

Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Aufgabensammlung

SPS-Technik

Systemneutral mit GRAFCET und FUP



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

Vorwort

Die im vorliegenden überarbeiteten Band Teil 1 dargestellten Aufgabenstellungen sollen den Anwender befähigen, sich praxisnah mit der speicherprogrammierbaren Steuerung auseinanderzusetzen.

Neu ist hierbei die Betriebsmittelkennzeichnung nach DIN VDE 61346 und die auf der DIN EN 60848 (GRAFCET) beruhende „Spezifikationsprache für Funktionspläne der Ablaufsteuerung“. Einen wesentlichen Schwerpunkt bildet die veränderte Darstellung der Programmentwicklung von Ablaufsteuerungen.

Die Aufgabensammlung ist besonders geeignet für Anwender in der Aus- und Weiterbildung. Sie ist in diesem Ordner systemneutral erstellt und kann somit auf andere Steuerungssysteme angepasst werden.

Auf einer CD befinden sich zusätzlich die Lösungen, die im Original-Siemens-SPS-Programm in Step 7 erstellt wurden.

Die Aufgabensammlung ist logisch strukturiert und visualisiert gestaltet. So können über die Bearbeitungsstrukturen:

- Ergänzen des in Teilen vorgegebenen Funktionsplans (GRAFCET nach DIN EN 60848) mit Hilfe der Steuerbeschreibung und des Technologieschemas,
- Ergänzen des in Teilen vorgegebenen SPS-Programms (Darstellung FUP) mit Hilfe der Steuerbeschreibung, des Technologieschemas und des zuvor ergänzten Funktionsplans (DIN EN 60848),
- Eingeben des ergänzten Steuerprogramms in das SPS-System und Durchführung der Selbstkontrolle anhand der dazu vorgegebenen Arbeitsblätter,

schnell die Fähigkeiten entwickelt werden, sicher und strukturiert kleinere SPS-Programme zu erstellen.

Bearbeitung der Aufgaben

Vorgaben

Dem Anwender liegen sechs Aufgaben vor. Diese sind jeweils mit einer vollständigen Beschreibung des Steuerungsablaufes versehen. Zusätzlich wird das komplette Technologieschema vorgegeben.

In der beiliegenden Zuordnungsliste sind alle erforderlichen Operanden (Ein- und Ausgänge, Datenbausteine und Zeiten) der Steuerung enthalten.

Für die einzelnen Schritte werden keine Merker mehr verwendet, sondern ausschließlich Datenbausteinbits verwendet. Aus diesem Grund wird auch die Struktur des jeweiligen Datenbausteins vorgegeben.

Durchführung der Steuerungsaufgaben

Nach gründlicher Einarbeitung und dem Vertrautwerden mit der Steuerungsaufgabe hat der Anwender den in Teilen vorgegebenen Funktionsplan (DIN EN 60848) unter Nutzung der Aufgabenbeschreibung und des Technologieschemas zu vervollständigen. Dazu trägt er die Lösung mit einem Stift in die freigelassenen Felder ein.

Anhand der Struktur der DIN EN 60848, erfolgt nun die Ergänzung der Vorlage des SPS-Programms in der Darstellung (FUP) in seiner Gesamtheit.

Ein besonderes Hilfsmittel stellt die in Auszügen vorliegende Anlage (gelb) zur DIN EN 60848 (GRAFCET) mit den entsprechenden Querverweisen dar.

Nach Eingabe der eigenständig erarbeiteten Lösung (ergänzt SPS-Programm in Darstellung FUP) sowie des vorgegebenen Datenbausteins in das SPS-System, kann das Programm auf seine Richtigkeit getestet werden.

Bewertung

Ziel der Bewertung ist die Selbsteinschätzung über den Stand der eigenen Kenntnisse und Fähigkeiten. Durch den Trainer kann eine weitere Kontroll- und Leistungseinschätzung nach dem Punktesystem 10-9-7-5-0 durchgeführt werden. Mit der im Ordner enthaltenen Lösungen (rosa) können die Aufgaben dann bewertet werden.

Ziel

Der Anwender wird nach Durcharbeitung der Aufgaben in der Lage sein, kleinere und mittlere strukturierte SPS-Programme selbstständig zu erstellen und sein Wissen somit in die spätere Praxis zu transferieren.

