Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 70 (1979)

Heft: 11

Artikel: Entwicklungstendenzen bei speicherprogrammierten Steuerungen

Autor: Gehrer, W. R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-905386

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Entwicklungstendenzen bei speicherprogrammierten Steuerungen

Von W. R. Gehrer

681.513.2:62-5::621.377.6;

Das Einsatzgebiet speicherprogrammierbarer Steuerungen weitet sich stetig aus. Einerseits dringen sie in den Bereich der kleinen, starkstromnahen Steuerungen vor, die bis jetzt mit Schützen und Relais realisiert wurden, anderseits besteht mit grösseren Systemen auch die Möglichkeit, Aufgaben zu lösen, die bisher Prozessrechnern vorbehalten waren. Die Forderung nach umfangreicherer Dokumentation der Programme und einfacherer Programmierung setzt die Entwicklung leistungsfähigerer Programmiergeräte voraus.

Le domaine d'emploi des commandes programmables à mémoire s'étend de plus en plus. Il participe aujourd'hui, d'une part, à de petites commandes à courant fort réalisées jusqu'ici par contacteurs et relais, et, d'autre part, à de grands systèmes qui permettent de résoudre des tâches réservées à des calculateurs de processus. La nécessité d'une plus ample documentation des programmes et d'une programmation plus simple exige le développement de programmateurs plus performants.

1. Der heutige Stand

Speicherprogrammierte Steuerungen bewähren sich bereits als ausserordentlich anpassungsfähige Hilfsmittel zum Führen technischer Prozesse. Man kann sie ohne weiteres als steuerungsorientierte Rechnersysteme betrachten, die mit ihren Hard- und Software-Eigenschaften einem breiten Anwenderkreis die Vorteile der Rechnertechnik erschliessen. Sie sind deshalb etwa zwischen verbindungsprogrammierten Steuerungen, Relais- oder Logiksteuerungen und Prozessrechnern einzuordnen [1].

Auf dem Schweizer Markt bieten gegenwärtig etwa 60...70 Hersteller speicher- bzw. freiprogrammierbare Steuerungen und Steuerungssysteme an, wobei diese Begriffe nicht eindeutig definiert sind. Das Spektrum dieser Steuerungen reicht von Systemen, die über Dioden-Matrizen programmierbar sind, bis zu Prozessrechnern. Um diese Vielfalt etwas einzugrenzen, wird dieser Beitrag auf speicherprogrammierbare Steuerungen beschränkt, deren Prozessor ein in einem Speicher (RAM, PROM, EPROM[1]) usw.) hinterlegtes Anwenderprogramm zyklisch abarbeitet, den Inhalt dekodiert und die entsprechenden Befehle ausführt.

Prozessoren und Speicher

Der grösste Teil der Prozessoren der heute auf dem Markt angebotenen speicherprogrammierten Steuerungen sind hardwaremässig aufgebaut. Als Bauelemente werden meist IC der TTL bzw. der CMOS-Technik eingesetzt. Diese Hardware-Prozessoren haben den Vorteil, dass man mit ihnen kurze Zykluszeiten erreicht. Bearbeitungszeiten von 4 µs/Befehl sind die Regel; es werden aber bei sehr kleinen Steuerungen auch Bearbeitungszeiten von 1 µs erreicht. Komplexere Funktionen, wie Arithmetik, und regelungstechnische Aufgaben bedingen bei Hardware-Prozessoren einen beträchtlichen Aufwand. Deshalb wird diese Art von Prozessoren meist nur für reine Verknüpfungs- und Ablaufsteuerung eingesetzt.

[1]) Vgl. Tabelle der Abkürzungen am Schluss des Aufsatzes.

