

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	13
1.1 Verfahren und Beispiele	13
1.2 Mathematik-Grundlagen	15
1.2.1 Konstanten	15
1.2.2 Vergleichselemente	16
1.2.3 Verknüpfungselemente	17
1.2.4 Funktionen einer Variablen	19
1.2.5 Express-VI: Formel	19
1.2.6 Formelknoten	20
1.2.7 Komplexe Zahlen	20
1.2.8 Zeitfunktionen	21
1.2.9 Array (numerisch)	22
1.2.10 Array (boolesch, binär)	23
1.2.11 Matrix	24
1.2.12 Scriptsprachen	27
1.3 Signalarten	28
1.3.1 Werte und Signale	28
1.3.2 Grundtypen	28
1.3.3 Umwandlungen	33
1.3.4 Online- und Offline-Verarbeitung	37
1.4 Erweiterte Funktionen und Operationen	38
1.4.1 Grund- und Spezialfunktionen	38
1.4.2 Array sortieren	41
1.4.3 Lineare Algebra	43
1.4.4 Geometrie	47
1.4.5 Polynome	52
1.4.6 Skripte und Formeln	55
1.4.7 Zeichenketten	57
1.5 Dateien	59
1.5.1 Formate	59
1.5.2 Daten schreiben	59
1.5.3 Daten lesen	60
1.5.4 Beispiele	61
1.5.5 Weitere Datei-Formate	63
1.6 Programmierhinweise	64
1.6.1 Vorbelegung von Variablen	64
1.6.2 Indizierung an der Schleife	64
1.6.3 Schieberegister als Speicher	66
1.6.4 Sub-VIs	67
1.6.5 Daten kopieren	68
2 Diagramme	71
2.1 Standarddiagramme	71
2.1.1 Signalverlaufdiagramm	71
2.1.2 Signalverlaufsgraph	78

2.1.3	xy-Graph	80
2.1.4	Achsenkalierung	81
2.2	Spezielle Diagrammformen	84
2.2.1	Übersicht	84
2.2.2	2D-Intensität	85
2.2.3	Digitale Signale	86
2.2.4	2D-Sonderformen	89
2.2.5	Controls	92
2.2.6	3D-Diagramme	96
3	Kurvenanpassung	101
3.1	Unterscheidung	101
3.2	Glättung	102
3.2.1	Glättung als Spezialfall eines Filters	102
3.2.2	Gleitender Mittelwert	102
3.2.3	Exponentielle Glättung	104
3.2.4	Median-Glättung	106
3.2.5	Savitzky-Golay-Glättung	107
3.2.6	Weitere Glättungsverfahren	109
3.3	Lineare Skalierung	110
3.3.1	Bestimmung einer linearen Funktion	110
3.3.2	Linearisierung von Sensorsignalen	112
3.4	Interpolation	114
3.4.1	Lineare Interpolation (Einzelwert)	114
3.4.2	Lineare Interpolation (Kurve)	116
3.4.3	Interpolationsform „Nächste“	119
3.4.4	Spline-Interpolation	120
3.4.5	Hermite-Interpolation	123
3.4.6	Lagrange-Interpolation	124
3.4.7	SINC-Interpolation	125
3.4.8	Rationale Interpolation	126
3.4.9	Cosinus-Interpolation	128
3.4.10	Parametrische Kurven	129
3.4.11	Weiteres zur Interpolation	130
3.5	Approximation	131
3.5.1	Unterscheidungen	131
3.5.2	Lineare Regression	132
3.5.3	Orthogonale Regression	136
3.5.4	Korrelation	137
3.5.5	Multilineare Regression	139
3.5.6	Regression mit Polynomen	143
3.5.7	Regression mit Standardfunktionen	149
3.5.8	Regression mit kubischen Splines	151
3.5.9	Minimax-Abstand	154
3.5.10	Anpassung mit B-Splines	158
3.5.11	Regression mit freiem Ansatz (SOLVER)	160
3.5.12	Konfidenz- und Prognoseband	163
3.6	Hüllkurven	165

