



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Übersetzung der
europäischen Patentschrift

51 Int. Cl.⁸:
G 05 B 19/05
G 06 F 17/60

87 EP 0 346 441 B1

10 DE 38 55 219 T 2

DE 38 55 219 T 2

21	Deutsches Aktenzeichen:	38 55 219.1
86	PCT-Aktenzeichen:	PCT/US88/04512
86	Europäisches Aktenzeichen:	89 901 198.5
87	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 89/06010
86	PCT-Anmeldetag:	16. 12. 88
87	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	29. 6. 89
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	20. 12. 89
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	17. 4. 96
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	9. 1. 97

30 Unionspriorität: 32 33 31
17.12.87 US 134353

73 Patentinhaber:
AEG Schneider Automation, Inc., North Andover,
Mass., US

74 Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

72 Erfinder:
ROSEMAN, Brooks, Todd, Asheville, NC 28806, US

54 VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ÜBERTRAGEN VON ECHTZEITDATEN ZWISCHEN EINEM
PROGRAMMIERBAREN LOGIKSTEUERGERÄT UND EINEM PROGRAMM IN EINEM ZENTRALEN
STEUERGERÄT

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II 5 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 38 55 219 T 2

Allgemeiner Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein programmierbare Logiksteuergeräte, die den automatischen Betrieb etwa von Werkzeugmaschinen und Fertigungsanlagen zur Herstellung von Waren und Chemikalien steuern, und wobei die Erfindung im besonderen die Verwirklichung einer wahren Echtzeitsteuerung derartiger programmierbarer Logiksteuergeräte durch ein universales Kalkulationsprogramm betrifft, das in einem Personal Computer abläuft.

Mittlerweile werden Werkzeugmaschinen, wie etwa Drehautomaten, automatisch betrieben. Dadurch fallen die Kosten für Handarbeit beim Betrieb der Maschine weg, und es können einheitlichere Produkte erzeugt werden. Die Automatisierung entstand ursprünglich durch die Anordnung von Relais zur Ausführung von logischen Verfahrensfunktionen während einem Herstellungsverfahren. Dabei erfaßten Schalter die Bewegung der Werkzeuge im Verhältnis zu dem Werkstück, wobei die Schalter die Relais öffneten und schlossen; die Relais sorgten wiederum für die sequentielle Auswahl und den Betrieb verschiedener Werkzeuge an dem Werkstück.

Für die Konstruktion des Systems, für die Einstellung der Grenztaster an den entsprechenden Positionen, für die Verbindung der Schalter mit den entsprechenden Schaltventilen und für die Verbindung der Relaiskontakte mit den entsprechenden Motoren, Taktgebern und Magnetventilen für die Verwirklichung des automatischen Betriebs, ist viel Fachwissen erforderlich. Ferner erforderte eine Veränderung einer einzigen Abmessung eines herzustellenden Teils oder einer Prozeßgröße in einer chemischen Reaktion gelernte Arbeitskräfte für die neue Verdrahtung der Betätigungsschalter bzw. Relais. Diese Systeme arbeiteten bei der Produktion einer großen Anzahl von Teilen aus einer einzigen Einstellung zufriedenstellend, jedoch führte

die Entwicklung der Herstellung geringerer Mengen kundenspezifischerer Teile auf einer Maschine dazu, daß die häufigen Veränderungen der relaisgesteuerten Maschinen zu teuer wurden.

Als Reaktion auf diesen Kostenanstieg wurden die Relaissteuerungen durch programmierbare Logiksteuergeräte ersetzt. Die programmierbaren Logiksteuergeräte ermöglichten eine feste Verdrahtung der Schalter, Motoren und Magnetventile mit einer universalen Logikvorrichtung. Dadurch mußten die Steuerungen für jedes unterschiedliche Teil bzw. für eine auszuführende Veränderung eines Teils nicht mehr neu verdrahtet werden. Die Einstellung für jedes verschiedene Teil oder für eine Veränderung eines Teils erforderte dabei nur eine Veränderung der Logikbefehle in der Logikvorrichtung. Mit der Einführung des Mikrocomputers als Logikvorrichtung wurde die Veränderung der Logikbefehle in der Logikvorrichtung zu einer Angelegenheit der Umprogrammierung des Mikrocomputers. Dabei mußte ein Fachmann für die Herstellung jedes unterschiedlichen Teils bzw. für die Veränderung eines Teils nur ein Programm schreiben, wobei eine ungelernte Bedienungsperson für die Herstellung des verlangten Teils danach die verschiedenen Programme nach Bedarf in das programmierbare Logiksteuergerät laden konnte. Dadurch wurde die kostenintensive Einstellung für jedes unterschiedliche Teil praktisch beseitigt; die Herstellung dieses Teils bzw. der Ablauf dieses Verfahrens war durch das feststehende Programm jedoch ebenfalls festgelegt.

Die feste Eigenschaft des Programms ermöglicht nicht immer die Veränderung des automatischen Betriebs des Drehautomaten, wenn sich zum Beispiel der Werkstoff des Werkstoffs verändert, oder wenn sich die Merkmale eines Ausgangsmaterials des Verfahrens ändern. Ferner kann eine Bedienungsperson bei einem festen Programm die Herstellungs- bzw. Verarbeitungsparameter nicht verändern, wenn bei der Herstellung bzw. Verarbeitung

Veränderungen auftreten, so daß gewünschte Effizienzen und Qualitätspegel erzielt werden können.

Die programmierbaren Logiksteuergeräte wurden in Netzwerken über Koaxialkabel miteinander verbunden, um die Funktionsweise einer ganzen Fertigungs- bzw. Verarbeitungsanlage zu koordinieren. Für das Netzwerk sind getrennte Schnittstellenmodule erforderlich, die jeden Abfall des Koaxialkabels abschliessen, um den erforderlichen Quittungsaustausch für eine positive Nachrichtenübertragung zwischen den adressierbaren Registern der programmierbaren Logiksteuergeräte auszuführen. Diese Nachrichten umfassen normalerweise Zustandsinformationen, die den Zustand der Sensoren anzeigen und jede Werkzeugmaschine oder Verarbeitungsstation steuern, und wobei die Informationen gesteuert werden, die die Befehle für den Betrieb der Antriebe oder Ventile der Werkzeuge oder Stationen erteilen. Die Nachrichten können ferner numerische Informationen aufweisen, die die Anzahl der hergestellten Teile oder die Temperatur bzw. den Druck einer Stelle in einem Verfahren anzeigen. Bei dem Patent EP-A-200365 handelt es sich um ein Beispiel für ein derartiges programmierbares Logiksteuergerätenetzwerk.

Ein zentral angeordnetes Programmiergerät kann ebenfalls mit dem Netzwerk verbunden werden, um das Programm bzw. die Sequenz der durch ein ausgewähltes programmierbares Logiksteuergerät in dem Netzwerk auszuführenden Logikschritte zu verändern. Bei diesem Programmiergerät kann es sich um einen Personal Computer handeln, wie zum Beispiel um einen IBM-kompatiblen Personal Computer, auf dem ein Programm läuft, das Relaisleiterdiagramme anzeigt, die ein Anwender mit Fachwissen so entwickelt, daß die gewünschten Logikschritte für ein programmierbares Logiksteuergerät erzeugt werden. Der Personal Computer weist ferner ein Netzwerkschnittstellen-Schaltmodul auf, das den Quittungsaustausch des Netzwerks sowie die positive

Nachrichtenübertragung ausführt, und zwar als Reaktion auf Befehle des Personal Computers, die in und aus benutzbaren Registern auf dem Schaltmodul übertragen werden. Die Register des Schnittstellenmoduls stehen in den in dem Personal Computer ablaufenden Programmen zur Verfügung, die auf die Register zugreifen können, so daß kundenspezifische Programme Nachrichten über das Netzwerk der programmierbaren Logiksteuergeräte senden und empfangen können.

Die Programmierung der programmierbaren Logiksteuergeräte über das Netzwerk mit dem Relaisleiterdiagrammprogramm in einem Personal Computer ermöglicht es einem Programmierer, die eingestellte Betriebsweise einer Maschine oder eines Verfahrens nach Wunsch zu verändern. Bei der Betriebsweise an dem Personal Computer handelt es sich jedoch weiterhin um einen Schritt, den Programmierschritt, der von der persönlichen Steuerung der Betriebsweise einer Werkzeugmaschine oder einer Verarbeitungsstation getrennt vorgesehen wird. Wenn die Bedienungsperson etwaige Herstellungsveränderungen durchführen soll bzw. möchte, so müssen diese durch Umprogrammierung des einzelnen programmierbaren Logiksteuergerätes verwirklicht werden.

Die Entwicklung kundenspezifischer Programme, die es einer Bedienungsperson an einem Personal Computer sofort möglich machen die automatische Betriebsweise der programmierbaren Logiksteuergeräte zu überwachen und tatsächlich zu steuern, wird aufgrund des erforderlichen hohen Arbeitseinsatzes sehr gut ausgebildeter Fachkräfte schnell sehr teuer. Diese kundenspezifischen Programme erhalten auftretende Zustandsinformationen von den programmierbaren Logiksteuergeräten, und sie senden als Reaktion auf Veränderungen der Zustandsinformationen Steuerinformationen. Dieser Informationsaustausch wird als „Echtzeit“-Austausch beschrieben, wodurch betont werden soll, daß hinsichtlich des

Empfangs der Informationen nachdem diese „echt“ bzw. verfügbar geworden ist, nur eine geringfügige bzw. gar keine Verzögerung existiert. Die Kosten für die Aktualisierung bzw. für die Veränderung der kundenspezifischen Programme, um eine Flexibilität hinsichtlich des automatischen Betriebs einer ganzen Anlage vorzusehen, werden untragbar. Bei der Veränderung kundenspezifischer Programme wird ferner häufig ein Punkt erreicht, an dem die Kosten für die Veränderung innerhalb der Einschränkungen des ursprünglichen Programms höher sind als die Kosten für das Schreiben eines neuen kundenspezifischen Programms. Der Austausch der „Echtzeit“-Informationen ist der Schlüssel zu einer wahren Bedienungssteuerung der Fertigungsanlage.

Mittlerweile sind Programme erhältlich, die versuchen diesen Echtzeit-Informationsaustausch bei der Steuerung, Überwachung und Analysierung von Prozessen und beim Messen vorzusehen. In den Artikeln „Lotus Developer Tools“ und „Lotus Measure - Data Direct to Lotus Spreadsheets“ finden sich dokumentierte Beispiele für eine derartige Anordnung. Der Anwender sieht eine Schaltmodulschnittstelle zwischen seinem Prozess bzw. seinen Instrumenten und dem Personal Computer vor. Der Anwender schreibt ferner ein Gerätetreiberprogramm für den Personal Computer, das die Kommunikation des Betriebssystemprogramms mit der Schaltmodulschnittstelle erleichtert. Danach installiert der Anwender ein handelsübliches Informationerfassungsprogramm zur Übertragung der verlangten Informationen zwischen dem Betriebssystemprogramm und beliebigen und handelsüblichen Kalkulations-, Datenbank- und Analyseprogrammen. Danach steuert der Anwender die Herstellungsverfahren durch das Informationerfassungsprogramm aus dem Kalkulations-, Datenbank- oder Datenanalyseprogramm. Dies bringt jedoch einige unerwünschte Aspekte mit sich.

Aus der Perspektive des Anwenders muß jede Informationsübertragung zu und von einem Kalkulations-, Datenbank- oder Analyseprogramm durch aus einem Menü ausgewählte Tastendruckbefehle ausgeführt werden. Die Informationsübertragung zu einem programmierbaren Logiksteuergerät erfolgt durch Übertragungen in das Erfassungsprogramm, das Betriebssystemprogramm, das Gerätetreiberprogramm, das Schnittstellenmodul und das Netzwerk an die adressierten Register des programmierbaren Logiksteuergerätes. Wenn aus den adressierten Registern des programmierbaren Logiksteuergerätes gelesen werden soll, so muß ein Übertragungsbefehl an das adressierte programmierbare Logiksteuergerät in dem beschriebenen Sendeablauf gesendet werden, und wobei danach ein Lesebefehl an das Erfassungsprogramm gesendet wird, um die übertragenen Informationen aus Antwortregistern in dem Schnittstellenmodul durch das Gerätetreiberprogramm, das Betriebssystemprogramm und das Erfassungsprogramm zu erhalten. Die Geschwindigkeit der Personal Computer reduziert all diese Übertragungen zwar auf kurze, so gut wie nicht mehr erkennbare Zeiträume, doch können immer noch gewisse Dinge verbessert werden. Zum Beispiel ist es nicht möglich, daß die Berechnung der Argumente in den Zellen eines Kalkulationsprogrammes direkt Informationen zwischen den adressierbaren Registern eines programmierbaren Logiksteuergerätes und den Zellen einer angezeigten Kalkulationstabelle übertragen kann. Ferner stellt das Schreiben eines Gerätetreibers für das Schnittstellenmodul weiterhin eine zeitaufwendige und höchst anspruchsvolle Aufgabe dar.

Zusammenfassung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung, die in den anhängigen Ansprüchen genauer definiert ist, sieht ein Programm bzw. eine Befehlseinrichtung vor, das bzw. die in einem universalen

Kalkulationsprogramm wirksam ist, um Informationsübertragungen zu und von adressierbaren Registern eines programmierbaren Logiksteuergerätes und zugewiesenen Zellen einer angezeigten Kalkulationstabelle direkt aus dem Kalkulationsprogramm zu bewirken, und zwar ohne Übertragungen durch das Betriebssystemprogramm oder durch ein speziell geschriebenes Gerätetreiberprogramm. Dadurch wird einem Hersteller die Konfiguration eines programmierbaren Logiksteuergeräte-Netzwerks mit einer zentralen Steuerung des Herstellungsablaufs durch ein in einem Personal Computer ablaufendes Kalkulationsprogramm erleichtert. Die Bedienung der mit dem Netzwerk verbundenen programmierbaren Logiksteuergeräte erfolgt durch flexible und leicht verständliche Zusätze, die in universalen Kalkulationsprogrammen handelsüblich sind, und wodurch die wahre „Echtzeit“-Steuerung und Überwachung der Fertigungsanlage direkt durch die angezeigte Kalkulationstabelle des Kalkulationsprogramms ermöglicht bzw. erleichtert wird. Die Erfindung sieht verschiedene Kalkulationsfunktionen vor, die im Fach als „@-Funktionen“ bekannt sind, einschließlich einer einzelnen @-Funktion WRITE, die in Zellen in der angezeigten Kalkulationstabelle den Befehl zur Übertragung der in den Zellen enthaltenen Informationen oder zum Schreiben der in relativ adressierten Zellen enthaltenen Informationen in gewünschte und adressierte Register eines programmierbaren Logiksteuergerätes erteilt. Der Befehl einer einzelnen @-Funktion READ in den Zellen der angezeigten Kalkulationstabelle sorgt dafür, daß das adressierte programmierbare Logiksteuergerät die in bestimmten adressierten Registern enthaltenen Informationen direkt in diese Zelle bzw. in relativ adressierte Zellen in der angezeigten Kalkulationstabelle überträgt. Diese @-Funktionen READ und WRITE werden nach einer Neuberechnung der angezeigten Kalkulationstabelle einfach ausgeführt, um die Informationsübertragungen zu bewirken.

Ferner sieht die vorliegende Erfindung aus einem Menü ausgewählte Befehle zum Lesen bzw. Schreiben von Informationsblöcken zwischen adressierten Registern eines programmierbaren Logiksteuergerätes und Zellenbereichen in der angezeigten Kalkulationstabelle vor. Diese aus dem Menü ausgewählten Befehle sind durch das Kalkulationsprogramm ohne ein etwaiges Erfassungsprogramm oder Gerätetreiberprogramm funktionsfähig.

