

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichenverzeichnis.....	XIII
1 Einführung.....	1
1.1 Zielstellung	1
1.2 Festlegungen bei PSPICE.....	2
2 Schaltungen mit Temperatursensoren	7
2.1 NTC-Sensoren	7
2.1.1 Aufbau und Kennlinie.....	7
2.1.2 Linearisierung der Kennlinie	11
2.1.3 Temperaturmessung durch Auswerten des Brückenstromes.....	12
2.1.4 Elektronisches Thermometer	15
2.1.5 Durchflusssensor für Strömungsmessungen.....	16
2.1.6 Temperatur-Warnanzeige	18
2.1.7 Temperaturregler	19
2.1.8 Temperaturanzeige mit Fensterkomparator.....	20
2.2 PTC-Sensoren	23
2.2.1 Aufbau und Kennlinie von Platin-Temperatursensoren	23
2.2.2 Temperaturauswertung mit Pt 100-Sensor und Operationsverstärker.....	24
2.2.3 Aufbau und Kennlinie eines Silizium-Widerstandssensors.....	26
2.2.4 Linearisierte Temperaturmessung	28
2.3 Thermoelement.....	31
2.3.1 Aufbau und Kennlinie.....	31
2.3.2 Verstärkung der Thermospannung	33
2.4 Halbleiterbauelemente als Temperatursensoren	35
2.4.1 Kennlinien von Dioden und Basis-Emitter-Strecken	35
2.4.2 Transistor-Thermometer	37
2.4.3 Stromspiegelschaltung als Temperatursensor	38
2.4.4 Bandabstand-Referenzspannungsquelle	40
3 Schaltungen mit optischen Sensoren	43
3.1 Fotowiderstand	43
3.1.1 Aufbau und Kennlinien.....	43
3.1.2 Einfacher Belichtungsmesser.....	45
3.1.3 Transistoransteuerung mittels Fotowiderstand	47
3.1.4 Lichtgesteuerte LED-Anzeige	48
3.1.5 Lichtansteuerung einer Halogenlampe	49
3.1.6 Dämmerungsschalter	51
3.2 Fotodiode.....	53
3.2.1 Aufbau und Kennlinienfeld zum Diodenbetrieb	53

3.2.2 Kennlinienfeld zum Elementbetrieb	55
3.2.3 Spektrale Empfindlichkeit als Funktion der Wellenlänge	56
3.2.4 Belichtungsmesser mit Fotodiode.....	58
3.2.5 Auswertung der Beleuchtungsstärke mit einer Transimpedanzschaltung	60
3.2.6 Licht-Frequenz-Wandler.....	62
3.3 Fototransistor	63
3.3.1 Aufbau und Kennlinienfeld.....	63
3.3.2 Schaltverhalten.....	65
3.3.3 Schaltung zur Hell/Dunkel-Unterscheidung.....	67
3.3.4 Schwellwertschalter	68
3.4 Gabelkoppler.....	70
3.4.1 Aufbau und Kennlinie	70
3.4.2 Drehzahlerfassung.....	71
3.4.3 Anzeige einer Lichtunterbrechung.....	71
3.5 Positionsempfindliche Fotosensoren	73
3.5.1 Lateraleffekt-Fotodiode	73
3.5.1.1 Aufbau und Ersatzschaltung	73
3.5.1.2 Anwendung zur Abstandsmessung.....	74
3.5.2 Kreis-Kreisring-Sensor	76
3.5.2.1 Prinzipdarstellung	76
3.5.2.2 Lagenachweis einer Hell-Dunkel-Kante	79
3.6 Reflexlichtsensoren mit Plastikfaser-Lichtwellenleitern.....	83
3.6.1 Doppelfaser-Reflexlichtsensor.....	83
3.6.2 Einfaser-Reflexlichtsensor.....	90
4 Schaltungen mit Drucksensoren	93
4.1 Folien-Dehnungsmessstreifen	93
4.1.1 Aufbau und Kennlinie	93
4.1.2 Brückenschaltung mit Subtrahierverstärker.....	94
4.2 Piezoresistiver p-Silizium-Drucksensor	96
4.2.1 Aufbau und Brückenschaltung.....	96
4.2.2 Brückenschaltung mit Instrumentenverstärker	98
4.3 Kapazitiver Silizium-Drucksensor	101
4.3.1 Aufbau und Kennlinie	101
4.3.2 Auswertung der Kapazitätsänderung mit astabilem Multivibrator.....	102
4.4 Kapazitiver Beschleunigungssensor	104
4.4.1 Aufbau und elektrische Ersatzschaltung	104
4.4.2 Brückenschaltung mit Differenzialkondensator	105
4.4.3 Verstärkung der Brückendiagonalspannung.....	106
4.5 Piezoelektrischer Keramiksensor	107
4.5.1 Wirkungsweise und Ersatzschaltung	107
4.5.2 Auswertung mit Elektrometerverstärker.....	109