Konstanz, im Frühjahr 2016 Dirk Boddin

Inhaltsverzeichnis

- 1 Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für einen Zylinder 1**
 - 1.1 Hinweise zur Ansteuerung des Zylinders 1
 - 1.1.1 Aufgabenbeschreibung 1
 - 1.1.2 Beschreibung der Steuerung 1
 - 1.2 Technologieschema des Zylinders 2
 - 1.3 Funktionsplan des Zylinders 3
 - 1.4 Zuordnungsliste 4
 - 1.5 Datenbaustein 1 (Schrittkette) 5
 - 1.6 Steuerung für einen Zylinder 6
 - 1.7 Selbstkontrolle 9
 - 1.8 Bewertung der Funktion des geänderten Steuerprogramms 10
 - 1.9 Beschriftungsstreifen der S7-Steuerung für das Programm der Ablaufsteuerung eines Zylinders 11
- 2 Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für eine Biegevorrichtung mit zwei Zylindern 12**
 - 2.1 Hinweise zur Ansteuerung der Biegevorrichtung mit zwei Zylindern 12
 - 2.1.1 Aufgabenbeschreibung 12
 - 2.1.2 Beschreibung der Steuerung 12
 - 2.2 Technologieschema der Biegevorrichtung mit zwei Zylindern 13
 - 2.3 Funktionsplan der Biegevorrichtung mit zwei Zylindern 14
 - 2.4 Zuordnungsliste 15
 - 2.5 Datenbaustein 1 (Schrittkette) 16
 - 2.6 Steuerung für eine Biegevorrichtung mit zwei Zylindern 17
 - 2.7 Selbstkontrolle 23
 - 2.8 Bewertung der Funktion des geänderten Steuerprogramms 24
 - 2.9 Beschriftungsstreifen der S7-Steuerung für das Programm der Ablaufsteuerung einer Biege-
vorrichtung mit zwei Zylindern 25
- 3 Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für eine Biegevorrichtung mit drei Zylindern 26**
 - 3.1 Hinweise zur Ansteuerung der Biegevorrichtung mit drei Zylindern 26
 - 3.1.1 Aufgabenbeschreibung 26
 - 3.1.2 Beschreibung der Steuerung 26
 - 3.2 Technologieschema der Biegevorrichtung mit drei Zylindern 27
 - 3.3 Funktionsplan der Biegevorrichtung mit drei Zylindern 28
 - 3.4 Zuordnungsliste 29
 - 3.5 Datenbaustein 1 (Schrittkette) 30
 - 3.6 Steuerung für eine Biegevorrichtung mit drei Zylindern 31
 - 3.7 Selbstkontrolle 39
 - 3.8 Bewertung der Funktion des geänderten Steuerprogramms 40
 - 3.9 Beschriftungsstreifen der S7-Steuerung für das Programm der Ablaufsteuerung einer Biege-
vorrichtung mit drei Zylindern 41
- 4 Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für eine Bohrvorrichtung 42**
 - 4.1 Hinweise zur Ansteuerung der Bohrvorrichtung 42
 - 4.1.1 Aufgabenbeschreibung 42
 - 4.1.2 Beschreibung der Steuerung 42
 - 4.2 Technologieschema der Bohrvorrichtung 43
 - 4.3 Funktionsplan der Bohrvorrichtung 44
 - 4.4 Zuordnungsliste 45
 - 4.5 Datenbaustein 1 (Schrittkette) 46
 - 4.6 Steuerung für eine Bohrvorrichtung 47
 - 4.7 Selbstkontrolle 57
 - 4.8 Bewertung der Funktion des geänderten Steuerprogramms 58
 - 4.9 Beschriftungsstreifen der S7-Steuerung für das Programm der Ablaufsteuerung einer Bohrvorrichtung 59

