



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 658 747 A5

⑤ Int. Cl.: H 01 H 71/7-
G 01 R 21/00
H 02 H 7/20

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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 2500/81

㉒ Anmeldungsdatum: 14.04.1981

③① Priorität(en): 15.04.1980 US 140554

㉔ Patent erteilt: 28.11.1986

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 28.11.1986

⑦③ Inhaber:
Westinghouse Electric Corporation,
Pittsburgh/PA (US)

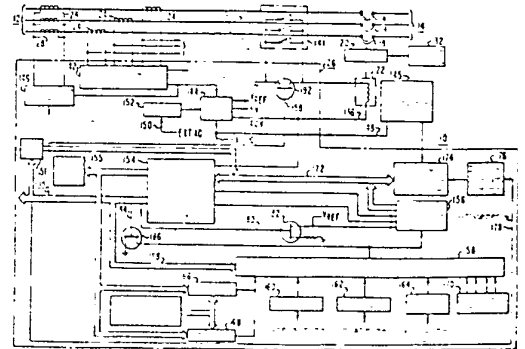
⑦② Erfinder:
Wilson, John T., Beaver/PA (US)
Wafer, John A., Beaver/PA (US)
Engel, Joseph C., Monroeville/PA (US)

⑦④ Vertreter:
A. Braun, Braun, Héritier, Eschmann AG,
Patentanwälte, Basel

⑤④ Leistungsschalter.

⑤⑦ Der Leistungsschalter enthält eine digitale Auslöseeinheit (26), die einen Mikroprozessor (154), Mittel (24, 28) zum Fühlen des durch die Schalterkontakte (18) fließenden Stroms und Mittel (158 - 170) zum Speisen des Mikroprozessors mit Werten, die zum Berechnen des Wirkleistungsflusses durch den Leistungsschalter und zum Anzeigen des Zahlenwertes dieses Leistungsflusses benötigt werden, enthält. Der Leistungsfluss wird verglichen mit einem seitens einer Bedienungsperson eingegebenen Grenzwert einer Spitzen-Nachfrageleistung, und es wird immer dann ein Alarmsignal ausgelöst, wenn der Leistungsfluss die Grenzwert-Spitzenabgabe überschreitet. Ausserdem ist die Möglichkeit der Integration gegeben, um die durch die Kontakte fließende Energie in Megawattstunden zu berechnen und den Zahlenwert dieses Energieflusses darzustellen.

Der Leistungsschalter analysiert die elektrischen Bedingungen eines zu schützenden Schaltkreises, um den Schaltkreis automatisch abzutrennen, wenn diese Bedingungen vorbestimmte Werte überschreiten.



POOR QUALITY

PATENTANSPRÜCHE

1. Leistungsschalter mit einem Gehäuse, einer Trennvorrichtung zum Leiten von Strom in einen zugehörigen Schaltkreis und zum Unterbrechen des Stromflusses auf einen Befehl hin, einer Fühlvorrichtung zum Fühlen des durch die Trennvorrichtung fließenden Stroms, und einer zwischen die Trennvorrichtung und die Fühlvorrichtung geschalteten Auslöseeinheit zum Betätigen der Trennvorrichtung, wenn der die Trennvorrichtung durchfließende Strom vorbestimmte Grenzwerte übersteigt, gekennzeichnet durch einen Spannungsgeber zum Bestimmen der Leitungsspannung des zugehörigen Schaltkreises, einen Leistungsfaktorgeber (142) zum Bestimmen des Leistungsfaktors in dem zugehörigen Schaltkreis, eine an die Strom-Fühlvorrichtung (24, 28), den Spannungsgeber und den Leistungsfaktorgeber angeschlossene Rechneinrichtung (154) zum Berechnen des Wirkleistungsflusses durch den zugehörigen Schaltkreis, und eine von ausserhalb des Gehäuses (34) sichtbare Anzeigevorrichtung (80, 82), die an die Rechneinrichtung angeschlossen ist, um den Zahlenwert der von dem zugehörigen Schaltkreis gelieferten Wirkleistung anzuzeigen.

2. Leistungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungsgeber einen an den zugehörigen Schaltkreis angeschlossenen Potentialwandler aufweist, und dass die Rechneinrichtung einen Analog/Digital-Umsetzer (156) und einen Microcomputer (154) aufweist, wobei der Microcomputer den Analog/Digital-Umsetzer veranlasst, die Leitungsspannung und den augenblicklichen Phasenstrom des zugehörigen Schaltkreises periodisch abzutasten, um das Produkt aus den Augenblickswerten der Leitungsspannung und des Phasenstroms für die Berechnung der von dem zugehörigen Schaltkreis gelieferten Wirkleistung zu bilden.

3. Leistungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an die Fühlvorrichtung (24) eine Mittelungseinrichtung (164) angeschlossen ist, um den Mittelwert des Phasenstroms eines zugehörigen Schaltkreises zu bestimmen und diesen Mittelwert an die Rechneinrichtung (154) zu liefern, dass der Leistungsfaktorgeber (142) eine Einrichtung aufweist zum Empfangen eines seitens einer Bedienungsperson eingegebenen Wertes des Leistungsfaktors des zugehörigen Schaltkreises, dass der Spannungsgeber einen Potentialwandler aufweist, und dass die Rechneinrichtung das Produkt aus Leitungsspannung, mittlerem Phasenstrom und Leistungsfaktor bildet, um die von dem zugehörigen Schaltkreis gelieferte Wirkleistung zu bestimmen, und dass die Auslöseeinheit (26) den Wert der Wirkleistung an die Anzeigevorrichtung (80) gibt.

4. Leistungsschalter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass an die Fühlvorrichtung (24) eine Mittelungseinrichtung (164) angeschlossen ist zum Bestimmen des Mittelwertes des Phasenstroms des zugehörigen Schaltkreises und zum Liefern des Mittelwertes an die Rechneinrichtung, dass der Spannungsgeber und der Leistungsfaktorgeber eine erste Eingabeeinrichtung (102-120) zum Empfangen eines seitens einer Bedienungsperson eingegebenen Wertes des Produkts aus Leitungsspannung und Leistungsfaktor für den zugehörigen Schaltkreis aufweisen, und dass die Rechneinrichtung das Produkt aus dem Mittelwert des Phasenstroms und dem seitens einer Bedienungsperson eingegebenen Wert bildet, um die von dem zugehörigen Schaltkreis gelieferte Wirkleistung zu bestimmen und den Wirkleistungswert an die Anzeigevorrichtung (80) zu geben.

5. Leistungsschalter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass eine zweite Eingabeeinrichtung (102-120) vorgesehen ist, die einen seitens einer Bedienungsperson eingegebenen Grenzwert der Spitzen-Nachfrageleistung empfangt, und dass ein Vergleicher vorgesehen ist zum Ver-

gleichen des berechneten Wertes der Wirkleistung, die durch den zugehörigen Schaltkreis geliefert wird, mit dem Grenzwert und zum Erzeugen eines externen Alarmsignals, wenn die durch den zugehörigen Schaltkreis gelieferte Leistung den Grenzwert überschreitet.

6. Leistungsschalter nach Anspruch 4 oder 5, gekennzeichnet durch einen an die Anzeigevorrichtung (80) angeschlossenen Speicher zum Speichern des Spitzenwertes der berechneten, durch den zugehörigen Schaltkreis gelieferten Wirkleistung und zum Bereitstellen einer von aussen lesbaren Anzeige des Zahlenwertes der berechneten Spitzenleistung.

7. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 4 bis 6, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Zurücksetzen des gespeicherten Wertes der Spitzen-Wirkleistung.

8. Leistungsschalter nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslöseeinheit (26) eine Integratoreinrichtung aufweist, die an die Anzeigevorrichtung angeschlossen ist, um die berechneten Werte der Wirkleistung über eine Zeitspanne hin zu integrieren und so den Wert der durch den zugehörigen Schaltkreis gelieferten Energie zu berechnen, und um den berechneten Wert an die Anzeigevorrichtung (82) zu geben.

9. Leistungsschalter nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch eine Rücksetzeinrichtung zum Zurücksetzen sämtlicher Ansprechwerte innerhalb des Schalters mit Ausnahme des Wertes der integrierten Wirkleistung, wodurch der berechnete Wert der gelieferten Energie nur bei einem Fehler in der Betriebsspannung der Vorrichtung zurückgesetzt wird.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Leistungsschalter nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

In industriellen und kommerziellen Anwendungsgebieten finden Leistungsschalter zum Schützen elektrischer Leitungen und daran angeschlossener Geräte vor Beschädigungen aufgrund zu starker Ströme weit verbreitete Anwendung. Wenngleich Leistungsschalter anfänglich als direkter Ersatz für Sicherungen verwendet wurden, wurde von ihnen nach und nach gefordert, kompliziertere Schutzaufgaben zu erfüllen als diejenige, eine Stromunterbrechung herbeizuführen, wenn der Stromfluss einen bestimmten Pegel überschritt. Es wurden differenzierte Zeit/Strom-Auslösekennlinien gefordert, indem z.B. ein Leistungsschalter bei starken Überlastungen rasch öffnen sollte, bei geringeren Lastströmen jedoch verzögert unterbrechen sollte, wobei die Verzögerungszeit etwa umgekehrt proportional zum Grad der Überlastung war. Weiterhin wurde von Leistungsschaltern gefordert, bei Erfassung von Erdschlussströmen eine Unterbrechung herbeizuführen. Mit dem Ansteigen der Komplexität elektrischer Verteilungsschaltungen wurden die Steuer- teile von Leistungsschaltern miteinander verbunden, um Selektivität und Koordinierungsmöglichkeiten zu schaffen. Hierdurch hatte der Systemingenieur die Möglichkeit, die Reihenfolge festzulegen, in der die verschiedenen Leistungsschalter unter speziellen Fehlerbedingungen abschalten würden.

Am Ende der 60iger Jahre wurden elektronische Festkörper-Steuerschaltungen für die Verwendung in Hochleistungs-Niederspannungs-Leistungsschaltern entwickelt. Diese Steuerschaltungen nahmen Funktionen wahr, wie das sofortige und verzögerte Auslösen oder Abschalten, was bisher durch magnetisch und thermisch arbeitende Mittel erreicht wurde. Die verbesserte Genauigkeit und Flexibilität der elektronischen Festkörper-Steuerschaltungen waren

Grund für deren grossen Anklang, wenngleich die elektronischen Steuerschaltungen teurer waren als ihre mechanischen Gegenstücke.

Die ersten elektronischen Steuerschaltungen machten Gebrauch von diskreten Bauteilen, wie z.B. Transistoren, Widerständen und Kondensatoren. Jüngere Anordnungen besaßen integrierte Schaltkreise, die zu einer verbesserten Produktleistung bei etwas verminderten Kosten führten.

Da die Energiekosten weiter rasch ansteigen, besteht ein wachsendes Interesse an der wirksamen Steuerung des Verbrauchs elektrischer Energie durch Schaffung höher entwickelter elektrischer Verteilungsschaltungen. Es wird daher ein Leistungsschalter benötigt, der eine komplexere Analyse elektrischer Bedingungen in einem zu schützenden Schaltkreis und noch bessere Möglichkeiten zur Koordination mit anderen Schaltern bietet. Wie stets, ist es in hohem Masse wünschenswert, diese Möglichkeiten bei den gleichen oder geringeren Kosten zu schaffen.

In der Vergangenheit wurden Energieüberwachungseinrichtungen verwendet, um die Leistungsnachfrage und den Energieverbrauch zu berechnen und anzuzeigen. Diese Anordnungen machten jedoch die Installation separater Bauteile zusätzlich zu der in dem elektrischen Verteilungssystem vorhandenen Schutzanlage erforderlich. Aufgabe der Erfindung ist daher einen elektrischen Leistungsschalter zu schaffen, der in der Lage ist, zur Unterstützung des Energieverbrauchs-Managements verschiedene Energiefunktionen zu überwachen und anzuzeigen.

Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe ist durch die Kennzeichnung des Patentanspruchs 1 definiert. Ausführungsformen davon gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

Im folgenden wird ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemässen Leistungsschalters,

Fig. 2 ein funktionelles Blockdiagramm des Leistungsschalters gemäss Fig. 1,

Fig. 3 ein Blockdiagramm eines typischen elektrischen Verteilungssystems unter Verwendung von Leistungsschaltern der in Fig. 1 dargestellten Art.

Fig. 4 eine graphische Darstellung der Zeit/Strom-Auslösekennlinie des Leistungsschalters gemäss Fig. 1, dargestellt im doppelt-logarithmischen Massstab.

Fig. 5 eine detaillierte Vorderansicht der Frontplatte der Auslöseeinheit des Leistungsschalters gemäss Fig. 1 und 2.

Fig. 5A ein Blockdiagramm des in Fig. 2 gezeigten Mikrocomputers.

Fig. 6 ein detailliertes schematisches Diagramm des Frontplatten-Anzeigesystems gemäss Fig. 5.

Fig. 7 ein detailliertes schematisches Diagramm des Parameter-Eingabesystems gemäss Fig. 2.

Fig. 8 ein detailliertes schematisches Diagramm der Bauartnummer-Kennzeichnungsvorrichtung gemäss Fig. 2,

Fig. 9 ein schematisches Diagramm der Fernanzeige und Spannungsversorgung gemäss Fig. 2,

Fig. 10 ein Wellenformdiagramm, das an verschiedenen Stellen der Fernanzeige und Spannungsversorgung gemäss Fig. 9 auftretende Grössen zeigt.

Fig. 11 ein Blockdiagramm der in Fig. 2 dargestellten System-Spannungsversorgung,

Fig. 12 ein schematisches Diagramm der in Fig. 11 dargestellten System-Spannungsversorgung,

Fig. 13 ein Impulsdiagramm, das die an verschiedenen Stellen der System-Spannungsversorgung gemäss Fig. 11 und 12 auftretenden Schaltpegel zeigt,

Fig. 14 ein schematisches Diagramm des Daten-Eingabe/Ausgabe-Systems und der Spannungsversorgung gemäss Fig. 2,

Fig. 15 ein Impulsdiagramm, das an verschiedenen Stellen des Systems gemäss Fig. 14 auftretende Wellenformen darstellt.

Fig. 16 ein schematisches Diagramm einer Schaltung für die Hardware-Initialisierung bei Netzeinschaltung und für automatisches Rücksetzen.

Fig. 17 ein Flussdiagramm der in dem Lesespeicher des in Fig. 2 dargestellten Mikrocomputers gespeicherten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 18 ein Flussdiagramm der ersten Funktion der in Fig. 17 gezeigten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 19 ein Flussdiagramm der zweiten Funktion der in Fig. 17 gezeigten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 20 ein Flussdiagramm der dritten Funktion der in Fig. 17 gezeigten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 21 ein Flussdiagramm der vierten Funktion der in Fig. 17 gezeigten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 22 ein Flussdiagramm der fünften Funktion der in Fig. 17 gezeigten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 23 ein Flussdiagramm der sechsten Funktion der in Fig. 17 gezeigten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 24 ein Flussdiagramm der siebten Funktion der in Fig. 17 gezeigten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 25 ein Flussdiagramm der achten Funktion der in Fig. 17 gezeigten Haupt-Befehlsschleife.

Fig. 26 ein Flussdiagramm des gemeinsamen Anzeige-Unterprogramms gemäss Fig. 17.

Fig. 27 ein Flussdiagramm des Auslöse-Unterprogramms gemäss Fig. 17, und

Fig. 28 ein Flussdiagramm des Unterprogramms zum Erhalten von Einstellwerten von den Potentiometern gemäss Fig. 5.

I. Einführung

A. Die Verwendung eines Leistungsschalters in einem elektrischen Energieverteilungssystem

Bevor die Arbeitsweise des erfindungsgemässen Leistungsschalters erläutert wird, mag es hilfreich sein, im einzelnen die Funktion eines Leistungsschalters in einem elektrischen Energieverteilungssystem zu erläutern. Fig. 3 zeigt ein typisches elektrisches Verteilungssystem. Über Leistungsschalter 50, 52 und 54 werden mehrere elektrische Lasten 48 von einer von zwei elektrischen Energiequellen 56 und 58 gespeist. Bei den Quellen 56 und 58 kann es sich um eine elektrische Hochspannungsleitung angeschlossene Transformatoren, einen dieselgetriebenen Notgenerator oder um eine Kombination dieser Elemente handeln. Die von der ersten Quelle 56 abgegebene Leistung gelangt durch einen ersten Haupt-Leistungsschalter 50 zu mehreren Verzweigungs-Leistungsschaltern 60-66. In ähnlicher Weise gelangt Leistung von der zweiten Quelle 58 über einen zweiten Haupt-Leistungsschalter 52 zu einer zweiten Gruppe von Verzweigungs-Leistungsschaltern 68-74. Alternativ kann Leistung von entweder der Quelle 56 oder der Quelle 58 über den Verbindungs-Leistungsschalter 54 an die Verzweigungs-Leistungsschalter der jeweils gegenüberliegenden Seite geliefert werden. Im allgemeinen sind Haupt- und Verbindungs-Leistungsschalter 50, 52 und 54 derart miteinander koordiniert, dass keine Verzweigungsschaltung gleichzeitig von zwei Quellen gespeist wird. Die Leistungsfähigkeit der Haupt- und Verbindungs-Leistungsschalter 50, 52 und 54 ist für gewöhnlich grösser als die der Verzweigungs-Leistungsschalter.

Sollte beispielsweise am Punkt 76 eine Störung auftreten

(ein anormal starker Stromfluss), ist es wünschenswert, dass dieser Zustand von dem Verzweigungs-Leistungsschalter 62 erfasst wird, so dass dieser Schalter rasch auslöst oder öffnet, um die Störung von jeder elektrischen Energiequelle zu trennen. Die Störung am Punkt 76 kann ein grosser Überstrom sein, der z.B. durch einen Kurzschluss zwischen zwei Phasenleitern des Schaltkreises verursacht wird, oder es kann sich um eine Überlastung handeln, die nur geringfügig über der Nennleistung des Leistungsschalters liegt, und die durch einen blockierten Motor verursacht wird. Andererseits kann es sich um eine Störung durch Erdschluss handeln, verursacht durch das Durchschlagen der Isolation eines der Leiter, so dass ein relativ kleiner Stromfluss zu einem auf Erdpotential liegenden Gegenstand fließen kann. In jedem Fall würde die Störung auch durch die Haupt- oder Verbindungsschalter 50, 52 oder 54 erfasst werden, durch die die von dem Verzweigungs-Leistungsschalter 62 geführte Leistung zum Zeitpunkt der Störung fließt. Es ist jedoch wünschenswert, dass nur der Verzweigungs-Leistungsschalter 62 zum Abtrennen der Störung von der elektrischen Energiequelle arbeitet, nicht aber die Haupt- oder Verbindungsschalter. Der Grund hierfür liegt darin, dass dann, wenn der Haupt- oder Verbindungsschalter ausgelöst werden, ein Netzausfall bei mehr als nur derjenigen Last auftreten würde, an die der Verzweigungs-Leistungsschalter angeschlossen ist, wo die Störung aufgetreten ist. Es ist daher wünschenswert, dass die Haupt- und Verbindungsschalter 50, 52 und 54 eine längere Verzögerungsdauer im Anschluss an die Erfassung einer Störung aufweisen, bevor sie eine Auslösung einleiten. Die Koordinierung der Verzögerungszeiten unter den Haupt-, Verbindungs- und Verzweigungs-Leistungsschaltern für verschiedene Störungsursachen ist der Hauptgrund dafür, dass höher entwickelte Steuerungen für eine Auslöseeinheit erforderlich sind.

B. Zeit/Strom-Auslösekennlinien

Um in der oben erläuterten Weise die Koordinierung der Leistungsschalter untereinander zu erreichen, müssen für jeden Leistungsschalter Zeit/Strom-Auslösekennlinien spezifiziert werden. Herkömmlich hatten Leistungsschalter ähnliche Kennlinien wie in Fig. 4 dargestellt ist, wobei beide Achsen logarithmischen Massstab aufweisen. Wenn die Stromstärke unter dem maximal zulässigen Nenn-Dauerstrom des Leistungsschalters liegt, bleibt der Schalter selbstverständlich geschlossen. Wenn der Strom jedoch stärker wird, ist es an irgendeiner Stelle, beispielsweise am Punkt 300 in Fig. 4, wünschenswert, dass der Leistungsschalter auslöst, d.h. abschaltet, falls dieser Überlastungsstrom über einen längeren Zeitraum hinweg andauert. Sollte der Strom entsprechend dem maximal zulässigen Nenn-Dauerstrom dauernd fließen, so wird, wie in Punkt 300 in Fig. 4 zu erkennen ist, der Leistungsschalter nach etwa 60 Sekunden auslösen.

Bei etwas höheren Stromstärken ist die Auslösezeit für den Schalter etwas kürzer. Bei dem 1,6fachen des maximalen Dauerstroms beispielsweise (vgl. 302 in Fig. 4) schaltet der Leistungsschalter nach etwa 30 Sekunden ab. Der Abschnitt der Kurve zwischen den Punkten 300 und 304 ist als Kennlinienteil mit langer Verzögerung oder als thermischer Kennlinienteil des Schalters bekannt, da diese Kennlinie bei herkömmlichen Leistungsschaltern durch ein Bimetallelement erhalten wurde. Es ist wünschenswert, dass sowohl der Strompegel, bei dem der Abschnitt langer Verzögerung beginnt, als auch die Auslösezeit, die für irgendeinen Punkt in diesem Abschnitt erforderlich ist, einstellbar sind. Diese Parameter sind als Ansprechwert für lange Verzögerung, bzw. als lange Verzögerungszeit bekannt und in der Zeichnung durch Pfeile 306 bzw. 308 kennlich gemacht.

Bei starken Überstrompegeln, beispielsweise beim 12fachen des maximalen Dauerstroms und darüber, ist es wünschenswert, dass der Leistungsschalter so rasch wie möglich abschaltet. Diese Stelle 312 in der Kennlinie ist als «Sofort»- oder magnetischer Auslösepegel bekannt, da bei herkömmlichen Leistungsschaltern ein in Serie mit den Kontakten liegender Elektromagnet verwendet wurde, um ein möglichst rasches Ansprechen zu erzielen. Der Ansprechwert für sofortige Auslösung ist für gewöhnlich einstellbar, wie durch den Pfeil 314 angedeutet ist.

Zur Unterstützung der Koordinierung von Leistungsschaltern innerhalb eines Verteilungssystems besitzen moderne Leistungsschalter zusätzlich einen Kennlinienteil 316 für kurze Verzögerung. Dieser Kennlinienteil liegt zwischen den Abschnitten für lang verzögerte Auslösung und sofortige Auslösung. Die vorliegende Erfindung gestattet die Einstellung sowohl des Ansprechwertes für kurze Verzögerung als auch der kurzen Verzögerungszeit, die durch die Pfeile 312 und 320 angedeutet ist.

Unter gewissen Bedingungen ist es wünschenswert, dass die Auslösezeit in dem Abschnitt kurzer Verzögerung auch umgekehrt zum Quadrat der Stromstärke variiert. Dies ist als I^2t -Kennlinie bekannt, was in Fig. 4 durch die gestrichelte Linie 310 angedeutet ist.

II. Beschreibung des Aufbaus und der Arbeitsweise des Ausführungsbeispiels der Erfindung

A. Der Leistungsschalter

Im folgenden wird Bezug genommen auf die Zeichnung, in der gleiche Bezugszeichen entsprechende Bauteile bezeichnen. Fig. 1 und 2 zeigen eine perspektivische Ansicht bzw. ein funktionelles Blockdiagramm eines ein gegossenes Gehäuse aufweisenden Leistungsschalters 10 gemäss der Erfindung. Wenngleich der Trennschalter 10 ein dreiphasiger Leistungsschalter ist, der Anwendung findet bei einem dreiphasigen elektrischen Schaltkreis, so ist die Erfindung selbstverständlich nicht hierauf beschränkt, denn es könnte auch ein einphasiger Schaltkreis oder eine andere Art von Mehrphasenschaltkreis verwendet werden. An Eingangsanschlüssen 12 ist eine Energiequelle, wie z.B. ein Transformator oder eine Schalttafel-Sammelschiene angeschlossen, an die Ausgangsanschlüsse 14 ist eine elektrische Last angeschlossen. Die die Anschlüsse 12 und 14 verbindenden internen Leiter 16 stehen ausserdem in Verbindung mit Trennkontakten 18, die zum selektiven Öffnen und Schliessen eines elektrischen Schaltkreises durch den Leistungsschalter in Abhängigkeit von von Hand oder automatisch eingeleiteten Befehlen öffnen und schliessen. Die Kontakte 18 werden mechanisch von einem Mechanismus 20 betätigt, der auf manuell oder automatisch gegebene Befehle anspricht, um die Kontakte 18 zu öffnen oder zu schliessen.

Jeder der internen Phasenleiter 16 ist von einem Stromwandler 24 umgeben, um den Pegel des Stromflusses durch den Leiter 16 zu ermitteln. Das Ausgangssignal der Stromwandler 24 gelangt zusammen mit dem Ausgangssignal eines Stromwandlers 28, der den Pegel des in dem Schaltkreis fließenden Erdstroms erfasst, zu einer Auslöseeinheit 26. Die Auslöseeinheit 26 überwacht permanent den Pegel der in dem Schaltkreis, an den der Schalter 10 angeschlossen ist, fließenden Phasen- und Erdschlussströme und gibt ein Befehlssignal an eine den Mechanismus 20 betätigende Auslösespule 22, um die Kontakte 18 immer dann zu öffnen, wenn elektrische Bedingungen in dem zu schützenden Schaltkreis vorbestimmte, in der Auslöseeinheit 26 gespeicherte Grenzwerte überschreiten. Unter normalen Betriebsbedingungen kann der Mechanismus 20 durch von Hand über eine Handbetätigungsvorrichtung 32 gegebene Befehle

veranlasst werden, die Kontakte 18 zu öffnen und zu schliessen. In Fig. 1 sieht man, dass der Leistungsschalter 10 ein gegossenes Isolierstoffgehäuse 34 aufweist. Die Anschlüsse 12 und 14 befinden sich auf der Rückseite des Gehäuses 34 und sind daher in Fig. 1 nicht zu sehen. Auf der rechten Seite des Gehäuses 34 ist ein Handgriff 36 angebracht, mittels dessen eine Bedienungsperson eine (nicht gezeigte) Feder in dem Mechanismus 20 spannen kann. Die Handbetätigungsvorrichtung 32 befindet sich in der Mitte des Gehäuses 34. Fenster 38 und 40 lassen den Spannungszustand der Feder bzw. die Stellung der Kontakte 18 erkennen. Ein Druckknopf 42 ermöglicht es der Bedienungsperson, einen internen Elektromotor in Gang zu setzen, um die Feder entsprechend der Handbetätigung mittels des Handgriffs 36 zu spannen. Mittels eines Druckknopfes 44 kann die Bedienungsperson bewirken, dass die Feder den Mechanismus 20 betätigt, um die Kontakte 18 zu schliessen. In ähnlicher Weise ermöglicht ein Druckknopf 46 der Bedienungsperson, die Feder und den Mechanismus zu veranlassen, die Kontakte 18 zu öffnen.

3. Auslöseeinheit

1. Frontplatte

Die Frontplatte der Auslöseeinheit 26 liegt auf der linken Seite des Gehäuses 34, wie man in Fig. 1 erkennt. Diese Platte, die im einzelnen in Fig. 5 dargestellt ist, enthält mehrere Anzeigelampen, Potentiometer, numerische Anzeigevorrichtungen sowie Schalter, die der Bedienungsperson ermöglichen, die elektrischen Parameter des zu schützenden Schaltkreises und die derzeit in die Auslöseeinheit eingegebenen Grenzwerte abzulesen und neue Grenzwerte einzugeben, falls dies erwünscht ist.

Ein Leistungssteckeeinsatz 78 wird in die Fronttafel der Auslöseeinheit 26 eingeschoben, um den maximalen Dauerstrom zu spezifizieren, der durch den von dem Leistungsschalter zu schützenden Schaltkreis fliessen darf. Dieser kann kleiner sein als die tatsächliche Leistung des Schalters, welche als System- oder Rahmengrösse bekannt ist. Beispielsweise kann die Systemgrösse des Leistungsschalters 1600 Ampere betragen; wenn der Leistungsschalter jedoch zunächst installiert wird, verbraucht der zu schützende Schaltkreis vielleicht nur 1000 Ampere. Daher kann ein Leistungssteckeeinsatz in die Auslöseeinheit eingesetzt werden, um sicherzustellen, dass der zulässige maximale Dauerstrom, der durch den Schalter fliessen darf, nur 1000 Ampere beträgt, selbst wenn der Leistungsschalter selbst in der Lage ist, 1600 Ampere sicher zu leiten.

Oben rechts in der Tafel der Auslöseeinheit ist eine Buchse 132 für eine Hilfs-Wechselspannungsquelle vorgesehen, wie man in Fig. 5 sieht. Diese Buchse wird dazu verwendet, dem Schaltkreis der Auslöseeinheit eine Hilfs-Wechselspannung als Betriebsspannung zuzuführen (separat von dem zu schützenden elektrischen Schaltkreis). Die Betriebsweise dieser Hilfs-Wechselspannungsversorgung wird im einzelnen im Abschnitt III.E. erläutert.

2. Blockdiagramm

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, dass die Auslösespule 22 über eine Leitung 136 von der Spannungsversorgung 144 gespeist wird. Der Stromfluss durch die Auslösespule wird gesteuert von einer nicht verriegelnden Schaltanordnung, wie z.B. einem schaltenden Feldeffekttransistor 192, der durch die Hauptschaltung der Auslöseeinheit betätigt wird. Die Verwendung eines nicht verriegelnden Schalters anstelle eines gesteuerten Siliciumgleichrichters (SCR) oder einer anderen Art von Schaltgerät gemäss dem Stand der Technik schafft verbesserten Schutz vor Störungen.

Der Leistungsschalter 10 enthält weiterhin drei parallel geschaltete, normalerweise geöffnete thermisch aktivierte

Schalter 141, die bezüglich des FET 192 parallel geschaltet sind. Diese Schalter sind körperlich auf den Leitungen 16 in der Nähe der Kontakte 18 montiert, auf jedem Phasenleiter 16 ist ein Schalter vorgesehen.

Jeder Schalter enthält ein Bimetallement, welches die Schalterkontakte schliesst, wenn die Temperatur des zugehörigen Leiters auf 150°C ansteigt, und zurücksetzt, wenn die Leitertemperatur unter 130°C abfällt. Wenngleich in dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel ein Bimetallschalter verwendet wird, können auch andere Arten thermisch aktivierter Schalter Anwendung finden, beispielsweise können Thermistoren auf dem Leiter montiert werden. Alternativ können auch Strahlungsfühler Anwendung finden. Infrarotdetektoren könnten die an den Kontakten oder Leitern erzeugte Wärme fühlen, während Ultraviolett- oder HF-Detektoren die Strahlung fühlen könnten, die durch Lichtbögen an Kontakten oder Anschlüssen entstehen.

Die Schalter 141 dienen zum direkten Erregen der Auslösespule 22 bei hohen Temperaturen. Zusätzlich steht die Hardware-Unterbrechungsleitung des Mikrocomputers mit der hohen Seite des Schalters 141 in Verbindung, um dem Mikrocomputer 154 zu signalisieren, dass eine Auslösung stattgefunden hat. Dies veranlasst die Ausführung geeigneter, in dem internen ROM des Mikrocomputers 154 gespeicherter Befehle, um Ausgangsdaten an eine Fernanzeige 145 zu geben. Da der Mechanismus 20 etwas mehr als 30 Millisekunden zum Öffnen der Kontakte im Anschluss an einen Auslösebefehl benötigt, hat die Auslöseeinheit 26 zwei vollständige Operationszyklen Zeit, selbst wenn von aussen keine Spannung eingespeist wird. Alternativ können die Schalter 141 nur mit dem Mikrocomputer 154 in Verbindung stehen, so dass dieser den Auslösevorgang in Gang setzt und Ausgangsdaten ebenso erzeugt, wie eine Überstrom-Auslösung.

Die elektrischen Parameter in dem Schaltkreis betreffende Information wird von den drei Phasenstromwandlern 24 geliefert, von denen jeder den Stromfluss durch den jeweiligen Phasenleiter des Schaltkreises überwacht. Der Wandler 28 umgibt die drei Phasenleiter des Schaltkreises und erfasst Ströme, die durch die Phasenleiter aus einer Quelle fliessen und dann über unzulässige Wege durch Erde zurückfliessen, was für gewöhnlich als Erdfehlerströme bezeichnet wird.