Die vorliegende Erfindung sieht ferner eine automatische Speicherung der von den programmierbaren Logiksteuergeräten an die zentrale Steuerung übertragenen Informationen in regelmäßigen Intervallen oder bei Zustandsveränderungen in den programmierbaren Logiksteuergeräten vor. Diese Übertragungen von den programmierbaren Logiksteuergeräten zu der zentralen Steuerung werden normalerweise durch die programmierbaren Logiksteuergeräte eingeleitet. Die vorliegende Erfindung sieht ein Unterbrechungsprogramm vor, das die in dem Schnittstellen-Schaltmodul empfangenen Nachrichten an entsprechende Speicherplätze überträgt, so daß eine Mailbox für jedes programmierbare Logiksteuergerät gebildet wird. Dadurch wird verhindert, daß sequentielle Nachrichten von einem programmierbaren Logiksteuergerät eine vorherige Nachricht überschreiben, und daß der Informationsgehalt verloren geht. Folglich werden die von einem programmierbaren Logiksteuergerät eingeleiteten sequentiellen Nachrichten bei der vorliegenden Erfindung in einem Mailboxbereich der sequentiellen Speicherplätze gespeichert. Als Reaktion auf einen durch die Bedienungsperson ausgewählten Menübefehl überträgt die Erfindung alle sequentiellen Nachrichten von jedem programmierbaren Logiksteuergerät in zugewiesene Zellenbereiche in der angezeigten Kalkulationstabelle.

Im besonderen umfaßt die vorliegende Erfindung ein System zur Anlagensteuerung, wobei ein programmierbares Logiksteuergerät

in der Nähe einer Werkzeugmaschine oder einer Verarbeitungsstation die spezifische Betriebsweise dieser Werkzeugmaschine bzw. dieser Verarbeitungsstation steuert. Das programmierbare Logiksteuergerät ist ferner mit einem Netzwerk programmierbarer Logiksteuergeräte verbunden, und wobei das programmierbare Logiksteuergerät Nachrichten übertragen kann, die den Zustand der Werkzeugmaschine bzw. der Verarbeitungsstation anzeigen. Diese Nachrichten werden in Form elektrischer Signale vorgesehen, die normalerweise über Koaxialkabel übertragen werden.

Ein Personal Computer oder ein Prozessor umfaßt ein Schnittstellen-Schaltmodul, das mit den Daten-, Adreß- und Steuerleitungen des Personal Computers elektrisch verbunden ist. Dieses Schnittstellen-Schaltmodul befindet sich normalerweise in einem Steckplatz des Personal Computers. Das Schnittstellenmodul stellt eine Verbindung mit dem Netzwerk der programmierbaren Logiksteuergeräte her, und es umfaßt adressierbare Register, in die die programmierbaren Logiksteuergeräte Nachrichten übertragen können. Das Schnittstellenmodul umfaßt ferner Befehls- und Antwortregister, die entsprechend Nachrichten von den programmierbaren Steuergeräten empfangen und an diese senden bzw. übertragen können. Auf die Register des Schnittstellenmoduls kann durch in dem Personal Computer ausgeführte Befehle zugegriffen werden.

Der Personal Computer umfaßt kennzeichnenderweise eine Sichtanzeige, eine Tastatur, einen Befehlsspeicher und einen Zentralprozessor. Dieser Zentralprozessor führt Befehle in Form elektrischer Signale aus, die in dem Befehlsspeicher enthalten sind, und zwar zusammenwirkend mit zur Anzeige vorgesehenen und für einen Anwender lesbaren Zeichen sowie zusammenwirkend mit Zeichen, die über die Tastatur von dem Anwender empfangen werden.

Dieses System umfaßt ferner ein universales Kalkulationsprogramm, das sich in dem Befehlsspeicher befindet, wobei das Programm zur Ausführung eines universalen Kalkulationsprogramms in dem Personal Computer dient. Dieses Kalkulationsprogramm sorgt für die Anzeige einer Kalkulationstabelle auf der Sichtanzeige. Die angezeigte Kalkulationstabelle weist Zellen auf, in die der Anwender Informationen und @-Funktionen für die Ausführung gewünschter Argumente einfügen kann. Die angezeigte Kalkulationstabelle sieht ferner Menübefehle vor, die von dem Anwender ausgewählt werden können, um gewünschte Aktionen bzw. Vorgänge in der angezeigten Kalkulationstabelle auszuführen, wobei das Kalkulationsprogramm normalerweise jedoch nur eine Informationsübertragung zwischen definierten Datendateien aus dem Speicher und den Zellen bewirken kann.

Das System umfaßt ferner Add-In-Befehle zur Darstellung von Add-In-@-Funktionen sowie Add-In-Menübefehle, die in dem Kalkulationsprogramm und der angezeigten Kalkulationstabelle ablaufen, und zwar für in einer Zelle vorhandene @-Funktionen und Menübefehle, so daß Nachrichten direkt zwischen den Zellen und dem Schnittstellenmodul übertragen werden, wobei das Schnittstellenmodul die Nachrichten danach über das Netzwerk der programmierbaren Logiksteuergeräte überträgt. Dadurch wird ein System erzeugt, bei dem der Anwender für die Steuerung der Betriebsweise einer Werkzeugmaschine bzw. einer Verarbeitungsstation Nachrichten direkt aus den Zellen der angezeigten Kalkulationstabelle zu den adressierten Registern eines programmierbaren Logiksteuergerätes übertragen kann, und wobei der Anwender aus den Zellen direkt Nachrichten abrufen kann, die den Zustand einer Werkzeugmaschine bzw. einer Verarbeitungsstation anzeigen. Ferner kann der Anwender Zustandsinformationsnachrichten empfangen, die den Zustand der Anlage direkt in den Zellen anzeigen.

Gemäß einem weiteren Aspekt umfaßt dieses System eine Add-In-Befehlseinrichtung, die sich in dem Speicher befindet, und die zur Darstellung von Add-In-Menübefehlen sowie zur Unterbrechung ausgewählter Befehle dient. Diese Add-In-Menübefehle sowie die zur Unterbrechung ausgewählten Befehle laufen hinsichtlich der Unterbrechungsbefehle durch das Kalkulationsprogramm ab, um sequentiell empfangene Nachrichten, die von den programmierbaren Logiksteuergeräten stammen und die in dem Schnittstellenmodul empfangen werden, an entsprechende zugewiesene Adreßplätze in dem Speicher zu übertragen, und zwar nach dem Auftreten eines von dem Schnittstellenmodul empfangenen Unterbrechungssignals, das den Empfang dieser Nachrichten anzeigt. Durch die Anwenderauswahl der Add-In-Menübefehle wird die Nachricht aus den Speicherplätzen in entsprechend zugewiesene Zellenbereiche in der angezeigten Kalkulationstabelle übertragen. Die von dem programmierbaren Logiksteuergerät eingeleiteten Nachrichten, die den Zustand der Werkzeugmaschinen bzw. der Verarbeitungsstationen anzeigen, können somit gespeichert und direkt in die Zellen der angezeigten Kalkulationstabelle übertragen werden.

Das in dem Personal Computer vorhandene universale Kalkulationsprogramm wird für den Betrieb mit der Nachrichtenübertragung aus den Zellen der angezeigten Kalkulationstabelle durch eine angezeigte Initialisierungs-Kalkulationstabelle initialisiert, die durch das Kalkulationsprogramm betrieben wird. In dem Speicher enthaltene Add-In-Befehle sehen diese Initialisierungs-Kalkulationstabelle vor und sorgen für das Laden der Adreßzuweisungen in bestimmte Speicherzellen, auf die durch verschiedene Teile des Kalkulationsprogramms zugegriffen werden kann, um das gewünschte Ergebnis zu bewirken.

Die Erfindung umfaßt ferner einen Träger, wie etwa eine normalerweise in einem Personal Computer verwendete Floppy-

Diskette, wobei der Träger die Add-In-Befehle für die Ausführung der Nachrichteninformationsübertragung aus und in die Zellen der angezeigten Kalkulationstabelle durch das Kalkulationsprogramm vorsieht.

Bei der vorliegenden Erfindung kann eine Bedienungsperson die Betriebsweise vieler programmierbarer Logiksteuergeräte auf „Echtzeit“-Basis überwachen und steuern, wenn sich die Bedingungen bzw. Zustände in der Fertigungsumgebung verändern. Das Kalkulationsprogramm sieht viele mathematische Argumente vor, die so angeordnet werden können, daß sie komplexe Berechnungen für die Ermittlung gewünschter Fertigungseffizienzen und Qualitäten schnell ausführen. Durch die Fähigkeit der Gewinnung von „Echtzeit“-Daten und der Erzeugung von „Echtzeit“-Herstellungsbefehlen in Verbindung mit diesen Berechnungen zur Steuerung großer Fertigungsanlagen, kann eine bisher nicht verfügbare Fertigungssteuerung in einem wirtschaftlichen und leicht verständlichen System vorgesehen werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Figur 1 ein schematisches Blockdiagramm eines programmierbaren Logiksteuergerätesystems, das mit einem Personal Computer verbunden ist, wobei ein erfindungsgemäßes Add-In-Programm in Verbindung mit einem universalen Kalkulationsprogramm betrieben wird, um Echtzeit-Nachrichtenübertragungen zwischen dem Netzwerk und dem Kalkulationsprogramm vorzusehen;

Figur 2 ein schematisches Blockdiagramm des erfindungsgemäßen Systems in näheren Einzelheiten als in Figur 1;

Figur 3 ein schematisches Blockdiagramm von drei Aspekten des erfindungsgemäßen Add-In-Programms;

Figur 4 ein Diagramm der durch das erfindungsgemäße Add-In-Programm vorgesehenen Menübefehle;

Figur 5 ein schematisches Blockdiagramm der Interaktion zwischen der Hardware eines Personal Computers und den Programmbefehlen eines Kalkulationsprogramms, das die vorliegende Erfindung umfaßt, um empfangene Nachrichten in zugewiesene Speicherzellen in einem Mailboxbereich zu übertragen, und um in den Mailbox-Speicherzellen gespeicherte Nachrichten in zugewiesene Zellenbereiche in dem Kalkulationsprogramm auszugeben;

Figur 6 ein schematisches Blockdiagramm der Interaktion zwischen der Hardware eines Personal Computers und einem die Erfindung aufweisenden Kalkulationsprogramm, das eine @READ-Funktion ausführt, um Informationen aus einem adressierbaren Register in einem programmierbaren Logiksteuergerät in eine gewünschte Zelle in der angezeigten Kalkulationstabelle auszulesen;

Figur 7 ein schematisches Blockdiagramm der Interaktion zwischen der Hardware eines Personal Computers und einem die vorliegende Erfindung aufweisenden Kalkulationsprogramm, das eine @WRITE-Funktion ausführt, um Informationen aus einer Zelle in der angezeigten Kalkulationstabelle in ein adressiertes Register in einem programmierbaren Logiksteuergerät zu schreiben;

Figur 8 ein schematisches Blockdiagramm der Interaktion zwischen der Hardware eines programmierbaren Computers und den Menübefehlen eines die vorliegende Erfindung aufweisenden Kalkulationsprogramms, so daß ein aus dem Menü ausgewählter

READ-Befehl zum Auslesen von Informationsblöcken aus den adressierten Registern in einem programmierbaren Logiksteuergerät in zugewiesene in der angezeigten Kalkulationstabelle ausgeführt wird;

Figur 9 ein schematisches Blockdiagramm der Interaktion zwischen der Hardware eines Personal Computers und einem die vorliegende Erfindung aufweisenden Kalkulationsprogramm, so daß ein aus dem Menü ausgewählter WRITE-Befehl zum Schreiben von Informationen aus den zugewiesenen Zellen in einer angezeigten Kalkulationstabelle in adressierte Register in einem programmierbaren Logiksteuergerät ausgeführt wird;

Figur 10 ein schematisches Blockdiagramm der Interaktion zwischen der Hardware eines Personal Computers und einem die vorliegende Erfindung aufweisenden Kalkulationsprogramm, so daß der Ablauf eines Kalkulationsprogramms in dem Personal Computer durch eine angezeigte Kalkulationstabelle initialisiert wird;

Figur 11 ein schematisches Blockdiagramm der Interaktion zwischen der Hardware eines Personal Computers und den Programmbefehlen der Erfindung gemäß der Darstellung aus Figur 5, wobei die Erzeugung von Datum- und Zeitstempeln hinsichtlich der durch die programmierbaren Logiksteuergeräte eingeleiteten empfangenen Nachrichten betont wird;

Figur 12 ein schematisches Blockdiagramm der Interaktion zwischen der Hardware eines Personal Computers und den Programmbefehlen eines die vorliegende Erfindung aufweisenden Kalkulationsprogrammes bei der Initialisierung von Zeigern auf die Inhalte der Speicherzellen für lokale Variablen;

Figur 13 ein schematisches Blockdiagramm der Organisation der erfindungsgemäßen Add-In-Befehle für die Gestaltung der Add-In-Datei SYL.ADN; und

Figur 14 ein schematisches Blockdiagramm der Organisation der erfindungsgemäßen Add-In-Befehle für die Gestaltung der Add-In-Datei SYLAF.ADN.

Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist ein Anlagennetzwerk 20 von programmierbaren Logiksteuergeräten zum Betrieb von Geräten dargestellt, die über eine Schaltmodul-Schnittstelle 24 mit einem Personal Computer 22 verbunden sind. Der Personal Computer 22 steuert ein universales Kalkulationsprogramm 26, das keine Echtzeitnachrichten über das Anlagennetzwerk der programmierbaren Logiksteuergeräte empfangen oder übertragen kann. Bei diesem Kalkulationsprogramm kann es sich etwa um das Program LOTUS 1-2-3 handeln, das von der Lotus Development Corporation, Cambridge, Massachusetts, erhältlich ist. Die Erfindung sieht ein Add-In-Programm 28 vor, das durch ein universales Kalkulationsprogramm 26 abläuft, um Echtzeit-Nachrichtenübertragungen zwischen dem Anlagennetzwerk der programmierbaren Logiksteuergeräte 20 und den Zellen des Kalkulationsprogramms 26 zu bewirken. Die Übertragung von Nachrichten durch das Kalkulationsprogramm zu der Schaltmodul-Schnittstelle ist durch die Doppelpfeil-Leiter 30 dargestellt, die graphisch den Nachrichtenübertragungsweg anzeigen, und wobei die Verbindung zwischen dem Anlagennetzwerk 20 und dem Schaltmodul 24 durch die Leiter 32 dargestellt ist.

Bei der Konstruktion dieses Systems 18 verbindet der Anwender alle programmierbaren Logiksteuergeräte mit den verlangten Koaxialkabeln bzw. den konzentrischen Kabeln mit zwei Innenleitern. Der Anwender ordnet alle programmierbaren Logiksteuergeräte ferner so an, daß eine positive Nachrichtenübertragung zwischen adressierten Registern der programmierbaren Logiksteuergeräte bewirkt wird. Danach besorgt der Anwender ein Schnittstellen-Schaltmodul 24 und installiert

dieses in einem Steckplatz eines Personal Computers 22. Das Schnittstellenmodul 24 wird danach mit dem Netzwerk 20 verbunden und es werden ihm geeignete Netzwerkadressen zugewiesen. Danach lädt der Anwender das universale Kalkulationsprogramm in den Personal Computer, wobei nach Wunsch Diskettenlaufwerke verwendet werden, und wobei der Anwender schließlich das erfindungsgemäße Add-In-Programm 28 in die Programmdateien des Kalkulationsprogramms lädt.

