

0. Inhaltsverzeichnis

0.	<i>Inhaltsverzeichnis</i>	0-3
1.	<i>SCL (Structured Control Language)</i>	1-9
1.1	Namensgebung der Variablen	1-12
1.1.1	Ungarische Notation	1-13
1.1.2	Camel Case	1-13
1.1.3	Pascal Case	1-13
1.1.4	Snake Case	1-14
1.1.5	Auswahl zwischen Namenskonventionen	1-14
1.1.6	Variablen mit Maßeinheit	1-15
1.2	SCL-Anweisungen und Operatoren	1-16
1.2.1	SCL-Anweisungen	1-16
1.2.2	SCL-Operatoren	1-17
1.2.3	Ausdrücke	1-18
1.3	Wertezuweisung bei SCL	1-19
1.4	Gerätekonfiguration	1-21
1.4.1	Entpacken des vorbereiteten Projektes	1-21
1.5	SCL-Baustein erstellen	1-22
1.5.1	SCL-Arbeitsbereich	1-22
1.5.2	IntelliSense	1-24
1.5.3	Syntaxüberprüfung und Kommentare	1-25
1.5.4	SCL Baustein übersetzen	1-26
1.5.5	SCL – Compilermeldungen	1-27
1.5.6	Bausteintest	1-27
1.5.7	Tooltips anwenden	1-28
1.5.8	Lesezeichen in SCL	1-29
1.5.9	SCL-Code automatisch formatieren	1-30
1.5.10	Regions (SCL-Netzwerke)	1-31
2.	<i>Datentypen bei STEP 7</i>	2-33
2.1	Elementare und Zusammengesetzte Datentypen	2-33
2.2	Elementare Datentypen Bit und Numerisch	2-34
2.2.1	Bit-Datentypen	2-35
2.2.2	BCD-codierte Zahlen BCD16 und BCD32	2-36
2.2.3	Hexadezimalzahlen	2-37
2.2.4	Vorzeichenlose Festpunkt-Datentypen USINT, UINT, UDINT	2-38
2.2.5	Festpunkt-Datentypen mit Vorzeichen SINT, INT und DINT	2-39
2.2.6	Datentyp (64 Bit) LINT und ULINT	2-40
2.2.7	Gleitpunkt-Datentypen REAL und LREAL	2-40
2.2.8	Gleitkomma-Darstellungen in binären Systemen nach IEEE 754	2-42
2.3	Elementare Datentypen Datum, Zeit und Zeichen	2-43
2.3.1	Datentyp TIME, DATE, TIME_OF_DAY	2-44
2.3.2	Datentyp S5TIME	2-45
2.3.3	Datentyp LTIME (IEC-Zeit), LTIME_OF_DAY	2-45
2.3.4	Datentyp CHAR	2-46
2.4	Zusammengesetzte Datentypen 1	2-47
2.4.1	Datentyp DT (DATE_AND_TIME)	2-48
2.4.2	Datentyp DTL	2-48
2.4.3	Datentyp STRING (Zeichenkette)	2-49
2.5	Zusammengesetzte Datentypen 2	2-50
2.5.1	Datentyp ARRAY	2-51
2.5.2	Datentyp STRUCT	2-51
2.5.3	PLC-Datentyp (UDT)	2-52
3.	<i>Binäre Verknüpfungen mit SCL programmieren</i>	3-53
3.1	Wertzuweisungen	3-54

3.2	UND-Funktion in SCL.....	3-55
3.3	ODER-Funktion in SCL	3-55
3.4	Exklusiv-ODER-Funktion in SCL	3-55
3.4.1	Übung: Logische Verknüpfungen in SCL (1)	3-55
3.5	Verknüpfungsergebnis negieren in SCL	3-56
3.5.1	Übung: Logische Verknüpfungen in SCL (2)	3-56
3.6	Kombinierte binäre Verknüpfungen in SCL	3-57
3.6.1	ODER-Verknüpfung von UND-Funktionen	3-57
3.6.2	UND-Verknüpfung von ODER-Funktionen	3-57
3.6.3	Übung: Logische Verknüpfungen in SCL (3)	3-57
3.7	Programmierübungen: Logische Verknüpfungen	3-58
3.7.1	Wahlfreie Schaltstellen	3-58
3.7.2	Belüftungsanlage	3-59
3.7.3	Sicherheitsabfrage bei zwei Zugangstüren	3-60
3.7.4	Überwachung von drei Pumpen	3-61
3.8	SCL-Quellen.....	3-63
3.8.1	Tabellarische oder textuelle Darstellung der Bausteinschnittstelle wählen.....	3-63