Die Signale von den Stromwandlern 24 gelangen an eine Gleichrichter- und Zuordnungsschaltung 142, die einen Gleichstrom abgibt, der proportional zu dem höchsten augenblicklichen Wechselstrom auf irgendeiner der drei Phasen ist. Die Schaltung 142 liefert die normale Betriebsspannung für die Auslöseeinheit über eine Spannungsversorgung 144. Die Wandler 24 und 28 dienen als Stromquellen und liefern an die Schaltung 142 eine begrenzte Spannung von etwa 40 Volt. Diese wird von der Spannungsversorgung 144 in drei Betriebsspannungen umgesetzt: Eine mit V_{REF} bezeichnete Referenz- oder Bezugsspannung von 1.67 Volt, eine Betriebsspannung von 5 Volt für den Mikrocomputer und die zugehörige Schaltung der Auslöseeinheit und eine Versorgungsspannung von 40 Volt, welche die Auslösespule 22 betätigt. Die Information von der Gleichrichter- und Zuordnungsschaltung 142, welche proportional ist zum derzeitigen Wert des Phasenstroms, gelangt ausserdem zu der Hilfsschaltung 140 und zur Hauptschaltung der Auslöseeinheit, wie in Fig. 2 angedeutet ist.

Das Signal von dem Erdstromwandler 28 gelangt an eine Gleichrichterschaltung 146, die eine alternative Quelle für die Betriebsspannung der Auslöseeinheit über die Spannungsversorgung 144 darstellt und ausserdem zum derzeitigen Wert des Erdstroms proportionale Information an die Schaltung der Auslöseeinheit gibt. An die Spannungsversorgung 144 kann ausserdem eine Betriebsspannung in der

Größenordnung von etwa 40 Volt durch eine externe Gleichspannungsquelle 148 gegeben werden; auch kann eine externe Wechselspannungsquelle 150 eine Versorgungsspannung über die Frontplattenbuchse 132 der Auslöseeinheit an einen Gleichrichter 152 und dann an die Spannungsversorgung 144 geben.

Die Hauptschaltung der Auslöseeinheit enthält einen Informationsprozessor und Ablaufsteuerung 154, wobei es sich z. B. um einen Mikrocomputer 8048 der Firma Intel Corporation handeln kann, der käuflich erworben werden kann. Ein Blockdiagramm der Steuerung 154 ist in Fig. 5A dargestellt. Hinsichtlich einer detaillierten Beschreibung des 8048-Mikrocomputers wird verwiesen auf das MCS-48 Microcomputer User's Manual, veröffentlicht von der Intel Corporation.

An den Datenbus 172 des Mikrocomputers 154 ist ein Analog/Digital-Umsetzer 156 angeschlossen, beispielsweise ein Umsetzer vom Typ ABC3084 der Firma National Semiconductor Corporation. Von einem Multiplexer 158 (z. B. vom Typ CD4051B) wird nach Massgabe einer von dem Mikrocomputer über das Port 1 an den Multiplexer 158 gegebenen Adresse einer von acht Eingängen für den Analog/Digital-Umsetzer (ADU) 156 ausgewählt. Die Eingänge sind: Spitzenwertgleichrichter 160 und 162 für die Phasenstrom-, bzw. Erdstromwerte, eine Mittelungsschaltung 164 zum Mittel des Phasenstroms, ein Paar Multiplexer 166 und 168 zum Ablesen der Frontplattenschalter und Potentiometer, die von dem Mikrocomputer über das Port 2 adressiert und ausgewählt werden, und vier Leitungen einer Bauartnummer-Kennzeichnungsvorrichtung 170. Die Kennzeichnungsvorrichtung 170 ermöglicht es dem Personal, dem Mikrocomputer 154 Information betreffend wahlweise Merkmale oder Betriebsarten zuzuleiten, so z. B. Information über die Erdschlusserfassung und die Möglichkeit serieller Eingabe/Ausgabe, mit der die spezielle Auslöseeinheit versorgt wird. Durch die Verwendung einer solchen Kennzeichnungsschaltung kann eine einzige Mikrocomputerkonfiguration für mehrere unterschiedliche Modelle der Auslöseeinheit 26 vorgesehen werden.

Weiterhin sind an den Datenbus 172 des Mikrocomputers ein externer Lesespeicher (ROM) 151 und ein Daten-Eingabe/Ausgabe-System 174 angeschlossen, durch das die Auslöseeinheit mit anderen Bauteilen des Leistungsschalters des elektrischen Energieverteilungssystems Information austauschen kann. Die Betriebsspannung für das Daten-Eingabe/Ausgabe-System wird von einer separaten Spannungsversorgung 176 geliefert, wobei die Versorgungsspannung von dem Fünf-Volt-Bus der Spannungsversorgung 144 abgeleitet wird. Wie in einem späteren Abschnitt noch ausführlich beschrieben wird, handelt es sich bei der Daten-E/A-Spannungsversorgung 176 um eine gepulste Spannungsversorgung, die von einer an das Port 1 des Mikrocomputers 154 angeschlossenen Leitung 178 aktiviert wird.

Die Eingabe in den Mikrocomputer 154 von den Grenzwertpotentiometern und -schaltern der Auslöseeinheit-Frontplatte erfolgt, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, über Multiplexer 166 und 168, die zu dem Multiplexer 158 führen. Die Ausgabeinformation für die Frontplatten-Anzeigevorrichtung mit den Leuchtdioden 84 bis 100 und den numerischen Anzeigen 80 und 82 kommt vom Mikrocomputer 154 über das Port 2. Port 2 liefert ausserdem Adressen- und Auswahlinformation an die Multiplexer 166 und 168.

Port 1 des Mikrocomputers 154 hat vielfältige Funktionen. Die Steuerung des ADU 156 erfolgt über eine Leitung 180 vom Port 1 aus, um einen Schalttransistor 182 zu schalten, welcher die Bezugsspannung für den ADU ändert. Die Eingabe in den ADU 156 durch den Multiplexer 158 wird über eine Leitung 184 vom Port 1 gesteuert, um einen Schalttransi-

stor 186 zu betätigen und dadurch den zu dem ADU 156 führenden Multiplexerausgang unter Steuerung des durch den Mikrocomputer 154 abgearbeiteten Programms selektiv zu erden. Dies wird im folgenden noch erläutert. Das Erden des Ausgangs des Multiplexers 158 bei gleichzeitiger Auswahl eines der Spitzenwertgleichrichter 160 und 162 veranlasst ein Rücksetzen der Spitzenwertgleichrichter.

Vom Port 1 des Mikrocomputers gelangt über Adressleitungen 188 Adressinformation an den Multiplexer 158, wodurch dieser eine Auswahl unter seinen verschiedenen Eingängen 160, 162, 164, 166, 168 und 170 trifft.

Die Steuerung der Auslösespule 22 erfolgt durch den Mikrocomputer 154 über das Port 1 und eine Auslöseleitung 190. Wenn also bestimmt wird, dass ein Auslösevorgang stattfinden hat, sendet der Mikrocomputer 154 über das Port 1 ein Signal auf der Auslöseleitung 190, welches den Schalttransistor 192 veranlasst, die Auslösespule 22 zu erregen, den Mechanismus 22 zu aktivieren und die Kontakte 18 zu trennen.

3. Betriebsarten

Betriebsart 1: Niedrige Leistung

Diese Betriebsart ist vorgesehen für sehr geringe Stromstärken des durch den Leistungsschalter fließenden Stroms (weniger als 0,25 Einheiten der System- und Nennleistung), wenn der Auslöseeinheit keine externe Leistung zugeführt wird. Unter diesen Bedingungen kann der Auslöseeinheit nicht kontinuierlich die notwendige Betriebsspannung zugeführt werden, und einige der normalen Funktionen der Auslöseeinheit können nicht zuverlässig durchgeführt werden. Daher erzeugt die Spannungsversorgung einen Spannungsvorgangsimpuls für die Schaltung der Auslöseeinheit, welcher ausreicht, einen normalen Betriebszyklus der Auslöseeinheit durchzuführen, aber auf der numerischen Anzeige 80 lediglich den Wert des derzeit durch den Schalter fließenden Phasenstroms anzeigen kann. Dieser Wert wird durch die Anzeige blinkend dargestellt, wobei sich die Blinkfrequenz mit ansteigendem Laststrom erhöht. Bei Lastströmen über 0,25 Einheiten der Systemnennleistung wird in der Betriebsart 2 gearbeitet.

Betriebsart 2: Normal

In dieser Betriebsart wird gearbeitet, wenn der Laststrom grösser als 0,25 Einheiten der Systemnennleistung, jedoch kleiner als 1,0 Einheiten der Leistungssteckeeinsatz-Nennleistung ist, oder wenn die Auslöseeinheit extern gespeist wird.

Wie man aus Fig. 5 ersehen kann, enthält die Frontplatte der Auslöseeinheit eine Anzahl von Einstellpotentiometern, Leuchtdiodenanzeigen (LED's), Druckknopfschaltern und Zwei-Stellungs-Schaltern. Die Frontplatte enthält weiterhin ein Paar numerischer Anzeigen 80, 82. Die elektronische Schaltung innerhalb der Auslöseeinheit veranlasst die numerischen Anzeigen 80 und 82, sequentiell den augenblicklichen Wert der elektrischen Bedingungen in dem zu schützenden Schaltkreis und die verschiedenen Grenzwerteinstellungen anzuzeigen, die durch die Zeit/Strom-Auslösekurve des Leistungsschalters definiert sind, so wie diese Werte gerade eingestellt sind. Im eingeschalteten Zustand zeigen die Leuchtdioden durch die jeder Anzeige zugeordnete Beschriftung an, welcher Wert zu jedem Zeitpunkt durch die numerischen Anzeigen 80 und 82 dargestellt wird. Nach Wunsch können die auf den numerischen Anzeigen 80 und 82 zur Anzeige gelangenden Zahlenwerte auch über den SER AUS-Anschluss des Daten-E/A-Systems 174 zu einer fernen Stelle gesendet werden.

Bei der folgenden Erläuterung der in Fig. 5 dargestellten Frontplatte der Auslöseeinheit soll von oben nach unten vorgegangen werden. Die Leuchtdiodenanzeige 84 trägt links die Bezeichnung «Phasenstrom» und rechts die Bezeichnung

«Erdstrom». Wenn die Leuchtdiode eingeschaltet ist, bedeutet dies, dass die derzeitige, auf den Einheitswert bezogene Stromstärke in der zu schützenden dreiphasigen Schaltung in der linken numerischen Anzeige 80 zur Anzeige gebracht wird und dass der derzeitige, auf eine Einheit bezogene Wert des Erdstroms in der zu schützenden Schaltung auf der rechten digitalen Anzeige 82 angezeigt wird. In ähnlicher Weise trägt die Leuchtdiode 86 die Bezeichnung «Spitzen-KW-Einstellwert» bzw. «Spitzen-KW seit letztem Rücksetzen». Wenn diese Leuchtdiode eingeschaltet ist, ist der in der linken numerischen Anzeige 80 dargestellte Wert

der von der zu schützenden Schaltung gelieferte Kilowatt-Wert, der die Erzeugung eines «Nachfrage»-Signals durch das Daten-Eingabe/Ausgabe-System veranlasst. Auf der numerischen Anzeige 82 wird der Spitzenwert der Kilowattzahl angegeben, die seit dem letzten Zurückstellen der Anzeige (durch den rechts daneben befindlichen Druckknopf 105) durch den Schalter gezogen wurden. Die Leuchtdioden 88 und 90 zeigen entsprechend «derzeitige KW» und «MW × Stunden» bzw. den mit der Leitungsspannung wie folgt multiplizierten Leistungsfaktor («PF × Leitungsspannung») an:

$$\text{Derzeitige KW} = \text{derzeitiger Phasenstrom} \times (\text{Leistungsfaktor} \times \text{Leitungsspannung})$$

von Bedienungsperson über
Frontplatte eingegeben

$$\text{tatsächliche Megawatt-Stunden} = (\text{MW} \times \text{Stunden}) \times \text{System-Nennleistung}$$

Hierdurch kann ein Benutzer auf einfachere Weise für sein System Energiemanagementfunktionen wahrnehmen. Es wird nicht nur eine dauernde Anzeige der augenblicklichen Nachfrage, der Spitzennachfrage und des Gesamtenergieverbrauchs geschaffen, sondern darüber hinaus kann durch das über das Daten-E/A-System in Abhängigkeit der «Spitzen-KW»-Überwachungsfunktion gelieferte Ausgangssignal eine Alarmierung oder automatische Lastabschaltung erfolgen.

Nach Wunsch kann dem Leistungsschalter 10 ein Potentialwandler hinzugefügt werden, um die Leiterspannung zu überwachen, so dass das Eingeben eines Wertes der Leitungsspannung nicht notwendig ist. Weiterhin könnte ein Hochgeschwindigkeits-ADU hinzugefügt werden, um die Leitungsspannung und den Phasenstrom mit einer so hohen Geschwindigkeit abzutasten, dass eine direkte Berechnung der Leistung möglich ist, so dass die Bedienungsperson nicht mehr den Leistungsfaktor eingeben muss.

Unter dem Leistungssteckeeinsatz 78 erkennt man eine Reihe von Leuchtdioden, die die Bezeichnung «Sofort», «lange Verzögerung», «kurze Verzögerung» und «Erdschluss» tragen. Links von der Reihe der Leuchtdioden findet sich die Beschriftung «Strom-Ansprechwert», rechts die Beschriftung «Zeit in». Wenn die mit «Sofort» beschriftete Leuchtdiode 92 leuchtet, so bedeutet dies, dass der Wert des Stroms, welcher zu einer sofortigen Abschaltung führt, derzeit in der linken digitalen Anzeige 80 zur Anzeige gelangt. Per definitionem erfolgt die sofortige Auslösung unmittelbar, so dass keine entsprechende Zeit angezeigt wird und die Anzeige 82 leer ist. Wenn die Leuchtdiode 94 mit der Bezeichnung «lange Verzögerung» leuchtet, so zeigt dies an, dass die linke numerische Anzeige 80 derzeit den Stromwert anzeigt, bei dem eine lange verzögerte Auslösung eingeleitet wird, während die rechte numerische Anzeige 82 in Sekunden den Zeitparameter einer lange verzögerten Auslösung darstellt. Diese Zeit- und Stromwerte entsprechen der oben im Zusammenhang mit der Zeit/Strom-Auslösekurve des Leistungsschalters erläuterten lange verzögerten Auslösung.

Wenn die Leuchtdiode 96 mit der Bezeichnung «kurze Verzögerung» leuchtet, zeigt die linke numerische Anzeige 80 den Stromwert an, welcher eine kurz verzögerte Auslösung veranlasst, während die rechte numerische Anzeige 82 in Perioden die Zeitdauer einer kurz verzögerten Auslösung angibt. Wenn die Leuchtdiode 98 mit der Beschriftung «Erdschluss» leuchtet, zeigt die linke numerische Anzeige 80 den Wert des Erdstroms an, der eine Erdschluss-Auslösung veranlasst, während die rechte numerische Anzeige 82 die Anzahl von Perioden anzeigt, die zwischen der Erfassung des Erd-

schlussstroms und dem Befehl zum Auslösen des Trennschalters liegen.

Wie man aus Fig. 5 ersieht, besitzen einige der Beschriftungen das Symbol eines voll ausgezeichneten Kreises, wohingegen andere Beschriftungen ein voll ausgezogenes Quadrat aufweisen. Die kreisförmigen Symbole zeigen an, dass der zu der jeweiligen Beschriftung gehörige Parameter als Vielfaches der Systemnennleistung angezeigt wird. Die mit einem rechteckigen Symbol versehenen Parameter werden als Vielfache der Leistungssteckeeinsatz-Nennleistung angezeigt. Als Beispiel sei angenommen, dass die Anzeigen 80 und 82 momentan die Werte 0,61 bzw. 0,003 anzeigen und die Leuchtdiode 84 erleuchtet sei. Dies bedeutet einen derzeitigen Phasenstrom von 976 Ampere ($0,61 \times \text{System-Nennleistung} = 0,61 \times 1600 \text{ A} = 976$) und einen derzeitigen Erdstrom von 3,6 Ampere ($0,003 \times \text{Leistungssteckeeinsatz-Nennleistung} = 0,003 \times 1200 \text{ A} = 3,6 \text{ A}$).

Ein Paar von Miniaturschaltern 102 und 104, die die Bezeichnung «I-T-Verhalten» tragen, werden zum Variieren der Form der Zeit/Strom-Auslösekurve in den Bereichen für kurze Verzögerung, bzw. Erdschluss verwendet. Wenn die Schalter 102 und 104 in der unteren Stellung sind, bedeutet dies, dass die Abschnitte «Erdschluss» und «kurze Verzögerung» der Kurve nicht eine I-T-Schräge übersteigen, sondern statt dessen horizontal verlaufen. Wenn die Schalter 102 und 104 in der oberen Stellung sind, wird die I-T-Kennlinie verwendet, und die Auslösung mit kurzer Verzögerung hat die in Fig. 4 dargestellte Gestalt.

Ein an den zugehörigen Schaltkreis angeschlossener Potentialwandler könnte dazu verwendet werden, Daten betreffend die Leitungsspannung zu erhalten, und eine schnelle Abtastung und eine direkte Multiplikation der Augenblickswerte des Phasenstroms und der Leitungsspannung könnten zum Berechnen der Wirkleistung herangezogen werden. Das hier offenbarte Verfahren jedoch stellt ein geeignetes und kostenwirksames Verfahren dar, welches die bei Potentialwandlern auftretenden Isolationsprobleme vermeidet.

Zusammengefasst: Im normalen Betrieb werden die folgenden Verarbeitungsschritte nacheinander ausgeführt, wobei sich die gesamte Sequenz pro Sekunde 60 mal wiederholt: Spitzen-KW, MW-Stunden-Integration, sofortige Auslösung, lang verzögerte Auslösung, kurz verzögerte Auslösung und Erdschlussauslösung.

Darüber hinaus werden die folgenden Werte nacheinander paarweise angezeigt, wobei jede Anzeige 4 Sekunden dauert: DERZEITIGER PHASENSTROM – DERZEITIGER ERDSTROM, SPITZEN-KW-EINSTELLWERT (Nachfrage) –

SPITZEN-KW SEIT RÜCKSETZEN, DERZEITIGE KW-MWH, LEISTUNGSFAKTOR \times LEITUNGSSPANNUNG, ANSPRECHWERT FÜR SOFORTIGE AUSLÖSUNGSZEIT, ANSPRECHWERT FÜR LANGE VERZÖGERUNGSZEIT, ANSPRECHWERT FÜR KURZE VERZÖGERUNGSZEIT, ANSPRECHWERT FÜR ERDSCHLUSSZEIT.

Betriebsart 3: Überstrom- und Auslösebetriebsart

In dieser Betriebsart wird gearbeitet, wenn entweder der Phasenstrom über dem Ansprechwert für lange Verzögerung liegt oder der Erdstrom über dem Ansprechwert für Erdstrom liegt. Die Abfolge der angezeigten Werte und der Leuchtdiodenanzeige wird wie in der Betriebsart 2 fortgesetzt, selbst wenn der Leistungsschalter überlastet ist. Darüber hinaus wird die Leuchtdiode 94 für den Ansprechwert für lange Verzögerung eingeschaltet.

Wenn die Überstrom- oder Erdschlussbedingung andauert, leitet die Auslöseeinheit eine Auslösung nach Massgabe der von dem Benutzer geladenen Zeit/Strom-Auslösekennlinie ein. Wenn eine Auslösung erfolgt, wird die die Auslösung in Gang setzende Funktion (lange Verzögerung, kurze Verzögerung, sofortiges Ansprechen oder Erdschluss) auf der Frontplatte durch Erregen der entsprechenden Leuchtdiode 92, 94, 96 oder 98 angezeigt. Die Information über die Ursache der Auslösung wird von dem Daten-E/A-System an die Fernanzeige 145 gegeben. Zusätzlich wird der auf die Einheit bezogene Phasen- oder Erdschlussstrom, der die Auslösung verursacht hat, auf der numerischen Anzeige 80 angezeigt und festgehalten.

Zusätzlich zu der seitens des Mikrocomputers veranlassten Auslösung weist der Leistungsschalter die Thermoschalter 141 als Sicherungssystem auf. Sollte dieses System eine Auslösung in Gang setzen, wird die «Sofort»-Leuchtdiode 92 erleuchtet, auf der numerischen Anzeige wird ein Wert von 15,93 Stromeinheiten angezeigt, und von dem Daten-E/A-System wird ein Signal «Sofort» abgegeben.

Betriebsart 4: Parametereinstellung

Wie man aus Fig. 5 ersieht, enthält die Frontplatte der Auslöseeinheit ausserdem mehrere Grenzwertpotentiometer, die den verschiedenen Beschriftungen auf der Frontplatte der Auslöseeinheit zugeordnet sind. Diese Potentiometer sind vorgesehen, damit eine Bedienungsperson die Schaltungsanordnung der Auslöseeinheit einstellen kann, um die Art der Auslösekennlinien zu definieren, die von der Auslegung des gesamten elektrischen Verteilungssystems gefordert werden. Wenn eine Bedienungsperson eines der Potentiometer auswählt, beispielsweise das Potentiometer «Stromansprechwert SOFORT» 112, so wird diese Einstellung von der Schaltung der Auslöseeinheit erfasst, und die sequentielle Anzeige der Werte wird unterbrochen. Der eingestellte Parameterwert wird sofort auf der numerischen Anzeige angezeigt, und die entsprechende Leuchtdiodenanzeige wird eingeschaltet. Wenn z.B. gewünscht wird, den Stromansprechwert für die sofortige Auslösung einzustellen, steckt die Bedienungsperson einen Schraubendreher oder ein anderes Werkzeug in das Potentiometer 112 und dreht es. Sofort erleuchtet die Leuchtdiodenanzeige «Sofort» 92, und der derzeitige Stromansprechwert für die sofortige Auslösung wird auf der numerischen Anzeige 80 angezeigt. Diese Zahl wird im auf Einheiten bezogenen Format angegeben, d.h. als Vielfaches der System-Nennleistung, wie es durch das ausgezogene runde Symbol spezifiziert wird. Wenn also das Potentiometer 112 gedreht wird, ändert sich der in der Anzeige 80 dargestellte Wert langsam, indem er in diskreten Schritten von beispielsweise 1,00 bis zu dem maximal zulässigen Wert ansteigt, wie er innerhalb der Auslöseeinheit gespeichert ist. Dieser Wert

beträgt hier 10,0. Wenn der gewünschte Wert erreicht ist, wird die Einstellung des Potentiometers beendet und die Auslöseeinheit nimmt ihre sequentielle Abtastung und Anzeige der derzeitigen Werte und Einstellungen wieder auf. In ähnlicher Weise kann jedes der Potentiometer auf der Frontplatte der Auslöseeinheit eingestellt werden, um die gewünschte Parametereinstellung vorzunehmen.

In der Vergangenheit hat die Einstellung von Parameterwerten unter Verwendung von Potentiometern in Verbindung mit digitalen Schaltungen Probleme aufgeworfen. Es bestand beispielsweise die Tendenz, dass sich der eingestellte Wert eines Potentiometers von Minute zu Minute änderte, was unmittelbar zu einem anderen angezeigten Wert führte. Dies verursachte eine lästige schnelle Änderung der Anzeige, welche die Einstellung schwierig machte. Weiterhin verursachten Temperaturschwankungen und andere weniger wichtige Störungen in der Schaltung eine Änderung der Anzeige und des eingestellten Wertes des Potentiometers, selbst wenn keine Einstellung vorgenommen wurde. Darüber hinaus verhinderte früher manchmal ein Fehler des Potentiometers, dass der festgelegte Parameter überhaupt lesbar war.

Um diese Probleme zu vermeiden, verwendet die vorliegende Erfindung die Potentiometer zum Auswählen eines von acht vorbestimmten Parameterwerten, die in dem ROM des Mikrocomputers der Auslöseeinheit gespeichert sind. Somit dient das Potentiometer als diskreter Mehrstellungsschalter anstelle einer kontinuierlich veränderbaren Einstell-einrichtung. Im Falle des Versagens eines Potentiometers wählt die Auslöseeinheit den engsten Wert des dem fehlerhaften Potentiometer zugeordneten Parameters für die Verwendung bei den Überwachungsfunktionen aus.

Um die Einstellung noch bequemer zu gestalten, enthält die Auslöseeinheit eine Hystereseeigenschaft, die im einzelnen im Abschnitt III.C. beschrieben wird.

Ferner können Parameter von einer externen Schaltung über den Anschluss SER EIN des Daten-E/A-Systems 174 eingegeben werden.

Betriebsart 5: Testbetrieb

Die hier dargestellte Auslöseeinheit weist ausserdem eine TEST-Betriebsart auf. Durch Drücken eines der Druckknopfschalter 128, 130 kann eine Überstrombedingung bzw. eine Erdschlussbedingung simuliert werden. Wenn sich der Schalter 106 in der Stellung «nicht auslösen» befindet, bestimmt sich der zu simulierende Fehlerstromwert durch die Einstellung des Potentiometers 120, wenn der Schalter 128 oder 130 gedrückt ist. Befindet sich der Schalter 106 in der Stellung «auslösen», werden feste Werte für den Fehlerstrom simuliert. Diese simulierte Überstrom- oder Erdschlussbedingung führt entweder zu einem tatsächlichen Öffnen der Kontakte des Leistungsschalters oder nicht, wie es durch die Einstellung des «auslösen»/«nicht auslösen»-Schalters 106 bestimmt wird. In jedem Fall wird der Test nach dem Loslassen der Druckknöpfe 128, 130 eingeleitet, was das Aufleuchten der «Testbetrieb»-Leuchtdiode 100 zur Folge hat. Wenn der Verzögerungszeitraum zu Ende geht, wird die entsprechende Leuchtdiode 92, 99 oder 96 erleuchtet, wodurch die erfolgreiche Beendigung des Tests angezeigt wird. Wenn der Schalter 106 in die Stellung «auslösen» gebracht ist, öffnen sich auch die Kontakte des Leistungsschalters.

Durch die Verwendung der Testbetriebsart bei der Schalterstellung «kein Auslösen» kann eine Bedienungsperson jeden gewünschten Punkt in der Zeit/Strom-Auslösekennlinie prüfen. Er tut dies durch Drücken des gewünschten Testknopfes 128 oder 130, und durch Eingeben des gewünschten Vielfachens des maximalen Dauerstroms

über das Test-Potentiometer 120. Dann lässt er den gewünschten Phasen- oder Erdschluss-Testknopf 128 oder 130 los. Die Auslöseeinheit simuliert einen Fehler bei dem Pegel des über das Test-Potentiometer 120 eingegebenen Vielfachen des maximalen Dauerstroms und simuliert eine Auslösung, ohne dass die Kontakte tatsächlich geöffnet werden.

Nach Beendigung des Tests wird die Leuchtdiode 92, 94, 96 oder 98 eingeschaltet, um anzuzeigen, ob der ausgelöste Schalter in der Betriebsart «sofort», «lange Verzögerung», «kurze Verzögerung» oder «Erdschluss» ausgelöst hat. Die Anzeige 80 zeigt im Einheitswert die Stromstärke an, bei der der Leistungsschalter «ausgelöst», d.h. «abgeschaltet» wurde (dieser Wert ist derselbe Wert, der über das Potentiometer 120 eingegeben wurde), und die Anzeige 82 zeigt die Anzahl von Sekunden oder Perioden (was durch die Leuchtdiode 92, 94, 96 oder 98 spezifiziert wird), die auf das Einleiten des Tests, bei dem der Schalter ausgelöst wurde, gefolgt sind.

Während der Durchführung eines Tests erfolgt eine Bestimmung, welcher von den folgenden Werten der grössere Wert ist: Tatsächlicher Phasen-(oder Erd-)Strom oder simulierter Phasen-(oder Erd-)Strom; der grössere der zwei verglichenen Werte wird mit den verschiedenen Einstellwerten verglichen. Auf diese Weise kann ein Test stattfinden, ohne dass die Schutzfunktion unterbrochen oder ausgesetzt wird. Wenn weiterhin der simulierte Strom grösser ist als der tatsächliche Strom, beide Werte jedoch grösser sind als der Ansprechwert für lange Verzögerung, erfolgt am Ende des Tests eine Auslösung, und zwar ungeachtet der Steilung des «auslösen»/«nicht auslösen»-Schalters 106.

Die Bedienungsperson kann dann den angezeigten Zeit/Strom-Wert aufzeichnen, um zu sehen, ob dieser Punkt auf der gewünschten Zeit/Strom-Auslösekennlinie liegt. Auf diese Weise kann jede beliebige Anzahl von Punkten getestet werden, was eine vollständige Verifizierung der in die Auslöseeinheit eingegebenen Auslösekennlinie gestattet.

C. Fernanzeige und Spannungsversorgung

An die Auslöseeinheit 26 kann weiterhin eine Fernanzeige und Spannungsversorgung 145 angeschlossen sein. Dieses Gerät schafft die Möglichkeit, an einer von dem Leistungsschalter 10 entfernten Stelle eine Anzeige darüber zu erhalten, dass der Schalter ausgelöst wurde und was die Ursache für die Auslösung war. Weiterhin kann das Gerät 145 anzeigen, wenn die Spitzen-Leistungsnachfrage einen voreingestellten Grenzwert überschritten hat. Diese Anzeigen erfolgen über vier Leuchtdioden, die folgenden Bedingungen entsprechen: «Spitzen-KW-Nachfrage überschritten», «Überstromauslösung» (lange Verzögerung), «Kurzschlussauslösung» (sofortige, kurz verzögerte oder thermische Auslösung) und «Erdschlussauslösung».

Ausserdem sind in der Fernanzeige 145 zwei Relais vorgesehen. Ein Relais wird bei Erhalt einer Spitzen-KW-Nachfrage-Anzeige betätigt, um eine automatische Lastabschaltung zu ermöglichen. Das andere Relais wird bei Erhalt irgendeiner Art von Auslöse-Anzeige betätigt, um eine Alarmglocke oder eine Alarmlampe einzuschalten oder eine andere gewünschte Funktion einzuleiten.

Das Gerät 145 enthält weiterhin eine von der Wechselstromleitung gespeiste Spannungsversorgung, die 32 Volt Gleichspannung abgibt. Der Ausgang dieser Spannungsversorgung ist an den in Fig. 2 gezeigten Anschluss EXT DC 148 angeschlossen.

Eine ausführliche Beschreibung der Schaltungsanordnung der Fernanzeige und Spannungsversorgung ist im Abschnitt III.E. enthalten.

III. Beschreibung der elektrischen Schaltung

A. Arithmetisch-logischer und Steuer-Prozessor

Der arithmetisch-logische und Steuer-Prozessor 154 ist ein Microcomputer 8048 der Firma INTEL Corporation. Aus Fig. 5A ist ersichtlich, dass der einzelne 40 Anschlussstifte aufweisende Baustein folgende Funktionen enthält: Eine arithmetisch-logische Einheit von 8 Bits, eine Steuereinheit, einen $1\text{ K} \times 8\text{-Bit-ROM}$ -Programmspeicher 153, einen $64 \times 8\text{-Bit-RAM}$ -Datenspeicher 157, einen bidirektionalen 8-Bit-Datenbus 172 und zwei quasi-bidirektionale 8-Bit-Ports PORT 1 und PORT 2. Weiterhin sind zusätzliche Steuerleitungen vorgesehen. Hinsichtlich einer ausführlicheren Beschreibung sei verwiesen auf das schon oben erwähnte MST48 Microcomputer Users Manual. Unter Bezugnahme auf die Figuren, spezielle auf Fig. 2, soll nun die Verschaltung des Mikrocomputers 154 beschrieben werden.

Der achtadrige Datenbus 172 ist an die acht Ausgangsanschlüsse des ADU 156 angeschlossen. Die 8 Bits umfassenden Digitalwerte, die von dem ADU geliefert werden, werden dadurch von dem Mikrocomputer 154 durch folgende Sequenz gelesen: Auf der WR-Leitung des Mikrocomputers 154 wird ein Impuls an den ADU 156 gegeben, der dem ADU befiehlt, die an seinen Eingangsanschlüssen anstehende Analoggrösse in einen 8-Bit-Digitalwert umzuwandeln. Nach Beendigung des Umwandlungsvorganges erzeugt der ADU 156 auf der an den TI-Testanschluss des Mikrocomputers angeschlossenen Leitung einen Impuls. Der Mikrocomputer erzeugt dann einen Impuls auf der RD-Leitung, welcher das von dem ADU erzeugte Bit-Muster in den Akkumulator des Mikrocomputers 154 überträgt.

Der Datenbus 172 ist ausserdem an das Daten-Eingabe/Ausgabe-System 174 angeschlossen, um der Auslöseeinheit 26 zu ermöglichen, mit anderen Leistungsschaltern und mit der Fernanzeige/Spannungsversorgung 145 in Übermittlungsverbindung zu treten. Das Daten-Eingabe/Ausgabe-System wird im Abschnitt III.G. vollständig beschrieben werden.

Port 1 und Port 2 des Mikrocomputers schaffen die Möglichkeit, mit anderen Bauelementen der Auslöseeinheit 26 Information auszutauschen und Steuerungsaufgaben wahrzunehmen. Die spezielle Verschaltung soll im folgenden beschrieben werden.