5	Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für eine Bohrvorrichtung mit Erweiterung . . .	60
5.1	Hinweise zur Ansteuerung der Bohrvorrichtung mit Erweiterung	60
5.1.1	Aufgabenbeschreibung	60
5.1.2	Beschreibung der Steuerung	60
5.2	Technologieschema der Bohrvorrichtung mit Erweiterung	62
5.3	Funktionsplan der Bohrvorrichtung mit Erweiterung	63
5.4	Zuordnungsliste	64
5.5	Datenbaustein 1 (Schrittfolge)	65
5.6	Steuerung für eine Bohrvorrichtung mit Erweiterung	66
5.7	Selbstkontrolle	79
5.8	Bewertung der Funktion des geänderten Steuerprogramms	81
5.9	Beschriftungsstreifen der S7-Steuerung für das Programm der Ablaufsteuerung einer Bohr- vorrichtung mit Erweiterung	83
6	Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für eine Farbmischanlage	84
6.1	Hinweise zur Ansteuerung der Farbmischanlage	84
6.1.1	Aufgabenbeschreibung	84
6.1.2	Beschreibung der Steuerung	84
6.2	Technologieschema der Farbmischanlage	86
6.3	Funktionsplan der Farbmischanlage	87
6.4	Zuordnungsliste	88
6.5	Datenbaustein 1 (Schrittfolge)	89
6.6	Steuerung für eine Farbmischanlage	90
6.7	Selbstkontrolle	113
6.8	Bewertung der Funktion des geänderten Steuerprogramms	115
6.9	Beschriftungsstreifen der S7-Steuerung für das Programm der Ablaufsteuerung einer Farbmischanlage	117
7.1	Lösung: Funktionsplan des Zylinders	118
7.2	Lösung: Steuerung für einen Zylinder	119
8.1	Lösung: Funktionsplan der Biegevorrichtung mit zwei Zylindern	122
8.2	Lösung: Steuerung für eine Biegevorrichtung mit zwei Zylindern	123
9.2	Lösung: Funktionsplan der Biegevorrichtung mit drei Zylindern	129
9.2	Lösung: Steuerung für eine Biegevorrichtung mit drei Zylindern	130
10.1	Lösung: Funktionsplan der Bohrvorrichtung	138
10.2	Lösung: Steuerung für eine Bohrvorrichtung	139
11.1	Lösung: Funktionsplan der Bohrvorrichtung mit Erweiterung	149
11.2	Lösung: Steuerung für eine Bohrvorrichtung mit Erweiterung	150
12.1	Lösung: Funktionsplan der Farbmischanlage	163
12.2	Lösung: Steuerung für eine Farbmischanlage	164
13	Auszüge aus der „DIN EN 60848 GRAFCET – Spezifikationssprache für Funktionspläne der Ablaufsteuerung“	187

2 Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für eine Biegevorrichtung mit zwei Zylindern

2.1 Hinweise zur Ansteuerung der Biegevorrichtung mit zwei Zylindern

2.1.1 Aufgabenbeschreibung

- Ergänzen Sie den in Teilen vorgegebenen Funktionsplan (GRAFCET nach DIN EN 60848) mit Hilfe der Steuerungsbeschreibung und des Technologieschemas.
- Ergänzen Sie ebenfalls das in Teilen vorgegebene SPS-Programm (Darstellung FUP) mit Hilfe der Steuerungsbeschreibung und des Technologieschemas sowie den von Ihnen ergänzten Funktionsplan (GRAFCET nach DIN EN 60848)
- Geben Sie das ergänzte Steuerprogramm in das SPS-System ein und führen Sie unter Verwendung des Arbeitsblattes „Selbstkontrolle“ die Kontrolle durch, d. h. prüfen Sie selbst, ob die verlangten Teilfunktionen erfüllt sind. Dokumentieren Sie Ihre Entscheidung jeweils durch ein Ankreuzen des entsprechenden Feldes. Kreuzen Sie zum Schluss in der Tabelle Selbstkontrolle an, ob das Steuerprogramm insgesamt der Aufgabenstellung entspricht. Führen Sie danach Ihrem Ausbilder oder Trainer das eingegebene Steuerprogramm zur Bewertung der Selbstkontrolle und zur Funktionskontrolle sowie zur Bewertung der richtigen Ergänzung des Funktionsplanes (GRAFCET nach DIN EN 60848) und der richtigen Ergänzung des SPS-Programms (Darstellung FUP) vor.