Der Eigentümer des als LOTUS 1-2-3 bekannten Kalkulationsprogramms hat in dem Kalkulationsprogramm geeignete Befehle für die Annahme des hierin offenbarten Add-In-Programms vorgesehen. Der Entwickler des Programms LOTUS 1-2-3 vertreibt unter dem Warenzeichen LOTUS Developer Tools ferner Programminstruktionen, die von dem Erfinder der vorliegenden Erfindung dazu verwendet wurden, die gewünschte Betriebsweise zu verwirklichen. Das Lehr- bzw. Instruktionsprogramm LOTUS Developer Tools ermöglicht es einem Programmierer Befehle zu entwickeln, die die Fähigkeiten des Kalkulationsprogramms erweitern bzw. verbessern, wobei ferner neue, in einer Kalkulationstabelle von LOTUS 1-2-3 ausführbare @-Funktionen, erzeugt werden können. Die Programminstruktionen der Programme der LOTUS Developer Tools bilden keinen Teil der vorliegenden Erfindung, wobei sie jedoch für die Entwicklung der in der vorliegenden Erfindung verwendeten Programminstruktionen verwendet wurden. Nach diesen vorbereitenden Konstruktionen und Anordnungen der Hardware und der Programminstruktionen kann der Anwender die programmierbaren Logiksteuergeräte programmieren und die Betriebsweise der Werkzeugmaschinen und der Verarbeitungsstationen steuern, welche sie betreiben.

In Figur 2 ist die Schnittstellen-Baugruppe 34 des Anlagennetzwerks 20 mit den Leitern 32 verbunden, wobei der Gruppe die Adresse 45 zugewiesen wurde. Das programmierbare Logiksteuergerät 36 ist mit der Schnittstellen-Baugruppe 34

verbunden, um die Maschine 38 zu betreiben, wobei dem Gerät die Adresse 045 zugewiesen wurde. Ferner ist das programmierbare Logiksteuergerät 40 mit der Schnittstellen-Baugruppe 34 verbunden, um die Maschine 42 zu betreiben, wobei dem Gerät die Adresse 145 zugewiesen wurde. Auf ähnliche Weise ist die Schnittstellen-Baugruppe 34 mit den Leitern 32 verbunden, wobei der Gruppe die Adresse 22 zugewiesen wurde. Das programmierbare Logiksteuergerät 46 ist mit der Schnittstellen-Baugruppe 44 verbunden, um die Maschine 48 zu betreiben, wobei dem Gerät die Adresse 022 zugewiesen wurde. Das programmierbare Logiksteuergerät 50 ist mit der Schnittstellen-Baugruppe 44 verbunden, um die Maschine 52 zu betreiben, wobei dem Gerät die Adresse 122 zugewiesen wurde. Die Schnittstellen-Baugruppen 34 und 44 sehen somit Hardware-Verbindungen mit den Koaxialleitern 32 vor, und sie sehen die beiden wertniedrigsten Ziffern in den Adressen für die programmierbaren Logiksteuergeräte 36, 40, 46 und 50 vor. Die Leiter 32 sind an dem Verbinder 54 mit dem Schnittstellen-Schaltmodul 24 verbunden. In diesem System wurde dem Schnittstellenmodul 24 zu Erklärungszwecken die Adresse 009 zugewiesen. Das Schnittstellenmodul 24 kann über die Leiter 58 und den Verbinder 60 auch mit einem zusätzlichen bzw. lokalen programmierbaren Logiksteuergerät 56 verbunden werden. Dem programmierbaren Logiksteuergerät 56 wurde die Adresse 107 zugewiesen, wobei das Gerät in Konstruktion und Design den programmierbaren Logiksteuergeräten 36, 40, 46 und 50 entspricht. Das programmierbare Logiksteuergerät 56 umfaßt Sensor- und Steuerregister 62, die mit den Sensoren 64, den Steuerungen 66 und der gesteuerten Maschine 68 verbunden sind. Die Verbindungen zwischen den programmierbaren Logiksteuergeräten 36, 40, 46 und 50 und deren entsprechenden Maschinen verlaufen parallel zu der Verbindung zwischen dem programmierbaren Logiksteuergerät 56 und der Maschine 58. Das programmierbare Logiksteuergerät 56, dessen gesteuerte Maschine 68 und die Verbindung mit dem Schnittstellenmodul 24 definieren ein lokales System 70.

Das Schnittstellenmodul 24 umfaßt Befehls-, Wiedergabe- und Empfangsregister 72, und es kann auf den Leitungen 74 ein Unterbrechungssignal erzeugen, und zwar unter den noch zu beschreibenden Bedingungen.

Der Personal Computer 22 umfaßt den RAM-Speicher 76, der das Kalkulationsprogramm 26 aufweist, das Add-In-Programm 28, die Mailbox-Speicherplätze 78 und einen Zeiger auf Speicherplätze lokaler Variablen 80.

Das Kalkulationsprogramm 26 umfaßt Zellen, menügesteuerte Befehle und @-Funktionen, die in die Zellen eingefügt werden können. Das Add-In-Programm 28 weist drei Merkmale auf: Menübefehle zur Initialisierung der Merkmale zur Nachrichtenübertragung zwischen den Zellen und den Registern der programmierbaren Logiksteuergeräte, Blockinformationsübertragungen zwischen den Zellen und den Registern der programmierbaren Logiksteuergeräte, feste und Gleitpunktinformationsformate und Ausgabe bzw. Abzug des Inhalts der Mailbox-Speicherplätze in zugewiesene Zellen in der Kalkulationstabelle; @-Funktionen zur Nachrichtenübertragung zwischen den Zellen der Kalkulationstabelle und den Registern der programmierbaren Logiksteuergeräte und zur Ausführung von logischen Operationen; und unterbrechungsgesteuerte Informationsübertragungen von den Schnittstellenmodulregistern an entsprechende Speicherplätze in dem Mailboxbereich des RAM-Speichers 76. Das Add-In-Programm 28 umfaßt ferner Speicherplätze 82 für lokale Variablen, die für die Nachrichtenübertragungen durch das Kalkulationsprogramm 26 verwendet werden.

Der Personal Computer 22 umfaßt ferner eine von einer Bedienungsperson bedienbare Tastatur 84, eine Sichtanzeige 86, ein Diskettenlaufwerk 88, das eine Diskette 90 aufnehmen kann, die das Kalkulationsprogramm 26 oder das Add-In-Programm 28

aufweist. Die Diskette 90 umfaßt einen Träger, der Programmbefehle etwa in Form magnetischer Bits tragen kann, wobei es sich jedoch auch um jede andere gewünschte Trägerart handeln kann, die die Programmbefehle zum Laden in den Speicher des Personal Computers tragen kann.

Hiermit wird festgestellt, daß das Add-In-Programm 28 in der Anordnung aus Figur 2 durch das Kalkulationsprogramm 26 so betrieben wird, daß es die angezeigten Nachrichtenübertragungen ausführt. Nach der Installation des Add-In-Programms führt der Anwender nur durch die @-Funktionen des Kalkulationsprogramms und durch Menübefehle Operationen aus, um Nachrichtenübertragungen in die Adreßregister der programmierbaren Logiksteuergeräte zu bewirken. Alternativ dazu können das Anlagennetzwerk 20 der programmierbaren Logiksteuergeräte und die lokalen Systeme 70 nach Verlangen so angeordnet werden, daß sie die gewünschten Werkzeugmaschinen und Verarbeitungsstationen betreiben.

In bezug auf Figur 3 sieht das Add-In-Programm 28 Menübefehle 92 vor, die der Anwender durch den Tastendruck ALT-F7 auf der Tastatur des Personal Computers eingibt. Die Unterbrechungsbefehle 94 führen eine Mailbox-Unterbrechungsroutine aus, die hierin in der Quellcodeauflistung mit MAIL_INT gekennzeichnet ist. Die Unterbrechungsbefehle 94 führen ferner eine Zeitgeber-Unterbrechungsroutine aus, die in dem Quellcode mit TIMER_INT gekennzeichnet ist. Die von dem Anwender auswählbaren @-Funktionen, die in die Zellen der angezeigten Kalkulationstabelle eingefügt werden können, umfassen @READ, @WRITE, @BREAD, @SYLERR, @MAIL, @FPREAD, @FPWRITE, @AND, @OR, @NOT und @TIMEOUT.

Diese @-Funktionen sind mit einem bestimmten Informationsformat wirksam, das eingeschlossen in Klammern auf den @-

Funktionsbefehl folgt. Das Informationsformat kann einen Adreßleitweg umfassen, bei dem es sich spezifisch um eine Folge von durch Kommas getrennter Ziffern handeln kann, die zuerst die Adresse des Schnittstellenmoduls in dem Personal Computer und zweitens die Adresse des programmierbaren Logiksteuergerätes identifizieren. Nach den Adressen kann eine Registeradresse folgen, die einfach mit einer Dezimalzahl bezeichnet ist. Auf die Registerziffer folgt eine Zählziffer, die als positive Dezimalzahl angegeben ist, und die dazu dient, zusätzlich zu den identifizierten Registern, aus denen Informationen ausgelesen und in die Informationen geschrieben werden können, die Anzahl der Register anzuzeigen. Schließlich kennzeichnet eine von 1 bis 16 reichende Bitnummer das bestimmte Bit in einem bestimmten Register in einem bestimmten programmierbaren Logiksteuergerät, das in die Zellen ein- bzw. ausgelesen wird.

Bei dieser Form der Nachrichteninformationen setzt die @READ-Funktion voraus, daß die Adreß- und Registerinformationen ein Register aus dem programmierbaren Logiksteuergerät lesen. Für die @WRITE-Funktion sind die Adresse, das Register und der in das identifizierte Register in dem programmierbaren Logiksteuergerät geschriebene Wert erforderlich. Die Werte können zwischen -32768 und +32767 liegen. Für die @BREAD-Funktion sind eine Adresse, ein Register und ein Bitnummernformat erforderlich, um das Register zu lesen und um den Inhalt der identifizierten Bitposition in die Zelle zurückzuführen. Für die @BWRITE-Funktion sind die Adresse, das Register, die Bitnummer und der Wert erforderlich, um ein bestimmtes Bit in ein adressiertes Register zu schreiben. Bei einem Wert von Null wird das Bit gelöscht, während das Bit bei einem Wert von ungleich Null gesetzt wird. Die @SYLERR-Funktion sieht das letzte Fehlernachrichtenprodukt des Schnittstellenmoduls vor.

Für die @MAIL-Funktion ist keine folgende Nachrichteninformation erforderlich, und wobei die Funktion die Adresse des Empfangsregisters gewinnt, das die letzte Netzwerknachricht erhalten hat, die von einem programmierbaren Logiksteuergerät initiiert worden ist. Dies wird nachstehend beschrieben.

Bei der @FPREAD-Funktion ist eine Adreß- und Registeridentifizierung für das Lesen eines Gleitkommaregisters aus einem programmierbaren Logiksteuergerät erforderlich. Das Register muß mit einer ungeraden Ziffer gekennzeichnet werden. Dadurch wird eine Gleitkommaziffer in eine Zelle zurückgeführt. Bei der @FPWRITE-Funktion sind eine Adresse, ein Register und ein Wert erforderlich, um eine Gleitkommaziffer in zwei Register zu schreiben, die an dem identifizierten Registerwert beginnen. Das Register muß ungerade sein, und bei dem Wert muß es sich um eine Gleitkommaziffer im Bereich von $3,4E38$ bis $3,4E38$ handeln.

Die @TIMEOUT-Funktion gibt die maximale Wartezeit an, bevor eine Reaktion von einem programmierbaren Logiksteuergerät an dem Netzwerk empfangen wird, wobei die Angabe der Zeit in Sekunden erforderlich ist. Die Logikfunktionen treten gemäß den ihnen zugewiesenen Namen auf.

Das Menü 98 aus Figur 4 umfaßt fünf Befehle, wobei das Menü dann erscheint, wenn der Anwender per Tastendruck ALT-F7 eingibt. Die Initialisierung des lokalen Schnittstellenmoduls wird durch die INIT-Routine in dem Quellcode wirksam. Das Lesen eines Blocks von 128 Registern aus einem programmierbaren Logiksteuergerät wird durch die Routine BLOCK_READ wirksam. Das Schreiben von Informationen in einen Block von 128 Registern von programmierbaren Logiksteuergeräten wird durch die Routine BLOCK_WRITE wirksam. Der Gleitkommabefehl läuft durch ein Untermenü ab, um einen Block von 32 Registern auszulesen bzw.

zu schreiben. Das Lesen des Blocks von 32 Registern wird durch die Gleitkommazifferroutine FP_READ wirksam. Das Schreiben in einen Block von 32 Registern wird durch die Gleitkommazifferroutine FP_WRITE wirksam.

Der Mailboxbefehl in dem ALT-F7-Menü wird durch zwei verschachtelte Untermenüs ausgeführt. Der Befehl SET setzt bzw. weist die Mailbox-Speicherplätze 78 in dem RAM-Speicher 76 zu, die Informationen bzw. Daten von einer Gruppe von Registern in dem Schnittstellenmodul 24 empfangen. Der Befehl SET setzt bzw. weist die Zellenplätze in dem angezeigten Kalkulationsprogramm zu, die die Mailboxdaten bzw. Nachrichten empfangen sollen. Dieser Befehl wird durch die Routine MAIL_SET ausgeführt.

Bei dem zweiten Befehl unter dem ersten Untermenü 102 handelt es sich um den Befehl DUMP, der dazu dient, die Übertragung des Inhalts der Mailbox-Speicherplätze aus dem RAM-Speicher in die zugewiesenen Zellen in dem angezeigten Kalkulationsprogramm durchzuführen. Der Befehl DUMP wird durch die Routine MAIL_DUMP ausgeführt.

Bei dem dritten Befehl des ersten Untermenüs 102 handelt es sich um den Rückstellbefehl, der ein Hilfs-Untermenü 104 aufruft, das zwei Befehle aufweist. OUTPUT ist der erste Befehl des Hilfs-Untermenüs 104, wobei dieser die Zellenplätze der angezeigten Kalkulationstabelle ändert, die Daten bzw. Informationen durch den Befehl DUMP empfangen. Der Befehl OUTPUT wird durch die Routine MBR_OUTPUT ausgeführt. Bei dem zweiten Befehl des Hilfs-Untermenüs handelt es sich um einen Mailboxbefehl. Dieser löscht eine spezifizierte bzw. zugewiesene Mailbox aus den Speicherplätzen in dem RAM-Speicher. Dieser Befehl wird durch die Routine MBR_MB ausgeführt.

Der letzte Befehl des Menüs unter ALT-F7 beendet das Menü.

In Figur 5 verlaufen Netzwerknachrichten bzw. Netzmeldungen, die an bestimmte Empfangsregister 106a bis 106n in dem Schnittstellen-Schaltmodul 24 adressiert sind, über die Leiter 32. Die programmierbaren Logiksteuergeräte wurden direkt programmiert, um Nachrichtenübertragungen an das Schnittstellen-Schaltmodul an der Adresse 009 periodisch einzuleiten, oder bei Veränderungen des Zustands der gesteuerten Werkzeugmaschine bzw. Verarbeitungsstation. Die Einleitung der Nachrichtenübertragung wird unter Bedienersteuerung in die programmierbaren Logiksteuergeräte programmiert. Jedes programmierbare Logiksteuergerät adressiert ein bestimmtes Empfangsregister 106a bis 106n zum Empfang der gesendeten Nachricht. Alternativ dazu kann das Schnittstellen-Schaltmodul 24 ein Empfangsregister für den Empfang aller durch die programmierbaren Logiksteuergeräte eingeleiteten Nachrichten aufweisen, und zwar nach einer geeigneten Anordnung des Systems, so daß ein positiver Empfang und ein Schutz der Nachrichten gewährleistet wird. In diesem System überträgt das Unterbrechungs-Vermittlungsprogramm 94 die Nachrichten aus den Empfangsregistern an entsprechend zugewiesene Mailbox-Speicherplätze 78a bis 78n, während bei jeder Nachricht Informationen zur Identifizierung von Zeit und Datum hinzugefügt werden. Dadurch wird die relative Zeit der Zustandsnachricht der programmierbaren Logiksteuergeräte dem Kalkulationsprogramm und dem Anwender angezeigt. Durch die Übertragung der Nachrichten aus den Registern an den Mailbox-Speicherplatz, überträgt das Unterbrechungs-Vermittlungsprogramm 94 die in den dem Empfangsregister 106a empfangenen sequentiellen Nachrichten an sequentielle Speicherplätze, die auf die Speicherplätze 78a folgen. Der Anwender wies die Mailbox-Speicherplätze 78a unter der Steuerung des Setzbefehls des Mailboxplatzes in dem Untermenü 102 aus Figur 4 zu. Jede Mailbox kann so groß sein, wie dies von dem Anwender verlangt wird, um die sequentiellen Nachrichten und den Zeit-Datum-Stempel der Nachrichten solange

zu speichern, bis diese in die angezeigte Kalkulationstabelle übertragen werden.

