

# Inhalt

1.	<i>Einleitung</i> . . . . .	11
1.1	Geschichtlicher Überblick . . . . .	11
1.2	Der Begriff der Transformation . . . . .	12
2.	<i>Übergang zur Laplace-Transformation</i> . . . . .	15
2.1	Approximation durch Orthogonalfunktionen . . . . .	16
2.2	Die Behandlung nichtsinusförmiger periodischer Vorgänge . . . . .	20
2.2.1	Die Fourier-Reihe . . . . .	20
2.2.2	Die Auswirkung von Symmetrieeigenschaften auf die Fourier-Koeffizienten . . . . .	25
2.2.3	Die Fourier-Reihe in komplexer Schreibweise . . . . .	29
2.2.4	Verfahren zur Harmonischen Analyse . . . . .	33
2.3	Die Behandlung nichtsinusförmiger nichtperiodischer Vorgänge . . . . .	35
2.3.1	Das Fourier-Integral . . . . .	36
2.3.2	Das Laplace-Integral . . . . .	47
3.	<i>Die Laplace-Transformation</i> . . . . .	52
3.1	Ableitung einiger einfacher Bildfunktionen . . . . .	53
3.2	Hilfssätze der Laplace-Transformation . . . . .	56
3.2.1	Der Satz über die Linearkombination . . . . .	57
3.2.2	Der Ableitungssatz für die Originalfunktion . . . . .	57
3.2.3	Der Integralsatz für die Originalfunktion . . . . .	65
3.2.4	Der Ableitungssatz für die Bildfunktion . . . . .	67
3.2.5	Der Integralsatz für die Bildfunktion . . . . .	70
3.2.6	Der Ähnlichkeitssatz . . . . .	72
3.2.7	Der Dämpfungssatz . . . . .	74
3.2.8	Der Verschiebungssatz . . . . .	75
3.2.9	Der Faltungssatz . . . . .	80
3.3	Methoden der Rücktransformation . . . . .	90
3.3.1	Der Gebrauch von Tabellen . . . . .	91
3.3.2	Die Methode der Partialbruchzerlegung . . . . .	91
3.3.2.1	Bildfunktionen mit einfachen Polen . . . . .	91
3.3.2.2	Bildfunktionen mit Polen höherer Ordnung . . . . .	95

3.3.3	Die Methode der Reihenentwicklung	102
3.3.4	Die direkte Methode (das komplexe Umkehrintegral)	103
4.	<i>Spezielle Sätze zur Laplace-Transformation</i>	117
4.1	Die Erzeugung neuer Funktionenpaare aus bekannten Funktionenpaaren mit Hilfe des Faltungssatzes	118
4.2	Die Erzeugung von Bildfunktionen periodischer Funktionen	126
4.3	Bildfunktionen mit gebrochenen Exponenten	131
4.4	Die Differentiation im Falle einer sprunghaften Änderung von $f(t)$ zur Zeit $t = 0$	138
4.5	Die Transformierte der Deltafunktion	139
4.6	Asymptotisches Verhalten der Originalfunktion	141
5.	<i>Die Definition der Übertragungsfunktion und der Übergangsfunktion</i>	146
5.1	Die Übertragungsfunktion	147
5.2	Die Übergangsfunktion	154
5.3	Die Antwortfunktion eines linearen Systems auf spezielle Erregungen	157
6.	<i>Die Anwendung der Laplace-Transformation</i>	161
6.1	Die Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen	161
6.1.1	Die Lösung der Differentialgleichung erster Ordnung	161
6.1.2	Die Lösung der Differentialgleichung zweiter Ordnung	163
6.1.3	Die Lösung der Differentialgleichung n-ter Ordnung	166
6.2	Die Behandlung von Differentialgleichungssystemen	168
6.3	Ausgleichsvorgänge und ihre Behandlung mit Hilfe der Laplace-Transformation	170
6.4	Einschwingvorgänge in allgemeinen elektrischen Netzwerken	184
6.5	Dynamisches Verhalten von elektrischen Maschinen	187
6.6	Die Anwendung von Übertragungsfunktion und Übergangsfunktion	192
6.7	Regelungstechnische Anwendungen	200
7.	<i>Die Lösung partieller Differentialgleichungen</i>	208
7.1	Die Lösung der Wärmeleitungs- oder Diffusionsgleichung	213
7.2	Die Lösung der Telegraphengleichung	219
7.2.1	Die verzerrungsfreie Leitung unendlicher Länge	225
7.2.2	Die verlustfreie Leitung unendlicher Länge	227

8.	<i>Die Behandlung von Differenzgleichungen</i> . . . . .	229
8.1	Schreibweisen für Differenzgleichungen . . . . .	231
8.2	Anfangswertprobleme bei Differenzgleichungen . . . . .	233
8.3	Die Laplace-Transformation für Treppenfunktionen . . . . .	235
8.4	Die diskrete Laplace-Transformation ( $\vartheta$ -Transformation) . . . . .	236
8.5	Die Laurent- oder Z-Transformation . . . . .	238
8.6	Vergleich von $\mathcal{L}$ -, $\vartheta$ - und Z-Transformation . . . . .	239
9.	<i>Operatorenrechnung und verwandte Transformationen</i> . . . . .	241
9.1	Zusammenhang zwischen Laplace-Transformation und Operatorenrechnung . . . . .	241
9.2	Der Heavisidesche Entwicklungssatz . . . . .	246
9.3	Die Laplace-Carson-Transformation . . . . .	247
10.	<i>Tabellen zur Laplace-Transformation</i> . . . . .	250
10.1	Hilfssätze . . . . .	250
10.2	Spezielle Funktionenpaare . . . . .	254
10.2.1	Rationale Funktionen . . . . .	254
10.2.2	Irrationale und transzendente Funktionen . . . . .	262
10.2.3	Stückweise stetige Funktionen . . . . .	267
10.2.4	Funktionenverzeichnis . . . . .	273
10.3	Kurzschlußkernimpedanzen . . . . .	274
10.4	Übertragungs- und Übergangsfunktionen von Verstärkerschaltungen . . . . .	284
	Literaturverzeichnis . . . . .	289
	Sachwortverzeichnis . . . . .	290