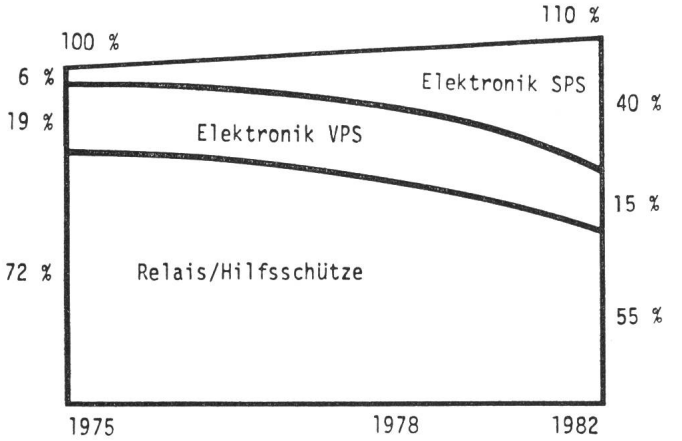

Fig. 1 Trend zu speicherprogrammierten elektronischen Steuerungen im Werkzeugmaschinenbau
(Quelle: Marktuntersuchung 1977)
SPS Speicherprogrammierte Steuerung
VPS Verbindungsprogrammierte Steuerung

Mikroprozessoren oder sogar Minicomputer als Zentraleinheiten bei speicherprogrammierbaren Steuerungen eingesetzt, weiten deren Anwendungs- und Einsatzgebiet wesentlich aus. Sie haben den Vorteil, dass mit einer relativ einfachen Programmiersprache auch sehr komplexe und komplizierte Probleme gelöst werden können. Diese Systeme arbeiten meist interpretativ, d.h. die einfache Programmiersprache wird laufend mittels eines internen Programms in die Maschinensprache übersetzt. Erst diese Maschinenbefehle bewirken eine Reaktion der Steuerung. Dabei ist zu berücksichtigen, dass aus einem einfachen Befehl unter Umständen bis zu 20 oder 30 Maschinenbefehle entstehen können. Die Bearbeitungszeit pro Befehl kann dadurch bis auf ca. 85 µs steigen. Dies trifft vor allem auf Mehr-Bit-Mikroprozessoren mit Standardbefehlssatz zu. Beim Einsatz von Minicomputern in speicherprogrammierbaren Steuerungen wird der Prozessor oft in zwei Teile aufgeteilt: in einen Bit-Prozessor (Hardware) für die schnellen Verknüpfungs- und Ablauffunktionen und einen Wort-Prozessor (Minicomputer) für die komplexeren Arithmetik-, Regel- und Protokollieraufgaben. Diese Prozessoren arbeiten parallel, wodurch Bearbeitungszeiten erreicht werden, die im Bereich der Zeiten von Hardware-Prozessoren liegen.

Kernspeicher, die am Anfang bei speicherprogrammierbaren Steuerungen dominant in Erscheinung traten, werden heute meist nur noch bei sehr grossen Systemen eingesetzt. Dank dem Preiszerfall und der ständig steigenden Speicherkapazität pro Chip gelangen immer mehr Halbleiterspeicher zum Einsatz, vor allem RAM und EPROM [3]. Zur Datensicherung bei RAM-Speichern verwenden heute praktisch alle Hersteller Pufferbatterien.

2. Marktausweitung

Unverkennbar ist das Vordringen speicherprogrammierter Steuerungen in den unteren Leistungsbereich. Typisch hierfür ist das stetige Absinken der durchschnittlichen Speicherkapazität je Steuerung während der letzten Jahre. Der Stückzahlzuwachs muss im unteren Leistungsbereich demnach deutlich grösser sein als im oberen. Wie eine eingehende Marktanalyse des Werkzeugmaschinenbaues, eines Schwerpunkts für die

Anwendung speicherprogrammierter Steuerungen zeigt (Fig. 1), lassen der bisherige und der zu erwartende Verlauf eine stetige Ablösung verbindungsprogrammierter elektronischer und vor allem kontaktbehafteter Steuerungen durch speicherprogrammierte erkennen. 1982 werden 40% der bis dahin auf 110% angewachsenen Stückzahl von Steuerungen im Werkzeugmaschinenbau speicherprogrammiert sein [1].

