

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 64 (1973)
Heft: 12

Artikel: Elektrische Steuerung zu einer automatischen Drehmaschine
Autor: Bolliger, M. / Walti, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915564>

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: 16.01.2026

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

Elektrische Steuerung zu einer automatischen Drehmaschine

Von M. Bolliger und O. Walti

62-523:621.941

Die Funktionen und der Aufbau einer automatischen Drehmaschine werden aus der Sicht des Steuerungsbauers erklärt. Durch die Vorfabrikation der Verdrahtung wird eine rationelle Herstellung des Starkstromteils erreicht. Die Auswahl des Schaltkreislogik- und des Speisesystems sowie der mechanische Aufbau beeinflussen die Zuverlässigkeit einer Werkzeugmaschinensteuerung weitgehend. Es werden die Vorteile des Grosssprintsystems erklärt. Anhand eines reduzierten Prinzipschemas und den zugehörigen Programmablaufplänen sind die Steuerungsfunktionen dargestellt.

Les fonctions et la construction d'un tour automatique sont expliquées du point de vue de l'aménagement de la commande. Une confection rationnelle de la partie à courant fort est obtenue par une filerie préfabriquée. Le choix du système de la logique du circuit de couplage et d'alimentation, ainsi que la construction mécanique, ont une grande influence sur la fiabilité de la commande d'une machine-outil. Les avantages du système à grands pré-imprimés sont décrits, de même que les fonctions de la commande, à l'aide d'un schéma de principe réduit et des plans de déroulement du programme correspondants.

1. Einleitung

Die Steuerungen für Werkzeugmaschinen haben die Aufgabe, mechanische Bewegungen verschiedener Maschinenteile einzuleiten, abzustellen und zu überwachen. Diese Funktionen können mit verschiedenen Mitteln realisiert werden:

- a) Mechanisch über Kurven und Hebel;
- b) Elektrisch mit Elektromagneten, Kupplungen, Bremsen und Motoren;
- c) Hydraulisch mit Druckkolben, Ölmotoren;
- d) Pneumatisch mit Druckkolben, Luftmotoren.

Da bei den meisten Maschinen verschiedene dieser Funktionshilfsmittel eingesetzt werden, ist es unumgänglich, dieselben miteinander in Abhängigkeit zu bringen, was vorteilhaft und wirtschaftlich durch die elektrische Steuerung geschieht.

Am Beispiel einer automatischen Produktionsdrehmaschine soll nun gezeigt werden, wie eine gut entwickelte Steuerung mithilfe, eine Werkzeugmaschine zu einem zuverlässigen und wirtschaftlich arbeitenden Produktionsmittel zu machen (Fig. 1 und 2).

2. Funktionsbeschreibung

Die Grundfunktionen der Drehmaschine sind ähnlich denen einer Spitzdrehbank (Fig. 3). Die Leitspindel fehlt, dafür sind zwei Zugspindeln für Längs- und Quer-Vorschübe vorhanden. Sind beide Vorschübe eingeschaltet, so können je nach den gewählten Vorschubgeschwindigkeiten automatisch Konen gedreht werden.

Die mechanische Programmierung (Einstellung) der Maschine für ein bestimmtes Werkstück wird an je vier Längs- und Quer-Anschlaglinien vorgenommen. Jede Anschlaglinie hat zwei Nocken (einstellbar), welche einen Präzisions-Endschalter betätigen und damit der Steuerung einen Einschalt- oder Abschaltbefehl für eine Vorschubbewegung erteilen.

2.1 Spindelantrieb

Der Antriebsmotor ist mit einer Dahlanderwicklung für zwei Drehzahlen ausgeführt. Der Antrieb führt vom Motor über Elektromagnet-Kupplung, Elektromagnet-Bremse und Schaltgetriebe auf die Spindel. Ein dem Dahlanderschütz vorgeschalteter Umkehrschütz erlaubt es, Bearbeitungen in

beiden Drehrichtungen vorzunehmen. Die momentane Belastung der Drehmaschine zeigt ein in den Motorenstromkreis geschaltetes Ampèremeter. Die Umschaltung von 1500 U./min auf 3000 U./min und umgekehrt wird auf dem Kreuzschiebenschienenwähler programmiert und erfolgt automatisch.

2.2 Längs- und Quervorschübe

Der Antrieb der Vorschubspindeln kann von den Schnellgangmotoren für die Grobpositionierung vorwärts und rückwärts erfolgen. Über die Arbeitsspindel, Vorschubgetriebe und Vorwärts- oder Rückwärts-Magnetkupplungen wird die Feinpositionierung erreicht oder ein Arbeitsgang ausgeführt.

3. Betriebsmöglichkeiten

3.1 Einrichten

Nach dem Einstellen der mechanischen Daten, Spindel-drehzahl und Vorschubwahl werden mit Hilfe zweier im Steuertableau eingebauten Signallampen die für die Bearbeitung eines Werkstückes notwendigen Längs- und Queranschläge eingestellt.

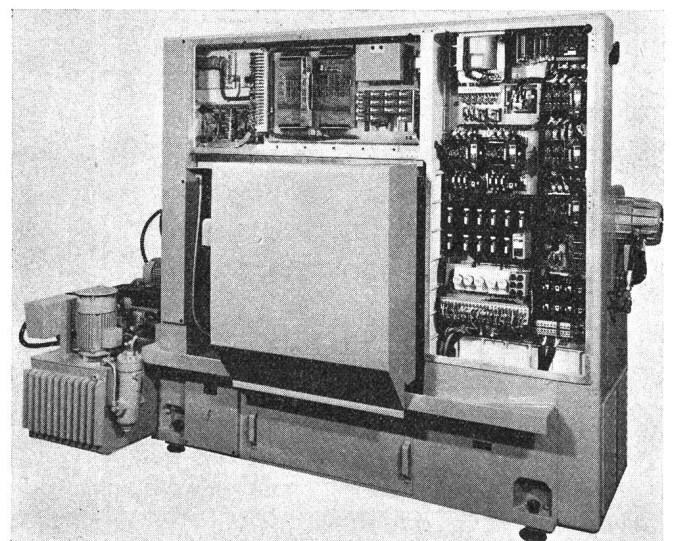


Fig. 1
In die Rückseite der Drehmaschine eingebaute Steuerung
Räumliche Trennung von Starkstromteil (rechts)
und Schwachstromteil (links oben)

Das Vorgehen für Grob- und Feineinstellung soll hier nicht weiter behandelt werden.