45 Port 1:

Leitung 0, Leitung 1, Leitung 2: Diese Leitungen liefern die Kanaladresseninformation vom Mikrocomputer 154 an den Multiplexer 158, wie in Fig. 2 bei 188 angedeutet ist.

Leitung 3: Diese Leitung (180 in Fig. 2) betätigt den FET 182, um die an den ADU 156 gegebene Bezugsspannung zu ändern und dadurch die Auflösung für die Phasenstrommessung für lange Verzögerung zu erhöhen.

Leitung 4: Diese Leitung aktiviert den Transistor 192 zum Erregen der Auslösespule 22 und zum Veranlassen des Mechanismus 22, die Kontakte 18 des Schalters zu öffnen. Leitung 4 ist in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 190 kenntlich gemacht.

Leitung 5: Diese Leitung betätigt den FET 186 zum Erden des Ausganges des Multiplexers 158, wodurch ebenfalls der Eingang des Multiplexers 148, der zu dieser Zeit ausgewählt ist, geerdet wird. Dadurch kann das Aktivieren der Leitung 5 (184 in Fig. 2) die Spitzenwertgleichrichter 160 und 162 zurücksetzen, wenn diese von dem Multiplexer 158 ausgewählt werden.

Leitung 6: Diese Leitung aktiviert die Chipauswahl-(Chip Select)Klemme des Externen ROM, wenn eine Leseoperation durchgeführt wird.

Leitung 7: Diese Leitung (178 in Fig. 2) erregt die Span-

nungsversorgung 176 des Daten-Eingabe/Ausgabe-Systems 174 periodisch.

Port 2:

Leitung 0, Leitung 1, Leitung 2, Leitung 3: Diese Leitungen übertragen die von dem Mikrocomputer 154 an die Frontplatten-Anzeigevorrichtung 155 gesendeten Daten. Wie man aus Fig. 6 ersieht, gelangen diese Digitalwerte über die genannten Leitungen an einen Zwischenspeicher-Decoder 194 zwecks Anzeige auf den numerischen Anzeigen 80 und 82. Leitung 0, Leitung 1 und Leitung 2 (207 in Fig. 6 und Fig. 7) übertragen ausserdem Kanaladressinformation an die Multiplexer 206, 166 und 168. Leitung 3 (216 in Fig. 7) ist an die INHIBIT-Anschlüsse der Multiplexer 166 und 168 angeschlossen und dient zum Kippen oder selektiven Aktivieren der Multiplexer 166 und 168.

Leitung 4: Diese Leitung betätigt den Transistor 198, um den Dezimalpunkt der numerischen Anzeigen 80 und 82 zu erleuchten.

Leitung 5: Diese Leitung ist an den «Zwischenspeicher-Freigabe»-Anschluss des Zwischenspeicher-Decoders 194 angeschlossen und dient zum Einspeichern der auf den Leitungen 0 bis 3 am Zwischenspeicher-Decoder 194 erscheinenden Datenwerte.

Leitung 6: Diese Leitung erregt den Transistor 208, der in Verbindung mit den Ausgangsleitungen des Zwischenspeicher-Decoders 194 die Leuchtdiodenanzeigen 84 bis 98 aktiviert.

Leitung 7: Diese Leitung ist an den INHIBIT-Anschluss des Multiplexers 206 angeschlossen (212 in Fig. 6).

Der Unterbrechungs-(Interrupt) Anschluss 143 des Mikrocomputers ist an die Hochspannungsseite der Thermoschalter 141 angeschlossen. Das Aktivieren dieser Schalter bewirkt daher, dass der Unterbrechungsanschluss 143 auf niedriges Potential (LOW) geht und die Unterbrechungsbeefehle in dem ROM mit der Abarbeitung beginnen, wodurch die thermische Auslösung behandelt wird und eine sofortige Auslösung angezeigt wird.

B. Frontplatten-Anzeigevorrichtung

Ein detailliertes schematisches Diagramm der Frontplatten-Anzeigevorrichtung gemäss Fig. 2 ist in Fig. 6 dargestellt. Wie aus der Skizze ersichtlich ist, ist ein 7-Segment-Zwischenspeicher-Decoder 194 (z.B. vom Typ CD 4511B) vorgesehen. Von den Leitungen 0-3 des Ports 2 des Mikrocomputers 154 wird ein 4-Bit-Eingangssignal geliefert. Die Decoderschaltung 194 liefert auf sieben Leitungen ein Ausgangssignal über ein Lastwiderstandsfeld 196 an ein Paar vierstelliger 7-Segment-LED-Anzeigen 80 und 82. Eine achte Leitung aktiviert den Dezimalpunkt der digitalen Anzeigen 80 und 82 über einen Transistor 198, der über eine Leitung 200, die ebenfalls an das Port 2 des Mikrocomputers 154 angeschlossen ist, betätigt wird. Eine Treiberschaltung 202 und ein Transistor 204 werden von einer Multiplexerschaltung 206 gesteuert, die z.B. vom Typ CD4051B ist. Als Eingangssignal wird der Multiplexerschaltung 206 ein 3-Bit umfassendes Auswahl-Signal angeboten, welches ebenfalls von drei Leitungen 206 des Ports 2 des Mikroprozessors abgegeben wird. Die Leuchtdiodenanzeigen 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98 und 100 werden über den Transistor 208 von einer von Port 2 des Mikrocomputers 154 kommenden Leitung in Verbindung mit den digitalen Anzeigen 80 und 82 aktiviert. Die «Test»-Leuchtdiode 100 wird ebenfalls von dem Transistor 108 und einem zusätzlichen Transistor 210 in Verbindung mit einer INHIBIT-Leitung 212, die ebenfalls vom Port 2 des Mikrocomputers an den Multiplexer 206 gelegt ist, aktiviert.

C. Parametereingabe

Grenzwerte für die Auslöseeinheit 26 werden von den Potentiometern 108-120 geliefert, wie in den Fig. 2, 5 und 7 dargestellt ist. Jedes der Potentiometer ist mit einem Ende seines Widerstandselementes an die V_{REF} -Quelle angeschlossen, die andere Klemme des Widerstandselementes ist geerdet. Der Schleifer jedes Potentiometers steht in Verbindung mit einem Eingangsanschluss eines der Multiplexer 166 und 168, bei denen es sich z.B. um Multiplexer vom Typ CD4051B handelt. Auf diese Weise liefert jedes der Potentiometer ein analoges Spannungssignal an die zugehörige Multiplexer-Eingangsklemme. Diese Eingangsklemmen werden von der 3-Bit-Adressleitung 214 und einer INHIBIT-Leitung 216 ausgewählt, die an das Port 2 des Mikroprozessors angeschlossen sind.

Die Zwei-Stellungs-Schalter 102, 104 und 106 entsprechen den I-T-Ein-/Aus-Schaltern für Phasen- und Erdstrom und einer «Auslösen»/«nicht Auslösen»-Funktion für den Testbetrieb. Man sieht, dass diese Schalter dazu dienen, einen variablen Spannungsteiler zwischen V_{REF} und Erde zu bilden, der irgendeinen von sechs Analogspannungswerten an einen Anschluss des Multiplexers 178 gibt. In ähnlicher Weise entsprechen Druckknopfschalter 107, 105, 128 und 130 «Anzeige Rücksetzen», «Nachfrage Rücksetzen», «Phasentest» und «Erddtest»: die Schalter dienen dazu, irgendeinen von acht Analogspannungssignalen an einen anderen Anschluss des Multiplexers 168 zu geben.

D. Bauartnummer-Kennzeichnungsvorrichtung

Fig. 8 zeigt im einzelnen die in Fig. 2 dargestellte Bauartnummer-Kennzeichnungsvorrichtung 170. Jede vierstellige dezimale Bauartnummer entspricht einer speziellen Wahlkombination. Wie man in Fig. 8 erkennt, liefert die Bauartnummer-Kennzeichnungsschaltung Eingangssignale an vier Anschlüsse des Multiplexers 158. Jeder dieser Anschlüsse repräsentiert eine Ziffer der dezimalen Bauartnummer und kann mit irgendeinem von vier Anschlüssen eines von Widerständen 218, 220 und 222 gebildeten Spannungsteilers, die zwischen Erde und V_{REF} liegen, verbunden werden. Diese Verbindungen werden von herstellerseitig verdrahteten Überbrückungsverbindungen ausgewählt und eingerichtet, um jeden Anschluss des Multiplexers 158 mit einem von vier möglichen Analogspannungssignalen zu beaufschlagen. Dann liefert der Multiplexer 158 diese Werte auf Befehl zum ADU 156, der sie in den 8-Bit-Digitalcode umsetzt, die von dem Mikrocomputer gelesen und als die Bauartnummer interpretiert werden, wodurch der Mikrocomputer bestimmen kann, welche der vielen Wahlkombinationen für die Auslöseeinheit 36 in dieser speziellen Auslöseeinheit tatsächlich gegeben ist.

E. Fernanzeige und Spannungsversorgung

Das Daten-Eingabe/Ausgabe-System 174 liefert impulsodierte Ausgangssignale über ein einzelnes wahlweise gekoppeltes Paar von Leitungen, um eine Fernanzeige darüber zu erzeugen, dass die von dem Leistungsschalter gespeiste Last eine vorbestimmte Leistungsgrenze überschritten hat. Zusätzlich sind Anzeigen betreffend die Ursache einer Auslösung vorgesehen, nämlich Anzeigen eines Überstroms, eines Kurzschlusses oder eines Erdschlusses. Die zu beschreibende Schaltung decodiert die entsprechenden vier Eingangssignale, um sowohl Leuchtdiodenanzeigen zu schaffen als auch Relais zu schliessen.

Zusätzlich stellt die Schaltung eine Fern-Spannungsversorgung von der Wechselstromleitung und von Batterien für die Spannungsversorgung 144 dar. Diese Möglichkeit wird in solchen Anwendungsfällen benötigt, in denen das kontinuierliche Erhalten von Daten erforderlich ist, so z.B. der

Anzeige betreffend die Ursache einer Auslösung und Energiefunktionen, darunter Megawattstunden und Spitzennachfrageleistung.

Wie man in Fig. 9 sehen kann, gelangt die Eingangsleistung über einen Transformator 602, eine Gleichrichterschaltung 604 und einen Filterkondensator 606, um einen Pegel von etwa 32 Volt zu erhalten. Ein Strombegrenzungswiderstand 608 dient als Schutz gegen unbeabsichtigten Kurzschluss an dem Ausgangsanschluss 610. Der Anschluss 610 steht in Verbindung mit dem Anschluss EXT DC 148 (Fig. 2), und der Anschluss 612 ist mit dem digitalen Erdanschluss der Auslöseeinheit 26 verbunden. Liegt ein Verbindungsdraht zwischen den Anschlüssen 610 und 614, können die drei internen 8-Volt-Nickel-Cadmium-Batterien 616 aktiviert werden, um die Ausgangsspannung bei 24 Volt zu halten, wenn die Eingangs-Wechselspannung unterbrochen werden sollte. Für die Batterieaufladung ist ein 10 K-«Pufferladungs»-Widerstand 618 vorgesehen.

Durch einen Widerstand 620, eine Zenerdiode 622 und einen Kondensator 624 wird eine Versorgungsspannung von 8,2 Volt für die Decodier- und Alarmschaltung erzeugt.

Der Daten-E/A-Ausgangsanschluss 508 in Fig. 14, der die Bezeichnung «Fernanzeige Aus» trägt, ist an den Anschluss 626 in Fig. 9 angeschlossen und der Anschluss «E/A Gemeinsam» gemäss Fig. 14 ist an den Anschluss 628 in Fig. 9 angeschlossen. Die 100 Mikrosekunden dauernden, eine Amplitude von 4 Volt aufweisenden Ausgangsimpulse, die auf die Anschlüsse 626 und 628 gegeben werden, rufen in einem Optokoppler 630 einen Stromfluss von 8 Milliampere hervor. Dieser Strom schaltet den Koppeltransistor an, welcher am Widerstand 632 einen Spannungsimpuls von 8 Volt erzeugt.

Der Mikrocomputer 154 kann alle 2 Millisekunden einen Impuls mit einer Dauer von 100 Mikrosekunden erzeugen, oder maximal 8 Impulse pro Periode der Wechselleistung. Es wird eine Codiermethode angewendet, gemäss der eine von 8 Impulsen einen «Nachfrage»-Alarm bezeichnet. Wenn eine Auslösung erfolgt ist, kennzeichnen zwei aufeinanderfolgende Impulse von 8 Impulsen eine Erdschluss-Auslösung, drei aufeinanderfolgende Impulse von 8 Impulsen kennzeichnen eine Überstromauslösung (lange Verzögerung), fünf aufeinanderfolgende Impulse von 8 Impulsen kennzeichnen eine Kurzschluss-Auslösung (entweder sofortige oder kurz verzögerte Auslösung). Das Impuls-Codierschema ist in Fig. 10 dargestellt.

Die Eingangsimpulse liefern Trigger-Eingangssignale für ein erneut triggerbares Monoflop, das an seinem Ausgang Q1 ein 3 Millisekunden andauerndes Signal abgibt. Das Monoflop ist Bestandteil einer integrierten Schaltung 634, die beispielsweise vom Typ RCA CD4098 ist. Das Merkmal der erneuten Triggerbarkeit bedeutet, dass jeder Impuls, der während des 3 Millisekunden andauernden Zeitintervalls auftritt, ein neues 3 Millisekunden dauerndes Intervall beginnen lässt. Die Wellenform B in Fig. 10 zeigt das sich ergebende Ausgangssignal am Ausgang Q1, für einen, zwei, drei und vier aufeinanderfolgende Eingangsimpulse entsprechend einem «Nachfrage»-Alarm, einer «Erdschlussauslösung», einer «lang verzögerten Auslösung», bzw. einer «Kurzschlussauslösung». Die Amplitude der Q1-Impulse gleicht der dem integrierten Schaltkreis 634 zugeführten Versorgungsspannung. Wenn das Q1-Ausgangssignal von dem Widerstand 636 und dem Kondensator 638 gemittelt wird, wird eine Gleichspannung T erzeugt, dessen Wert einem der nachstehend angegebenen Bruchteile der Versorgungsspannung entspricht: $\frac{3}{16}$ Volt, $\frac{5}{16}$ Volt, $\frac{7}{16}$ Volt oder $\frac{11}{16}$ Volt. Dieser Wert wird auf die invertierenden Eingänge eines Vierfach-Komparators 640 gegeben, die den gefilterten Wert C mit festen Bruchteilen der Versorgungsspannung von $\frac{1}{8}$ Volt, $\frac{1}{4}$

Volt, $\frac{3}{8}$ Volt und $\frac{9}{16}$ Volt vergleichen. Diese Werte werden von einem Spannungsteilernetzwerk erzeugt, das Widerstände 642, 644, 646, 648 und 650 enthält. Dann gibt der Komparator Ausgangssignale ab, die angeben, welches der vier möglichen Impulsmuster an die Eingangsanschlüsse 626 und 628 gegeben wurde. Wenn beispielsweise eine «Nachfrage»-Bedingung vorliegt, wodurch ein Impulsmuster entsprechend einem von 8 Impulsen erzeugt wird, beträgt die Gleichspannung am invertierenden Eingang des Komparators A von 640 dann $\frac{3}{16}$ der Versorgungsspannung, was mehr ist als $\frac{1}{8}$ der Versorgungsspannung, jedoch weniger als $\frac{1}{4}$ der Versorgungsspannung. Folglich ist der Ausgangsanschluss des Komparators A niedrig, während sämtliche anderen Ausgänge hoch sind. Durch einen Stromfluss durch den Widerstand 656 werden der Transistor 652 und das Relais 654 eingeschaltet, ebenso die «Nachfrage»-Leuchtdiode 658.

Eine Überstrom-Auslösebedingung lässt drei aufeinanderfolgende Impulse an den Eingangsanschlüssen 626 und 628 auftreten, und ein gemittelter Wert von $\frac{3}{8}$ der Versorgungsspannung erscheint an den invertierenden Eingängen der in der Komparatoranordnung 640 enthaltenen Vergleichler. Dieser Wert ist grösser als $\frac{1}{4}$ der Versorgungsspannung, jedoch kleiner als $\frac{5}{8}$ der Versorgungsspannung. In diesem Fall sind die Ausgangsanschlüsse der Vergleichler A, B und C niedrig. Ein Transistor 660 und ein Relais 662 werden aufgrund des Stromflusses durch die Überstrom-Leuchtdiode 664 und den Widerstand 666 eingeschaltet. Der Transistor 652 und die «Nachfrage»-Leuchtdiode sind ausgeschaltet, aufgrund der Kurzschlusswirkung des Transistors 668.

Ebenso ist die «Erde»-Leuchtdiode 670 ausgeschaltet aufgrund der Kurzschlusswirkung der «Überstrom»-Leuchtdiode 664. Auf diese Weise dominiert stets der höchste Vergleichspegel. Eine Funktion der integrierten Schaltung 672, bei der es sich beispielsweise um den Typ CD040 von RCA handelt, und von Q1 besteht darin, eine $\frac{1}{2}$ Sekunde dauernde EIN-Verzögerung für die Vergleichler zu schaffen, die notwendig ist, damit sich die Spannung am Kondensator 638 stabilisieren kann. Die Q1-Impulse erscheinen alle $\frac{1}{60}$ Sekunden. Sie werden von einem Zähler 672 gezählt, bis 32 Impulse gezählt sind und der Ausgang Q6 hoch wird. Zu diesem Zeitpunkt wird der Ausgang Q1 eingeschaltet, und zusätzliche Impuls-Eingangssignale werden von der Diode 674 gesperrt.

Etwa 30 Millisekunden nach dem letzten von dem optischen Isolator 630 empfangenen Impuls wird die Q2-Klemme des erneut triggerbaren Monoflops 634 hoch. Dies setzt den Ausgang Q6 von 672 zurück und schaltet Q1 ab. Die Funktion des Zählers 672 und von Q1 besteht darin, ein sicheres Ein/Aus-Schalten der Leuchtdiodenanzeigen sowie der Alarm/Verriegelungs-Aus- und «Nachfrage»-Relais 662 und 654 zu gewährleisten.

F. Daten-Eingabe/Ausgabe-System und die zugehörige Spannungsversorgung

Wie oben erläutert wurde, ist in Betracht zu ziehen, dass ein erfindungsgemäss aufgebauter Leistungsschalter in einem elektrischen Verteilungssystem in Koordination mit einer Anzahl weiterer Leistungsschalter verwendet wird. Es ist manchmal wünschenswert, dass verschiedene Befehle und Informationen von diesem Leistungsschalter gesendet werden, und dass verschiedene von anderen zugehörigen Leistungsschaltern gesendete Parameter von diesem Leistungsschalter erfasst werden. Diese Information wird dazu verwendet, das gewünschte Verriegelungsschema zu erhalten, wie es von dem Systemarchitekten oder -entwerfer spezifiziert wird.

Das System enthält vier Ausgangsleitungen: «KV (SD)-Verriegelung AUS» (KV kurze Verzögerung) 502, «Erd-

schlussverriegelung AUS» 504, «SER AUS» 506 und «Fernanzeige AUS» 508.

Es sind drei Eingangsanschlüsse vorgesehen: «KV (SD)-Verriegelung EIN» (KV = kurze Verzögerung) 510, «Erdschlussverriegelung EIN» 512 und «SER EIN» 514. Die Anschlüsse SER AUS und SER EIN werden zur Übermittlung digitaler Daten zwischen dem Mikrocomputer 154 und einer entfernt angeordneten digitalen Schaltung verwendet. Der Anschluss «Fernanzeige AUS» stellt einen eins-aus-viercodierten Impulsausgang für die Anzeige der Ursache einer Auslösung (Überstrom, Kurzschluss oder Erde) und einen «Spitzennachfrageleistung»-Alarm dar. Die Eingangs- und Ausgangs-Verriegelungsanschlüsse gestatten direkte Verriegelungsverbindungen zwischen Leistungsschaltern ohne zusätzliche Bauelemente.

Wenn typische Optokopplerschaltungen verwendet werden, werden 40 Milliwatt Leistung benötigt (12 Milliampere bei 5 Volt Gleichspannung für jede der sieben Leitungen). Die Leistung, die die Stromwandler 24 liefern können, beträgt lediglich etwa 500 Milliwatt (100 Milliampere bei 5 Volt Gleichspannung), von der das meiste vom Mikrocomputer 154 verbraucht wird. Herkömmliche Optokopplerschaltungen können daher nicht verwendet werden.

Die Spannungsversorgung für das Daten-Eingabe/Ausgabe-System 174 enthält einen Impulstransformator 501, der über einen Transistor 228 an die Leitung 7 des Ports 1 angeschlossen ist, wie es in Fig. 10 durch das Bezugszeichen 178 angedeutet ist. Der Mikrocomputer liefert alle 2000 Mikrosekunden einen 100 Mikrosekunden andauernden Impuls, wie es von dem gemeinsamen Anzeige-Unterprogramm vorgegeben wird, um dadurch die Spannungsversorgungserfordernisse des Daten-Eingabe/Ausgabe-Systems 174 um einen Faktor von etwa 20 zu 1 oder auf etwa 20 Milliwatt (4 Milliampere durchschnittlich bei 5 Volt Gleichspannung) herabzusetzen. Dies ist wenig genug, um von der Spannungsversorgung 144 ohne Schwierigkeiten bereitgestellt werden zu können.

Die in der Spannungsversorgung 176 auftretenden Wellenformen sind in Fig. 15 dargestellt. Die Wellenform A erscheint auf der Leitung 7 des Ports 1 des Mikrocomputers 154. Für etwa 100 Mikrosekunden in einem Zeitraum von etwa 2000 Mikrosekunden (tatsächlich $\frac{1}{8} \times \frac{1}{60}$ Sekunden) wird die Leitung 7 von Port 1 niedrig auf Mikrocomputer-Schaltungserde gehalten. Dies schaltet den Transistor 228 ein, wodurch +5 Volt an den Eingang des Transformators 501 gelegt werden, wie in Wellenform B in Fig. 15 zu sehen ist. Eine entsprechende Wellenform wird an dem Ausgangsanschluss des Transformators 501 erzeugt, bezogen auf den für das System gemeinsamen Anschluss des Daten-Eingabe/Ausgabe-Systems 174.

Wenn z.B. von dem Anschluss «Fernanzeige AUS» 508 eine Ausgabe gewünscht wird, wird die entsprechende Ausgangsleitung des Mikrocomputers, nämlich Leitung 3 des Datenbusses 172, auf Schaltungserde gehalten, wie in der Wellenform C in Fig. 15 zu sehen ist. Durch den durch den Transistor 228 fließenden Strom wird die Leuchtdiode 516 eingeschaltet. Der Phototransistor 517 schaltet dann den Transistor 518 an, wodurch die Ausgangsspannung gemäss der Wellenform D entsteht. Wenn die Leitung 178 (Wellenform C) «hoch» ist, ist das entsprechende Ausgangssignal des Transistors 518 «Null», wie durch die Wellenform D dargestellt ist.

Die Eingabeschaltung ist so ausgelegt, dass sie sowohl mit einem direkt gekoppelten Gleichspannungssignal von einem älteren Leistungsschalter als auch mit einer Impulseingabe arbeitet, wie sie weiter unten in diesem Abschnitt beschrieben wird. Ein Eingangssignal an beispielsweise dem Anschluss «FER EIN» 514, wie es in der Wellenform E dar-

gestellt ist, erscheint ebenfalls am Gate des FET 236, wie in der Wellenform F gezeigt ist. Wenn die Impulsspannung am Ausgang des Impulstransformators 501 erscheint, fliesst Strom in die Leuchtdiode 238 und dann durch den FET 520, der durch das Eingangssignal am Anschluss «SER EIN» 514 eingeschaltet wurde. Der FET 236 besitzt eine Einschalt-Gate-Spannung von 2.5 Volt und einen internen Gate-Source-Zenerdiodenschutz von 15 Volt. Dieser Bereich ist erforderlich, um dem 4 Volt betragenden Impuls-Eingangssignal zu entsprechen, das von der Mikrocomputerschaltung geliefert wird und um einem 12-Volt-Gleichspannungssignal zu entsprechen, welches von der älteren Art von Festkörper-Auslöseeinheit geliefert wird.

Der FET 236 erfüllt zwei Funktionen: Als erstes stellt er ein Speicherelement dar, wenn das Eingangssignal ein Impuls ist. Dies geschieht in Verbindung mit dem Kondensator 232, der über den Widerstand 230 von dem 100 Mikrosekunden andauernden Eingangsimpuls aufgeladen wird. Die Werte des Kondensators 232 und des Widerstands 230 werden so gewählt, dass sich eine Zeitkonstante von 15 Mikrosekunden ergibt. Der Kondensator 232 wird über den Widerstand 234 entladen, der so bemessen ist, dass sich eine Zeitkonstante von 10 Millisekunden ergibt. Der Kondensator 232 kann über 230 nicht aufgeladen werden, weil das Eingangssignal von dem Emitter eines npn-Transistors geliefert wird. Somit wird das Gate des Transistors 236 so lange auf hohem Potential gehalten, wie Eingangsimpulse alle 2 Millisekunden auftreten. Etwa 10 Millisekunden nach dem Verschwinden der Eingangsimpulse schaltet der Transistor 236 ab.

Die zweite Aufgabe des Transistors 236 besteht in der Stromverstärkung. Der Optokoppler 226 benötigt etwa 20 Milliampere zum Einschalten des zugehörigen Phototransistors. Dieser Strom wird von dem Transistor 236 geliefert. Die hohe Gleichspannungs-Eingangsimpedanz am Eingangsanschluss ist deshalb erforderlich, weil ältere Auslöseeinheit-Steuerungen lediglich einen kleinen Eingangs-Gleichstrom liefern können.

Das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Eingangssignals wird von dem Mikrocomputer auf der Leitung Null des Datenbusses erfasst (vgl. Wellenform G); die Leitung hat während der 100 Mikrosekunden anhaltenden Impulsdauer hohes Potential, wenn, und nur wenn ein Eingangssignal am Anschluss 514 vorhanden ist. Ein Herunterzieh-Widerstand 237 ist vorgesehen, um die an die Daten-Eingangsanschlüsse angeschlossenen Datenbusleitungen auf Schaltungserde zu halten, wenn kein Eingangssignal am Anschluss 514 vorhanden ist. Auf diese Weise kann ein von einem Leistungsschalter, einem Notstromgenerator oder einem anderen zugehörigen Bauteil des elektrischen Energieverteilungssystem kommendes Signal von dem Mikrocomputer 154 erfasst werden, und der Leistungsschalter 10 kann veranlasst werden, in der erforderlichen Weise tätig zu werden. Weiterhin können über den Anschluss «SER EIN» 510 Parameterwerte von einer entfernten Stelle eingespeist werden. Entsprechende Befehle in dem ROM codieren dann die ankommende Information und speichern sie in dem RAM, wo sie für die Verwendung bei den Grenzwert-Prüf-funktionen zur Verfügung stehen.

G. System-Spannungsversorgung

1. Blockdiagramm-Erläuterung

Die Spannungsversorgung 144 gemäss Fig. 2 ist in Fig. 11 in Blockdiagrammform dargestellt. Die Spannungsversorgungsschaltung kann von einer von vier Quellen gespeist werden: Einer externen Wechsel- oder Gleichspannung, der Fernanzeige 145 gemäss Fig. 2, einem Stromeingang von dem

Erdstrom-Detektorwandler 28 oder einem Stromeinang von den drei Phasenstrom-Messwandlern 24.

Die gleichgerichtete Ausgangsgrösse der externen Wechselspannungsquelle wird mit der von der Fernanzeige kommenden Gleichspannung verglichen, und der grösste augenblickliche Wert wird von einem Spannungszuordner 702 an den Energiespeicherkondensator 704 der Spannungsversorgung geliefert, um von dem Gleichspannungs/Gleichspannungs-Wandler 706 und der Auslösespule 202 verwendet zu werden. Ein Spannungsfühler 708 überwacht das Ausgangssignal des Spannungszuordners 702. Immer wenn diese Spannung grösser als 22 Volt Gleichspannung ist, wird der Gleichspannungs/Gleichspannungs-Wandler 706 eingeschaltet. Ein Stromschalter 710 wird in die Stellung (2) gezogen, wenn die Spannung 24 Volt Gleichspannung überschreitet. Der Wandler 706 liefert die 5 Volt Versorgungsgleichspannung (mit 100 Milliampere) für die Mikrocomputerschaltung, eine Bezugsspannung V_{REF} (1,64 Volt Gleichspannung) und ein Netz-Ein-Rücksetz-Steuersignal RS.

Die Einheit kann ausserdem entweder von dem gleichgerichteten Ausgangssignal des Erdstromwandlers oder dem gleichgerichteten zugeordneten Ausgangsstrom der drei Phasenstromwandler 24 gespeist werden. Die zwei Ströme werden bei 712 summiert und dem Schalter 710 zugeführt, der den Strom entweder dem Energiespeicherkondensator 704 oder einer Stromnebenweg-«Brechstange» 714 zuführt. Der Strom fliesst in dem Kondensator 704, bis die Kondensatorspannung etwa 39 Volt Gleichspannung erreicht. An diesem Punkt überträgt der Schalter 710 den Strom zu der Stromnebenwegschaltung 714. Das Umleiten des Stroms wird fortgesetzt, bis die Spannung am Kondensator 704 auf etwa 34 Volt Gleichspannung abfällt und der Schalter 710 den Strom erneut veranlasst, in den Kondensator zu fließen.

2. Schaltungsbeschreibung

Die Spannungsversorgung 144 ist in Fig. 12 im einzelnen dargestellt. Der ankommende externe Wechselstrom (EXT AC) wird von BR201 gleichgerichtet und mit dem externen Gleichspannungs-Eingangssignal verglichen. Das Ergebnis wird über D101 an Energiespeicherkondensatoren C102 und C112 geleitet. Die gefühlte Spannung wird ausserdem zu der «Brechstangen»-Schaltung geführt, die von Leistungs-Feldeffekttransistoren Q101 und NAND-Gliedern A und B (die als Negatoren verschaltet sind) gebildet wird. Die Vierfach-NAND-Schaltung wird von dem durch R103, D107, D108 und D109 fliessenden Strom gespeist, welcher eine temperaturstabilisierte Spannung von etwa 10 Volt Gleichspannung an den Stift 14 von IC101 erzeugt. Das Vierfach-NAND-Glied besitzt eine Eingangshysterese, die veranlasst, dass das Ausgangssignal niedrig wird, wenn die Eingänge etwa 70% der Versorgungsspannung (7 V₊) überschreiten. Das Ausgangssignal bleibt dann auf niedrigem Pegel, bis die Eingangssignale auf 30% der Versorgungsspannung (3 V₊) abfallen. Daher wird die «Brechstange» eingeschaltet, wenn am Widerstand R105 7 Volt Gleichspannung auftreten, was 25 Volt Gleichspannung an dem externen Gleichspannungseingang entspricht (7 V₊ zuzüglich des Abfalls an R104, R102 und D103). Man erkennt, dass die «Brechstange» ausserdem eingeschaltet wird, wenn die Spannung am Energiespeicherkondensator 39 V₊ den Spannungsabfall an R105, R104, R102 und D104 überschreitet, wenn die Spannung an R105 7 V₊ erreicht.

Wenn externe Leistung zur Verfügung steht, wird der Ein/Aus-Zustand des Wandlers 706 von der externen Versorgungsspannung gesteuert und nicht von der Spannung des Speicherkondensators.

Der 24-V₊-Schaltspunkt für die externe Gleichspannungseingabe entspricht der minimalen Gleichspannung, die für

die Betätigung der Auslösespule 22 erforderlich ist. Die 39-V₊-Grenze der Spannung am Energiespeicherkondensator ist ein Kompromiss zwischen der 50-Volt-Maximalgrenze des Kondensators und der 30-Volt-Minimaleingabe für den Wandler, die notwendig ist, um 5 Volt Gleichspannung bei 100 Milliampere Gleichstrom abzugeben, wobei das Minimum-Stromwandler-Ausgangssignal 32 mA_{EFF} beträgt.

Stromnebenschlüsse R100 und R101 werden dazu verwendet, den Phasen- bzw. Erdstrom zu fühlen. Es sei darauf hingewiesen, dass der Stromfluss durch die Widerstände entweder durch Q101 («Brechstange Ein») oder C105 und C112 (Brechstange «AUS») und IC102 erfolgt.

Die benötigte Ausschaltverzögerung von 15 Millisekunden für die +5-V₊-Versorgung wird mittels einer Diode D110, eines Widerstandes R107 und eines Kondensators C102 erreicht. Wenn die Spannung an den Stiften 8 und 9 des IC101 unter 3 V₊ abfällt, nimmt der Ausgangsstift 10 hohes Potential an. Eine 15 Millisekunden dauernde Verzögerung liegt vor, bevor der Stift 12 und der Stift 13 7 V₊ erreichen. Zu diesem Zeitpunkt geht der Stift 11 auf niedriges Potential, wodurch die +5-V₊-Bezugsspannung auf Null geht.

