

# INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung .....	1
1.1	Probleme der Fehlerdiagnose bei speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) in der automatisierten Fertigung .....	1
1.2	Übersicht .....	6
2.	Grundlegende Begriffe bei der Fehlerdiagnose und Kommunikation bei speicherprogrammierbaren Steuerungen .....	8
2.1	Grundlegende Begriffe bei der Fehlerdiagnose .....	8
2.1.1	Zuverlässigkeit .....	8
2.1.2	Fehlertoleranz .....	11
2.1.3	Fehlerdiagnose .....	14
2.2	Grundlegende Begriffe und Konzepte bei der Kommunikation in verteilten Echtzeitsystemen .....	18
2.2.1	Das Architekturkonzept verteilter Systeme .....	18
2.2.2	Begriffe einer automatisierten Fertigung .....	19
2.2.3	Hierarchisches Strukturmodell einer automatisierten Fertigung .....	20
2.2.4	Fertigungsgruppe in der automatisierten Fertigung .....	22
2.3	Stand der Technik .....	23
2.3.1	Einführung .....	23
2.3.2	Analyse der Selbstdiagnose einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	26
2.3.2.1	Verteilung der auftretenden Fehler bei SPS .....	26
2.3.2.2	Fehlerdiagnose-Verfahren bei einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	28
3.	Entwurf eines Verfahrens zur Fehlerdiagnose an den Ein/Ausgängen einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	31
3.1	Vorüberlegungen .....	31
	Analyse der Fehlerdauer während eines Programmzyklus der SPS .....	31
	Fehlermodell .....	33
	Anforderungen an die Fehlererkennung und -lokalisierung .	35

3.2	Beschreibung des Diagnoseverfahrens .....	35
	Prinzip .....	35
	Prinzip Schaltbild .....	37
	Berechnung der Leitungsspannung .....	39
	Zuordnung der Fehler zu den Spannungsbereichen .....	40
3.3	Diagnose-Hardware .....	45
	Analyse der Lösungsmöglichkeiten .....	45
	Weitere Anforderungen an die Diagnose-Hardware .....	46
	Diagnose-Hardware-Einheit .....	49
	Diagnose-Hardware-Modul .....	51
	Kommunikation zwischen Diagnose-Hardware und Diagnose- Prozessor .....	53
4.	Realisierung und Verifikation des Diagnoseverfahrens .....	54
4.1	Realisierung des Diagnosesystems .....	54
4.2	Echtzeitsimulation der Diagnose-Hardware .....	55
4.2.1	Aufbau der Diagnose-Hardware-Einheit .....	55
4.2.2	Aufbau des Diagnose-Hardware-Moduls .....	59
4.2.3	Die Benutzeroberfläche zur Konfiguration des RAMs .....	63
4.3	Simulation der Testumgebung .....	66
4.3.1	Beschreibung des Umfeldes .....	66
4.3.2	Simulation der speicherprogrammierbaren Steuerung .....	68
4.3.3	Beschreibung des Fehlergenerators .....	68
4.3.4	Simulation des Diagnose-Prozessors .....	72
4.3.5	Beschreibung des Auswerterechners .....	77
4.4	Experimentelle Ergebnisse und Bewertung der Simulation des Fehlerdiagnosesystems .....	83
5.	Der Watchdog-Prozessor für ein echtzeitfähiges Diagnosesystem einer speicherprogrammierbaren Steuerung .....	95
5.1	Motivation .....	95
5.2	Fehlerorte im Steuerungssystem .....	97
5.3	Derzeit realisierte Systemlösungen .....	97
5.4	Der Watchdog-Prozessor zur Überprüfung der Abfolge, Zeitab- hängigkeit und Semantik von Anweisungen in einem SPS-Programm	99
5.4.1	Einführung des Konzeptes .....	99
5.4.2	Prozeßbetrachtung .....	99
5.4.3	Die Gewichtung .....	101
5.4.4	Die Zeitabhängigkeit .....	102

5.4.5	Überprüfung der Anweisungen durch bitweisen Vergleich .....	103
5.5	Das Gesamtsystem der Diagnose .....	105
5.6	Zusammenfassung .....	107
5.7	Ausblick .....	108
6.	Kommunikation auf der Ebene der Bearbeitungsstation.....	110
6.1	Einleitung.....	110
6.2	Hardware und Software des Testbeds zur Kommunikation .....	113
6.2.1	Hardware und Software des Realtime Interface Co-Processors ..	113
6.3	Kommunikation zwischen den drei Ebenen .....	116
6.3.1	Kommunikation zwischen dem PC/AT und dem Realtime Interface Co-Processor .....	116
6.3.2	Realisierung der Kommunikation zwischen dem Realtime Inter- face Co-Processor und den speicherprogrammierbaren Steuer- ungen .....	121
6.4	Reaktionszeit der Kommunikation zwischen dem Realtime Inter- face Co-Processor und den speicherprogrammierbaren Steuerun- gen .....	125
6.5	Hierarchische Fehlerdiagnose bei einer Bearbeitungsstation ..	127
7.	Zusammenfassung und Ausblick .....	132
	Literaturverzeichnis .....	134
	Anhang A .....	142
	Anhang B .....	154
	Anhang C .....	155