

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen der Elektrotechnik</b>	<b>1</b>
1.1	Gleichstromkreis	1
1.1.1	Elektrischer Gleichstromkreis	2
1.1.2	Elektrische Spannung	3
1.1.3	Ohmsches Gesetz	5
1.1.4	Elektrischer Widerstand	7
1.1.5	Reihenschaltung von Widerständen	11
1.1.6	Parallelschaltung von Widerständen	12
1.1.7	Belasteter und unbelasteter Spannungsteiler	14
1.1.8	Gemischte Schaltungen	16
1.1.9	Elektrische Arbeit und Leistung	16
1.2	Ohmsche Widerstände	18
1.2.1	Werkstoffe	19
1.2.2	Eigenschaften von Widerständen	20
1.2.3	Bauarten von Widerständen	22
1.2.4	Belastbarkeit von Widerständen	24
1.2.5	Potentiometer und Einsteller	27
1.2.6	Spannungsteiler	29
1.2.7	Brückenschaltung	30
1.2.8	NTC- und PTC-Widerstände	33
1.2.9	Photowiderstände	36
1.2.10	Varistoren (VDR-Widerstände)	38
1.3	Kondensatoren	39
1.3.1	Physikalische Grundlagen	39
1.3.2	Elektrisches Feld	43

1.3.3	Kondensatoren an Gleichspannung . . . . .	44
1.3.4	Kondensator an Rechteckspannung . . . . .	47
1.3.5	Differenzierglied . . . . .	50
1.4	Spulen . . . . .	51
1.4.1	Physikalische Grundlagen . . . . .	51
1.4.2	Magnetischer Fluss und magnetische Feldstärke . . . . .	52
1.4.3	Magnetische Feldstärke und magnetische Flussdichte . . . . .	54
1.4.4	Hysterese . . . . .	55
1.4.5	Permeabilität . . . . .	58
1.4.6	Luftspulen . . . . .	59
1.4.7	Spulen mit magnetisierbarem Kern . . . . .	60
1.4.8	Blechkerne . . . . .	61
1.4.9	Messung einer idealen Spule . . . . .	62
1.4.10	Ideale Spule im Wechselstromkreis . . . . .	65
1.4.11	Messung einer realen Spule . . . . .	66
1.5	Transformatoren und Übertrager . . . . .	67
1.5.1	Funktionsweise . . . . .	67
1.5.2	Kleintransformatoren . . . . .	70
1.5.3	Simulation eines idealen Transformators . . . . .	72
1.5.4	Berechnung eines Transformators . . . . .	74
<b>2</b>	<b>Theorie und Praxis der Wechsel- und Drehstromtechnik . . . . .</b>	<b>77</b>
2.1	Grundlagen des Wechselstromkreises . . . . .	77
2.1.1	Erzeugung von Wechselspannung . . . . .	78
2.1.2	Kraft auf parallele Stromleiter . . . . .	79
2.1.3	Kraft auf stromdurchflossene Leiter im Magnetfeld . . . . .	80
2.1.4	Kraft im Magnetfeld . . . . .	82
2.1.5	Induktion der Bewegung . . . . .	84
2.1.6	Feldlinien . . . . .	85
2.1.7	Induktionsgesetz . . . . .	86
2.1.8	Drehstrom . . . . .	89
2.1.9	Drehstromübertragung . . . . .	91
2.1.10	Vergleich zwischen Stern- und Dreieckschaltung . . . . .	93
2.2	Widerstand, Kondensator und Spule im Wechselstromkreis . . . . .	96
2.2.1	Ohmscher Widerstand im Wechselstromkreis . . . . .	96

2.2.2	Kondensator im Wechselstromkreis . . . . .	97
2.2.3	Spule im Wechselstromkreis . . . . .	99
2.2.4	Zeigerbild- und Liniendiagramm . . . . .	100
2.2.5	Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom . . . . .	102
2.2.6	Induktive und kapazitive Blindleistung . . . . .	104
2.2.7	Scheinleistung . . . . .	108
2.3	Wechselstromkreise . . . . .	109
2.3.1	Widerstand-Kondensator-Reihenschaltung . . . . .	109
2.3.2	Reihenschaltung von Widerstand und Spule . . . . .	114
2.3.3	Reihenschaltung von Widerstand, Kondensator und Spule . . . . .	117
2.3.4	Parallelschaltung von Widerstand, Kondensator und Spule . . . . .	122
2.3.5	Leistung im Wechselstromkreis . . . . .	124
2.3.6	Kompensationsschaltung für den Einphasenbetrieb . . . . .	130
2.4	Drehstrom . . . . .	133
2.4.1	Simulation einer symmetrisch belasteten Sternschaltung . . . . .	135
2.4.2	Simulation einer symmetrisch belasteten Dreieckschaltung . . . . .	136
2.5	Elektrische Arbeit und Energie . . . . .	138
2.5.1	Allgemeine Leistungsmessung . . . . .	139
2.5.2	Leistungsmessung bei Wechselstrom . . . . .	142
2.5.3	Leistungsmessung bei Drehstrom . . . . .	146
<b>3</b>	<b>Halbleiterbauelemente für die Leistungselektronik . . . . .</b>	<b>151</b>
3.1	Aufbau und Anwendungen von Dioden . . . . .	153
3.1.1	pn-Übergang bei Dioden . . . . .	154
3.1.2	Kennlinien von Dioden . . . . .	157
3.1.3	Statische Aufnahme einer Diodenkennlinie . . . . .	159
3.1.4	Statischer und dynamischer Innenwiderstand . . . . .	162
3.1.5	Z-Dioden . . . . .	163
3.1.6	Diode als Einweggleichrichtung . . . . .	165
3.1.7	Zweiweggleichrichtung . . . . .	167
3.1.8	Brückengleichrichtung . . . . .	169
3.1.9	Drehstrom-Einweggleichrichtung . . . . .	173
3.1.10	Drehstrom-Brückengleichrichtung . . . . .	175
3.1.11	Einweggleichrichter mit Ladekondensator . . . . .	176
3.1.12	Zweiweggleichrichtung mit Ladekondensator . . . . .	180

