2.3	Verluste im Kondensator	145	2.9.E	Rectifier circuits	216
2.2.4	Verluste in der Spule	146	2.9.E1	Half-wave rectifier circuit E1	216
2.2.5	Impulsverformung	148	2.9.E2	Full-wave rectifier circuit B2	216
2.2.6	Passive Filterschaltungen	150	2.10	Verstärker	217
2.3	Schwingkreise	154	2.10.1	Grundbegriffe	217
2.3.1	Schwingung und Resonanz	154	2.10.2	Verstärker mit bipolaren Transistoren	221
2.3.2	Reihenschwingkreis	155	2.10.2.1	Verstärkergrundschaltungen	221
2.3.3	Parallelschwingkreis	156	2.10.2.2	Arbeitspunkt	222
2.3.4	Eigen- und Resonanzfrequenz	157	2.10.2.3	Emitterschaltung	223
2.3.5	Bandbreite und Güte	158	2.10.2.4	Verstärker für den D-Betrieb	225
2.3.6	Mechanische Bandfilter	159	2.10.2.5	Gegenkopplung	226
2.3.E	Filters	161	2.10.2.6	Gegentaktschaltungen	227
2.4	Leistungen bei Wechselstrom	162	2.10.3	Verstärker mit Feldeffekttransistoren	228
2.4.1	Wirkleistung	162	2.10.4	Operationsverstärker	232
2.4.2	Blindleistung, Scheinleistung	162	2.10.4.1	Saltungen mit Operationsverstärkern	234
2.4.3	Leistungsreiecke	163	2.10.E	Amplifiers	240
2.4.4	Leistungsfaktor	164	2.10.E1	Transistor as amplifier	240
2.4.5	Kompensation von Blindwiderständen	165	2.10.E2	Operational amplifier (OpAmp)	240
2.5	Transformatoren	166	2.10.E3	Operational amplifier as inverting amplifier	240
2.5.1	Wirkungsweise und Begriffe	166	2.11	Generatoren und Kippschaltungen	241
2.5.2	Aufbau von Transformatoren	166	2.11.1	Sinusgeneratoren	241
2.5.3	Idealer Transformator	167	2.11.2	Elektronische Schalter	243
2.5.4	Realer Transformator im Leerlauf	169	2.11.3	Astabile Kippschaltung (Rechteckgenerator)	244
2.5.5	Realer Transformator unter Last	170	2.11.4	Sägezahngenerator	245
2.5.6	Besondere Transformatorarten	171	2.11.5	Bistabile Kippschaltung	245
2.6	Dreiphasenwechselfspannung, Drehstrom	173	2.11.6	Monostabile Kippschaltung	245
2.6.1	Entstehung der Dreiphasenwechselfspannung	173	2.11.7	Schwellwertshalter	246
2.6.2	Sternschaltung	174	2.12	Messgeräte	248
2.6.3	Dreieckschaltung	175	2.12.1	Zeigermesswerke	248
2.6.E	Transformers and three-phase system	177	2.12.2	Digitalmultimeter	250
2.6.E1	Generation	177	2.12.3	Digitales Speicheroszilloskop DSO	251
2.6.E2	Star connection and delta connection	177	2.12.4	Scopemeter	255
			2.12.5	PC-Oszilloskop	256
			2.12.6	PC-Messtechnik	257
			2.12.E	Measuring equipment	258
			2.12.E1	Multimeters	258
			2.12.E2	Oscilloscopes	258

2.13	Schutzmaßnahmen	259	5.2.1	ARDUINO	318
2.13.1	Sicherheitsbestimmungen	259	5.2.2	Raspberry Pi	319
2.13.2	Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	261	5.3	SPS	320
2.13.3	Systemunabhängige Schutzmaßnahmen	261	5.3.1	Funktionseinheiten	321