3.2 Handbediente Maschine

Die Längs- und Queransschläge sind reguliert. Man kann nun mit den Wahlschaltern am Steuerpult schrittweise die Reihenfolge der zur Bearbeitung des Werkstückes notwendigen Operationen steuern. Das Abstellen der Schlittenbewegungen erfolgt automatisch.

3.3 Automatische Bearbeitung eines Werkstückes

Das vollständig automatische Bearbeiten eines Werkstückes erfordert ausser dem Ein- und Ausspannen des Werkstückes nur noch das Auslösen des Startbefehls. Eine Bedingung für die automatische Bearbeitung ist, dass der Kreuzschienenverteiler vorgängig mit den notwendigen Arbeitszyklen programmiert wurde.

4. Arbeitsgenauigkeit der Drehmaschine

Die Arbeitsgenauigkeit einer Maschine, wie sie hier beschrieben wird, hängt nicht nur von ihrer genauen mechanischen Ausführung ab, sondern auch von dem einwandfreien Zusammenwirken der elektronischen und elektromechanischen Steuerelemente. Man kann sich gut vorstellen, dass die Zeit, welche vom Betätigen des Endschalters durch einen Steuernocken der Anschlaglinie bis zum Auskuppeln des Vorschubs und Anziehen der Bremse verstreicht, bei der Ausführung eines jeden Werkstückes konstant sein muss. Zeitabweichungen würden eine kürzere oder längere Laufzeit des Vorschubes nach dem Betätigen des Endschalters hervorrufen und die Genauigkeit der Maschine direkt beeinflussen.

Die Überlegung «kurze Schaltzeiten haben eine kleinere Abweichung als längere» hat dazu geführt, dass versucht werden muss, die Eigenzeiten von Relais, Magnet-Kupplungen und Bremsen möglichst klein zu halten.

Die Ansteuerung des Relais erfolgt über einen Transistor, was eine Löschung der Relaispule erfordert; dies wird zweckmässig mit einer Diode gemacht. Die Löschdiode verlängert jedoch die Relais-Abfallzeit. Mit dem Einbauen einer zusätzlichen Zenerdiode im Löschkreis konnte einerseits die Abfallzeit verkürzt werden und andererseits wird die beim Abschalten der Relaispule auftretende Induktionsspannung soweit begrenzt, dass der Transistor nicht zerstört wird (Fig. 4).

Um die Eigenzeiten der Magnet-Kupplungen und Bremsen zu verringern, wurde nach der Formel $t = \frac{L}{R}$ (t Zeit, L Induktivität, R Widerstand) wie folgt vorgegangen:

Die Magnet-Kupplungen und Bremsen sind für 24 V Gleichspannung ausgelegt, sie werden jedoch über Vorschaltwiderstände mit 110 V_~ gespeist. Der flache Stromanstieg von der Spuleninduktivität herrührend, wird mit der höheren Spannung von 110 V steiler. Im Einschaltmoment fliesst nur ein kleiner Strom, der Spannungsabfall über dem Vorschaltwiderstand ist gering, die Spannung über der Spule ist höher als die 24 V, was eine grössere Erregung bewirkt und die Wirkung der Spule wesentlich beschleunigt. Nach dem Einschaltvorgang ist die Spannungsteilung so, dass über der Magnetspule nur noch 24 V verbleiben. Diese Massnah-

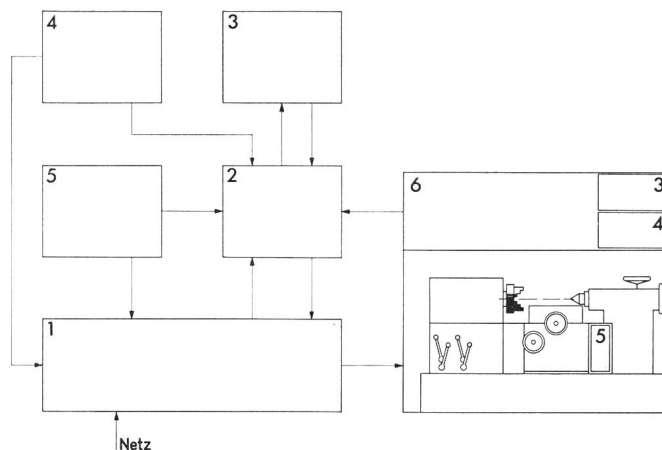


Fig. 2

Blockschema einer automatischen Drehmaschine

Die Teile 1 und 2 sind in der Rückseite eingebaut.

- 1 Starkstromteil mit Transformator, Gleichrichtern und Motorschützen
- 2 Schwachstromteil, Sequenzsteuerung, Verknüpfungslogik und Ausgangsrelais
- 3 Kreuzschienenverteiler, Anzeige des momentanen Schrittes, Stecklampen, Programmierung der Bewegungsabläufe
- 4 Bedienungselemente auf der Maschine für Rechts-Links-Lauf Hauptmotor, Hydraulikpumpe, Kühlwasserpumpe, Hand – automatisch, Anzeigelampen für die Endschalteinstellung und Stop
- 5 Bedienungselemente am Längsschlitten für Zyklus Start (2-Hand-Bedienung) und Stop
Handbedienung: Wahlschalter für Quer- und Längsvorschübe, Wahlschalter für Anschlaglinie und Wahlschalter für Schnellgänge
- 6 Drehmaschine

men helfen mit, die Genauigkeit der Drehmaschine zu bestimmen.