Der Spannungssensor 708 bewirkt ausserdem eine Ein/Aus-Steuerung für den Gleichspannungs/Gleichspannungs-Wandler 706. Der Wandler 706 wird eingeschaltet, wenn die Kondensatorspannung 37 V₊ erreicht, er wird ausgeschaltet, wenn die Spannung auf 33 V₊ abfällt. Eine 15 Millisekunden dauernde Verzögerung im Aus-Signal stellt sicher, dass der Mikrocomputer 154 lange genug eingeschaltet ist, um den derzeitigen Wert des Phasen- und Erdstroms selbst dann anzuzeigen, wenn der Ausgangsstrom der Wandler 24 zu klein ist, um den Betrieb des Wandlers 706 aufrechtzuerhalten. Hierdurch wird die Aufrechterhaltung eines Auslösesignals für so lange Zeit sichergestellt, dass die Auslösespule 22 ausgelöst werden kann. Man beachte, dass die Auslösespule von dem nicht verriegelnden FET 192 gesteuert wird, anstatt durch ein schaltendes oder verriegelndes Gerät, wie z. B. einem gesteuerten Siliciumgleichrichter, wie er im Stand der Technik verwendet wird. Hierdurch wird eine Unempfindlichkeit bezüglich durch Störungen hervorgerufener Auslösungen geschaffen. Solche Auslösungen können durch elektrische Überschwinge entstehen. Die erwähnte Tatsache verhindert, dass dann, wenn die Betriebsspannung von einer Batterie geliefert wird, eine unnötige Stromsenke in der Spannungsversorgung vorliegt.

Die Schaltspunkte der Ein/Aus-Steuerung 708 und der «Brechstange» 714 sind in Fig. 13 dargestellt.

Bei dem Wandler 706 handelt es sich um einen Wandler vom Zerhackertyp, der aus dem Schalttransistor IC102, der Induktivität L102, einer «frei laufenden» Diode D112 und einer vom Transistoren Q103 und Q104 gebildeten Spannungsrückkopplung besteht. Die Spannung an der Basis von Q103 wird durch R109 auf +5 V₊ eingestellt. Diese Spannung entspricht etwa 1/2 der temperaturstabilisierten Spannung von +10 V₊, die von D107, D108 und D109 erzeugt wird.

Die Schaltung arbeitet wie folgt: Wenn die Ausgangsspannung unter +5 V₊ liegt, ist Q103 eingeschaltet, Q104 ist ausgeschaltet. Der Kollektorstrom von Q103 ist der Basisstrom des pnp-Darlington-Transistors IC102, der dann eingeschaltet wird. Werden der Induktivität I01 etwa +35 V₊ zugeführt, steigt der Strom linear an. Der Strom fliesst in C106 und die angeschlossene Last. Wenn die Ausgangsspannung +5 V₊ übersteigt, wird Q103 ausgeschaltet, und Q104 wird eingeschaltet. Der Kollektorstrom von Q104 schaltet Q102 an, der die Basis von IC102 klemmt, wodurch dieser rasch ausgeschaltet wird. Zu diesem Zeitpunkt schaltet der Strom in L101 von IC102 auf die Diode D112. Die Ausgangsspannung beginnt abzunehmen, bis Q103 einschaltet und Q104 ausschaltet und sich der Vorgang selbst wiederholt. Die

Hysteresis bei dem Ein/Aus-Schalten ergibt sich aus dem naturgemässen Über- und Unterschwingen des durch L101 und C106 gebildeten Resonanzkreises. Die positive Schalt-rückkopplung erfolgt durch C103 und R110. Die Schalt-punkte der Spannungsversorgung 144 sind in Fig. 13 darge-stellt.

Zusätzlich zu dem +5-V-Pegel liefert die Spannungsver-sorgung 144 ausserdem eine Bezugsspannung V_{REF} , die von dem Mikrocomputer 154 gebraucht wird. Von dem IC103 wird in Kombination mit R114, R115, R116 und C106 ein zusätzliches Signal, nämlich ein Netz-Ein-Rücksetzsignal für den Mikrocomputer geliefert. Wenn der Wandler einschaltet und +5 Volt Gleichspannung erzeugt werden, bleibt die RS-Leitung für etwa 5 Millisekunden auf Schaltungserde. Dieses Signal gelangt an den Mikrocomputer, der dann zurückge-setzt wird. Die Diode D111 bewirkt ein Zwischen-Netz-Aus-Rücksetzen, sobald die 5 Volt betragende Bezugsspannung auf Null heruntergeht, wodurch sowohl ein sicherer Netz-Ein- als auch Netz-Aus-Übergang gewährleistet ist.

H. Der Lesespeicher (ROM)

Der intern in dem Mikrocomputer vorgesehene Lese-speicher (ROM) speichert Befehle, die eine Folge von acht Hauptfunktionen definieren, die bei jeder Periode des Wech-selstroms, d.h. alle 16,667 Millisekunden abgearbeitet werden. Jede Funktion ist verantwortlich für das Auffinden eines oder mehrerer Parameterwerte ausserhalb des Mikro-computers. Diese Parameter enthalten Werte, die von dem zu schützenden elektrischen Schaltkreis erhalten werden, so z.B. den Phasenstrom und den Erdstrom, weiterhin Werte, die durch die Potentiometer und Schalter auf der Frontplatte spezifiziert werden. Die entsprechende Funktion lädt dann den Parameterwert in eine spezifizierte Speicherstelle inner-halb des Schreib/Lese-Speichers (RAM). Darüber hinaus sind die meisten Funktionen ausserdem verantwortlich für die Durchführung einer oder mehrerer Grenzwertprü-fungen, so z.B. für das Vergleichen des derzeitigen Phasen-stroms mit dem Ansprechwert für sofortige Auslösung (im folgenden als Sofort AW abgekürzt). Da die gesamte Schleife der acht Funktionen alle 16,667 Millisekunden durchgeführt wird, erfolgt jede Grenzwertprüfung bei dieser Geschwindig-keit.

Zusätzlich zu der Aufgabe des Ab tastens und Grenzwert-prüfens ist jede Funktion für zwei Operationen verant-wortlich, die sich auf die numerischen Anzeigen 80 und 82 in der Frontplatte beziehen. Alle 4 Sekunden liest eine Funk-tion einen Anzeigeparameterwert aus der zugewiesenen Speicherstelle des RAM. Dann formatiert die Funktion diesen Parameterwert in vier Ziffernwerte um. Entspricht beispielsweise der derzeitige Phasenstrom 2,14 Einheiten, würde die entsprechende Funktion vier Ziffernwerte erzeugen, nämlich eine Leerstelle, eine 2, eine 1 und eine 4. Diese Ziffernwerte würden dann in zugewiesene Speicher-stellen des RAM gebracht werden, wobei jede Stelle einer Ziffernstelle der numerischen Anzeige 80 entspricht. Im all-gemeinen formatiert jede Funktion zwei Parameterwerte und lädt somit insgesamt acht Ziffernwerte in die entspre-chenden RAM-Speicherstellen. Diese Ziffernwerte ver-bleiben 4 Sekunden lang in dem RAM, bis die nächste Funk-tion ihre Pflicht zum Laden der Ziffernwerte erfüllt.

An dieser Stelle befinden sich die Ziffernwerte in dem RAM. Sie müssen nun zu der richtigen Ziffer innerhalb der numerischen Anzeigen 80 und 82 geschickt werden, dies ist die zweite Operation, die von den acht Hauptfunktionen wahrgenommen wird. Jede Funktion ist jedesmal, wenn sie ausgeführt wird, verantwortlich für das Auffinden eines der Ziffernwerte aus dem RAM und für das Senden dieses Zif-fernwertes über das Port 2 des Mikrocomputers 154 an die

numerische Anzeige 80 oder 82. Der Digitalwert erscheint dann erleuchtet an der richtigen Stelle innerhalb der numeri-schen Anzeige. Da etwa alle 2 Millisekunden (16,667/8 ms) eine neue Funktion ausgeführt wird, erscheint der Digital-wert für diesen Zeitabschnitt auf der numerischen Anzeige, bevor er erlischt und der nächste Zifferwert an eine andere Ziffernstelle der numerischen Anzeige gesendet wird. Zu jedem beliebigen Zeitpunkt erscheint also lediglich eine Ziffer auf der numerischen Anzeige 80 und 82. Die Ziffern blinken jedoch so rasch, dass sie einem Betrachter als gleich-zeitig erleuchtet erscheinen.

Das externe ROM151 ist optimal, d.h. wahlweise vorzu-sehen, und es kann dazu verwendet werden, Befehle zum Wahrnehmen zusätzlicher Funktionen zu speichern, so z.B. für weitere Funktionen bezüglich des Daten-E/A-Systems. Ausserdem kann die Wertetabelle für die Potentiometerein-stellungen in dem externen ROM gespeichert werden, um ein Wechseln der Tabellenwerte zu erleichtern.

Die Organisation der Hauptbefehlsschleife in dem ROM des Mikrocomputers ist in Fig. 17 dargestellt. Die acht Hauptfunktionen sind als FUNKTx bezeichnet, wobei x die Werte 1 bis 8 annehmen kann. Die von diesen Funktionen aufgerufenen hauptsächlich Unterprogramme sind das gemeinsame Anzeigeprogramm CMDIS, das Analog/ Digital-Umsetzprogramm ADCV1, das Unterprogramm zum Umschalten zwischen den zwei Anzeigepanelen-Multiple-xern 166 und 168 und zum Durchführen der Analog/ Digital-Umsetzung TADCV, sowie das Unterprogramm «Lesen» zum Erhalten diskreter Werte von den Potentiometereinstel-lungen. Die Hauptfunktionen sowie die entsprechenden Unterprogramme sollen im folgenden ausführlich erläutert werden.

CMDIS-Figur 26

Dieses Unterprogramm wird von jeder Hauptfunktion aufgerufen und daher alle 2 Millisekunden ausgeführt. Es bringt einen Digitalwert, wie er von dem Register R1 adres-siert wird, zur Anzeige und führt eine Analog/ Digital-Umsetzung auf einer der 8 Eingangsleitungen des Multiple-xers 158 durch, wie es durch das Register R6 spezifiziert wird.

Das Unterprogramm CMDIS gibt auf der Leitung 7 des Ports 1 einen Impuls mit einer Dauer von 100 Mikro-se-kunden ab, um die Daten-Eingabe/Ausgabe-Spannungsver-sorgung 176 zu erregen. Ein Abschnitt von CMDIS, bezeichnet mit TADCV, schaltet zwischen dem Multiplexer 166 und dem Multiplexer 168 um, ein Potentiometer von der anderen Seite der Schalttafel zu lesen. Weiterhin vervoll-ständigt CMDIS eine Zeitverzögerung, um sicherzustellen, dass jede Hauptfunktion in exakt 16,667/8 Millisekunden durchgeführt wird.

Für eine ausführliche Beschreibung von CMDIS soll nun auf Fig. 26 Bezug genommen werden. Zuerst wird ein interner Zähler geprüft, um zu bestimmen, ob das 16,667 ms/8 dauernde Zeitfenster abgelaufen oder ver-strichen ist. Ist dies nicht der Fall, läuft das Unterprogramm in der Schleife, bis das Zeitfenster abgelaufen ist. Dann wird der Zähler zurückgesetzt.

Als nächstes wird die Leitung 7 von Port 1 aktiviert, um zwei Funktionen zu erfüllen. Durch diese Leitung wird der Chipauswahl-Anschluss des Analog/ Digital-Umsetzers deak-tiviert. Diese Leitung steht ausserdem in Verbindung mit dem Transistor 228 der Daten-Eingabe/Ausgabe-Spannungs-versorgung. Somit bildet die Aktivierung der Leitung 7 des Ports 1 die Vorderflanke eines etwa 100 Mikrosekunden andauernden Impulses für die Daten-E/A-Spannungsversor-gung.

Nun werden vorher vorhandene Alarmbedingungen geprüft, um zu bestimmen, ob ein Impuls auf dem Anschluss SER AUS der optisch gekoppelten Daten-Eingabe/Ausgabe-Schaltung 174 ausgesendet werden sollte. Wie oben beschrieben wurde, liefert SER AUS ein impuls-codiertes Signal über einem 16,667-Millisekunden-Zeitfenster, um die Fernanzeige über mögliche Alarm- oder Auslösebedingungen zu informieren.

Nun wird das Register 6 erhöht, um die Kanaladresse für die nächste Eingangsleitung zu erhalten, auf die der Multiplexer 158 zugreifen soll. Das Register 1 wird nun vermindert, um die Adresse des nächsten Digitalwertes für die Anzeige zu erhalten.

Indem das Register R1 als Adressenzeiger verwendet wird, wird nun einer von acht Digitalwerten aus dem RAM geholt und vorbereitet für die Abgabe an die numerischen Anzeigen. Da der Digitalwert lediglich 4 Bits benötigt, werden die oberen 4 Bits dazu verwendet, die Zwischenspeicher-Freigabeleitung 5 des Ports 2 und die Inhibitleitung 7 des Ports 2 richtig einzustellen. Die Leuchtdiodenanzeige 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98 oder 100, die dem derzeit angezeigten Parameter entspricht, wird vom Bit 6 des Ports 2 gesteuert. Das entsprechende Bit in dem angezeigten Digitalwert wird von dem Unterprogramm SRACE in FUNKT1 gesetzt oder zurückgesetzt. Diese Steuerinformation sowie der Digitalwert werden dann über das Port 2 an den Zwischenspeicher-Decoder 194 im Anzeigesystem 155 gesendet.

Die Kanaladresse für den Multiplexer 158, enthalten im Register R6, wird nun über das Port 2 ausgesendet. Es wird die Analog/Digital-Umsetzroutine ADCV1 ausgeführt, und der Digitalwert des Eingangs des Multiplexers 158 wird im Register 3 und im Akkumulator gespeichert.

FUNKT1 - Figur 18

Diese Funktion initialisiert zuerst das Register R1 mit einer Adresse, die um eins grösser ist als die Adresse von Ziff. 1, dem Digitalwert, der in der am weitesten rechts liegenden Stelle der numerischen Anzeigen 80 und 82 angezeigt wird (der Wert wird vor der Verwendung von CMDIS vermindert). Die Funktion initialisiert ausserdem das Register R6 mit der ersten Kanaladresse, auf die der Multiplexer 158 zugreift.

Als nächstes wird das Unterprogramm SRACE betreten. Dieses Unterprogramm erhöht einen 4-Sekunden-Zähler. Wenn dieser Zähler von einem Hexadezimalwert FF auf Null überläuft, so zeigt dies an, dass die 4-Sekunden-Anzeigedauer verstrichen ist, und gemäss Zeitsteuerung wird ein neues Paar von Werten in den numerischen Anzeigen 80 und 82 dargestellt. Dies erfolgt durch Verschieben des Inhalts des Registers R7. Als nächstes setzt SRACE das Bit 6 in eine der acht Ziffernwert-RAM-Speicherstellen, so dass die den angezeigten Parametern entsprechende Leuchtdiodenanzeige eingeschaltet wird.

Nun wird die gemeinsame Anzeigeroutine CMDIS aufgerufen. Nach Beendigung der Routine wird Ziff. 1, die am weitesten rechts liegende Ziffernstelle der numerischen Anzeige 82, eingeschaltet, und der derzeitige Phasenstrom ist nun gelesen und von dem ADU156 verarbeitet. Der derzeitige Phasenstromwert wird nun im RAM gespeichert.

Nun wird das Indexregister R7 geprüft, um zu bestimmen, ob es Zeit ist, den derzeitigen Phasenstromwert auf der numerischen Anzeige 80 der Frontplatte zur Anzeige zu bringen. Falls ja, wird der derzeitige Phasenstromwert in vier Ziffernwerte formatiert, und jeder dieser Ziffernwerte wird in Speicherstellen ZIFFER 8, ZIFFER 7, ZIFFER 6, ZIFFER 5 innerhalb des RAM entsprechend den am weitesten links liegenden Anzeigeziffern gespeichert, d.h. in den Ziffern-

stellen für die numerische Anzeige 80. Ausserdem wird der derzeitige Erdstrom in vier Digitalwerte formatiert. Diese Digitalwerte werden in den RAM-Speicherstellen ZIFFER 3, ZIFFER 2 und ZIFFER 1 entsprechend den Werten der am weitesten rechts liegenden Ziffern gespeichert, d.h. entsprechend den vier Ziffernstellen der numerischen Anzeige 82. (In den Flussdiagrammen wird für den derzeitigen Phasenstromwert die Abkürzung PPCUR und für den derzeitigen Erdstromwert die Abkürzung PGCUR verwendet.)

Als nächstes wird der für die Funktion der langen Verzögerung verwendete Wert des Phasenstroms gelesen. Um einen Wert zu erhalten, der doppelte Auflösung des Standardwertes des derzeitigen Phasenstroms aufweist, wird die dem ADU156 zugeleitete Bezugsspannung über die Leitung 6 des Ports 1 eingestellt. Der ADU wird nun veranlasst, erneut den Wert des Spitzenwertgleichrichters 160, wie er über den Multiplexer 158 geliefert wird, umzusetzen. Im Anschluss an die Beendigung der Analog/Digital-Umsetzung wird der Kondensator des Phasenstrom-Spitzenwertgleichrichters 160 durch Erden des Ausgangs des Multiplexers 158 über den FET 186 entsprechend dem über die Leitung 5 des Ports 1 gegebenen Befehl zurückgesetzt. Der Wert des Phasenstroms für lange Verzögerung ist nun im RAM gespeichert. Dieser Wert ist im Flussdiagramm gemäss Fig. 18 mit LDPU abgekürzt.

FUNKT1 sendet nun über das Port 1 eine Kanaladresse an den Multiplexer 158, um den Erdstrom-Spitzenwertgleichrichter 162 auszuwählen. Die Analog/Digital-Umsetzroutine ADCV1 wird aufgerufen, den Erdstrom zu lesen und den Wert in einen Digitalwert umzusetzen. Nun wird der Erdstrom-Spitzenwertgleichrichter-kondensator zurückgesetzt.

Bei höheren Werten des Phasenstroms kann der Erdstromwandler 28 fiktive Werte des Erdstroms erzeugen, wenn ein solcher Wert tatsächlich nicht existiert. Dieser Effekt ist umso spürbarer, desto mehr der Phasenstrom ansteigt. Dah wird dem fiktiven Erdstrom dadurch Rechnung getragen, dass der Wert des in dem RAM zu speichernden Erdstroms um einen Faktor $\frac{1}{8}$ des Phasenstroms vermindert wird, wenn der Phasenstrom zwischen 1,5 Einheiten und 9 Einheiten liegt. Wenn der derzeitige Wert des Phasenstroms grösser ist als 9 Einheiten, wird der Erdstrom dadurch vernachlässigt, dass der derzeitige Erdstromwert auf Null gesetzt wird, wobei der richtige Wert des Erdstroms nun in dem RAM gespeichert ist.

FUNKT2 - Figur 19

Diese Funktion bestimmt den durchschnittlichen Phasenstrom, nimmt Energieberechnungen vor und legt die Bauernummer der Auslöseeinheit 26 fest. Zuerst wird der Multiplexer 158 über das Port 1 mit einer Adresse versorgt, die durch das Register 36 indiziert wird, um die Mittelungsschaltung 164 zu veranlassen, einen Analogwert an den ADU156 zu geben. Es wird die gemeinsame Anzeigeroutine aufgerufen, durch die veranlasst wird, dass Ziff. 2, d.h. die zweite Ziffernstelle von rechts in der numerischen Anzeige 82, eingeschaltet wird und dass ein Digitalwert für den durchschnittlichen Phasenstrom geliefert wird. Der durchschnittliche Phasenstrom ist in dem Flussdiagramm durch die Abkürzung I_{AVE} bezeichnet. Als nächstes wird der Wert des mittleren Phasenstroms mit dem Produkt aus Leistungsfaktor (PF) und Leitungsspannung, wie sie durch das Potentiometer 110 der Frontplatte spezifiziert wird, multipliziert. Das Ergebnis ist der Wert für die derzeitige Kilowattzahl, PRKW. Dieser Wert wird zwischenzeitlich gespeichert und ausserdem auf die Megawattstunden-Zwischensumme addiert. Es wird geprüft, ob PRKW grösser ist als der nach

der letzten Betätigung des Kilowatt-Rücksetzknopfes 105. registrierte Spitzen-Kilowattwert (PKACKW). Ist PRKW grösser als dieser Wert, wird der aufgelaufene Spitzen-Kilowattwert mit PRKW gleichgesetzt, und beide Werte werden in dem RAM gespeichert.

Das Register R7 wird daraufhin geprüft, ob es an der Zeit ist, die derzeitigen Kilowatt- und Megawattstundenwerte auf den numerischen Anzeigen 80 und 82 anzuzeigen. Ist dies der Fall, so werden die genannten Grössen in vier Ziffernwerte formatiert und in die Speicherstellen für die Ziffernwerte innerhalb des RAM geladen.

Nun wird für den Multiplexer 158 eine Adresse erzeugt, um die Bauartnummer-Kennzeichnungsvorrichtung 170 auszuwählen, so dass diese einen Wert an den ADU156 gibt. Nun erfolgt die A/D-Umsetzung der Bauartnummer, und der umgesetzte Wert wird im RAM gespeichert, um anzuzeigen, welches der verschiedenen wahlweisen (optionalen) Merkmale in der vorliegenden Auslöseeinheit enthalten ist, und um die Ausführung der entsprechenden Befehle weiter unten im ROM auszuwählen.

FUNKT3 – Figur 20

Die erste Aufgabe dieser Funktion besteht darin, die Anzahl von über den Anschluss FER AUS auszusendenden Impulse zurückzusetzen. Diese Information wird später von dem gemeinsamen Anzeigeprogramm dazu verwendet, den richtigen Impulscode auf dem seriellen Ausgang (SER AUS) zu erzeugen. Das gemeinsame Anzeigeprogramm wird nun ausgeführt, um die Ziffer 3 einzuschalten, wobei es sich um die dritte Ziffer von rechts auf den numerischen Anzeigen handelt, und um einen Digitalwert von dem Spitzen-Kilowatt-Einstellpotentiometer 108 zu erhalten. (Dieses Potentiometer ist in Fig. 20 durch KWST-Pot abgekürzt.)

Als nächstes wird ein Flag gesetzt, um zu verhindern, dass ein fehlerhafter Impuls von dem Anschluss FER AUS ausgesendet wird. Dann wird das Unterprogramm LESEN ausgeführt, um einen von acht diskreten Werten der Spitzen-Kilowatt-Einstellung zu erhalten, wie sie durch das entsprechende Potentiometer 108 spezifiziert wird. Diese Routine wird unten noch im einzelnen erläutert.

Nun wird geprüft, ob es Zeit für die Anzeige der Spitzen-Kilowatt-Einstellung (KWST) auf der numerischen Anzeige 80 ist. Falls ja, wird die Spitzen-Kilowatt-Einstellung, wie sie durch das Unterprogramm LESEN bestimmt wurde, in vier Digitalwerte formatiert und in den Ziffernwert-Speicherstellen innerhalb des RAM gespeichert, welche den Ziffern der numerischen Anzeige 80 entsprechen.

In dem RAM wird eine laufende Zwischensumme der Kilowattzahl gehalten. Diese Zwischensumme wird von dem derzeitigen Kilowattwert bei jeder Ausführung von FUNKT3 erhöht, um dadurch die Kilowattwerte über die Zeit zu integrieren, was zu einem den Kilowattstunden entsprechenden Wert führt. Nun wird diese Stelle des RAM geprüft, um zu bestimmen, ob ein Wert entsprechend den Kilowattstunden erreicht ist. Falls ja, wird eine Megawattstunden-Zwischensumme im RAM erhöht, und die Kilowattstunden-Zwischensumme wird unter Beibehaltung des Restes zurückgesetzt. Es wird geprüft, ob es an der Zeit ist, den Inhalt der Megawattstunden-Zwischensumme auf der Anzeige darzustellen. Falls ja, so wird diese Grösse in vier Ziffernwerte formatiert und in den Ziffernwert-Speicherstellen des RAM entsprechend der numerischen Anzeige 82 gespeichert.

Nun wird die Leitung 3 des Ports 2 aktiviert, um den Multiplexer 166 auszuwählen und den Multiplexer 168 als Eingabequelle für den Multiplexer 158 auszuschliessen. Es erfolgt eine Analog/Digital-Umsetzung der Werte der Frontplatten-

schalter 102, 104 und 106, und ein für jede Kombination der Schaltereinstellungen einzigartiger Digitalwert wird in dem RAM gespeichert.

FUNKT4 – Figur 21

Die erste Aufgabe von FUNKT4 besteht darin, das gemeinsame Anzeigeprogramm zum Einschalten der Ziff. 4 aufzurufen, wobei es sich bei der Ziff. 4 um die vierte Ziffer von rechts der numerischen Anzeige 82 handelt. Ferner wird das PF×LF-Potentiometer 110 [Potentiometer für die Grösse Leistungsfaktor (PF) × Leitungsspannung (LS)] abgelesen und es wird ein entsprechender Digitalwert zurückgegeben. Nun wird das Unterprogramm LESEN aufgerufen, um den Digitalwert des PF×LS-Potentiometers 110 entsprechenden Tabellenwert zu erhalten. Wenn es an der Zeit ist, den PF×LS-Wert anzuzeigen, wird dieser Wert in vier Ziffernwerte formatiert und in den der numerischen Anzeige 80 entsprechenden Speicherstellen des RAM gespeichert.

Nun wählt die Leitung 3 des Ports 2 den Multiplexer 166 als Eingabequelle für den ADU156 über den Multiplexer 158 aus, es wird eine Analog/Digital-Umsetzung auf dem Spannungsteilernetzwerk, welches die Druckknopfschalter 105, 107, 128 und 130 enthält, durchgeführt. Ein dem Muster der nun gedrückten Druckknöpfe entsprechender einzigartiger Digitalwert wird in dem RAM gespeichert. Diese Grösse wird ausserdem daraufhin überprüft, ob überhaupt irgendein Druckknopf gedrückt wurde. Falls nicht, wird die Routine FUNKT5 betreten. Andernfalls wird geprüft, ob der Kilowatt-Rücksetz-(KWST)-Druckknopf 105 gedrückt wurde. Falls ja, wird der Wert der Spitzen-Kilowattzahl im RAM gelöscht. Als nächstes wird geprüft, ob die System-Rücksetztaste 107 gedrückt wurde. Falls ja, werden sämtliche Auslösanzeigen gelöscht, die seriellen Ausgangs-Impulscode werden auf Null gesetzt, die Anzeigesequenz wird zurückgesetzt, und die Unterbrechung wird freigegeben. Wenn der System-Rücksetzknopf nicht gedrückt wurde, dann ist einer der Test-Druckknöpfe 128 und 130 gedrückt. Der Digitalwert des über die Multiplexer 166 und 158 gelesenen Druckknopfes wird nun in einem Test Flag gespeichert.

FUNKT5 – Figur 22

Es wird die gemeinsame Anzeigeroutine aufgerufen, um die Ziff. 5, d.h. die fünfte Ziffer von rechts gesehen, anzuzeigen, und um das Potentiometer 112 für den Sofort-Ansprechwert abzulesen. Das Unterprogramm LESEN nimmt den von der gemeinsamen Anzeigeroutine gelieferten Digitalwert der Potentiometereinstellung und ermittelt den aktuellen Einstellwert aus der in dem ROM gespeicherten Tabelle. Nun wird geprüft, ob es Zeit für die Anzeige des eingestellten Sofort-Ansprechwertes auf der numerischen Anzeige 80 ist. Falls ja, wird der Sofort-Ansprechwert in vier Ziffernwerte formatiert und in den Ziffern der numerischen Anzeige 80 entsprechenden RAM-Speicherstellen gespeichert.

Nun wird das Test-Potentiometer 120 über die Multiplexer 168 und 158 gelesen, und es wird ein entsprechender Digitalwert ermittelt. Der zuvor von der Abtastung der Frontplattenschalter erhaltene Digitalwert wird nun geprüft, um zu bestimmen, ob der Schalter 106 in der Stellung «Auslösen» ist. Falls ja, wird in die RAM-Speicherstelle, wo normalerweise der Wert des Test-Potentiometers 120 gespeichert würde, ein fester Wert gespeichert. Dieser feste Wert wird zu einem späteren Zeitpunkt der Ausführung des Tests interpretiert als sechs Einheiten für den Phasenstrom oder 1.5 Einheiten für den Erdstrom. Wenn der Schalter 106 in der Stellung «nicht auslösen» ist, wird als nächstes geprüft, ob mehr

als ein Druckknopf gedrückt ist. Dies ist ein unzulässiger Zustand, und es wird kein Test durchgeführt. Wenn bestimmt wird, dass nur ein Druckknopf gedrückt ist, wird geprüft, um welchen Druckknopf es sich handelt. Wurde der Druckknopf «Erde» 130 gedrückt, wird geprüft, ob der Wert des Test-Potentiometers 120, wie er im RAM gespeichert ist, grösser oder gleich dem derzeitigen Wert des Erdstroms ist. Falls nicht, so bedeutet dies, dass der tatsächliche Wert des Erdstroms, der nun von dem System erfasst wird, grösser als der Wert des von dem Potentiometer 120 simulierten Erdstroms ist. Daher wird kein Test ausgeführt und die Auslöseinheit führt die Standard-Erdstrom-Grenzwertprüfungen durch. Wenn der Wert des Test-Potentiometers 120, wie er im RAM gespeichert ist, grösser ist als der derzeitige Wert des Erdstroms, werden Indizes gesetzt, um die Test-Leuchtdiode 100 anzuschalten, der Wert des Test-Potentiometers 120 wird in vier Ziffernwerte formatiert und in den den Ziffern der numerischen Anzeige 82 entsprechenden RAM-Speicherstellen gespeichert, und die Anzeige der numerischen Anzeige 82 wird festgehalten.

Ist der Druckknopf «Phase» 120 gedrückt, wird geprüft, ob der Wert des Test-Potentiometers, wie er im RAM gespeichert ist, grösser ist als der derzeitige Phasenstrom. Falls nicht, ist der tatsächliche Wert des Phasenstroms kritischer als der simulierte Testwert, und es wird kein Test durchgeführt. Stattdessen werden von dem System die normalen Grenzwertprüfungen betreffend den derzeitigen Phasenstrom durchgeführt. Wenn der simulierte Testwert des Phasenstroms grösser ist als der derzeitige Wert des Phasenstroms, wird ein Index gesetzt, um die Test-Leuchtdiode 100 einzuschalten, der Wert des Test-Potentiometers 120 wird in vier Ziffernwerte formatiert und in den den Ziffern der numerischen Anzeige 80 entsprechenden RAM-Speicherstellen gespeichert, und es wird ein Index gesetzt, um die numerische Anzeige 80 festzuhalten, d.h. «einzufrieren».

Es wird nun geprüft, ob das Test-Flag gleich dem durch die Abtastung der Druckknöpfe erzeugten Bit-Muster ist. Falls ja, so bedeutet dies, dass der Test-Druckknopf noch gedrückt wird. Weil nicht eher ein Test durchgeführt wird, als bis der Knopf losgelassen ist, wird zu diesem Zeitpunkt kein Test durchgeführt. Unterscheidet sich der Wert des Test-Flags von dem des Druckknopfes, wird geprüft, ob der Druckknopf «Phase» 128 gedrückt ist. Falls ja, wird der Wert des Test-Potentiometers 120 in den dem derzeitigen Phasenstrom und dem lange verzögerten Phasenstrom entsprechenden RAM-Speicherstellen gespeichert. Wurde der Knopf «Erde» gedrückt, wird der Wert des Test-Potentiometers 120 in denjenigen RAM-Speicherstellen gespeichert, die dem derzeitigen Wert des Erdstroms entsprechen. Dies beendet den Abschnitt der in Funktion 5 enthaltenen Testfunktion;

Als nächstes wird der derzeitige Wert des Phasenstroms mit dem Sofort-Ansprechwert verglichen, der durch das Potentiometer 112 spezifiziert ist. Wenn der derzeitige Wert des Phasenstroms unter diesem Wert liegt, wird sofort in die Funktion 6 eingetreten. Wenn der derzeitige Wert des Phasenstroms grösser ist als der Sofort-Ansprechwert, wird ein Index gesetzt, um das gemeinsame Anzeigeunterprogramm zu veranlassen, ein Muster von Impulsen an den Anschluss SER AUS auszugeben, um anzuzeigen, dass eine sofortige Auslösung erfolgt ist, und es wird das Unterprogramm «Auslösen» aufgerufen, was in einem späteren Abschnitt erläutert werden wird.