2.13.4	Systemabhängige Schutzmaßnahmen	263	5.3.2	Sensorik und Aktorik	322
2.13.5	Prüfung von Schutzmaßnahmen	266	5.3.3	Programmierung	323
2.13.6	Unfallverhütung und Brandbekämpfung	266	5.3.4	Sicherheitsaspekte	325
2.13.7	Weitere Qualitätskennzeichnungen	267	5.3.5	Programm-Entwurfsverfahren	326
2.13.8	EU-Maschinenrichtlinie	268	5.4	Regeln mit dem PC	329
2.13.9	Funktionale Sicherheit nach SIL	268	5.4.1	Der Regelkreis	329
2.13.10	Performance Level	269	5.4.2	Der PC im Regelkreis	330
2.13.E	Protective Measures	270	5.4.3	Regeln mit un stetigen Reglern	331
2.13.E1	Important terms and definitions	270	5.4.4	Digitalregler	332
2.13.E2	Protective measures against excessive contact voltages	270	5.E	Control Engineering	334
3	Digitaltechnik		5.E1	Open-loop control system	334
3.1	Einführung in die Digitaltechnik	271	5.E2	Closed-loop control system	334
3.1.1	Dualcode	271	6	Fertigungsverfahren	
3.1.2	Binäre Elemente	272	6.1	Hauptgruppen der Fertigung	335
3.1.3	Grundlagen der Schaltalgebra	274	6.2	Urformen	335
3.2	Kombinatorische Schaltungen	276	6.3	Umformen	336
3.2.1	Weitere binäre Elemente	276	6.4	Trennen	336
3.2.2	Analyse und Synthese von Schaltungen	277	6.5	Fügen	338
3.3	Daten von binären Elementen	281	6.6	Beschichten	340
3.3.1	Binäre Elemente mit besonderen Ausgängen	281	6.7	Veränderung der Stoffeigenschaften	340
3.3.2	Digitale Schaltkreisfamilien	282	6.8	Lote und Flussmittel	342
3.4	Sequenzielle Digitaltechnik (Schaltwerke)	284	6.9	Leiterplatten	343
3.4.1	Binärspeicher	284	6.9.1	Basismaterial	343
3.4.2	Asynchrone Kippglieder (Flipflops)	286	6.9.2	Leiterplattenherstellung	344
3.4.3	Synchrone Kippglieder (Flipflops)	287	7	Kundenauftrag	
3.4.4	Zeitgeber mit dem Timer NE555	289	7.1	Phasen des Kundenauftrags	347
3.2.E	Digital technology	290	7.2	Umgang mit Kunden	349
3.2.E1	Fundamentals of digital technology	290	7.3	Kundenservice	351
3.2.E2	Basic logic functions	290	7.4	Kundenbindung	351
3.2.E3	Working with datasheets	291	7.5	Kundenzufriedenheit	352
4	Einführung in die Computertechnik		7.6	Beschwerdemanagement (Reklamationen)	353
4.1	Aufbau und Arbeitsweise eines PC-Systems	292	8	Betriebswirtschaft und Geschäftsprozesse	
4.2	Massenspeicher	295	8.1	Der Betrieb und sein Umfeld	356
4.3	Weitere Peripheriegeräte	296	8.1.1	Betrieb und Unternehmen	356
4.4	Datensicherung	297	8.1.2	Marktwirtschaft und Staat	357
4.5	Datenschutz	298	8.1.3	Interessenvertretungen	357
4.6	EU-Datenschutzgrundverordnung DSGVO	299	8.2	Geschäftsprozesse	357
4.7	Mit Excel arbeiten	300	8.2.1	Wertschöpfungsprozesse	357
