
Einführung in die Elektrotechnik und Elektronik

Teil 1
Gleichstrom
Elektrisches und magnetisches Feld
Wechselstrom · Elektrische Maschinen
Energiewirtschaft

von
Dipl.-Phys. Roderich Müller
und
Dr.-Ing. Anton Piotrowski
Professoren an der Fachhochschule München

Mit 141 Bildern, 8 Tabellen, 24 Beispielen,
39 Aufgaben samt Lösungen

4., verbesserte Auflage

R. Oldenbourg Verlag München Wien 1995

Inhalt

Vorwort	9
Einleitung	10
1. Gleichstromlehre	11
1.1 Grundbegriffe	11
1.1.1 Elektrische Strömung	11
Stromstärke und Geschwindigkeit der Strömung (S.12), Elektrische Spannung (15)	
1.1.2 Einfacher Stromkreis	15
Ohmsches Gesetz (15), Elektrischer Widerstand (17), Einfluß der Temperatur auf den Widerstand (18), Weitere Einflüsse auf den Widerstand (21), Aufbau von Widerständen (22), Klemmenspannung und Leitungswiderstand (22)	
1.1.3 Kirchhoffsche Gesetze	23
Erstes Kirchhoffsches Gesetz, Knotenregel (23), Zweites Kirchhoffsches Gesetz, Maschenregel (26), Schiebewiderstand ohne Belastung (27), Schiebewiderstand mit Belastung (28), Vorwiderstand (29), Erweiterung des Meßbereichs bei Meßgeräten (30)	
1.1.4 Energie und Leistung	38
Elektrische Energie (38), Elektrische Leistung (39)	
1.1.5 Spannungsquelle	42
Innerer Widerstand, Ersatzschaltbild, Kennlinie (42), Anpassung (44)	
1.2 Das elektrische Feld	49
1.2.1 Das elektrische Feld eines Kondensators	49
1.2.2 Die Aufladung des Kondensators	52
1.2.3 Die Entladung des Kondensators	54
1.2.4 Energie im Kondensator.	55
1.2.5 Schaltung von Kondensatoren	57
Serienschaltung (57), Parallelschaltung (58)	
1.3 Das stationäre magnetische Feld	58
1.3.1 Wirkung des elektrischen Strom	58
1.3.2 Magnetische Feldstärke	59

1.3.3	Magnetische Induktion	60
1.3.4	Magnetische Vorgänge in Eisen	62
1.3.5	Magnetisierungskurve	62
1.3.6	Eigenschaften verschiedener Eisensorten	64
1.3.7	Kenngrößen des Materials	66
1.3.8	Magnetischer Fluß	68
1.3.9	Durchflutungsgesetz	68
1.3.10	Entmagnetisierung	69
1.3.11	Kraftwirkungen auf stromdurchflossenen Leiter	71
1.3.12	Anwendungen des stationären Magnetfeldes	73
1.4	Das veränderliche magnetische Feld	76
1.4.1	Das Induktionsgesetz	76
1.4.2	Lenzsche Regel	77
1.4.3	Selbstinduktion, Induktivität	78
1.4.4	Der Stromanstieg in der Spule	79
1.4.5	Energie in der Spule	81
1.4.6	Rotatorische Spannungserzeugung	81
1.4.7	Der Transformator	83
1.4.8	Wirbelströme	85
2.	Wechselstromlehre	89
2.1	Grundbegriffe	89
2.1.1	Vorkommen und Arten von Wechselströmen	89
2.1.2	Eigenschaften sinusförmiger Wechselgrößen	91
2.1.3	Messung und Darstellung der Kennwerte	94
2.1.4	Addition und Subtraktion im Zeitdiagramm	96
2.2	Komplexe Rechnung	98
2.2.1	Die komplexe Zahlenebene	98
2.2.2	Rechenregeln für komplexe Zahlen	101
2.2.3	Darstellung sinusförmiger Wechselgrößen	105
2.3	Komplexe Rechnung an komplexen Zweipolen	106
2.3.1	Wirkwiderstand	107
	Komplexe Schreibweise (107), Leistung am Wirkwiderstand (107)	
2.3.2	Kapazität	108
	Komplexe Schreibweise (108), Kapazitive Blindleistung (110)	
2.3.3	Induktivität	111
	Komplexe Schreibweise (111), Induktive Blindleistung (113)	
2.4	Blindwiderstandsdiagramm	114

