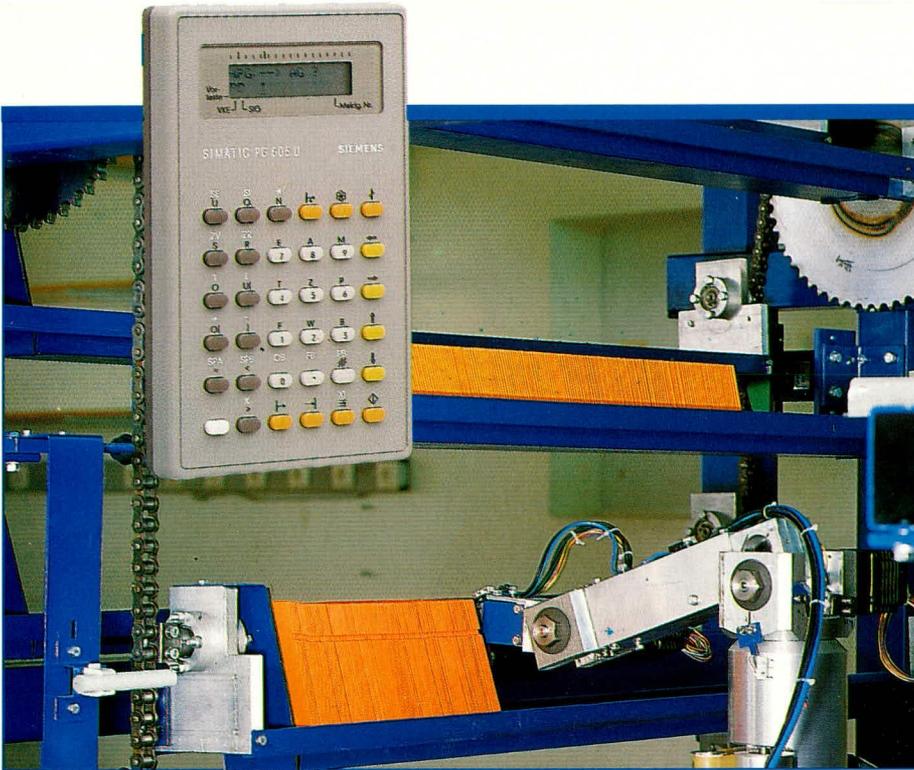




Automatisierungsmittel für die verschiedensten Aufgaben

Prof. Dr.-Ing. Ewald Matull



Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) Teil 6

Der vorliegende sechste Teil der Artikelserie beschreibt im wesentlichen die Vorgehensweise zur Inbetriebnahme unserer Modellanlage.

15. Inbetriebnahme der Zweipunkt-Schweißvorrichtung

In der letzten Folge haben wir die Programmierung der Zweipunkt-Schweißvorrichtung abgeschlossen. Inzwischen sind auch unsere Kollegen der Hardware-Abteilung nicht untätig geblieben. Sie haben die Anlage aufgebaut, den Schaltschrank eingerichtet und aufgestellt sowie die Stellglieder und Sensoren mit den Ein- und Ausgängen im Schaltschrank verkabelt.

Zum Abschluß haben sie die Kabelverbindungen „durchgeklingelt“, d.h. sie haben überprüft, ob alle Kabelverbindungen ordnungsgemäß installiert sind und Signaldurchgang zulassen.

Hier ist bereits ohne fertiges SPS-Programm die Unterstützung durch das SPS-Programmiergerät möglich, das einen Test der Eingaben und der Ausgaben mit zwei Betriebsarten zuläßt:

- Betriebsart „Status Variable“
- Betriebsart „Steuern“

Test der Kabelverbindungen zwischen SPS und Anlage mit Hilfe des Programmiergerätes

Die Betriebsart „Status Variable“ ermöglicht den Test der Kabelstrecken vom Sensor über die SPS-Eingabe bis in die SPS hinein (Eingabekanäle). Hierzu kann

sich der Benutzer in einem Bildschirm des PG eine Liste von Eingabevariablen zusammensetzen, deren Schaltzustand ihm im Online-Betrieb des PG an der SPS gezeigt wird (Bild 38).