Der aus dem Menü ausgewählte Befehl DUMP 108 kann auf Wunsch des Anwenders ausgeführt werden, um den Inhalt jeder Mailbox an den Speicherplätzen 78a bis 78n in entsprechende und zugewiesene Zellenbereiche 110a bis 110n in der angezeigten Kalkulationstabelle 112 zu übertragen. Somit werden die sequentiellen Nachrichten und Zeit-Datum-Stempel in den Speicherplätzen 78a, die eine Mailbox umfassen, durch die DUMP-Befehlsroutine 108 in sequentielle Zellen 110a in der angezeigten Kalkulationstabelle 112 übertragen. Auf diese Weise werden in dem Empfangsregister 106a von den programmierbaren Logiksteuergeräten empfangene sequentielle Nachrichten an die Mailbox-Speicherplätze 78a übertragen und danach in den Zellenbereich 110a abgezogen. Ebenso werden durch ein programmierbares Logiksteuergerät eingeleitete Nachrichten an das Empfangsregister 106n gesteuert durch das Unterbrechungsprogramm an dem Speicherplatz 78a in die Mailbox übertragen. Die Routine des DUMP-Befehls überträgt Nachrichten an dem Mailbox-Speicherplatz 78n in den Zellenbereich 110n. Dadurch wird eine ordentlich organisierte und zugewiesene Übertragung durch ein programmierbares Logiksteuergerät eingeleiteter Nachrichten in die angezeigte Kalkulationstabelle vorgesehen, so daß eine positive Nachrichtenübertragung gewährleistet sowie ein Schutz gegen den Verlust von durch ein programmierbares Logiksteuergerät eingeleiteten Nachrichten sichergestellt werden.

In Figur 6 ist das Kalkulationsprogramm mit den Add-In-Merkmalen 26, 28 dargestellt, die in einem Block vorgesehen sind, da sie zusammen als eine Einheit arbeiten, und wobei sie mit den doppelten Bezugszeichen 26, 28 identifiziert werden. Das Kalkulationsprogramm 26, 38 sieht einen weiteren Kalkulationsschirm 14 dar, der in der Zelle C4 eine @READ-

Funktion aufweist. In Zelle C4 zeigt die @-Funktion @READ („Route 009, 145“, 28) den Befehlsregistern 116 an, daß eine Nachricht über die Netzwerkleiter 32 übertragen wird. Die Nachricht erteilt der Adresse 145 des programmierbaren Logiksteuergerätes den Befehl, den Inhalt aus den Registern 28 zurück an die Adresse 009 des Schnittstellen-Schaltmoduls zu übertragen, und danach wird die Nachricht aus der Adresse 145 des programmierbaren Logiksteuergerätes des Registers 28 in der Zelle C4 des Kalkulationstabellenschirms 114 plaziert. Nach der Berechnung des Kalkulationstabellenschirms 114 bzw. des Abschnitts des Kalkulationstabellenschirms, der die Zelle C4 aufweist, wird dieser @READ-Befehl ausgeführt. Das Kalkulationsprogramm 26, 28 befiehlt dem Schnittstellen-Schaltmodul 24, die entsprechenden Nachrichten durch die entsprechenden Befehlsregister 116 und Antwortregister 118 zu senden und zu empfangen. Nach dem Empfang der Nachricht, die den Inhalt der Adresse 145 des programmierbaren Logiksteuergerätes des Registers 28 aufweist, erhält das Kalkulationsprogramm 26, 28 den Inhalt des Antwortregisters 118 und überträgt diesen in die Zelle C4, aus der der Anwender die Ziffer 100 erkennen kann.

In Figur 7 sieht das Kalkulationsprogramm 26, 28 einen anderen Kalkulationstabellenschirm 120 mit einer Zelle E4 vor, die eine @WRITE-Funktion aufweist. Bei dieser Funktion handelt es sich um @WRITE („Route 009, 022“, 56, 300). Sie zeigt an, daß das Schnittstellen-Schaltmodul 24, Adresse 009, eine Nachricht in die Adresse 022 des programmierbaren Logiksteuergerätes des Registers 56 schreibt, wobei die Nachricht 56 den Inhalt der Zelle E4 aufweist, bei dem es sich um 300 handelt. Nach der Ausführung des Kalkulationstabellenschirms 120 oder des Abschnitts, der die Zelle E4 aufweist, überträgt das Kalkulationsprogramm 26, 28 die notwendigen Informationen an das Befehlsregister 116 und das Schnittstellen-Schaltmodul 24, um die gewünschte Nachricht zu bewirken. Diese Nachricht

verläuft danach über die Leiter 32 an das programmierbare Logiksteuergerät 46 mit der Adresse 022 und dem Register 56, um die Ziffer 300 darin einzufügen.

Die in den Figuren 6 und 7 dargestellten @-Funktionen können somit bei der normalen Neuberechnung der Kalkulationstabellenschirme 114 und 120 für die Informationsübertragung zwischen den Zellen des Kalkulationstabellenschirms und den Registern der gewünschten programmierbaren Logiksteuergeräte verwendet werden. Der Anwender muß dabei nicht einzelne Nachrichtenübertragungen anfordern, und der Anwender kann die verfügbaren mathematischen und logischen @-Funktionen in das universale Kalkulationsprogramm 26 schreiben, um Prozeduren zur automatischen Steuerung der Operationen etwa der Maschinen 42 und 48 zu schreiben. Im besonderen kann die in der Figur 6 dargestellte @READ-Funktion die Anzahl der auf einem Drehautomaten 42 hergestellten Schrauben anzeigen. Wenn die Anzahl gleich 100 ist, können die mathematischen und logischen @-Funktionen, die etwa durch den Anwender in den Kalkulationstabellenschirm 120 eingefügt werden, den Wert 300 in die Adresse 022 des programmierbaren Logiksteuergerätes des Registers 56 schreiben, um eine Förderanlage 48 an den nächsten Arbeitsplatz vorzuschieben.

In Figur 8 sieht das Kalkulationsprogramm 26, 28 einen weiteren Kalkulationstabellenschirm 122 vor, der in Verbindung mit dem aus dem Menü ausgewählten READ-Befehl 124 verwendet wird, um einen Block von Registern der programmierbaren Logiksteuergeräte in einen Zellenbereich in der Kalkulationstabelle 122 einzulesen. Der Befehl READ 124 fordert den Anwender zuerst auf, den Leitweg, das Register und den Zählbereich der zu lesenden Register der programmierbaren Logiksteuergeräte in den entsprechenden Zellen A2, B2 und C2 einzugeben. Die Nachrichtenroute bzw. der Nachrichtenleitweg

lautet somit 009, 145. Das zu lesende Register beginnt mit dem Register 28, wobei der Bereich der Register der programmierbaren Logiksteuergeräte danach drei beträgt. Der READ-Befehl 124 fordert den Anwender ferner auf, den Ausgabebereich der Zellen für den Empfang des Inhalts der Register der programmierbaren Logiksteuergeräte einzugeben. In dem Kalkulationstabellenschirm 122 hat der Anwender die Zellen A5, B5 und C5 eingegeben. Nach der Ausführung des Menüs des READ-Befehls 124 überträgt das Kalkulationsprogramm 26, 28 die entsprechenden Nachrichteninformationen an die Befehlsregister 116, wobei die entsprechenden Nachrichten über die Leiter 32 übertragen werden. Das programmierbare Logiksteuergerät 40 mit der Adresse 145 empfängt den READ-Befehl und überträgt Nachrichten, die den Inhalt der Register 28, 29 und 30 aufweisen, zurück zu dem Schnittstellen-Schaltmodul 24 mit der Adresse 009. Die Register 28, 29 und 30 in dem programmierbaren Logiksteuergerät 40 können den Zustand des Drehautomaten 42 direkt anzeigen. Wenn die Antwortregister 118 die Nachrichten empfangen, die den Inhalt der Register 28, 29 und 30 aufweisen, überträgt das Kalkulationsprogramm 26, 28 den Informationsgehalt entsprechend in die Zellen A5, B5 und C5.

In Figur 9 sieht das Kalkulationsprogramm 26, 28 einen neuen Kalkulationstabellenschirm 126 vor, der dazu verwendet wird, einen Datenblock in die Register eines programmierbaren Logiksteuergerätes zu schreiben. Der aus dem Menü ausgewählte Schreibbefehl 128 fordert den Anwender zuerst auf, den Leitweg, das Register und den Zählbereich der Register der programmierbaren Logiksteuergeräte einzugeben, in die geschrieben werden soll. Diese Informationen sind in dem Kalkulationstabellenschirm 126 in den entsprechenden Zellen A2, B2 und C2 enthalten. Der Befehl WRITE 128 fordert den Anwender ferner auf, den Zellenbereich einzugeben, dessen Inhalt in die Register der programmierbaren Logiksteuergeräte geschrieben werden soll. Diese Informationen befinden sich in den

entsprechenden Zellen A5, B5 und C5. Nach der Ausführung des WRITE-Befehls 128 überträgt das Kalkulationsprogramm 26, 28 die entsprechenden Informationen an die Befehlsregister 116 des Schnittstellen-Schaltmoduls 24. Das Schnittstellenmodul 24 überträgt daraufhin die entsprechenden Nachrichten über die Leiter 32 an das programmierbare Logiksteuergerät 40, das die Adresse 145 aufweist, und insbesondere in die Register 5, 6 und 7. Bei diesen Informationen kann es sich etwa um Steuerungsinformationen zur Steuerung der Betriebsweise des Drehautomaten 42 handeln.

Auf diese Weise können die aus dem Menü ausgewählten Befehle READ und WRITE den Zustand einer Maschine überwachen und deren Betriebsweise durch aus dem Menü ausgewählte Befehle steuern sowie durch die in der Kalkulationstabelle vorhandene Nachrichtenadresse und den Informationen des Inhalts.

In Figur 10 sieht das Kalkulationsprogramm 26, 28 einen Initialisierungs-Kalkulationstabellenschirm 130 vor, der zur Initialisierung lokaler Variablen und Informationen in dem Schnittstellen-Schaltmodul 24 verwendet wird, bevor Nachrichtenübertragungen erfolgen können. Das Schnittstellen-Schaltmodul 24 weist Dipschalter auf, die von dem Anwender so eingestellt werden können, daß sie den Registern des Schnittstellen-Schaltmoduls 24 eine Adresse des Personal Computers zuweisen. In dem Beispiel aus Figur 10 wurde die hexadezimal ausgedrückte Adresse CA000 ausgewählt. Das Schaltmodul 24 umfaßt ferner Steuerinformationsregister zum Empfang und Halten einer Netzwerkadresse 132, der Anzahl der programmierbaren Logiksteuergeräte an dem Netzwerk 134, der Betriebsgeschwindigkeit des Netzwerks 136 und des Unterbrechungssignals 138, das durch das Schaltmodul 24 an der Leitung 74 erzeugt wurde, wie dies bereits vorstehend im Text beschrieben worden ist. Der Kalkulationstabellenschirm 130 weist in den entsprechenden Zellen C2 bis C6 die von dem

Anwender zur Initialisierung des Kalkulationsprogramms 26, 28 und des Schaltmoduls 24 eingefügten Informationen auf. Nach der Ausführung eines Menübefehls überträgt das Kalkulationsprogramm 26, 28 diese Informationen des Kalkulationstabellenschirms 130 zu dem Schaltmodul 24 und an zwei Speicherplätze lokaler Variablen 140 und 142. Gemäß der Darstellung aus Figur 10 befinden sich die Speicherplätze für die beiden angezeigten lokalen Variablen innerhalb des Kalkulationsprogramms 26, 28, um einen einfachen Zugriff darauf vorzusehen. Im besonderen zeigt die Zelle C9 an, daß die Netzwerkadresse für das Modul 24 009 lautet. Die Zelle C3 zeigt an, daß die Anzahl der programmierbaren Logiksteuergeräte in dem Netzwerk 100 beträgt. Die Zelle C4 zeigt an, daß die Nachrichtengeschwindigkeit in dem Netzwerk durch den Code 62 angegeben wird. Die Zelle C6 zeigt an, daß das Mailbox-Unterbrechungssignal durch die Ziffer 2 dargestellt wird. Diese vier Informationen werden entsprechend in die Register 132 und 138 sowie zu dem Schaltmodul 24 übertragen, nachdem ein aus dem Menü ausgewählter Befehl ausgeführt worden ist, wie etwa der durch ALT-F7 ausgelöste Befehl INITIALIZE. Die Zelle C5 zeigt zusätzlich dazu an, daß die Adresse des Schaltmoduls 24 in dem Steckplatz des Personal Computers hexadezimal auf CA000 gesetzt worden ist, und wobei diese Information durch das Kalkulationsprogramm 26, 28 an den Speicherplatz 140 der lokalen Variable NIM_SEG übertragen wird. Die Mailbox-Unterbrechungsnummer 2 wird ebenfalls durch das Kalkulationsprogramm 26, 28 an den Unterbrechungs-Speicherplatz 142 der lokalen Variable übertragen. Der Inhalt der Zellen D8 und D9 zeigt dem Kalkulationsprogramm 26, 28 an, daß folgende Auswahlen des Kalkulationsprogramms in dem Personal Computer das Kalkulationsprogramm 26, 28 automatisch auf die in den Zellen C2 bis C6 angezeigten Werte initialisieren kann, und daß die @-Funktionen automatisch in das Kalkulationsprogramm 26, 28 eingebracht werden können.

In Figur 11 überträgt das Unterbrechungs-Vermittlungsprogramm 94 Nachrichten von dem Schnittstellen-Schaltmodul 24 an die zugewiesenen Mailbox-Speicherplätze 78, und zwar in Verbindung mit Zeit- und Datumsinformationen. Die Unterbrechungsvermittlung 94 überträgt die Betriebssystemzeit 144 direkt in die Speicherzelle A, wobei dies hexadezimal ausgedrückt wird. In dem Personal Computer tritt eine periodische Hardware-Unterbrechung 146 in regelmäßigen Intervallen auf. Die Zeitgeber-Unterbrechungsroutine `TIMER_INT` 148 erhöht eine Datumvariable und plaziert diese in einer Speicherzelle 150 einer „Datum“-Variable unter den lokalen Variablen des Kalkulationsprogramms 26, 28.

Vorher wird ein aus dem Menü ausgewählter Mailbox-Befehl `SET` 152 dazu verwendet, eine Routine zu bewirken, die die Speicherplätze für die Mailbox zuweist, und die eine Routine 156 zur Initialisierung einer Start-Datumvariable aus dem Betriebssystemdatum vorsieht. Die Routine 156 plaziert die „Start-Datum“-Variable in der Speicherzelle 158 der lokalen Variablen.