3.8.2	Darstellung der Schnittstelle für neue Bausteine einstellen	3-64
3.8.3	Aufbau der textuellen Bausteinschnittstelle	3-65
3.8.4	Quellen aus Bausteinen generieren	3-66
3.8.5	Quellen mit Texteditor bearbeiten.....	3-67
3.8.6	Bausteininhalt als Text kopieren.....	3-67
3.8.7	Externe SCL-Quelle in das TIA-Portal einfügen	3-68
3.8.8	Externe Quelle übersetzen / Baustein generieren	3-69
4.	Beschreibungsmittel: Struktogramm	4-71
4.1	Mittel für den grafischen Vorentwurf	4-71
4.1.1	Strukturelemente	4-71
4.1.2	Strukturblock Verarbeitung	4-71
4.1.3	Strukturblock Folge.....	4-72
4.1.4	Strukturblock Auswahl	4-72
4.1.5	Strukturblock Wiederholung.....	4-74
4.1.6	Kombination der Strukturblöcke.....	4-75
5.	Programmsteuerung mit SCL.....	5-77
5.1	IF-Anweisung.....	5-78
5.2	Speicherfunktionen mit SCL	5-82
5.2.1	RS-Speicherfunktionen	5-82
5.2.2	RS-Speicherfunktion mit IF / ELSIF	5-83
5.2.3	Flankenauswertung	5-85
5.2.4	Erste Programmausführung: FirstScanBit (Richtimpuls)	5-89
5.2.5	Flankenauswertung mit R_TRIG und F_TRIG	5-90
5.2.6	Zusammenfassung: Flankenauswertung bei SCL.....	5-91
5.3	Programmierübung: IF-Anweisung.....	5-92
5.3.1	Binäruntersetzer.....	5-92
5.3.2	Belüftungsanlage	5-93
5.3.3	Lampen schalten	5-95
5.3.4	Drehrichtungserkennung	5-96
5.3.5	Kiesförderanlage.....	5-98
5.3.6	Vergleichsfunktionen in SCL.....	5-99
5.3.7	Konvertierungsfunktionen in SCL	5-99
5.3.8	Übung: Vergleichsausdrücke in SCL	5-100
5.3.9	Regions – Programmcode strukturieren	5-103
5.3.10	Bereichsanzeige	5-105
5.4	CASE-Anweisung	5-106
5.4.1	Programmierübung CASE: BCD-Anzeigenauswahl 1 aus 4	5-108
5.5	FOR-Anweisung	5-109
5.5.1	Anwendungsbeispiel FOR: Umrechnung von °C nach °F	5-111

5.5.2	Beobachten von Schleifen	5-113
5.6	WHILE-Anweisung	5-114
5.6.1	Anwendungsbeispiel WHILE: Umrechnung von °C in °F	5-116
5.7	REPEAT-Anweisung	5-117
5.7.1	Anwendungsbeispiel REPEAT: Umrechnung von °C in °F	5-118
5.8	EXIT-Anweisung	5-119
5.9	RETURN-Anweisung	5-121
5.10	CONTINUE-Anweisung	5-122
5.10.1	Anwendungsbeispiel CONTINUE / EXIT: Speicher füllen	5-125
5.11	GOTO-Anweisung	5-127
5.11.1	Unbedingte und bedingte Sprungoperationen	5-128
5.11.2	Programmierübung GOTO: Kleinsten Wert ausgeben.....	5-129
5.11.3	Übersicht: SCL-Programmierung nach Struktogrammen.....	5-130
6.	Zeitfunktionen in SCL.....	6-133
6.1	Anwendungsbeispiele: Zeiten	6-136
6.1.1	Erzeugung von Taktsignalen	6-136
6.1.2	Ultraschall-Überwachungssystem	6-137
6.1.3	Stoppuhr	6-138
6.1.4	Wählbare Öffnungszeit einer Klebedüse	6-139
7.	Zählfunktionen in SCL.....	7-141
7.1	Anwendungsbeispiele: Zähler	7-143
7.1.1	Parametrierbarer AUF-AB-Zähler.....	7-143
7.1.2	Eingangswert selektieren.....	7-144
7.1.3	Überwachung der Walzgutgeschwindigkeit.....	7-145
7.1.4	Sollwertvorgabe	7-148
7.1.5	Ampelsteuerung.....	7-149
8.	Mathematik	8-151
8.1	Arithmetische Funktionen.....	8-151
