

Informatik-Fachberichte 177

Herausgegeben von W. Brauer
im Auftrag der Gesellschaft für Informatik (GI)

Lutz Voelkel
Jürgen Pliquett

Signaturanalyse

Theoretische Grundlagen und Probleme;
Ausblick auf Anwendungen



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo

Autoren

Lutz Voelkel

Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Sektion Mathematik
Jahnstraße 15a, DDR-2200 Greifswald

Jürgen Pliquett

VEB Nachrichtenelektronik Greifswald
Brandteichstraße 25, DDR-2200 Greifswald

CR Subject Classifications (1987): B.6.2, B.7.3, D.2.5, G.2.2

Alleiniges Vertriebsrecht für alle nichtsozialistischen Länder
beim Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo

ISBN-13:978-3-540-50244-9 e-ISBN-13:978-3-642-74025-1
DOI: 10.1007/978-3-642-74025-1

© Akademie-Verlag Berlin 1989

2145/3140 – 543210

Vorwort

Die Signaturanalyse ist eine spezielle Methode der Fehlerdiagnose komplexer digitaler Schaltungen, bei der lange Signalfolgen durch rückgekoppelte Schieberegister komprimiert werden. Die zunehmende Verbreitung und Weiterentwicklung dieser Methode erschließen einerseits neue Anwendungen "klassischer" Theorien aus dem Grenzgebiet zwischen Informatik und Algebra, führen aber andererseits auch zu einem eigenständigen Interesse an einer umfassenden Darstellung und am weiteren Ausbau bestimmter für diese Anwendung relevanter Teilgebiete der Theorien. Es gibt zwar zahlreiche Lehrbücher, in denen lineare Automaten, insbesondere Schieberegister, eine wesentliche Rolle spielen, aber spezielle Untersuchungen zu theoretischen Problemen der Signaturanalyse sind bisher nur in Einzelarbeiten zu finden. Mit diesem Buch unternehmen wir den Versuch, eine ausführliche zusammenhängende Darstellung von theoretischen Grundlagen und Problemen der Signaturanalyse vorzulegen. Darüber hinaus soll es (auch dem an Anwendungen interessierten Leser) einen Überblick über die in etwa zehn Jahren recht umfangreich gewordene Literatur zur Signaturanalyse geben.

Wir danken den Kollegen der Hauptabteilung TM des VEB Nachrichtenelektronik Greifswald, insbesondere Herrn Dipl.-Ing. G. Krohn, für ausgezeichnete Arbeitsmöglichkeiten in den verschiedenen Etappen der Bearbeitung von Problemen der Signaturanalyse, einschließlich der Manuskriptfertigstellung.

Unser Dank für wertvolle fachliche Hinweise und für Unterstützung bei der Literaturbeschaffung gilt zahlreichen Kollegen, vor allem Herrn Dr.Gössel, dem wir auch die Anregung zu diesem Buch verdanken, und den Kollegen Dr.Albrecht, J.Exner, Dr.Hübner, Dr.Leisengang, Dr.Schütz, Dr.Will und Dr.Zech.

Dem Akademie-Verlag, insbesondere Frau Dipl.-Phys. G. Lagowitz, danken wir für die sehr gute Zusammenarbeit.

L. Voelkel
J. Pliquett

Verzeichnis der Sätze, Beispiele, Formeln und Abbildungen

Satz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Seite	39	40	42	49	51	54	58	68	74	76	82	83	85	95	97	100

Satz	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Seite	101	101	101	106	109	115	116	120	122	125	125	128	129	131	132	138

Satz	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Seite	141	142	144	144	146	148	148	150	153	156	157	167	168	168	171	172

Satz	49	50	51	52	53	54	55
Seite	172	173	174	175	176	176	177

Beispiel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seite	34	40	45	50	62	70	73	87	90	95	98	103	107	109	112

Beispiel	16	17	18	19	20	21	22	23
Seite	113	119	123	127	145	155	165	170

Formel	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Seite	33	33	33	33	33	33	33	39	39	42	44	44	47	48	48	49

