

Inhaltsverzeichnis

1	Physikalische Größen und Einheiten	1
1.1	Physikalische Größen	1
1.2	Physikalische Einheiten	4
1.3	Fragen und Aufgaben	5
	Lösungen zu den Aufgaben	6
2	Physikalische Grundlagen elektrischer Schaltungen	9
2.1	Modelle zur Beschreibung von Beobachtungen	10
2.2	Elektrischer Strom	10
2.2.1	Elektrische Ladung, COULOMB-Kraft	10
2.2.2	Stromstärke und Stromdichte	13
2.2.3	Richtungssinn und Bezugssinn des Stroms	20
2.3	Elektrische Spannung	22
2.3.1	Definition der elektrischen Spannung	22
2.3.2	Richtungssinn und Bezugssinn der Spannung	23
2.4	Leistung und Energie	24
2.4.1	Erzeuger und Verbraucher	24
2.4.2	Bezugspfeilsysteme	25
2.4.3	Wirkungsgrad	27
2.5	Fragen und Aufgaben	29
	Lösungen zu den Aufgaben	30
3	Lineare und nichtlineare Eintore	33
3.1	Passive Eintore	34
3.1.1	Der Begriff Widerstand und das OHMSche Gesetz	34
3.1.2	Differenzieller Widerstand	38
3.1.3	Leiter und Isolierstoffe	39
3.1.4	Temperaturabhängigkeit und Supraleitung	44
3.2	Unabhängige Quellen	48
3.2.1	Ideale Quellen	49
3.2.2	Reale Quellen	50

3.3	Fragen und Aufgaben	52
	Lösungen zu den Aufgaben	54
4	KIRCHHOFFSche Sätze	59
4.1	Erster KIRCHHOFFScher Satz	59
4.1.1	Knotensatz	59
4.1.2	Parallelschaltung	62
4.2	Zweiter KIRCHHOFFScher Satz	65
4.2.1	Potenzial und Energieniveau	65
4.2.2	Maschensatz	67
4.2.3	Reihenschaltung	68
4.3	Fragen und Aufgaben	71
	Lösungen zu den Aufgaben	72
5	Gleichstromschaltungen	75
5.1	Ersatzschaltungen linearer realer Quellen	76
5.2	Verbraucher an realen Quellen	78
5.2.1	Arbeitspunkt	78
5.2.2	Leistungsanpassung	80
5.2.3	Verbindung von realen Quellen	83
5.3	Leistungsbilanz	84
5.4	Ersatzeintore	86
5.4.1	Schaltungen ohne unabhängige Quellen	86
5.4.2	Schaltungen mit unabhängigen Quellen	88
5.5	Spannungsteiler, Potenziometer	91
5.6	Brückenschaltung	93
5.6.1	Abgegliche Brückenschaltung	93
5.6.2	Nicht abgegliche Brückenschaltung	95
5.7	Fragen und Aufgaben	97
	Lösungen zu den Aufgaben	103
6	Homogenes und zeitkonstantes Strömungsfeld	111
6.1	Stromdichte	112
6.2	Potenzial und elektrische Feldstärke	119
6.3	Leistungsdichte	125
6.4	COULOMB-Kraft	126
6.5	Zusammenfassung	127
6.6	Fragen und Aufgaben	130
	Lösungen zu den Aufgaben	132
7	Homogenes elektrostatisches Feld	135
7.1	Quellenfeld und Influenz	136
7.2	Elektrische Flussdichte	139
7.3	Polarisation und Permittivität	145