FUNKT6 – Figur 23

Die gemeinsame Anzeigeroutine wird zum Einschalten der Ziff. 6 ausgeführt, und das Potentiometer für den Ansprechwert für lange Verzögerung wird gelesen und umge-

setzt. Der Digitalwert entsprechend dieser Potentiometereinstellung wird nun durch das Unterprogramm «Lesen» behandelt, um den entsprechenden Tabellenwert zu ermitteln. Wenn es Zeit für die Anzeige des Ansprechwertes für lange Verzögerung auf den numerischen Anzeigen ist, wird der Ansprechwert für lange Verzögerung (LDPU) in vier Ziffernwerte formatiert und in den RAM-Speicherstellen gespeichert, die den Ziffern der numerischen Anzeige 80 entsprechen. Als nächstes wird das Potentiometer 122 für die lange Verzögerungszeit (LDT-Potentiometer) abgetastet, und der gelesene Wert wird in einem Digitalwert umgewandelt und von der Routine «Lesen» verarbeitet, um den Tabellenwert für die lange Verzögerungszeit zu erhalten.

Dann wird eine Grenzwertprüfung für die lange Verzögerung durchgeführt, indem zuerst der Phasenstrom für lange Verzögerung und der Ansprechwert für lange Verzögerung verglichen werden ($LDPC > LDPU?$). Ist der Phasenstrom für lange Verzögerung (LDPC) nicht grösser als der Ansprechwert für lange Verzögerung, wird die Zwischensumme für lange Verzögerung um das Quadrat der Differenz zwischen dem eingestellten Ansprechwert für lange Verzögerung und den Phasenstrom für lange Verzögerung vermindert. Dann wird in FUNKT7 eingetreten.

Wenn der Phasenstrom für lange Verzögerung grösser ist als der Ansprechwert für lange Verzögerung, wird die Zwischensumme für lange Verzögerung um das Quadrat des Phasenstroms für lange Verzögerung erhöht. Es wird nun geprüft, ob die Zwischensumme für lange Verzögerung grösser ist als der Wert der für eine lange verzögerte Auslösung spezifizierten Zwischensumme für lange Verzögerung. Falls nicht, wird in FUNKT7 eingetreten. Wenn der Stromwert der Zwischensumme grösser ist als der Auslösepegel, wird in dem RAM ein Code gespeichert, damit das gemeinsame Anzeigeprogramm den richtigen Impulscode über den Anschluss SER AUS abgibt, um so eine lange verzögerte Auslösung anzuzeigen. Als nächstes wird das Unterprogramm «Auslösen» aufgerufen, und die Zwischensumme für lange Verzögerung wird gelöscht. Dann wird in FUNKT7 eingetreten.

FUNKT7 – Figur 24

Das gemeinsame Anzeigeprogramm wird aufgerufen, um die Ziff. 7 anzuzeigen und einen Digitalwert der Einstellung des Potentiometers 116 für den Ansprechwert für kurze Verzögerungszeit zu erhalten. Dann wird die Routine «Lesen» aufgerufen, um den entsprechenden Tabellenwert für den dem vom Potentiometer abgetasteten Digitalwert entsprechenden Ansprechwert für kurze Verzögerung zu erhalten. Es wird geprüft, ob es Zeit für die Anzeige des Ansprechwertes für kurze Verzögerung ist. Falls ja, wird der Ansprechwert für kurze Verzögerung in vier Ziffernwerte formatiert und in denjenigen RAM-Speicherstellen gespeichert, die den Ziffern der numerischen Anzeige 80 entsprechen. Leitung 3 von Port 2 wird nun aktiviert, um Multiplexer 166 auszuwählen, das Potentiometer 124 für kurze Verzögerungszeit (SDT) abzutasten und hieraus einen Digitalwert zu erhalten. Dann wird der Tabellenwert für die kurze Verzögerungszeit durch das Programm «Lesen» ermittelt. Wenn es nun Zeit für die Anzeige der kurzen Verzögerungszeit ist, wird der Wert der kurzen Verzögerungszeit in vier Ziffernwerte formatiert und in den RAM-Speicherstellen gespeichert, die für die Anzeige als Ziffern 1 bis 4 in der numerischen Anzeige 82 vorgesehen sind.

Nun wird der Grenzwert für die kurze Verzögerung geprüft, indem zuerst der derzeitige Phasenstrom (PPCUR) mit dem Ansprechwert für kurze Verzögerung (SDPU) verglichen wird. Wenn der eingestellte Ansprechwert nicht

überschritten wird, wird die Zwischensumme für kurze Verzögerung (SD) gelöscht und in die Funktion 8 eingetreten.

Wenn der derzeitige Phasenstrom grösser ist als der Ansprechwert für kurze Verzögerung, wird die RAM-Speicherstelle entsprechend dem Muster der Schalter 102, 104 und 106 geprüft, um zu bestimmen, ob eine kurz verzögerte I²T-Funktion über den Schalter 102 aufgerufen ist. Falls ja, wird das Quadrat des derzeitigen Phasenstromwertes auf die Zwischensumme für die kurze Verzögerung addiert, und der neue Wert der Zwischensumme für die kurze Verzögerung wird mit dem Auslösepegel für kurze Verzögerung verglichen. Wenn der Auslösepegel überschritten wird, wird ein Impulscode für den Anschluss SER AUS und die Fernanzeige gespeichert und es wird das Unterprogramm «Auslösen» aufgerufen. Wird der Zwischensummen-Auslösepegel nicht überschritten, wird in die Funktion 8 eingetreten.

Wurde für den Test kurzer Verzögerung keine I²T-Funktion spezifiziert, wird der derzeitige Phasenstromwert, auf den Zwischenwert für die kurze Verzögerung addiert und es wird ein Vergleich durchgeführt, um zu bestimmen, ob der neue Wert der Zwischensumme für die kurze Verzögerung nun den Zwischenwert-Auslösepegel für kurze Verzögerung überschreitet. Falls nicht, wird sofort in FUNKT8 eingetreten. Wenn der Zwischensummen-Auslösepegel überschritten wird, wird der Impulscode für SER AUS und die Fernanzeige gespeichert, und es wird die Routine «Auslösen» vor dem Eintritt in FUNKT8 aufgerufen.

FUNKT8 - Figur 25

Die gemeinsame Anzeigeroutine wird aufgerufen, um Ziff. 8 anzuzeigen, die am weitesten links liegende Ziffernstelle in der numerischen Anzeige 80, und um das Potentiometer für den Erdschluss-Ansprechwert abzutasten und umzuwandeln. Der Tabellenwert für den Erdschluss-Ansprechwert (GFPU) entsprechend dem Digitalwert des Potentiometers 118 wird dann von dem Unterprogramm «Lesen» bestimmt und im RAM gespeichert. Wenn es nun an der Zeit ist, den Erdschluss-Ansprechwert anzuzeigen, wird diese Grösse in vier Ziffernwerte formatiert und in den vier Ziffern der numerischen Anzeige 80 entsprechenden RAM-Speicherstellen gespeichert.

Das Potentiometer 126 für die Erdschlusszeit (GFT) wird nun abgetastet, und es wird ein entsprechender Digitalwert ermittelt. Dann bestimmt das Unterprogramm «Lesen» den Tabellenwert entsprechend dem Digitalwert des Potentiometers 126. Wenn es an der Zeit ist für die Anzeige des Erdschlusswertes, wird diese Grösse in vier Ziffernwerte formatiert und in den vier Ziffern der numerischen Anzeige 82 entsprechenden RAM-Speicherstellen gespeichert. Nun wird geprüft, ob der derzeitige Wert des Erdschlussstroms (PGTUR) grösser ist als der Erdschluss-Ansprechwert (GFPU). Falls nicht, erfolgt eine zusätzliche Prüfung dahingehend, ob der derzeitige Wert des Erdschlussstroms grösser ist als die Hälfte des Erdschluss-Ansprechpegels. Falls ja, wird das Erdschluss-Verriegelungsflag gesetzt. Die Erdschluss-Zwischensumme wird anschliessend erniedrigt, und die Schleife kehrt zu FUNKT1 zurück.

Wenn der derzeitige Wert des Erdschlussstroms nicht grösser ist als der Erdschluss-Ansprechpegel, wird anschliessend die das Frontplatten-Schaltermuster spezifizierende Speicherstelle des RAM geprüft. Ist der Erdschluss-I²T-Schalter 104 gesetzt, wird eine Grösse entsprechend dem 1.5fachen des derzeitigen Wertes des Erdschlussstroms auf die Erdschluss-Zwischensumme (GF-Zwischensumme) addiert. Wenn der I²T-Schalter 104 nicht gesetzt ist, wird die Erdschluss-Zwischensumme lediglich erhöht.

Als nächstes wird geprüft, ob die Erdschluss-Zwischen-

summe grösser ist als der Erdschlusszeit-Grenzwert. Falls nicht, wird bei FUNKT1 erneut in die Hauptprogramm-schleife eingetreten. Ist die Zwischensumme grösser als die Erdschlusszeit (GFT), wird ein Impulscode gespeichert, der ermöglicht, dass das richtige Codemuster auf dem Anschluss SER AUS abgegeben wird, und es wird das Unterprogramm «Auslösen» vor der Rückkehr zum oberen Teil der Hauptprogramm-schleife bei FUNKT1 aufgerufen.

AUSLÖSEN - Figur 27

Dieses Unterprogramm wird immer dann ausgeführt, wenn elektrische Bedingungen des Leistungsschalters die Grenzwerte der Zeit/Strom-Kennlinie, wie sie über die Frontplatte der Auslöseeinheit 26 eingegeben wurden, überschritten werden. Bedingungen ausserhalb der Grenzen werden durch die aufrufenden Funktionen der Hauptprogramm-schleifenbefehle erfasst, die in dem ROM gespeichert sind.

Das Unterprogramm «Auslösen» prüft zuerst das Auslöseflag, um zu bestimmen, ob diese Auslösebedingung bei einer vorhergehenden Ausführung der Hauptschleife erfasst wurde. Falls ja, wird im nächsten Schritt das Register R7 gesetzt und die numerische Anzeige festgehalten. Ist dies das erste Mal, dass die Auslösebedingung erfasst wird, wird das Auslöseflag zurückgesetzt, und der derzeitige Wert des Phasenstroms wird in die Ziffernwertstellen des RAM entsprechend den Ziffern der numerischen Anzeige 80 geladen. Als nächstes wird Bit 6 der entsprechenden Ziffernwertstelle im RAM gesetzt, um zu veranlassen, dass die richtige Leuchtdiode auf der Frontplatte leuchtet, um diejenige Funktion anzuzeigen, die den Auslösevorgang verursacht hat. Man beachte, dass, wenn Bit 6 eines Ziffernwertes auf Port 2 gesendet wird, die Leitung 6 von Port 2 aktiviert wird, wenn und nur wenn die an die richtige Leuchtdiode angeschlossene Ziffer erleuchtet ist. Dies schaltet den Transistor 208 an, um die richtige Leuchtdiode (LED) zu erleuchten.

Dann wird das Register R7 gesetzt, um die numerische Anzeige einzufrieren und zu verhindern, dass irgendeine der Funktionen der Hauptschleife versucht, eine andere Grösse zur Anzeige zu bringen. Nun erfolgt eine Unterbrechungssperre, und es wird geprüft, ob dieser Aufruf der Routine «Auslösen» das Ergebnis eines ausgeführten Tests war, d.h. das Ergebnis davon, dass die Bedienungsperson entweder den Knopf «Phase» 128 oder den Knopf «Erde» 130 betätigt hat. Falls ja, wird geprüft, ob der Schalter 106 sich in der Stellung «nicht auslösen» befindet. Ist dies der Fall, setzt das Unterprogramm das Testflag und den 4-Sekunden-Zeitgeber zurück und kehrt zur aufrufenden Stelle zurück.

Wenn der Schalter 106 sich in der Stellung «Auslösen» befindet oder wenn der Aufruf des Unterprogramms «Auslösen» nicht durch einen Test veranlasst wurde, wird die Leitung 4 des Ports 1 betätigt. Hierdurch wird ein Signal über die Leitung 190 (Fig. 2) an den Transistor 192 gegeben, welches die Auslösespule 22 betätigt und ein Öffnen der Kontakte 18 veranlasst. Das Testflag und der 4-Sekunden-Zeitgeber werden zurückgesetzt, und das Unterprogramm kehrt zur aufrufenden Stelle zurück.

LESEN - Figur 28

Dieses Unterprogramm erfüllt eine Tabellen-Nachschlagefunktion, so dass die Grenzwert-Einstellpotentiometer auf der Frontplatte der Auslöseeinheit 26 irgendeinen der acht diskreten Werte auswählen können, anstatt ein sich kontinuierlich änderndes Ausgangssignal abzugeben. Zusätzlich schafft das Unterprogramm einen Hystereseeffekt, wenn die Potentiometer eingestellt werden, um das unerwünschte

Ändern der Potentiometerwerte bei Änderung der Umgebungstemperatur auszuschalten und den Einstellvorgang leichter und einfacher zu gestalten.

Nach Eintritt in das Unterprogramm «Lesen» enthält das Register R0 die Adresse derjenigen RAM-Speicherstelle, unter der der auszulösende Parameterwert gespeichert ist, Register 2 enthält die Anfangsadresse der Tabelle von 8 Werten, die von dem Potentiometer ausgewählt werden können, und der Akkumulator und Register R3 enthalten jeweils den Digitalwert der von dem Potentiometer eingestellten Spannung, wie sie an den ADU156 geliefert wird.

Zuerst wird geprüft, ob bereits ein Auslösevorgang stattgefunden hat. Falls ja, wird das Unterprogramm sofort verlassen. Andernfalls werden von dem 8 Bits umfassenden Digitalwert der Potentiometer-Spannungseinstellung die unteren fünf Bits fallengelassen, und die drei höchstwertigen Ziffern werden zirkuliert, um die niedrigstwertigen Bits zu werden. Der Akkumulator enthält somit eine Binärzahl mit einem Dezimalwert zwischen Null und 7. Diese Grösse wird dann auf die Anfangsadresse der Tabelle addiert, die im Register R2 gespeichert ist, wodurch sich die RAM-Adresse des von dieser speziellen Einstellung des Potentiometers ausgewählten Tabellenwertes ergibt. Der so erhaltene Wert kann zum Aktualisieren des speziell eingestellten Parameters herangezogen werden oder nicht, abhängig von dem vorhergehenden Wert dieses Potentiometers.

Wenn die neue Einstellung, wie sie von der Tabelle erhalten wird, der alten Einstellung gleicht, wird die alte Einstellung in den RAM unter die durch das Register R0 spezifizierte Adresse zurückgeladen. Wenn der neue Einstellwert nicht dem alten Einstellwert gleicht, erfolgt der Hysterese-Test.

Grundsätzlich prüft der Hysterese-Test den gesamten 8-Bit-Ausgang des ADU156, wie er von dem Potentiometer abgetastet wird. Sind Bit 1 und Bit 2 gleich, d.h. sind die Bits entweder 00 oder 11, wird der neue Einstellwert ignoriert, und der alte Einstellwert wird in das RAM zurückgeladen. Der Zweck dieser Massnahme lässt sich aus Tabelle I ersehen, in der von 28 möglichen Kombinationen des ADU-Ausgangssignals 8 Werte dargestellt sind. Wie bereits erläutert wurde, bestimmen die höchstwertigen Bits, d.h. die Bits 5, 6 und 7, den Einstellpunkt des Potentiometers. Wie man aus Tabelle I ersieht, erhöht sich die Potentiometereinstellung in binäre Schreibweise von 100 auf 101, wenn das Ausgangssignal des Analog/Digital-Umsetzers von dem Wert D auf den Wert E wechselt. Durch Ignorieren einer Änderung in der Potentiometereinstellung, bei der Bits 1 und 2 entweder 11 oder 00 sind, wird ein Hystereseeffekt erzielt.

Tabelle I

Bit-Nummer	7	6	5	4	3	2	1	0	Wert
	0	0	0	0	0	0	0	0	A
	0	0	0	0	0	0	1	0	B
	0	0	0	0	1	0	0	0	C
	0	0	0	0	1	1	0	0	D
	0	0	0	1	0	0	0	0	E
	0	0	0	1	0	0	0	1	F
	0	0	1	0	0	0	0	0	G
	0	0	1	0	0	0	1	1	H

Vergegenwärtigt man sich, dass der Hysterese-Test nur durchgeführt wird, wenn eine Änderung in oberen drei Bits des Ausgangssignals des ADU vorliegt, ersieht man, dass ein Erhöhen des Ausgangssignals des ADU vom Wert B auf den Wert C nicht dazu führt, dass ein neuer Wert gespeichert wird, weil die oberen drei Bits von B und C gleich sind. Ein Ansteigen vom Wert B auf den Wert G jedoch würde klar dazu führen, dass ein neuer Wert gespeichert wird, da Bit 5 die Ausgangsgrösse von 0 auf 1 gewechselt hat.

Ohne die Ausführung des Hysterese-Tests würde ein Ansteigen der ADU-Ausgangsgrösse vom Wert C auf den Wert F in ähnlicher Weise dazu führen, dass ein neuer Potentiometerwert gespeichert wird. Dies jedoch stellt eine Änderung des Wertes von etwa 1/2% der maximalen Potentiometereinstellung oder weniger als 1.2% dar. Eine solche Veränderung kann leicht aufgrund von Schwankungen der Umgebungstemperatur auftreten.

Durch die Verwendung des Hysterese-Tests, in dem die ADU-Ausgangsgrösse mit gleichen Werten in den Bits 1 und 2 ignoriert werden, würde eine Änderung der ADU-Ausgangsgrösse vom Wert C auf den Wert F dazu führen, dass die neue Potentiometereinstellung ignoriert wird und die alte Potentiometereinstellung in den RAM zurückgeladen wird, weil Bit 1 und 2 des Wertes F beide Null sind. Wenn in ähnlicher Weise die Bedienungsperson den Wert des Potentiometers vermindern würde, was zur Folge hat, dass die ADU-Ausgangsgrösse sich vom Wert G auf den Wert C ändert, würde ebenfalls der neue Wert ignoriert und der alte Wert beibehalten werden, weil die Bits 1 und 2 des Wertes C beide 1 sind, und der Hysterese-Test würde die neue Einstellung zurückweisen. Man sieht daher, dass der Hysterese-Test sicherstellt, dass die Potentiometereinstellung um mehr als 1/2% des insgesamt möglichen Einstellbereichs geändert werden muss, bevor eine neue Einstellung akzeptiert wird. Man könnte entgegenhalten, dass der beschriebene Hysterese-Test nicht ausreichend genau ist, weil eine zulässige Einstellungsänderung möglicherweise ignoriert wird. Dies könnte beispielsweise eintreten, wenn die alte Potentiometereinstellung eine ADU-Ausgangsgrösse erzeugt, die wesentlich grösser ist als der Wert H, beispielsweise 10110101, und der neue Potentiometereinstellwert, der von einem ADU-Ausgangssignal erzeugt wird, der Wert D ist. Man sieht, dass dies eine sehr grosse Winkeländerung des Potentiometers darstellt und dennoch die einen dem Wert D entsprechenden Wert erzeugende Endstellung ignoriert würde, weil Bit 1 und Bit 2 beide 1 sind. Es sei jedoch daran erinnert, dass ein interaktiver Vorgang stattfindet und dass der von dem Unterprogramm «Lesen» ausgewählte Parameterwert vom Standpunkt einer menschlichen Bedienungsperson aus gesehen sofort auf der numerischen Anzeige 80 oder 82 dargestellt wird. In dem gerade angegebenen Beispiel würde die Bedienungsperson sehen, dass eine sehr grosse Verstellung des Potentiometers keine Änderung des Einstellwertes erzeugte, und die Bedienungsperson würde selbstverständlich noch eine weitere Einstellung vornehmen. An irgendeinem Punkt würden die weiteren Einstellversuche dazu führen, dass ein neuer Wert von der Routine «Lesen» ausgewählt wird und auf der numerischen Anzeige dargestellt wird. Wäre die erzeugte Änderung grösser als erwünscht, würde die Bedienungsperson eine Rückstellung in die entgegengesetzte Richtung vornehmen, wobei zur Durchführung dieses Vorganges wesentlich weniger Zeit benötigt wird, als für die Erklärung dieses Vorganges. Die dargestellte Methode ist eine äusserst kostengünstige und bequeme Methode zum Eingeben von Parameteränderungen für die Zeit/Strom-Ausiesekennlinie in einen Leistungsschalter. Die Einstellung des Potentiometers auf die äusseren oberen und unteren Grenzwerte hat zur Folge, dass der engste Wert angezeigt wird.

Für den Fall, dass das Bit 2 nicht gleich dem Bit 3 ist, d.h., dass der Hysteresetest die Einstellung nicht ignoriert, wird in das Register R7 ein Bitmuster geladen, um diesen Einstellwert auf der numerischen Anzeige 80 oder 82 darzustellen. Dann wird der 4-Sekunden-Zeitgeber zurückgesetzt und der neue Einstellwert wird in der diesem speziellen Parameter entsprechenden RAM-Speicherstelle gespeichert. Dann kehrt das Unterprogramm zu der aufrufenden Funktion zurück.

Wenn eine ADU-Ausgangsgrösse von lauter Nullen oder lauter Einsen erhalten wird, interpretiert das Programm «Lesen» dies als einen Potentiometerfehler. Dann wird aus der Tabelle der engste Parameterwert ausgewählt, auf der numerischen Anzeige 80 oder 82 dargestellt und im RAM gespeichert.

I. Hardware-Initialisierung nach Netzeinschaltung

Nach der Netzeinschaltung muss der Mikrocomputer 154 initialisiert werden. Bei dem Intel 8048 erfolgt dies über einen RS-Stift, der, falls er auf niedrigem Potential gehalten wird, das Programm veranlasst, auf die Adresse Null zu «springen», welche vereinbarungsgemäss die Startadresse des Start-Unterprogramms bei Netzeinschaltung ist. Der RS-Stift wird von der Spannungsversorgung über D900 für etwa 5 Millisekunden auf niedrigem Potential gehalten, nachdem +5 V- angelegt sind.

Der RS-Stift beeinflusst jedoch nicht die von dem Mikrocomputer kommenden E/A-Leitungen, und so können diese während der Netzeinschalt-Einschwingvorgänge entweder einen hohen oder niedrigen Ausgangszustand einnehmen, welcher im Fall von vier speziellen Leitungen des Ports 1 und des Ports 2 verursachen kann, dass eine übermässige Versorgungsspannungsableitung, ja selbst ein unvorhergesehener Auslösevorgang des Leistungsschalters 10 oder anderer angeschlossener Schalter erfolgt. Es handelt sich um folgende Leitungen:

1. LED (Leitung 6 von Port 2; diese Leitung sollte auf niedrigem Potential sein, um sicherzustellen, dass sämtliche Leuchtdioden(LED)-Anzeigen auf der Frontplatte ausgeschaltet sind).

2. INHIBIT 212 (Leitung 7 von Port 2; diese Leitung sollte im dritten Zustand sein, d.h. hochohmig, um sicherzustellen, dass sämtliche acht Ziffern der 7-Segment-LED-Anzeigen 80 und 81 ausgeschaltet sind).

3. IMPULS 178 (Leitung 7 des Ports 1; diese Leitung sollte hochohmig sein, um sicherzustellen, dass der Impulstransformator 501 ausgeschaltet ist).

4. AUSLÖSEN 190 (Leitung 4 von Port 1; sollte hochohmig sein, um sicherzustellen, dass bei der Netzeinschaltung keine falsche Auslösung erfolgt).

Die gewünschte Hochohmigkeit wird mittels eines Hexadezimalpuffers U900 erzielt. Wenn RS des Mikrocomputers 154 niedrig ist, ist SPERREN (A) von U900 niedrig (entfernt), wodurch SPERREN (B) hoch (aktiv) ist. Auf diese Weise werden die vier kritischen Leitungen vom Mikrocomputer 154 in den hochohmigen Zustand geschaltet, mit Ausnahme von LED; diese Leitung wird wunschgemäss durch den Herunterzieh-Widerstand R905 auf niedrigem Potential gehalten.

Eine zweite Funktion des U900 besteht darin, den in Fig. 16 dargestellten Zähler U901 zurückzusetzen.

J. Automatisches Rücksetzen

Ist einmal ein erfolgreicher Netzeinschalt-Übergang erfolgt, fährt der Mikrocomputer 154 unendlich mit der Ausführung einer logischen und sequentiellen Folge von

Befehlen fort. Bei ungewöhnlichen Bedingungen, z.B. bei solchen Bedingungen, die von elektrischen System-Einschwingvorgängen verursacht werden, ist es möglich, dass ein Befehl nicht richtig ausgeführt wird. Der einzige Weg zum Zurückstellen des Mikrocomputers 154 auf seine ordnungsgemässe Programmausführung besteht darin, eine weitere Rücksetzoperation vorzunehmen. In unbewachten Anlagen muss dieses Rücksetzen automatisch erfolgen.

Das Rücksetzen erfolgt mittels eines Zählers U901, der einen 400-kHz-Taktausgang (ALE) vom Mikrocomputer 154 dazu verwendet, eine feste Zeitverzögerung zwischen dem letzten RS-Impuls von U901 und einem hohen Signal auf Q11 (RS des Mikrocomputers) zu schaffen. Wenn der RS-Impuls von U901 früh genug kommt, bleibt Q11 niedrig, und der Mikrocomputer wird nicht zurückgesetzt.

Die RS-Impulse von U901 werden vom Kollektor des Transistors 228 abgeleitet. Normalerweise haben diese Impulse eine Breite von 100 μ s und treten etwa alle 2 Millisekunden auf. Die Schaltung ist so ausgelegt, dass Q11 5,46 Millisekunden Anlaufzeit benötigt (d.h. um auf hohes Potential zu gehen), und daher ist Q11 stets niedrig.

Wenn eine falsche Befehlsausführungssequenz erfolgt, würden die folgenden möglichen Bedingungen ein automatisches Rücksetzen des Mikrocomputers (Q11 würde die Zeitsperre überschreiten, d.h. auf hohes Potential gehen) bewirken:

228 - EIN

Wenn diese Bedingung länger als 300 μ s vorliegt, wird der Impulstransformator 501 gesättigt, und RS von U901 bleibt niedrig.

228 - AUS

Bei dieser Bedingung bleibt RS von U901 niedrig.

228 - Impulsgeschwindigkeit zu langsam

Wenn die Einschaltimpulse für den Transistor 228 weniger als alle 5,46 ms auftreten, bleibt RS von U901 lange genug niedrig, dass ein Rücksetzen des Mikroprozessors erfolgen kann.

228 - Impulse zu schnell

Eine rasche Impulsteuerung des Transistors 228 wird von R900 und C900 (Zeitkonstante: 29 μ s) ausgefiltert.

Q900 - EIN/AUS - Tastverhältnis > 1/10

Der Transformator T501 wird für 100 μ s von dem Transistor 228 für eine Spannung von 5 V gepulst. Wenn 228 ausgeschaltet wird, fliesst der Magnetisierungsstrom des Transformators durch die Diode D901, was zu einer Spannung von etwa -0,5 V führt, die an den Transformator 501 gelegt wird. Die durchschnittliche Spannung des Transformators muss Null sein, und somit werden 1000 μ s

$$\left(\frac{5 \text{ V}}{0,5 \text{ V}} \times 100 \mu\text{s} \right)$$

benötigt zum «Rücksetzen» des Magnetisierungsstroms des Transformators auf Null. Ein Ein-Aus-Verhältnis von 1 zu 10 oder weniger muss aufrechterhalten werden, damit der Transformator 501 funktioniert, oder der Kern des Transformators wird schliesslich gesättigt. Wenn der Transformator 501 gesättigt wird, gelangen die RS-Impulse nicht an U901, und Q11 wird die Zeitsperre überschreiten und den Mikrocomputer zurücksetzen.

Tabelle der in den Zeichnungen verwendeten Bezugszeichen

Legende			Legende		
Legende	Bezugszeichen	Figur	Bezugszeichen	Figur	
Hardware-Rücksetzen	F1	17	Lesen PGCUR und Umsetzen in Digital	F35	18
Beginn	F2	17	Rücksetzen	F36	18
Initialisieren RAM und PORTS	F3	17	Erdstrom-Spitzenwertgleichrichter		
Hardware-Unterbrechung	F4	17	$PPCUR \geq 1,0$ Einh.	F37	18
Ausführen thermische Auslösefunktion	F5	17	$PPCUR \leq 9,0$ Einh.	F38	18
FUNKT	F6	17	$PGCUR = PGCUR - \frac{PPCUR}{8}$	F39	18
FUNKT1			$PGCUR = 0$	F40	18
Lesen Phasen-, Erd-, LD-Phasen-Ströme;	F7	17	Speichern PGCUR in RAM	F41	18
Anzeigen Ziff. 1, Prüfen auf serielle			FUNKT2	F42	19
Eingaben/Ausgaben			Auswählen mittl. Strom 164 auf MUX	F43	19
FUNKT2			158		
Lesen mittlerer Strom, Bauartnummer;	F8	17	Aufruf CMDIS zum Lesen IAVE u.	F44	19
Berechnen derzeit. KW und Spitzen-KW;			Anzeigen Ziff. 2		
Anzeigen Ziff. 2			Berechnen $PRKW = I_{AVE} \times PF \times L.Spg.$	F45	19
FUNKT3			Addiere PRKW auf MWh-Zw.-Sum.	F46	19
Lesen Schalter, KW-Einstellpot.;	F9	17	$PRKW > PKACKW$	F47	19
Berechnen MWh, Anzeigen Ziff. 3			Setzen $PKACKW = PRKW$	F48	19
FUNKT4			Speichern PRKW u. PKACKW in RAM	F49	19
Lesen PF \times Light.Sp-Potentiometer,	F10	17	Zeit für Anzeige von PRKW u. MWh?	F50	19
Druckknöpfe, Anzeigen Ziff. 4			Laden PRKW u. MWh in Ziffernwerte	F51	19
FUNKT5			von RAM		
Lesen sofort-Einstellpot., Testpot.,	F11	17	Auswahl Bauartnummernschaltg. 170	F52	19
Durchführen Testfunkt. und			25 für MUX 158		
«sofort»-Fkt., Anzeigen Ziff. 5			Umsetzen analog. Bauartnummer in	F53	19
FUNKT6			Digitalw. u. Speichern in RAM		
Lesen LDPU- und LDT-Potentiometer,	F12	17	FUNKT3	F54	20
Ausführen LD-Fkt., Anzeigen Ziff. 6			Rücks. d. über SER AUS zusendenden	F55	20
FUNKT7			30 Anzahl von Impulsen		
Lesen SDP- und SDT-Pot., Ausf. SD-Fkt.,	F13	17	Quelle 1	56	3
Anzeigen Ziff. 7			Aufrufen CMDIS zum Anz. Ziffer 3 u.	F56	20
FUNKT8			Lesen KWST-Pot. 108		
Lesen GFP- und GFT-Pot., Ausf.	F14	17	Aufrufen «Lesen», um Tabellenwert für	F57	20
Erd-Fkt., Anzeigen Ziff. 8			35 KWST-Pot. zu erhalten		
FUNKT1			Quelle 2	58	3
Initialisieren R1 und R6	F15	18	Zeit für Anzeige von KWST	F58	20
Erhöhen 4-Seg.-Zeitgeber	F16	18	Laden von 4 Ziffernwerten von KWST in	F59	20
4-Seg.-Zeitgeber abgelaufen	F17	18	RAM f. Anzeige 80		
Mechanismus	F19	18	40 Addieren PRKW auf	F60	20
Rotieren R7 zum Anzeigen des nächsten	F20	18	KWh-Zwischensumme		
Parm.			Überlauf der KWh-Zw.-su.?	F61	20
Setzen LED-Anz. auf Bit (B6) in richtiger	F21	18	Erhöh. MWh-Zw.-summe	F62	20
Ziffernwert-RAM-Speicherstelle			Zeit für Anzeige der MWh?	F63	20
Auslösespule	22	11	45 Format. MWh-Zw.-su. in Digitalwerte u.	F64	20
Aufruf CMDIS für Anz. Ziff. 1 (rechte	F22	18	Speichern in RAM für Anzeige 82		
Z.) und Lesen PPCUR			Umschalten von MUX 168 auf MUX 166	F65	20
Speichern PPCUR in RAM	F23	18	A/D-Umsetzg. Frontpl.-Schalt. u.	F66	20
Zeit für Anzeige von PPCUR?	F24	18	Speichern d. Werts in RAM		
Laden PPCUR in Ziffernwert-Stellen in	F25	18	50 FUNKT4	F67	21
RAM der linken vier			Aufruf CMDIS u. Einsch. Ziffer 4 von 82	F68	21
Num.-Anzeigenstellen			und Lesen PF \times Leitgs.-spg.-Pot. 110		
Laden PGCUR in Ziffernwerte in RAM	F26	18	Aufruf «Lesen», um Tabellenwert für PF	F69	21
der rechten vier Num.-Anzeigestellen			\times L.spg.-Pot. 110 zu erhalten		
Daten bei SER EIN?	F27	18	55 Zeit für Anzeige von PF \times Leitgs.-sp.?	F70	21
Aufführen serielle Eingabe	F28	18	Format. PF \times L.Spg. in vier Digitalwerte	F71	21
SER AUS aufgerufen?	F29	18	u. Speichern in RAM für Anzeige 80		
Ausführen serielle Ausgabe	F30	18	Umschalten von MUX 168 auf MUX 166	F72	21
Einstellen Ref.-Spg. für ADU für	F31	18	AD-Umsetzen d. Druckknöpfe 105, 107,	F73	21
doppelte Auflösung			60 128 u. 131		
Handbetätigungsvorr.	32	2	Speichern der Werte der Druckknöpfe in	F74	21
Lesen LDPU u. Ums. in Digital	F32	18	RAM		
Entladen	F33	18	Sind irgendwelche Druckknöpfe	F75	21
Phasenstr.-Spitzenwertgleichrichter			gedrückt?		
Auswählen	F34	18	65 KWST-Druckknopf 105 gedrückt?	F76	21
Erdstrom-Spitzenwertgleichrichter 102			Löschen PKKW-Wert in RAM	F77	21
			System-Rücksetztaste gedrückt?	F78	21
			Laden Druckknopfwert in Test-Flag	F79	21

