CH 625 067 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: G 06 F 11/00
G 06 F 9/22

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

ETH-BIBLIOTHEK ZÜRICH

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11) 625 067

(21) Gesuchsnummer: 15641/77

(22) Anmeldungsdatum: 20.12.1977

(30) Priorität(en): 18.08.1977 DE 2737350

(24) Patent erteilt: 31.08.1981

(45) Patentschrift veröffentlicht: 31.08.1981

(73) Inhaber:
Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München, München 2 (DE)

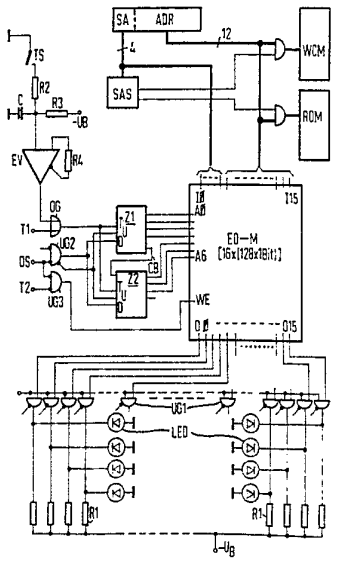
(72) Erfinder:
Dipl.-Ing. Jürgen Bethmann, Zorneding (DE)

(74) Vertreter:
Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich

(54) Einrichtung zur Fehlerbehandlung in einer mikroprogrammgesteuerten Datenverarbeitungsanlage.

(57) Zum sequentiellen Zurückverfolgen von abgelaufenen Elementaroperationen im Fehlerfall ist ein Elementaroperationen-Speicher (EO-M) zum Zwischenspeichern einer Vielzahl aufeinanderfolgender Mikroprogrammadressen vorgesehen. Die Speicherplätze werden durch eine zyklisch arbeitende Vor-Rückwärtszählanordnung (Z1, Z2) adressiert, die im normalen Betriebszustand der DVA von einem Systemtakt abgeleitete Zähltaktsignale (T1), im Fehlerfall durch einen Tastschalter (TS) ausgelöste Zählimpulse erhält. Die Speicherausgangsleitungen sind mit je einer Leuchtdiode eines Feldes zum optischen Anzeigen einer ausgelesenen Mikroprogrammadresse verbunden.

Die Einrichtung vereinfacht eine Fehlersuche und ermöglicht, gespeicherte Mikroprogramm-Adressen in umgekehrter Reihenfolge des Einspeicherns anzuzeigen und zu lesen. Nicht korrigierbare Fehler in einer mikroprogrammgesteuerten Datenverarbeitungsanlage können damit lokalisiert werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur Fehlerbehandlung in einer mikroprogrammgesteuerten Datenverarbeitungsanlage, bei der für das Ermitteln einer Fehlerursache der Ablauf vorausgegangener Elementaroperationen, die in einer Steuereinheit der Datenverarbeitungsanlage mit von einem Systemtakt abgeleiteten Taktsignalen zeitlich gekoppelte Schaltzustände definieren, mit Hilfe zwischengespeicherter Mikroprogrammadressen für je eine Elementaroperation untersucht wird, dadurch gekennzeichnet, dass in einer Schaltungsanordnung zum sequentiellen Zurückverfolgen solcher Mikroprogrammadressen eine zyklisch zählende Vor-Rückwärtszähleinrichtung (Z1, Z2) vorgesehen ist, deren Zählweise durch ein im normalen Betriebszustand der Datenverarbeitungsanlage aktiviertes Operationssignal (OS) festgelegt ist, die darüber hinaus in diesem Betriebszustand ein innerhalb einer Elementaroperation von dem Systemtakt der Datenverarbeitungsanlage abgeleitetes Zähltaktsignal (T1) und im Fehlerzustand der Datenverarbeitungsanlage bei rückwärts gerichteter Zählweise durch eine Schalteinrichtung (TS) aktivierte Zählimpulse empfängt, dass die Ausgangsleitungen der Vor-Rückwärtszähleinrichtung, auf denen den jeweiligen Zählerstand wiedergebende Ausgangssignale laufen, an die Adresseingänge (A0 bis A6) eines Elementaroperationen- Speichers (EO-M) angeschlossen sind, dessen eingangsseitige Datenschreibleitungen (I0 bis I15) zum Einspeichern aktueller Mikroprogrammadressen an die Ausgänge eines Mikroprogramm-Adressregisters (MPAR) angeschlossen sind und an dessen ausgangsseitigen Datenleseleitungen (O0 bis O15) im Fehlerzustand der Datenverarbeitungsanlage die durch die dann rückwärts zählende Vor-Rückwärtszähleinrichtung adressierten Mikroprogrammadressen vorangegangener Elementaroperationen sequentiell in umgekehrter Reihenfolge der Einspeicherung verfügbar sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zum optischen Darstellen von Mikroprogrammadressen bei einer Fehlersuche, insbesondere in einem Wartungsfeld der datenverarbeitenden Anlage, an die Datenleseleitungen (O0 bis O15) des Elementaroperationen-Speichers (EO-M) je ein den Ausgang entkoppelndes Schaltglied (UG1) angeschlossen ist, dessen Normalausgang über einen Abschlusswiderstand (R1) an negativer Betriebsspannung (– UB) und über eine Leuchtdiode (LED) an Masse liegt.

3. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Eingangsschaltung für die aus zwei hintereinandergeschalteten, vierstufigen Binärzählern (Z1, Z2) bestehende Vor-Rückwärtszähleinrichtung, mit einem ODER-Glied (OG), dessen Ausgang parallel an die Eingänge für Zählimpulse (T) der Binärzähler angeschlossen ist und dessen Eingängen das Zähltaktsignal (T1) bzw. die im Fehlerzustand aktivierten Rückwärtszählimpulse zugeführt sind, mit einem UND-Glied (UG2), dessen normaler und invertierter Ausgang jeweils parallel an einen der Zählereingänge (U bzw. D) für die Zählrichtung «vorwärts» bzw. die Zählrichtung «rückwärts» der Binärzähler angeschlossen sind und bei dem einer der beiden invertierten Eingänge mit dem Operationssignal (OS) ansteuerbar ist, und mit einem weiteren UND-Glied (UG3), dessen Eingängen das Operationssignal sowie ein weiteres vom Systemtakt der Datenverarbeitungsanlage abgeleitetes Übernahmetaktsignal (T2) zugeführt ist und dessen Ausgang mit einem Schreibsteuereingang (WE) des Elementaroperationen-Speichers (EO-M) verbunden ist, der im aktivierten Zustand eine Übernahme der auf den Datenschreibleitungen (I0 bis I15) angebotenen Mikroprogrammadresse (SA, ADR) in den adressierten Speicherplatz des Elementaroperationen-Speichers auslöst.

4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zum Erzeugen von Rückwärtszählimpulsen im Fehlerzustand der Datenverarbeitungsanlage als Schalteinrichtung ein Tastschalter (TS) vorgesehen ist, dessen Eingangskontakt an Masse und dessen Ausgangskontakt über eine an negative Betriebsspannung (– UB) angeschlossene Entprellschaltung (R2, C, R3) an einen ausgangsseitig mit dem ODER-Glied (OG) verbundenen Empfangsverstärker (EV) angeschlossen ist, der das vom Tastschalter abgegebene und entprellte Signal in einen der gesamten Schaltungsanordnung angepassten Rückwärtstastimpuls umwandelt.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen dem Tastschalter (TS) und dem Empfangsverstärker (EV) angeordnete Entprellschaltung aus einem an den Ausgangskontakt des Tastschalters angeschlossenen Serienwiderstand (R2), dessen anderer Anschluss über einen Kondensator (C) an Masse und über einen weiteren Widerstand (R3) an negativer Betriebsspannung (– UB) liegt, besteht.

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zur Fehlerbehandlung in einer mikroprogrammgesteuerten Datenverarbeitungsanlage.