4.8	Präsentationstechniken	302	8.2.2	Ablauf von Geschäftsprozessen	358
4.9	Elektronische Schaltungen simulieren	303	8.2.3	Geschäftsprozesse und betriebliche Organisation	359
4.9.1	Analoge Schaltungen simulieren mit Multisim	303	8.2.4	Informationsbeschaffung	360
4.9.2	Analoge Schaltungen mit PSpice simulieren	306	8.3	Verkaufsprozesse	361
4.9.3	Digitale Schaltungen mit PSpice simulieren	309	8.3.1	Verkaufskalkulation	361
4.9.E	Computer basics	310	8.3.2	Erstellung eines Angebots	361
4.9.E1	Data processing with a PC	310	8.3.3	Verträge	361
4.9.E2	Basic parts of a PC system	310	8.3.3.1	Kaufvertrag	362
4.10	Sensor-Elemente (Messgrößenaufnehmer)	311	8.3.3.2	Servicevertrag	362
4.10.1	Sensorarten	311	8.3.3.3	Leasingvertrag und Mietvertrag	362
4.10.2	Anschlusstechniken von Sensoren	312	8.3.3.4	Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB)	362
4.10.3	Sensoren/Aktoren an Feldbus und IO-Link	313	8.3.4	Rechnungsstellung	363
4.10.4	Wichtige Sensoren	314	8.4	Beschaffungsprozesse	363
5	Automatisierungstechnik		8.4.1	Bestellmengenplanung	363
5.1	Kleinststeuerungen	315	8.4.2	Anfrage	363
5.2	Microcontroller-Systeme	318	8.4.3	Pflichtenheft	364
			8.4.4	Bestellung	365
			8.4.5	Überwachung des Beschaffungsprozesses	365
			8.4.6	Produkthaftung	365
			8.4.7	Technische Dokumentation	366
				Fachwortliste Englisch – Deutsch	368
				Verzeichnis der Firmen und Dienststellen	370
				Sachwortverzeichnis	371

Formelzeichen dieses Buches					
Formelzeichen	Bedeutung	Formelzeichen	Bedeutung	Formelzeichen	Bedeutung
Kleinbuchstaben		Großbuchstaben		Griechische Kleinbuchstaben	
<i>a</i>	1. Beschleunigung 2. Dämpfungsmaß	<i>A</i>	1. Fläche, Querschnitt 2. Ablenkkoeffizient 3. Dämpfungsmaß	α (alpha)	1. Winkel 2. Temperaturkoeffizient
<i>b</i>	1. Ladungsträgerbeweglichkeit	<i>B</i>	1. Magnetische Flussdichte 2. Blindleitwert 3. Gleichstromverhältnis	β (beta)	1. Winkel 2. Kurzschluss-Stromverstärkungsfaktor
<i>c</i>	1. spez. Wärmekapazität 2. elektrochemisches Äquivalent 3. Ausbreitungsgeschwindigkeit von elektromagnetischen Wellen	<i>C</i>	4. Bandbreite 5. Zahlenbasis	γ (gamma)	1. Winkel 2. Leitfähigkeit
<i>d</i>	1. Durchmesser 2. Abstand 3. Verlustfaktor 4. Differenztonfaktor 5. Klirrfaktor (früher <i>k</i>)	<i>D</i>	1. Kapazität 2. Wärmekapazität 3. Taktanzahl	δ (delta)	1. Verlustwinkel 2. Modulationsindex
<i>e</i>	Elementarladung	<i>E</i>	1. Elektrische Flussdichte 2. Dämpfungsfaktor 3. Dynamikbereich	ϵ_0	Elektrische Feldkonstante
<i>f</i>	1. Frequenz 2. Umdrehungsfrequenz	<i>F</i>	1. Elektrische Feldstärke 2. Beleuchtungsstärke	ϵ (epsilon)	Permittivität