Operanden:	Signalzustände:
EB 4	KM= 00001001
EB 5	KM= 11100100

Bild 38: Variablenliste mit Formatangaben und Statusinformationen in der Betriebsart STATUS VARIABLE

Als Operanden sind hier u.a. Eingabebits, -bytes und -worte anwählbar; die aktuellen Signalzustände werden im Online-Betrieb hinter der jeweiligen Formatangabe (hier KM für Bitmuster) ausgegeben. Das Bitmuster für EB 4 besagt, daß die Eingaben E 4.3 und E 4.0 eingeschaltet, alle anderen Bits in diesem Byte ausgeschaltet sind.

Ein Helfer betätigt nun nacheinander alle zu testenden Sensoren (z.B. unseren Endschalter SE1R), und der Beobachter kann am Bildschirm erkennen, ob die laut Zuordnungsliste zugehörigen Eingabevariablen in der SPS den richtigen Schaltzustand (Status) aufweisen.

Zum Test der umgekehrten Signalstrecke von der SPS bis zum Stellglied (Ausgabekanäle) bietet das PG die Funktion „Steuern“. Hier kann der Bediener bei im Stop-Zustand(!) befindlicher Steuerung Ausga-

bevariable ohne SPS-Programm einschalten.

Er kann hierfür zunächst einmal ebenfalls eine Operandenliste eingeben (Ausgabebits, -bytes und -worte) und für jeden dieser Operanden einen Schaltzustand bzw. Wert vorgeben (Bild 39).

Operanden:	Steuern	Signalformer:
AB 8		KM= 01010101

Bild 39: Variablenliste mit Formatangaben und Wertvorgabe in der Betriebsart STEuern

Bild 39 zeigt, wie für das Ausgabebyte AB 8 im Stop-Zustand der SPS das Bitmuster 01010101 vorgegeben wird. Das hat zur Konsequenz, daß dieses Muster statisch auf die Bits des Ausgabebytes AB 8 ausgegeben wird (A 8.7=0, ..., A 8.0=1). Die so angesprochenen Ausgaben behalten den Einschaltwert bei, bis der Bediener durch Tastendruck die Funktion STEuern beendet. Danach sind wie auch sonst im Stop-Zustand der Steuerung sämtliche Ausgaben wieder abgeschaltet.

Der Benutzer ist somit in der Lage, einzelne Stellglieder (z.B. die Ausgabe YP2V) in der Anlage gezielt einzuschalten und die Reaktionen der Mechanik darauf zu prüfen.

Nach diesen beiden Testabläufen kann die Verkabelung der Anlage als ausreichend getestet angesehen werden.

Nach diesem Zeitpunkt werden Hard- und Software zusammengeführt, d.h. wir sind nun in der Lage, in die fertig installierte und getestete SPS das von uns geschriebene Programm hineinzuladen und zu prüfen.

Inbetriebnahme und Test eines neu erstellten Programmes

Zunächst nimmt der Bediener die Übertragung des Programms in die SPS vor. Er bedient sich hierzu des Programmiergerätes im Online-Betrieb, d.h. bei bestehender Verbindung zwischen PG und AG (Funktion: Übertragen).

Anschließend ist die Strategie der Inbetriebnahme des neuen Programmes zu überlegen. Für unsere einfache Anlage gelten sehr einfache Überlegungen: zunächst testen wir im Handbetrieb Bewegung für Bewegung durch (Betätigung der Handtaster am Bedienpult). Hierbei prüfen wir schon, ob die definierten Sicherheitsverriegelungen wirksam sind: ein Verfahren der Bewegungen (Einschwenken und Verschieben) darf z.B. nur erfolgen, wenn sich der Klammerzylinder in R-Stellung befindet.

