

# 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> . . . . .	
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 ( $\mathcal{D}$ -Transformation) . . . . .	236
8.5	Die Laurent- oder $Z$ -Transformation . . . . .	238
8.6	Vergleich von $\mathcal{L}$ -, $\mathcal{D}$ - 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	Funktionsverzeichnis . . . . .	273
10.3	Kurzschlußkernimpedanzen . . . . .	274
10.4	Übertragungs- und Übergangsfunktionen von Verstärkerschaltungen . . . . .	284
	Literaturverzeichnis . . . . .	289
	Sachwortverzeichnis . . . . .	290