

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Laplace-Transformation</b>	<b>1</b>
1.1	Definition der Laplace-Transformation	1
1.2	Wichtige Transformationsregeln	2
1.2.1	Linearitätsregel	2
1.2.2	Differenziationsregel	3
1.2.3	Integrationsregel	4
1.2.4	Dämpfungssatz	4
1.2.5	Faltungssatz	6
1.2.6	Grenzwertsätze	7
1.2.7	Zeitlicher Verschiebungssatz	9
1.3	Laplace-Transformierte typischer Zeitfunktionen	10
1.3.1	Laplace-Transformierte der Sprungfunktion	10
1.3.2	Laplace-Transformierte der Rampenfunktion	11
1.3.3	Laplace-Transformierte der Exponentialfunktion	11
1.3.4	Laplace-Transformierte des Rechteckimpulses	11
1.3.5	Laplace-Transformierte der Impulsfunktion	12
1.3.6	Laplace-Transformierte der Sinusfunktion	13
1.3.7	Laplace-Transformierte der Kosinusfunktion	13
1.4	Inverse Laplace-Transformation	14
1.4.1	Allgemeine Berechnung der Inversen Laplace-Transformierten mithilfe der Partialbruchzerlegung	15
1.4.2	Partialbruchzerlegung von Funktionen mit ausnahmslos verschiedenen Polstellen	16
1.4.3	Partialbruchzerlegung von Funktionen mit mehrfachen Polstellen	18
1.4.4	Lösung linearer Differenzialgleichungen mithilfe der Laplace-Transformation	19
1.4.5	Übertragungsfunktion	21

1.5	Linearisierung nichtlinearer Systeme .....	22
1.5.1	Definition der Linearität .....	22
1.5.2	Analytische Linearisierung .....	22
<b>2</b>	<b>Mechanische Systeme</b> .....	<b>27</b>
2.1	Mechanische Elemente .....	27
2.1.1	Inertiale Elemente .....	27
2.1.2	Federelemente .....	28
2.1.3	Dämpferelemente .....	28
2.2	Modellierung mechanischer Systeme .....	29
2.2.1	Newton'sche Axiome .....	29
2.2.2	Das zweite Newton'sche Axiom für Translation .....	29
2.2.3	Das zweite Newton'sche Axiom für Rotation .....	31
2.2.4	Feder-Masse-System .....	34
2.2.5	Massenträgheitsmoment .....	37
2.2.6	Transientes Verhalten von Systemen zweiter Ordnung .....	41
2.2.7	Mechanische Systeme mit zwei oder mehreren Freiheitsgraden .....	51
<b>3</b>	<b>Elektrische Systeme</b> .....	<b>53</b>
3.1	Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik .....	53
3.1.1	Elektrische Spannung .....	53
3.1.2	Elektrische Ladung .....	54
3.1.3	Elektrische Stromstärke .....	54
3.1.4	Ohmsches Gesetz .....	54
3.1.5	Kapazitive Elemente .....	54
3.1.6	Induktivität .....	55
3.1.7	Kirchhoffsche Gesetze .....	55
3.1.8	Typische Testsignale .....	56
3.2	Modellierung passiver elektrischer Netzwerke .....	58
3.3	Modellierung aktiver elektrischer Netzwerke .....	70
3.3.1	Operationsverstärker .....	70
3.3.2	Praktische Anwendungen .....	72
<b>4</b>	<b>Elektromechanische Systeme</b> .....	<b>81</b>
4.1	Gleichstrommotor .....	81
4.1.1	Der Prinzipschaltplan des fremderregten Gleichstrommotors .....	82
4.1.2	Geräteübersicht des konstant erregten Gleichstrommotors .....	82
4.1.3	Blockschaltbild des konstant erregten Gleichstrommotors .....	84
4.2	Servomotor .....	87
4.2.1	Anwendungsgebiete und Übertragungsfunktion des Servomotors .....	87
4.2.2	Anwendungsbeispiel: Brennstoffzufuhr eines Industrieofens .....	89

---

4.3	Der Schrittmotor	91
4.3.1	Mechanischer Aufbau des Schrittmotors	91
4.3.2	Typische Anwendungen des Schrittmotors	92
4.3.3	Schrittmotoren mit variabler Reluktanz	93
4.3.4	Mathematische Modellierung des Reluktanz-Schrittmotors	95
4.3.5	Permanentmagnet-Schrittmotoren	99
<b>5</b>	<b>Systemanalyse im Zustandsraum</b>	<b>101</b>
5.1	Begriffe und Definitionen	101
5.1.1	Zustand	101
5.1.2	Zustandsvariablen	102
5.1.3	Zustandsvektor	102
5.1.4	Zustandsraum	102
5.2	Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme	102
5.2.1	Beschreibung linearer Systeme durch Zustandsvariable	102
5.2.2	Lösung der Vektordifferenzialgleichung im Zeitbereich	108
5.2.3	Lösung der Zustandsgleichung im Bildbereich	110
5.2.4	Korrelation zwischen Übertragungsfunktion und Zustandsdarstellung	111
5.3	Mathematische Modellierung fluider Systeme	121
5.3.1	Strömungswiderstand und Volumengradient fluider Systeme	122
5.3.2	Mathematische Modellierung eines zu befüllenden Behälters	122
5.3.3	Modellierung von korrelierenden Behältern	124
<b>6</b>	<b>Stabilität technischer Systeme</b>	<b>131</b>
6.1	Definition der Stabilität	131
6.2	Das grundlegende Stabilitätskriterium	132
6.3	Numerische Stabilitätskriterien	134
6.3.1	Das Stabilitätskriterium von Hurwitz	135
6.3.2	Das Stabilitätskriterium von Cremer und Leonhard	137
6.4	Beurteilung der Stabilität im Zustandsraum	139
6.4.1	Beurteilung an Hand der Übertragungsmatrix	139
6.4.2	Das Stabilitätskriterium von Liapunov	142
	<b>Weiterführende Literatur</b>	<b>149</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>151</b>