

Inhaltsverzeichnis

1	Grundbegriffe und Darstellungsmittel	1
1.1	Grundbegriffe.....	1
1.2	Das Ausschlag-Zeit-Diagramm (x,t -Diagramm).....	2
1.3	Zeigerdiagramm und komplexe Darstellung.....	4
1.4	Phasenkurven und Phasenportrait.....	8
1.5	Übergangsfunktion, Frequenzgang und Ortskurve.....	12
1.6	Möglichkeiten einer Klassifikation von Schwingungen.....	15
2	Freie Schwingungen	18
2.1	Ungedämpfte freie Schwingungen.....	18
2.1.1	Verschiedene Arten von Schwingern und ihre Differentialgleichungen.....	18
2.1.2	Das Verhalten linearer Schwinger.....	27
2.1.3	Das Verhalten nichtlinearer Schwinger.....	34
2.2	Gedämpfte freie Schwingungen.....	50
2.2.1	Berücksichtigung dämpfender Einflüsse.....	50
2.2.2	Lineare Schwinger.....	51
2.2.3	Nichtlineare Schwinger.....	61
2.3	Aufgaben.....	69
3	Selbsterregte Schwingungen	71
3.1	Aufbau und Wirkungsweise selbsterregungsfähiger Systeme.....	71
3.1.1	Schwinger- und Speicher-Typ.....	71
3.1.2	Energiehaushalt und Phasenportrait.....	73
3.2	Berechnungsverfahren.....	76
3.2.1	Allgemeine Verfahren.....	77
3.2.2	Berechnung mit linearisierten Ausgangsgleichungen.....	78
3.2.3	Das Verfahren von Ritz und Galerkin.....	81
3.2.4	Die Methode der langsam veränderlichen Amplitude.....	83
3.3	Beispiele von Schwingern mit Selbsterregung.....	84
3.3.1	Das Uhrenpendel.....	84
3.3.2	Der Röhren-Generator.....	89
3.3.3	Reibungsschwingungen.....	91
3.4	Kippschwingungen.....	95
3.4.1	Beispiele von Kippschwing-Systemen.....	95
3.4.2	Schwingungen in einem Relaisregelkreis.....	98
3.5	Aufgaben.....	101
4	Parametererregte Schwingungen	103
4.1	Beispiele von Schwingern mit Parametererregung.....	103
4.1.1	Das Schwerependel mit periodisch bewegtem Aufhängepunkt.....	103
4.1.2	Schwingungen in Antrieben.....	104
4.1.3	Der elektrische Schwingkreis mit periodischen Parametern.....	105
4.1.4	Nachbarbewegungen stationärer Schwingungen.....	105
4.1.5	Das ebene Fadenpendel mit veränderlicher Pendellänge.....	106
4.2	Berechnung eines Schaukelschwingers.....	106