Anschließend führen wir alle Bewegungen in ihre Grundstellung, wählen auf die Betriebsart Automatik um und legen ein Blechteile-Paar ein. Ein Anlauf muß nun erfolgen, sobald der Start betätigt wird. Im Idealfall haben wir fehlerfrei programmiert, der automatische Ablauf funktioniert ohne Probleme.

Bei großen, komplexen Fertigungsanlagen sind i.d.R. umfangreichere Vorgehensweisen zur Inbetriebnahme durchzuführen. Man geht hier oft „bottom-up“ vor, d.h. man baut sozusagen von funktionierenden Einzelteil zur funktionierenden Gesamtanlage auf. Arbeiten z.B. mehrere Teilanlagen, die über ein Fördersystem miteinander verkettet sind, zusammen, beginnt man oft damit, die einzelnen Teilanlagen wie oben beschrieben, schrittweise in Betrieb zu nehmen. Neben den oben beschriebenen Betriebsarten Handbetrieb und automatischer (Einzel-)Betrieb muß jede Teilanlage nun aber auch noch im Verbund mit den anderen Systemen zusammenarbeiten. Nachdem also jede Teilanlage zufriedenstellend für sich allein automatisch durchläuft, kann der Förderablauf der Werkstücke durch die Teilanlagen getestet werden. Läuft der Förderer einwandfrei, kann die Gesamtanlage verkettet gefahren werden, d.h. alle Komponenten werden im Verbund betrieben.

Natürlich stellen sich in der Regel bei der Inbetriebnahme einer Anlage Programmfehler heraus. Unsere SPS wird also in diesem Fall die Anlage nicht in der beabsichtigten Weise beeinflussen. Die

Folge könnte z.B. der Stillstand der Anlage mitten im Ablauf oder der Start einer falschen Bewegung, bezogen auf den Sollablauf sein.

Ein Inbetriebnehmer benötigt für derartige Situationen zusätzliche Hilfsmittel zur Fehleranalyse. Programmierer, die Erfahrung in der Programmierung mit einer Hochsprache wie z.B. Pascal oder C haben, kennen als Hilfsmittel in solchen Si-

den aktuellen Schaltzustand der beteiligten Variablen einblenden zu lassen. Voraussetzung ist die Online-Kopplung des PG mit dem Automatisierungsgerät, da die aktuellen Schaltzustände laufend aus der SPS geholt und dargestellt werden müssen. In Bild 40 sehen wir als Beispiel für den Statusbetrieb das Netzwerk YP1V, das für das Einschwenken der Schweißzange über die Bleche zuständig ist.

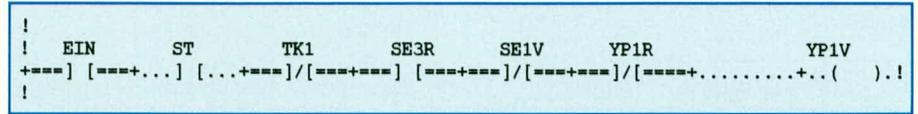


Bild 40: Netzwerk YP1V mit Statusinformationen (Betriebsart Test/Status)

tuationen ein Tool namens Debugger. Dieses Hilfsprogramm ermöglicht es, ein zu testendes Programm an einer vorgegebenen Stelle („Breakpoint“) anzuhalten, dort den Wert einer zu untersuchenden Variablen anzuzeigen („Watch“) und ggf. zu verändern, den Verlauf der Veränderungen von Variablen mitzuschreiben („Trace“), das Programm Schritt für Schritt bearbeiten zu lassen und zwischendurch bestimmte Variablen zu betrachten oder zu modifizieren und so fort.

Einen Teil dieser Funktionalität finden wir auch in den meisten Programmiergeräten. So kann man die Bearbeitung des SPS-Programms an einer bestimmten Stelle unterbrechen und sie Anweisung für Anweisung schrittweise fortsetzen lassen („Bearbeitungskontrolle“). Zwischendurch können Variablenwerte angezeigt („Status“) und beeinflusst werden („Steuern“, s.o.).

