

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	5
1.1	HINTERGRUND VON ST	6
1.2	VORAUSSETZUNGEN FÜR DAS ERLERNEN DER ST-PROGRAMMIERUNG	6
1.3	GRUNDLAGE DER LEHRTÄTIGKEIT	7
1.4	VORTEILE DER ST-PROGRAMMIERUNG	7
1.5	NACHTEILE DER ST-PROGRAMMIERUNG	9
2	WIE DIE SPS DEN PROGRAMMCODE AUSFÜHRT	9
3	KOMMENTARE IM PROGRAMMCODE	12
4	DATENTYPEN	14
4.1	ELEMENTARE DATENTYPEN (INT, REAL, BOOL)	14
4.2	BENUTZERDEFINIERTER DATENTYP	18
4.3	AUFZÄHLUNGS-DATENTYP, ENUM	18
4.4	STRUKTURIERTER DATENTYP, STRUCT	20
4.5	SAMMLUNG VON WERTEN MIT GLEICHEM DATENTYP, ARRAY	22
5	ANWENDUNGSBEREICH VON VARIABLEN	28
5.1	BEISPIEL: VARIABLE, ANWENDUNGSBEREICH UND E/A-MODULE	30
6	NAMENSGEBUNG DER VARIABLEN	31
6.1	VARIABLEN MIT MAßEINHEIT	36
6.2	VARIABLEN MIT FESTEN WERTEN (CONSTANT)	38
7	MATHEMATISCHE UND LOGISCHE OPERATOREN	39
7.1	ARITHMETISCHE OPERATOREN (+, -, *, /)	39
7.2	RELATIONALE OPERATOREN (=, <, <=, >, >=, <>)	41
7.3	NUMERISCHE OPERATOREN (MATH FUNKTIONEN)	42
7.4	LOGISCHE OPERATOREN (AND, OR, XOR, NOT)	44
7.5	MATHEMATISCHE FORMELN UND DIE VERWENDUNG VON KLAMMERN ()	45

8	VARIABLENZUWEISUNG	46
8.1	WICHTIG FÜR MATHEMATISCHE BERECHNUNGEN	47
8.2	DIVISION DURCH NULL	48
8.3	BERECHNUNGEN MIT REAL- UND INT-VARIABLEN	49
8.4	DEZIMALFEHLER BEI DER BENUTZUNG VON REAL	50
8.5	DATENKOMMUNIKATION (ÜBERTRAGUNG VON VARIABLEN)	51
8.6	DATENTYP KONVERTIERUNGSFUNKTIONEN	51
8.7	FINDEN VON BINÄRWERTEN EINER INTEGER-ZAHL (MASKIEREN VON BITS)	53
8.8	VENTILMATRIX	54
8.9	RUNDEN EINES REALWERTES AUF ZWEI DEZIMALSTELLEN	55
9	GRUNDLEGENDE ST PROGRAMMIERUNG	56
9.1	IF-THEN-ELSE-ANWEISUNG	56
9.1.1	BEISPIEL: Motorsteuerung mit selbsthaltendem Relais	60
9.1.2	BEISPIEL: Manuell betätigte Tanksteuerung	62
9.1.3	BEISPIEL: IF THEN ELSE Ventil öffnen und schließen	63
9.1.4	BEISPIEL: Robotersteuerung für Packstücke	64
9.2	CASE-ANWEISUNG	66
9.2.1	BEISPIEL: CASE – Einstellung der Motordrehzahl	67
9.2.2	BEISPIEL: CASE – Für die Ausführung von Programmen	68
9.2.3	BEISPIEL: CASE – Erkennen von Zahlen	69
9.3	WIEDERHOLUNGEN, SCHLEIFEN	70
9.4	FOR-DO-ANWEISUNG	70
9.4.1	BEISPIEL: FOR – Eine Schleife, die 4-mal läuft	72
9.4.2	BEISPIEL: FOR-LOOP und 3D-ARRAY	73
9.4.3	BEISPIEL: Berechnung des Durchschnittswertes	74
9.4.4	BEISPIEL: Den niedrigsten Wert in einer Reihe von Zahlen finden	76
9.4.5	BEISPIEL: Sortieren von Zahlen innerhalb eines ARRAY	77