Kommerzielle Datenverarbeitungsanlagen werden heute vielfach mikroprogrammgesteuert aufgebaut. Das bedeutet, grosse Teile der Steuereinheit einer Datenverarbeitungsanlage müssen nicht mehr vollständig in fest verdrahteten Schaltungsanordnungen realisiert werden, sondern sind durch in Festwertspeichern oder beschreibbaren Speichern niedergelegte Mikroprogramme ersetzt, die aus einer Folge von Mikrobefehlen bestehen. Jeder Mikrobefehl definiert eine sogenannte Elementaroperation der datenverarbeitenden Anlage, d.h. legt gekoppelt mit von einem Systemtakt der datenverarbeitenden Anlage abgeleiteten Taktsignalen jeweils bestimmte Schaltzustände der verbleibenden, einfacheren Hardware der Steuereinheit fest. Vereinfacht ausgedrückt bedeutet dies, dass u.a. ein Befehl auf der Maschinenbefehlsebene der Datenverarbeitungsanlage durch ein Mikroprogramm interpretiert wird, dessen Mikrobefehle jeweils aufeinanderfolgende Schaltzustände der Steuereinheit der Datenverarbeitungsanlage festlegen, um die zum Verarbeiten eines Maschinenbefehls notwendigen Verarbeitungsschritte nacheinander ausführen zu können.

In einer derartigen Datenverarbeitungsanlage können Programme infolge von Hardware- oder Mikroprogrammfehlern fehlerhaft ablaufen. In der Regel kann ein aufgetretener und festgestellter Fehler auf die verschiedensten Fehlerursachen zurückzuführen sein. Obwohl manche Fehler, z.B. als Paritätsfehler in einem Registerinhalt, verhältnismässig leicht zu ermitteln und dann auch zu korrigieren sind, ist es nicht einfach, sämtliche Fehlerursachen festzustellen, d.h. alle aufgetretenen Fehler ohne weiteres zu lokalisieren.

Eine Möglichkeit zum Lokalisieren von Fehlern während einer Fehlerbehandlungsroutine besteht bei mikroprogrammgesteuerten Datenverarbeitungsanlagen darin, den Ablauf der zuletzt durchgeführten Elementaroperationen der Datenverarbeitungsanlage zurückzuverfolgen. Wenn die Steuereinheit einer Datenverarbeitungsanlage aufgrund eines festgestellten und hardwaremässig nicht ohne weiteres korrigierbaren Fehlers von ihrem normalen Verarbeitungszustand in einen Fehlerzustand übergeht, wird bei einer damit häufig verbundenen Programmunterbrechung im allgemeinen der aktuelle Verarbeitungszustand konserviert. Dabei werden alle erforderlichen Informationen sichergestellt und zwischengespeichert, damit die Datenverarbeitungsanlage nach der Fehlerbehandlung im Normalzustand wieder in die Programmverarbeitung ohne Informationsverlust fortsetzen kann.

Bei mikroprogrammgesteuerten Datenverarbeitungsanlagen bedeutet dies im allgemeinen, dass im Fehlerzustand zumindest die Adresse des Mikrobefehls vorliegt, während dessen Ausführung der Fehler festgestellt wurde. Häufig sind sogar

auch die Adressen für den vorangegangenen und den nachfolgenden Mikrobefehl in während der Fehlerbehandlung zugänglichen Registern zwischengespeichert. Dies ist aber nur ein sehr kleiner Ausschnitt aus einer abgelaufenen Folge von Mikrobefehlen, die schliesslich zu dem festgestellten Fehler führte. In vielen Fällen genügen daher diese knappen Informationen nicht, jeden möglichen Fehler zu lokalisieren. Gerade bei mikroprogrammgesteuerten Datenverarbeitungsanlagen ist daher unter solchen Umständen eine Fehlersuche sehr zeitaufwendig. Das ist darauf zurückzuführen, dass in Mikroprogrammen häufig auch Programmsprünge und Programmschleifen vorliegen und diese Nichtlinearitäten beim Zurückverfolgen eines Mikroprogramms berücksichtigt werden müssen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 zu schaffen, die dieses Zurückverfolgen von Elementaroperationen wesentlich erleichtert, die vor einem festgestellten Fehler abgelaufen sind.