8.1.1	Division durch Null	8-152
8.1.2	Beispiel: Vor- Rückwärtszähler mit Flanken	8-153
8.1.3	Beispiel: Nachbildung Inkrementieren / Dekrementieren	8-153
8.1.4	Beispiel: Zählen, wie viele Eingänge eingeschaltet sind	8-154
8.2	Mathematische Funktionen.....	8-155
8.3	Anwendungsbeispiele: Mathematik	8-157
8.3.1	Schlupfkontrolle eines Förderbands	8-157
8.3.2	Umrechnung Gradmaß und Bogenmaß	8-158
8.3.3	Trenderkennung	8-159
8.3.4	Berechnen eines Anschlagwinkels	8-160
8.3.5	Messwertüberwachung	8-161
8.3.6	Arbeitszeiterfassung	8-162
8.3.7	Slice - Zugriff.....	8-165
8.3.8	Programmbeispiel Slice-Zugriff: Vorzeichen Abfrage.....	8-166
8.3.9	Programmbeispiel Slice-Zugriff: BitSum	8-167
8.3.10	Bausteinaufrufe in SCL	8-168
8.3.11	Programmierbeispiel Umwandlung: Byte to Real.....	8-171
8.3.12	Variablen mit AT überlagern.....	8-174
8.3.13	Remanenz in einem Instanz-Datenbaustein einstellen	8-178
8.3.14	Sinus - Generator	8-179
8.3.15	Messwertaufzeichnung mit der Trace - Funktion	8-180
9.	Schiebefunktionen und Rotieren in SCL.....	9-187
9.1	Byte Reihenfolge ändern mit SWAP	9-188
9.1.1	Reihenfolge der Bytes im Speicher	9-189
9.2	Anwendungsbeispiele: Schieben und Rotieren.....	9-190
9.2.1	Reverse.....	9-190

9.2.2	Bit setzen in einer Variablen	9-191
9.2.3	Bit Signalwert aus Doppelwort anzeigen	9-192
9.2.4	Rotieren	9-193
9.2.5	Stufenschalter	9-194
10.	Wortverknüpfungen in SCL	10-197
10.1	Anwendungsbeispiele: Wortverknüpfungen	10-198
10.1.1	Flankenauswertung	10-198
11.	Analogwertverarbeitung	11-199
11.1	Universelle Analogwert-Normierungsfunktion	11-199
11.1.1	Eingangsnormierung mit Normierungsbaustein (AE_REALN)	11-200
11.1.2	Ausgangsnormierung mit Normierungsbaustein (REALN_AA)	11-200
11.1.3	Anzeige eines Analogwertes	11-202
11.2	Anwendungsbeispiele: Analogwertverarbeitung	11-205
11.2.1	Füllstandsmessung	11-205
11.2.2	Volumenberechnung Kugeltank	11-207
11.2.3	Füllstand - Frequenzumrichter	11-208
11.2.4	Füllmengenüberwachung bei Tankfahrzeugen	11-209
12.	Indirekte Adressierung	12-211
12.1	Anwendungsbeispiel STEP 7 Classic	12-211
12.2	Anwendungsbeispiel: TIA mit Pointer	12-215
12.3	PLC-Datentypen verwenden	12-216
12.4.1	7-Segment-Anzeige in FUP	12-220
12.4.2	7-Segment-Anzeige in SCL	12-224
12.5	Anwendungsbeispiele: Indirekte Adressierung	12-225
12.5.1	Füllung von zwei Vorratsbehältern	12-225
12.5.2	Rezeptwertspeicher	12-226
12.5.3	Pufferspeicher	12-227
12.5.4	Kennwort Eingangstür	12-228
13.	Praktikum	13-229
13.1	Flugplatz - Landefeuere	13-229
13.2	Verzögerungsglied 1. Ordnung (PT ₁ - Glied)	13-230
13.3	Min - Max - Limit	13-232
13.4	Störungsbaustein	13-233
13.5	Temperaturwerte speichern	13-235
13.6	Filterüberwachung	13-238
13.7	Abfüllanlage für Fruchtsäfte	13-239
13.8	Qualitätsprüfung von Keramikplatten	13-243
13.9	Vergleicher mit Dreipunktverhalten	13-245