Legende	Bezugszeichen	Figur	Legende	Bezugszeichen	Figur
Löschen Test-Flag, Löschen SER	F80	21	PPCUR > SDPU?	F128	24
AUS-Impulse für Auslöse-Ursache, Unterbrechungsfreigabe			Löschen SD-Zw.-summe	F129	24
FUNKT5	F81	22	I ² -Schalter 102 gesetzt?	F130	24
Aufruf CMDIS zum Einsch. Ziff. 5, Lesen Sofort-Pot. 112	F82	22	Add. PPCUR auf SD-Zw.-summe	F131	24
Aufruf «Lesen», um Tabellenwert für POT 112 zu erhalten	F83	22	Add. (PPCUR) ² auf SP-Zw.-su.	F132	24
Zeit für Anzeige des Forto AW-Einstellung?	F84	22	SD-Zw.-summe > SPT	F133	24
Format. Sofort AW in Digitalwert und Speichern in RAM	F85	22	Speichern Impulscode für Fernanzeige	F134	24
Lesen Test-Pot. 120 u. Umsetzen in Dig.-Wert	F86	22	AUS		
Schalter 106 in Stellung «Auslösen»? Setzen Test-Pot. = 6 Einh. Phasen oder 1,5 Einh. Erdstrom	F87	22	Auslösen	F135	24
Ist mehr als eine Taste gedrückt?	F89	22	FUNKT8	F136	25
Ist Phasen-Testknopf gedrückt?	F90	22	Aufruf CMDIS f. Anz. Ziff. 8; Abtasten GFPU	F137	25
Wert des Test-Pot. 120 ≥ PGCUR	F91	22	Aufr. «Lesen» f. GFPU	F138	25
Test-Pot.-Wert (120) ≥ PPCUR?	F92	22	Zeit für Anzeige von GFPU	F139	25
Einschalten Test-LED 100, Anzeigen Test-Pot 120 in Erd-Einh.	F93	22	Format GFPU in Digitalwerte und Speich. in RAM für Anzeige 80	F140	25
Einsch. Test-LED 100 Anzeigen Test-Pot. 120 in Phasen-Einh.	F94	22	Abtasten GFT u. ermitteln Dig.-wert	F141	25
Testflag = Druckknopf?	F95	22	Aufr. «Lesen» für GFT	F142	25
Phasen-Testknopf 128 gedrückt?	F96	22	Zeit für Anzeige von GFT?	F143	25
Setzen PGCUR = Test-Pot.	F97	22	Spannungsversorgung	144	2
Setzen LDPC = PPCUR = Test-Pot.	F98	22	Formatieren GFT in digit. Werte	F144	25
SKIP	F99	22	Speichern in RAM für Anzeige 82		
PPCUR ≥ Sofort AW?	F100	22	Fernanzeige und Spannungsversorgung	145	2
Speichern Impulscode für Fernanz. AUS Auslösen!	F101	22	PGCUR > GFPU?	F145	25
FUNKT6	F102	22	Gleichrichter	146	2
Aufruf CMDIS für Anzeige Ziff. 6 und Abtast. LDPU-Pot. 114	F103	23	PGCUR > ½ GFPU?	F146	25
Aufruf «Lesen» für LDPU	F104	23	Setzen GF-Verriegelung in RAM	F147	25
Zeit für Anzeige von LDPU?	F105	23	Vermindern GF-Zw.-Su.	F148	25
Format LDPU u. Speich. in 4 RAM-Stellen für Anzeige 80	F106	23	Ist I ² -Schalter 104 gesetzt?	F149	25
Abtasten LDF Potent. 127	F107	23	Erhöhen GF-Zw.-su.	F150	25
Aufruf «Lesen» für LDT	F108	23	FOM	151	2
Zeit für Anzeige von LDT?	F109	23	Add. 1,5 × PGCUR auf GF-Zw.-su.	F151	25
Format LDT u. Speich. in RAM für Anzeige 82	F110	23	GF-Zw.-su. > GFT?	F152	25
LDPC > LDPU?	F111	23	Gleichrichter	152	2
Vermindern Zw.-su. von LD um (LDPU-LDPC) ²	F112	23	arithmetisch-logische Einheit	153	5A
Erhöhen LD-Zw.-su. um (LDPC) ²	F113	23	Speichern Impuls-Code f. Fernanz. AUS	F153	25
LD-Zw.-Su LD-Zw.-su.-Auslöse-Peg.	F114	23	Mikrocomputer	154	11
Speichern Impulscode für Fernanz. AUS Auslösen	F115	23	Auslösen	F154	25
Löschen LD-Zw.-su.	F116	23	Frontplatten-Anzeigevorrichtung	155	2
FUNKT7	F117	23	Lesespeicher	155	5A
Aufruf CMDIS zur Anz. Ziff. 7 u. Abtasten SDPU-Pot. 116	F118	23	CMDIS	F155	26
Aufruf «Lesen» für SDPU	F119	24	Analog/Digital-Umsetzer	156	2
Zeit für Anzeige von SDPU?	F120	24	A/D-Umsetzer	156	8
Format in Digitalwerte u. Speichern in RAM für Anzeige 80	F121	24	Zeitverzögerung von (16,667)/2 ms verstrichen?	F156	26
Abtasten SDT-Pot. 124, Ermitteln Digitalwert	F122	24	Lese/Schreib-Speicher (RAM)	157	5A
Aufruf «Lesen» für SDT	F123	24	Rücksetzen Verzög.-Zeitgeber	F157	26
Zeit für Anzeige von SDT?	F124	24	Multiplexer	158	2
Formatiere SDT in Digitalwerte u. Speichern in RAM für Anzeige 82	F125	24	Erhöhen R6 für Auswahl d. nächsten Leitg. für MUX158	F158	26
	F126	24	Vermindern R1, um Adresse d. nächsten Digitalwertes zu erhalten	F159	26
	F127	24	Spitzenwertgleichrichter	160	2
			Rücks. Anzeigesperren-Bit auf Leitg. 7 Post 2	F160	26
			Senden Dig.-Wert über Port 2 zur Anzeige	F161	26
			Speichern d. Digit.-Wertes auf Anzeige	F162	26
			Spitzenwertgleichrichter	162	2
			Senden Adressenauswahldaten zu MUX166 u. 168	F163	26
			Mittelungsschaltung	164	2
			TADCV	F164	26
			Auswahl MUX168	F165	26
			Multiplexer	166	2
			Aufruf A/D-Umsetzung	F166	26

Legende	Bezugszeichen	Figur	Legende	Bezugszeichen	Figur
Speichern Umsetzungsergebnis in AC u. R3	F167	26	Lesen	F182	28
Multiplexer	168	2	5 wurde Schalter ausgelöst?	F183	28
Rückkehr	F168	26	Abgreifen d. unteren 5 Bits von ADU in AC, zirkulieren um 5 Stellen	F184	28
Auslösen	F169	27	Addieren R2 auf AC, um RAM-Adr. des abgeleiteten Tab.-werts zu erh.; hohen neuen W.	F185	28
Bauartnummer-Kennzeichnungsvorr.	170	2	10 alter Einstellwert = 0?	F186	28
Auslöseflag gesetzt?	F170	27	Laden neuen Einstellw. in RAM	F187	28
Auslösepot.	F171	27	neuer Einstellwert = alter Einstellwert?	F188	28
Datenbus	172	5A	Halten d. alten Einstellwertes	F189	28
Rücksetzen Auslöseflag	F172	27	15 Bit2 = Bit3?	F190	28
Formatiere PPCUR in Digitalwerte, Speichern in RAM für Anzeige 80	F173	27	Setzen R7, um Anzeige dieses Einstellwertes zu veran.	F191	28
Daten-Eingabe/Ausgabe-System	174	2	Rücks. d. 4-Sek.-Zeitgebers	F192	28
Setzen LED-Bit für Auslöseursache in RAM	F174	27	Speichern d. neuen Einstellwertes in RAM	F193	28
Setzen R7 zum Festhalten der Anzeigewerte	F175	27	20 Zwischenspeicher-Decoder	194	6
Daten/E/A-Spannungsversorgung	176	2	Rück.	F194	28
Unterbrechungssperre	F176	27	Multiplexer	206	6
wurde diese «Auslösung» durch einen Test verursacht?	F177	27	Spannungszuordner	702	11
Ist es ein «Nicht-Auslösen»-Test?	F178	27	25 Energiespeicherkondensator	704	11
Senden Auslösesignal auf Leitung 4 Port 1	F179	27	G.-spg./Gl.-spg.-Wandler	706	11
Rücksetzen Test-Flag u. 4-Sek.-Zeitgeber	F180	27	Spannungsfühler	708	11
Rückkehr	F181	27	Stromnebenweg-«Brechtange»	714	11

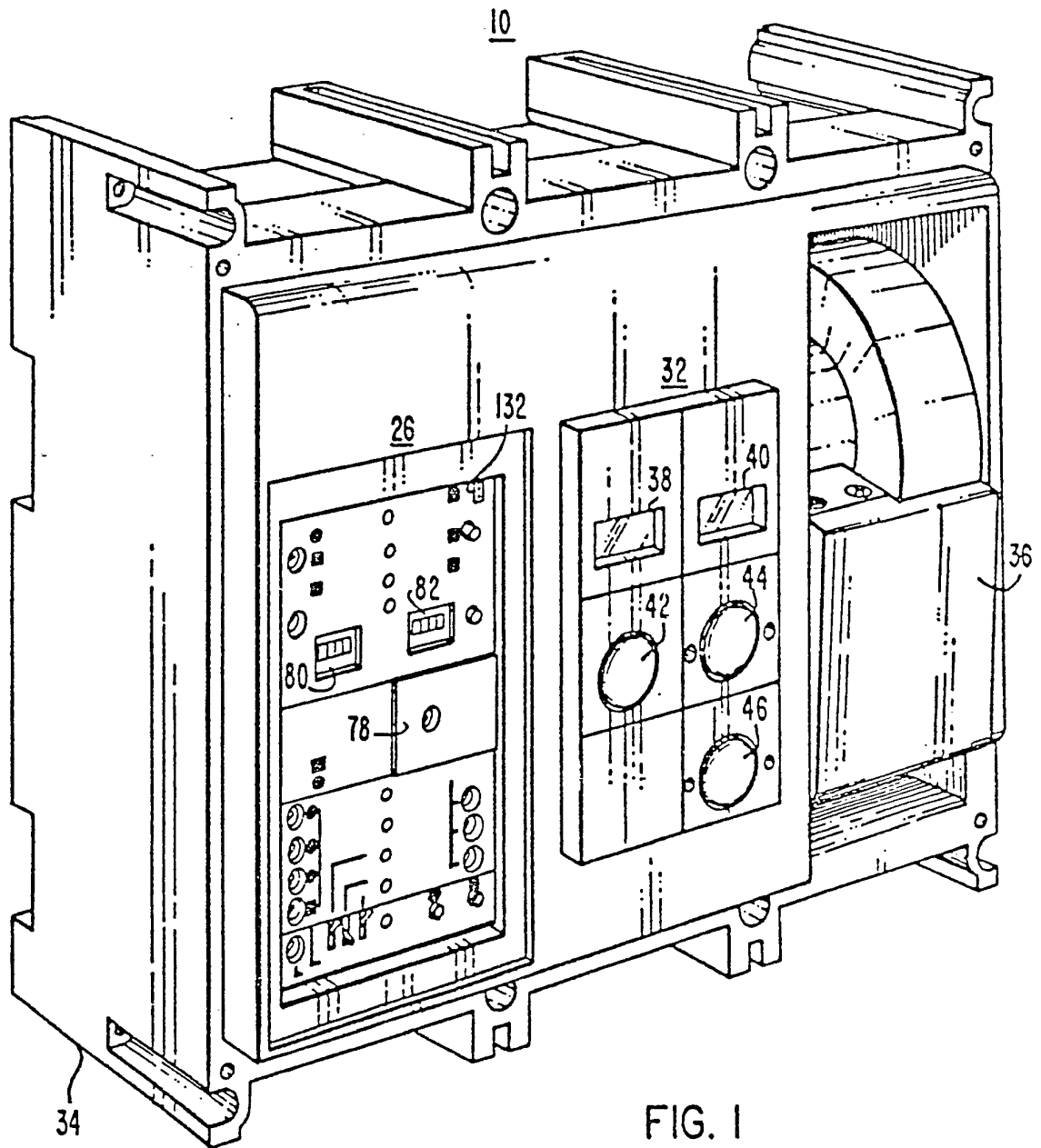
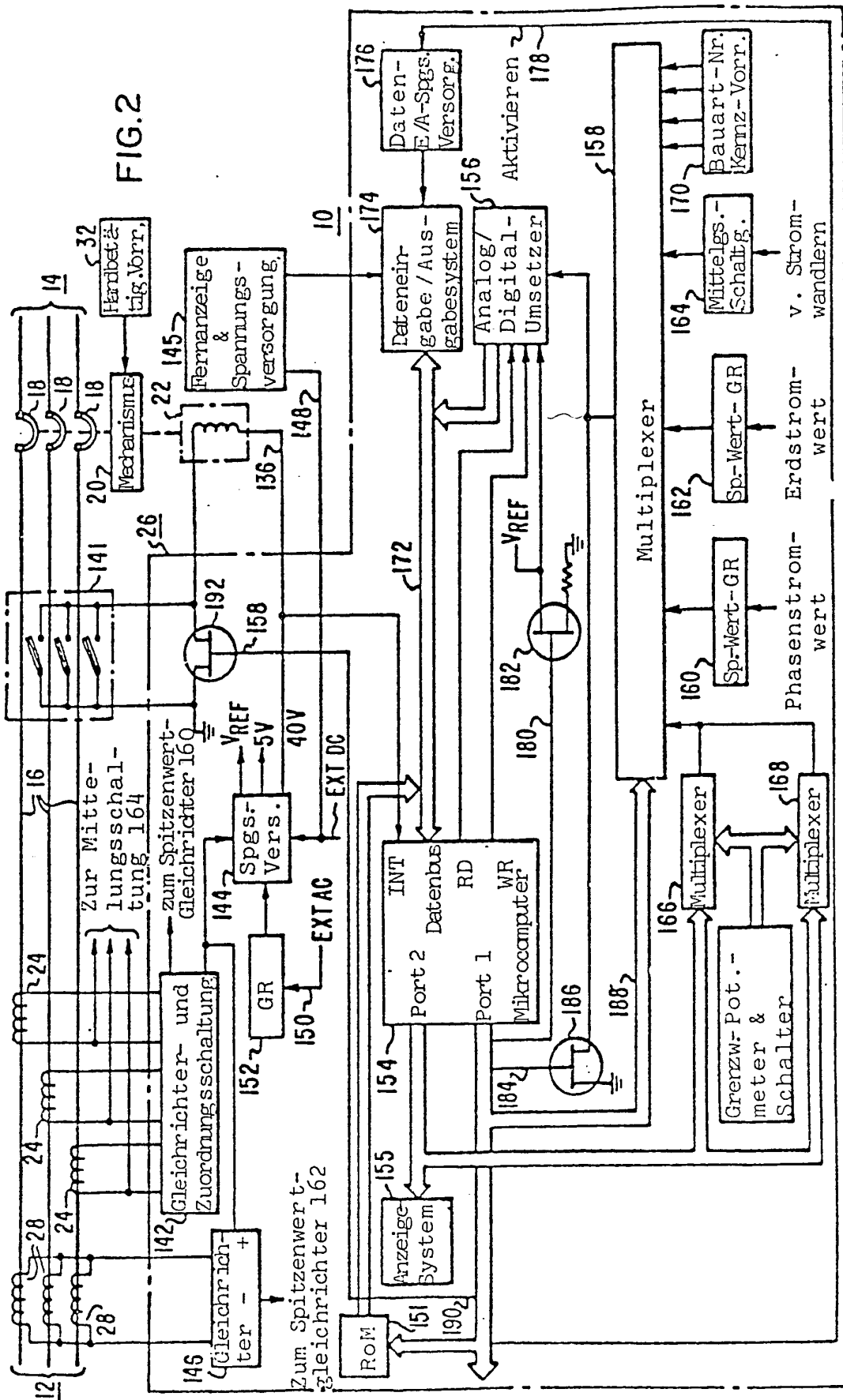


FIG. 1

FIG.2



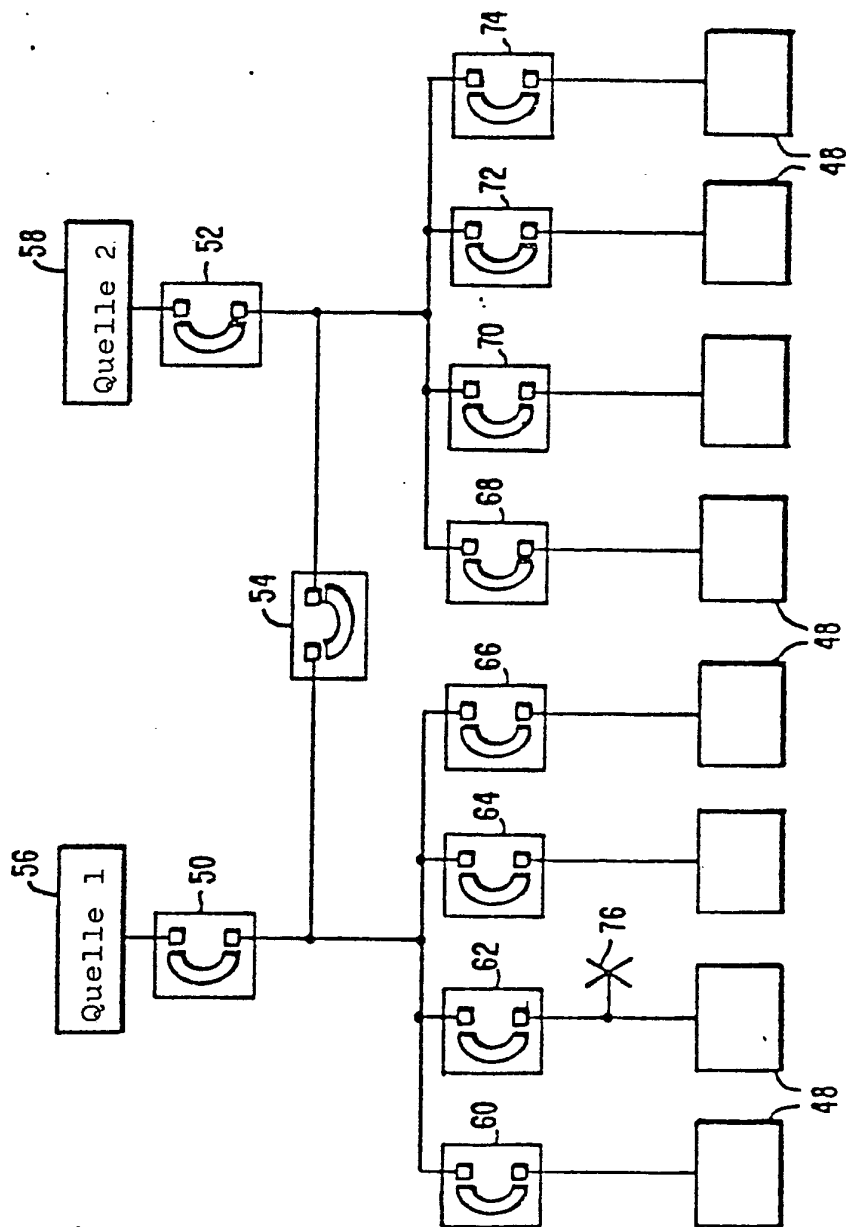
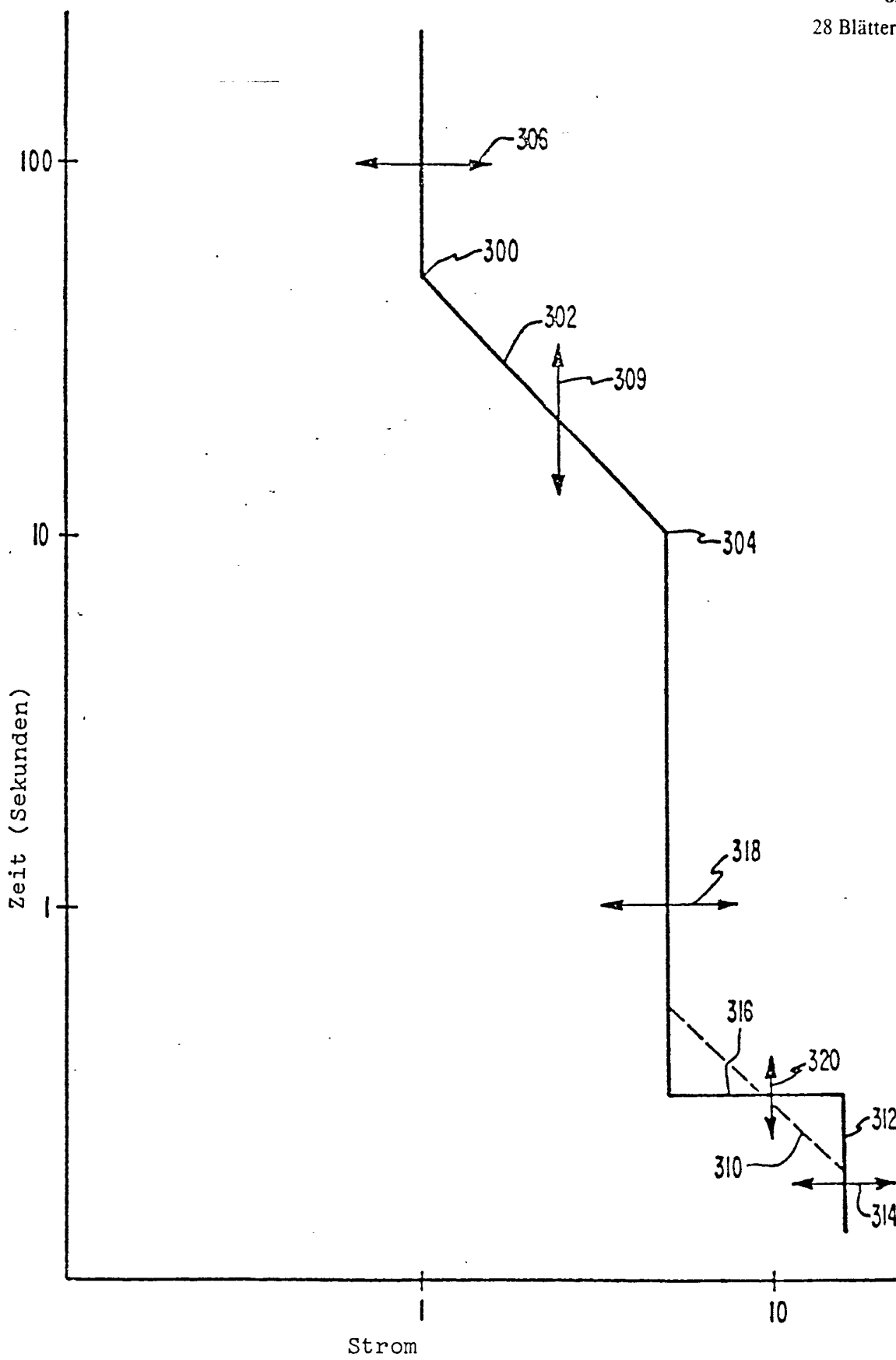


FIG.3



(in Vielfachen des max. Dauerstroms)

FIG. 4

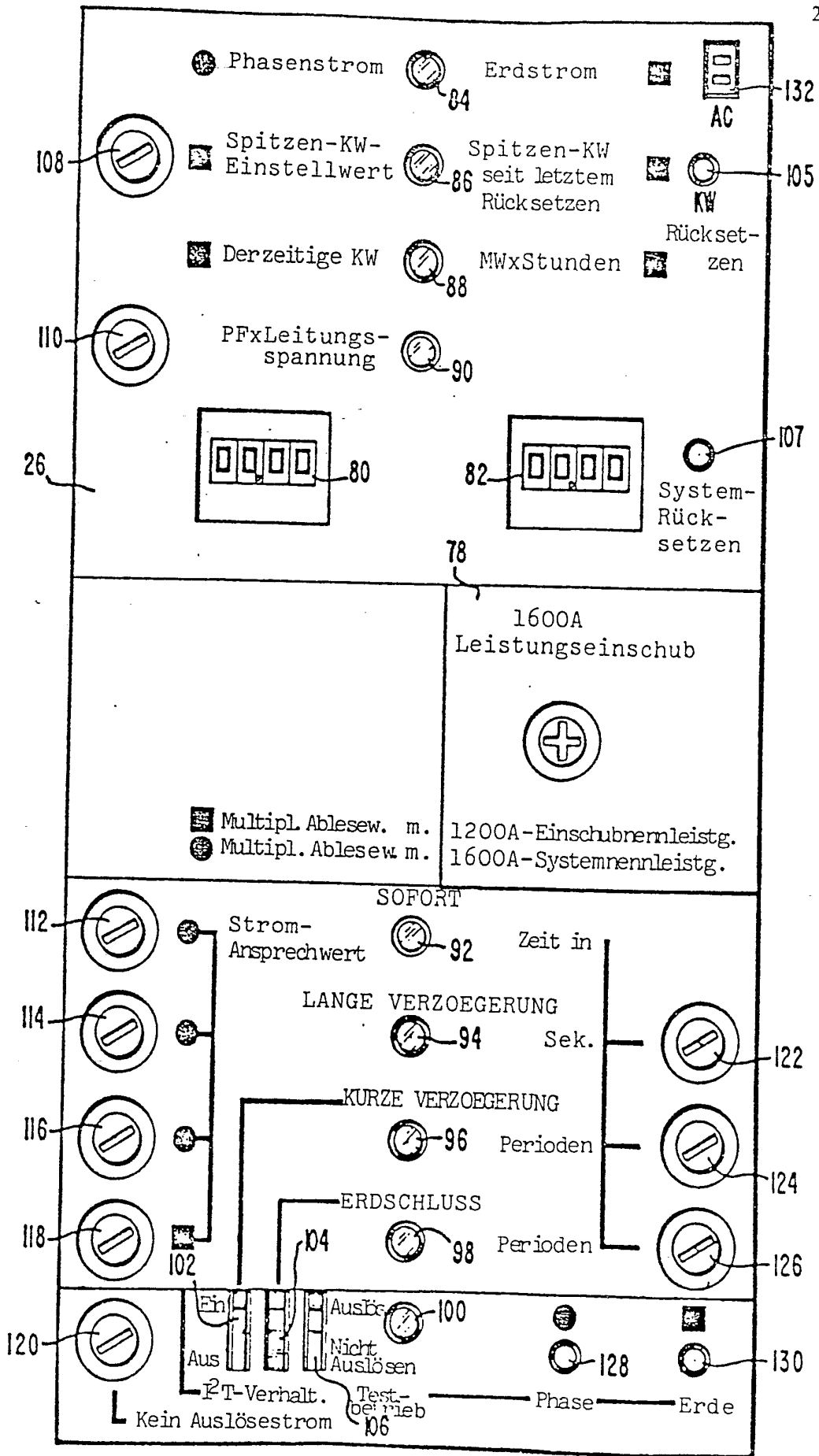
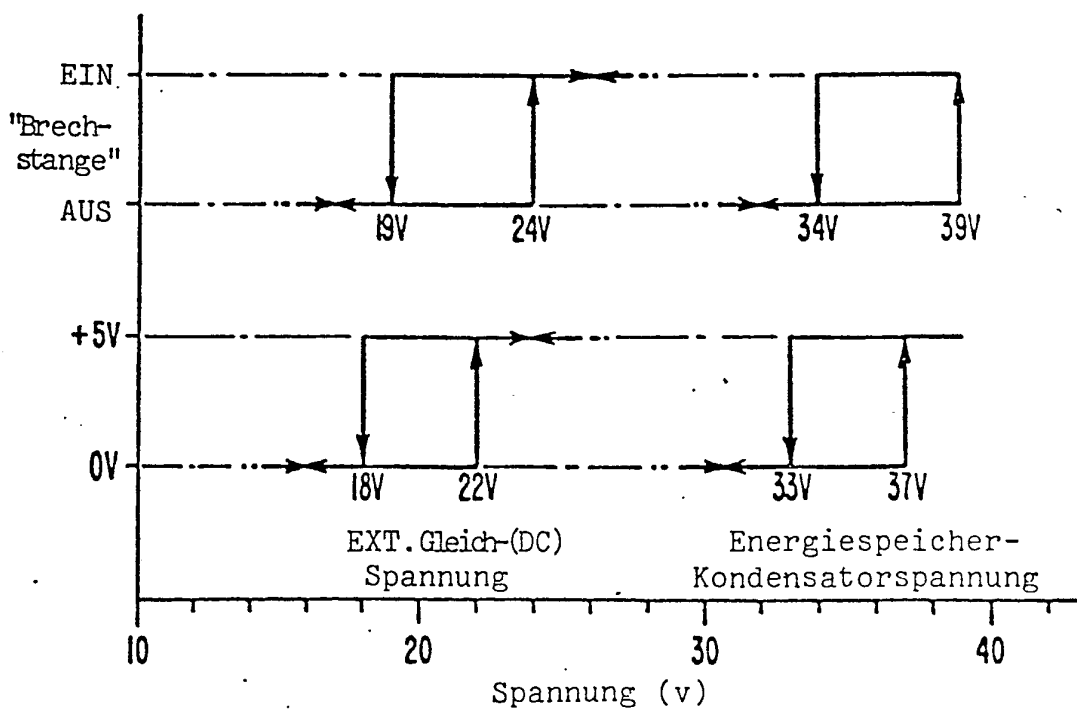
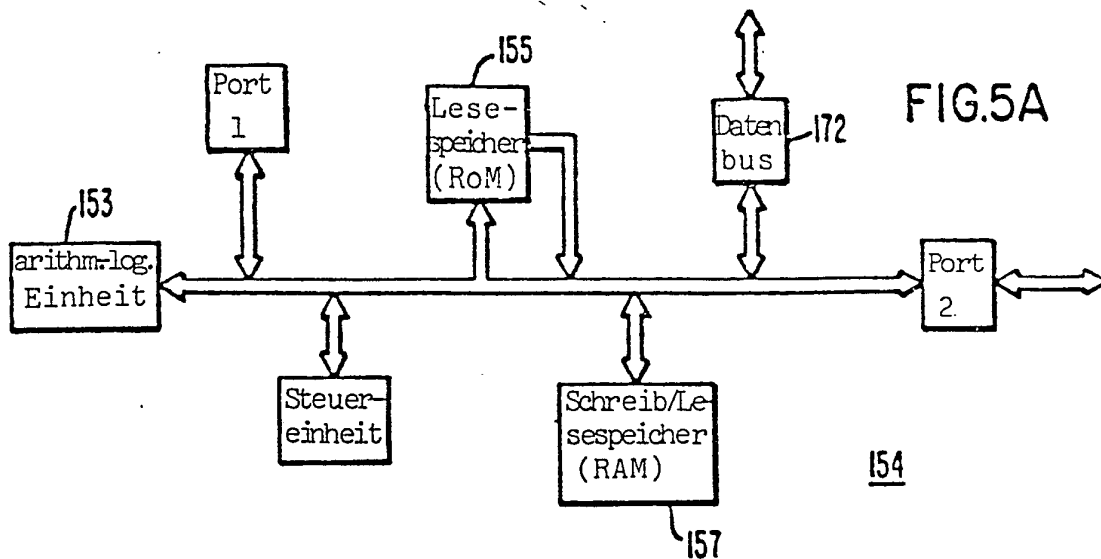
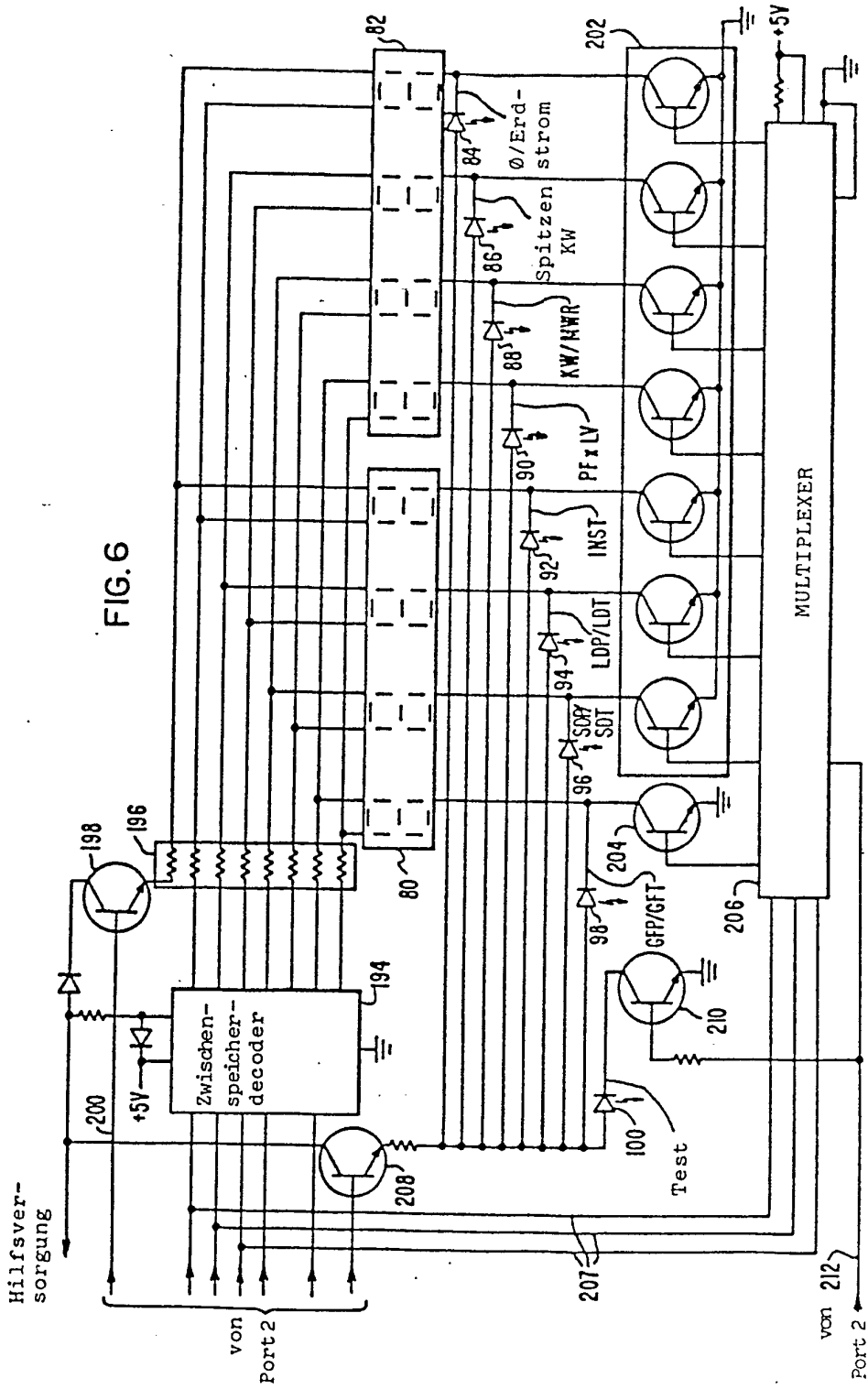