5. Starkstromteil

(Fig. 5)

Der Starkstromteil ist auf einer Grundplatte aufgebaut und wird fertig montiert und verdrahtet in die Drehmaschine eingebaut. Die Schützensteuerung wird mit 110 V, 50 Hz, betrieben. Ein Steuertransformator mit Anschlüssen für 500/440/380/220 V sowie zwei weiteren Anpassungsanschlüssen von + 20 V und – 20 V erlaubt es, die Steuerung an alle europäischen Netze anzuschliessen. Die Motoren sind jedoch immer für die entsprechende Netzspannung auszulegen.

6. Fabrikation

Um eine rationelle Herstellung der Steuerung zu erreichen, wird die gesamte Verdrahtung vorfabriziert. Die verschiedenen Kabel werden auf die Ablängmaschine automatisch auf die gewünschte Länge abgeschnitten und an den beiden Enden abisoliert. Die Kabel erhalten während des Ablängprozesses eine Nummer in die Isolation geprägt, damit Verwechslungen ausgeschlossen werden. Die Kabelenden müssen für verschiedene Anschlussmöglichkeiten ausgerüstet werden. Eine Anschlagmaschine versieht die Kabelenden mit AMP-Steckern oder Kabelendhülsen. Die einzelnen Kabel werden nun nach einer Kabelzugliste auf einem Nagelbrett zu einem Kabelbaum zusammengebunden. Der fertige Kabelbaum wird auf die mit den Apparaten versehene Grundplatte gelegt und angeschlossen. Die bezeichneten Kabelenden erleichtern das Anschliessen wesentlich. Nach der

Nach weitgehenden Untersuchungen hat sich das integrierte Transistor-Transistor-Logik-Schaltssystem Typ SN 74...N (TTL IC) für die printinterne Logik als beste Lösung ergeben. Die Ein- und Ausgänge werden mit einer diskreten 24-V-Logik realisiert. Der Vorteil der diskreten Ein- und Ausgangsschaltungen gegenüber den integrierten ist die wesentlich höhere Kollektor-Emitterdurchbruchspannung. Diese ist besonders wichtig, lassen sich doch kurze Störspitzenübertragungen auf den Eingangs- und Ausgangsleitungen, herrührend von Starkstromschaltungen, fast nicht vermeiden.

7.1 Der mechanische Aufbau der Elektronik-Schaltung

Bei der Wahl des Trägersystems (Print und Kassetten) ist folgendes gut zu beachten: Die Anzahl gleicher Steuerungen, die hergestellt werden sollen, der vorhandene Platz für die Steuerung.

Die Herstellung einer einzelnen Steuerung ist nur bei Verwendung von Normprints wirtschaftlich verantwortbar. Werden aber mindestens 40 Stück benötigt, so ist eine nur für diese Steuerung zugeschnittene Lösung die optimale in bezug auf die Wirtschaftlichkeit. Unter der zugeschnittenen Lösung ist eine baustein-minimisierte Schaltung zu betrachten, im Gegensatz zu den Normprints, die möglichst universelle und anpassungsfähige Schaltungen aufweisen.

Bei der Herstellung der O-Serie von z. B. 10 Stück ist ein Kompromiss nötig zwischen dem Aufwand für die Print-Clichés und der Sachbearbeitung einerseits, sowie dem Aussehen der endgültigen Serielösung andererseits. Der mechanische Aufbau, das Aussehen und die elektrische Schaltung der O-Serie sollen der endgültigen Lösung entsprechen. Schaltungsänderungen müssen aber ohne grossen Aufwand durchgeführt werden können. Eine O-Serie ist unbedingt zu erstellen und mit der Maschine unter härtesten Bedingungen zu testen. Erst wenn diese Tests erfolgreich abgeschlossen sind, kann die Seriefabrikation aufgenommen werden.

Der mechanische Aufbau der Elektronik wurde im vorliegenden Fall neu konzipiert, das übliche Bausystem – Prints

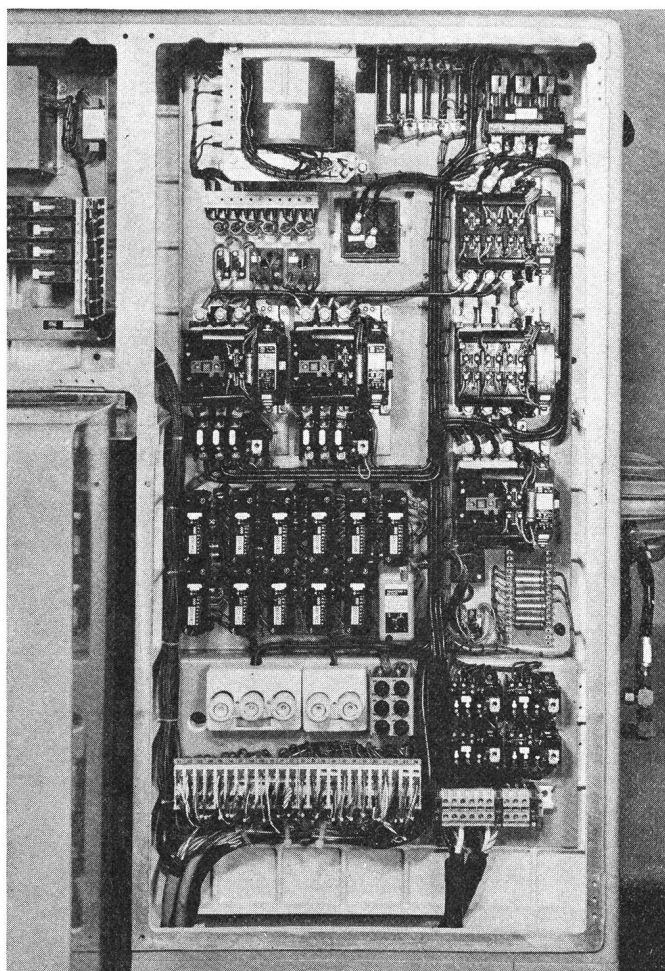


Fig. 5
Starkstromteil in der Drehmaschine eingebaut

in Kassetten – verlassen. Der ganze Elektronikteil, Print, Ausgangsrelais, Speisegerät 24 V bzw. 12 V umfassend, ist auf einer Grundplatte montiert. Die Ein- und Ausgangsleitungen werden über zwei separate AMP-Fastonsteckerblöcke

