
Ausgewählte Sensorschaltungen

Peter Baumann

Ausgewählte Sensorschaltungen

Vom Datenblatt zur Simulation

3., überarbeitete und erweiterte Auflage

Peter Baumann
Hochschule Bremen
Bremen, Deutschland

ISBN 978-3-658-26567-0 ISBN 978-3-658-26568-7 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-26568-7>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2015, 2017, 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort zur 3. Auflage von *Ausgewählte Sensorschaltungen*

Vorwort zur 3. Auflage

Bei der Vorstellung ausgewählter Sensorschaltungen hat sich in der Lehre bewährt, dass zunächst die Sensorfunktion auf der Basis von Datenblattangaben erläutert und anschließend eine dazu gehörende Schaltung mit dem Programm PSPICE analysiert wird.

In der 3. Auflage erfolgten kleinere Korrekturen zur Ultraschallübertragung. Die optischen Sensoren werden um eine Infrarot-Lichtschranke und die Folien-Kraftsensoren um Anwendungen im Zusammenwirken mit einem Komparator und einem Dreieck-Rechteck-Generator ergänzt. Im Kapitel der piezoelektrischen Summer wurde dem vorhandenen Abschnitt mit den extern anzusteuernenden Summern ein weiterer Abschnitt mit selbstansteuernden Summern hinzugefügt. Im neuen Kap. 10 werden Oberflächenwellen-Bauelemente in Form von Verzögerungsleitungen, Filtern und Resonatoren vorgestellt. Es folgen Analysen eines Colpitts- und eines Pierce-Oszillators für die Frequenz von 315 MHz. Wie in den Jahren zuvor wurde auch im Sommersemester 2019 an der Hochschule Bremen ein Projekt Sensorschaltungen angeboten und von einer Gruppe Studierender erfolgreich abgeschlossen.

Ich danke Herrn Cheflektor Elektrotechnik Reinhard Dapper vom Verlag Springer Vieweg für seine hilfreiche Unterstützung für das Erscheinen dieser dritten erweiterten Auflage. Mein Dank gilt ferner Herrn Dipl.-Ing. Johannes Aertz, der die Bearbeitung des Manuskripts nach den Vorgaben des Verlages vorgenommen hat.

Bremen, im August 2019

Peter Baumann

Inhaltsverzeichnis

1	Temperatursensoren	1
1.1	NTC-Sensoren	1
1.2	PTC-Sensoren	5
1.2.1	Silizium-Temperatur-Sensoren	6
1.2.2	Platin-Temperatur-Sensoren	15
1.3	Bandabstandsquelle als Spannungsreferenz	18
	Literatur	20
2	Feuchtesensoren	21
2.1	Kapazitive Feuchtesensoren	21
2.1.1	Sensor KFS 140-D	21
2.1.2	Sensor KFS 33-LC	26
2.2	Elektrolytischer Feuchtesensor EFS-10	32
2.3	Resistiver Feuchtesensor	37
	Literatur	38
3	Optische Sensoren	39
3.1	Fotowiderstände	39
3.2	Licht Ansteuerung eines DC-Mikromotors	43
3.3	Silizium- Fotodiode	49
3.4	Licht-Spannungswandler	53
3.5	Photovoltaik-MOSFET-Relais	57
3.6	RGB-Farbsensor	59
3.7	Fototransistor	68
3.8	Gabelkoppler	71
3.9	Reflexlichtschranke	80
3.10	Infrarot-Lichtschranke	90
	Literatur	95

4	Kraftsensoren	97
4.1	Definition der Kraft	97
4.2	Folien-Kraftsensor	97
4.3	Spannungsfolger mit Kraftsensor	99
4.4	Invertierender Verstärker mit Kraftsensor	101
4.5	Schmitt-Trigger-Multivibrator mit Kraftsensor	103
4.6	Schmitt-Trigger mit Kraftsensor	104
4.7	Zählschaltung	109
4.8	Zählen der Stoßbelastungs-Impulse	111
4.9	MOSFET-Ansteuerung mit Folien-Kraftsensor	114
4.10	Komparator mit Folien-Kraftsensor	116
4.11	Dreieck-Rechteck-Generator mit Folien-Kraftsensor	120
	Literatur	123
5	Drucksensoren	125
5.1	Dehnungs-Messstreifen	125
5.2	Baustahl-Biegestab	126
5.3	Piezoresistiver p-Silizium-Drucksensor	136
	Literatur	142
6	Hallsensor	143
6.1	Wirkungsweise und Kennlinien	143
6.2	Hallschalter	148
6.3	Schalthysterese	152
6.4	Hallspannung mit Kosinus-Verlauf	154
	Literatur	157
7	Reed-Bauelemente	159
7.1	Wirkungsweise	159
7.2	Reed-Relais als Schließer	161
7.3	Lichtschranke mit Reed-Relais	163
7.4	Reed- Sensor als Näherungsschalter	165
7.4.1	Prinzipielle Schaltung	165
7.4.2	Schaltung mit Hysterese	166
7.4.3	Darstellung der Hysterese-Schleife	170
	Literatur	173
8	Piezoelektrische Summer	175
8.1	Summer für externe Ansteuerung	175
8.1.1	PSPICE-Modelle von Summern mit externer Ansteuerung	175
8.1.2	Schaltungen mit Summern für externe Ansteuerung	184
8.2	Selbstansteuernde Summer	193
8.2.1	PSPICE-Modelle von selbstansteuernden Summern	193
8.2.2	Schaltungen mit selbstansteuernden Summern	202
	Literatur	210

9	Ultraschallwandler	211
9.1	PSPICE-Modelle	211
9.2	Ultraschallsender und -Empfänger	213
9.2.1	US-Sender und US-Empfänger als einstufiger Transistor-Verstärker	213
9.2.2	US-Sender mit US-Empfänger als OP- NF-Verstärker	216
9.3	Ultraschall-Abstandswarner	220
9.3.1	Abstandswarner mit E-POLY-Quelle als Koppelement	221
9.3.2	Abstandswarner mit Induktivitäts-Koppelement	224
9.4	Sende-Impulse zum Empfänger	228
	Literatur	232
10	Akustische Oberflächenwellen-Bauelemente	233
10.1	AOW-Verzögerungsleitungen	233
10.1.1	AOW-Verzögerungsleitung mit Quarz-Substrat	233
10.1.2	AOW-Verzögerungsleitung mit Lithiumniobat-Substrat	239
10.1.3	Sensoranwendungen	241
10.2	Akustische Oberflächenwellen-Resonatoren	251
10.2.1	Ein-Tor-Oberflächenwellen-Resonator	251
10.2.2	Colpitts-Oszillator	255
10.2.3	Pierce-Oszillator	257
10.2.4	Zwei-Tor- Oberflächenwellen-Resonator	259
	Literatur	261
	Stichwortverzeichnis	263