3.1.13	Brückengleichrichtung mit Ladekondensator . . . . .	182
3.1.14	Begrenzerschaltungen mit Dioden und Z-Dioden . . . . .	183
3.1.15	Elektronische Schalterfunktionen mit Dioden . . . . .	187
3.1.16	ODER- und UND-Gatter in RDL-Technik . . . . .	193
3.1.17	Freilaufdiode . . . . .	195
3.2	Schaltungstechnik mit Transistoren . . . . .	198
3.2.1	Wirkungsweise des npn-Transistors . . . . .	200
3.2.2	Untersuchung der Verstärkerwirkung eines npn-Transistors . . . . .	206
3.2.3	Grundsaltung eines npn-Transistors . . . . .	211
3.2.4	Verstärkerschaltungen mit Transistor . . . . .	216
3.2.5	Transistor als Schalter . . . . .	223
3.2.6	Digitale Transistorschaltungen . . . . .	230
3.2.7	RS-Kippglieder (Flipflops) in RTL-Technik . . . . .	237
3.3	Leistungselektronik mit Thyristoren und TRIAC . . . . .	238
3.3.1	Vierschichtdiode . . . . .	239
3.3.2	Thyristor . . . . .	241
3.3.3	Dynamisches Verhalten von Thyristoren . . . . .	251
3.3.4	Löschverfahren . . . . .	252
3.3.5	Schutzschaltungen . . . . .	254
3.3.6	Leistungssteuerung . . . . .	256
3.3.7	Phasenanschnittsteuerung . . . . .	262
3.3.8	Leistungselektronik mit TRIAC . . . . .	272
3.3.9	Phasenanschnitt mit DIAC und TRIAC . . . . .	276
3.3.10	Thyristor als steuerbarer Gleichrichter . . . . .	279
4	<b>Elektromotoren in der Antriebstechnik</b> . . . . .	291
4.1	Gleichstromantriebe . . . . .	291
4.1.1	Gleichstromgeneratoren . . . . .	291
4.1.2	Gleichstrommotoren . . . . .	298
4.1.3	Drehzahlsteuerung bei Gleichstrommotoren . . . . .	300
4.1.4	Ein- und Mehrquadrantenbetrieb . . . . .	302
4.2	Drehstrommotor . . . . .	305
4.2.1	Wirkungsweise des Asynchronmotors . . . . .	306
4.2.2	Schlupf, Moment und Drehzahl . . . . .	310
4.2.3	Wirkungsgrad und Verlust . . . . .	315

4.2.4	Magnetfeld . . . . .	317
4.2.5	Sterndreieckschalter . . . . .	317
4.2.6	Drehrichtung bei Drehstrommotor . . . . .	320
4.2.7	Drehzahl bei Drehstrommotoren . . . . .	321
4.2.8	Drehzahländerungen . . . . .	323
4.2.9	Schlupfsteuerung . . . . .	327
4.2.10	Verlustfreie Steuerung durch Frequenzänderung . . . . .	328
4.2.11	Motordaten . . . . .	330
4.2.12	Belastungscharakteristik . . . . .	336
4.2.13	Reluktanzmotor . . . . .	338
4.3	Praxis der Antriebstechnik . . . . .	341
4.3.1	Drehstromantriebe mit einer oder mehreren festen Drehzahlen . . . . .	341
4.3.2	Dimensionierung aus Lastmoment, Schwungmasse und Schalzhäufigkeit . . . . .	345
4.3.3	Sanftanlauf und Sanftumschaltung . . . . .	347
4.3.4	Mechanische Verstellgetriebe . . . . .	348
4.3.5	Auswahl für ein Untersetzungsgetriebe . . . . .	352
4.4	Wechselstrommotoren . . . . .	355
4.4.1	Einphasenkommutatormotor oder Universalmotor . . . . .	355
4.4.2	Drehstrommotor als Einphasenmotor . . . . .	357
5	<b>Mikrocomputersysteme</b> . . . . .	359
5.1	Mikrocontroller in Mikrocomputersystemen . . . . .	360
5.1.1	Interne Funktionseinheiten des Mikrocontrollers 8051 . . . . .	361
5.1.2	Ports des Mikrocontrollers 8051 . . . . .	361
5.1.3	Schnittstellenbausteine 74373 und 74377 . . . . .	363
5.2	Programme in Assembler . . . . .	363
5.2.1	Programmierung von Mikrocontrollern . . . . .	364
5.2.2	Programmstatusregister . . . . .	365
5.3	Externe 8-Bit-D/A- und A/D-Wandler . . . . .	367
	<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	373