Ausgehend von der Überlegung, dass dieses Zurückverfolgen möglich sein müsste, wenn die Mikroprogrammadressen einer grösseren Folge von Mikrobefehlen auch nach einem aufgetretenen Fehler noch ohne weiteres reproduzierbar sind, wird die obengenannte Aufgabe erfindungsgemäss mit den im Kennzeichen des Patentanspruches 1 beschriebenen Merkmalen gelöst. Diese Lösung hat den Vorteil, mit einfachen schaltungstechnischen Mitteln zu ermöglichen, die Adressen einer grösseren Anzahl zuletzt abgelaufener Mikrobefehle im dynamischen Betrieb abzuspeichern und in umgekehrter Reihenfolge ihres Abspeicherns im Stop- oder Fehlerzustand der Datenverarbeitungsanlage wieder auszulesen.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen gekennzeichnet und in der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der einzigen Zeichnung insoweit detailliert dargestellt, als es zum Verständnis der Erfindung notwendig ist. Dabei sind dann solche Teile einer Datenverarbeitungsanlage, die nicht unmittelbar durch die Erfindung berührt sind, nur als Blockschaltbild dargestellt, um das Zusammenarbeiten der erfindungsgemäss ausgebildeten Einrichtung mit diesen Teilen der Datenverarbeitungsanlage soweit zum Verständnis notwendig, anzudeuten.

Den Arbeitsablauf einer in ihrer Gesamtheit nicht dargestellten Steuereinheit der Datenverarbeitungsanlage bestimmende Mikroprogramme können in einem beschreibbaren Steuerspeicher WCM, der beispielsweise auch einen für Maschinenprogramme nicht zugänglichen Teil des Hauptspeichers der Datenverarbeitungsanlage bildet, und/oder in einem Festwertspeicher ROM niedergelegt sein. Der Registerinhalt eines Mikroprogramm-Adressenregisters MPAR stellt die vollständige Adresse für einen eine nachfolgende Elementaroperation definierenden Mikrobefehl eines Mikroprogramms dar. Der Registerinhalt zerfällt in zwei Teile, in ein Feld für eine Mikrobefehlsadresse ADR und ein Speicherauswahlfeld SA, dessen Bitkonfiguration definiert, aus welchem der adressierbaren Mikroprogrammspeicher WCM bzw. ROM dieser Mikrobefehl am adressierten Speicherplatz auszuwählen ist. Wie in der Figur angedeutet ist, wird die Bitkonfiguration des Speicherauswahlfeldes SA in einer Auswahlsteuereinheit ausgewertet, deren Ausgangssignale über schematisch angedeutete Schaltglieder den ausgewählten Mikroprogrammspeicher WCM bzw. ROM mit der Mikrobefehlsadresse ADR zu adressieren gestatten. Die weitere Verarbeitung eines ausgelesenen Mikrobefehls innerhalb der Steuereinheit der datenverarbeitenden Anlage ist hier nicht mehr dargestellt, da sie im vorliegenden Zusammenhang ohne Bedeutung ist.

Eine längere Folge solcher, jeweils auf eine Elementaroperation der Steuereinheit der Datenverarbeitungsanlage bezogener Mikroprogrammadressen soll nun derart zwischengespeichert werden, dass sie über einen längeren Zeitraum verfügbar ist. Damit soll in einem festgestellten Fehlerfall anhand dieser Adressen die Vorgeschichte zu ermitteln sein, die zu diesem Fehler geführt hat. Dazu ist ein Elementaroperationen-Speicher EO-M vorgesehen, der beispielsweise 128 Speicherplätze für je eine Mikroprogrammadresse aufweist. Wenn eine vollständige Mikroprogrammadresse, wie in diesem Ausführungsbeispiel angenommen, 16 Bitstellen umfasst, dann lässt sich so ein Speicher aus 16 Speicherbausteinen in Halbleitertechnologie mit jeweils 128 Speicherzellen zu je einem Bit aufbauen, wie in der Zeichnung schematisch angegeben ist. Eingangsseitige Datenschreibleitungen I0 bis I15 dieses Elementaroperationen-Speichers EO-M sind mit den Ausgängen des Mikroprogramm-Adressregisters MPAR verbunden, ausgangsseitige Datenleseleitungen O0 bis O15 sind über je ein UND-Glied UG1 zum gegenseitigen Entkoppeln und einen Abschlusswiderstand R1 an negative Betriebsspannung-UB angeschlossen. Mit jeder dieser Ausgangsleitungen ist eine mit ihrem zweiten Anschluss an Masse liegende Leuchtdiode LED zwischen dem UND-Glied UG1 und dem Abschlusswiderstand R1 verbunden. Die Leuchtdioden können entweder in einem Anzeigefeld eines Prüfgerätes für Wartungszwecke oder einem Wartungsfeld der datenverarbeitenden Anlage selbst angeordnet sein. Aus dem Anzeigemuster der Leuchtdioden LED sind dann die Adressenbitstellen einer binär verschlüsselten Mikroprogrammadresse ablesbar.