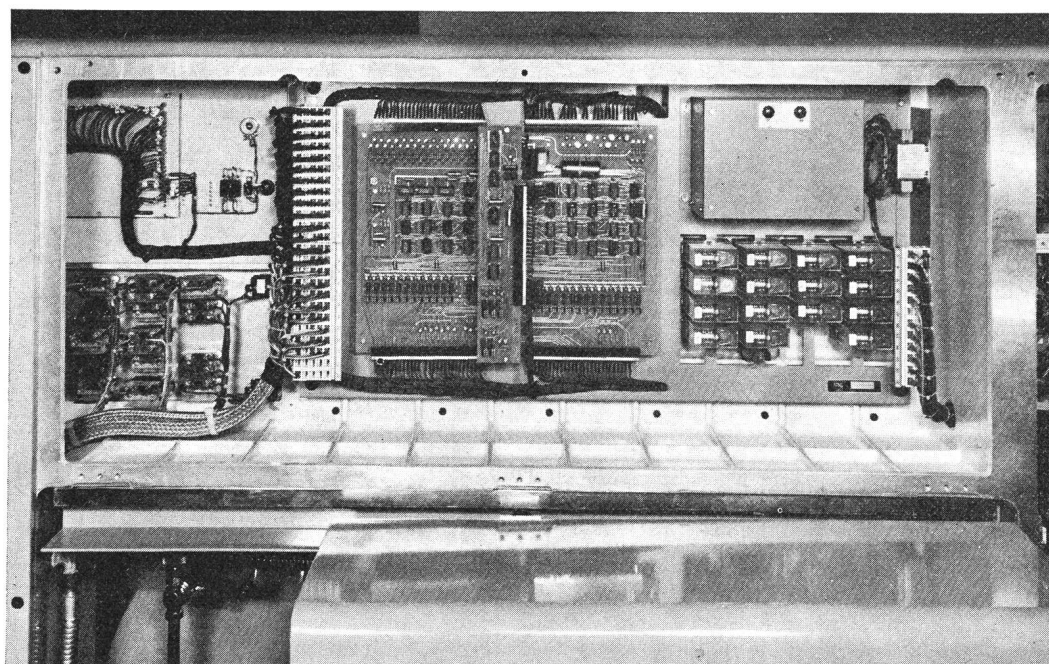


Fig. 6
Schwachstromteil montiert
auf der Drehmaschine

Über dem Hauptprint ist ein Zusatzprint für eine spezielle Operation montiert

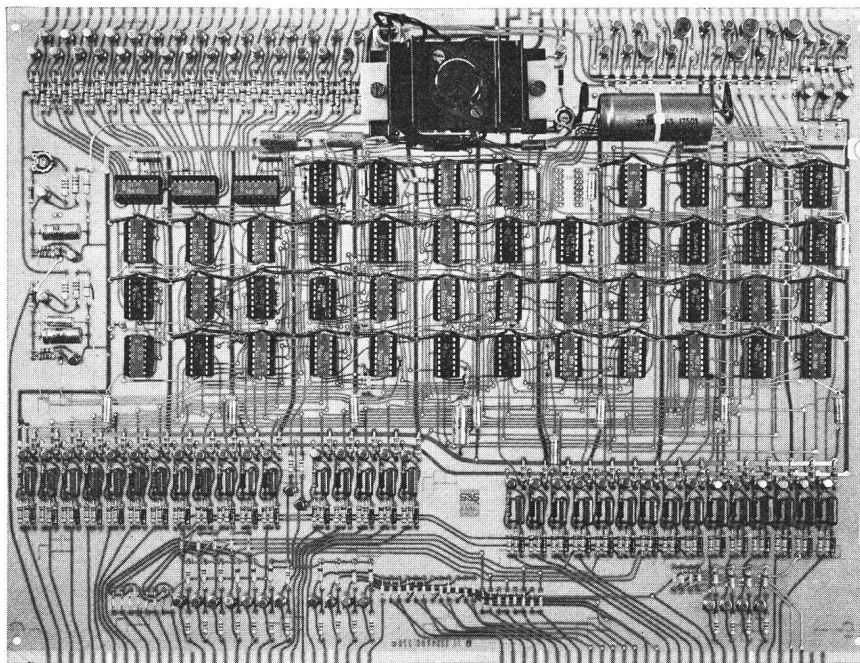


Fig. 7
Print mit allen Komponenten fertig bestückt

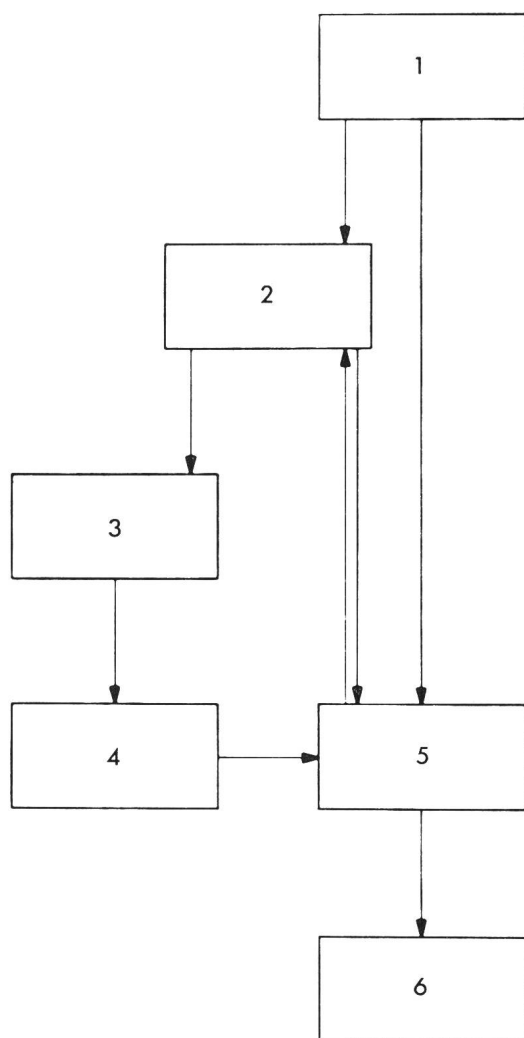


Fig. 8
Blockschema des Signalflusses

- 1 Signaleingänge
- 2 Steuerwerk
- 3 Sequenzsteuerung
- 4 Diodenmatrix
- 5 Verknüpfungslogik
- 6 Ausgangsbefehle

