

Inhalt

1 Sensortechnik	13
1.1 Allgemeines	13
1.2 Temperatursensoren	13
1.2.1 Allgemeines.	13
1.2.2 Platin-Temperatursensor	14
1.2.2.1 Meßschaltungen für Pt-Fühler	15
1.2.3 Silizium-Temperatursensoren	18
1.2.4 Integrierter Temperatursensor LM 3911	20
1.3 Der PTC-Widerstand.	21
1.3.1 Werkstoffe und PTC-Effekt des PTC-Widerstands	21
1.3.2 Elektrische Eigenschaften von PTC-Widerständen	24
1.3.2.1 Die statische Strom-Spannungs-Kennlinie des PTC-Widerstandes	26
1.3.2.2 Abkühlungskurven von PTC-Widerständen.	26
1.3.2.3 Die dynamische Strom-Spannungs-Kennlinie von PTC-Widerständen	27
1.3.2.4 Charakteristische elektrische Werte von PTC-Widerständen	28
1.3.3 Anwendungen des PTC-Widerstandes	30
1.3.3.1 Die Reihenschaltung von Kaltleiter mit ohmschen Widerstand	30
1.3.3.2 Der PTC-Widerstand als Temperaturfühler	32
1.3.3.3 PTC-Widerstand als selbstregelnder Thermostat und Flüssigkeits-Niveaufühler	34
1.3.3.4 PTC-Widerstand als Verzögerungsschaltglied	37
1.3.3.5 PTC-Widerstand als Überstromsicherung	38
1.4 Der Heißleiter oder NTC-Widerstand	39
1.4.1 Werkstoffe für NTC-Widerstände	39
1.4.2 Elektrische Eigenschaften von NTC-Widerständen	41
1.4.2.1 Die Bestimmung des B-Wertes von Heißleitern	42
1.4.2.2 Die statische Strom-Spannungs-Kennlinie von NTC-Widerständen.	43
1.4.2.3 Erwärmungskonstante und die Berechnung des Spannungsmaximums der stationären I/U -Kennlinien des NTC-Widerstandes	44
1.4.2.4 Thermische Zeitkonstante von NTC-Widerständen.	46
1.4.3 Korrektur der Kennlinien von NTC-Widerständen	47
1.4.4 Die Anwendung von NTC-Widerständen	49
1.4.4.1 Temperaturmessung mit NTC-Widerständen	50
1.4.4.2 Übertemperaturüberwachungsschaltung	51
1.4.4.3 Einschaltstrombegrenzung durch NTC-Widerstand	52
1.4.4.4 Spannungsstabilisierung mit NTC-Widerstand	53
1.4.4.5 Kompensation von positiven TK-Werten mit NTC-Widerstand.	54
1.5 VDR oder spannungsabhängiger Widerstand	54
1.5.1 Herstellung von VDR-Widerständen	55
1.5.2 Die elektrischen Eigenschaften von VDR-Widerständen	55
1.5.2.1 Temperaturverhalten von VDR-Widerständen	61
1.5.2.2 Belastung und Betriebstemperatur von VDR-Widerständen	61
1.5.2.3 Serien- und Parallelschaltung von VDR-Widerständen.	62
1.5.2.4 VDR-Widerstand im Wechselstromkreis	64
1.5.2.5 Frequenzverhalten von VDR-Widerständen.	67
1.5.3 Anwendung von VDR-Widerständen	67
1.5.3.1 Spannungsbegrenzung mit VDR-Widerstand	67
1.5.3.2 Spannungsstabilisierung mit VDR-Widerstand	68

