

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Schreibweisen, Formelzeichen und Einheiten	XI
1 Physikalische Grundbegriffe der Elektrotechnik	1
2 Gleichstromtechnik	4
2.1 Der unverzweigte Stromkreis	4
2.1.1 Der Grundstromkreis	4
2.1.2 Zählpfeilsysteme	6
2.1.3 Die Reihenschaltung von Widerständen	6
2.1.4 Anwendungen der Reihenschaltung von Widerständen	6
2.1.5 Die Reihenschaltung von Spannungsquellen	7
2.2 Der verzweigte Stromkreis	7
2.2.1 Die Maschenregel	7
2.2.2 Die Knotenpunktregel	7
2.2.3 Die Parallelschaltung von Widerständen	8
2.2.4 Anwendungen der Parallelschaltung von Widerständen	8
2.2.5 Ersatzspannungsquelle und Ersatzstromquelle	9
2.2.6 Die Parallelschaltung von Spannungsquellen	11
2.2.7 Messung von Widerständen	12
2.2.8 Der belastete Spannungsteiler	13
2.2.9 Kompensationsschaltungen	14
2.2.10 Umwandlung einer Dreieckschaltung in eine Sternschaltung und umgekehrt	15
2.3 Verfahren zur Netzwerkberechnung	16
2.3.1 Netzwerkberechnung mit Hilfe der Kirchhoffschen Sätze	16
2.3.2 Netzwerkberechnung mit Hilfe des Überlagerungssatzes	17
2.3.3 Netzwerkberechnung mit Hilfe der Zweipoltheorie	18
2.3.4 Netzwerkberechnung nach dem Maschenstromverfahren	21
2.3.5 Netzwerkberechnung nach dem Knotenspannungsverfahren	22
2.4 Elektrische Energie und elektrische Leistung	23
2.4.1 Energie und Leistung	23
2.4.2 Energieumwandlungen	23
2.4.3 Messung der elektrischen Energie und Leistung	23
2.4.4 Wirkungsgrad in Stromkreisen	25
2.4.5 Anpassung	26
3 Das elektromagnetische Feld	27
3.1 Der Begriff des Feldes	27
3.2 Das elektrische Strömungsfeld	29
3.2.1 Wesen des elektrischen Strömungsfeldes	29
3.2.2 Elektrischer Strom und elektrische Stromdichte	29

3.2.3	Elektrische Spannung und elektrische Feldstärke, elektrischer Widerstand und spezifischer Widerstand	31
3.3	Das elektrostatische Feld	33
3.3.1	Wesen des elektrostatischen Feldes	33
3.3.2	Verschiebungsfluss und Verschiebungsflussdichte	33
3.3.3	Elektrische Spannung und elektrische Feldstärke, Kapazität und Permittivität (Dielektrizitätskonstante)	35
3.3.4	Verschiebestrom – Strom im Kondensator	41
3.3.5	Energie und Kräfte des elektrostatischen Feldes	42
3.3.6	Das Verhalten des elektrostatischen Feldes an der Grenze zwischen Stoffen verschiedener Dielektrizitätskonstanten	43
3.4	Das magnetische Feld	44
3.4.1	Wesen des magnetischen Feldes	44
3.4.2	Magnetischer Fluss und magnetische Flussdichte	44
3.4.3	Durchflutung, magnetische Spannung und magnetische Feldstärke (magnetische Erregung), magnetischer Widerstand und Permeabilität	47
3.4.4	Das Verhalten des magnetischen Feldes an der Grenze zwischen Stoffen verschiedener Permeabilitäten	53
3.4.5	Berechnung magnetischer Kreise	54
3.4.5.1	Berechnung geschlossener magnetischer Kreise	54
3.4.5.2	Berechnung des nichteisengeschlossenen magnetischen Kreises einer Doppelleitung und mehrerer paralleler Leiter	60
3.4.5.3	Berechnung magnetischer Kreise mit Dauermagneten	61
3.4.6	Elektromagnetische Spannungserzeugung – das Induktionsgesetz ...	63
3.4.6.1	Bewegte Leiter in einem zeitlich konstanten Magnetfeld – die Bewegungsinduktion	63
3.4.6.2	Zeitlich veränderliches Magnetfeld und ruhende Leiter – die Ruheinduktion	67
3.4.7	Selbstinduktion und Gegeninduktion	70
3.4.7.1	Die Selbstinduktion	70
3.4.7.2	Die Gegeninduktion	73
3.4.7.3	Haupt- und Streuinduktivitäten, Kopplungs- und Streufaktoren	81
3.4.8	Magnetische Energie und magnetische Kräfte	82
3.4.8.1	Magnetische Energie	82
3.4.8.2	Magnetische Kräfte	83
4	Wechselstromtechnik	84
4.1	Wechselgrößen und sinusförmige Wechselgrößen	84
4.2	Berechnung von sinusförmigen Wechselgrößen mit Hilfe der komplexen Rechnung	86
4.3	Wechselstromwiderstände und Wechselstromleitwerte	91
4.4	Praktische Berechnung von Wechselstromnetzen	101
4.5	Die Reihenschaltung und Parallelschaltung von ohmschen Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten	102
4.5.1	Die Reihenschaltung von Wechselstromwiderständen – die Reihen- oder Spannungsresonanz	102