<i>g</i>	1. Fallbeschleunigung, Ortsfaktor 2. Tastgrad 3. Übertragungsmaß	<i>G</i>	1. Kraft, 2. Rauschfaktor, 3. Faktor, 4. Fehler	ζ (zeta)	Arbeitsgrad
<i>h</i>	Höhe	<i>H</i>	1. Leitwert, Wirkleitwert 2. Verstärkungsmaß	η (eta)	Wirkungsgrad
<i>i</i>	zeitabhängige Stromstärke	<i>I</i>	Magnetische Feldstärke	ϑ (theta)	Temperatur in °C
<i>k</i>	1. Verkürzungsfaktor 2. Konstante	<i>J</i>	Stromstärke	λ (lambda)	1. Wellenlänge 2. Leistungsfaktor
<i>l</i>	1. Länge, 2. Abstand	<i>K</i>	1. Stromdichte 2. Trägheitsmoment	μ (müh)	Permeabilität
<i>m</i>	1. Masse 2. Modulationsgrad 3. Strangzahl 4. Zahl der Stufen	<i>L</i>	1. Konstante 2. Kopplungsfaktor	μ_0	Magnetische Feldkonstante
<i>n</i>	1. Drehzahl, Umdrehungsfrequenz 2. ganze Zahl 1, 2, 3 ... 3. Brechzahl	<i>L</i>	1. Induktivität 2. Pegel	π (pi)	Kreiszahl
<i>p</i>	1. Polpaarzahl, 2. Druck	<i>M</i>	1. Drehmoment (Kraftmoment) 2. Gleichwert 3. Speicherkapazität	ρ (rho)	1. spez. Widerstand 2. Dichte
<i>q</i>	Querstromverhältnis	<i>N</i>	1. Zahl, z. B. Windungszahl 2. Nachrichtenmenge	σ (sigma)	1. Streufaktor 2. Rauschabstand
<i>r</i>	1. Radius 2. Rate 3. differentieller Widerstand	<i>P</i>	Leistung, Wirkleistung	τ (tau)	1. Zeitkonstante 2. Impulsdauer 3. Pausendauer
<i>s</i>	1. Strecke, Dicke 2. Siebfaktor 3. bezogener Schlupf 4. Korrektur 5. Welligkeitsfaktor	<i>Q</i>	1. Ladung 2. Wärme 3. Blindleistung 4. Gütefaktor, Güte	φ (phi)	Winkel, insbesondere Phasenverschiebungswinkel
<i>t</i>	Zeit	<i>R</i>	Widerstand, Wirkwiderstand	ω (omega)	1. Winkelgeschwindigkeit 2. Kreisfrequenz
<i>u</i>	zeitabhängige Spannung	<i>S</i>	1. Scheinleistung 2. Steilheit 3. Schlupf (absolut) 4. Übertragungsgröße, Übertragungskoeffizient 5. Schlankheitsgrad 6. Signal	Griechische Großbuchstaben	
<i>ü</i>	1. Übersetzungsverhältnis 2. Übersteuerungsfaktor	<i>T</i>	1. Periodendauer 2. Übertragungsfaktor 3. Temperatur in K	Δ (Delta)	Differenz, Änderung z. B. Δf Bandbreite, Frequenzhub, $\Delta\varphi$ Phasenhub
<i>v</i>	1. Geschwindigkeit 2. Verstärkungsmaß	<i>U</i>	Spannung	Θ (Theta)	Durchflutung
<i>w</i>	1. Energiedichte	<i>V</i>	1. Volumen 2. Verstärkungsfaktor 3. Verlustleistung	Φ (Phi)	1. Magnetischer Fluss 2. Lichtstrom
<i>z</i>	Ganze Zahl, z. B. Lagenzahl, Leiterzahl	<i>W</i>	1. Arbeit, 2. Energie	Ψ (Psi)	Elektrischer Fluss
		<i>X</i>	Blindwiderstand	Ω (Omega)	Raumwinkel
		<i>Y</i>	Scheinleitwert		
		<i>Z</i>	1. Impedanz, Scheinwiderstand 2. Wellenwiderstand 3. Schwingungswiderstand		

Spezielle Formelzeichen werden gebildet, indem man an die Formelzeichen-Buchstaben einen Index oder mehrere Indizes anhängt oder sonstige Zeichen dazusetzt.