Das Betriebssystem zeigt das Datum unter Verwendung eines Versatzes eines festen Datums an, wie etwa des Datums 1. Januar 1900. Während der Initialisierung des Kalkulationsprogramms 26, 28 durch den aus dem Menü ausgewählten Mailboxbefehl 152, stellen die Add-In-Befehle 28 den Versatz von diesem Ausgangsdatum zu dem aktuellen Datum fest und fügen eine Anzeige dieses Versatzes in die „Start-Datum“-Variablen-Speicherzelle 158 ein. Das Betriebssystem sieht das Datum bzw. den Datumsversatz normalerweise nicht in einer Weise vor, die von dem Kalkulationsprogramm mit den Add-In-Merkmalen 26, 28 zugänglich ist, so daß die Erfindung stattdessen die Zeitgeber-Unterbrechungsroutine 148 vorsieht. Diese zählt die in dem Personal Computer auftretenden periodischen Hardware-Unterbrechungen achtzehn Mal in der Sekunde, um eine „Datum“-

Variable zu erhöhen und um diese in der Speicherzelle 150 plazieren. Somit trägt die Datumspalte des Speicherplatzes der Mailbox einen Versatz von dem Ausgangsdatum des Betriebssystem zu dem aktuellen Datum. Später kann der aus dem Menü ausgewählte Befehl DUMP 108 den Versatz mit der Start-Datum-Variable entsprechend zur Formattierung des Datums etwa in der Zelle A3 der angezeigten Kalkulationstabelle 112 verwenden. Die Zeit des Betriebssystems, die von der Betriebssystemzeit dem Kalkulationsprogramm mit den Add-In-Merkmalen 26, 28 direkt zur Verfügung steht, befindet sich in der Zeitspalte des Speicherplatzes der Mailbox und kann nach der Ausführung des aus dem Menü ausgewählten Befehls DUMP 108 so transformiert werden, daß sie etwa in der Zelle B3 in der angezeigten Kalkulationstabelle 112 die entsprechende Zeit anzeigt. Die Funktionen des Datumformats und des Zeitformats werden durch die Blöcke 160 und 162 entsprechend ausgeführt.

Wie dies bereits erklärt worden ist, überträgt der aus dem Menü ausgewählte Befehl DUMP 108 die Nachrichten aus den entsprechenden Mailboxen in der Speicherzelle 78 in die zugewiesenen Ausgabezellen der angezeigten Kalkulationstabelle 112. In dem Beispiel aus Figur 11 handelt es sich bei den Ausgabebereichen der Zellen um A3 bis E3.

In Figur 12 wurde das Add-In-Programm 12 den Speicherplätzen 164 und 168 zugewiesen. Diese können je nach Bedarf der Add-In-Merkmale des Kalkulationsprogramms 26 sequentiell oder nicht-sequentiell sein. Die Speicherplätze 164 weisen in jedem Fall das Programm SYLAF.ADN für die @-Funktionen auf, während die Speicherplätze 168 für die Menü- und Unterbrechungsbefehle das Programm SYL.ADN aufweisen. Die Speicherzellen 168 umfassen ferner die Speicherplätze 82 der lokalen Variablen, wie etwa IPC.NIM_SEG, IPC.ACTIVE und IPC.TIMEOUT_SECS.

Wenn das Kalkulationsprogramm 26 die Add-In-Dateien in die Speicherzellen lädt, so lädt es zuerst die Datei SYL.ADN in die Speicherzelle 168. Nach dem Laden führt das Kalkulationsprogramm 26 die Startroutine 168 aus. Diese Routine 168 führt den Block 170 aus, um die Zeiger auf die Plätze der lokalen Variablen in den Speicherzellen 80 zu löschen. Die Speicherzellen 80 umfassen einen Inter-Programm-Kommunikationsbereich mit Zeigern auf die Speicherplätze der lokalen Variablen. Der Speicherplatz des Zeigers ist durch die Hexadezimaladressen 04F8 und 04FA definiert. Die erste Adresse weist den Versatz des Zeigers auf, während die zweite Adresse das Segment des Zeigers aufweist.

Wenn das Kalkulationsprogramm 26 als nächstes das Programm SYLAF.ADN in die Speicherzellen 164 lädt, setzt die darin vorhandene Startroutine 172 einen Fehler, wenn die Zeiger nicht gelöscht sind. Dies erfolgt in dem Block 174.

Für die aus dem Menü ausgewählte Initialisierungsroutine 176 tritt unter den Speicherplätzen 166 als nächstes das Setzen der Zeiger auf die Plätze der lokalen Variablen in dem Block 178 ein. Die aus dem Menü ausgewählte initialisierte Routine 176 setzt ferner den Inhalt der lokalen Variablen in dem Block 180, wie dies bereits vorstehend im Text beschrieben worden ist.

Danach erfassen und verwenden die aus dem Menü ausgewählten Funktionsroutinen 182 den Inhalt der lokalen Variablen durch den Block 184, wobei sich die Variablen in der Datei bzw. in dem Programm SYL.ADN befinden, das ferner die aus dem Menü ausgewählte Funktionsroutine aufweist. Somit benötigen die aus dem Menü ausgewählten Funktionsroutinen den Relativzeiger auf die lokalen Variablen nicht, sondern sie können direkt auf diese zugreifen.

Die @-Funktionsroutinen können jedoch auch anders als sequentiell zu den lokalen Variablen angeordnet sein und den Zeiger auf die lokalen Variablen durch den Block 186 erfassen. Sobald die @-Funktionsroutinen 188 die Zeiger auf die lokalen Variablen aufweisen, können sie die darin enthaltenen Informationen gewinnen, um die vorstehend beschriebenen verlangten Nachrichtenübertragungen auszuführen.

In Figur 13 umfaßt die Hauptdatei 190 für die Menüfunktionen SYL.ASM die Dateien SYLI.ASM, SYLHELP.ASM, SYLINT.ASM, SYLMB.ASM, SYLMDATE.ASM, SYLERR.ASM, SYLADDR.ASM und SYLFP.ASM. Diese Dateien führen die in dem Block 190 identifizierten Funktionen aus. Diese Menüfunktionsdateien der Hauptdatei 190 werden in dem Block 192 zusammengesetzt, so daß in dem Block 194 die Add-In-Datei SYL.ADN erzielt wird.

In Figur 14 umfaßt die Hauptdatei 196 für die @-Funktionen die Datei SYLAF.ASM und die Einschlußdateien SYLFPAT.ASM sowie SYLNORM.ASM. Diese Einschlußdateien in der Hauptdatei 196 führen die gekennzeichneten Funktionen aus. Diese Dateien werden in dem Block 198 zusammengesetzt, so daß in dem Block 200 die Add-In-Datei SYLAF.ADN gewonnen wird.

Die Quellcodeauflistung für das erfindungsgemäße Add-In-Programm 28 umfaßt die Programmseiten 1-118 und ist hierin ausgeführt. Dadurch verwirklicht die Erfindung eine anwenderfreundliche Prozedur zur Übertragung von Nachrichten in und aus Zellen in einem Kalkulationsprogramm sowie adressierten Registern in programmierbaren Logiksteuergeräten. Dadurch wird einem Anwender ein einfacher Zugriff auf Echtzeitdaten ermöglicht, der für die Ausführung einer Echtzeitsteuerung von Maschinen und Verarbeitungsstationen erforderlich ist.

In dem bevorzugten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Netzwerk 20 der programmierbaren Logiksteuergeräte um ein

Netzwerk,, das von der Square D Company, Palatine, Illinois, unter dem Warenzeichen SY/NET für programmierbare Logiksteuergeräte, Netzwerk-Schnittstellenmodule und SY/LINK-Schnittstellenmodule für Personal Computer hergestellt und vertrieben wird. Die programmierbaren Logiksteuergeräte in diesem Netzwerk sind mit SY/MAX gekennzeichnet. Die Netzwerkspezifikationen für die gesamte Hardware sowie die Relaisleiter-Programmierinstruktionen sind im Handel erhältlich.

Angesichts der obigen Lehren sind Modifikationen und Abänderungen der vorliegenden Erfindung möglich. Hiermit wird festgestellt, daß bei anderen Handelsversionen der Kalkulationsprogramme für die verwendeten bzw. in die Zellen eingefügten Funktionen auch andere Namen verwendet werden können. Die @-Funktionen können zum Beispiel auch einfach als Funktionen ohne den Vorsatz @ bezeichnet werden.

Patentansprüche

1. System zur Bereitstellung einer Echtzeitsteuerung einer Betriebsanlage (42) mit einem programmierbaren Logiksteuergerät (70), wobei das programmierbare Logiksteuergerät (70) Steuernachrichten zur Steuerung der Betriebsweise der Anlage (42) empfangen und Zustandsnachrichten, die einen Zustand der Anlage (42) anzeigen, übertragen kann, wobei das System folgendes umfaßt: einen Computer (22) mit einer funktionsfähig damit verbundenen Sichtanzeige (86), einer Tastatur (84), einem Speicher (76) und einem Zentralprozessor, wobei der Computer (22) sequentiell in dem Speicher (76) vorhandene Befehle zusammenwirkend mit von der Tastatur (84) empfangenen Zeichen ausführt; eine Schnittstelle (24), die elektrisch zwischen den genannten Computer (22) und das programmierte Logiksteuergerät (70) geschaltet ist, um Nachrichten zwischen dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) und dem Computer (22) zu übertragen, und wobei eine Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) in dem Speicher (76) vorhanden ist, um ein universales Kalkulationsprogramm in dem Computer (22) vorzusehen, wobei die genannte Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) durch die Sichtanzeige (86) anzeigbare Zellen vorsieht, in die ein Anwender Informationen einfügen kann, und wobei die Kalkulationsfunktionen über die Tastatur (84) und auswählbare Menüfunktionen in die Zellen eingefügt werden können, um Vorgänge in der Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) zu bewirken, wobei die Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) normalerweise nur die Übertragung von Informationen zwischen in dem Speicher (76) und in den Zellen enthaltenen Datendateien ausführen kann, gekennzeichnet durch eine Add-In-Befehlseinrichtung (28), die in dem Speicher (76) vorhanden ist, um Add-In-Kalkulationsfunktionen (96) und Add-In-Menübefehle (92) vorzusehen, die durch die Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) ausgeführt werden, wobei die Add-In-

Befehlseinrichtung (28) dazu dient, Nachrichten direkt über die genannte Schnittstelle (24) zwischen den genannten Zellen und dem genannten programmierbaren Logiksteuergerät (70) zu übertragen, wobei die Nachrichten von den Zellen zu dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) übertragen werden, das die Steuernachrichten zur Steuerung der Funktionsweise der Anlage (42) umfaßt, und wobei die Nachrichten von dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) zu den Zellen übertragen werden, die die Zustandsnachrichten aufweisen, die den Zustand der Anlage (42) anzeigen.

2. System nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von programmierbaren Logiksteuergeräten (70), wobei die genannte Schnittstelle (24) elektrisch zwischen dem Computer (22) und der Mehrzahl von programmierbaren Logiksteuergeräten (70) geschaltet ist, um Nachrichten von der Mehrzahl von Logiksteuergeräten (70) zu empfangen, wobei die Schnittstelle (24) mindestens ein Nachrichtenregister für jedes programmierbare Logiksteuergerät (70) aufweist, wobei die Nachrichten von jedem programmierbaren Logiksteuergerät (70) über eine vorherige Nachricht in den Registern geschrieben werden, wobei die Schnittstelle (24) eine Unterbrechungseinrichtung umfaßt, um den Betrieb des Computers (22) als Reaktion auf den Empfang einer Nachricht in einem der Nachrichtenregister zu unterbrechen, und wobei die Add-In-Befehlseinrichtung (28) durch die Unterbrechung ausgewählte Befehle vorsieht, die durch die Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) für die durch die Unterbrechung ausgewählten Befehle so ausgeführt werden, daß sequentiell empfangene Nachrichten aus den Nachrichtenregistern bei Eintreten jedes Unterbrechungssignals an entsprechend zugewiesene Adreßplätze in dem Speicher (76) übertragen werden, und wobei die Menübefehle die Nachrichten von den genannten zugewiesenen Adreßplätzen in dem Speicher (76) in entsprechende zugewiesene Zellen in der Kalkulationstabellen-

Befehlseinrichtung (26) übertragen werden, so daß Nachrichten aus den programmierbaren Logiksteuergeräten (70), die den Zustand der Anlage (42) anzeigen, gespeichert und direkt in die Zellen übertragen werden können.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Logiksteuergerät (70) adressierbare Register aufweist, wobei die adressierbaren Register die genannten Steuernachrichten empfangen und die genannten Zustandsnachrichten übertragen können, wobei die genannten Nachrichtenregister adressierbare Nachrichten in die adressierbaren Register in dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) übertragen können, und wobei auf sie durch den Computer (22) zugegriffen werden kann, wobei die genannte Schnittstelle (24) als Reaktion auf von dem Computer (22) empfangene Nachrichteninformationen adressierte Nachrichten in die adressierbaren Register in dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) übertragen können, und wobei die Schnittstelle dem Computer die Informationen vorsieht, die in den empfangenen adressierbaren Nachrichten aus den adressierbaren Registern in dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) enthalten sind.

4. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Add-In-Befehlseinrichtung (28) eine Add-In-Leseeinrichtung aufweist, die dafür sorgt, daß das programmierbare Logiksteuergerät (70) eine Zustandsnachricht an die Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) überträgt.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Add-In-Leseeinrichtung Zeichen aufweist, die eine Kalkulations-Lesefunktion und Leitadressen der Schnittstelle (2) und des programmierbaren Logiksteuergerätes (70) anzeigen.

6. System nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Add-In-Leseeinrichtung Zeichen aufweist, die ein bestimmtes Register in dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) anzeigen, dessen Inhalt in einer Zustandsnachricht übertragen wird.
7. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zellen der Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) durch die Zeichen der Tastatur (84) adressiert werden können, und wobei die genannte Add-In-Leseeinrichtung durch Zeichen von der Tastatur (84) in eine bestimmte Zelle adressiert wird.
8. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Add-In-Befehlseinrichtung (28) eine Add-In-Schreibeinrichtung zur Übertragung einer Steuernachricht zu dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) umfaßt.
9. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Add-In-Schreibeinrichtung Zeichen umfaßt, die eine Kalkulations-Schreibfunktion und Leitadressen der Schnittstelle (24) und des programmierbaren Logiksteuergeräts (70) anzeigen.
10. System nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Add-In-Schreibeinrichtung Zeichen umfaßt, die ein bestimmtes Register in dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) anzeigen, das die genannte Steuernachricht empfangen soll.
11. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Add-In-Befehlseinrichtung (28) eine Menü-Initialisierungseinrichtung zur Übertragung der anfänglichen Systeminformationen an die Schnittstelle (24) umfaßt.
12. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Add-In-Befehlseinrichtung (28) eine erste Dateieinrichtung umfaßt, die lokale Variablen aufweist, die

dazu verwendet werden, Nachrichten direkt zwischen den Zellen und der Schnittstelle (24) zu übertragen, und um die genannten Menübefehle aufzuweisen, wobei die genannte Add-In-Befehlseinrichtung (28) ferner eine zweite Dateieinrichtung umfaßt, die die genannten Add-In-Kalkulationsfunktionen (96) aufweist, und wobei die genannte Kalkulationstabellen-Befehlseinrichtung (26) eine Zuweisungseinrichtung umfaßt, um die genannte erste und zweite Dateieinrichtung bestimmten Speicherplätzen zuzuweisen.

13. Verfahren zur Bereitstellung einer Echtzeitsteuerung einer Betriebsanlage (42) mit einem programmierbaren Logiksteuergerät (70), wobei das programmierbare Logiksteuergerät (70) Nachrichten zur Steuerung der Betriebsweise der Anlage (42) empfangen und Nachrichten, die einen Zustand der Anlage (42) anzeigen, übertragen kann, wobei das Verfahren folgendes umfaßt: Bereitstellung eines Computers (22), der eine funktionsfähig damit verbundene Sichtanzeige (86), eine Tastatur (84), einen Speicher (76) und einen Zentralprozessor aufweist, wobei die Bereitstellung ferner dafür sorgt, daß der Computer (22) sequentiell in dem Speicher (76) vorhandene Befehle ausführt, und zwar zusammenwirkend mit von der Tastatur (84) empfangenen Zeichen; Bereitstellung einer Schnittstelle (24), die elektrisch zwischen dem genannten Computer (22) und dem programmierten Logiksteuergerät (70) geschaltet ist, um Nachrichten zwischen dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) und dem Computer (22) zu übertragen; Bewirken eines universalen Kalkulationsprogramms in dem genannten Computer (22), wobei das Kalkulationsprogramm durch die Sichtanzeige (86) anzeigbare Zellen vorsieht, in die ein Anwender Informationen einfügen kann, und mit Kalkulationsfunktionen, die über die Tastatur (84) in die Zellen eingefügt werden können, und mit auswählbaren Menüfunktionen, die Vorgänge in dem Kalkulationsprogramm bewirken, wobei das Kalkulationsprogramm normalerweise nur die Übertragung von Informationen zwischen in

dem Speicher (76) und in den Zellen enthaltenen Datendateien ausführen kann, gekennzeichnet durch die Ausführung von Add-In-Kalkulationsfunktionen (96) und Add-In-Menübefehlen (92) in dem Computer, die durch das Kalkulationsprogramm ausgeführt werden, um Nachrichten direkt über die genannte Schnittstelle (24) zwischen den genannten Zellen und dem genannten programmierbaren Logiksteuergerät (70) zu übertragen, wobei die Nachrichten von den Zellen zu dem programmierbaren Logiksteuergerät übertragen werden, das die Steuernachrichten zur Steuerung der Funktionsweise der Anlage (42) umfaßt, und wobei die Nachrichten, die von dem programmierbaren Logiksteuergerät (70) zu den Zellen übertragen werden, die Zustandsnachrichten umfassen, die den Zustand der Anlage (42) anzeigen, und wobei Nachrichten, die den Zustand der Anlage (42) anzeigen, direkt von den Zellen angefordert werden können, und wobei Nachrichten, die den Zustand der Anlage (42) anzeigen, direkt in den Zellen empfangen werden können.