2.1.2 Beschreibung der Steuerung

Die Kolbenstange des Spannzylinders M1 soll im Automatikbetrieb durch das Betätigen des Tasters S1 ausfahren und den eingelegten Draht einspannen. Wenn der Spannzylinder M1 den Endschalter B2 betätigt, wird der eingelegte Draht durch den Biegezyylinder M4 in der Biegevorrichtung um 90 Grad gebogen. Hat der Biegezyylinder M4 den Endschalter B4 betätigt, wird nach einer Zeit von 3 Sekunden erst der Biegezyylinder M4 und dann der Spannzylinder M1 eingefahren. Über den Schalter SW1 lässt sich die Steuerung zwischen Hand- und Automatikbetrieb umschalten. Die Betriebszustände Hand und Automatik werden über die Meldeleuchten P1 und P2 angezeigt. Die Endlagen der Zylinder M1 und M4 werden über die Meldeleuchten P3 und P4 sowie P5 und P6 angezeigt.

Anlagenstart

Die Biegevorrichtung ist bei betätigtem Schalter SW1 auf Automatikbetrieb geschaltet. Wenn die Kolbenstangen der Zylinder M1 und M4 eingefahren sind (B1 und B3 betätigt), kann die Anlage durch das Betätigen des Tasters S1 gestartet werden, sofern nicht gleichzeitig der STOPP-Taster S0 betätigt wird.

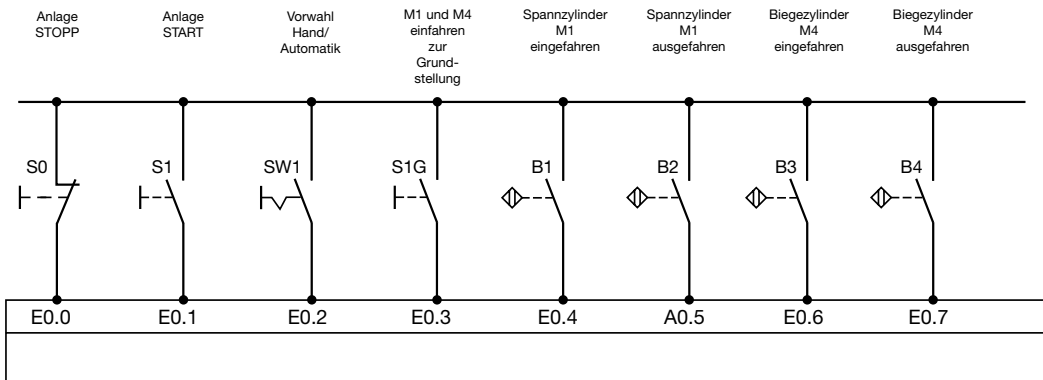
Automatikbetrieb

Die im Technologieschema dargestellte Biegevorrichtung, soll den oben beschriebenen Ablauf nach der Vorwahl Automatik über den Schalter SW1 und der Betätigung des Tasters S1 erfüllen.