4.5.2	Die Parallelschaltung von Wechselstromwiderständen – die Parallel- oder Stromresonanz	107
4.6	Spezielle Schaltungen der Wechselstromtechnik	112
4.6.1	Schaltungen für eine Phasenverschiebung von 90° zwischen Strom und Spannung	112
4.6.2	Schaltungen zur automatischen Konstanthaltung des Wechselstroms – die Boucherot-Schaltung	113
4.6.3	Wechselstrom-Messbrückenschaltungen	113
4.7	Die Leistung im Wechselstromkreis	116
4.7.1	Augenblicksleistung, Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung und komplexe Leistung	116
4.7.2	Die Messung der Wechselstromleistung	120
4.7.3	Verbesserung des Leistungsfaktors – Blindleistungs- kompensation	122
4.7.4	Wirkungsgrad und Anpassung	123
5	Ortskurven	124
5.1	Begriff der Ortskurve	124
5.2	Ortskurve „Gerade“	125
5.3	Ortskurve „Kreis durch den Nullpunkt“	125
5.4	Ortskurve „Kreis in allgemeiner Lage“	126
5.5	Ortskurven höherer Ordnung	126
6	Der Transformator	127
6.1	Übersicht über Transformatoren	127
6.2	Transformatorgleichungen und Zeigerbild	127
6.3	Ersatzschaltbilder mit galvanischer Kopplung	130
6.4	Messung der Ersatzschaltbildgrößen des Transformators	132
6.5	Frequenzabhängigkeit der Spannungsübersetzung eines Transformators	134
7	Mehrphasensysteme	135
7.1	Die m-Phasensysteme	135
7.2	Symmetrische verkettete Dreiphasensysteme	136
7.3	Unsymmetrische verkettete Dreiphasensysteme	138
7.4	Messung der Leistungen des Dreiphasensystems	143
8	Ausgleichsvorgänge in linearen Netzen	144
8.1	Grundlagen für die Behandlung von Ausgleichsvorgängen	144
8.2	Berechnung von Ausgleichsvorgängen durch Lösung von Differentialgleichungen	145
8.3	Berechnung von Ausgleichsvorgängen mit Hilfe der Laplace-Transformation	150
8.3.1	Grundlagen für die Behandlung der Ausgleichsvorgänge mittels Laplace-Transformation	150
8.3.2	Lösungsmethoden für die Berechnung von Ausgleichsvorgängen Zusammenfassung der Laplace-Operationen und der Laplace-Transformierten (Korrespondenzen)	153

9	Fourieranalyse von nichtsinusförmigen periodischen Wechselgrößen und nichtperiodischen Größen	163
9.1	Fourierreihenentwicklung von analytisch gegebenen nichtsinusförmigen periodischen Wechselgrößen	163
9.2	Reihenentwicklung von in diskreten Punkten vorgegebenen nichtsinusförmigen periodischen Funktionen	170
9.3	Anwendungen der Fourierreihen	176
9.4	Die Darstellung nichtsinusförmiger periodischer Wechselgrößen durch komplexe Reihen	178
9.5	Transformation von nichtsinusförmigen nichtperiodischen Größen durch das Fourierintegral	178
10	Vierpoltheorie	180
10.1	Grundlegende Zusammenhänge der Vierpoltheorie	180
10.2	Vierpolgleichungen, Vierpolparameter und Ersatzschaltungen	180
10.3	Vierpolparameter passiver Vierpole	185
10.4	Betriebskenngrößen von Vierpolen	188
10.5	Leistungsverstärkung und Dämpfung	190
10.6	Spezielle Vierpole	191
10.7	Zusammenschalten zweier Vierpole	192
10.7.1	Grundsätzliches über Vierpolzusammenschaltungen	192
10.7.2	Die Parallel-Parallel-Schaltung zweier Vierpole	193
10.7.3	Die Reihen-Reihen-Schaltung zweier Vierpole	194
10.7.4	Die Reihen-Parallel-Schaltung zweier Vierpole	195
10.7.5	Die Parallel-Reihen-Schaltung zweier Vierpole	197
10.7.6	Die Ketten-Schaltung zweier Vierpole	198
10.8	Die Umrechnung von Vierpolparametern von Dreipolen	199
10.9	Die Wellenparameter passiver Vierpole	200
	Sachwortverzeichnis	201