FIG. 5





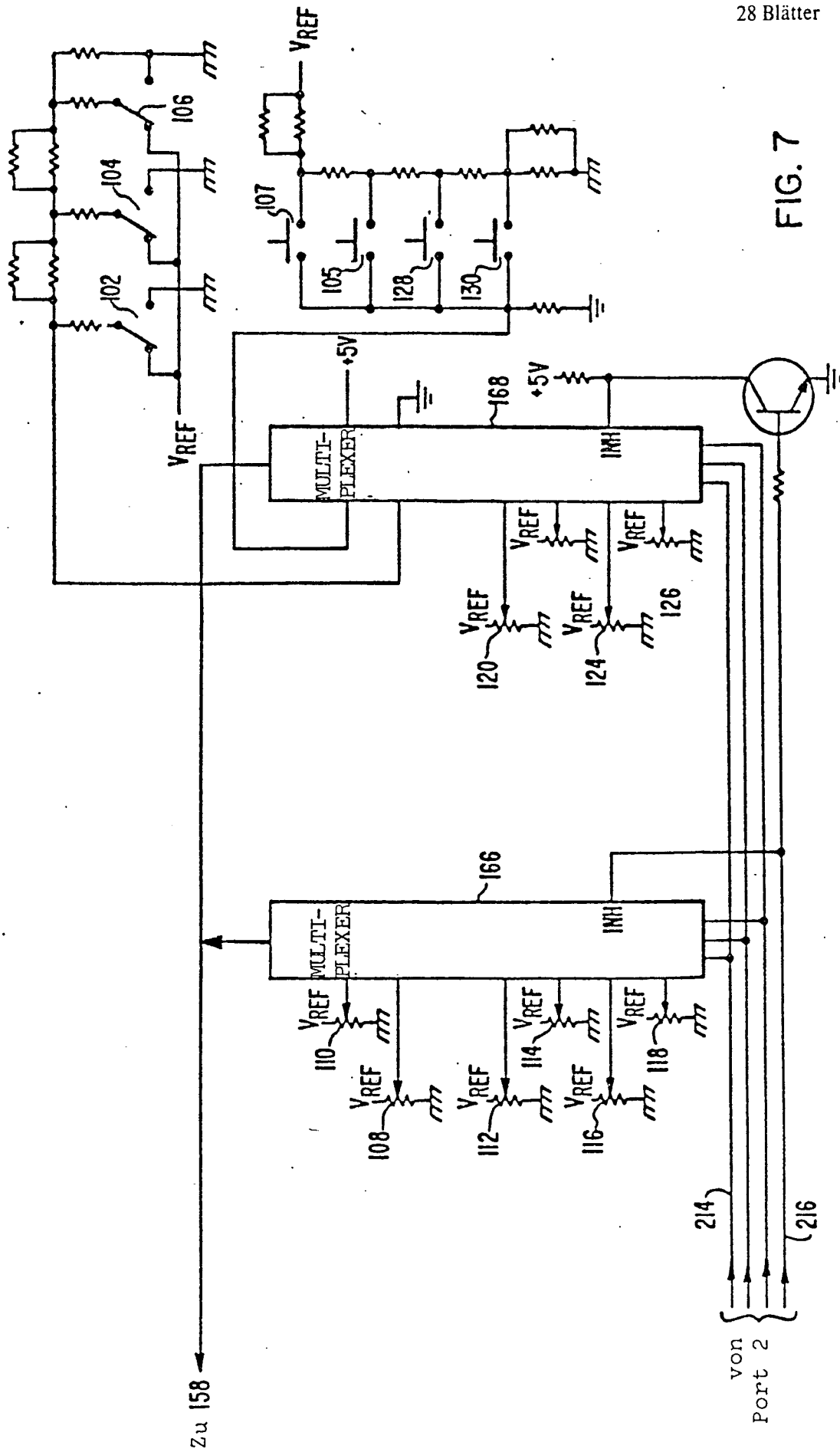


FIG. 7

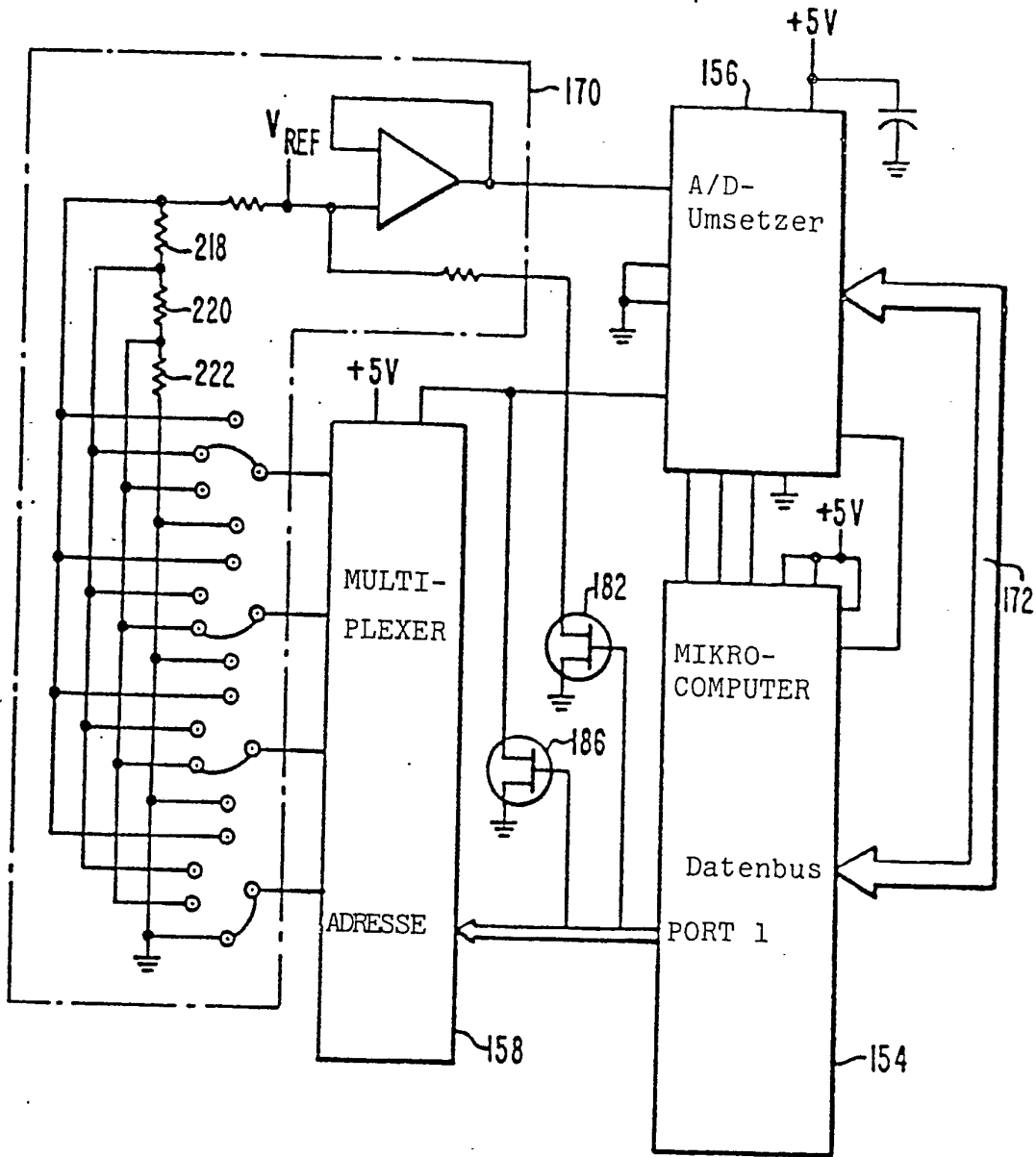


FIG. 8

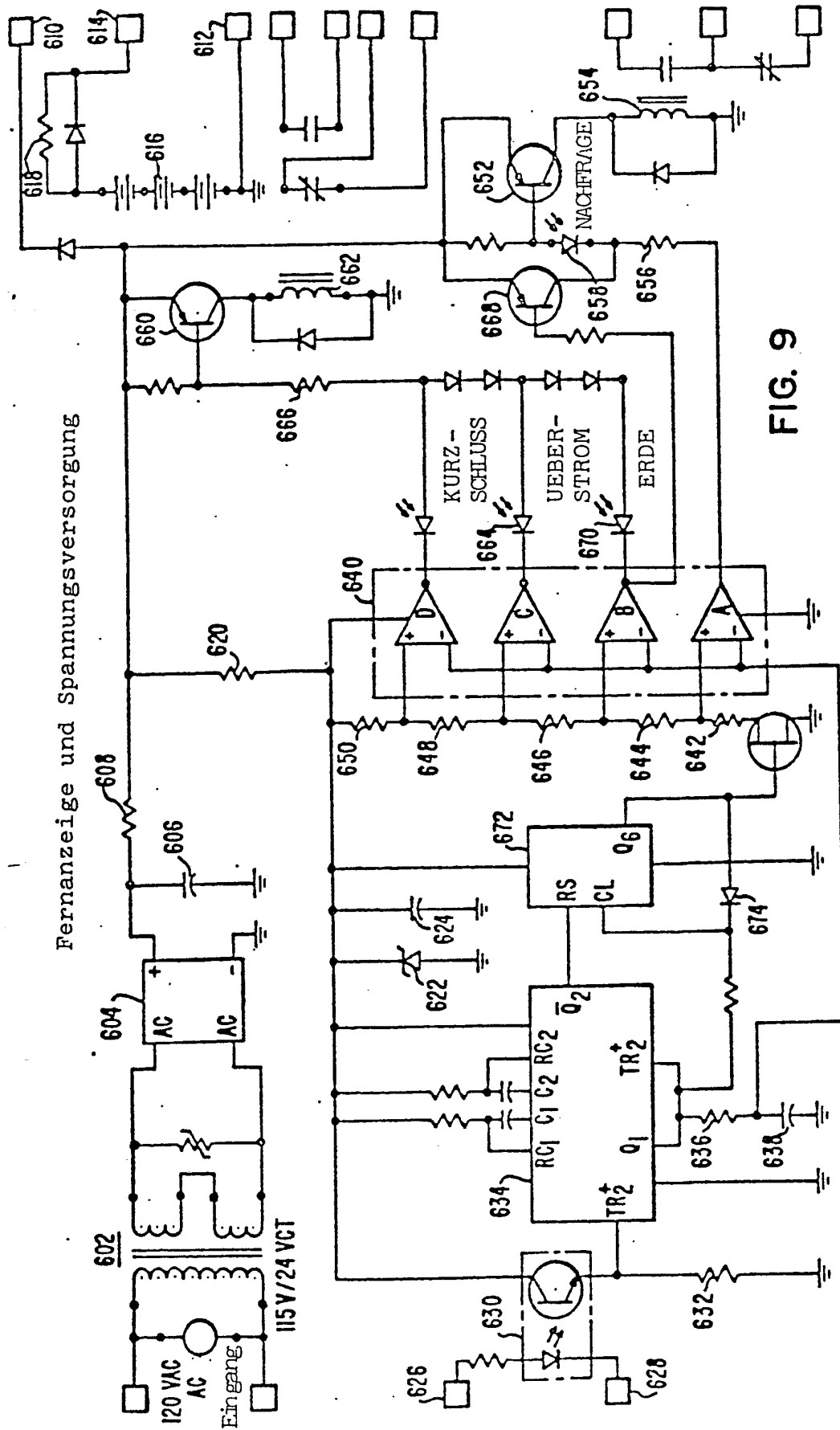


FIG. 9

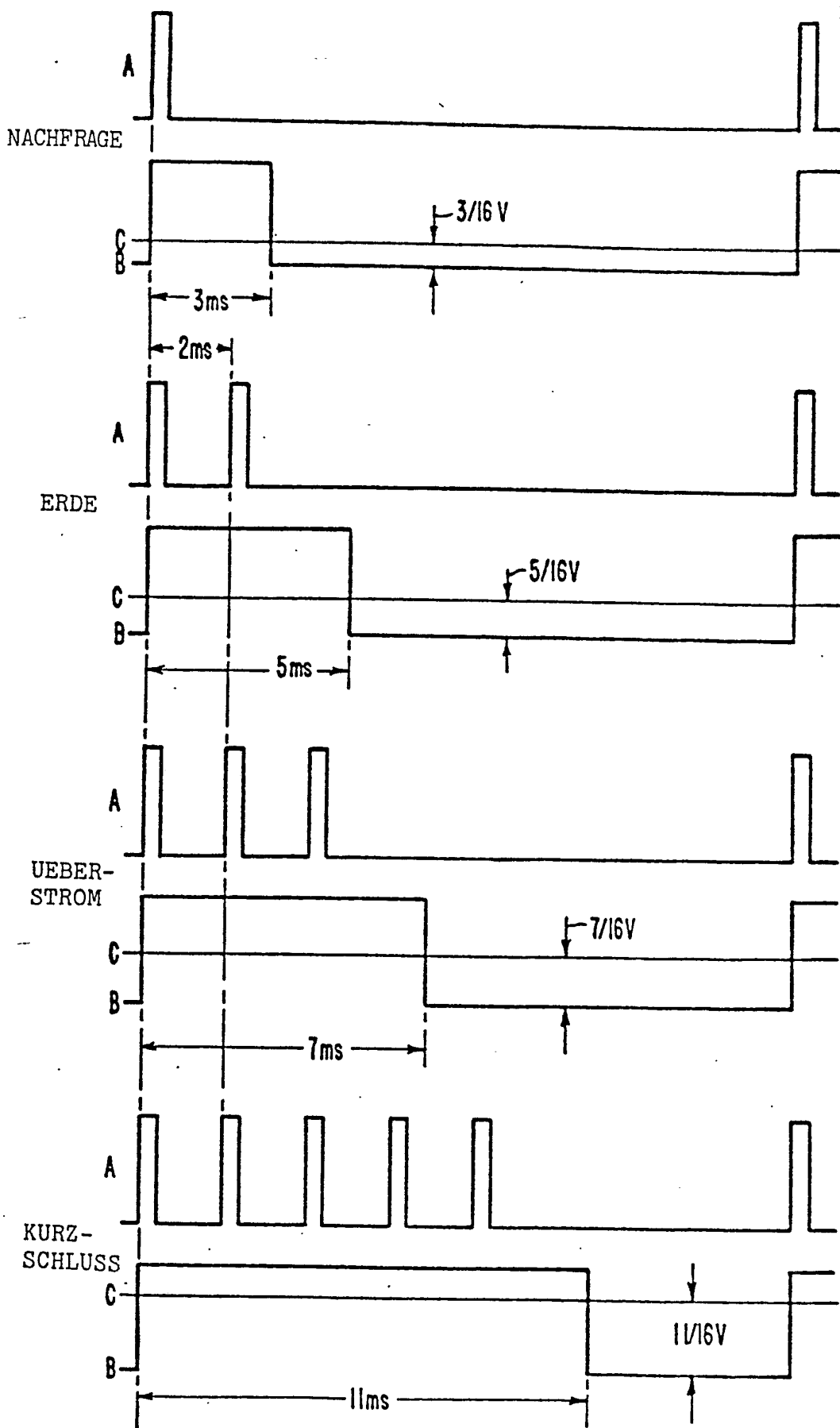


FIG. 10

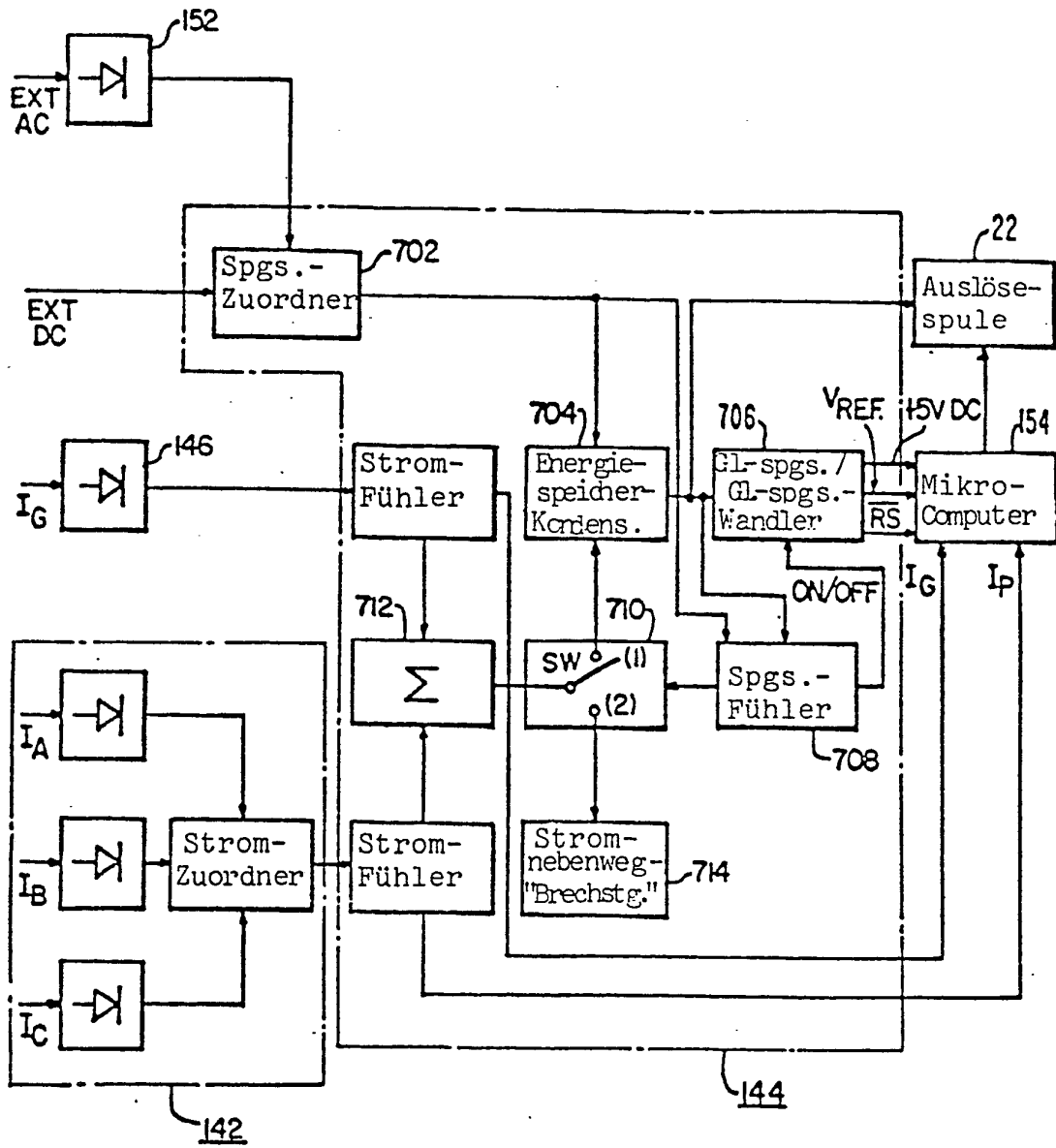
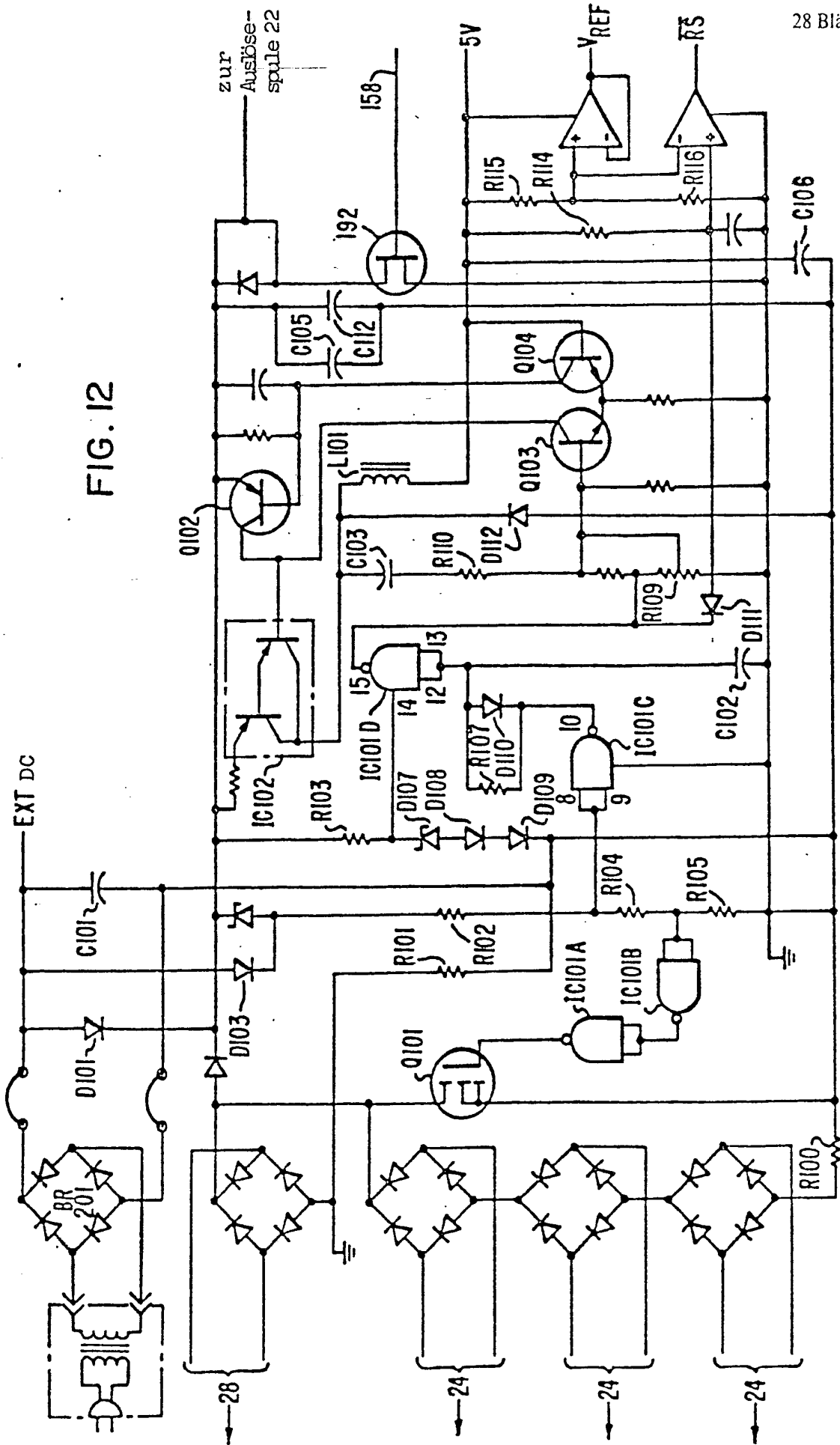


FIG.II.

FIG. 12



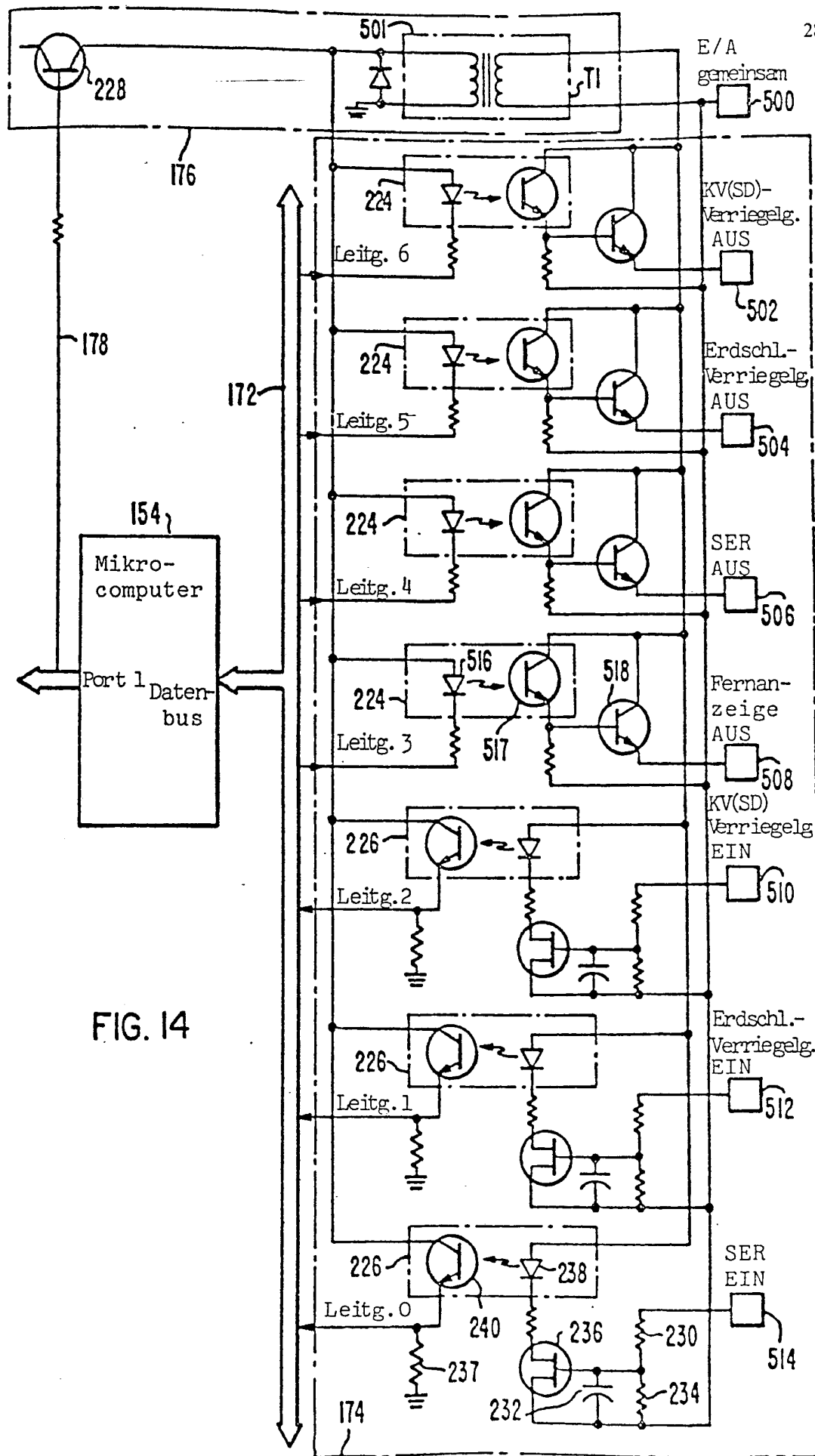


FIG. 14

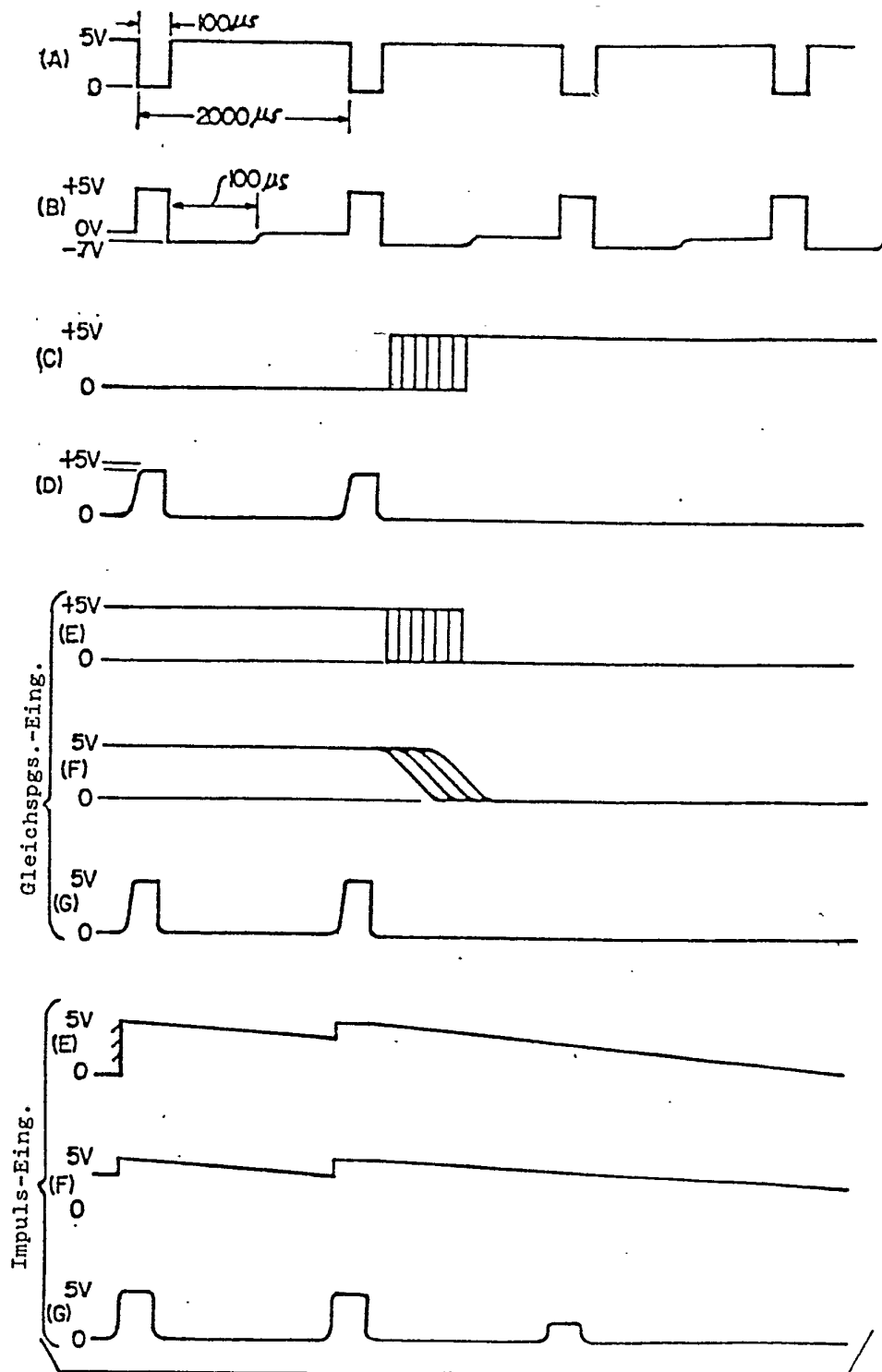


FIG.15.