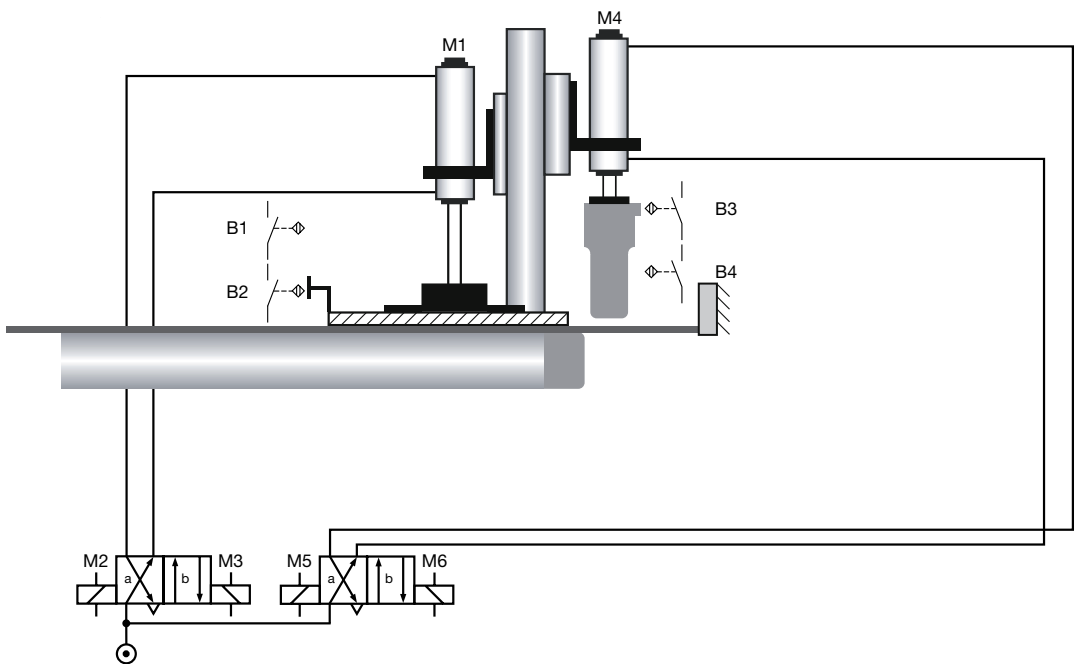
Handbetrieb

Wird während des Automatikablaufes der Biegevorrichtung der Taster S0 oder der Schalter SW1 betätigt, hat dies einen sofortigen Stopp zur Folge und sämtliche Schritte werden zurückgesetzt. Um die Zylinder M1 und M4 nach dem Betätigen des Tasters S0 oder des Schalters SW1 wieder in Grundstellung zu fahren, muss der Kontakt des Schalters SW1 geöffnet werden. Hierdurch wird die Steuerung auf Handbetrieb umgeschaltet und die Kolbenstangen der Zylinder M1 und M4 werden durch das Betätigen des Tasters S1G in umgekehrter Reihenfolge wieder in Grundstellung gefahren.

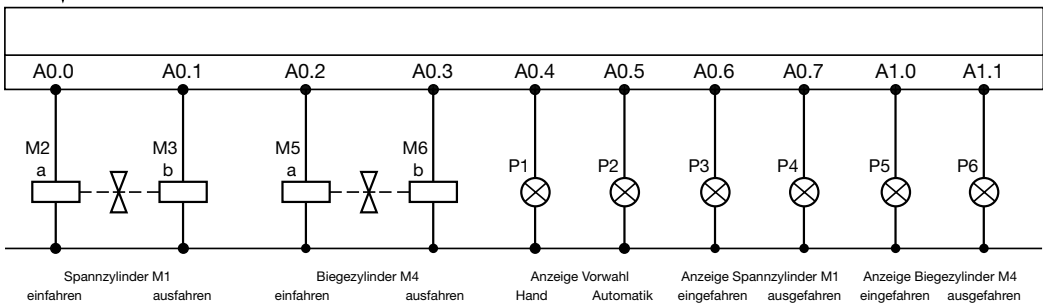
2.2 Technologieschema der Biegevorrichtung mit zwei Zylindern



Systembezogene Operanden



Systembezogene Operanden



3 Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für eine Biegevorrichtung mit drei Zylindern

3.1 Hinweise zur Ansteuerung der Biegevorrichtung mit drei Zylindern

3.1.1 Aufgabenbeschreibung

- Ergänzen Sie den in Teilen vorgegebenen Funktionsplan (GRAFCET nach DIN EN 60848) mit Hilfe der Steuerungsbeschreibung und des Technologieschemas.
- Ergänzen Sie ebenfalls das in Teilen vorgegebene SPS-Programm (Darstellung FUP) mit Hilfe der Steuerungsbeschreibung und des Technologieschemas sowie den von Ihnen ergänzten Funktionsplan (GRAFCET nach DIN EN 60848).
- Geben Sie das ergänzte Steuerprogramm in das SPS-System ein und führen Sie unter Verwendung des Arbeitsblattes „Selbstkontrolle“ die Kontrolle durch, d. h. prüfen Sie selbst, ob die verlangten Teilfunktionen erfüllt sind. Dokumentieren Sie Ihre Entscheidung jeweils durch ein Ankreuzen des entsprechenden Feldes. Kreuzen Sie zum Schluss in der Tabelle Selbstkontrolle an, ob das Steuerprogramm insgesamt der Aufgabenstellung entspricht. Führen Sie danach Ihrem Ausbilder oder Trainer das eingegebene Steuerprogramm zur Bewertung der Selbstkontrolle und zur Funktionskontrolle sowie zur Bewertung der richtigen Ergänzung des Funktionsplanes (GRAFCET nach DIN EN 60848) und der richtigen Ergänzung des SPS-Programms (Darstellung FUP) vor.

