

Sachwortverzeichnis

- Abtastregler 39
- Abtastsystem 19
- Abweichungen
 - von einem Ruhezustand (Ruhelage) 50, 52, 62, 90, 219, 283
 - von der Zielruhelage 217
- Allgemeines Verfahren zur Ermittlung von Ljapunow-Funktionen 211
- Amplitude
 - einer Dauerschwingung 33, 110, 164
 - eines Grenzzykus 122
- Anfangsbedingung 30, 70, 73, 80, 99, 179
- Anfangszustand 94, 142, 144, 147, 168, 179
- Ankerstromregelung 157
- Ansprechzone 39
- Anwendung
 - der Direkten Methode 194, 218ff., 232ff., 252ff.
 - des Kriteriums der asymptotischen Stabilität im großen 202, 205
- Arbeitspunkt
 - Linearisierung um den - 218
- Arten nichtlinearer Übertragungsglieder 23
- Asymptoten 83, 84
 - anstieg 83
- asymptotisch
 - semistabiler Grenzzykus 107, 127
 - stabiler Grenzzykus 106, 107, 110, 127
 - stabile Ruhelage 59, 60, 104, 114, 127, 135, 182, 186
 - stabile Ruhezone 128
- asymptotische Stabilität
 - im ganzen 183
 - im großen 186, 187
 - im kleinen 182
- Attraktoren 114
- Ausgangsgleichung 29, 30
- Ausgangsrückführung 276ff.
 - Entwurf nichtlinearer - 274ff.
- autonomes Differentialgleichungssystem 69
- Bahnstabilität 94, 95, 104
- Beanspruchung der Stelleinrichtung 141, 154
- Bedingung für einen Grenzzykus 121
- Begrenzung
 - in der Stelleinrichtung 28
 - mit Hysterese 39
 - Verstärker mit - 32
- Begrenzungskennlinie 18, 38, 100
- Beharrungszustand 41
- Beobachter
 - nichtlinearer - 275
- Beschränkung der Stellgröße 146
- Bewegung
 - aperiodische - 60
 - oszillierende - 60
- bilineares System 236
- charakteristische Gleichung 80, 82, 83, 87, 221
- Cholesky-Verfahren 267
- Dämpfung
 - geschwindigkeitsproportionale - 177
- Dauerschwingung 34, 58, 93, 104, 129, 164, 168, 172
 - Amplitude einer - 33, 110, 164
 - Frequenz einer - 33
 - Periode einer - 94, 110, 164
- Diagonalform von \underline{A} 196
- differentialgeometrische Methode 268
- Differentialgleichung
 - Differenzen- 116
 - 1. Ordnung 70
 - homogene - 81
 - inhomogene - 80
 - singulärer Punkt der - 90
 - 2. Ordnung 69ff.
- Differentialgleichungssystem
 - autonomes - 69
- Differenzen-Differentialgleichung 116
- Direkte Methode 177ff.
 - Anwendung der - 194, 218ff., 232ff., 252ff.
 - Grundgedanke der - 177ff., 181
- Doppel-I-Verhalten
 - Regelung mit Begrenzung und - 103
- Dreiecksschwingung 33
- Dreipunktglied 176
 - Schaltlinien des - 167
- Dreipunktkennlinie 34
 - Gleichung der - 35
 - mit Hysterese 37, 167
- Durchlaufungsrichtung einer Trajektorie 56, 71, 77
- Durchlaufungszeit 172

