

Inhaltsverzeichnis

1 Grundbegriffe	11
1.1 Elektrischer Strom	11
1.1.1 Ladung; 1.1.2 Ladungsträger; 1.1.3 Ionisation; 1.1.4 Stromkreis; 1.1.5 Stromstärke; 1.1.6 Stromdichte; 1.1.7 Richtungssinn und Bezugssinn; 1.1.8 Strommessung	
1.2 Elektrische Spannung	20
1.2.1 Ladungstrennung; 1.2.2 Richtungssinn und Bezugssinn; 1.2.3 Spannungsmessung	
1.3 Leistung und Energie	21
1.3.1 Erzeuger und Verbraucher; 1.3.2 Leistung an einem Eintor; 1.3.3 Wirkungsgrad; 1.3.4 Elektrowärme	
1.4 Elektrischer Widerstand	26
1.4.1 Der Begriff Widerstand; 1.4.2 Das OHMSche Gesetz; 1.4.3 Linearer Leiter; 1.4.4 Widerstand von Isolierstoffen; 1.4.5 Nichtlinearer Widerstand; 1.4.6 Temperaturabhängigkeit; 1.4.7 Supraleitung	
1.5 Quellen	33
1.5.1 Leerlauf und Kurzschluss; 1.5.2 Ideale Quellen; 1.5.3 Lineare Quellen	
2 Netze an Gleichspannung	37
2.1 Verbindung von Eintoren	37
2.1.1 Bestimmung des Arbeitspunktes; 2.1.2 Leistungsanpassung	
2.2 Knotensatz	39
2.2.1 Der Begriff Knoten; 2.2.2 Knotengleichung; 2.2.3 Parallelschaltung von Widerständen	
2.3 Maschensatz	43
2.3.1 Maschengleichung; 2.3.2 Potenzial; 2.3.3 Reihenschaltung von Widerständen	
2.4 Ersatzschaltungen	47
2.4.1 Ersatzwiderstand; 2.4.2 Ersatzquelle	
2.5 Überlagerungssatz	51
2.6 Zweitore	52
2.6.1 Strombedingung; 2.6.2 Zweitorgleichungen; 2.6.3 Berechnung der Zweitorparameter; 2.6.4 Umwandlung der Zweitorparameter; 2.6.5 Zweitorschaltungen; 2.6.6 Gesteuerte Quellen; 2.6.7 Zweitor-Ersatzschaltung; 2.6.8 Symmetrie von Zweitoren	
2.7 Schaltungsberechnung	62
2.7.1 Netzwerkanalyse; 2.7.2 Knotenpotenzialverfahren; 2.7.3 Netzwerkanalyse mit Spice; 2.7.4 Start mit Schematics; 2.7.5 Gleichanalyse; 2.7.6 Variation von Bauelementwerten	
3 Zeitkonstante Felder	68
3.1 Elektrisches Strömungsfeld	68
3.1.1 Homogenes Feld; 3.1.2 Inhomogenes Feld	
3.2 Elektrostatisches Feld	74
3.2.1 Homogenes Feld; 3.2.2 Influenz; 3.2.3 Inhomogenes Feld; 3.2.4 Punktladungen; 3.2.5 Permittivität; 3.2.6 Elektret; 3.2.7 Kapazitive Eintore; 3.2.8 Kondensatorschaltungen; 3.2.9 Kapazität von Leiteranordnungen	