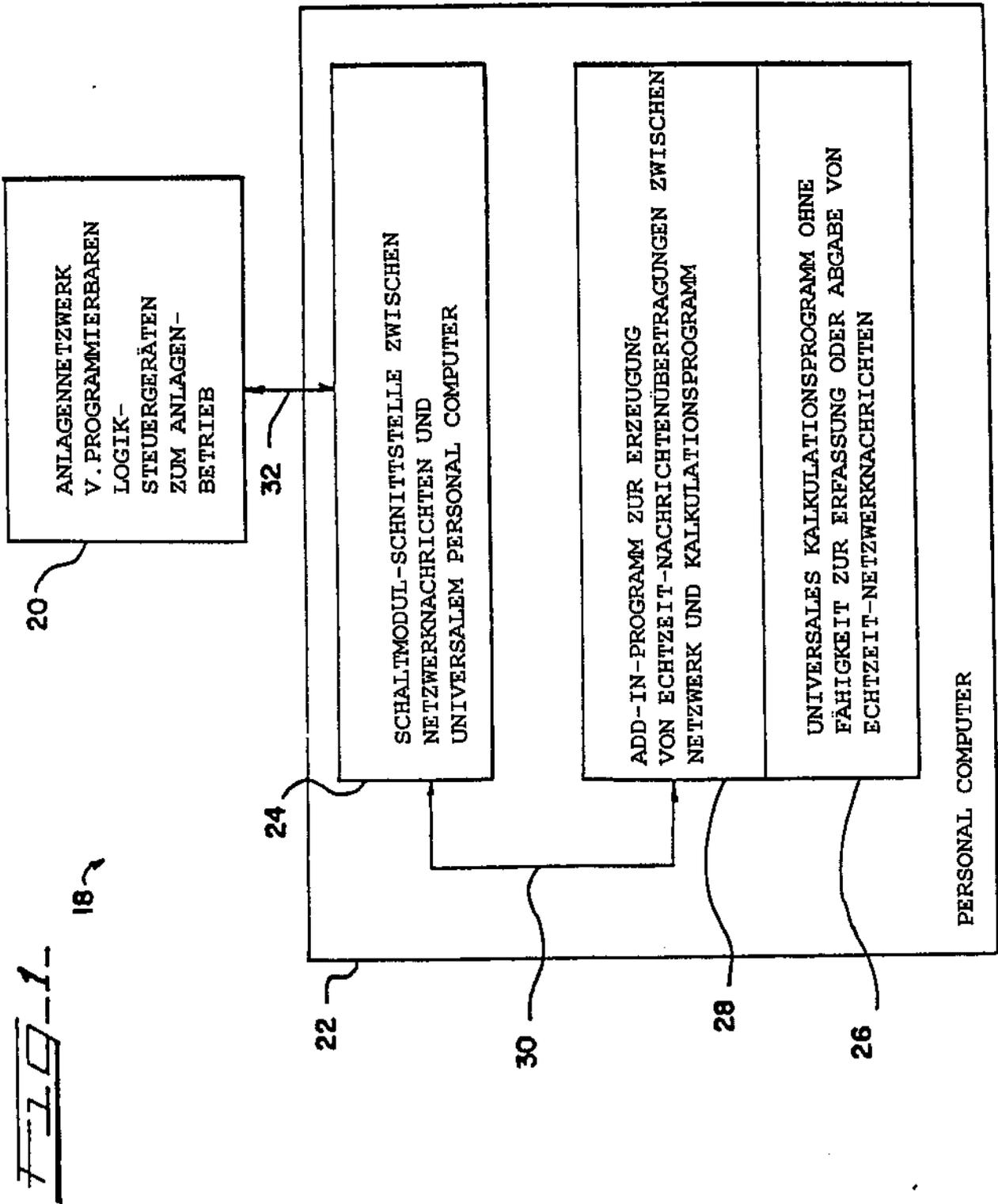


FIG-1

18

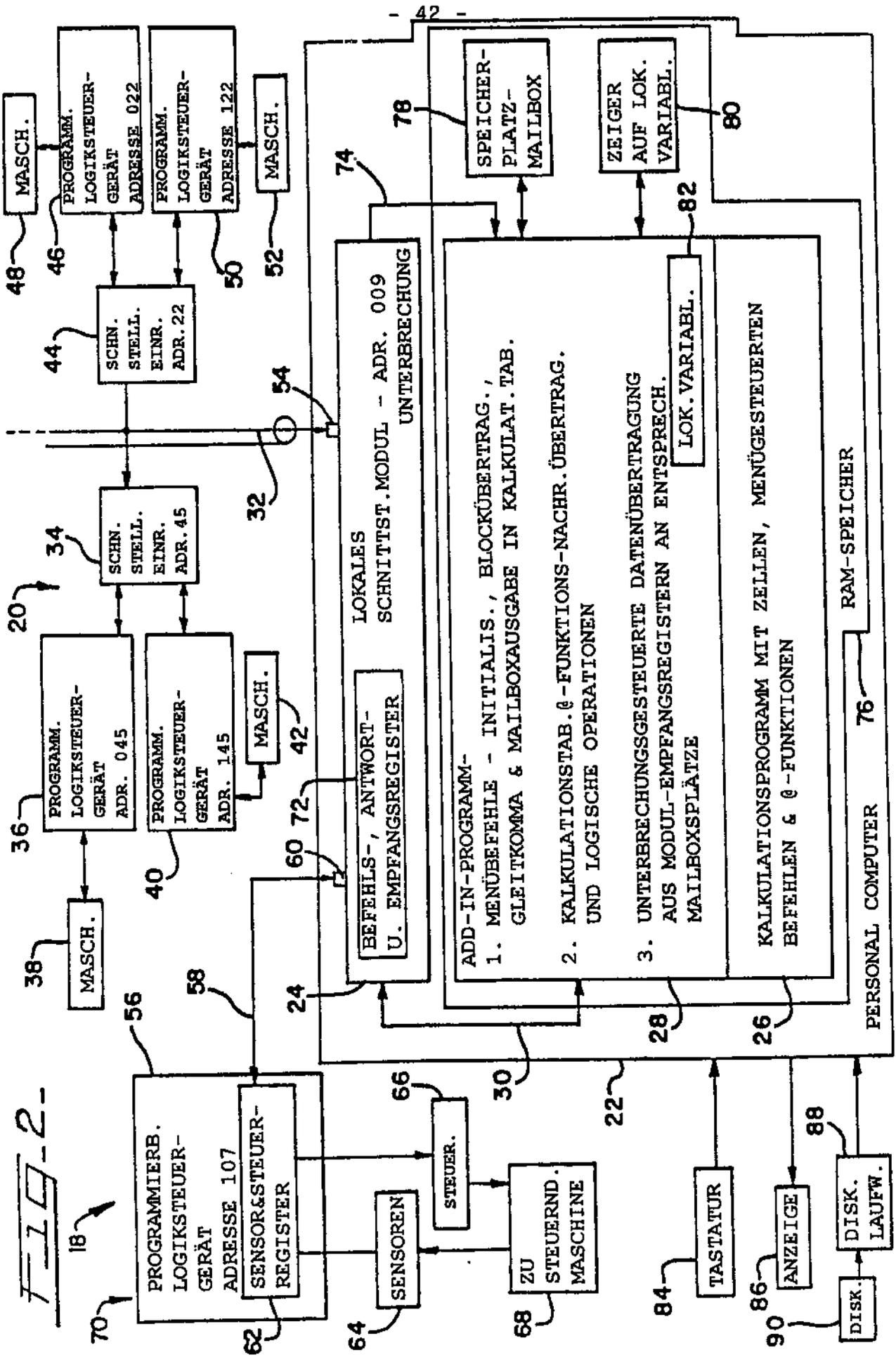


FIG-3

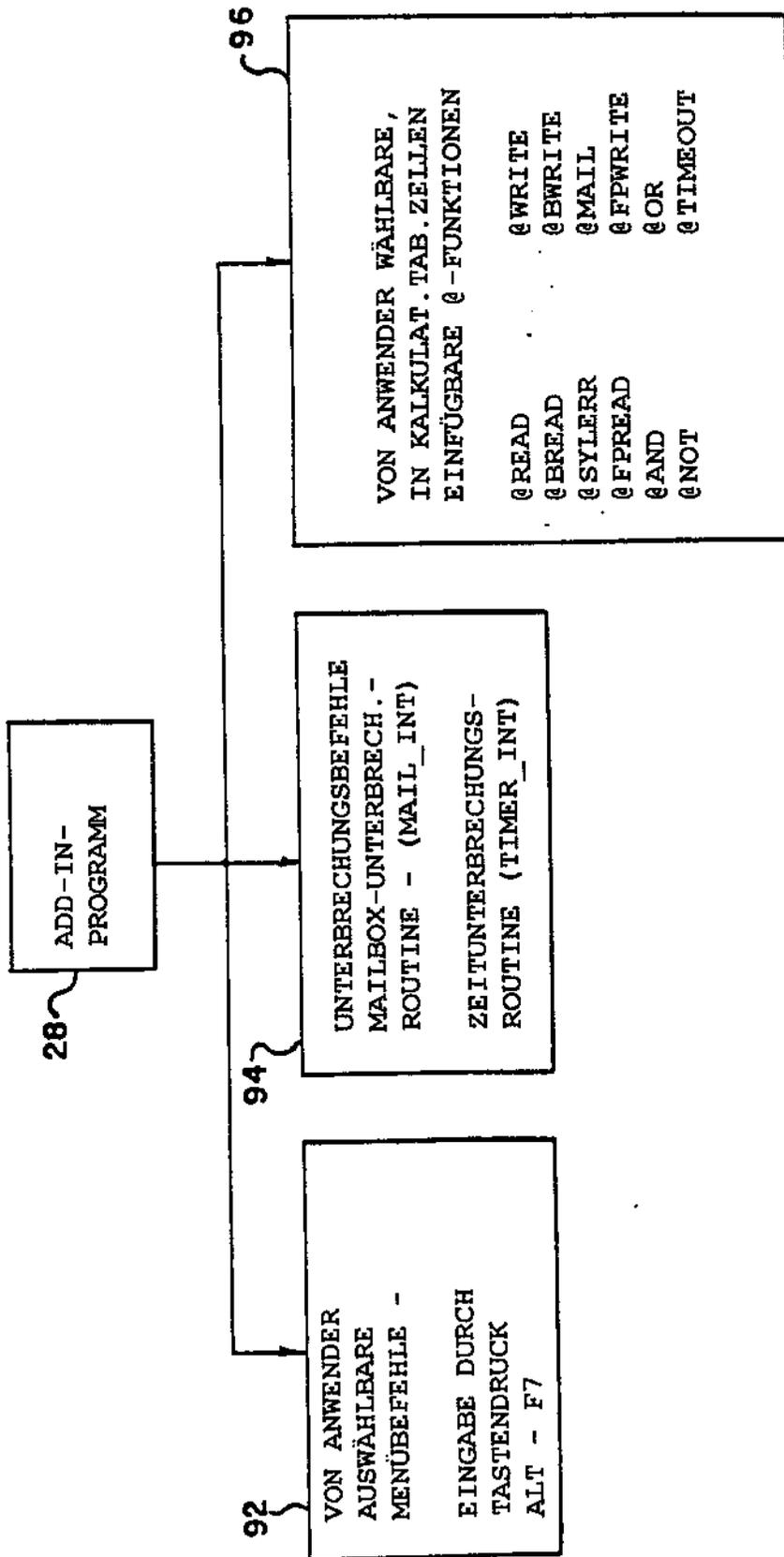


FIG-4-

MENÜ ALT - F7

98

1. INITIALISIER. LOKALES SCHNITTST.MODUL - (INIT)
2. LESEN BLOCK VON 128 REGISTERN - (BLOCK - READ)
3. SCHREIBEN BLOCK VON 128 REGISTERN - (BLOCK - WRITE)
4. GLEITKOMMA -

UNTERMENÜ

100

1. LESEN BLOCK VON 32
GLEITKOMMAZAHLEN
(FP_READ)
2. SCHREIBEN BLOCK VON 32
GLEITKOMMAZAHLEN
(FP_WRITE)

5. MAILBOX

UNTERMENÜ

102

1. SETZEN MAILBOXPLATZ IN RAM-SPEICHER, DER DATEN
AUS REGISTERGRUPPE IN SCHNITTSTELLENMODUL EMPFÄNGT
UND SETZEN ZELLENPLATZE IN KALKUL.PROGR., DAS
MAILBOXDATEN EMPFÄNGT - (MAIL_SET)
2. AUSGABE DER INHALTE DER MAILBOXPLATZE AUS RAM-
SPEICHER IN ZELLEN IN KALKULAT.PROGR. - (MAIL_DUMP)

3. RÜCKST. -

HILFS-UNTERMENÜ

104

1. AUSGABE, ÄNDERN DER ZELLENPLATZE, DIE
DATENAUSGABE EMPFANGEN - (MBR_OUTPUT)
2. MAILBOX, LÖSCHEN SPEZ. MAILBOX AUS
RAM-SPEICHER - (MBR_MB)