Dieser Elementaroperation-Speicher EO-M soll nun derart betrieben werden, dass er im Normalzustand der datenverarbeitenden Anlage, d.h. solange sie fehlerfrei arbeitet, jeweils die Folge der 128 zuletzt aufgerufenen Mikroprogrammadressen enthält. Zum Adressieren dieses Speichers ist daher eine zyklisch zählende Vor-Rückwärtszählanordnung vorgesehen, die aus zwei hintereinandergeschalteten vierstelligen Vor-Rückwärtszählern Z1 bzw. Z2 aufgebaut ist. Diese handelsüblichen Zählerbausteine sind durch je ein Steuersignal an einem der Eingänge U bzw. D auf die Zählrichtung «vorwärts» bzw. «rückwärts» einstellbar. Ein weiterer Eingang T der Vor-Rückwärtszähler Z1 bzw. Z2 bildet den Eingang für den Zählimpuls. In der Figur ist weiterhin angedeutet, dass die Bausteine untereinander durch Steuerleitungen CB für Übertrags- bzw. Borgesignale verbunden sind.

Die beiden Vor-Rückwärtszähler Z1 bzw. Z2 sind derart geschaltet, dass sie zusammen von 0 bis 127 zu zählen vermögen, dabei wird die höchste Stufe des zweiten Vor-Rückwärtszählers Z2 nicht ausgenutzt. Dementsprechend sind die vier Ausgangsleitungen des ersten Vor-Rückwärtszählers Z1 zusammen mit drei niederwertigen Ausgangsleitungen des zweiten Vor-Rückwärtszählers Z2 mit sieben Adresseingängen A0 bis A6 des Elementaroperationen-Speichers EO-M verbunden. So lässt sich zyklisch fortschreitend je einer der 128 Speicherplätze des Elementaroperationen-Speichers EO-M für jeweils eine Mikroprogrammadresse durch die Ausgangssignale der Vor-Rückwärtszähleinrichtung auswählen.

Der Vollständigkeit halber sei hier erwähnt, dass der Elementaroperationen-Speicher natürlich auch die üblichen Bausteinauswahleingänge aufweist, diese sind hier jedoch nicht mehr dargestellt. Denn bei jedem Auswahlvorgang des Speichers wird hier jeder Speicherbaustein ausgewählt, deshalb wird diesen Auswahleingängen statisch, d.h. also fest verdrahtet, ein Signal zugeführt.

Dieser Vor-Rückwärtszähleinrichtung Z1, Z2 ist eine Eingangsschaltung zugeordnet, die Steuersignale zur Einstellung der Zählrichtung «vorwärts» bzw. «rückwärts», sowie die Zählimpulse liefert. In der Steuereinheit der datenverarbeitenden Anlage wird im Normalzustand, d.h. bei fehlerfreiem Betrieb ein Operationssignal OS erzeugt. Dieses an sich vorhandene Signal wird hier dazu benutzt, um daraus die Steuersignale für die Zählrichtung abzuleiten. Dazu wird das Operationssignal OS einem zweiten UND-Glied UG2 zugeführt, dessen zweiter