Speicherprogrammierte Steuerungen dringen aber nicht nur in den Bereich der Relais- und der verdrahtungsprogrammierten Elektronik weiter vor, sondern immer mehr auch in den Bereich, der bisher Prozessrechnern vorbehalten war. Der Einsatz von Prozessrechnern hingegen ist in dieser Hinsicht durch den entgegengesetzten Trend gekennzeichnet, d.h. es entsteht ein grösserer Überschneidungsbereich, in welchem beide Steuerungsarten zur Anwendung gelangen können. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Programmbearbeitung bei speicherprogrammierten Steuerungen zyklisch erfolgt, während sie bei Prozessrechnern meist interruptgesteuert erfolgt. Auch die Programmiersprachen und Programmiermethoden sind verschieden: bei speicherprogrammierten Steuerungen sehr stark anwenderorientiert, bei Prozessrechnern mehr auf deren universellen Einsatz ausgerichtet. Selbst die Aufbautechniken werden zunehmend den unterschiedlichen Anwendungsbereichen angepasst. Speicherprogrammierte Steuerungen z.B. entwickeln sich mehr in Richtung starkstromnaher Ausführung, da sie sozusagen an vorderster Front der Technik eingesetzt werden. Prozessrechner dagegen übernehmen mehr Führungsaufgaben im Rahmen der Prozessautomatisierung und werden meist nicht in dem Masse in die Starkstromtechnik integriert, wie es bei speicherprogrammierten Steuerungen der Fall ist. So betrachtet ergänzen sich beide Techniken hervorragend, vorausgesetzt, dass die Möglichkeit deren Kopplung über leistungsfähige Bus-Systeme sichergestellt ist [2].

2.1 Starkstromnahe Systeme

Speicherprogrammierbare Steuerungen für den starkstromnahen Einsatz beziehungsweise den unteren Leistungsbereich sollten folgenden Bedingungen genügen:

- Gesamtkosten für Hard- und Software nicht höher als bei Kontaktsteuerungen
- für elementar geschultes Personal geeignet
- anpassungsfähig, modular
- zuverlässig
- geringerer Raumbedarf als für Schütze

Um diesen Forderungen zu genügen, haben die Hersteller mit den neuesten Geräten zwei verschiedene Wege beschritten.

Erstens wurde eine Einplatinensteuerung entwickelt, bei der mit dem Prozessor (Hardware-Prozessor) auch die Ein- und Ausgänge auf einer Platine aufgebaut sind. Diese Technik hat den Vorteil, dass man damit sehr preiswerte Lösungen anbieten kann. Auf der anderen Seite muss man aber berücksichtigen, dass diese Art von Aufbau auf Kosten der Modularität geht. Im weiteren können die Ein- und Ausgänge nicht ohne weiteres mit Starkstromsignalen beschaltet werden, d.h. man benötigt ein Koppelrelais, was den Preisvorteil zunichte macht. Zum Einsatz gelangen solche Steuerungen vor allem bei Standardsteuerungen, die in grösseren Stückzahlen benötigt werden, wie z.B. als Anpassteilsteuerungen bei numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen (NC, CNC usw.).

Zweitens gibt es jetzt speicherprogrammierte Steuerungssysteme in Blockbauform, ähnlich wie man sie bisher schon

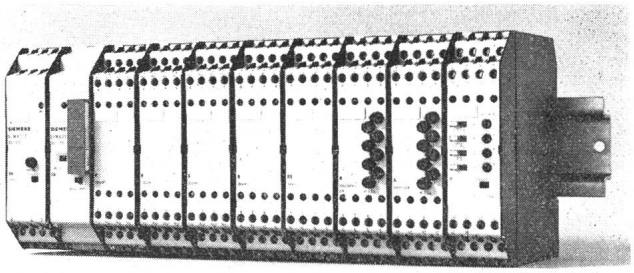

Fig. 2 Speicherprogrammiertes Steuerungssystem in Blockbauform für starkstromnahen Einsatz

bei Logiksystemen z.B. SIGMATRONIC B, SIMATIC C 1 usw. verwendet hat. Die Montage der Blöcke geschieht durch Aufschnappen auf eine Normprofilschiene, die innen – geschützt durch die Schiene selbst – das Bus-System trägt. Stromversorgung, Zentraleinheit (Prozessor) sowie Ein- und Ausgänge befinden sich jeweils in eigenen Blöcken. Die Modularität wird dadurch gewährleistet, dass pro Peripherieblock jeweils nur 8 Ein- bzw. Ausgänge aufgeschaltet werden können. Zum Anschluss der Leitungen der Ein- und Ausgangssignale dienen, wie bei Schützen, Schraubanschlüsse für massive oder flexible Leiter. Es stehen Ein- und Ausgabeblöcke zur Verfügung für Spannungen von 24 V= und 220 V~. Beim Einsatz letzterer ist, wie bei Schützensteuerungen üblich, kein Lastnetzgerät erforderlich. Solche Systeme sind universell einsetzbar und konzipiert für kleine Anwendungen. Dieser Beschreibung entspricht im wesentlichen z.B. das von Siemens neu herausgebrachte Gerät SIMATIC S5–110 (Fig. 2).