- ebenes Schwebependel 45
- Eigenschwingung 171
 - der NL-Rückführung 171
- Eigenvektoren 196
- Eigenwerte 62ff., 196
- Eingrößensystem 66
- einparametrische Lösungsschar 70
- Einzugsbereich einer Ruhelage 59, 60, 99, 182, 222
- Endzustand
 - gewünschter - 147
- Energie
 - betrachtung 177
 - funktion 177
- entkoppelte Zustandsgleichungen 82
- Entwurf nichtlinearer Ausgangsrückführungen 274ff.
- Entwurf strukturschaltender Regelungen 129ff., 232ff.
- erste Methode von Ljapunow 181
- erste Näherung
 - Methode der - 181, 218ff., 283
 - Stabilitätskriterium nach der - 221
- Faltungsintegral 19
- Feder-Masse-System 72
- Federrückstellkraft 40
- Feldbaum
 - Satz von - 145ff.
- Festwertregelung 41, 46
- Funktion
 - positiv definite - 190ff.
- gebrochene Schaltlinie 109
- Gegenkopplung 228
- geneigte Schaltgerade 97
- gesicherter Teil des Einzugsbereichs 186, 268
- Gewichtsfunktion 22
- gewünschter Endzustand 147
- Gleichgewichtszustand 41
- Gleichstrommotor 24, 228, 269
- Gleichung
 - charakteristische - 80, 82, 83, 87, 221
- Gleitvorgang 97, 98, 153
- Gleitzustand
 - Benutzung des - 134ff.
 - Nachteil des - 141
- Glied
 - Dreipunkt - 176
 - LZI - 22
 - R - 22
 - TZ - 23
 - Zweipunkt - 32, 93, 96, 109, 117, 133
- global asymptotisch stabile Ruhelage 60, 63, 99, 127, 132, 135, 137, 180, 184, 185, 187
- global asymptotisch stabiler
 - Knotenpunkt 87
 - Strudelpunkt 86
- Grenzkurve 109
- Grenzzyklus 105, 111, 119, 120, 124, 125, 126, 182
 - allgemeine Bedingung für einen - 121
 - Amplitude eines - 122
 - asymptotisch semistabiler - 107, 127
 - asymptotisch stabiler - 106, 107, 110, 127
 - Existenz von - 113
 - instabiler - 107, 127, 129
 - Periode des - 112, 122, 124
 - Regelkreis mit - 108, 119
 - Stabilitätsverhalten des - 125
- Gütemaß 142
- Gütemaßangleichung 264
 - Methode der - 253ff.
 - Wirksamkeit der - 274, 289
- Harmonische Balance 127
- Höchstpunkte 184
- Höhenlinien 184
 - karte 184
- Hurwitz
 - Determinante 226
 - Kriterium 130, 226
- Hysterese
 - Begrenzung mit - 39
 - Dreipunktkennlinie mit - 37
 - kennlinie 37, 110
 - Regelkreis mit - 48
 - Totzone mit - 39
 - Zweipunktglied mit - 37, 108, 127, 162
- IL-Funktion 196, 262
 - Vorzug der - 198
- implizite Ljapunow-Funktion 252
- instabil nach innen 127
- instabiler
 - Grenzzyklus 107, 127, 129
 - Strudelpunkt 86
- instabile Ruhelage 53, 91, 127, 189
- Instabilität
 - der Ruhelage 66
 - Kriterium der - 189
- Isoklinen 71
- Kaskadenregelung 156
- Kennlinie
 - aus achsenparallelen Geraden - stücken 37

- der Trocken (Coulombschen)
 - Reibung 37
- Dreipunkt - 34
- Hysterese - 37
- krumme - 40
- mehrdeutige - 37
 - nglied 26, 31
- nichtgeradlinige - 18
- nichtlineare - 28
- stückweise lineare - 38
- Zweipunkt - 31
- Kennlinienglied 26, 31
- Knickpunkte 114
- Knickstelle einer nichtlinearen Kennlinie 220
- Knotenpunkt 82, 87, 88, 101, 137
 - global asymptotisch stabiler - 87
- komplexe Übertragungsfunktion 19
- Konstruktion von Ljapunow-Funktionen 189ff.
- Koordinatentransformation der Zustandsebene 81, 87
- Kreiskriterium 217
- Kriterium
 - der asymptotischen Stabilität im
 - ganzen 183
 - großen 186, 187
 - kleinen 182
 - der Instabilität 189
 - für die schwache Stabilität 188
- Kreis - 217
- Popow - 217
- von Sylvester 192, 193
- kritischer Fall 222
- Kronecker-Produkt 253ff.
- Kurvenintegral 71, 116