mit den übrigen Aggregaten verbunden. Die sequentielle und kombinatorische Logik wurde im vorliegenden Fall mit allen Ein- und Ausgangswandlern und dem Seriesterabilisator für die 5-V-Speisespannung auf einem Print platziert (Fig. 6). Dieser Print mit den Abmessungen 40,5 cm × 30,5 cm wird mittels sechs Distanzbolzen auf die Grundplatte montiert. Auf den Längsseiten sind die vier hartvergoldeten Steckerpartien. Auf diesem doppeltekaschierten Print sind alle Löcher durchplattiert. Dadurch wird eine verstärkte Haftung der Lötungen erreicht. Damit durch das Lötten oder durch Verschmutzung keine unerwünschten Verbindungen entstehen können, ist der Print beidseitig mit Lötstoplack bedruckt (Fig. 7). Für die Aufnahme der integrierten Schaltungen (IC) werden IC-Stecker montiert. Die IC's werden erst beim Prüfen eingesteckt.

Dieser Print enthält folgende Komponenten:

- 48 IC's
- 105 Transistoren
- 73 Dioden
- 270 Widerstände
- 120 Kondensatoren

Vorteile dieses Grossprintsystems:

Keine Stecker und keine Verkabelung für interne Verbindungen. Die Stecker für die Ein- und Ausgänge sind getrennt. Kleiner Wellenwiderstand der IC-Speisung, da keine Zuleitungen zu den einzelnen Prints vorhanden sind und weil der Seriesterabilisator auch direkt auf dem Print montiert ist.

Die Kabel für die Ein- und Ausgänge können nicht mit jenen der internen Logikschaltung in Berührung kommen, da die externe Verdrahtung nur bis an den Printrand geführt wird. Dort werden die Signale übernommen bzw. abgegeben und den Wandlern zugeführt bzw. von den Wandlern abgegeben. Somit werden über die Ein- und Ausgänge keine externen Störimpulse auf die interne Logik übertragen. Die Logik-Funktionsblöcke können optimal zusammengestellt und auf dem Print platziert werden. Da nur eine Grundplatte benötigt wird – Kassette, interne Verdrahtung inkl. deren Stecker fallen weg –, ist dieses Konzept sehr preisgünstig. Bei einer Störung muss nur ein Print ausgewechselt werden.