4.2.1	Das Anwachsen der Amplituden	107
4.2.2	Der Einfluss von Dämpfung und Reibung.....	109
4.3	Parametererregte Schwingungen in linearen Systemen	111
4.3.1	Allgemeine mathematische Zusammenhänge.....	111
4.3.2	Mathieuschen Differentialgleichung.....	113
4.3.3	Methoden zur näherungsweisen Berechnung.....	117
4.4	Der Schaukelschwinger mit Parametererregung	117
4.5	Aufgaben.....	119
5	Erzwungene Schwingungen	120
5.1	Die Reaktion linearer Systeme auf nichtperiodische äußere Erregungen	121
5.1.1	Übergangsfunktionen bei Erregung durch eine Sprungfunktion.....	121
5.1.2	Übergangsfunktionen bei Erregung durch eine Stoßfunktion.....	123
5.1.3	Allgemeine Erregerfunktionen.....	124
5.2	Periodische Erregungen in linearen Systemen	126
5.2.1	Harmonische Erregerfunktionen	126
5.2.2	Lösung mit Hilfe der Fourier-Zerlegung	142
5.2.3	Das Anstückelverfahren.....	143
5.3	Anwendungen der Resonanztheorie.....	146
5.3.1	Schwingungsmessgeräte	146
5.3.2	Schwingungsisolierung von Maschinen und Geräten	149
5.4	Erzwungene Schwingungen von nichtlinearen Schwingern	154
5.4.1	Problemstellung und Lösungsmöglichkeiten	154
5.4.2	Schwinger mit unstetiger Rückföhrfunktion	156
5.4.3	Harmonische Erregung von gedämpften nichtlinearen Schwingern.....	161
5.4.4	Oberschwingungen, Kombinationsfrequenzen und Unterschwingungen	168
5.4.5	Gleichrichterwirkungen	170
5.4.6	Erzwungene Schwingungen in selbsterregungsfähigen Systemen.....	171
5.5	Aufgaben.....	174
6	Koppelschwingungen	176
6.1	Schwinger mit zwei Freiheitsgraden	176
6.1.1	Freie Schwingungen eines ungedämpften linearen Koppelschwingers	177
6.1.2	Eigenschwingungen und Hauptkoordinaten	179
6.1.3	Eigenfrequenzen als Extremwerte eines Energieausdruckes	182
6.1.4	Das Schwerkpendel mit elastischem Faden	183
6.1.5	Das Körperpendel mit drehbarer Platte.....	186
6.1.6	Erzwungene Schwingungen eines linearen Koppelschwingers	188
6.2	Lineare Schwingungssysteme mit endlich vielen Freiheitsgraden.....	190
6.2.1	Freie ungedämpfte Schwingungen.....	190
6.2.2	Eigenschwingungen und Hauptkoordinaten	193
6.2.3	Schwingerketten	196
6.2.4	Freie gedämpfte Schwingungen.....	200
6.2.5	Erzwungene Schwingungen.....	202
6.2.6	Allgemeine Schwingungssysteme	205
6.3	Verfahren zur Schwingungsanalyse am Beispiel einer Drehschwingerkette	206
6.3.1	Restgrößenverfahren.....	209
6.3.2	Übertragungsmatrizen-Verfahren	211
6.3.3	Methode der finiten Elemente.....	214
6.4	Aufgaben.....	216

7	Kontinuumschwingungen	219
7.1	Saite, Dehn- und Torsionsstab	219
7.1.1	Bewegungsgleichungen für freie, ungedämpfte Schwingungen	219
7.1.2	Lösung der Wellengleichung	222
7.2	Balken	226
7.2.1	Bewegungsgleichung für freie, ungedämpfte Balkenschwingungen	226
7.2.2	Lösung der Differentialgleichung für Balkenschwingungen	227
7.2.3	Beispiele für allgemeinere Balkenprobleme	230
7.3	Erweiterungen auf gedämpfte und erzwungene Schwingungen	234
7.3.1	Freie gedämpfte Schwingungen	236
7.3.2	Erzwungene Schwingungen	237
7.4	Näherungsverfahren	240
7.4.1	Diskretisierungsverfahren	240
7.4.2	Schrankenverfahren	245
7.5	Aufgaben	250
8	Chaotische Bewegungen	252
8.1	Zeitdiskrete Systeme	252
8.1.1	Die logistische Abbildung	252
8.1.2	Konzept und Anwendung der Poincare-Abbildung	258
8.2	Zeitkontinuierliche Systeme	261
8.2.1	Konservative Systeme	262
8.2.2	Homokline Punkte und die Methode von Melnikov	264
8.2.3	Dissipative Systeme und Attraktoren	266
8.2.4	Merkmale regulärer und chaotischer Bewegungen	267
8.3	Beispiele	271
8.3.1	Der Reibungsschwinger mit Fremderregung	272
8.3.2	Der Duffing-Schwinger	279
	Lösungen der Aufgaben	282
	Literaturverzeichnis	289
	Sachwortverzeichnis	294