1.5.3.3	Funkenlöschung mit VDR-Widerstand	70
1.5.3.4	Skalendehnung mit VDR-Widerstand	73
1.6	Der Fotowiderstand oder LDR	73
1.6.1	Herstellung von LDR-Widerständen	73
1.6.2	Die elektrischen Eigenschaften von LDR-Widerständen	75
1.6.3	Anwendung von LDR-Widerständen	85
1.6.3.1	Hellschaltungen mit LDR-Widerstand	85
1.6.3.2	Dunkelschaltungen mit LDR-Widerstand	86
1.6.3.3	Schaltungen mit LDR-Widerständen zur Signalspeicherung und Signalüberwachung	89
1.7	Feldplatte	90
1.7.1	Physikalische Vorgänge in der Feldplatte	91
1.7.2	Werkstoffe, Herstellung und Aufbau von Feldplatten	93
1.7.3	Die elektrischen Eigenschaften von Feldplatten	100
1.7.3.1	Der Verlauf des Widerstandes als Funktion der magnetischen Induktion	100
1.7.3.2	Temperaturabhängigkeit von Feldplatten	102
1.7.3.3	Belastbarkeit von Feldplatten	104
1.7.3.4	Grenz- und Kenndaten von Feldplatten	104
1.7.4	Anwendungen von Feldplatten	107
1.7.4.1	Die Feldplatte in der Brückenschaltung	108
1.7.4.2	Die Ansteuerung von Transistoren mittels Feldplatten	110
1.7.4.3	Prellfreier elektronischer Schalter	114
1.7.4.4	Messung von Gleichströmen mittels Feldplatte	115
1.7.4.5	Umformung von Drehzahlen in elektrische Impulse	115
1.7.4.6	Zusammenfassung	116
1.8	Hallgeneratoren	117
1.8.1	Der Aufbau von Hallgeneratoren	118
1.8.2	Die Kennlinie des Hallgenerators	119
1.8.3	Kenn- und Grenzdaten des Hallgenerators	121
1.8.3.1	Leerlaufhallspannung U_{20}	121
1.8.3.2	Nennstrom I_N	121
1.8.3.3	Magnetische Steuerinduktion B , magnetischer Nennsteuerfluß Φ_N und magnetische Nenndurchflutung Θ_N	122
1.8.3.4	Induktionsempfindlichkeit $A_{(B)}$	122
1.8.3.5	Definition des Linearisierungsfehlers von Hallgeneratoren	123
1.8.3.6	Ersatzschaltbild des Hallgenerators	123
1.8.3.7	Ohmsche Nullkomponente R_0 und induktive Nullkomponente A_H	125
1.8.3.8	Temperaturabhängigkeit der Hallspannung	125
1.8.3.9	Grenzdaten des Hallgenerators	126
1.8.4	Die Anwendungen des Hallgenerators	127
1.8.4.1	Magnetfeldmessung und Magnetfeldabtastung	127
1.8.4.2	Hochstrommessung, Rechenschaltungen und Modulatoranwendung	128
1.8.4.3	Hallgenerator als Schalter	129
1.8.4.4	Leistungsmesser mit Hallgenerator	129
1.8.4.5	Hochstrommessung bis 500 A mit Hallgeneratoren	130
1.8.4.6	Divisionsschaltung mit Hallgenerator und Optokoppler	130
1.8.4.7	Druckmessung mit Hallgenerator	131
1.9	Wiegand-Sensor	132
1.9.1	Aufbau und Wirkungsweise des Wiegand-Sensors	132
1.9.2	Einsatz und Anwendung des Wiegand-Sensors	134

1.9.2.1	Wiegand-Sensor als Drehgeber	134
1.9.2.2	Tachogenerator mit Wiegand-Sensor	135
1.9.2.3	Drahtlose Signalübertragung mittels Wiegand-Sensor	135
1.10	Piezoresistive Sensoren	136
1.10.1	Drucksensor	136
1.10.2	Kraftsensor	140
1.10.2.1	Allgemeines	140
1.10.2.2	Piezoelektrischer Effekt	140
1.10.2.3	Anwendung des Kraftsensors.	143
1.11	Kapazitive und Feuchtesensor	146
1.11.1	Feuchtesensor	146
1.11.2	Lithium-Chlorid-Taupunkt-Hygrometer	148
1.11.3	Kapazitive Füllstandsmessung	149
1.11.4	Kapazitive Annäherungsinhibitoren	153
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 1	156
2	Dioden	162
2.1	Der pn-Übergang	162
2.1.1	Grundsätzliches	162
2.1.2	Potentialverhältnisse am pn-Übergang	164
2.1.3	pn-Übergang in Sperrichtung	165
2.1.4	pn-Übergang in Durchlaßrichtung	167
2.1.5	Kenmlinie des pn-Überganges – Diodenkenlinie	168
2.2	Anwendungen der Diode als Gleichrichter und in Spannungsverdopplerschaltungen	181
2.2.1	Einführung	181
2.2.2	Einweggleichrichterschaltung	182
2.2.3	Zweiweg- und Brückengleichrichterschaltung	183
2.2.4	Spannungsverdopplerschaltung (Delon-Schaltung)	185
2.2.5	Spannungsverdopplerschaltung (Villard-Schaltung)	186
2.2.6	Spannungsvervielfacherschaltung (Greinacherschaltung)	187
2.3	Diode als Schalter	188
2.3.1	Einführung	188
2.3.2	Spannungsbegrenzer- bzw. Klemmschaltungen	192
2.4	Fotodiode	199
2.5	Kapazitätsdiode.	200
2.6	Z-Diode	202
2.6.1	Aufbau und elektrische Eigenschaften	203
2.6.2	Spannungsstabilisierungsschaltungen mit Z-Dioden.	207
2.6.3	Präzisionsstabilisierung mit Z-Diode	216
2.6.4	Z-Diode als Spannungsbegrenzer	218
2.7	Spezialdioden	220
2.7.1	Tunneldiode	220
2.7.2	Backward-Diode	223
2.7.3	Schottky- oder Hot-Carrier-Diode	224
2.7.4	Feldefektodiode.	225
2.7.5	Step-Recovery-Diode (SR-Diode)	225
2.7.6	PIN-Diode	226
2.7.7	Diac (Triggerdiode)	228
2.7.8	Vierschichtdiode	229
2.7.9	Doppelbasistransistor (UJT = Unijunction-Transistor)	230