7.4	Kapazität und Kondensatoren	152
7.5	Kondensatorschaltungen	156
7.6	Elektrische Energie	159
7.7	Kräfte in elektrostatischen Feldern	160
7.8	Zusammenfassung	163
7.9	Fragen und Aufgaben	164
	Lösungen zu den Aufgaben	166
8	Homogenes und zeitkonstantes magnetisches Feld – Grundlagen	169
8.1	Magnetische Kraftwirkungen	170
8.2	Magnetische Flussdichte und magnetischer Fluss	174
8.3	Kräfte im magnetischen Feld	176
8.4	Magnetische Feldstärke und Durchflutungsgesetz	182
8.5	Fragen und Aufgaben	188
	Lösungen zu den Aufgaben	189
9	Homogenes und zeitkonstantes magnetisches Feld – Anwendungen	191
9.1	Permeabilität	192
9.2	Grenzbedingungen	201
9.3	Magnetische Kreise	203
9.4	Induktivität und Spulen	211
9.5	Magnetische Energie	214
9.6	Vergleich der Felder	216
9.7	Fragen und Aufgaben	217
	Lösungen zu den Aufgaben	219
10	Schaltungen mit zeitabhängigen Quellen	221
10.1	Quasistationäre Vorgänge	222
10.2	Allgemeine Schaltungsgesetze	223
10.3	Energiespeichernde Eintore	226
10.4	Periodische Schwingungen	230
	10.4.1 Periodendauer und Frequenz	230
	10.4.2 Mittelwerte	231
	10.4.3 Wirkleistung	234
	10.4.4 Sinusschwingungen	234
10.5	Fragen und Aufgaben	237
	Lösungen zu den Aufgaben	239
11	Komplexe Wechselstromrechnung	243
11.1	Grundeintore bei Sinusstrom	244
11.2	Komplexe Spannung und komplexer Strom	252
11.3	Knoten- und Maschensatz	256
11.4	Komplexer Widerstand und Leitwert	258

11.5	Reihen- und Parallelschaltung	263
11.6	Fragen und Aufgaben	267
	Lösungen zu den Aufgaben	271
12	Lineare Schaltungen mit Sinusquellen	277
12.1	Komplexe Leistung	278
12.2	Ersatzeintore	289
12.2.1	Schaltungen ohne unabhängige Quellen	290
12.2.2	Schaltungen mit unabhängigen Quellen	291
12.3	Leistungsanpassung	293
12.4	Blindleistungskompensation	294
12.5	Resonanz und Ortskurven	297
12.6	Widerstandstransformation	306
12.7	Fragen und Aufgaben	308
	Lösungen zu den Aufgaben	311
13	Drehstrom, Dreiphasensysteme	315
13.1	Drehstromquellen	316
13.2	Symmetrische Belastung	320
13.2.1	Sternschaltung	320
13.2.2	Dreieckschaltung	323
13.2.3	Vergleichende Betrachtung	324
13.3	Unsymmetrische Belastung	326
13.3.1	Sternschaltung am Vierleiternetz	326
13.3.2	Sternschaltung am Dreileiternetz	327
13.3.3	Dreieckschaltung	329
13.4	Fragen und Aufgaben	330
	Lösungen zu den Aufgaben	332
14	Lineare Zweitore	335
14.1	Zweitorgleichungen und -parameter	336
14.2	Umwandlung der Zweitorparameter	343
14.3	Zweitorschaltungen und Ersatzzweitore	344
14.4	Gesteuerte Quellen	349
14.5	Zweitor-Ersatzschaltungen	351
14.6	Zweitoreigenschaften	354
14.6.1	Symmetrie von Zweitoren	354
14.6.2	Passive und aktive Zweitore	355
14.7	Übertragungssystem	358
14.7.1	Ersatzeintore	358
14.7.2	Übertragungs- und Dämpfungsfunktion	362
14.8	Fragen und Aufgaben	363
	Lösungen zu den Aufgaben	365