Formel	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Seite	51	53	56	56	57	59	59	60	61	65	65	66	66	68	68	79

Formel	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
Seite	79	80	93	104	109	110	114	121	154	154	165	165	165	165	168	168

Formel	47	48
Seite	171	174

Abbildung	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14
Seite	32	36	55	85	94	114	164	164	182	184	185	198	200	201

Inhaltsverzeichnis

1.	<u>Einführung</u>	9
1.1.	Vorbemerkungen	9
1.2.	Mathematische Grundlagen	11
1.2.1.	Grundlegende Bezeichnungen	11
1.2.2.	Strukturen	13
1.2.3.	Graphen	13
1.2.4.	Algebraische Strukturen	15
1.2.5.	Polynome	17
1.2.6.	Vektorräume und Matrizen	19
1.3.	Fehlerdiagnose digitaler Schaltungen	23
1.3.1.	Grundbegriffe	23
1.3.2.	Methoden und Probleme der traditionellen Fehlerdiagnose	24
1.3.3.	Kompaktverfahren	26
2.	<u>Signaturregister: Theorie</u>	31
2.1.	Signaturregister mit Einzeleingabe	31
2.1.1.	Definitionen	31
2.1.2.	Linearität und Superposition	39
2.1.3.	Signaturregister als lineare Automaten	46
2.1.3.1.	Definitionen und grundlegende Eigenschaften	46
2.1.3.2.	Systemmatrix eines Signaturregisters	51
2.1.3.3.	Signaturregister zweiter Art	55
2.1.3.4.	Ausgabeverhalten von Signaturregistern, Polynomdivision	65
2.1.3.5.	Zustandsraum eines Signaturregisters	73
2.1.4.	Dekomposition von Signaturregistern mit reduzierbarem Rückführungspolynom	85
2.1.5.	Autonome Signaturregister	99
2.1.5.1.	Nicht ausgeartete autonome Signaturregister	100
2.1.5.2.	Ausgeartete autonome Signaturregister	114
2.1.6.	Erreichbarkeitsgraph eines Signaturregisters	121
2.1.7.	Maskierung	140
2.1.7.1.	Allgemeine Maskierungsaussagen	141
2.1.7.2.	Maskierung spezieller Fehlfolgen	144

2.1.7.3.	Untersuchungen zur Maskierungswahrscheinlichkeit	153
2.1.7.4.	Klassifizierungen von Signaturregistern	159
2.1.8.	Ergänzungen und Bemerkungen	163
2.2.	Signaturregister mit Paralleleingabe	164
2.2.1.	Definitionen und grundlegende Eigenschaften	164
2.2.2.	Maskierung	172
2.2.3.	Ergänzungen und Bemerkungen	177
3.	<u>Signaturregister: Anwendungen</u>	179
3.1.	Signaturanalyse als Kompaktverfahren zur Fehlerdiagnose	179
3.1.1.	Realisierungsmöglichkeiten	180
3.1.2.	Signaturbildung durch Hardware	181
3.1.2.1.	Fehlersuche mit Signaturanalsator	181
3.1.2.1.1.	Einsatzvoraussetzungen	181
3.1.2.1.2.	Prinzipieller Ablauf	183
3.1.2.1.3.	Teststrategie für Geräte mit Mikroprozessoren	184
3.1.2.1.4.	Probleme	187
3.1.2.1.5.	Richtlinien für den Entwurf	189
3.1.2.2.	Signaturanalyse im Produktionstest	190
3.1.2.3.	Geräte zur Signaturanalyse	191
3.1.3.	Signaturbildung durch Software	193
3.1.4.	Signatúrauswertung	193
3.2.	Signaturregister zur Testdatenerzeugung	196
3.3.	Selbsttest durch Signaturanalyse	197
3.4.	Signaturregister zum Datentest	200
3.5.	Ergänzungen und Bemerkungen	202
	<u>Anhang</u>	203
	<u>Literaturverzeichnis</u>	209
	<u>Sachwortverzeichnis</u>	219