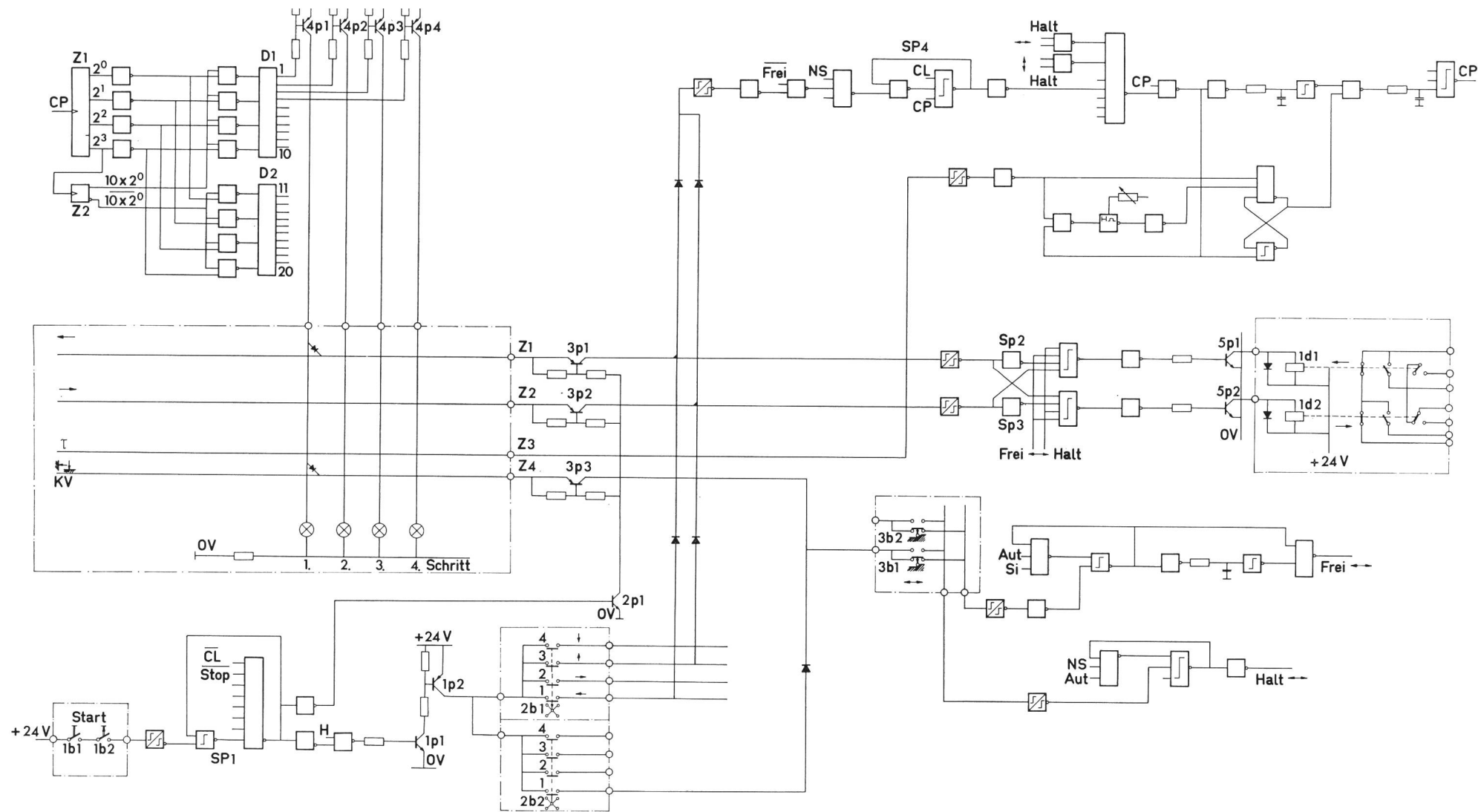


Fig. 9

Vereinfachtes Prinzipschaltbild der Elektronik

D BCD zu 1 aus 10 Decodierer

KV Diodenmatrix (Kreuzschienenverteiler)

SP Speicher

V Verzögerung

Z BCD Zähler

1b1 Steuerschalter

1b2 Starttaste

2b1 Kreuzschalter für Vorschub

2b2 Kreuzschalter für Anschlagvorwahl

3b1 Endschalter Anschlag 1 Längsvorschub

3b2 Endschalter Anschlag 2 Längsvorschub

1d1 Relais Längsvorschub links

1d2 Relais Längsvorschub rechts

1p1-5p2 Transistoren

Aut. automatischer Betrieb

CL Clear (Rückstellen)

CP Clockpuls

Frei Freigabesignal

H Handbetrieb

Halt Haltebefehl für Vorschub

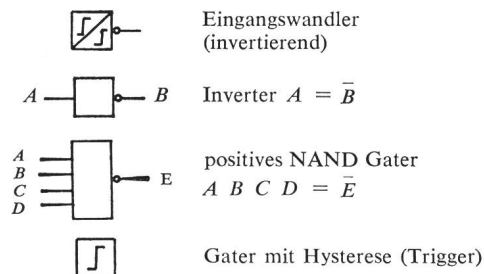
NS neuer Schritt

Stop Programm Halt

← Vorschub nach links

→ Vorschub nach rechts

↔ Vorschub nach links und rechts



Als Nachteil sind die durch das neue, nicht normale Printformat entstehenden Fabrikationsprobleme zu nennen.

Als Ausgangsrelais wurden steckbare Schneidankerrelais mit Silber- und Wolfram-Starkstromkontakten verwendet. Die 13 Relais sind auf der gleichen Grundplatte wie der Elektronik-Print montiert.

7.2 Schaltungsaufbau

Die Elektronik besteht aus den folgenden Steuerungsteilen (Fig. 8):

Signal-Eingänge
Steuerwerk
Sequenzsteuerung
Diodenmatrix
Verknüpfungslogik
Befehlsausgänge
Speisesystem

7.2.1 Signaleingänge

Um Informationen aus dem Maschinenablauf in der Elektroniksteuerung zu verarbeiten, ist es notwendig, dass diese in geeignete elektrische Signale umgewandelt werden. Die Eingangswandler (Kontaktwandler) führen nun die Pegelanpassung durch. 24 V = L und 0 V = 0 auf der Kontaktseite werden in 0 V = 0 bzw. 5 V = L umgewandelt. Das Eingangssignal wird über einen RC-Filter geführt. Dieser Filter schluckt die Störimpulse sowie die Kontaktprellungen.

7.2.2 Steuerwerk

Das Steuerwerk gibt die Verriegelungs- bzw. Freigabebefehle «Hand, Automatik, Einzelzyklus, Dauerlauf, Unterbruch, Stop, fertig, nächster Schritt» usw. an die anderen Funktionsblöcke ab.

7.2.3 Sequenzsteuerung

Auf Befehl des Steuerwerks wird «nächster Schritt» oder nach Programmende «erster Schritt» aktiviert.

7.2.4 Diodenmatrix (Kreuzschienenverteiler KV)

Die Diodenmatrix enthält den programmierbaren Teil des Programms. Mittels Diodenstecker werden die gewünschten Operationen vorprogrammiert. Es stehen 30 Schritte (Spalten) und 22 Linien (Zeilen) zur Verfügung.

7.2.5 Verknüpfungslogik

Sie enthält den festverdrahteten Programmteil. Dazu gehören die Verriegelungen «Hand, Automatik, Stop» usw. sowie Speicher für die Ausgänge usw.