2.7.9.1	Einführung	230
2.7.9.2	Aufbau des UJT	231
2.7.9.3	Kennlinie des UJT	233
2.7.10	Einsatz des UJT als Impulsgenerator	233
Lernzielorientierter Test zu Kapitel 2	234
3	Transistoren	241
3.1	Aufbau eines Transistors.	241
3.2	Transistorkennlinien	249
3.3	Grenzdaten und Kenndaten des Transistors	263
3.3.1	Grenzdaten des Transistors	263
3.3.2	Kenndaten des Transistors	264
3.4	Grundsaltungen des Transistors	277
3.4.1	Überblick	277
3.4.2	Die Emittergrundsaltung	278
3.4.3	Die Kollektorgrundsaltung (Emitterfolger)	286
3.4.4	Die Basisgrundsaltung	292
3.5	Steuern von Transistoren	296
3.5.1	Einführung	297
3.5.2	Spannungssteuerung	297
3.5.3	Stromsteuerung	298
3.6	Widerstandsgerade im Kennlinienfeld.	300
3.7	Arbeitspunkteinstellung bei den drei Transistorgrundsaltungen	306
3.7.1	Arbeitspunkteinstellung bei der Emitterschaltung	309
3.7.2	Arbeitspunkteinstellung bei der Kollektorschaltung (Emitterfolger)	316
3.7.3	Arbeitspunkteinstellung bei der Basisschaltung	320
3.8	Gegenkopplung bei der Emitterschaltung	322
3.8.1	Einführung	322
3.8.2	Stromgegenkopplung bei der Emitterschaltung	326
3.8.3	Spannungsgegenkopplung bei der Emitterschaltung.	347
3.8.4	Arbeitspunktstabilisierung mit NTC-Widerstand	351
3.8.5	Arbeitspunktstabilisierung bei der Kollektor- und bei der Basisschaltung.	351
3.9	Transistor als Schalter	353
3.9.1	Einführung	353
3.9.2	Einflußgrößen beim Transistor als Schalter	354
3.9.3	Dimensionierung nach dem ungünstigsten Betriebsfall	355
Lernzielorientierter Text zu Kapitel 3	357
4	Feldeffekttransistoren	361
4.1	Sperrschicht-Feldeffekttransistoren (JFET).	364
4.1.1	Aufbau und Wirkungsweise des JFET's	364
4.1.2	Eingangskennlinienfeld des n-Kanal-JFET's	366
4.1.3	Ausgangskennlinienfeld des n-Kanal-JFET's	369
4.1.4	Grenzdaten von JFET's	372
4.1.5	Grundsaltungen des JFET's	373
4.1.5.1	Die Sourceschaltung	373
4.1.5.2	Arbeitspunkteinstellung bei der Sourceschaltung mit JFET's	374
4.1.5.3	Der Sourcefolger oder die Drainschaltung	378
4.1.5.4	Die Gateschaltung.	382
4.2	Feldeffekttransistoren mit isolierter Steuerelektrode (IGFET)	383
4.2.1	MOS-Feldeffekttransistoren (MOSFET).	383

4.2.1.1 Kennlinien von MOSFET's	384
4.2.1.2 Grenz- und Kennwerte von MOSFET's	388
4.2.2 Anwendung von MOSFET's	391
4.2.2.1 Sourceschaltung mit MOSFET's	391
4.2.2.2 Drainschaltung oder Sourcefolger mit MOSFET's	392
4.2.2.3 Gateschaltung	393
4.3 Dual-Gate-MOSFET's	394
4.4 VMOSFET's	395
4.4.1 Aufbau und Wirkungsweise	395
4.4.2 Kennlinien, Grenz- und Kenndaten von VMOSFET's	396
4.4.3 Anwendungen von VMOSFET's	399
Lernzielorientierter Test zu Kapitel 4	402
5 Bauelemente der Leistungselektronik	405
5.1 Der Thyristor	405
5.1.1 Einführung	405
5.1.2 Aufbau und Wirkungsweise des Thyristors	406
5.1.3 Kennlinien des Thyristors	408
5.1.4 Kenn- und Grenzdaten des Thyristors	410
5.1.5 Grundsaltungen des Thyristors	412
5.2 Abschaltbare Thyristoren (GTO's)	415
5.3 Der Triac	416
5.3.1 Aufbau und Wirkungsweise	417
5.3.2 Kennlinien	418
5.3.3 Kenn- und Grenzdaten	419
5.3.4 Grundsaltungen des Triacs	420
5.4 Thyristor-Tetrode	422
Lernzielorientierter Test zu Kapitel 5	424
Literaturverzeichnis	426
Lösungsteil	428
Stichwortverzeichnis	466