- Lageregelung 100, 157
- Laplace-Transformation 19
- Leonard-Satz 158
- lineare Differentialgleichung 2. Ordnung 68
- lineare Vergleichsregelung 261
- linearisiertes System 220
- Linearisierung 52
 - der Schaltlinie 153
 - um den Arbeitspunkt 218
- Linearitätsrelation 18
- Linkseigenvektoren 199
- Ljapunow-Funktion 181, 189, 239
 - ideale - 196
 - implizite - 252
 - Konstruktion von - 189ff.
 - Niveauhypereflächen der - 262
 - spatförmige - 252
- Ljapunow-Funktionen aus quadratischen Formen 190
- Ljapunow-Gleichung 195, 214, 241, 256
 - Lösung der - 195, 256
- Ljapunowscher Stabilitätsbegriff 53ff., 60, 61
- Lösung der Ljapunow-Gleichung 195, 256
- Lösung der Zustandsdifferentialgleichungen 42, 55
- Lösungsschar
 - einparametrische - 70
- LZI-Glied 22

- Magnetisierungskennlinie 24
- Maximalzahl der Umschaltungen 146
- mehrdeutige Kennlinie 37
- Mehrgrößensystem 66
- Meßvektorrückführung 276
- Methode
 - der ersten Näherung 181, 218ff., 283
 - der Gütemaßangleichung 253ff.
 - differentialgeometrische - 268
 - von Aiserman 211, 260
- m-facher Eigenwert 63
- Mitkopplung 228
- Modalkoordinaten 197
- Multiplizierglied 20, 27, 32

- Nachteil des Gleitzustandes 141
- Nachteile der optimalen Regelung 152
- Neigung der Schaltgeraden 95
- negativ
 - definit 181
 - semidefinit 179
- nichtgeradlinige Kennlinie 18
- nichtlineare
 - Kennlinie 28
 - Rückführung 166ff.
 - Standardregelung 50ff.
 - Systeme 1. Ordnung 162ff.
- nichtlineare Kennlinie
 - Sprung- und Knickstellen einer - 220
- nichtlinearer
 - Beobachter 275
 - Regelkreis 28, 46
 - Standardregelkreis 52
- nichtlineares
 - System 17
 - Übertragungsglied 18
- Niveauhypereflächen der Ljapunow-Funktion 262
- Niveaulinien 184
- NL-Rückführung 166ff.
- nordwestliche Unterdeterminanten 192, 226

- Operator eines Übertragungsgliedes 17
- optimale
- Schaltlinie 149
 - Steuerfunktion 143, 145
 - Trajektorie 143
- optimales Regelungsgesetz 143, 150, 151
- Optimierung 142
- Ordnungsreduktion 156
- Oszillieren der Stellfunktion 99
- Parabeln 75, 76, 92
- Parametersteuerung 129
- Partialbruchzerlegung 42, 62, 80, 87
- PD-Regler 96, 129, 175
- idealer - 152
 - realer - 129
- Pendel 45
- gedämpftes - 60
 - ungedämpftes - 54, 91
- Pendeltrajektorien
- Gleichung der - 56
- Penrose-Theorem 266
- Periode
- einer Dauerschwingung 94, 110, 164
 - eines Grenzyklus 112, 122, 124
- Permutationsmatrix 257
- Phasenebene 69, 80
- PID-Regler 39, 100
- PI-Regler
- schaltender - 166ff.
- Polarkoordinaten 85
- Popow-Kriterium 217
- positiv definit 179
- Funktion 190ff.
 - symmetrische Matrix 196
- P-Regler 130
- Pseudo-Inverse 266
- quadratische Form 191
- Determinante der - 192
 - negativ definite - 194
 - positiv definite - 192
- quadratische Pseudo-Form 193
- rationale Funktion 22
- Reduktion der Zustandsdifferentialgleichungen 70, 71
- Regeleinrichtung 28
- Regelkreis
- mit Begrenzung 100
 - und Doppel-I-Glied 103
 - mit Grenzyklus 108, 119
 - mit Hysterese 48
 - mit Relaiskennlinie 92ff.
 - mit stückweise linearer Kennlinie 100
 - mit Totzeit 115ff.
 - mit Totzone, TZ-, I- und P-T₁-Glied 128
 - mit Zweipunktglied
 - , I- und P-T₁-Glied 98
 - mit Hysterese, I- und P-T₁-Glied 108
 - und Doppel-I-Glied 92
 - , TZ-, I- und P-T₁-Glied 119
 - , TZ- und Doppel-I-Glied 115
 - nichtlinearer - 28, 46
- Regelung
- Ankerstrom- 157
 - Lage- 100, 157
 - strukturumschaltende - 129ff., 232ff.
 - suboptimale - 152
 - zeitoptimale - 144ff., 239
- Regelungsgesetz
- optimales - 143, 150, 151
 - suboptimales - 152, 155
- Reibung
- Trockene (Coulombsche) - 72
- Relais 32
- kennlinien 37, 100
 - regler 28
- Restglied 91, 219
- R-Glied (rationales Übertragungsglied) 22
- Eigenwerte des - 62
- Robustheit bei strukturumschaltender Regelung 140
- Rührkesselreaktor 279
- Ruhelage 41ff., 75, 77, 81, 82, 86, 97, 126, 165
- Abstand von der - 239
 - Abweichungen von der - 50, 52, 62, 90, 219, 283
 - asymptotisch stabile - 59, 60, 104, 114, 127, 135, 182, 186
 - eines linearen Systems 67
 - Einzugsbereich der - 59, 60, 99, 182, 222
 - global asymptotisch stabile - 60, 63, 99, 127, 132, 135, 137, 180, 184, 185, 187
 - instabile - 53, 91, 127, 189
 - Instabilität der - 66
 - Linearisierung um die - 89
 - praktisch asymptotisch stabile - 183
 - schwach stabile - 59
 - stabile - 53, 59, 63, 104, 131, 188
 - Stabilitätsverhalten der - 95, 125
 - Umgebung der - 53, 55, 91

