

Springer-Lehrbuch

# Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1

Gleichstromnetzwerke und ihre Anwendungen

von  
Steffen Paul, Reinhold Paul

5. aktualisierte Auflage

Springer Vieweg Wiesbaden 2014

Verlag C.H. Beck im Internet:  
[www.beck.de](http://www.beck.de)  
ISBN 978 3 642 53947 3

Zu [Leseprobe](#)

schnell und portofrei erhältlich bei beck-shop.de DIE FACHBUCHHANDLUNG

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundbegriffe</b>	1
1.1	Grundaufgaben der Elektrotechnik	1
1.2	Teilchen- und Feldmodell	5
1.3	Elektrische Ladung	7
1.3.1	Eigenschaften der elektrischen Ladung	7
1.3.2	Erhaltungssatz der Ladung	12
1.3.3	Elektrische Feldstärke	13
1.4	Bewegte Ladung, elektrische Stromstärke	17
1.4.1	Strombegriff	17
1.4.2	Elektrische Stromstärke	20
1.4.3	Erstes Kirchhoffsches Gesetz, Knotensatz	24
1.4.4	Zusammenhang Strom-Ladung	27
1.5	Elektrische Spannung, elektrisches Potenzial	29
1.5.1	Elektrische Spannung	29
1.5.2	Zweites Kirchhoffsches Gesetz, Maschensatz	36
1.5.3	Spannung, Potenzial und elektrische Feldstärke	38
1.6	Elektrische Energie, elektrische Leistung	39
1.6.1	Energie	39
1.6.2	Elektrische Energie	41
1.6.3	Elektrische Leistung, Wirkungsgrad	43
1.7	Zusammenfassung	49
<b>2</b>	<b>Einfache resistive Stromkreise und Netzwerkelemente</b>	51
2.1	Modelle elektrischer Stromkreise	51
2.2	Unabhängige Spannungs- und Stromquellen	54
2.2.1	Ideale Spannungs- und Stromquellen	56
2.2.2	Reale Spannungs- und Stromquellen	60
2.3	Widerstand, resistiver Zweipol	69
2.3.1	Lineare resistive Zweipole	70
2.3.2	Zusammenschaltungen linearer resistiver Zweipole	76
2.3.3	Nichtlineare resistive Zweipole	83

2.3.4	Temperaturverhalten resistiver Zweipole . . . . .	86
2.3.5	Allgemeine resistive Zweipole . . . . .	91
2.3.6	Widerstand als Bauelement . . . . .	94
2.4	Der Grundstromkreis . . . . .	98
2.4.1	Der lineare Grundstromkreis . . . . .	98
2.4.2	Leistungsumsatz im Grundstromkreis . . . . .	102
2.4.3	Einfache verzweigte Stromkreise . . . . .	107
2.4.4	Zweipoltheorie . . . . .	112
2.4.5	Überlagerungssatz . . . . .	119
2.5	Nichtlinearer resistiver Grundstromkreis* . . . . .	121
2.5.1	Zusammenschaltung nichtlinearer und linearer Schaltelemente, Ersatzkennlinie . . . . .	122
2.5.2	Kennlinienapproximationen . . . . .	126
2.5.3	Arbeitspunkteinstellung . . . . .	127
2.5.4	Leistungsumsatz im nichtlinearen Grundstromkreis . . . . .	129
2.5.5	Kleinsignalverhalten . . . . .	134
2.6	Zweitore . . . . .	138
2.6.1	Zweitorbegriff . . . . .	139
2.6.2	Strom-Spannungs-Beziehungen linearer Zweitore . . . . .	145
2.6.3	Zweitorarten . . . . .	155
2.6.4	Zweitorersatzschaltungen, gesteuerte Quellen . . . . .	158
2.6.5	Elementarzweitore . . . . .	172
2.6.6	Zweitorzusammenschaltungen . . . . .	175
2.6.7	Zweitor in der Schaltung, Betriebsverhalten . . . . .	182
2.6.8	Zweitor mit unabhängigen Quellen . . . . .	190
2.6.9	Überlagerungssatz und Zweipoltheorie in Netzwerken mit gesteuerten Quellen . . . . .	191
2.7	Gesteuerte Bauelemente und ihre Modellierung* . . . . .	194
2.7.1	Nichtlineares Zweitor . . . . .	196
2.7.2	Bipolartransistormodell . . . . .	199
2.7.3	Kleinsignalverhalten nichtlinearer Zweitore . . . . .	205
2.7.4	Kleinsignalverhalten des Bipolartransistors, Verstärkungsprinzip . . . . .	208
2.7.5	Allgemeines lineares Verstärkermodell . . . . .	217
2.7.6	Operational-Transkonduktanz-Verstärker, Operationsverstärker . . . . .	220
2.7.7	Grundschaltungen mit Operationsverstärkern . . . . .	229
2.8	Zusammenfassung . . . . .	238
3	<b>Netzwerkanalyseverfahren, resistive Schaltungen</b> . . . . .	247
3.1	Netzwerkbeschreibung . . . . .	247
3.1.1	Netzwerkgleichungen . . . . .	248