6. BEENDEN DES MENÜS

710-5-

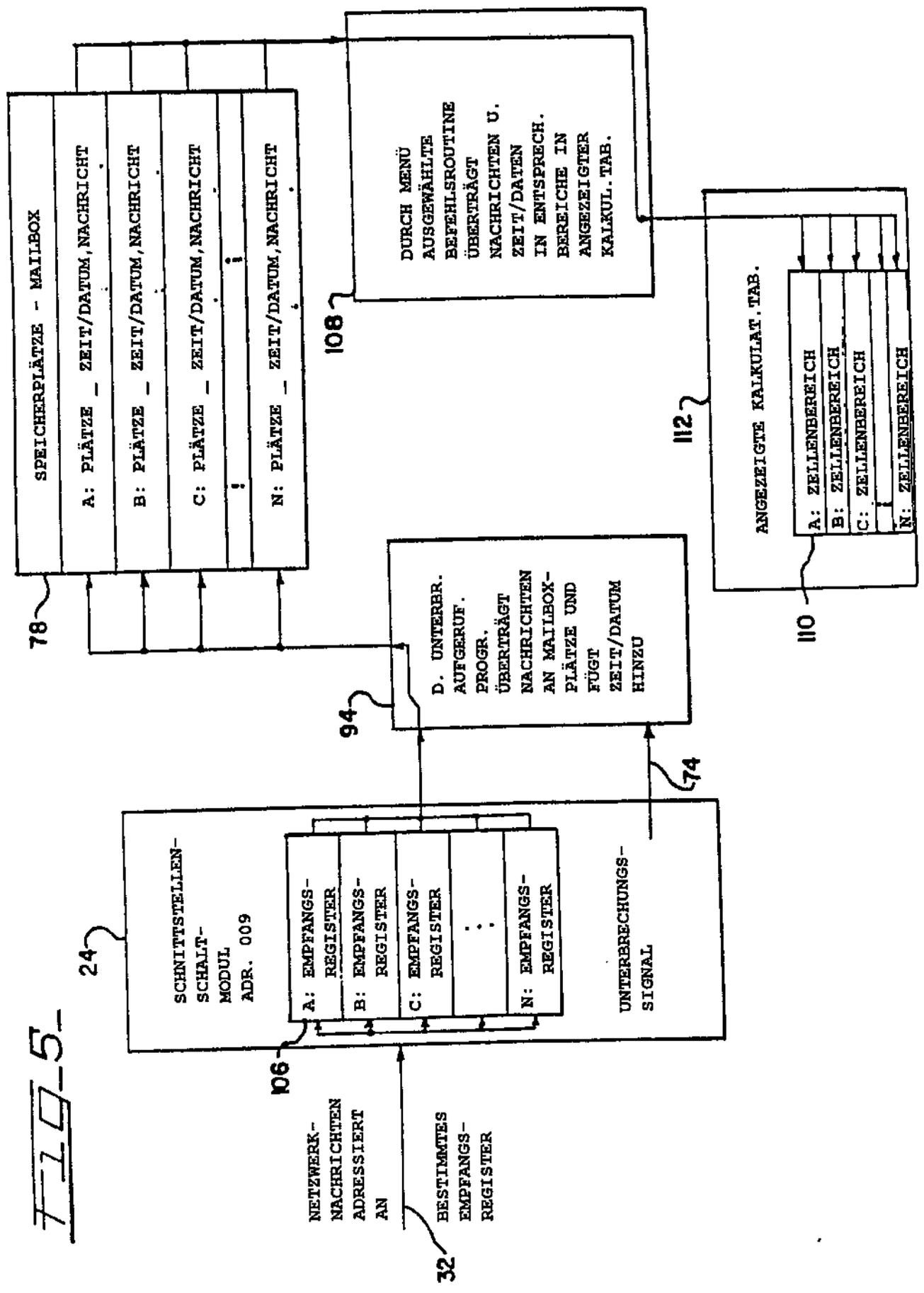


FIG-6

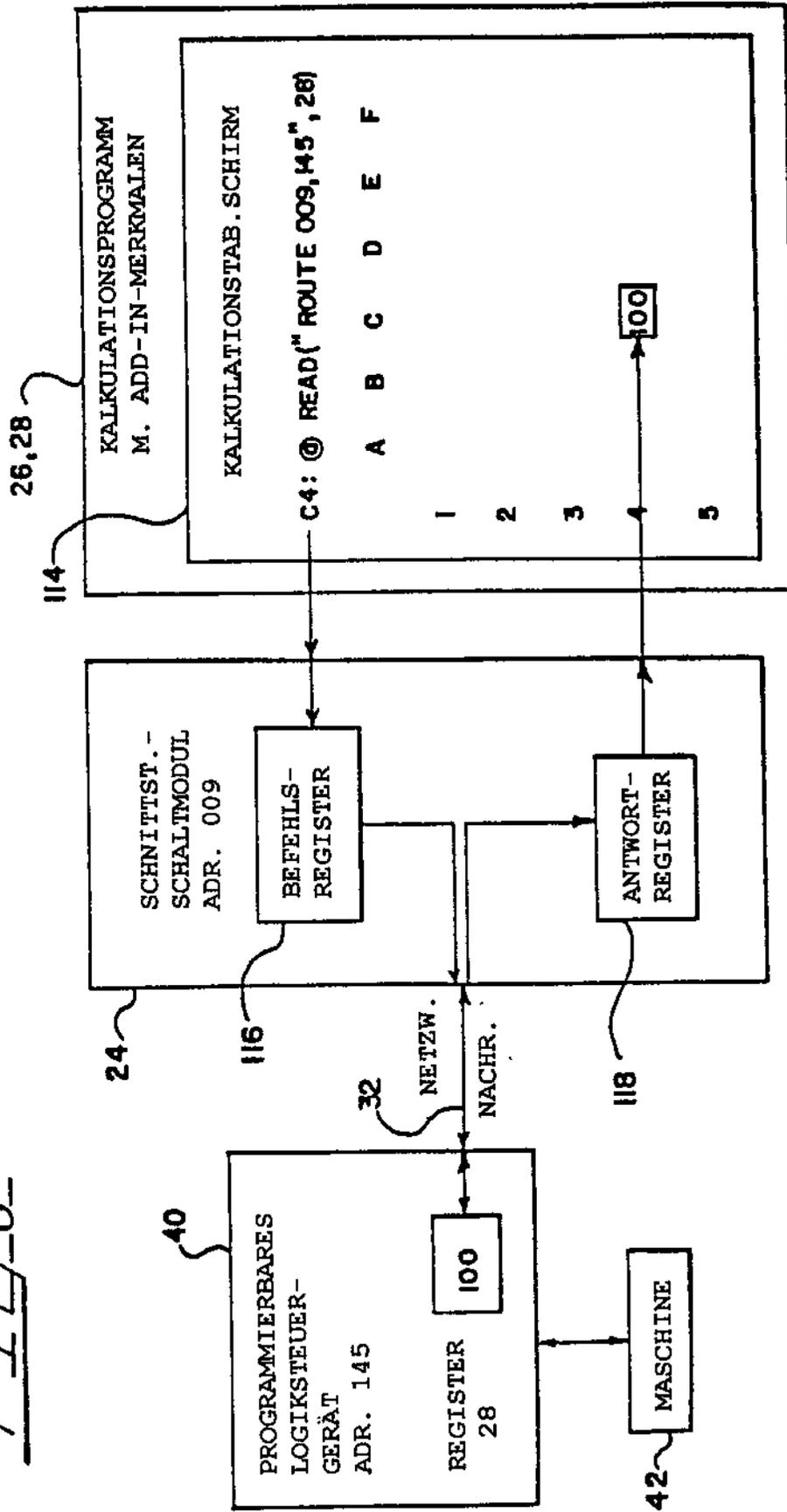


FIG-7-

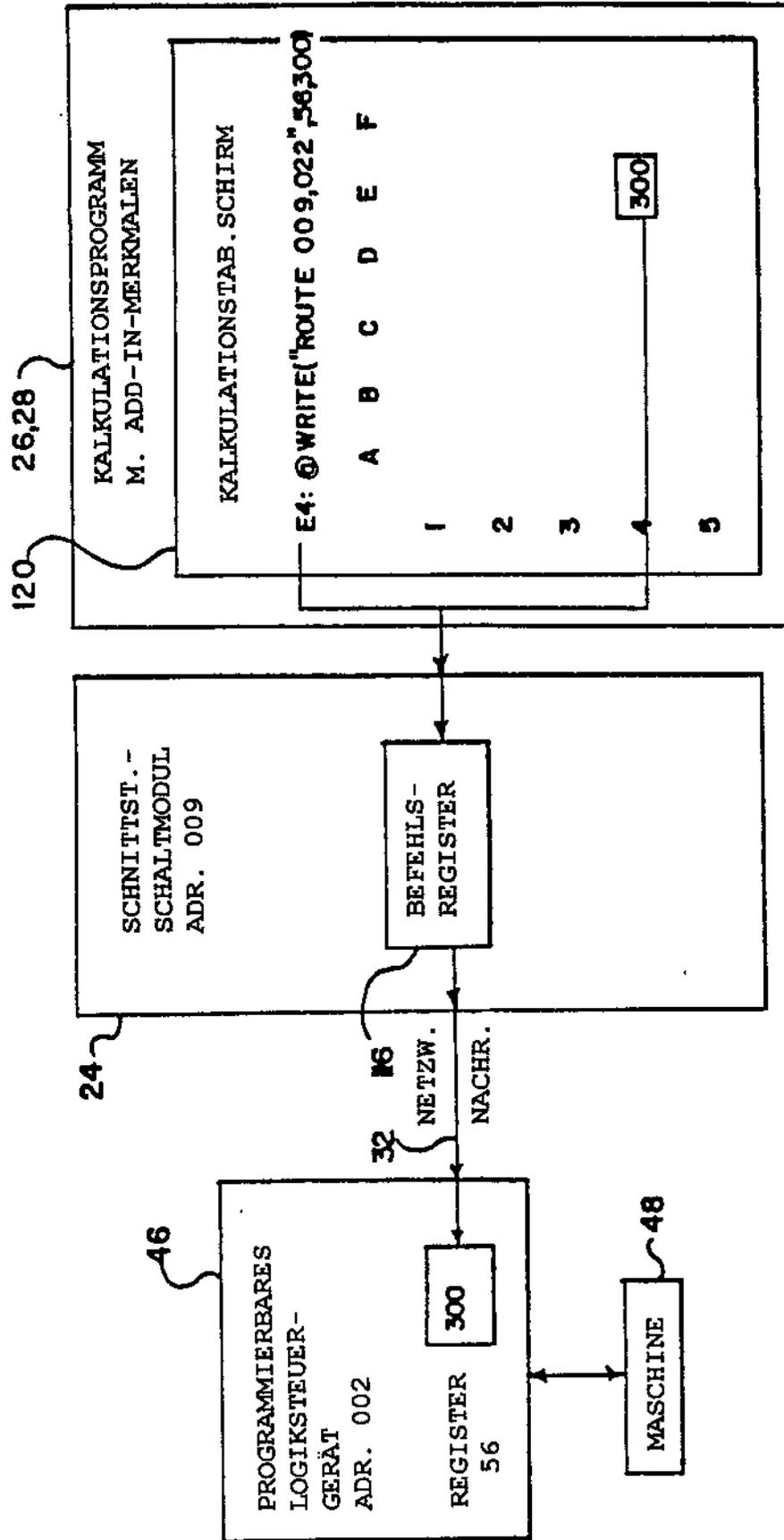
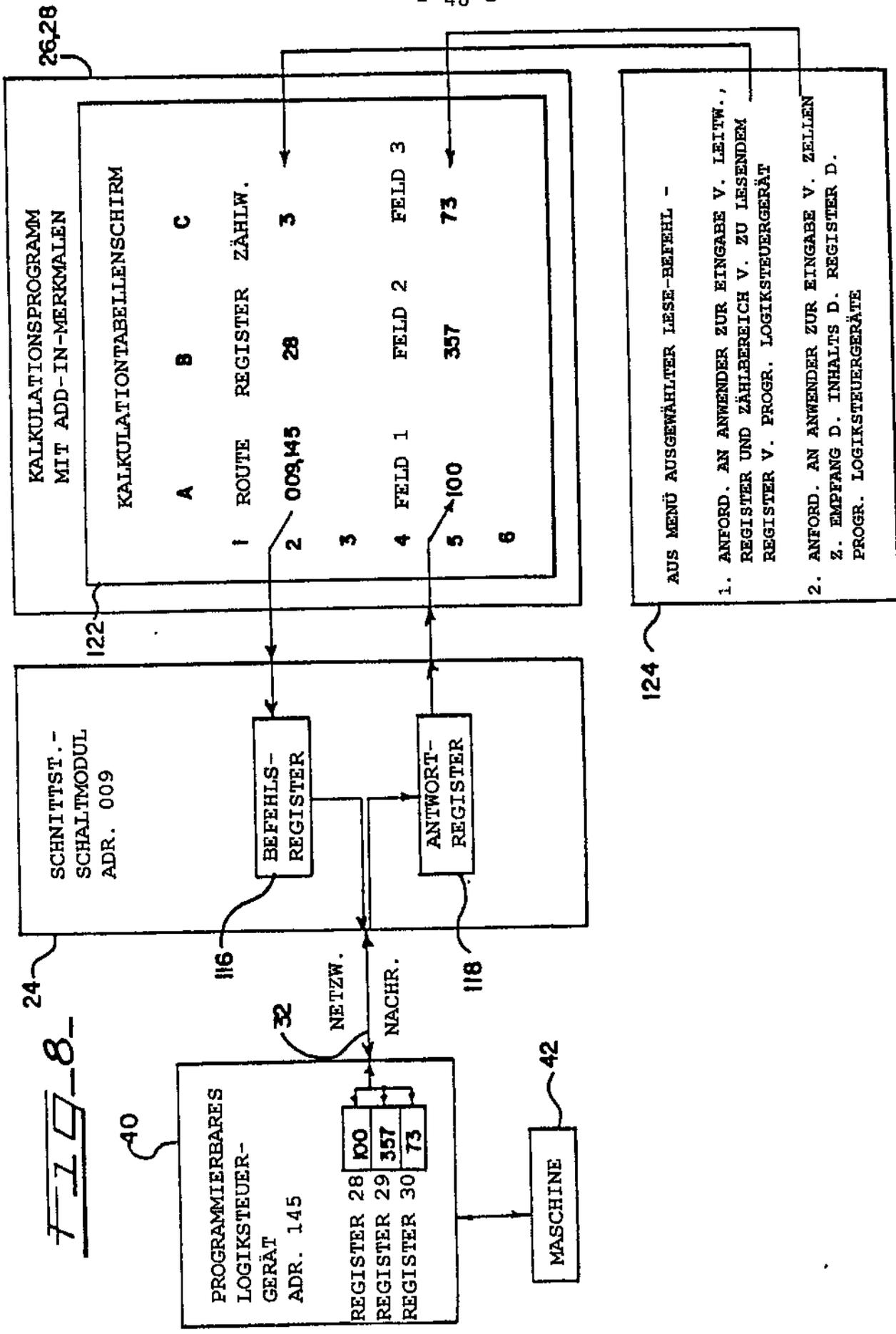


FIG-8



- AUS MENÜ AUSGEWÄHLTER LESE-BEFEHL -
1. ANFORD. AN ANWENDER ZUR EINGABE V. LEITW., REGISTER UND ZÄHLBEREICH V. ZU LESENDEM REGISTER V. Progr. LOGIKSTEUERGERÄT
 2. ANFORD. AN ANWENDER ZUR EINGABE V. ZELLEN Z. EMPFANG D. INHALTS D. REGISTER D. Progr. LOGIKSTEUERGERÄTE