3.1.2 Beschreibung der Steuerung

Die Kolbenstange des Zylinders M1 soll im Automatikbetrieb durch das Betätigen des Tasters S1 ausfahren und den eingelegten Draht einspannen. Wenn der Zylinder M1 den Endschalter B2 betätigt, wird der eingelegte Draht durch den Zylinder M4 in der Biegevorrichtung um 90 Grad gebogen. Hat der Zylinder M4 den Endschalter B4 betätigt, wird der eingelegte Draht durch den Zylinder M7 in der Biegevorrichtung nochmals um 90 Grad gebogen. Hat der Zylinder M7 dann den Endschalter B6 betätigt, wird nach einer Zeit von 3 Sekunden erst der Zylinder M7 dann der Zylinder M4 und schließlich der Zylinder M1 eingefahren. Über den Schalter SW1 lässt sich die Steuerung zwischen Hand- und Automatikbetrieb umschalten. Die Betriebszustände Hand und Automatik werden über die Meldeleuchten P1 und P2 angezeigt. Die Grundstellung der Biegevorrichtung wird über die Meldeleuchte P3 angezeigt. Der Automatikablauf wird blinkend mit einer Taktfrequenz von 1 Hz über die Meldeleuchte P4 angezeigt.

Anlagenstart

Die Biegevorrichtung ist bei betätigtem Schalter SW1 auf Automatikbetrieb geschaltet. Wenn die Kolbenstangen der Zylinder M1, M4 und M7 eingefahren sind (B1, B3 und B5 betätigt), kann die Anlage durch das Betätigen des Tasters S1 gestartet werden, sofern nicht gleichzeitig der STOPP-Taster S0 betätigt wird.

Automatikbetrieb

Die im Technologieschema dargestellte Biegevorrichtung, soll den oben beschriebenen Ablauf nach der Vorwahl Automatik über den Schalter SW1 und der Betätigung des Tasters S1 erfüllen.

Handbetrieb

Wird während des Automatikablaufes der Biegevorrichtung der Taster S0 oder der Schalter SW1 betätigt, hat dies einen sofortigen Stopp zur Folge und sämtliche Schritte werden zurückgesetzt. Um die Zylinder M1, M4 und M7 nach dem Betätigen des Tasters S0 oder des Schalters SW1 wieder in Grundstellung zu fahren, muss der Kontakt des Schalters SW1 geöffnet werden. Hierdurch wird die Steuerung auf Handbetrieb umgeschaltet und die Kolbenstangen der Zylinder M1, M4 und M7 werden durch das Betätigen des Tasters S1G in umgekehrter Reihenfolge wieder in Grundstellung gefahren.

6 Entwicklung eines SPS-Programms (Ablaufsteuerung) für eine Farbmischanlage

6.1 Hinweise zur Ansteuerung der Farbmischanlage

6.1.1 Aufgabenbeschreibung

- Ergänzen Sie den in Teilen vorgegebenen Funktionsplan (GRAFCET nach DIN EN 60848) mit Hilfe der Steuerungsbeschreibung und des Technologieschemas.
- Ergänzen Sie ebenfalls das in Teilen vorgegebene SPS-Programm (Darstellung FUP) mit Hilfe der Steuerungsbeschreibung und des Technologieschemas sowie den von Ihnen ergänzten Funktionsplan (GRAFCET nach DIN EN 60848).
- Geben Sie das ergänzte Steuerprogramm in das SPS-System ein und führen Sie unter Verwendung des Arbeitsblattes „Selbstkontrolle“ die Kontrolle durch, d. h. prüfen Sie selbst, ob die verlangten Teilfunktionen erfüllt sind. Dokumentieren Sie Ihre Entscheidung jeweils durch ein Ankreuzen des entsprechenden Feldes. Kreuzen Sie zum Schluss in der Tabelle Selbstkontrolle an, ob das Steuerprogramm insgesamt der Aufgabenstellung entspricht. Führen Sie danach Ihrem Ausbilder oder Trainer das eingegebene Steuerprogramm zur Bewertung der Selbstkontrolle und zur Funktionskontrolle sowie zur Bewertung der richtigen Ergänzung des Funktionsplanes (GRAFCET nach DIN EN 60848) und der richtigen Ergänzung des SPS-Programms (Darstellung FUP) vor.