---

3.1.2	Zweigstromanalyse	256
3.2	Maschenstromanalyse	263
3.2.1	Maschenströme	263
3.2.2	Maschenwiderstandsmatrix, Ordnung der Maschenströme	268
3.2.3	Erweiterte Maschenstromanalyse*	275
3.2.4	Maschenstromanalyse in Matrixform	281
3.2.5	Maschenstromanalyse in nichtlinearen Netzwerken	282
3.3	Knotenspannungsanalyse	283
3.3.1	Knotenspannungen	283
3.3.2	Knotenleitwertmatrix, Ordnung der Knotenspannungen	288
3.3.3	Erweiterte Knotenspannungsanalyse*	294
3.3.4	Modifizierte Knotenspannungsanalyse*	303
3.3.5	Knotenspannungsanalyse in Matrixform	304
3.3.6	Unbestimmte Knotenleitwertgleichungen	305
3.3.7	Knotenspannungsanalyse und Zweipolparameter*	308
3.3.8	Netzwerkanalyse mit Operationsverstärkern	310
3.3.9	Knotenspannungsanalyse von nichtlinearen Netzwerken*	316
3.4	Netzwerkanalyse in Matrixdarstellung*	316
3.4.1	Netzwerke, Graph und Inzidenzmatrizen	317
3.4.2	Schleifenanalyse	327
3.4.3	Schnittmengenanalyse	329
3.4.4	Zusammenhänge, Vergleiche	335
3.5	Computerunterstützte Netzwerkanalyse	340
3.5.1	Numerische Auswertung	340
3.5.2	Schaltungssimulation	346
3.6	Mehrpolige Netzwerke*	354
3.6.1	Ströme und Spannungen an Mehrpolen	355
3.6.2	Zusammenschaltung von Mehrpolen	358
3.6.3	Mehrtore	368
3.6.4	Torgruppierung	373
3.6.5	Klemmenmanipulationen	375
3.7	Zusammenfassung	381
4	<b>Netzwerktheoreme</b>	387
4.1	Ähnlichkeitssatz	387
4.2	Versetzung- und Teilungssatz idealer Quellen	388
4.3	Reziprozitäts-Theorem, Umkehrsatz	390
4.4	Ersatz gesteuerter Quellen, Miller-Theorem	392
4.5	Äquivalente Netzwerke*	401
4.6	Duale Netzwerke*	403
4.7	Leistung in elektrischen Netzwerken, Tellegen-Theorem*	407
4.8	Zusammenfassung	411

<b>A</b>	<b>Anhang</b>	413
A.1	Physikalische Größen und Gleichungen	413
A.2	Physikalische Größen, Vorzeichen- und Richtungsregeln	422
A.3	Verzeichnis der wichtigsten Symbole	433
<b>Literatur</b>		439
<b>Sachverzeichnis</b>		441



<http://www.springer.com/978-3-642-53947-3>

Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik 1

Gleichstromnetzwerke und ihre Anwendungen

Paul, S.; Paul, R.

2014, XVI, 446 S. 165 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-53947-3