13.10	Dreipunktregler mit Schalthysterese (DRPH)	13-246
13.11	Temperaturregelung eines Lageraumes	13-249
13.11.1	Lagerraum	13-249
13.11.2	Umwandlung BCD_TO_REAL für 4 Ziffern „BCD4_REAL“	13-251
13.11.3	Umwandlung REAL_TO_BCD für 4 Ziffern „REAL_BCD4“	13-252
13.11.4	Baustein - Gruppen	13-254
14.	Lösungsvorschläge	14-259
14.1	Kapitel 3	14-259
14.1.1	Logische Verknüpfungen in SCL (1)	14-259
14.1.2	Logische Verknüpfungen in SCL (2)	14-259
14.1.3	Logische Verknüpfungen in SCL (3)	14-260
14.1.4	Wahlfreie Schaltstellen	14-260

14.1.5	Belüftungsanlage.....	14-261
14.1.6	Sicherheitsabfrage bei zwei Zugangstüren	14-261
14.1.7	Überwachung von drei Pumpen	14-262
14.2	Kapitel 5	14-263
14.2.1	RS-Speicherfunktion.....	14-263
14.2.2	Binäruntersetzer	14-263
14.2.3	Belüftungsanlage.....	14-264
14.2.4	Lampen schalten	14-264
14.2.5	Drehrichtungserkennung	14-265
14.2.6	Kiesförderanlage	14-265
14.2.7	Bereichsanzeige	14-266
14.2.8	BCD-Anzeigenauswahl 1 aus 4.....	14-266
14.3	Kapitel 6	14-267
14.3.1	Erzeugung von Taktsignalen.....	14-267
14.3.2	Ultraschall – Überwachungssystem	14-268
14.3.3	Stoppuhr	14-268
14.3.4	Wählbare Öffnungszeit einer Klebedüse	14-269
14.4	Kapitel 7	14-270
14.4.1	Parametrierbarer AUF-AB-Zähler.....	14-270
14.4.2	Eingangswert selektieren	14-271
14.4.3	Überwachung der Walzgutgeschwindigkeit	14-272
14.4.4	Sollwertvorgabe.....	14-273
14.4.5	Ampelsteuerung	14-274
14.5	Kapitel 8	14-276
14.5.1	Schlupfkontrolle eine Förderbands.....	14-276
14.5.2	Umrechnung Gradmaß und Bogenmaß.....	14-277
14.5.3	Berechnung eines Anschlagwinkels.....	14-277
14.5.4	Messwertüberwachung	14-278
14.6	Kapitel 9	14-279
14.6.1	Reverse	14-279
14.6.2	Bit setzen in einer Variablen.....	14-279
14.6.3	Bit Signalwert aus Doppelwort anzeigen.....	14-280
14.6.4	Rotieren	14-280
14.7	Kapitel 11	14-281
14.7.1	Eingangsnormierung mit Normierungsbaustein (AE_REALN).....	14-281
14.7.2	Ausgangsnormierung mit Normierungsbaustein (REALN_AA).....	14-281
14.7.3	Füllstandsmessung.....	14-282
14.7.4	Volumenberechnung Kugeltank	14-282
14.7.5	Füllstand – Frequenzumrichter.....	14-283
14.7.6	Füllmengenüberwachung bei Tankfahrzeugen	14-284
14.8	Kapitel 12	14-285
14.8.1	Füllung von zwei Vorratsbehältern	14-285
14.8.2	Rezeptwertspeicher.....	14-286
14.8.3	Pufferspeicher	14-288
14.8.4	Kennwort Eingangstür	14-289
14.9	Kapitel 13	14-290
14.9.1	Flugplatz - Landefeuer	14-290
14.9.2	Verzögerungsglied 1. Ordnung (PT ₁ – Glied).....	14-291
14.9.3	Min - Max - Limit	14-291
14.9.4	Störungsbaustein.....	14-292
14.9.5	Temperaturwerte speichern	14-293
14.9.6	Filterüberwachung	14-294
14.9.7	Abfüllanlage für Fruchtsäfte	14-295
14.9.8	Qualitätsprüfung von Keramikplatten	14-296
14.9.9	Vergleicher mit Dreipunktverhalten	14-297
14.9.10	Dreipunktgler mit Schalthysterese (DRPH).....	14-298
14.9.11	Temperaturregelung eines Lageraumes	14-299