

Jörg Kahlert

Einführung in WinFACT

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

Stand: März 2018

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	11
1 Der erste Schritt – Installation von WinFACT	15
1.1 Ablauf des Installationsvorgangs	15
1.2 Verfügbare Programmversionen und Lizenzformen	17
1.3 Installation weiterer Komponenten	18
2 Aller Anfang ist schwer – ein erster Streifzug durch WinFACT	19
2.1 Was ist WinFACT?	19
2.2 WinFACT-Programmkomponenten	21
2.3 WinFACT-Dateioperationen.....	25
2.4 WinFACT-Dateitypen.....	28
2.5 Arbeiten mit Blocklisten	29
2.6 Arbeiten mit Übertragungsfunktionen	31
3 Blockorientierte Simulation mit BORIS	34
3.1 Übersicht	34
3.1.1 Anwendungsbereiche von BORIS.....	34
3.1.2 Komponenten des BORIS-Hauptfensters	35
3.1.3 Laden und Speichern von Dateien	38
3.2 Einführendes Beispiel: Simulation einer Kfz-Dynamik	40
3.2.1 Blockschaltbild des Kfz-Modells	40
3.2.2 Umsetzung in BORIS	41
3.2.3 Einfügen und Anordnen der Systemblöcke	42
3.2.4 Parametrieren der Blöcke	46
3.2.5 Ziehen der Verbindungen.....	54
3.2.6 Simulation	61
3.2.7 Kommentierung der Simulationsstruktur	63
3.3 Arbeiten mit Systemblöcken	68
3.3.1 Erscheinungsbild von Blöcken	68
3.3.2 Einfügen neuer Blöcke	70
3.3.3 Selektieren von Blöcken.....	70
3.3.4 Verschieben von Blöcken.....	71
3.3.5 Löschen von Blöcken.....	72
3.3.6 Drehen von Blöcken.....	72
3.3.7 Kopieren und Einfügen von Blöcken	73
3.3.8 Parametrierung von Blöcken	74

3.3.9	Passive Blöcke	75
3.3.10	Ändern der Blockgröße.....	77
3.3.11	Arbeiten mit Blockkommentaren.....	78
3.4	Verbindungen.....	81
3.4.1	Automatische und manuelle Verbindungen	82
3.4.2	Ziehen automatischer Verbindungen.....	83
3.4.3	Ziehen und Bearbeiten manueller Verbindungen	85
3.4.4	Umwandeln von Verbindungen	88
3.4.5	Löschen von Verbindungen.....	88
3.4.6	Farben von Verbindungen	88
3.4.7	Anzeige der Blockverbindungen.....	89
3.5	Arbeiten mit Signalquellen und -senken.....	90
3.6	Alles unter Kontrolle – Steuerung der Simulation.....	92
3.6.1	Grundlegende Simulationsparameter	92
3.6.2	Starten und Stoppen der Simulation.....	93
3.6.3	Einzelschrittmodus und Breakpoints.....	94
3.6.4	Hinweise zur Wahl von Schrittweite und Integrationsverfahren	96
3.6.5	Arbeiten im Echtzeitbetrieb.....	98
3.6.6	Kontrollausgaben während der Simulation	100
3.6.7	Überwachung von Blöcken.....	101
3.6.8	Parameteränderungen während der Simulation	102
3.6.9	Was tun bei algebraischen Schleifen?.....	103
3.7	Arbeiten mit Exportparametern	104
3.7.1	Bedeutung von Exportparametern.....	104
3.7.2	Simulationsgesteuerte Variation von Exportparametern.....	106
3.8	Arbeiten mit Superblöcken	109
3.8.1	Wozu dienen Superblöcke?.....	109
3.8.2	Erstellung von Superblöcken.....	110
3.8.3	Ein- und Ausgänge von Superblöcken	113
3.8.4	Superblöcke und Labels	114
3.8.5	Signalquellen und -senken in Superblöcken.....	117
3.8.6	Exportieren von Parametern.....	117
3.8.7	Benutzerdefinierte Block-Bitmaps.....	119
3.9	Automatisierte Durchführung von Simulationsreihen (Batch-Betrieb)	120
3.10	Direkte Ermittlung von Frequenzgängen.....	126
3.11	Die BORIS-Systemblock-Bibliothek	129
3.11.1	Blöcke zur Signalgenerierung.....	129
3.11.2	Blöcke zur Visualisierung und Weiterverarbeitung von Simulationsergebnissen	134
3.11.3	Blockgruppe Quellen	147
3.11.4	Blockgruppe Dynamik.....	149
3.11.5	Blockgruppe Statik.....	151
3.11.6	Blockgruppe Regler	153
3.11.7	Blockgruppe Stellglieder.....	154
3.11.8	Blockgruppe Funktion.....	155