3.3	Magnetisches Feld	85
	3.3.1 Feldlinien von Magneten; 3.3.2 Magnetische Flussdichte; 3.3.3 Durchflutungsgesetz; 3.3.4 Das Gesetz von BIOT-SAVART; 3.3.5 Materie im Magnetfeld; 3.3.6 Magnetische Werkstoffe; 3.3.7 Magnetische Kreise; 3.3.8 Magnetischer Kreis mit Dauermagnet; 3.3.9 Kraft auf eine bewegte Ladung	
3.4	Energietransport	105
4	Zeitabhängige Größen	107
4.1	Periodische Größen	107
	4.1.1 Periodendauer und Frequenz; 4.1.2 Gleichwert und Gleichrichtwert; 4.1.3 Wirkleistung und Effektivwert; 4.1.4 Verhältniszahlen	
4.2	Sinusgrößen	112
	4.2.1 Kreisfrequenz und Phasenwinkel; 4.2.2 Kenngrößen; 4.2.3 Zeigerdarstellung; 4.2.4 Komplexe Symbole	
5	Zeitabhängige Felder	117
5.1	Vorgänge im elektrischen Feld	117
	5.1.1 Der Begriff Grundeintor; 5.1.2 Kondensator an Sinusspannung; 5.1.3 Energie eines geladenen Kondensators; 5.1.4 Elektrische Energiedichte; 5.1.5 Kräfte auf Kondensatorplatten; 5.1.6 Polarisationsverluste; 5.1.7 Piezoelektrischer Effekt	
5.2	Vorgänge im magnetischen Feld	125
	5.2.1 Induktionsgesetz; 5.2.2 Induktion bei Drehbewegung; 5.2.3 Ruheinduktion; 5.2.4 Selbstinduktion; 5.2.5 Induktivität von Leiteranordnungen; 5.2.6 Gegenseitige Induktion; 5.2.7 Idealer Übertrager; 5.2.8 Energie im Magnetfeld; 5.2.9 Verluste im Magnetfeld; 5.2.10 Kraft auf Magnetpole	
5.3	Elektromagnetisches Feld	143
	5.3.1 MAXWELLSche Gleichungen; 5.3.2 Induzierte Spannung	
6	Netze an Sinusspannung	145
6.1	Grundeintore an Sinusspannung	145
	6.1.1 Komplexer Widerstand; 6.1.2 Grundeintor R ; 6.1.3 Grundeintor L ; 6.1.4 Grundeintor C	
6.2	Verbindung von Grundeintoren	154
	6.2.1 Reihenschaltung von R und L ; 6.2.2 Parallelschaltung von R und C ; 6.2.3 Reihenresonanz; 6.2.4 Parallelresonanz	
6.3	Lineare Netze	164
	6.3.1 Ersatzentor; 6.3.2 Ersatzschaltung; 6.3.3 Berechnungsverfahren; 6.3.4 Resonanz	
6.4	Netze mit Quellen	170
	6.4.1 Belastung idealer Sinusquellen; 6.4.2 Ersatzquellen; 6.4.3 Kompensation	
6.5	Netze mit linearen Zweitoren	175
	6.5.1 Nachrichten-Übertragungssystem; 6.3.2 Ersatz-Widerstände; 6.5.3 Anpassung; 6.5.4 Frequenzgang	
6.6	Ortskurven	183
	6.6.1 Verbindungen von Grundeintoren; 6.6.2 Inversion; 6.6.3 Normierung	
6.7	Sinusanalyse	187

7 Drehstrom	190
7.1 Ströme und Spannungen	190
7.1.1 Symmetrische Größen; 7.1.2 Drehstromerzeuger; 7.1.3 Spannungssysteme	
7.2 Symmetrische Belastung	194
7.2.1 Sternschaltung; 7.2.2 Dreieckschaltung; 7.2.3 Zeitabhängigkeit der Leistung; 7.2.4 Drehfeld;	
7.2.5 Kompensation	
7.3 Unsymmetrische Belastung	203
7.3.1 Sternschaltung am Vierleiternetz; 7.3.2 Dreieckschaltung; 7.3.3 Sternschaltung am Dreileiternetz	
7.4 Symmetrische Komponenten	207
7.4.1 Geschlossenes Zeigerdreieck; 7.4.2 Beliebige Lage der Zeiger	
8 Schaltvorgänge	212
8.1 Lineare Netze	212
8.1.1 Übergangsvorgang; 8.1.2 Schalterarten; 8.1.3 Netz mit einem Grundeintor C ;	
8.1.4 Netz mit einer Spule; 8.1.5 Netz mit einem Schwingkreis	
8.2 Transientanalyse	224
8.2.1 BDF-Verfahren; 8.2.2 Durchführung der Analyse	
9 Nichtsinusförmige Größen	229
9.1 Synthese periodischer Größen	229
9.1.1 Zeitabhängige Größen; 9.1.2 FOURIER-Reihe	
9.2 Harmonische Analyse	230
9.2.1 Berechnung der FOURIER-Koeffizienten; 9.2.2 Analyse mit Micro-Cap	
9.3 Eigenschaften periodischer Größen	235
9.3.1 Wirkleistung; 9.3.2 Effektivwert; 9.3.3 Leistungsgrößen; 9.3.4 Verzerrungsleistung; 9.3.5 Klirrfaktor	
9.4 Nichtperiodische Größen	240
9.4.1 Komplexe FOURIER-Reihe; 9.4.2 FOURIER-Transformation;	
9.4.3 Eigenschaften der FOURIER-Transformation	
10 Leitungen	244
10.1 Wellenausbreitung auf Leitungen	244
10.1.1 Leitungsarten; 10.1.2 Leitungsparameter; 10.1.3 Leitungsgleichungen; 10.1.4 Verlustlose Leitung;	
10.1.5 Reflexion; 10.1.6 Reflexionsfaktor; 10.1.7 Verlustbehaftete Leitung	
10.2 Leitung an Sinusspannung	251
10.2.1 Wellengleichung; 10.2.2 Phasengeschwindigkeit; 10.2.3 Ströme und Spannungen;	
10.2.4 Leitung als Zweitor; 10.2.5 Natürliche Leistung; 10.2.6 Verlustlose Leitung	
11 Bauelemente	259
11.1 Erwärmung und Kühlung	259
11.1.1 Leistungsbilanz; 11.1.2 Thermische Ersatzschaltung;	
11.1.3 Maximal zulässige Verlustleistung; 11.1.4 Thermische Stabilität	