15 Analyse linearer Schaltungen	369
15.1 Topologische Betrachtung	370
15.2 Knotenpotenzialverfahren	375
15.3 Überlagerungssatz	380
15.4 Ersatzschaltungen von Schaltungen mit gesteuerten Quellen	382
15.4.1 Eintorschaltungen ohne unabhängige Quellen.	382
15.4.2 Eintorschaltungen mit unabhängigen Quellen.	383
15.5 Fragen und Aufgaben.	386
Lösungen zu den Aufgaben.	387
16 Zeitkonstante elektrische Felder	391
16.1 Elektrisches Strömungsfeld	392
16.1.1 Stromdichte	392
16.1.2 Feldstärke.	399
16.1.3 Potenzial.	403
16.1.4 Leistungsdichte und Leistung	406
16.2 Elektrostatistisches Feld	406
16.2.1 GAUSSscher Satz	407
16.2.2 Energiedichte und Energie	411
16.2.3 Kapazität von Leitungen	412
16.2.4 Punktladungen und Kugelkondensator	415
16.2.5 Punktladungssysteme.	417
16.3 Fragen und Aufgaben.	420
Lösungen zu den Aufgaben.	423
17 Zeitkonstante magnetische und elektromagnetische Felder	429
17.1 Magnetisches Feld	430
17.1.1 Durchflutungsgesetz.	430
17.1.2 Magnetischer Fluss	435
17.1.3 Energiedichte und Energie	436
17.1.4 Induktivität von Leitungen.	436
17.2 POYNTING-Vektor.	439
17.3 Vergleich der Felder.	442
17.4 Berechnung symmetrischer Felder	443
17.5 Fragen und Aufgaben.	444
Lösungen zu den Aufgaben.	445
18 Zeitabhängige elektromagnetische Felder – Grundlagen	447
18.1 Verschiebungsstrom und Durchflutungsgesetz	448
18.2 Induktion	450
18.2.1 Induktionsgesetz.	450
18.2.2 LENZsches Gesetz.	455
18.2.3 Bewegungsinduktion	456

18.2.4	Fremdinduktion	458
18.2.5	Selbstinduktion	461
18.2.6	Gegenseitige Induktion	462
18.3	Fragen und Aufgaben	469
	Lösungen zu den Aufgaben	473
19	Zeitabhängige elektromagnetische Felder – Anwendungen	479
19.1	Transformator und Übertrager	479
19.1.1	Idealer Transformator	480
19.1.2	Realer Transformator	484
19.2	Maschen- und Knotensatz	490
19.3	MAXWELLSche Gleichungen	492
19.4	Fragen und Aufgaben	496
	Lösungen zu den Aufgaben	497
20	FOURIER-Reihen	499
20.1	Einleitung	500
20.2	FOURIER-Synthese	504
20.3	FOURIER-Analyse	511
20.4	Zeitliche Verschiebung	522
20.5	Fragen und Aufgaben	524
	Lösungen zu den Aufgaben	525
21	Nichtsinusförmige periodische Schwingungen	529
21.1	Eigenschaften nichtsinusförmiger Schwingungen	530
21.1.1	Wirkleistung	530
21.1.2	Effektivwert	534
21.1.3	Scheinleistung und Blindleistung	536
21.1.4	Grundschwingungsgehalt und Klirrfaktor	536
21.2	Verzerrungen	537
21.2.1	Nichtlineare Verzerrungen	537
21.2.2	Lineare Verzerrungen	539
21.2.3	Verzerrungsfreie Übertragung	543
21.3	Fragen und Aufgaben	546
	Lösungen zu den Aufgaben	547
22	Transiente Vorgänge	553
22.1	Zustandsgrößen	556
22.2	Ausschaltvorgänge	558
22.2.1	Ausschaltvorgang eines Kondensators	558
22.2.2	Ausschaltvorgang einer Spule	561
22.2.3	Umladevorgang zwischen zwei Kondensatoren	565
22.2.4	Ausschaltvorgang eines Reihenschwingkreises	567
22.3	Einschaltvorgänge	573

22.3.1	Einschaltvorgang eines Kondensators an Gleichspannung	573
22.3.2	Einschaltvorgang einer Spule mit Gleichstrom	576
22.3.3	Einschaltvorgang eines Reihenschwingkreises	578
22.3.4	Einschaltvorgang eines Kondensators an einer Sinusquelle . . .	582
22.4	Fragen und Aufgaben	585
	Lösungen zu den Aufgaben.	587
A Definition der SI-Basiseinheiten		597
B Mathematische Grundlagen		599
C FOURIER-Transformierte einiger wichtiger Impuls-Funktionen		615
Literatur.		631
Stichwortverzeichnis		633