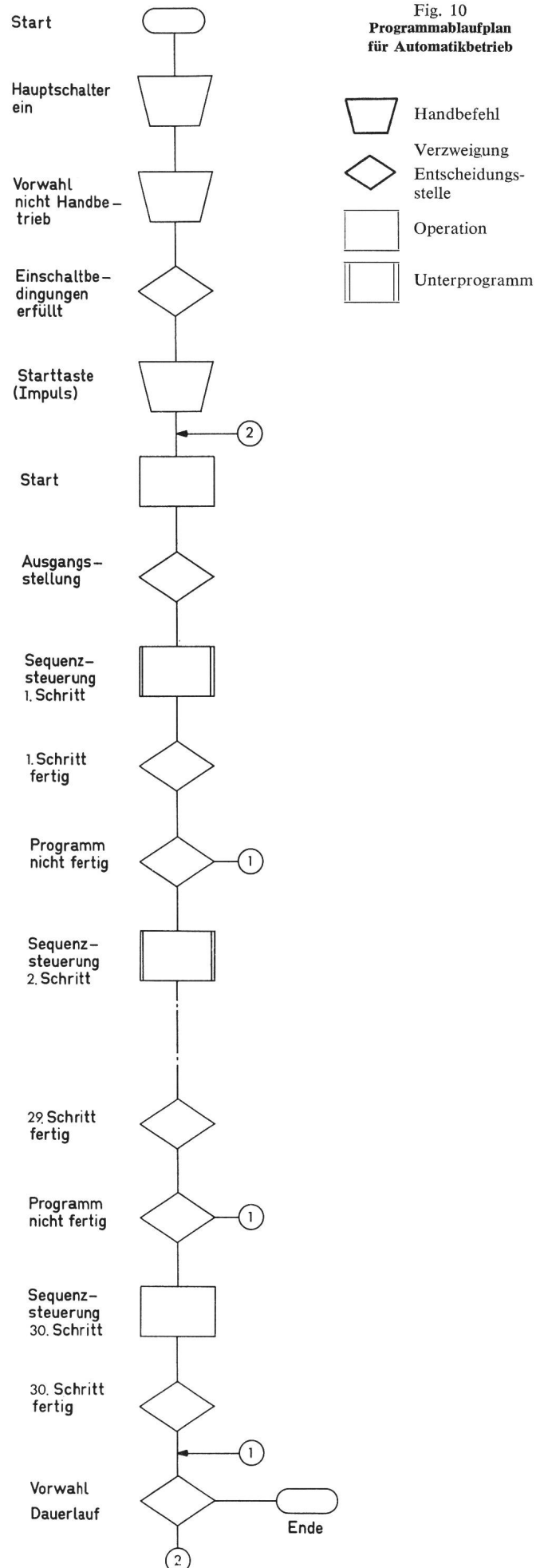
7.2.6 Befehlsausgänge (Relais)

Diese Relais werden über eine Transistorstufe (Ausgangswandler) von der TTL angesteuert. Mit den Relaiskontakten werden auch Brems- und Kupplungsmagnete ein- und ausgeschaltet. Diese Magnete stellen einige Anforderungen an die Relaiskontakte. Sie können als induktive Lasten mit den folgenden Daten betrachtet werden:

Betriebsspannung $U_B = 100 \text{ V}_-$
Betriebsstrom $I_B = 1,4 \text{ A}_-$
Zeitkontakte $T = 12 \text{ ms}$
Ausschaltspannung $U = 400 \text{ V}$

7.2.7 Speisesystem

Das Speisesystem ist im Zusammenhang mit der Störsicherheit genau zu untersuchen. Dies kann im allgemeinen nicht genug hervorgehoben werden. Im vorliegenden Fall ist



Start

Anschlag 1

Schneller
Vorschub

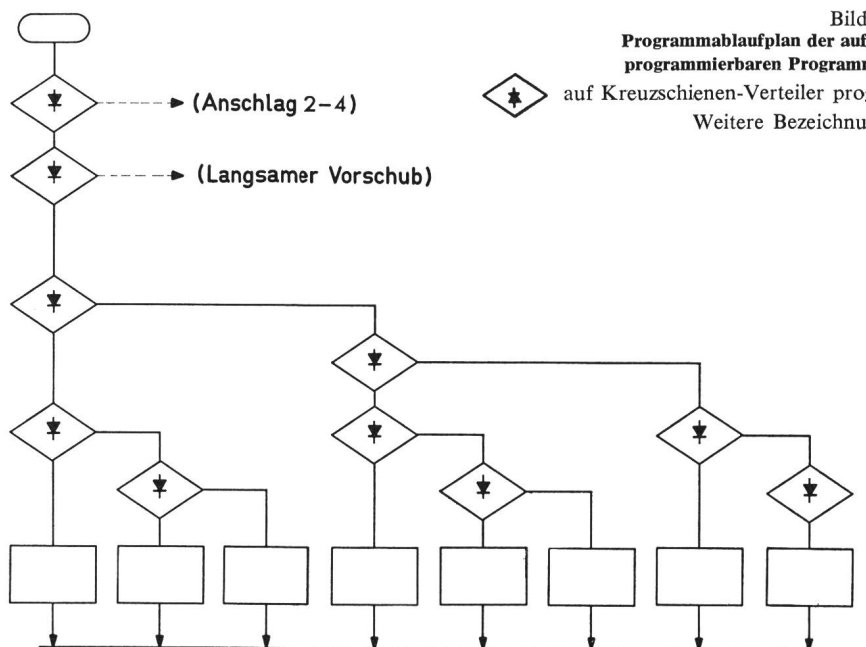
Längsvorschub
nach links

Längsvorschub
nach rechts

Quervorschub
nach hinten

Quervorschub
nach vorne

Start der ent-
sprechenden
Vorschub-
operation



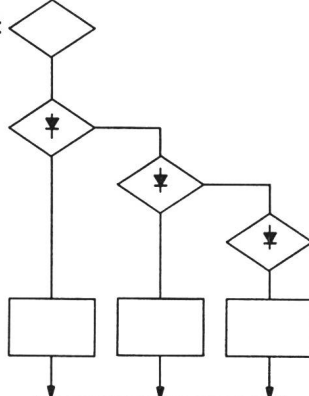
Vorschubbewegung eingeleitet

Spindel bremsen

Grosse Spindeldrehzahl

Kleine Spindeldrehzahl

Start der entsprechenden
Spindeloperation

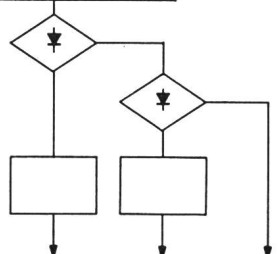


Zusatzfunktion, Gewinde schneiden

Reduktionsgetriebe 1:1

Reduktionsgetriebe 1:2

Start der Operation



Anschlag 1 angefahren

Schritt fertig
Alle Operationen stoppen

Halt

Wartezeit

Lauf der Wartezeit

Wartezeit fertig

Neuer Startimpuls

Ende

Bild 11
Programmablaufplan der auf dem Kreuzschienenverteiler
programmierbaren Programmschritten (Unterprogramm)
auf Kreuzschienen-Verteiler programmierte Entscheidungsstellen
Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 10

dies besonders zu beachten, haben doch Motoren und Logikspeisung einen gemeinsamen Netzanschluss. Spitzenströme bis zu 100 A können durch die Drehzahlumschaltung des Spindelmotors erzeugt werden.

