

Hubert Weber, Helmut Ulrich

# Laplace-Transformation

## Grundlagen - Fourierreihen und Fourierintegral - Anwendungen

8. Auflage

Mit 142 Abbildungen, 72 Beispielen und  
64 Aufgaben mit Lösungen



# INHALT

## 1 FOURIERREIHEN

1.1	EINFÜHRUNG.....	1
1.2	REELLE FOURIERREIHE.....	2
1.2.1	Grandbegriffe.....	2
1.2.2	Berechnung der Fourierkoeffizienten.....	3
1.2.3	Amplitudenspektrum.....	8
1.3	KOMPLEXE FOURIERREIHE.....	12
1.3.1	Grundlagen.....	12
1.3.2	Berechnung der komplexen Fourierkoeffizienten.....	13

## 2 FOURIERINTEGRAL

2.1	ÜBERGANG VON DER FOURIERREIHE ZUM FOURIERINTEGRAL.....	17
2.2	EIGENSCHAFTEN DES FOURIERINTEGRALS.....	19

## 3 FOURIERTRANSFORMATION

3.1	DEFINITION DER FOURIERTRANSFORMATION.....	26
3.2	DISKRETE FOURIERTRANSFORMATION (DFT) UND SCHNELLE FOURIERTRANSFORMATION (FFT).....	29

## 4 LAPLACE-TRANSFORMATION

4.1	DEFINITION DER LAPLACE-TRANSFORMATION.....	30
4.2	INVERSE LAPLACE-TRANSFORMATION.....	34
4.3	TRANSFORMATIONSREGELN.....	47
4.3.1	Laplace-Transformierte elementarer Zeitfunktionen.....	48
4.3.2	Additionssatz.....	53
4.3.3	Verschiebungssatz.....	56
4.3.4	Dirac'sche Deltafunktion.....	64
4.3.5	Dämpfungssatz.....	69
4.3.6	Partialbruchzerlegungen.....	72
4.3.7	Pol-Nullstellenplan einer echt gebrochen rationalen Bildfunktion.....	84
4.3.8	Faltungssatz.....	88
4.3.9	Inverse Laplace-Transformation durch Reihenentwicklung der Bildfunktion.....	91
4.3.10	Integrationssatz für die Originalfunktion.....	96
4.3.11	Differentiationssatz für die Originalfunktion.....	101
4.3.12	Differentiationssatz für die verallgemeinerte Ableitung einer Zeitfunktion.....	104
4.3.13	Grenzwertsätze.....	108
4.3.14	Differentiationssatz für die Bildfunktion.....	111
4.3.15	Integrationssatz für die Bildfunktion.....	114

## 5 ANWENDUNGEN DER LAPLACE-TRANSFORMATION

5.1	LÖSEN VON LINEAREN DIFFERENTIALGLEICHUNGEN MIT KONSTANTEN Koeffizienten.....	118
5.2	LÖSEN VON SYSTEMEN GEWÖHNLICHER LINEARER DIFFERENTIALGLEICHUNGEN MIT KONSTANTEN Koeffizienten.....	126
5.3	fICI-NETZWERKE.....	135
5.4	ÜBERTRAGUNGSVERHALTEN VON NETZWERKEN.....	153
5.4.1	Grundbegriffe.....	153
5.4.2	Impulsantwort und Sprungantwort.....	154
5.4.3	Übertragungsfunktion.....	155
5.4.4	Pol-Nullstellenplan einer Übertragungsfunktion.....	167
5.4.5	Stabilität von LTI-Systemen.....	169
5.4.6	Übertragungsfunktion und Frequenzgang.....	170
5.4.7	Berechnung des stationären Anteils des Ausgangssignals bei nichtsinusförmigen periodischen Erregungen.....	176
5.5	ZUSAMMENSCHALTUNG VON LTI-SYSTEMEN.....	185
5.5.1	Reihen-Schaltung.....	185
5.5.2	Parallel-Schaltung.....	188
5.5.3	Rückgekoppelte Systeme.....	189
5.5.4	Elementare Übertragungsglieder.....	191
5.6	ARBEITEN MIT BLOCKDTAGRAMMEN.....	194
5.6.1	Von der Netzwerkgleichung zum Blockdiagramm.....	194
5.6.2	Vom Blockdiagramm zur Übertragungsfunktion und Netzwerkgleichung.....	196
5.6.3	Stabilisierung durch Rückkopplung.....	200
5.6.4	Versetzen von Strukturelementen in Blockschaltbildern.....	203

## 6 ANHANG

6.1	LÖSUNGEN DER ÜBUNGSaufGABEN.....	
6.2	EIGENSCHAFTEN DER DELTAFUNKTION.....	
6.3	SÄTZE DER LAPLACE-TRANSFORMATION.....	
6.4	KORRESPONDENZEN DER LAPLACE-TRANSFORMATION.....	
6.5	LITERATUR.....	
6.6	LISTE DER VERWENDETEN FORMELZEICHEN.....	
6.7	SACHWORTVERZEICHNIS.....	