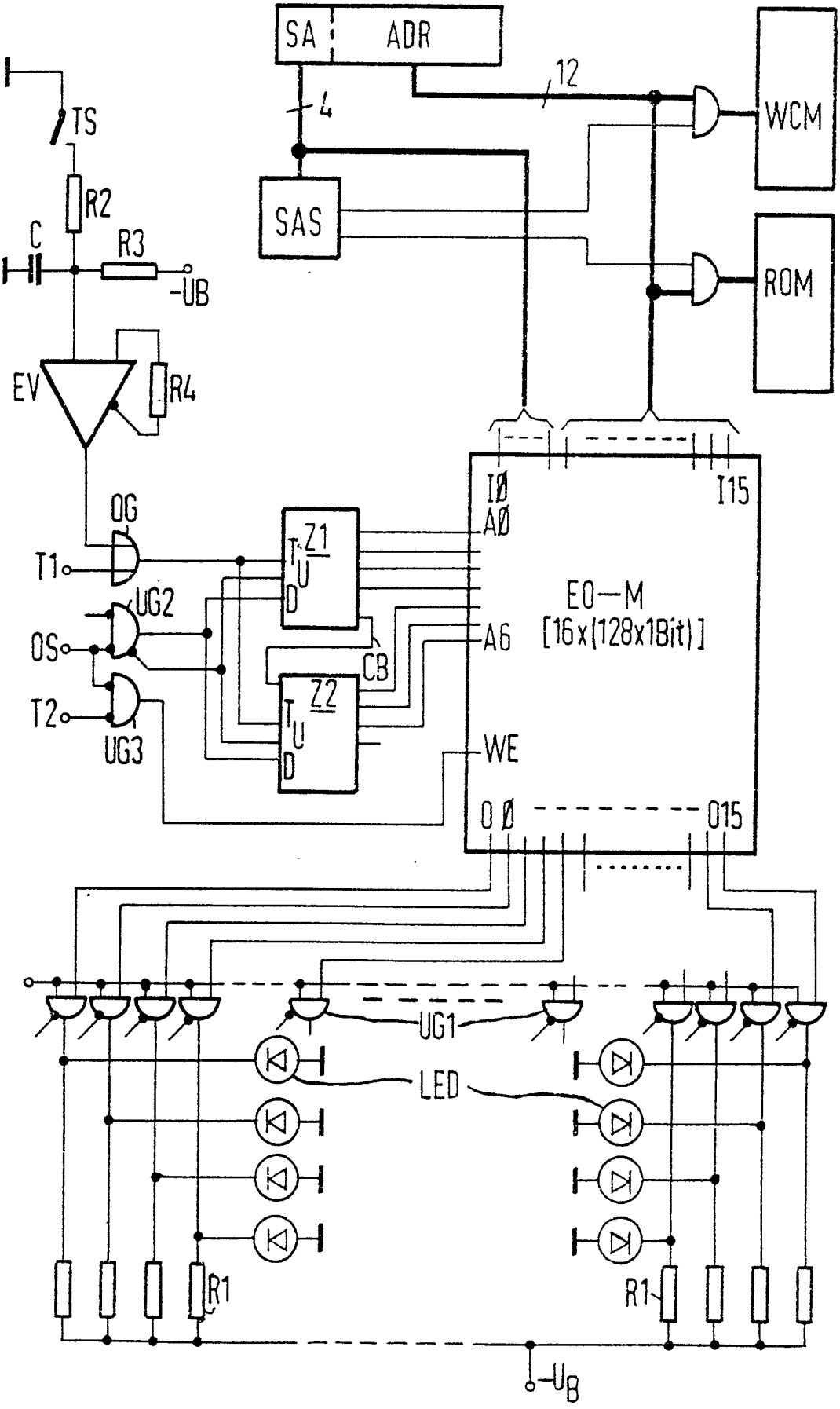
Eingang statisch beschaltet ist. Es weist zwei zueinander invertierte Ausgänge auf, die parallel mit den beiden Zählereingängen U bzw. D für die Zählrichtungen «vorwärts» bzw. «rückwärts» der beiden Vor-Rückwärtszähler Z1 bzw. Z2 verbunden sind. Im normalen Betrieb der datenverarbeitenden Anlage ist automatisch die Zählrichtung «vorwärts» eingestellt. Im Fehlerzustand der Datenverarbeitungsanlage fehlt das Operationssignal OS, die beiden Vor-Rückwärtszähler Z1 bzw. Z2 sind dann automatisch auf die Zählrichtung «rückwärts» eingestellt.

Das Operationssignal OS wird ausserdem einem der beiden Eingänge eines weiteren UND-Gliedes G3 zugeführt, an dessen zweiten Eingang ein von einem Systemtakt der Steuereinheit der Datenverarbeitungsanlage abgeleitetes Übernahmetaktsignal T2 angelegt ist. Dieses ebenfalls in der Steuereinheit der Datenverarbeitungsanlage an sich erzeugte Signal, mit dem die Ausführung einer Elementaroperation durch Auslesen des zugehörigen Mikrobefehls aus einem der ausgewählten Mikroprogramm-Speicher WCM bzw. ROM eingeleitet wird, wird hier dazu benutzt, den Schreibvorgang im Elementaroperationen-Speicher EO-M einzuleiten. Deshalb ist der Ausgang dieses weiteren UND-Gliedes UG3 mit einem Schreibsteuereingang WE des Elementaroperationen-Speichers verbunden. Zum Zeitpuntk des Auftretens dieses Übernahmetaktsignals T2 ist die im Mikroprogramm-Adressregister MPAR stehende Mikroprogramm-Adresse «fest» und wird dann in den jeweils ausgewählten Speicherplatz des Elementaroperationen-Speichers EO-M übernommen.