6.1.2 Beschreibung der Steuerung

Die Farbmischanlage soll zwei unterschiedliche Farbtöne mischen. Hierzu befinden sich in den Behältern

1 bis 4 die Farben rot, blau, grün und gelb. Über den Programmwahlschalter SWP1/2 kann dann der Farbton 1 (Programm 1) bzw. Farbton 2 (Programm 2) vorgewählt werden. Der Mischermotor M6 soll im Automatikbetrieb bei eingeschalteter Anlage (Q1 geschlossen) und der Vorwahl Programm 1 (SWP1/2 offen) durch das Betätigen des Tasters S1 eingeschaltet werden. Nach einer Verweilzeit von 4 Sekunden (T1) wird dann das Ventil M1 des Behälters 1 geöffnet. Nach der Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T2) erfolgt das Einschalten des Pumpenmotors M7. Hierdurch wird nunmehr die Farbe vom Behälter 1 in den Mischbehälter gepumpt, bis der Sensor Befüllung 1 (B1) anspricht. Durch das Betätigen des Sensors B1 wird das Ventil M1 sofort geschlossen und nach einer Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T3) erfolgt das Abschalten des Pumpenmotors M7. Nach einer weiteren Verweilzeit von 4 Sekunden (T1) erfolgt dann das Öffnen des Ventil M2 vom Behälter 2 und nach der Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T2) wird der Pumpenmotor M7 eingeschaltet. Hierdurch wird die Farbe vom Behälter 2 in den Mischbehälter gepumpt, bis der Sensor Befüllung 2 (B2) anspricht. Durch das Betätigen des Sensors B2 wird das Ventil M2 sofort geschlossen und nach einer Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T3) erfolgt wiederum das Abschalten des Pumpenmotors M7. Nach einer weiteren Verweilzeit von 4 Sekunden (T1) wird das Ventil M3 des Behälters 3 geöffnet und nach der Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T2) erfolgt wiederum das Einschalten des Pumpenmotors M7. Hierdurch wird nun die Farbe vom Behälter 3 in den Mischbehälter gepumpt, bis der Sensor Befüllung 3 (B3) anspricht. Durch das Betätigen des Sensors B3 wird das Ventil M3 sofort geschlossen und nach der Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T3) erfolgt wiederum das Abschalten des Pumpenmotors M7. Nach dem Abschalten des Pumpenmotors M7 wird das Ventil M5 geöffnet und die gemischte Farbe läuft zur weiteren Verarbeitung aus dem Mischbehälter. Über den Sensor B4 wird an die Steuerung ein Signal gegeben, dass der Mischbehälter entleert ist. Hierdurch wird das Ventil M5 wieder geschlossen und gleichzeitig der Mischermotor M6 abgeschaltet. Jetzt befindet sich die Farbmischanlage wieder in Grundstellung. Durch erneutes Betätigen des Tasters S1 kann dann ein neuer Zyklus gestartet werden.

Bei der Vorwahl von Programm 2 (SWP1/2 geschlossen) wird der Mischermotor M6 im Automatikbetrieb bei eingeschalteter Anlage (Q1 geschlossen) durch das Betätigen des Tasters S1 ebenfalls eingeschaltet. Nach einer Verweilzeit von 4 Sekunden (T1) wird dann das Ventil M2 des Behälters 2 geöffnet. Nach der Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T2) erfolgt jetzt das Einschalten des Pumpenmotors M7. Hierdurch wird die Farbe vom Behälter 2 in den Mischbehälter gepumpt, bis der Sensor Befüllung 1 (B1) anspricht. Durch das Betätigen des Sensors B1 wird das Ventil M2 sofort geschlossen und nach einer Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T3) erfolgt das Abschalten des Pumpenmotors M7. Nach einer weiteren Verweilzeit von 4 Sekunden (T1) wird dann das Ventil M3 des Behälters 3 geöffnet und nach der Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T2) erfolgt wiederum das Einschalten des Pumpenmotors M7. Hierdurch wird die Farbe vom Behälter 3 in den Mischbehälter gepumpt, bis der Sensor Befüllung 2 (B2) anspricht. Durch das Betätigen des Sensors B2 wird das Ventil M3 sofort geschlossen und nach der Verzögerungszeit von 2 Sekunden (T3) erfolgt wiederum das Abschalten des Pumpenmotors M7. Nach einer weiteren