2.5	Allgemeiner Wechselstromzweipol	116
2.5.1	Spannung, Strom und Phasenwinkel	116
2.5.2	Leistungen	117
2.6	Zusammengesetzte Zweipole	119
2.6.1	Reihenschaltungen Wirkwiderstand und Induktivität in Reihe (119), Wirkwiderstand und Kapazität in Reihe (123), Wirkwiderstand, Induktivität und Kapazität in Reihe (125), Reihenschaltung beliebiger Scheinwi- derstände (128)	119
2.6.2	Parallelschaltungen Wirkwiderstand und Induktivität parallel (129), Wirkwiderstand und Kapazität (130), Wirkwiderstand, Induktivität und Kapazi- tät parallel (131), Parallelschaltung verschiedener Scheinwider- stände (132), Umrechnung zwischen Scheinwiderstand und Schein- leitwert (132)	129
2.6.3	Blindleistungskompensation	139
2.7	Ortskurven	143
2.8	Elektrische Schwingungen	146
2.8.1	Schwingungsgleichung der freien gedämpften Schwingung	146
2.8.2	Schwingungsgleichung der freien ungedämpften Schwingung . . .	152
2.8.3	Erzwungene gedämpfte Schwingungen Serienresonanzkreis (153), Parallelresonanzkreis (156)	153
2.8.4	Gemischte Schaltungen	158
2.8.5	Anwendung von frequenzbestimmenden Bauteilen	160
2.9	Drehstrom	162
2.9.1	Erzeugung von Drehstrom	162
2.9.2	Sternschaltung und Dreieckschaltung beim Erzeuger	163
2.9.3	Leistungsberechnung beim Verbraucher	165
3.	Elektrische Maschinen	168
3.1	Gleichstrommaschinen	168
3.1.1	Gleichstrommotor Nebenschlußschaltung (168), Reihenschlußschaltung (169), Doppelschlußschaltung (170)	168
3.1.2	Gleichstromgenerator Nebenschlußgenerator (171), Hauptschlußgenerator (172), Doppelschlußgenerator (173)	171

3.2	Drehstrommaschinen	173
3.2.1	Drehfeld	173
3.2.2	Käfigläufer-Asynchronmotor	174
3.2.3	Drehstromsynchronmotor	176
3.2.4	Drehstrom-Synchrongenerator	176
3.2.5	Drehstrom-Schleifringläufermotor	177
3.3	Wechselstrommaschinen	178
3.3.1	Wechselstrommotor	178
3.3.2	Wechselstromasynchronmotor	178
3.3.3	Einphasenbetrieb von Drehstrommotoren	179
3.3.4	Leistungsschild	180
3.4	Sicherheitsvorschriften	181
3.4.1	Wirkungen des elektrischen Stroms	181
3.4.2	Schutzmaßnahmen	183
4.	Energiewirtschaft	186
4.1	Energieerzeugung	186
4.1.1	Konventionelle Erzeugung von Energie. Kondensationskraftwerke (189), Gasturbinenkraftwerke (189), Heizkraftwerke (190), Kernkraftwerke (190)	186
4.2	Energieversorgungsanlagen.	190
4.3	Elektrischer Netzverbund	192
4.4	Regenerative Energiequellen	193
4.4.1	Sonnenenergie	193
4.4.2	Windenergie	196
4.4.3	Laufwasserenergie	198
4.5	Fusionskraftwerke	198
	Quellennachweis und Literaturhinweise	201
	Quellennachweis für Witze und Karikaturen	201
	Lösungshinweise	202
	Lösungen der Aufgaben	205
	Formelsammlung	209
	Sachregister	214
	Inhalt von Teil 2	217