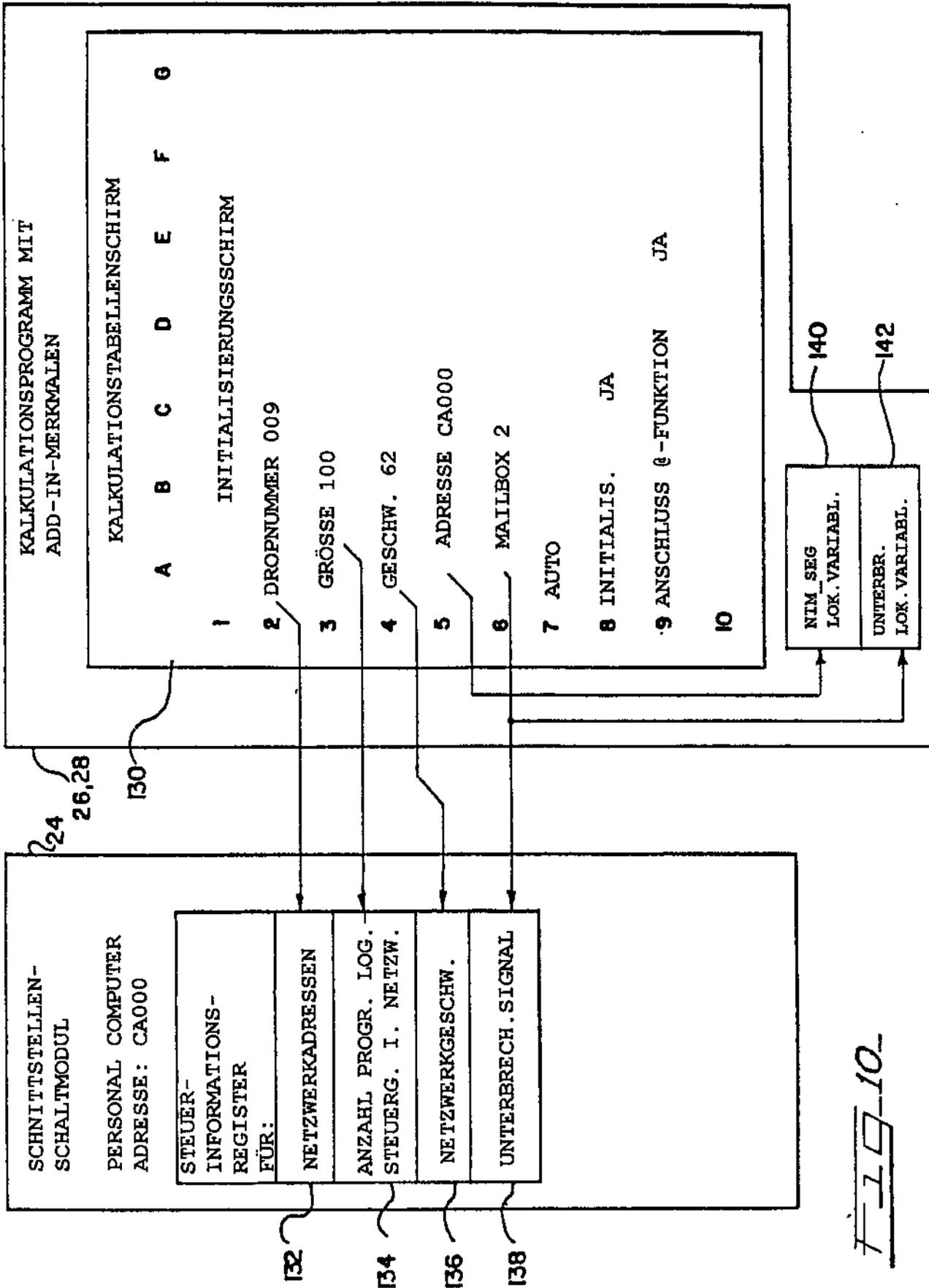
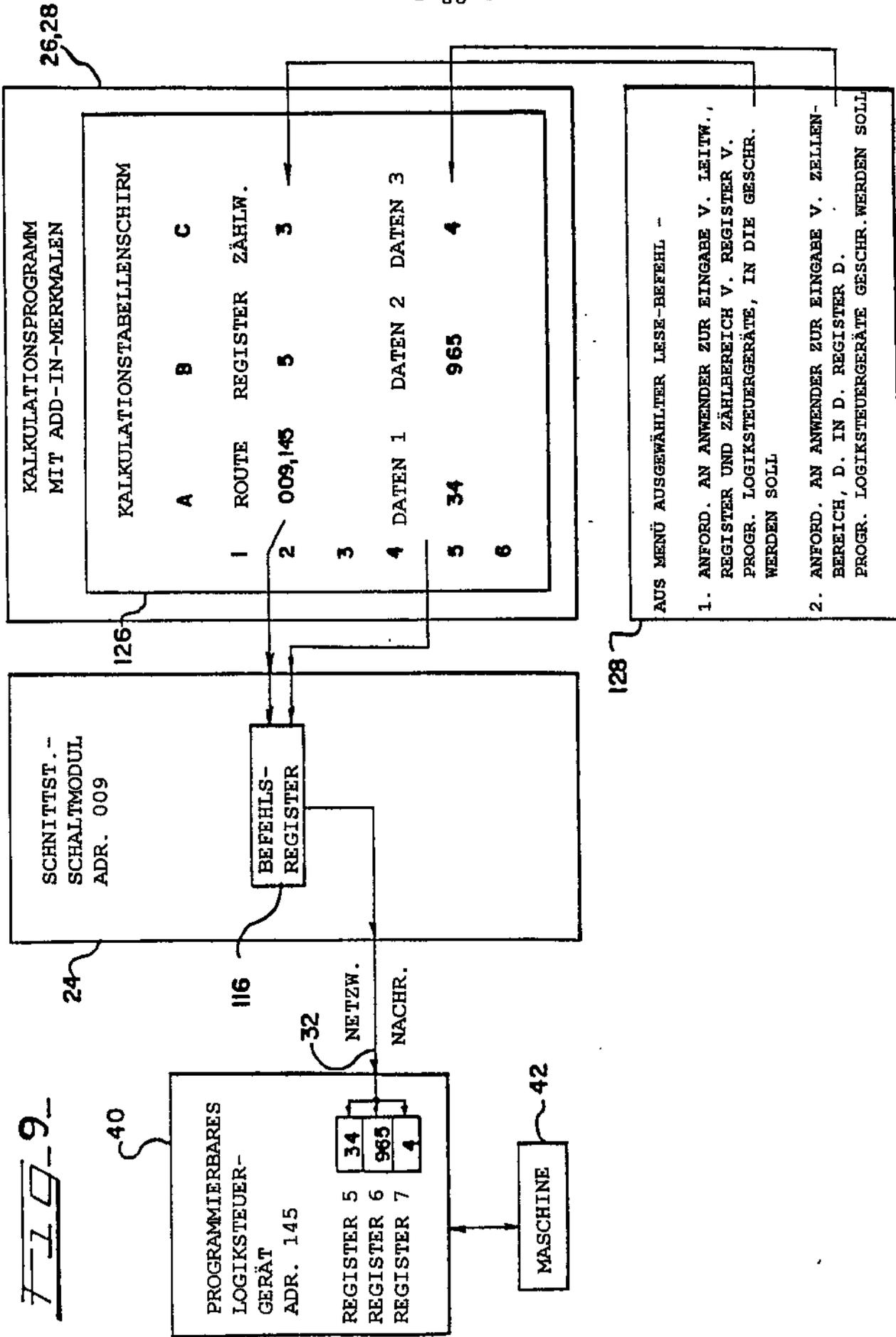
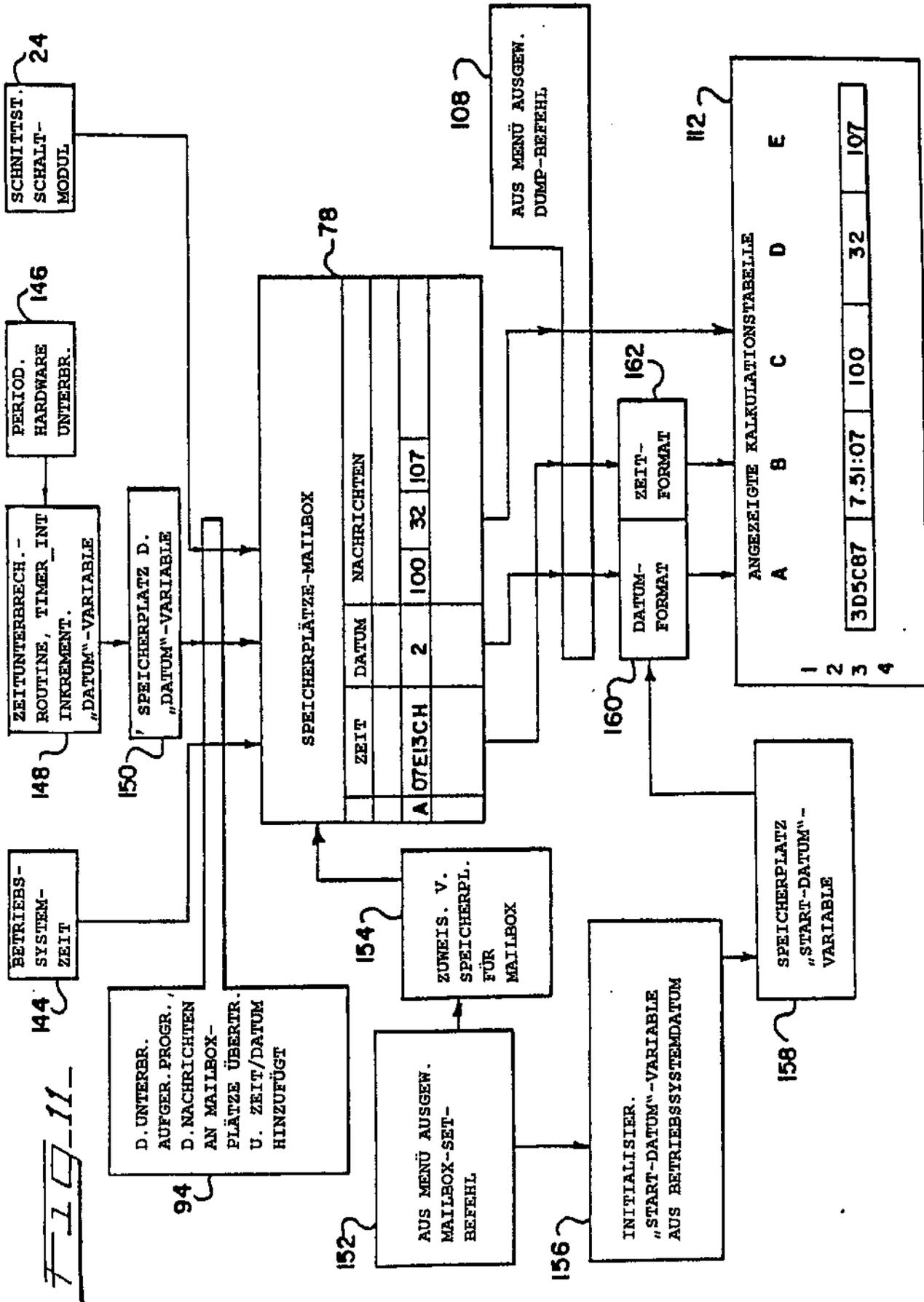


FIG-10

FIG. 9-





719-11

FIG. 12

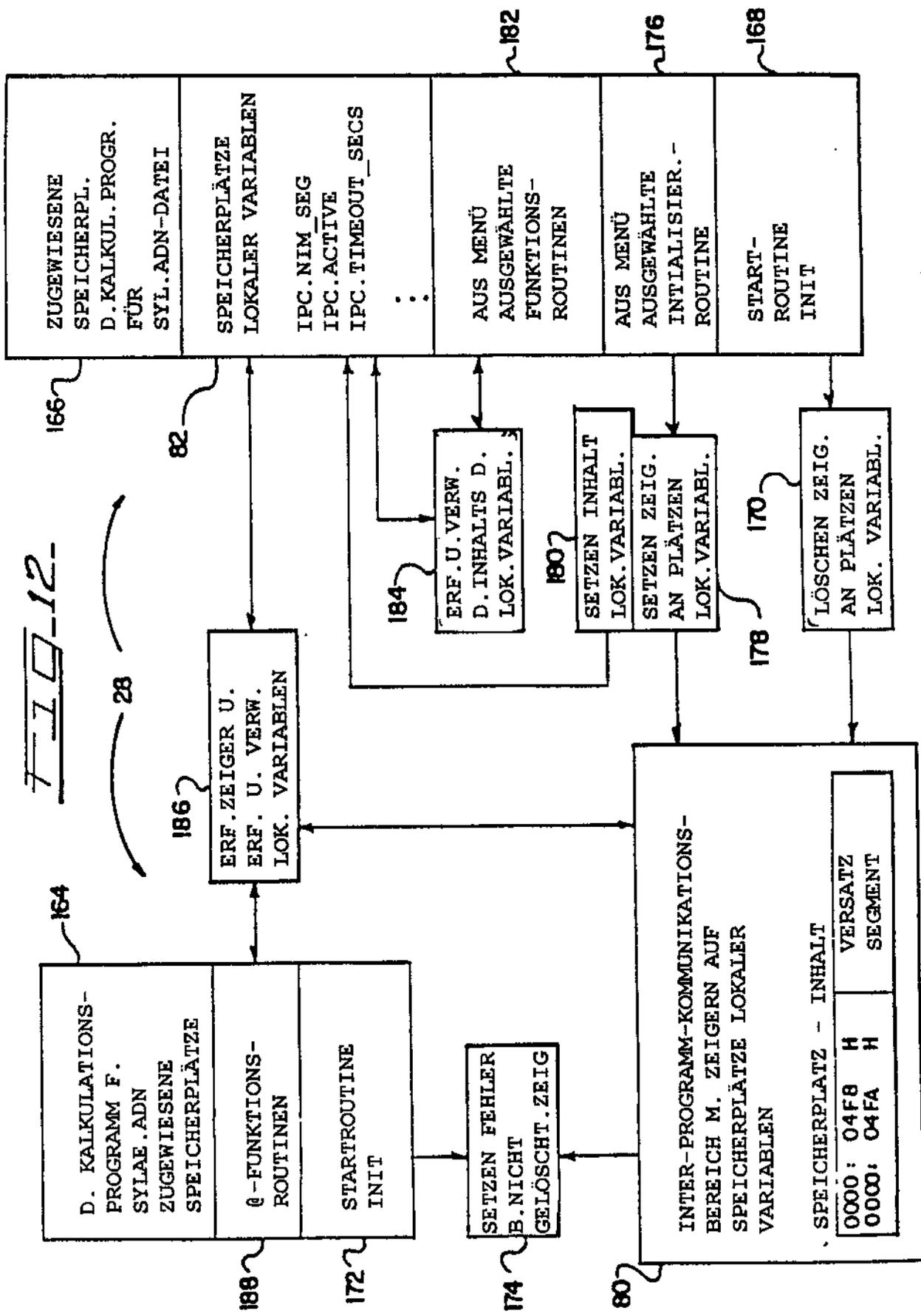


FIG-13-

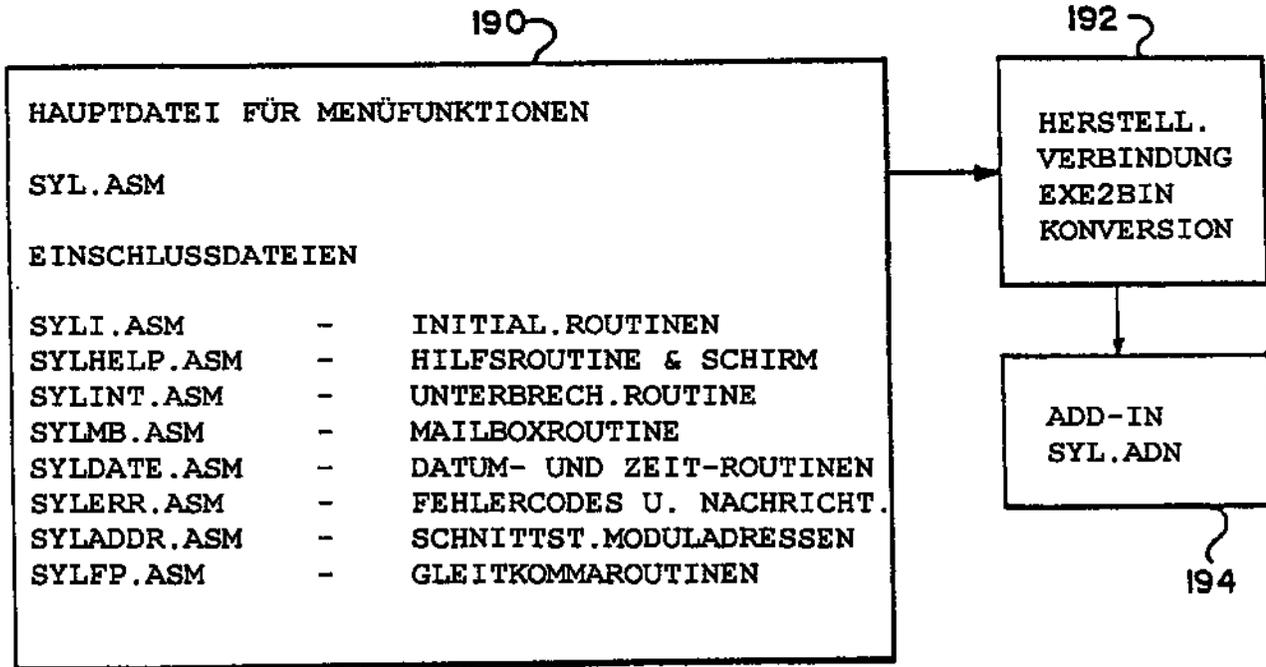


FIG-14-