11.2	Widerstände	268
	11.2.1 Konstante Widerstände; 11.2.2 Einstellbare Widerstände; 11.2.3 Temperaturabhängige Widerstände;	
	11.2.4 Spannungsabhängige Widerstände	
11.3	Kondensatoren	273
	11.3.1 Wickelkondensator; 11.3.2 Verlustfaktor; 11.3.3 Kondensatoren mit konstanter Kapazität;	
	11.3.4 Spannungsabhängige Kapazität	
11.4	Spulen	276
11.5	Dioden	277
	11.5.1 Eigenschaften einer Halbleiterdiode; 11.5.2 Das Halbleiter-Grundmaterial Silizium; 11.5.3 Dotierung;	
	11.5.4 pn-Übergang; 11.5.5 pn-Diode; 11.5.6 Solarzelle; 11.5.7 Z-Diode; 11.5.8 SCHOTTKY-Diode	
11.6	Transistoren	284
	11.6.1 Feldeffekttransistor; 11.6.2 Bipolartransistor	
12	Analoge Schaltungen	289
12.1	Stabilisierungsschaltungen	289
	12.1.1 Spannungsstabilisierung; 12.1.2 Stromstabilisierung	
12.2	Rückkopplung	291
	12.2.1 Mit- und Gegenkopplung; 12.2.2 Rückkopplungsschaltungen; 12.2.3 MILLER- und Bootstrap-Effekt;	
	12.2.4 Über-alles-Gegenkopplung	
12.3	Stabilität	301
	12.3.1 Stabilisierung und Stabilität; 12.3.2 Übertragungsfunktion; 12.3.3 Grundlegendes Stabilitätskriterium;	
	12.3.4 NYQUIST-Kriterium; 12.3.5 Stabilität von Verstärkern	
12.4	Transistorverstärker	309
	12.4.1 Schaltungsarten; 12.4.2 Einstellung der Arbeitspunkte; 12.4.3 Thermische Stabilität;	
	12.4.4 Emitter- bzw. Sourceschaltung; 12.4.5 Kollektor- bzw. Drainschaltung; 12.4.6 Basis- bzw. Gateschaltung	
12.5	Operationsverstärker	317
12.6	Operationsverstärker-Schaltungen	320
	12.6.1 Invertierender Verstärker; 12.6.2 Nicht invertierender Verstärker; 12.6.3 Addierer; 12.6.4 Subtrahierer;	
	12.6.5 Integrierer; 12.6.6 Betragsbildung; 12.6.7 Aktive Filter	
13	Elektrochemie	329
13.1	Elektrischer Strom in Flüssigkeiten	329
	13.1.1 Chemische Wirkung des Stromes; 13.1.2 Dissoziation; 13.1.3 Elektrolyse	
13.2	FARADAYSche Gesetze	331
13.3	Elektrochemische Spannungsreihe	332
	13.3.1 Reduktion und Oxidation; 13.3.2 DANIELL-Element; 13.3.3 Standard-Wasserstoffelektrode	
13.4	Batterien	334
13.5	Akkumulatoren	336
	13.5.1 Bleiakkumulator; 13.5.2 Nickel-Cadmium-Akkumulator; 13.5.3 Nickel-Metallhydrid-Akkumulator;	
	13.5.4 Lithium-Ionen-Akkumulator	
13.6	Brennstoffzellen	340
13.7	Elektrolytische Korrosion	341

14 Ströme in Nichtleitern	343
14.1 Stromleitung im Vakuum	343
14.2 Stromleitung in Gasen	345
14.2.1 Ladungsträger in Gasen; 14.2.2 Elektrische Erscheinungen in Luft; 14.2.3 Dunkelentladung;	
14.2.4 Stoßionisation; 14.2.5 Durchschlag im homogenen Feld; 14.2.6 Sichtbare Gasentladungen;	
14.2.7 Anwendungen des Lichtbogens	
Lösungen der Aufgaben	353
Anhang	
A1: Winkelfunktionen	363
A2: SI-Einheiten	364
A3: Rechenoperationen mit Matrizen	366
A4: Komplexe Rechnung	367
A5: Wichtige Konstanten	368
M1: Berechnungen mit MATLAB	368
M2: MATLAB-Einführung	368
M2.1 Reelle Zahlen; M2.2 Ein- und Ausgabe; M2.3 Komplexe Zahlen; M2.4 Matrizen;	
M2.5 Kontrollstrukturen; M2.6 Symbolische Rechnung; M2.7 Programmierung	
M3: Konforme Abbildung	371
Literatur	374
Sachwortverzeichnis	376
Namen	384
Zeittafel	384
Verwendete Formelzeichen	385
Bildquellen	386