Eine wesentliche Leistungsfähigkeit weisen AGs bzw. Programmiergeräte zu meist nicht auf: man kann kein Tracing von Variablen durchführen, d.h. es ist nicht möglich, den Verlauf eines SPS-Signals über der Zeit zu registrieren und darstellen

Wir erkennen, daß hier die Verbindungen zwischen den Kontakten unterschiedlich dargestellt sind: alle Verbindungen, außer denen um den Kontakt ST, sind doppelt gezeichnet (Gleichheitszeichen), nur die Umgebung von ST und von der Ausgabe YP1V sind punktiert dargestellt. Die Doppellinie kennzeichnet den logischen Zustand „1“, d.h. das enthaltene Element ermöglicht den „Logikfluß“. Man erkennt sofort, daß dieser „Logikfluß“ den zu schaltenden Ausgang nicht erreichen kann, weil eine Unterbrechung bei ST vorliegt. Es ist augenfällig, welches Element ein Schalten verhindert. Ein Inbetriebnehmer erkennt sofort, daß in diesem Fall das Blechpaar in der Maschine fehlt.

In einem konkreten Fehlerfall kann uns diese Darstellung oft weiterhelfen. Nehmen wir an, daß im Automatikbetrieb unsere Maschine nach dem Einlegen eines Blechpaares zunächst richtig anläuft und den ersten Schweißpunkt ordnungsgemäß setzt. Anschließend wird jedoch das erwartete Verschieben nicht durchgeführt. Ein Blick auf das Netzwerk YP2V (Bild 41) läßt uns erkennen, daß der Logikfluß um den Kontakt SE2V unterbrochen ist.

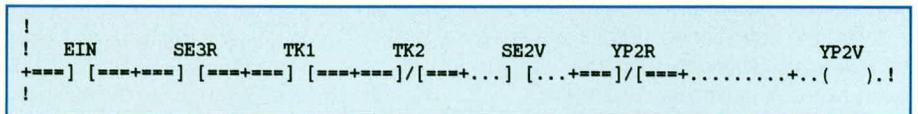


Bild 41: Netzwerk YP2V mit Statusinformationen

zu lassen. Das erweist sich in der Praxis als Problem, wenn man kurzfristige Signaländerungen erfassen und untersuchen will (z.B. bei der Einstellung von Regelungen). Ein Hilfsmittel, das diese Leistungslücke schließt, wird in einem Beitrag des nächsten „ELVjournal“ vorgestellt werden: der SPS-ANALYZER.

Kehren wir zu den Debug-Möglichkeiten der SPS zurück. Haupthilfsmittel zur Beobachtung und Überprüfung des Programmablaufs ist der sog. Statusbetrieb des Programmiergerätes. Wir sind hiermit in der Lage, uns in einem Netzwerk des SPS-Programms auf dem PG-Bildschirm

Eine kurze Überlegung führt uns zu dem Problem: Wir haben statt eines Öffners SE2V fälschlich einen Schließerkontakt programmiert. Der Fehler ist schnell durch das Austauschen des Kontaktes behebbar.

Das Gros der ‚Logikfehler‘ läßt sich in dieser Weise eingrenzen. Nur in besonders schwierigen Fällen, wenn Zustandsänderungen nur einen oder wenige SPS-Zyklen dauern, wird der Einsatz der Bearbeitungskontrolle notwendig, da man dann schrittweise das Programm abarbeiten und zwischendurch die Zustandsänderungen darstellen lassen kann.

Falls der Inbetriebnehmer im Verlauf



der Tests seine Änderungen direkt in der SPS durchgeführt hat, wird er abschließend diese Änderungen vom AG in seine Programmdatei auf dem Programmiergerät übertragen. Die Inbetriebnahme ist damit vollzogen. Eine aktuelle Dokumentation (Programmausdruck mit allen verfügbaren Zusatzinformationen) sollte im Büro unbedingt noch erzeugt werden.

