

# FREQUENZGANG- UND WURZELORTSKURVEN- VERFAHREN

VON

HELMUT SCHWARZ

WISSENSCHAFTLICHER RAT UND PROFESSOR AN DER TU HANNOVER



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM/ZÜRICH

HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

# INHALTSVERZEICHNIS

1. Übertragungsverhalten des linearen Eingrößenregelkreises	9
1.1 Einleitung	9
1.2 Die komplexe Übertragungsfunktion eines Systems	14
1.3 Zum Stabilitätsproblem	19
1.4 Klassifizierung von Kinfachsystemen	22
2. Frequenzgangverfahren	27
2.1 Die Frequenzgangfunktion	27
2.2 Darstellung von $F(i\omega)$ in der $F(s)$ -Ebene	32
2.3 Das BODE-Diagramm	33
2.4 Das NICHOLS-Diagramm	44
3. Stabilitätsuntersuchung mittels Frequenzgangortskurven	53
3.1 Folgerungen aus dem CAUCHYSchen Integralsatz	53
3.2 Das Stabilitätskriterium von LBONHARD, CBEMBR und MICHATLOW	56
3.3 Das NYQUIST-Kriterium	60
3.4 Das NYQUIST-Kriterium für wichtige Spezialfälle	66
3.5 Das NYQUIST-Kriterium im BODE- und NICHOLS-Diagramm	73
4. Frequenzganganalyse von Zweigrößenregelkreisen	78
4.1 Einführung	78
4.2 Die charakteristische Gleichung des Zweigrößenregelkreises	83
4.3 Der Zweifachregelkreis im BODE- und NICHOLS-Diagramm	87
5. Das Wurzelortskurvenverfahren (WOK-Verfahren)	93
5.1 Einführung	93
5.2 Regeln zur Konstruktion von WOKn für gegengekoppelte Systeme	98

5.3 Regeln zur Konstruktion von WOKn für mitgekoppelte Systeme. . . . .	104
5.4 Spezielle geometrische Konstruktionen einfacher WOKn	106
5.5 Beispiele zum WOK-Verfahren. . . . .	114
5.6 Behandlung von Zweifachregelkreisen im WOK-Diagramm. . . . .	122
5.7 Wurzelortskurven in Abhängigkeit beliebiger Parameter. . . . .	129
<i>Tabellen.</i> . . . . .	135
1.1 Formeln zur Laplace-Transformation. . . . .	136
1.2 Blockschaltbildalgebra . . . . .	145
1.3 Beispiele zur Klassifizierung stabiler Systeme . . . .	147
1.4 Komplexe Übertragungsfunktionen von Reglern . . . .	149
2.1 Formeln zur Fourier-Transformation. . . . .	152
2.2 Ortskurven von Regelstreckengliedern. . . . .	154
2.3 Ortskurven von Reglern. . . . .	157
<i>Literatur.</i> . . . . .	159
<i>Sachverzeichnis.</i> . . . . .	160