5 Schaltungen mit Magnetfeldsensoren..... 111

5.1 Hallsensoren	111
5.1.1 Wirkungsweise.....	111
5.1.2 Leerlaufkennlinien eines Indiumarsenid-Hallsensors	112
5.1.3 Ausgangskennlinien eines InAs-Hallsensors.....	114
5.1.4 Normierte Belastungskennlinien eines InAs-Hallsensors	115
5.1.5 Kennlinien eines GaAs-Hallsensors	117
5.1.6 Hallspannung für ein nicht senkrecht auftreffendes Magnetfeld	118
5.1.7 GaAs-Hallsensor als Abstandssensor	119
5.1.8 Positionsmeßung mit GaAs-Hallsensor.....	120
5.1.9 Hallschalter	122
5.1.10 Aktivierung eines GaAs-Hallsensors durch ein Zahnrad	124
5.2 Feldplattensensor	125
5.2.1 Aufbau und Kennlinie.....	125
5.2.2 Kennlinienfeld	126
5.2.3 Temperaturabhängigkeit der Kennlinie	127
5.2.4 Auswerteschaltung mit einem Komparator	129
5.2.5 Feldplattensensor als Impulsgeber.....	131
5.2.6 Differenzialfeldplattensensor als Impulsgeber	133
5.3 GMR-Sensoren	135
5.3.1 Aufbau und Wirkungsweise	135
5.3.2 Brückenschaltungen.....	138
5.4 AMR-Sensoren	143
5.4.1 AMR-Effekt	143
5.4.2 Barberpole-Struktur	145
5.4.3 Brückenschaltung.....	146
5.5 Induktive Sensoren	148
5.5.1 Spule mit Tauchanker	148
5.5.2 Differenzspule mit Tauchanker	151
5.5.3 Differenzialtransformator mit Tauchanker	155
5.5.4 Spulenanordnung mit Kurzschlussring.....	158
5.5.5 Induktiver Näherungsschalter.....	160

6 Chemische Sensoren..... 169

6.1 Metalloxid-Gassensoren	169
6.1.1 Aufbau	169
6.1.2 Kennlinien.....	169
6.2 Ionensensitiver Feldeffekttransistor	172
6.2.1 Aufbau und Wirkungsweise	172
6.2.2 Ermittlung des pH-Wertes	173
6.3 Festkörperperionenleiter als Sauerstoffsensor.....	175
6.4 Sauerstoffpumpe	177
6.5 Lambda-Sonden.....	179

6.5.1	Lambda-Sonde als Spannungsquelle	179
6.5.1.1	Aufbau	179
6.5.1.2	Simulation der Kennlinie	179
6.5.2	Breitband-Lambda-Sonde	182
6.5.2.1	Funktion	182
6.5.2.2	Simulation der Kennlinie	183
6.6	Quarzmikrowaage	184
6.7	Oberflächenwellen-Verzögerungsleitung	199
6.7.1	Aufbau und Ersatzschaltung	199
6.7.2	Simulation frequenzabhängiger Kenngrößen	203
6.7.3	Ersatzschaltung mit konzentrierten Elementen	207
6.7.4	Anwendung als Temperatursensor	208
6.8	Oberflächenwellen-Resonatoren	211
6.8.1	Ein-Tor-Oberflächenwellen-Resonator	211
6.8.2	Zwei-Tor-Oberflächenwellen-Resonator	215
6.8.3	Anwendung als Drucksensor	217
7	Feuchtesensoren	221
7.1	Feuchte-Kenngrößen	221
7.2	Kapazitiver Feuchtesensor	223
7.2.1	Wirkprinzip und Aufbau	223
7.2.2	Kennlinie	224
7.2.3	Auswertung der Sensorkapazität mit astabilem Multivibrator	225
7.3	Resistive Feuchtesensoren	227
7.3.1	Kammelektroden als Fühler	227
7.3.2	Lithiumchlorid-Feuchtesensor	228
7.3.2.1	Abhängigkeit des Widerstands von der relativen Feuchte	228
7.3.2.2	Messung der absoluten Feuchte	231
8	Schaltungen mit elektrischen Motoren	233
8.1	Gleichstrom-Kleinstmotor	233
8.1.1	Aufbau	233
8.1.2	Grundgleichungen	234
8.1.3	Ersatzschaltung des Gleichstrom-Kleinstmotors	236
8.1.4	Ventilatorantrieb	242
8.1.5	Antrieb einer Solar-Drehplattform	245
8.2	Schrittmotoren	251
8.2.1	Merkmale von Schrittmotoren	251
8.2.2	Permanentmagnet-Schrittmotor	251
8.2.2.1	Bestromung	251
8.2.2.2	Statische Drehmomentenkennlinie	254
8.2.2.3	Selbsthaltemoment	256
8.2.2.4	Ersatzschaltung	258
8.2.2.5	Betriebskennlinien	261

8.3 Gleichstrom-Reihenschlussmotor	275
8.4 Universalmotor	280
8.4.1 Motorkennlinie.....	280
8.4.2 Ersatzschaltung bei Wechselspannungsbetrieb	281
8.5 Drehstrom-Asynchronmotor.....	285
8.5.1 Aufbau und Wirkungsweise	285
8.5.2 Ersatzschaltung	287
8.5.3 Simulationsaufgaben.....	287
Literaturverzeichnis.....	299
Sachwortverzeichnis.....	301