10	AUFTEILUNG DES SPS-PROGRAMMS.....	78
10.1	PROGRAMMMODULE	78
10.2	FUNKTIONEN	80
10.3	FUNKTIONEN (FC) UND FUNKTIONSBLOCKE (FB)	82
10.4	LEITFADEN FÜR DIE IMPLEMENTIERUNG EINER FUNKTION	84
10.4.1	BEISPIEL: FC für die Temperaturumrechnung.....	87
10.4.2	BEISPIEL: FC für die Berechnung des Durchschnittswertes.....	88
10.4.3	BEISPIEL: FC für die Füllstandsmessung eines Behälters	90
10.4.4	BEISPIEL: FC für die lineare Skalierung eines Sensor-Signals.....	92
11	ARBEITEN MIT TEXT UND ZEICHEN, STRING	94
11.1	BEISPIEL: FC MIT EINEM STRING.....	97
11.2	PROGRAMMSTRUKTUR FÜR EINEN WECHSEL DER SPRACHE	98
11.3	STANDARDFUNKTIONEN, STRING	100
11.4	BEISPIEL: FC ZAHLEN IN EINEM STRING FINDEN	103
11.5	FB: OPTIMIERUNG DER EINFÜGUNG VON WERTEN IN STRUCT	106
12	EINGEBAUTE STANDARDFUNKTIONEN.....	108
12.1	ERSTE PROGRAMMAUSFÜHRUNG: FIRSTSCANBIT	108
12.2	FLANKENERKENNUNG (ONE SHOT): R_TRIG, F_TRIG	109
12.2.1	BEISPIEL: FB One Shot ansteigende Flanke erkennen.....	111
12.3	ZÄHLER-FUNKTIONEN: CTU, CTD, CTUD	112
12.3.1	BEISPIEL: Zählen von Objekten auf einem Förderband	114
12.3.2	BEISPIEL: FC Impulszähler.....	115
12.4	WIEDERHOLTE PROGRAMMAUFRUFE UND TIMER DELAY: TON, TOF	116
12.4.1	BEISPIEL: Verwendung des Programms Zyklus als Zeitgeber	118
12.4.2	BEISPIEL: Funktionsblock für eine Blinkschaltung	119
12.4.3	BEISPIEL: FC Zeitverzögerung bei digitalen Alarmen.....	120
12.4.4	BEISPIEL: FC Überwachen von Analogwerten und Alarmen	122
12.4.5	BEISPIEL: FB Puls-Pause-Funktion (PWM)	124
12.4.6	BEISPIEL: FB Timer mit einer Pause-Funktion.....	125

13	SPEZIELLE FUNKTIONEN UND PROGRAMMSTRUKTUREN	126
13.1	EINFACHE WARTESCHLANGEN-STRUKTUR.....	126
13.2	FIFO – FIRST IN FIRST OUT.....	129
13.3	ERZEUGEN VON ZUFALLSZAHLEN (RND, RANDOMIZE)	132
13.4	DIGITALER TIEFPASSFILTER (LP-FILTER)	134
13.5	SIMULATIONSSIGNALE ZUM TESTEN DES PROGRAMMCODES	136
13.6	FÖRDERBAND MIT ABLAUFSTEUERUNG.....	138
13.7	PUMPENSTEUERUNG MIT ZWEI PUMPEN	142
13.8	PUMPENSTEUERUNG MIT ABLAUFSTEUERUNG	144
13.9	AUTOMATISCHE UND MANUELL BETRIEBENE PUMPENSTEUERUNG	146
13.10	BERECHNUNG DES TANKVOLUMENS MIT HALBKUGEL	147
13.11	STEUERUNG FÜR EINEN PUMPBRUNNEN MIT SECHS PUMPEN.....	150
13.12	ERWÄRMUNG VON FLÜSSIGKEITEN IN EINEM TANK.....	158
13.13	BEISPIEL: FC UMSCHALTER (TOGGLE)	163
13.14	BEISPIEL: VON EINEM ROBOTER GESTEUERTES 3D-PARKHAUS.....	164
13.15	BEISPIEL: KONFIGURIERBARE WASCHANLAGEN-STEUERUNG	166
13.16	ANPASSUNG DER PUMPENDREHZAHZUR ENERGIEEINSPARUNG.....	170
13.17	STEUERUNG EINES ROBOTERS UND EINER CNC-MASCHINE	175
14	VOM KONTAKTPLAN ZUR ST-PROGRAMMIERUNG.....	178
15	BEWÄHRTE ST-PROGRAMMIERUNG	184
15.1	TABELLARISCHE DARSTELLUNG VON TEXT	184
15.2	LEERZEILEN ZWISCHEN DEM PROGRAMMCODE.....	184
15.3	VERMEIDEN SIE SPAGHETTI-CODE	185
15.4	ÜBERSICHTLICHE PROGRAMMSTRUKTUR.....	185
15.5	DIE BENUTZUNG VON VARIABLEN	186
15.6	VERSCHIEDENES.....	186
15.7	AUSTAUSCH VON PROGRAMMEN IM INTERNET	187
15.8	OOP – OBJEKTORIENTIERTE PROGRAMMIERUNG.....	187
16	ANLEITUNG UND HILFE BEI DER PROGRAMMIERUNG	188
16.1	LEITFADEN FÜR DIE ÜBUNGEN	188
16.2	TIPPS ZUR PROGRAMMIERUNG UND FEHLERBEHEBUNG	191
16.3	MODULTEST UND SIMULATION DER ANGESCHLOSSENEN GERÄTE.....	194
17	INDEX.....	198