3.11.9	Blockgruppe Digital	156
3.11.10	Blockgruppe Aktion	159
3.11.11	Blockgruppe Kommunikation	160
3.11.12	Blockgruppe Simulation	161
3.11.13	Blockgruppe Senken	162
3.11.14	Blockgruppe Sonstige	166
3.11.15	Blockgruppe Regelstrecken	169
3.11.16	Blockgruppe VirtInstr.....	172
3.12	Do it yourself – So erweitern Sie die Systemblock-Bibliothek um eigene Blöcke ...	173
3.13	Entwurf von PID-Reglern	180
3.13.1	Entwurfsverfahren	180
3.13.2	PID-Entwurf nach Einstellregeln.....	181
3.14	Numerische Optimierung von Systemparametern	190
3.15	Gesucht – gefunden: Navigieren in Systemstrukturen.....	194
3.15.1	Struktur-Übersicht	194
3.15.2	Suchen nach Systemblöcken.....	196
3.15.3	Suchen nach Textblöcken.....	198
3.16	Der letzte Schliff – Arbeiten mit Textblöcken, Gruppenrahmen und Grafiken	200
3.16.1	Textblöcke.....	200
3.16.2	Gruppenrahmen	203
3.16.3	Bitmap-Grafiken	204
3.17	Für alles offen: Soft- und Hardwarechnittstellen von BORIS	207
3.17.1	Datenaustausch über Datei.....	207
3.17.2	Dynamic Data Exchange (DDE).....	207
3.17.3	Kommunikation über TCP/IP.....	208
3.17.4	Kommunikation über UDP.....	209
3.17.5	OLE for Process Control (OPC)	211
3.17.6	Kommunikation über MODBUS.....	211
3.17.7	Treiber für PC-Einsteckkarten	214
3.17.8	Externe I/O-Module	215
3.17.9	TinkerForge-Sensor-/Aktor-System.....	217
3.17.10	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	219
3.17.11	Kommunikation mit SPS-Simulatoren	222
3.18	Was Sie sonst noch wissen sollten.....	223
3.18.1	Verwaltung von Alarmen und Meldungen	223
3.18.2	Zugriffsschutz.....	224
3.18.3	Revisions-Kontrollsystem.....	225
3.18.4	Benutzerdefinierte Einstellungen.....	225
3.19	Ausgewählte Simulationsbeispiele	228
3.19.1	Nichtlineares Fadenpendel	229
3.19.2	Mechanischer Schwinger	230
3.19.3	Verladekran.....	232
3.19.4	Gekoppelte Dynamos.....	236
3.19.5	Drei-Körper-Problem	238
3.19.6	Fadenpendel mit Anschlag.....	240

3.19.7	Springender Ball.....	243
3.19.8	Beschleunigungsvorgang bei Pkw.....	245
3.19.9	Drehzahlregelung eines Gleichstromantriebs.....	251
3.19.10	Stabilisierung eines inversen Doppelpendels.....	255
3.19.11	Digitale Regelung.....	259
3.19.12	Feder-Masse-System mit Anschlägen.....	262
3.19.13	Lithium-Cluster-Dynamik.....	265
3.19.14	Miniwelt: Bevölkerung, Konsum, Umweltbelastung.....	268
3.19.15	Weitere regelungstechnische Simulationsbeispiele.....	271
3.20	Lust auf mehr? BORIS-Add-Ons.....	273
3.20.1	Flexible Animation Builder.....	273
3.20.2	PID Design Center.....	279
3.20.3	System Identification Center.....	280
3.20.4	AutoCode-Generator.....	280
3.20.5	Soft-SPS.....	283
3.20.6	OPC Client/Server Toolbox.....	284
3.20.7	ODBC Toolbox.....	291
3.20.8	VBScript-Modul.....	291
3.20.9	Datenlogger.....	292
3.20.10	Sollwert-/Kennliniengenerator.....	293
4	Systemidentifikation mit IDA	294
4.1	Prinzip der experimentellen Systemidentifikation.....	294
4.2	Anwendungsbeispiel.....	294
4.3	Weitere Leistungsmerkmale von IDA.....	301
5	Analyse linearer Systeme mit LISA	304
5.1	Leistungsumfang.....	304
5.2	Anwendungsbeispiel.....	304
5.3	Weitere Leistungsmerkmale.....	308
6	Reglerentwurf im Frequenzbereich mit RESY	312
6.1	Leistungsumfang.....	312
6.2	Anwendungsbeispiel.....	314
7	Aufbereitung von Daten mit INGO	319
7.1	Übersicht.....	319
7.2	Leistungsmerkmale.....	320
8	Simulation und Synthese von Zustandsregelkreisen mit SUSY	325
8.1	Leistungsumfang.....	325
8.2	Anwendungsbeispiel.....	326
9	Entwurf und Simulation von Fuzzy-Systemen	330
9.1	Leistungsmerkmale der Fuzzy-Shell FLOP.....	330

9.2	Linguistische Variablen und Terme	331
9.2.1	Einfügen neuer Variablen.....	331
9.2.2	Bearbeiten von Variablen.....	333
9.3	Erstellen der Regelbasis.....	335
9.3.1	Regelbasis-Fenster	335
9.3.2	Regelbasis-Editor im Tabellen-Modus	336
9.3.3	Regelbasis-Editor im Matrix-Modus	339
9.4	Operatoren, Inferenzmechanismus und Defuzzifizierung	340
9.4.1	Operatoren für UND- und ODER-Verknüpfung	340
9.4.2	Inferenzmechanismus und Defuzzifizierung.....	340
9.5	Systemanalyse im Debug-Modus	340
9.5.1	Aktivierung des interaktiven Debug-Modus	341
9.5.2	Variablenfenster im Debug-Modus.....	341
9.5.3	Regelbasis-Editor im Debug-Modus.....	343
9.5.4	Kennlinien- und Kennfelddarstellung.....	345
9.5.5	Trace-Modus	346
9.6	Analyse des Systems durch Simulation.....	348
9.6.1	Nutzung des internen Simulators	348
9.6.2	Simulation mit BORIS	348
9.7	Kommunikation mit anderen Anwendungen über DDE	349
9.7.1	Betrieb als DDE-Server	349
9.7.2	Betrieb als DDE-Client	350
9.8	Generierung von C-Code.....	351
10	Die Trainingsprogramme SIM-Trainer und BODE-Trainer	352
10.1	SIM-Trainer.....	352
10.2	BODE-Trainer.....	353
	Formelverzeichnis	355
	Literaturverzeichnis	357
	Stichwortverzeichnis	358