Der Transformator für die Speisegeräte von 24 V bzw. 5 V ist über einen Netzfilter an der Sekundärseite des Steuerungstransformators angeschlossen.

Die 24-V-Hilfsgleichspannung für die Relais und die Ein- und Ausgangswandler wird mittels Gleichrichter und Pufferkondensator erzeugt.

Die 5-V-Gleichspannung für die Speisung der TTL wird aus einer 12-V-Gleichspannung mittels Seriesticulator stabilisiert. Der Seriesticulator besteht aus einem integrierten Spannungsregler von hoher Genauigkeit und dem Leistungstransistor. Der Ausgangsstrom wird auf 1,5 A begrenzt. Der Leistungskreis wurde auf einen dauernden Kurzschlussstrom von 1,5 A bei 60 °C Umgebungstemperatur ausgelegt. Die Ausgangsspannung wird überwacht. Bei Überschreiten der zulässigen Spannung wird sie über einen Thyristor kurzgeschlossen. Dieser Überspannungsschutz hat eine Verzögerung von 0,5 ms/V Überspannung. Mit diesem Schutz, der Stoßströme von 100 A/10 ms aufnehmen kann, werden die ICs gegen Überspannung geschützt. Sinkt die Speisespannung ab, so wird durch die Mindestspannungsüberwachung die gesamte Steuerspannung inkl. Starkstromteil ausgeschaltet. Diese Ausschaltung erfolgt auch bei jedem Kurzschluss wegen Überspannung.

Eine gitterähnliche Vermaschung der Speiseleiter auf dem Print genügt für einen störungsfreien Betrieb. Aus Sicherheitsgründen wurde jedoch parallel zu jedem IC ein Stützkondensator montiert.

8. Funktionsablauf

8.1 Automatikablauf (Fig. 9)

Über die beiden Schalter 1b1, 1b2 wird der Startbefehl gegeben. Der Speicher SP1 geht an Haltung. Über die Transistoren 2p1, 3p1-3p3 werden die Kreuzschienenvorteiler (KV)-Zeilen Z1...Z4 aktiviert. Zum Beispiel Längsvorschub nach links. Für die Freigabe des Vorschubantriebes ist es notwendig, dass auch der Anschlag 3b1 (Endschalter für die Bewegung) auf dem KV programmiert, jedoch noch nicht betätigt ist. Ist dies der Fall, gibt das Freigabesignal «Frei» den Vorschubspeicher SP2 frei, worauf er an Haltung geht. Über den Transistor 5p1 wird nun das Ausgangsrelais 1d1 angezogen.

Sobald der Werkzeugschlitten den Anschlag 3b1 anfährt, wird mit dem Ruhekontakt das Freigabesignal um 20 ms verzögert zurückgesetzt. Somit wird mit dem Arbeitskontakt das Haltsignal gegeben, und der Vorschubspeicher wird gelöscht. Der erste Programmschritt ist fertig.

Während des ersten Programmschrittes wurde der Speicher SP4 gesetzt. Dieses Speichersignal und das Haltsignal lösen den Clockpuls (CP) aus. Ist auf dem KV im ersten Schritt die Wartezeit T programmiert, so wird mit der Verzögerungsstufe V die CP-Abgabe verzögert.

Der CP-Impuls setzt den binär-dekadischen (BCD) Zähler Z1 auf die nächste Stelle. Der BCD Decodierer D1 steuert den Transistor 4p2 aus, und nun wird der zweite Schritt aktiviert.

8.2 Handsteuerung

Die Befehle der Handsteuerung werden auch in der Elektronik verarbeitet. Die Transistoren 1p1, 1p2 aktivieren den Handschalter 2b1 für die Vorschubantriebe und die Vorwahlschalter 2b2 für die Anschläge. Das Abstellen beim Anfahren des Anschlages ist analog der Automatiksteuerung.

9. Kontrollieren und Prüfen der Steuerung

Von einer Werkzeugmaschinensteuerung wird eine sehr hohe Zuverlässigkeit erwartet. Die Steuerung soll während Jahren bzw. Jahrzehnten mit minimalem Unterhalt störungsfrei in Betrieb sein, oft 24 h pro Tag. Für die Erfüllung dieser Anforderungen muss die Steuerung sehr gut kontrolliert und geprüft werden.

Die Steuerungen werden daher einer strengen Qualitätskontrolle unterzogen. Denn nur die richtige technische Lösung und ein guter Herstellungs-Finish, der dauernd überwacht wird, bürgen für eine hohe Qualität. Die Funktionsprüfung wird anhand einer ausführlichen Prüfvorschrift durchgeführt.

Zuerst werden die einzelnen Teilsteuerungen vorgeprüft. Diese vorgeprüfte Steuerung wird nun an einem speziellen Simulator angeschlossen. Sämtliche Einzelfunktionen sowie komplette Maschinenabläufe werden getestet.

10. Programmablauf

Die Bedienung für die vollständig automatische Bearbeitung eines Werkstückes beschränkt sich auf Einspannen, Arbeitszyklen auslösen, Ausspannen. Es ist aber möglich, einen gewollten Arbeitshalt auf dem KV zu programmieren, wobei der Wiederstart automatisch nach abgelaufener Wartezeit oder von Hand erfolgt. Ein unprogrammierter Halt kann jederzeit von der Bedienung eingeleitet werden. Während dieses Halts können von Hand beliebige Operationen durchgeführt werden. Werden die Werkzeugschlitten wieder in die Lage gebracht, die ihnen vor dem Halt entsprechen, kann durch neuen Start das Programm automatisch fertig gefahren werden (Fig. 10 und 11).

Adresse der Autoren:

M. Bolliger und O. Walti, Sprecher & Schuh AG, Fabrik für Schaltanlagen und Steuerungen, Reiherweg, 5034 Suhr.