- Ruhelagen
 mehrere - 48
 Ruhezone
 asymptotisch stabile - 128
 Ruhezustand 41, 142, 144
 Abweichungen von einem - 52
- Sättigungskennlinie 38
 Sattelpunkt 83, 88, 91, 137, 184
 Satteltrajektorien 137
 Schaltbedingungen 99, 108
 schaltender PI-Regler 166
 Schaltfunktion 238
 Schaltgerade 95, 134
 Gleichung der geneigten - 97
 Schaltgesetz 137, 139
 Schaltlinie 93, 116, 117, 119, 122
 - des Zweipunktgliedes mit Hyste-
 rese 163
 gebrochene - 109
 Linearisierung der - 153
 optimale - 149
 Schaltlinien des Dreipunktgliedes mit
 Hysterese 167
 Schaltvariable 133, 136, 139, 234
 Schaltvorschrift 133
 Schaltzustand 134
 Scheitelpunkt der Trajektorien 56,
 71
 Scheitelwert 111
 schwach stabile Ruhelage 59
 schwache Stabilität
 Kriterium für die - 188
 Schwerependel
 ebenes - 45
 Sektorbedingung 216
 Separatrix 57
 Signalfußplan 26
 Signumfunktion 32, 133
 singuläre Punkte der
 - Differentialgleichung 90
 - Zustandsdifferentialgleichungen
 56
 spatförmige Ljapunow-Funktion
 252
 Sprungstelle 31, 114
 - einer nichtlinearen Kennlinie
 220
 stabile Ruhelage 53, 59, 63, 104,
 131, 188
 Stabilisierung in der Zustandsebene
 97, 129ff.
 Stabilität
 schwache - 188
 Stabilitätsanalyse in der Zustands-
 ebene 92ff.
 Stabilitätsbegriff
 Ljapunowscher - 53ff., 60, 61
 Stabilitätskriterien 182ff.
- Stabilitätskriterium nach der ersten
 Näherung 221
 Stabilitätsverhalten
 - eines Systems 67
 - im ganzen 183
 - im großen 186, 187
 - im kleinen 182
 - von Grenzzyklen 106ff.
 Standardregelkreis
 nichtlinearer - 52
 Standardregelung
 nichtlineare - 50ff.
 stationärer Zustand 41, 46
 Stelleinrichtung
 Beanspruchung der - 141, 154
 Begrenzung in der - 28
 Steuerfunktion
 optimale - 143, 145
 zeitoptimale - 145, 148
 Störfähigkeit 96, 130, 182
 Strömungswiderstand 40
 Strudelpunkt 86, 88, 101, 137
 global asymptotisch stabiler - 86
 instabiler - 86
 Trajektorienschar des - 139
 Strukturbild 26, 30
 strukturoptimaler Regler 234
 Strukturumschaltung
 - ohne Gleitzustand 129ff., 232ff.
 - mit Gleitzustand 134ff.
 Vorteil der - 233
 strukturvariables System 129
 suboptimale Regelung 152ff.
 Summierglied 20
 Superpositionsprinzip 18
 Sylvester
 - Gleichung 255
 Kriterium von - 192, 193
 System
 bilineares - 236
 - 1. Ordnung 162ff.
 linearisiertes - 220
 schwingungsfähiges - 177
 strukturumschaltendes - 232
 Systeme höherer Ordnung in der
 Zustandsebene 156ff.
- Teilzustandsrückführung 276
 Temperaturregelung 32, 98
 Tiefpunkte 184
 Totzeitglied 23, 115
 Regelkreis mit - 115ff.
 Totzone 38, 127
 - mit Hysterese 39
 Trajektorien 42, 55, 57, 63, 68ff., 77,
 82, 83, 90, 91, 93, 97, 99, 101, 104,
 106, 107, 109, 110, 111, 119, 125,
 126, 129, 130, 131, 133, 134, 163, 185