2.2 Prozessrechnernahe Systeme für grössere Aufgaben

Damit speicherprogrammierte Systeme in Bereiche vordringen können, die bisher Mikro- und Mini-Prozessoren vorbehalten waren, müssen neue Wege beschritten werden. Der Trend geht eindeutig in die Richtung, die Zentraleinheit mit Bit-Slice-Mikroprozessoren auszurüsten. Bit-Slice-Mikroprozessoren haben keinen eigenen Befehlssatz, und auch die Wortbreite ist praktisch beliebig wählbar. Der Entwickler erhält dadurch die Möglichkeit, seinen Befehlssatz anwendungsspezifisch zu gestalten, z.B. so wie er bei speicherprogrammierbaren Systemen schon üblich ist. Durch entsprechende Wahl der Wortbreite, z.B. 8, 16 oder 32 bit, können bei Arithmetik-Operationen grössere oder kleinere Zahlen direkt verarbeitet werden, und man erreicht mit Bit-Slice-Mikroprozessoren

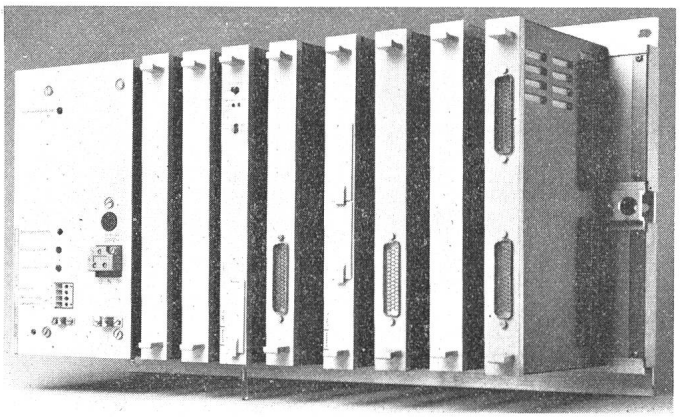

Fig. 3 Ein prozessrechnernahes Steuerungssystem zum Steuern, Rechnen, Regeln und Protokollieren

gegenüber den Standard-Mikroprozessoren, wie z.B. den Typen 8080 oder 6800, wesentlich kürzere Bearbeitungszeiten.

Im weiteren werden vermehrt für ein System mehrere Mikroprozessoren eingesetzt. Meistens besteht dann die Zentraleinheit (CPU) aus einem Bit-Slice-Mikroprozessor, während Peripheriebaugruppen oder Anschaltungen mit Standard-Mikroprozessoren, z.B. Intel 8085, ausgerüstet werden. Durch diese Verteilung der Intelligenz erreicht man eine wesentliche Steigerung der Leistungsfähigkeit hinsichtlich technischer Möglichkeiten und Verarbeitungsgeschwindigkeit. Zur Anwendung kommen «periphere Mikroprozessoren», z.B. in Rechnerkopplungsbaugruppen zur Anschaltung einer speicherprogrammierten Steuerung an ein Prozessrechnersystem oder auch zur Zusammenschaltung zweier speicherprogrammierter Steuerungen, in Anschaltungen für Programmiergeräte und sonstige Daten-Ein- und Ausgabegeräte oder in Zeit/Zählerbaugruppen. Beispielsweise ist mit dem System SIMATIC S5 mit den Gerätetypen AG 150 und 170 ein Konzept nach diesem Muster aufgebaut worden (Fig. 3).

