

Wilfried Weißgerber

# **Elektrotechnik für Ingenieure 2**

**Wechselstromtechnik  
Ortskurven  
Transformator  
Mehrphasensysteme**

Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Grundstudium

6., überarbeitete Auflage

Mit zahlreichen Beispielen, 420 Abbildungen  
und 68 Übungsaufgaben mit Lösungen

# Inhaltsverzeichnis

<b>4 Wechselstromtechnik</b> .....	1
4.1 Wechselgrößen und sinusförmige Wechselgrößen.....	1
4.1.1 Wechselgrößen .....	1
4.1.2 Sinusförmige Wechselgrößen.....	3
4.2 Berechnung von sinusförmigen Wechselgrößen mit Hilfe der komplexen Rechnung.....	5
4.2.1 Notwendigkeit der Berechnung im Komplexen .....	5
4.2.2 Die Darstellung sinusförmiger Wechselgrößen durch komplexe Zeitfunktionen, Lösung der Gleichung im Komplexen und Rück- führung in die gesuchte Zeitfunktion (rechnerisches Verfahren).....	8
4.2.3 Die Darstellung sinusförmiger Wechselgrößen durch Zeiger und die Ermittlung der gesuchten Zeitfunktion mit Hilfe des Zeigerbil- des (grafisches Verfahren).....	13
4.2.4 Das Rechnen mit komplexen Effektivwerten in Schaltungen mit komplexen Operatoren bzw. komplexen Widerständen und kom- plexen Leitwerten (Symbolische Methode).....	19
4.2.5 Lösungsmethoden für die Berechnung von Wechselstromnetzen .....	23
4.3 Wechselstromwiderstände und Wechselstromleitwerte.....	28
4.4 Praktische Berechnung von Wechselstromnetzen .....	64
Übungsaufgaben zu den Abschnitten 4.1 bis 4.4.....	89
4.5 Die Reihenschaltung und Parallelschaltung von ohmschen Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten .....	94
4.5.1 Die Reihenschaltung von Wechselstromwiderständen – die Reihen oder Spannungsresonanz.....	94
4.5.2 Die Parallelschaltung von Wechselstromwiderständen – die Parallel oder Stromresonanz.....	107
Übungsaufgaben zum Abschnitt 4.5.....	121
4.6 Spezielle Schaltungen der Wechselstromtechnik .....	123
4.6.1 Schaltungen für eine Phasenverschiebung von $90^\circ$ zwischen Strom und Spannung .....	123
4.6.2 Schaltungen zur automatischen Konstanthaltung des Wechselstroms – die Boucherot-Schaltung .....	126
4.6.3 Wechselstrom-Messbrückenschaltungen .....	128
Übungsaufgaben zum Abschnitt 4.6.....	136
4.7 Die Leistung im Wechselstromkreis.....	138
4.7.1 Augenblicksleistung, Wirkleistung, Blindleistung, Scheinleistung und komplexe Leistung .....	138
4.7.2 Die Messung der Wechselstromleistung.....	161
4.7.3 Verbesserung des Leistungsfaktors – Blindleistungskompensation.....	167
4.7.4 Wirkungsgrad und Anpassung .....	174
Übungsaufgaben zum Abschnitt 4.7.....	184

<b>5 Ortskurven</b> .....	186
5.1 Begriff der Ortskurve .....	186
5.2 Ortskurve „Gerade“ .....	188
5.3 Ortskurve „Kreis durch den Nullpunkt“ .....	193
5.4 Ortskurve „Kreis in allgemeiner Lage“ .....	207
5.5 Ortskurven höherer Ordnung .....	210
Übungsaufgaben zu den Abschnitten 5.1 bis 5.5 .....	215
<b>6 Der Transformator</b> .....	218
6.1 Übersicht über Transformatoren .....	218
6.2 Transformatorgleichungen und Zeigerbild .....	220
6.3 Ersatzschaltbilder mit galvanischer Kopplung .....	230
6.4 Messung der Ersatzschaltbildgrößen des Transformators .....	237
6.5 Frequenzabhängigkeit der Spannungsübersetzung eines Transformators .....	242
Übungsaufgaben zu den Abschnitten 6.1 bis 6.5 .....	247
<b>7 Mehrphasensysteme</b> .....	249
7.1 Die m-Phasensysteme .....	249
7.2 Symmetrische verkettete Dreiphasensysteme .....	256
7.3 Unsymmetrische verkettete Dreiphasensysteme .....	267
7.4 Messung der Leistungen des Dreiphasensystems .....	279
Übungsaufgaben zu den Abschnitten 7.1 bis 7.4 .....	283
<b>Anhang</b>	
<b>Lösungen der Übungsaufgaben</b> .....	284
4 Wechselstromtechnik .....	284
5 Ortskurven .....	331
6 Transformator .....	347
7 Mehrphasensysteme .....	357
<b>Verwendete und weiterführende Literatur</b> .....	369
<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	370