Zum Weiterzählen der beiden Vor-Rückwärtszähler Z1 bzw. Z2 und damit zum Bilden der nächsten Adresse im Elementaroperationen-Speicher EO-M ist der Ausgang eines ODER-Gliedes OG parallel an die beiden Eingänge für Zählimpulse T der beiden Vor-Rückwärtszähler Z1 bzw. Z2 angeschlossen. An den einen der beiden Eingänge dieses ODER-Gliedes OG ist ein von dem Systemtakt der Datenverarbeitungsanlage ebenfalls abgeleitetes Zähltaktsignal T1 angelegt. Dieses Zähltaktsignal ist für andere Zwecke der Steuereinheit der Datenverarbeitungsanlage ebenfalls an sich vorhanden und beispielsweise mit dem Einleiten der Bereitstellung eines neuen Mikrobefehls verknüpft. Es tritt daher nur auf, solange die Steuereinheit der Datenverarbeitungsanlage im Normalzustand, d.h. im fehlerfreien Betrieb, arbeitet. Die Zähleinrichtung wird daher durch die Zähltaktsignale T1 nur in der Zählrichtung «vorwärts» weitergeschaltet.

Im Fehlerfall ist die Vor-Rückwärtszähleinrichtung, wie erläutert, durch das Ausbleiben des Operationssignals OS automatisch auf die Zählrichtung «rückwärts» eingestellt. In diesem Betriebszustand werden nun die Zählimpulse durch eine Schaltungsanordnung erzeugt, die an den zweiten Eingang des ODER-Gliedes OG angeschlossen ist. Sie besteht aus einem einseitig an Masse liegenden Tastschalter TS, dessen zweiter Kontakt über einen Widerstand R2 an einen Schaltungsknoten angeschlossen ist, der über einen Kondensator C einerseits an Masse und über einen weiteren Widerstand R3 an negativer Betriebsspannung − UB liegt. Dieses Netzwerk dient zum Entprellen der Schaltimpule des Tastschalters TS. Der Schaltungsknoten dieses Netzwerkes ist mit einem Signaleingang eines Empfangsverstärkers EV verbunden, in dessen Rückkopplungszweig ein Kopplungswiderstand R4 liegt. Dieser Empfangsverstärker formt die vom Tastschalter TS abgegebenen und entprellten Tastsignale um und passt sie an die sonst in der Schaltung verwendeten Pegelverhältnisse an. Die umgeformten Tastsignale werden vom Ausgang des Empfangsverstärkers EV dem zweiten Eingang des ODER-Gliedes OG zugeführt und stellen damit die jeweiligen Zählimpulse für die Vor-Rückwärtszähleinrichtung bei der Zählrichtung «rückwärts» dar.

Diese Schaltungsanordnung erlaubt damit, im Elementaroperationen-Speicher EO-M dazwischengespeicherte Mikroprogramm-Adressen in der umgekehrten Reihenfolge ihres Einschreibens zu adressieren. Wegen des Fehlens des Operationssignals OS wird der Schreib-Steuereingang WE des Elementaroperationen-Speichers EO-M in diesem Zustand nicht angesteuert. Damit ist nur ein Lesevorgang möglich. Der Inhalt einer so adressierten Speicherzelle dieses Speichers wird über die Datenleseleitungen O0 bis O15 ausgelesen und am Ausgabefeld durch die Leuchtdioden LED angezeigt.


SA
ADR
12
4
WCM
SAS
ROM
TS
R2
C
R3
-UB
EV
R4
OG
T1
UG2
OS
T2
UG3
Z1
Z2
T
U
D
CB
IØ
I15
AØ
A6
E0—M
[16x(128x1Bit)]
WE
OØ
O15
UG1
LED
R1
R1
UB