3. Programmierung

Jeder der erwähnten 60 bis 70 Steuerungshersteller hat zu seinem Gerät eine nach seiner Ansicht optimale Programmiersprache entwickelt. Dieses «Sprachbabylon» erschwert es dem Anwender speicherprogrammierter Steuerungen, Geräte von verschiedenen Herstellern gleichzeitig einzusetzen. Bis jetzt haben sich zwei Arten von Programmiersprachen herausgebildet. Einmal die Programmiersprache mit mnemotechnischen Kurzbezeichnungen, wie sie vor allem die europäischen Hersteller bevorzugen, sowie die Kontaktplandarstellung, vor allem von den amerikanischen Herstellern propagiert. Die Kontaktplandarstellung ist für einfache Verknüpfungsaufgaben durchaus geeignet, doch selbst die Darstellung einfacher Zeitfunktionen bietet schon einige Probleme. Bei komplexeren Funktionen, wie Zähler, Arithmetik usw., und organisatorischen Befehlen scheidet sie ganz aus. Hier behilft man sich wieder mit mnemotechnischen Kurzbezeichnungen, und es ergibt sich dadurch eigentlich eine Mischprogrammierung.

In Deutschland entwickelte ein DIN-Ausschuss einen Entwurf (DIN 19239) für eine normierte Programmiersprache für speicherprogrammierte Steuerungen. Dieser Vorstoss ist sicher zu begrüssen, um in das Sprachenwirrwarr eine Leitlinie hineinzubringen. Der Entwurf definiert:

«Das Programm einer speicherprogrammierten Steuerung besteht aus einer Folge von Steuerungsanweisungen. Eine Steuerungsanweisung setzt sich aus einem Operationsteil und einem Operandenteil zusammen, der Operandenteil aus einem Kennzeichen und einem Parameter. Eine Steuerungsanweisung kann auch aus einem Operationsteil allein bestehen. Der Operandenteil kann durch eine Adresse ersetzt werden. Sowohl der Operationsteil als auch der Operandenteil können durch eine Ergänzung näher erläutert werden.» (Fig. 4)

Ziel dieses DIN-Entwurfs ist es, die wichtigsten Begriffe, Bezeichnungen und graphischen Darstellungen der Programmiersprachen speicherprogrammierter Steuerungen festzulegen. Es sind mnemotechnische, mathematische und graphische Symbole zur Darstellung und Beschreibung der vielfältigen Operationen als Alternativen vorgesehen. Kombinationen von mnemotechnischen oder mathematischen Zeichen mit graphischen Symbolen sind zulässig. Auf die Aufnahme der Kontaktplandarstellung wird verzichtet, unter anderem da die nach IEC und DIN genormten Kontaktsymbole mit dem Zeichenvorrat üblicher Bildschirmgeräte, Drucker usw. nicht eindeutig darstellbar sind. Namhafte Hersteller von programmierbaren Steuerungen haben bei ihrer neuesten Gerätegeneration diese Norm bereits übernommen (Fig. 5).

Beispiel aus dem Norm-Entwurf:

mnemotechnisch: UE 17
UNE 386
= A 45

mathematisch: E17 & NE 386 = A45

graphisch:

3.1 Programmiergeräte

Die bisher auf dem Markt erhältlichen Programmiergeräte beschränken sich im wesentlichen auf Ein- und Ausgabe von Programmen, einfache Testfunktionen und rudimentäre Dokumentation. Vereinzelt, vor allem von amerikanischen Herstellern, wurden schon Bildschirmgeräte angeboten, die Teile von Programmen in Kontaktplandarstellung auf dem Bildschirm aufzeichnen und für Tests den Stromfluss, z.B. durch Hervorheben mit «Helleuchten» zeigen können. Berücksichtigen muss man bei den Bildschirmgeräten mit graphischer Darstellung, dass – ohne dass ein Zwischenspeicher gesetzt werden muss – die direkt programmierbare Verknüpfungstiefe auf 4 bis 6 Ebenen beschränkt bleibt.

Gewisse speicherprogrammierbare Steuerungen verfügen über eine Standardschnittstelle (TTY beziehungsweise V24), die über handelsübliche Ein/Ausgabeblattschreiber programmiert werden kann. Problematisch wird aber bei diesen «Programmiergeräten» die Durchführung von Testfunktionen, wie