- asymptotisch stabile - 177
- Scheitelpunkt der - 56, 71
- Transformation
 - der Koordinaten der Zustands-
ebene 81, 87
- Trennung der Veränderlichen 55, 73,
75, 78, 131
- Überlagerungsprinzip 17
- Übertragungsfunktion
 - komplexe - 19
- Übertragungsglied 17
 - nichtlineares - 18
 - Operator des - 17
 - zeitinvariantes - 20
 - zeitvariantes (zeitvariables) - 20
- Übertragungsglieder
 - Arten nichtlinearer - 23
- Übertragungsstabilität 61
- Umgebung der Ruhelage 52, 55, 91
- Umkehrfunktion 26
- Umschaltstrategie 132, 233
 - mittels einer Ljapunow-
Funktion 237
 - Vorteile einer - 242
- Umschaltung 80, 97, 109
- Umschaltungen
 - Maximalzahl von - 146
- Vektordifferentialgleichung 42
- Vektorisierungsoperator 253ff.
- verallgemeinerter Abstand 239
- Verfahren von Aiserman 211ff., 260
- Verladebrücke 244ff.
- Verschiebungsprinzip 21
- Verstärker mit Begrenzung 32
- Verstärkungsprinzip 17
- Vietasche Wurzelsätze 227
- vollständige Zustandsrückführung
274
- Vorzeichenfunktion 32
- Vorzug der IL-Funktionen 198
- Walzprozeß einer Blockstraße 158
- weiche strukturvariable Regelung
251
- Wirbelpunkt 86, 88, 91, 104, 137
- Wirkplan 26
- zeitoptimale Regelung 144ff., 239
- Zielruhelage
 - Abweichung von der - 271
- Zustand
 - Beharrungs- 41
 - Gleichgewichts- 41
 - stationärer - 41, 46
- Zustandsbeobachter 250, 275
- Zustandsbeschreibung 28
- Zustandsebene 69, 84, 105, 107, 109,
116, 156
 - Koordinatentransformation der -
81, 87
 - Stabilisierung in der - 97, 129ff.
 - Stabilitätsanalyse in der - 92ff.
 - Systeme höherer Ordnung in der -
156ff.
- Zustandsgleichungen 30, 41
- Zustandsdifferentialgleichungen 29,
30, 61, 63, 69, 75, 77, 81, 83, 84, 87,
90, 110, 114, 130
 - des Reihenschlußmotors 230
 - homogene - 62
 - Lösung der - 42, 55
 - Reduktion der 71
 - singuläre Punkte der - 56
 - vektorielle Form der - 42
- Zustandsraum 41, 60, 128
- Zustandsrückführung
 - vollständige - 274
- Zustandsvariablen 28ff.
- Zustandsvektor 30
- Zweipunktglied 32, 93, 96, 109, 117,
133
 - mit Hysterese 37, 108, 127, 162
- zweite Methode von Ljapunow 181