Die automatisierte Fertigungsanlage kann nun produzieren und somit ihre Aufgabe erfüllen.

16. Fehlerdiagnose

Bei den heutigen modernen und teuren Fertigungsanlagen sind die Anlagenbetreiber auf höchstmögliche Verfügbarkeit angewiesen, wenn sie die Anlagen wirtschaftlich betreiben wollen („eine stehende Anlage kostet Geld, eine laufende Anlage bringt Geld!“). Ziel der Anlagenutzung muß es demnach sein,

- kontinuierlich Fertigungsaufträge, Personal und Material für die Anlage bereitzuhalten
- Ablaufstörungen und Fehler an der Anlage so schnell wie möglich zu erkennen und zu beseitigen.

Zu letzterem Zweck setzt man heute durchgängig Verfahren zur automatischen Fehlerdiagnose ein. Fehlerdiagnose bedeutet hierbei:

- Erkennung eines Fehlers
- Lokalisierung des Fehlerortes
- Angabe des Fehlers/Fehlerortes für den Bediener auf einem Anzeigergerät, damit dieser die Fehlerbeseitigung unverzüglich in Angriff nehmen kann.

Eine Möglichkeit zur Fehlerdiagnose liegt in der Gestaltung des SPS-Programms selbst. Wie bereits in einer der früheren Folgen kurz erwähnt, bietet die Ablaufsteuerung (Taktkettensteuerung) hier den Vorteil der eingebauten Fehlerdiagnose: Im Falle eines Anlagenstillstands zeigt die Taktkette den gestörten Ablaufschritt an, so daß der Fehlerort sofort signalisiert wird. Bei der Verknüpfungssteuerung muß man Zusatzleistungen in Form zusätzlicher Netzwerke erbringen.

Bei deren Aufbau sind wenige Grundschemas üblich:

- Erkennung von Zeitfehlern: eine gesteuerte Bewegung wird gestartet, erreicht aber in einer vorgeschriebenen Grenzzeit nicht ihre Endlage. Die Bewegung ist also entweder mechanisch blockiert, ihre elektrische Ansteuerung ist defekt oder der Antrieb arbeitet nicht mehr. Die Zeitüberschreitung führt zu dem

Einschalten eines Fehlermerkers zur Fehleranzeige.

Dies ist das Verfahren der Zeitüberwachung.

- Erkennung von Endschalterfehlern: Bei einer Bewegung mit zwei Endlagen darf entweder der vordere, der hintere oder kein Endschalter betätigt sein. Im letzteren Fall bewegt sich die Einheit gerade. Sind beide Endlagenmelder aber gleichzeitig betätigt, muß ein elektrischer oder mechanischer Fehler vorliegen. In diesem Fall wird ebenfalls ein Fehlermerker gesetzt.

Dies ist das Verfahren der Endschalter-Paar-Überwachung (Melderkontrolle).

- Erkennung von versehentlichen manuellen Eingriffen: Eine gesteuerte Bewegung darf sich nur aus ihrer Endlage herausbewegen, wenn sie tatsächlich angesteuert wird. Verläßt sie ihre Endlage, ohne angesteuert zu sein (z.B. versehentlich durch einen Reparatur, der in der Anlage arbeitet), muß ein Fehler vorliegen. In diesem Fall wird gleichfalls ein Merker gesetzt.

Verfahren: Ruhelagenüberwachung.