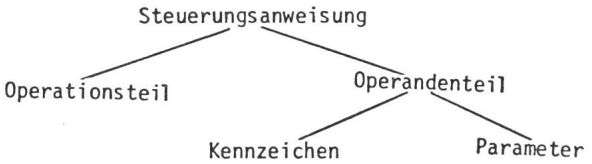

Fig. 4 Aufbau der Steuerungsanweisung nach DIN-Entwurf

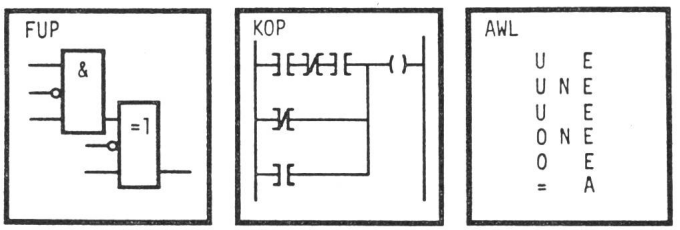

Fig. 5 Übersicht der Programmiersprache STEP 5

FUP Funktionsplan
Programmieren mit grafischen Symbolen
entspricht IEC 117–15, DIN 40700
DIN 40719, DIN 19239 (Entwurf)

KOP Kontaktplan
Programmieren mit grafischen Symbolen
wie Stromlaufplan

AWL Anweisungsliste
Programmieren mit mnemotechnischen Abkürzungen
der Funktionsbezeichnungen
entspricht DIN 19239 (Entwurf)

U, O, N und, oder, nicht
A, E Ausgang, Eingang

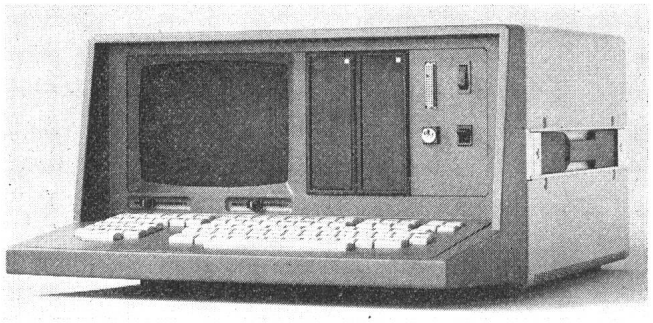

Fig. 6 Programmiergerät PG 670 des Systems Simatic S5
Damit können Programme mittels Anweisungsliste, Funktions- oder Kontaktplan erstellt werden
Rechts vom Bildschirm zwei Mini-Floppy-Disk-Laufwerke, daneben Steckerleiste für EPROM-Programmierung

z. B. der internen Abfrage von Peripheriesignalen zur Kontrolle der Peripheriebaugruppen, die nur mit einigem Aufwand (Mikroprozessor) auf der Anschaltungsbaugruppe gelöst werden können.

Die Forderung nach umfassender Dokumentation eines Programmes wird immer stärker, und zwar sollte diese wenn möglich direkt mit einem Programmiergerät oder mit daran anschliessbaren Standard-Ein/Ausgabegeräten erstellt werden können. Auch der Komfort der Programmierung, insbesondere für umfangreichere Programme sollte verbessert werden. Wünschenswert wäre z. B. ein Programmiergerät für den On- und Offline-Betrieb, das man mit symbolischen Parametern (statt die absolute Nummer des Eingangssignales, dessen Kontaktnahme z. B. b57) programmiert und mittels einer gespeicherten Zuordnungsliste am Schluss einen Übersetzungslauf vornimmt. Diese Art des Programmierens ist für den Programmierer wesentlich einfacher. Selbstverständlich sollte mit einem derartigen Programmiergerät auch die Möglichkeit bestehen, die Protokollieraufgaben, welche prozessrechnernahe programmierbare Steuerungen ausführen können, mit einfachen Befehlen (z. B. durch Abruf eines entsprechenden Programmbausteines) zu programmieren (Fig. 6).

4. Zukuftsaussichten

Der Haupttrend bei speicherprogrammierbaren Steuerungen dürfte in Richtung Kleinststeuerungen beziehungsweise problemorientierten Steuerungen gehen. Die Schützen- und Relaissteuerungen werden mehr und mehr verdrängt werden. Selbstverständlich haben die Leistungsschütze nach wie vor ihren Platz, da für grössere Leistungen, aber auch zum Ansteuern kleinerer Drehstrommotoren (z. B. 1 kW) die Elektronik mit Triacs oder Thyristoren und die dazu erforderlichen Sicherungsmassnahmen mit Überspannungs- und Kurzschlussschutz zu teuer wird. Hierzu kommt noch die sichtbare galvanische Trennung, die den Leistungsschütz eindeutig bevorzugt.