3.6.1	Problemstellung	165
3.6.2	Hilbert-Transformation	165
3.6.3	Beispiele	166
4	Signaloperationen	169
4.1	Clipping	169
4.2	Normierung (Skalierung)	170
4.3	Normalisieren	173
4.4	Interpolation	174
4.5	Oversampling	175
4.6	Neuabtastung	177
4.7	Downsampling / Dezimation	179
4.8	Downsampling / Verdichten	182
4.9	Averaging	183
4.10	Fensterung (Windowing)	185
4.11	Filterung	187
4.11.1	Aufgaben eines Filters	187
4.11.2	Linearfilter	188
4.11.3	Zeitbezug	188
4.11.4	Beispiel Butterworth	190
4.11.5	Morphologisches Filter	193
4.11.6	Filtern im Frequenzbereich	195
4.11.7	FIR-Filter-Entwurf	196
4.12	Differentiation	198
4.12.1	Zweck des Verfahrens	198
4.12.2	Steigung in einem Punkt	200
4.12.3	Numerische Ableitungsfunktion	201
4.13	Integration	205
4.13.1	Zweck des Verfahrens	205
4.13.2	Trapez-Verfahren	206
4.13.3	Verfahren für das bestimmte Integral	207
4.13.4	Weitere Newton-Cotes-Verfahren	208
4.13.5	Sub-VIs zur Integration	208
5	Signalanalyse	215
5.1	Zeitreihen	215
5.2	Charakteristiken einer Schwingung	216
5.3	Faltung und Entfaltung	220
5.4	Korrelation	225
5.5	Fourier-Transformation	229
5.6	Spektraldarstellungen der FFT	232
5.7	CEPStrum	236
5.8	Wavelets	239
5.9	Weitere Transformationen	242
5.10	Charakterisierung pulsförmiger Signale	244
5.10.1	Amplitudenwerte und Mittelwerte	244
5.10.2	Grenzwertüberwachung	246
5.10.3	Pulsform	248

5.10.4 Spitzenwerterkennung	250
5.10.5 Triggerung	252
5.11 Digitalsignale	254
5.11.1 Datenformate	254
5.11.2 Signaloperationen	256
6 System-Modelle	261
6.1 Systeme	261
6.2 Systemantwort	262
6.3 Optimierung	264
6.3.1 Übersicht	264
6.3.2 Optimierung (alle Kombinationen)	266
6.3.3 Lineare Optimierung	267
6.4 Differentialgleichung	269
6.4.1 Gewöhnliche Differentialgleichung	269
6.4.2 Partielle Differentialgleichung	279
6.5 Neuronales Netz	283
6.5.1 Arbeitsweise	283
6.5.2 Evaluationsmodus	284
6.6 Zustandsautomat	286
7 Regelung und Simulation	289
7.1 Übersicht	289
7.2 Systemmodelle	290
7.2.1 Numerische Funktionen	290
7.2.2 Filterfunktionen	291
7.2.3 Nichtlineare Funktionen	294
7.3 PID-Regler	295
7.3.1 Aufbau und Parametrierung	295
7.3.2 Klassischer PID-Regler	296
7.3.3 Autotuning	297
7.3.4 Weitere Sub-VIs zur PID-Regelung	299
7.4 Fuzzy-Regler	300
7.4.1 Arbeitsweise	300
7.4.2 Fuzzy-System-Designer	301
7.4.3 Programmbeispiel	303
8 Statistik	305
8.1 Beschreibende Statistik	305
8.1.1 Kenngrößen einer Datenreihe	305
8.1.2 Häufigkeiten	310
8.1.3 Zwei Datenreihen	316
8.2 Verteilungsfunktionen	319
8.2.1 Dichte- und Verteilungsfunktion	319
8.2.2 Stetige Verteilungen	320
8.2.3 2D- Normalverteilung	322
8.2.4 Diskrete Verteilungen	324
8.3 Beurteilende Statistik	325

8.3.1	Durchführung eines Testverfahrens	325
8.3.2	t-Test	326
8.3.3	Ausreißertest nach Grubbs	328
8.4	Vertrauensband und Prognose-Intervall	330
8.5	Monte-Carlo-Methode	333
8.6	Multivariate Statistik	337
8.6.1	Vierfeldertafel	337
8.6.2	Varianzanalyse ANOVA	338
8.6.3	Segmentierung	340
8.6.4	Wichtige Verfahren der multivariaten Statistik	343
9	Projekte	344
9.1	Feuchtemessung	344
9.2	Alarmzustände	344
9.3	Lineare Kalibrierung	344
9.4	Multimeter-Kalibrierung	344
9.5	Fähigkeitsanalyse eines pH-Meters	345
9.6	Spektrogramm	345
9.7	Chromatogramm	345
9.8	Farbmetrik	345
9.9	Log-Norm-Verteilung	345
9.10	Signifikanzellipse	345
9.11	Yourden-Diagramm	346
9.12	Sequenzanalyse	346
9.13	Siebanalyse	346
9.14	Gekoppelte Pendel	346
9.15	Goertzel-Algorithmus	346
9.16	Rückfaltung eines Sensorsignals	346
9.17	Hauptkomponentenanalyse (PCA)	347
9.18	Markov-Matrix	347
9.19	Verschränkte Regelung	347
9.20	Attraktor	347
	Literaturverzeichnis	348
	Stichwortverzeichnis	349