Die Endschalter-Paar-Überwachung am Beispiel der Bewegungen YP1 (Endschalter SE1V, SE1R) soll eine einfache Teillösung zur Fehlerdiagnose zeigen (Bild 42):

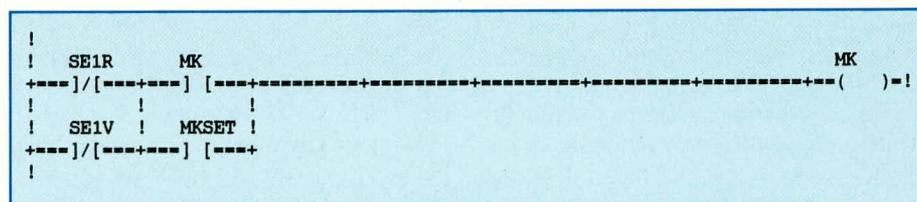


Bild 42: Netzwerk zur Endschalter-Paar-Überwachung (Geber mit Schließer-Charakteristik)

Die Fehleranzeige erfolgt in negativer Logik mit dem Fehlermerker MK (Melderkontrolle), der im ungestörten Zustand den Zustand 1 aufweist. Erst wenn durch einen Fehler beide Endschalter betätigt werden, dann unterbrechen die beiden parallelgeschalteten Öffnerkontakte den Logikfluß und lassen MK abfallen. MK bleibt abgefallen und zeigt den Fehler an, bis der Bediener nach beseitigtem Fehler den Resetknopf MKSET drückt und damit die Wiedereinschaltung von MK ermöglicht.

Es bleibt anzumerken, daß der Fehlerdiagnose-Service Speicherplatz und Programmierzeit und damit Geld kostet. Darüber hinaus muß die Fehlerdiagnoselogik bei Programmänderungen (z.B. Einfügung neuer Bewegungen im Ablauf) auch nach-

geführt werden. Dieser Aufwand kostet ebenfalls Geld. Dieses Geld ist jedoch dann gut investiert, wenn man die Diagnose pflegt und möglichst darüber hinaus eine Fehlererfassung und Auswertung implementiert, die eine Erkennung und Beseitigung von Schwachstellen ermöglicht, an denen immer wieder die gleichen Fehler auftreten.

Zusammenfassung

Diese SPS-Artikelserie im Umfang von sechs Folgen hat Ihnen einen kurzen Einblick in den wirtschaftlichen Nutzen, die Grundlagen und die Arbeitsweise von „Speicherprogrammierbaren Steuerungen“ vermittelt. Die verschiedenen Programmiersprachen sowie die Möglichkeiten zur Strukturierung von SPS-Programmen waren ebenfalls Gegenstand der Betrachtungen. Um die gesamte Vorgehensweise bei der Lösung einer Automatisierungsaufgabe einmal exemplarisch zu zeigen, haben wir unsere Zweipunkt-Schweißvorrichtung geplant, automatisiert und in Betrieb genommen. Einige Gedanken zu Fehlerdiagnose-Verfahren haben den Artikel abgeschlossen.

Ein Ziel dieser Veröffentlichung war es auch, bei Ihnen Aufgeschlossenheit und weiterführendes Interesse für dieses wichtige und beachtenswerte Fachgebiet aus dem Bereich der Automatisierungstechnik zu wecken.

Abschließend sei noch auf den im nächsten „ELVjournal“ erscheinenden Beitrag

zum SPS-ANALYZER, dem Logik-Analysator für SPS, verwiesen. **ELV**

Literaturhinweise:

- [1] Berger, H.: „Automatisieren mit SIMATIC S5-115U“, Berlin, München: Siemens AG, 1991
- [2] Krätzig, J.: „Speicherprogrammierbare Steuerungen verstehen und anwenden“, Hanser-Verlag, München, Wien, 1992
- [3] Grötsch, E.: „SPS - speicherprogrammierbare Steuerungen vom Relaisersatz zum CIM-Verbund“, Oldenbourg-Verlag, München, Wien, 1989
- [4] Wellenreuther, G., Zastrow, D.: „Steuerungstechnik mit SPS“, Vieweg-Verlag, Braunschweig, 1991

Prof. Dr.-Ing. Ewald Matull, Fachbereich Elektrotechnik und Informatik der Fachhochschule Ostfriesland, Emden, lehrt in den Gebieten Automatisierungstechnik und Softwareentwicklung.