Tendenzen für den Einsatz problemorientierter speicherprogrammierter Steuerungen gibt es schon heute, z. B. in der Kunststoffspritzmaschinen-Industrie. Die in grossen Stückzahlen hergestellten Maschinen gleichen Typs eignen sich wegen ihrer doch nicht ganz einfachen Steuerung sehr gut für speicherprogrammierte Steuerungen. Was früher mit verschiedenartigen Elementen wie z. B. Relais, Regler, mechanische oder elektrische Zähler usw. aufgebaut werden musste, lässt sich nun durch ein einziges Gerät ersetzen, wobei auch dieses bezüglich Flexibilität und Preis besser liegt.

Speicherprogrammierbare Kleinststeuerungen werden auch im allgemeinen Maschinenbau zum Einsatz gelangen. Es wird vermutlich nicht mehr allzu lange dauern, bis Steuerungen mit 20...30 Eingängen und gleich vielen Ausgängen sowie 0,5-K-Speicher inkl. Stromversorgung so um die tausend Franken kosten werden, grosse Stückzahlen vorausgesetzt. Der Einsatz derartiger speicherprogrammierter Steuerungen wird sich sehr wahrscheinlich auf die Industrie beschränken. Im Gegensatz zum Mikrocomputer ist kaum anzunehmen, dass sie in den Bereich der Konsumgüterindustrie vordringen.

Durch den Fortschritt bei den Bauelementen wird es auch möglich werden, selbst in Kleingeräten umfangreiche Test- und Fehlerdiagnose-Möglichkeiten einzubauen, welche Überwachung und Wartung wesentlich vereinfachen werden. Dies kommt natürlich der Sicherheit und der Verkürzung von Maschinen-Standzeiten zugute. Nicht zu vergessen ist dabei, dass auch nicht auf Elektronik spezialisiertes Personal dank dieses zusätzlichen Komforts Wartungsaufgaben übernehmen kann.

Es ist anzunehmen, dass auch die Programmiergeräte immer leistungsfähiger werden. Die schriftliche Dokumentation, die bei vielen Geräten heute noch von Hand durchgeführt werden muss, wird vermehrt durch die Programmiergeräte erstellt, was auf der Softwareseite wesentliche Preisersparnisse mit sich bringt. Unter Umständen wird es sogar so weit kommen, dass selbst Drahtzugslisten und Klemmenpläne mit solchen Programmiergeräten erstellt werden können.

Abkürzungen

RAM	Random Access Memory: Schreib-Lese-Speicher mit wahlfreiem Zugriff
PROM	Programmable Read Only Memory: Programmierbarer Festspeicherbaustein mit wahlfreiem Zugriff
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory: Festspeicher, dessen gesamte Information mit UV-Licht löschbar ist. Der Speicherbaustein lässt sich dann wieder neu programmieren.
TTL	Transistor Transistor Logic: mittelschnelle digitale Standardbausteinserie mit 5 V Versorgungsspannung
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor: MOS-Technologie mit vernachlässigbarem Ruhestrom, mittelschnell
NC	Numeric Control: Programmsteuerung einer (Werkzeug-)Maschine
CNC	Computerized Numeric Control: Computersteuerung einer (Werkzeug-)Maschine
Bit-Slice-MC	Mikroprozessor ohne eigenen Befehlssatz und definierte Wortlänge
CPU	Central Processing Unit: Zentraleinheit

Literatur

[1] *R. Hahn:* Speicherprogrammierte Steuerungen in starkstromnaher Ausführung für kleinere Aufgaben. VDI-Z 120(1978)23, S. 1115...1118.
[2] *R. Hahn:* SIMATIC 55, Revolution oder Evolution in der Steuerungstechnik. Und oder Nor – Steuerungstechnik – (1979)1/2, S. 27...29.
[3] *W. R. Gehrer:* Sicherheitsgerichtete elektronische Steuerungssysteme – eine mögliche Technik bei der Kraftwerk- und Netzautomatisierung. Bull. SEV/VSE 70(1979)5, S. 224...227.

Adresse des Autors

W. R. Gehrer, El.-Ing. HTL, Siemens-Albis AG, Postfach, 8047 Zürich.