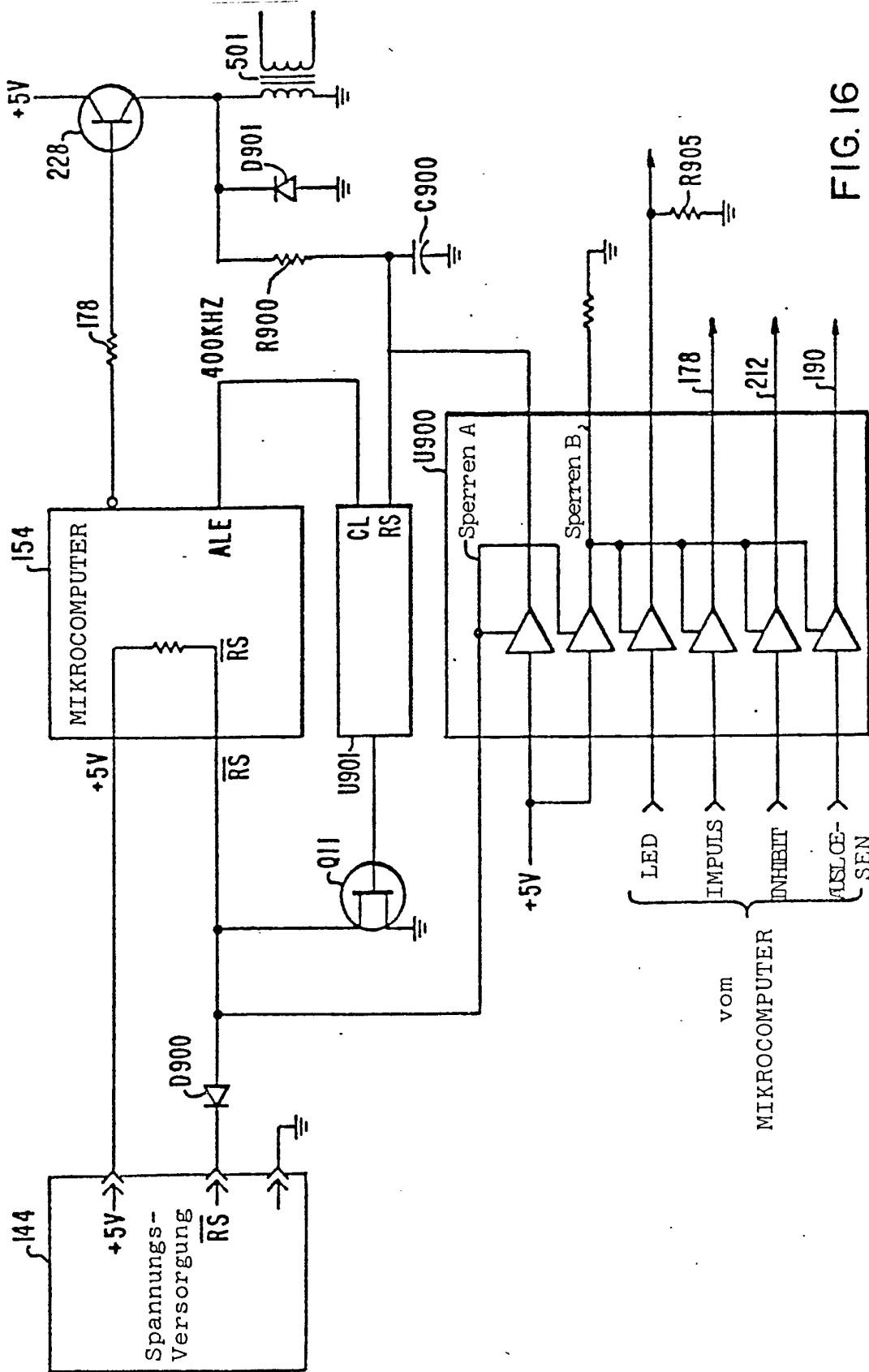


FIG. 16

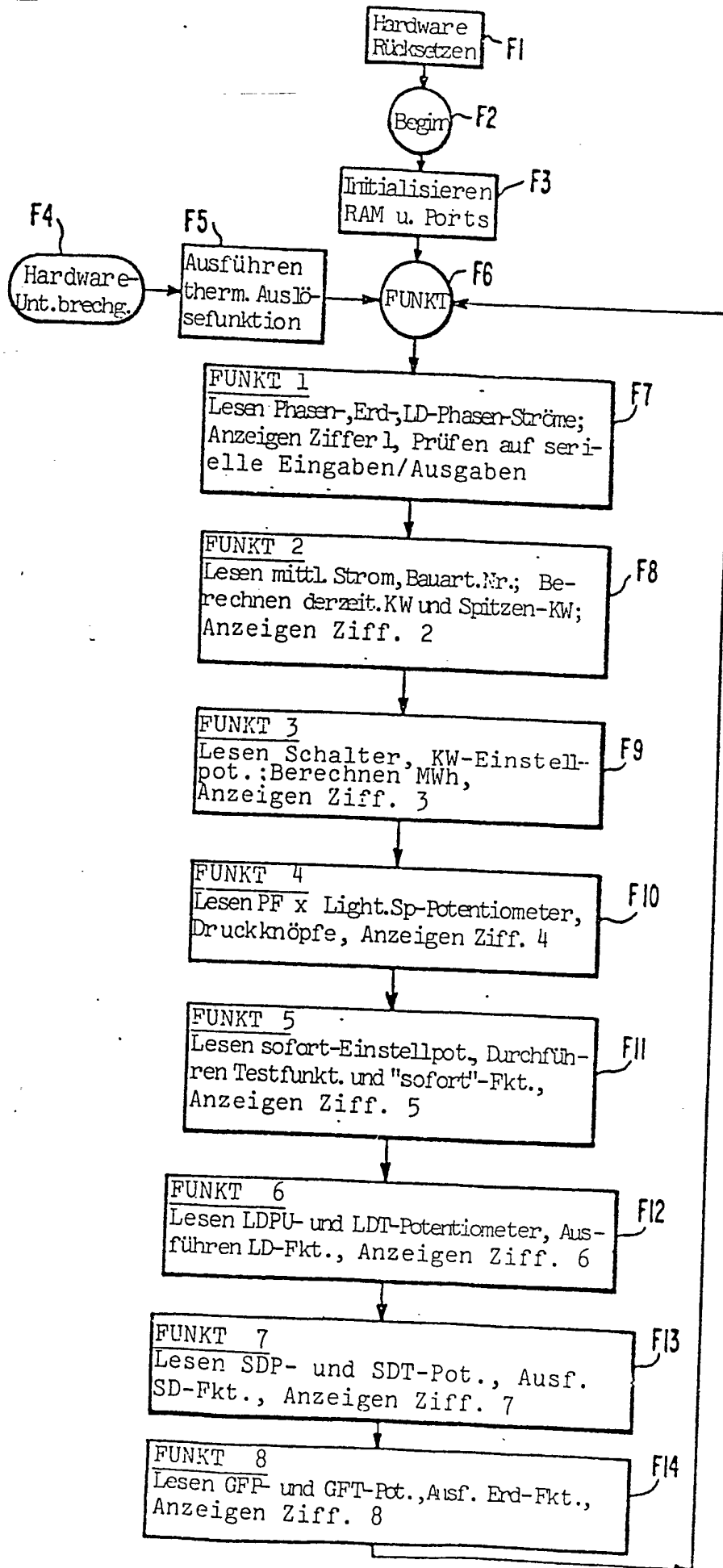


FIG. 17

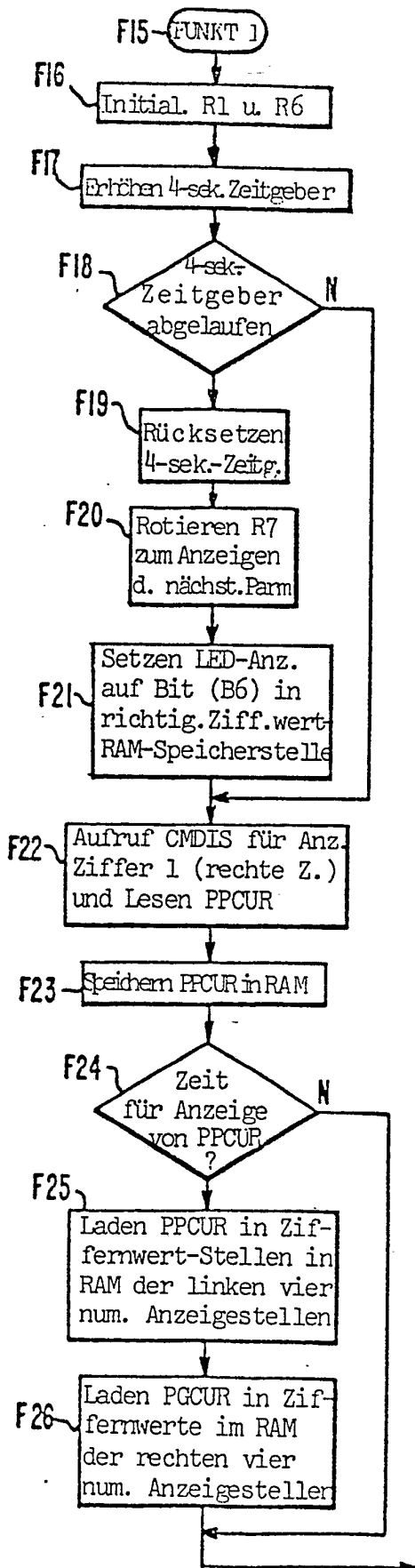
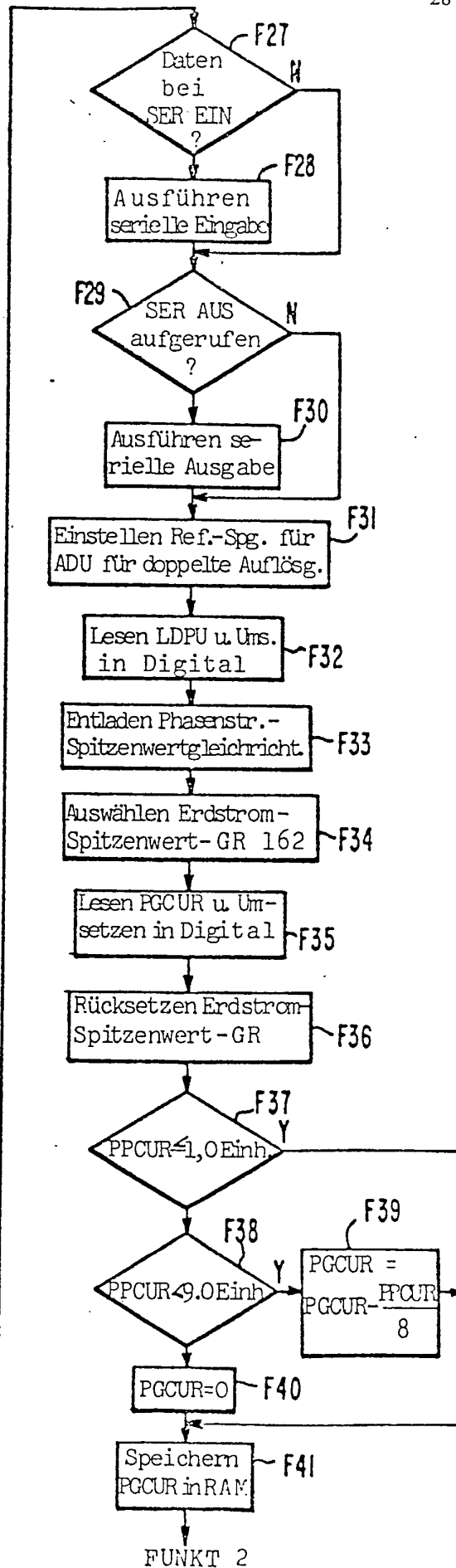


FIG. 18



FUNKT 2

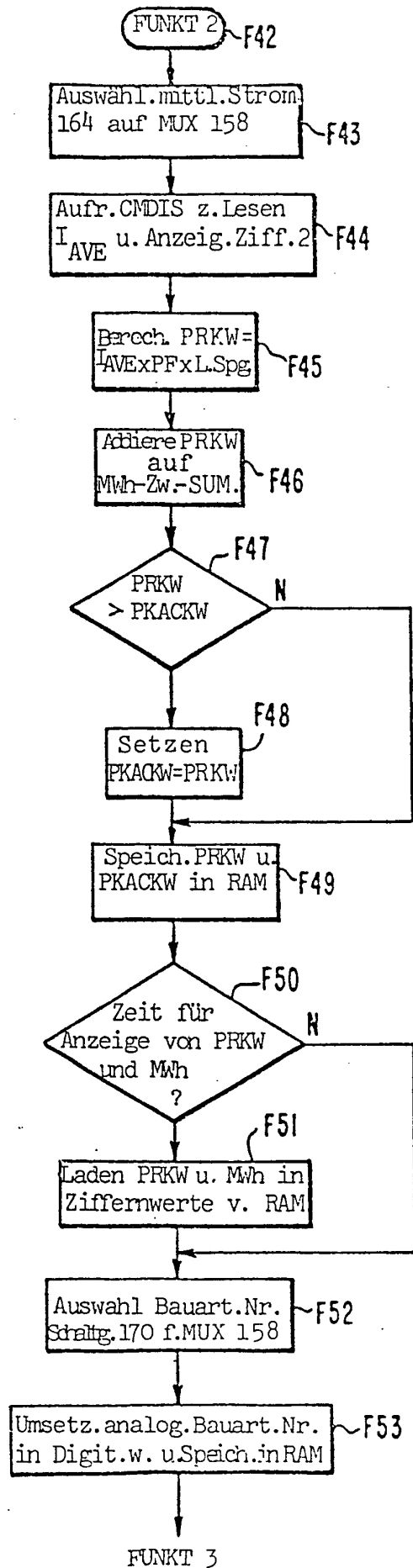


FIG. 19

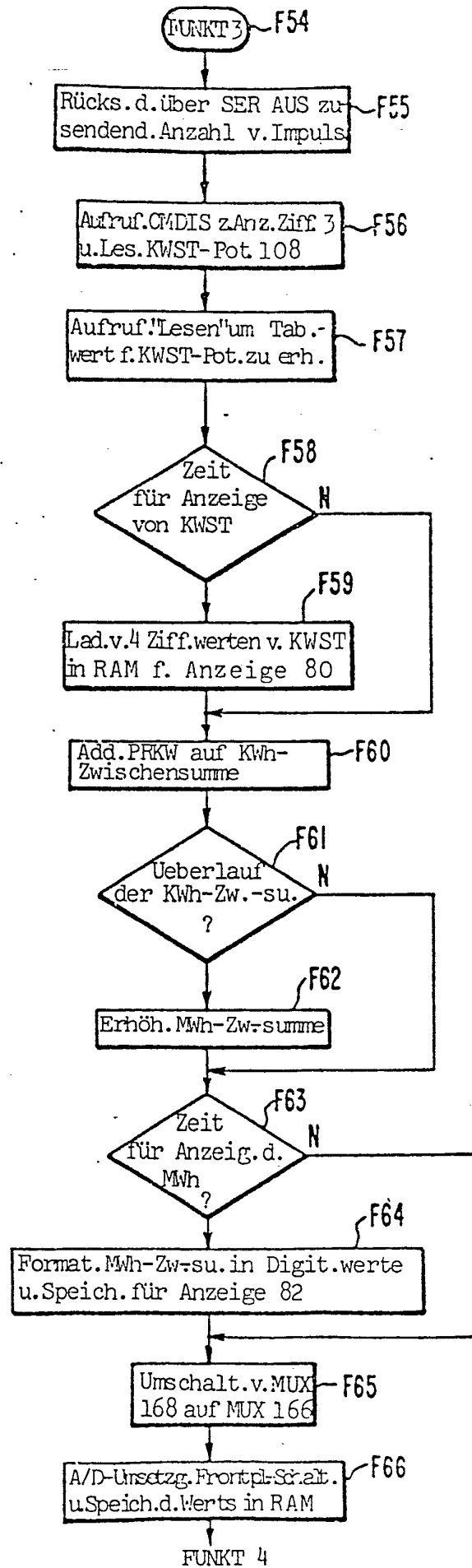


FIG.20

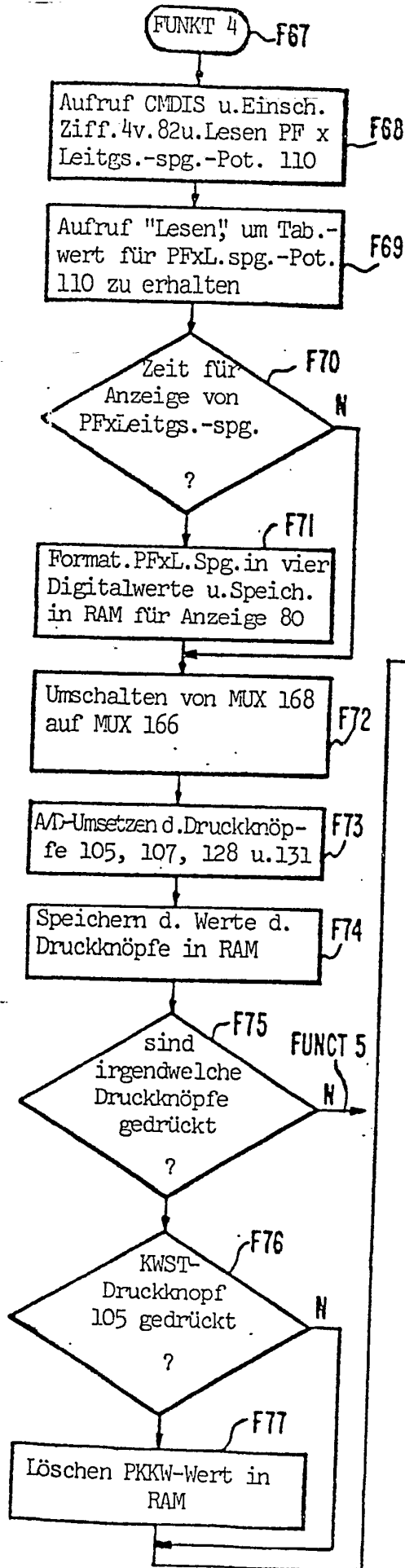
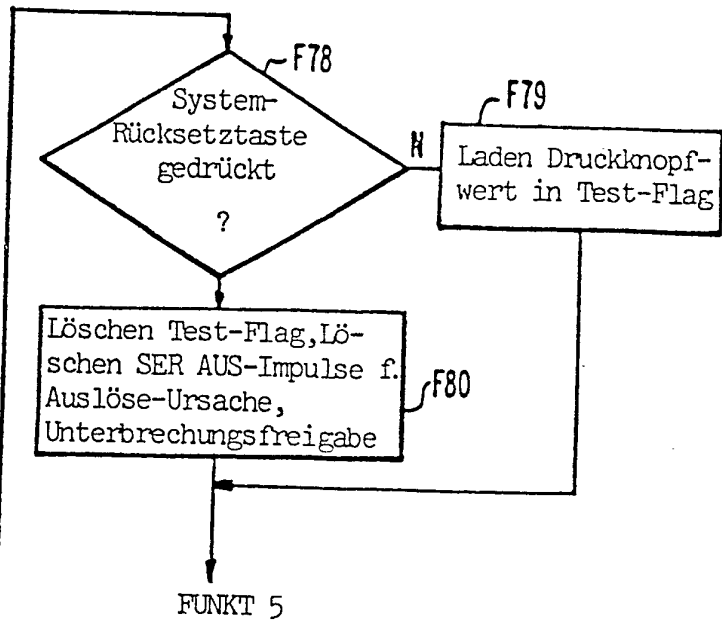


FIG. 21.



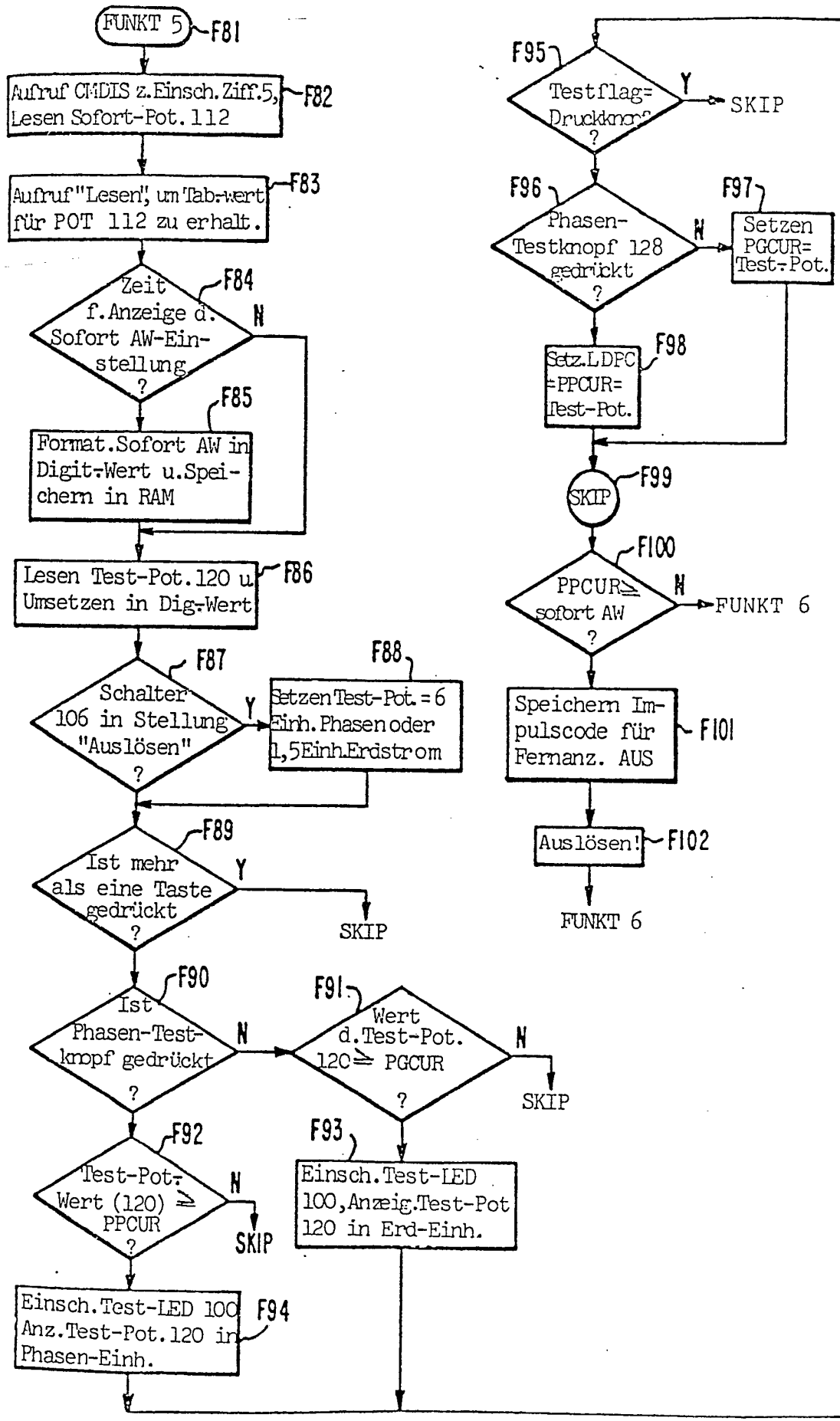


FIG.22

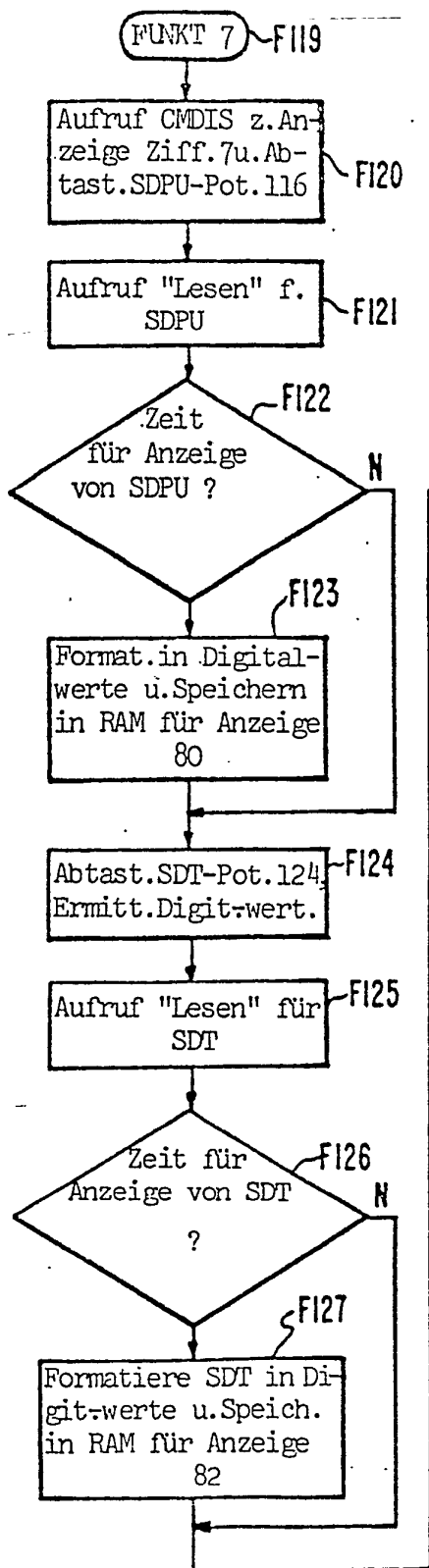
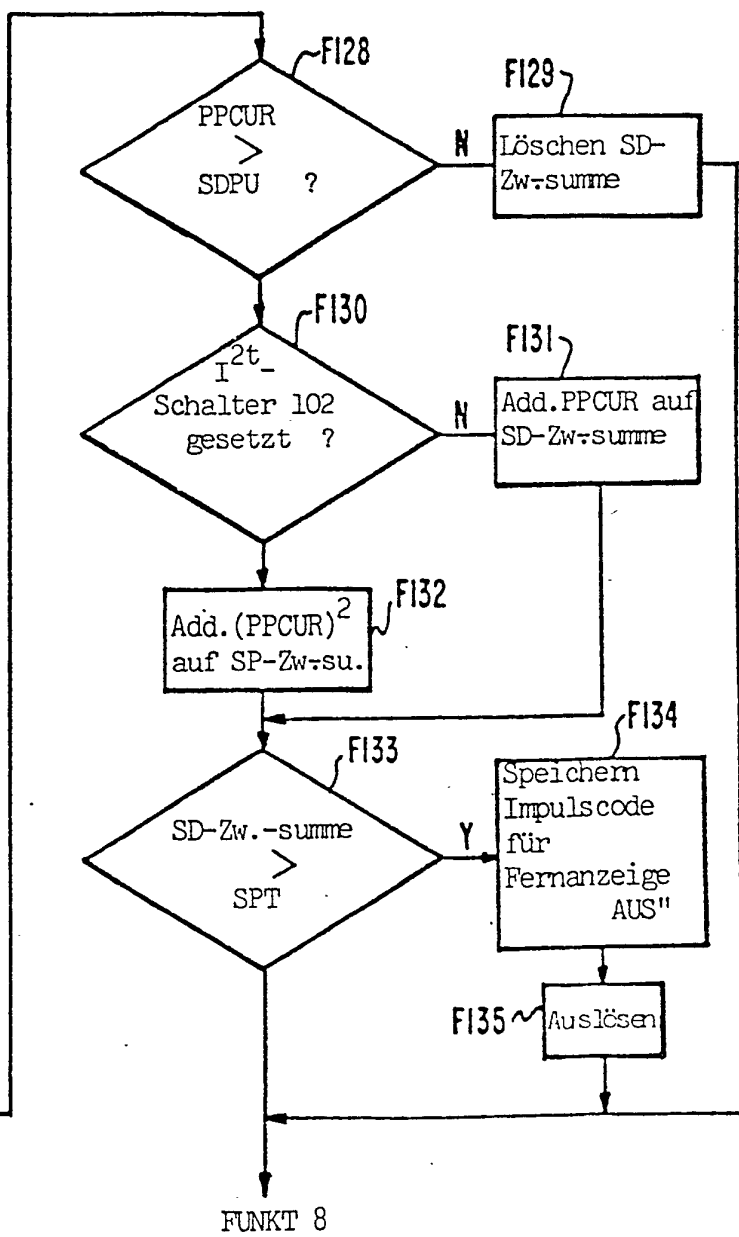
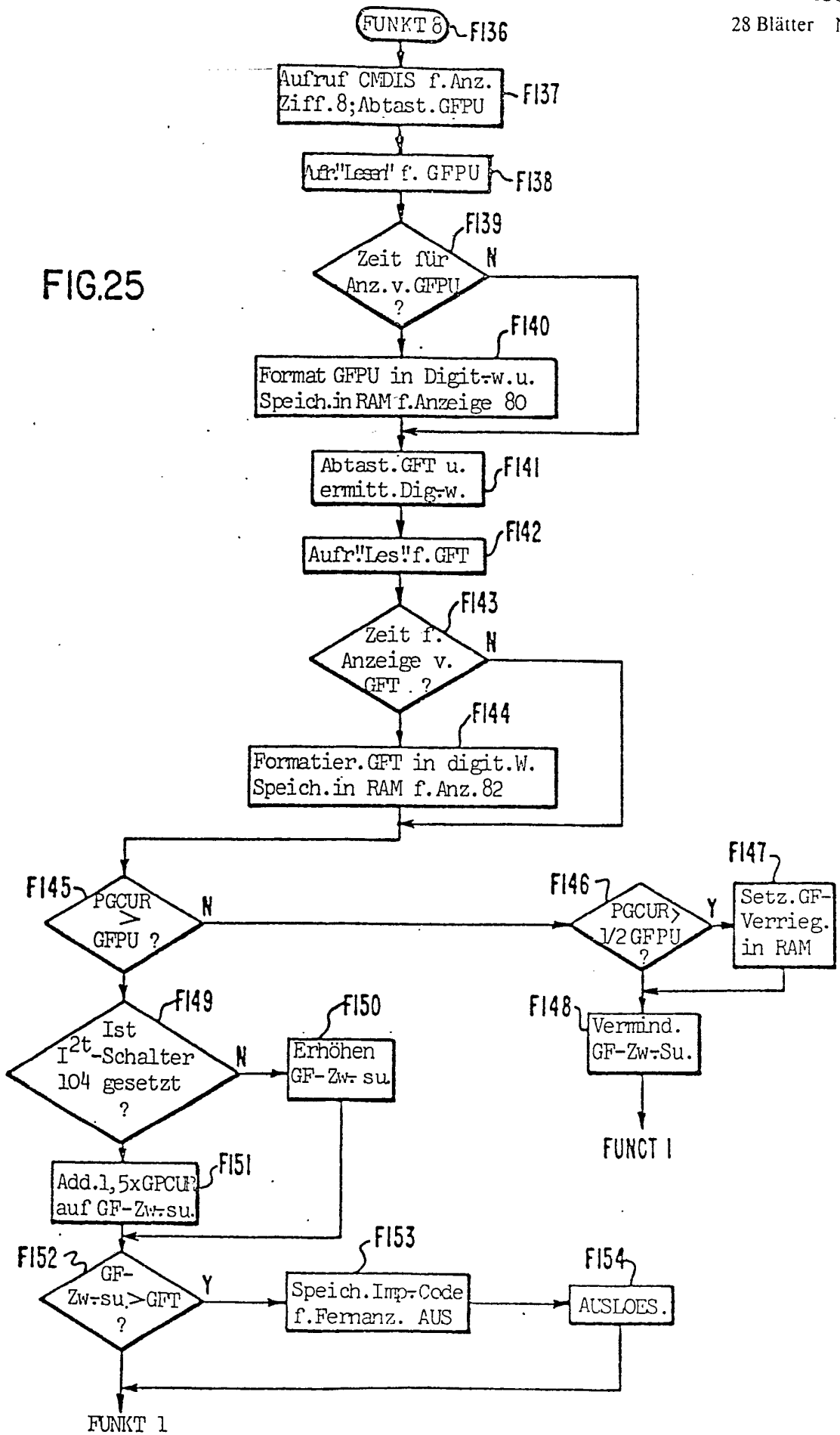


FIG. 24.



FUNKT 8

FIG.25



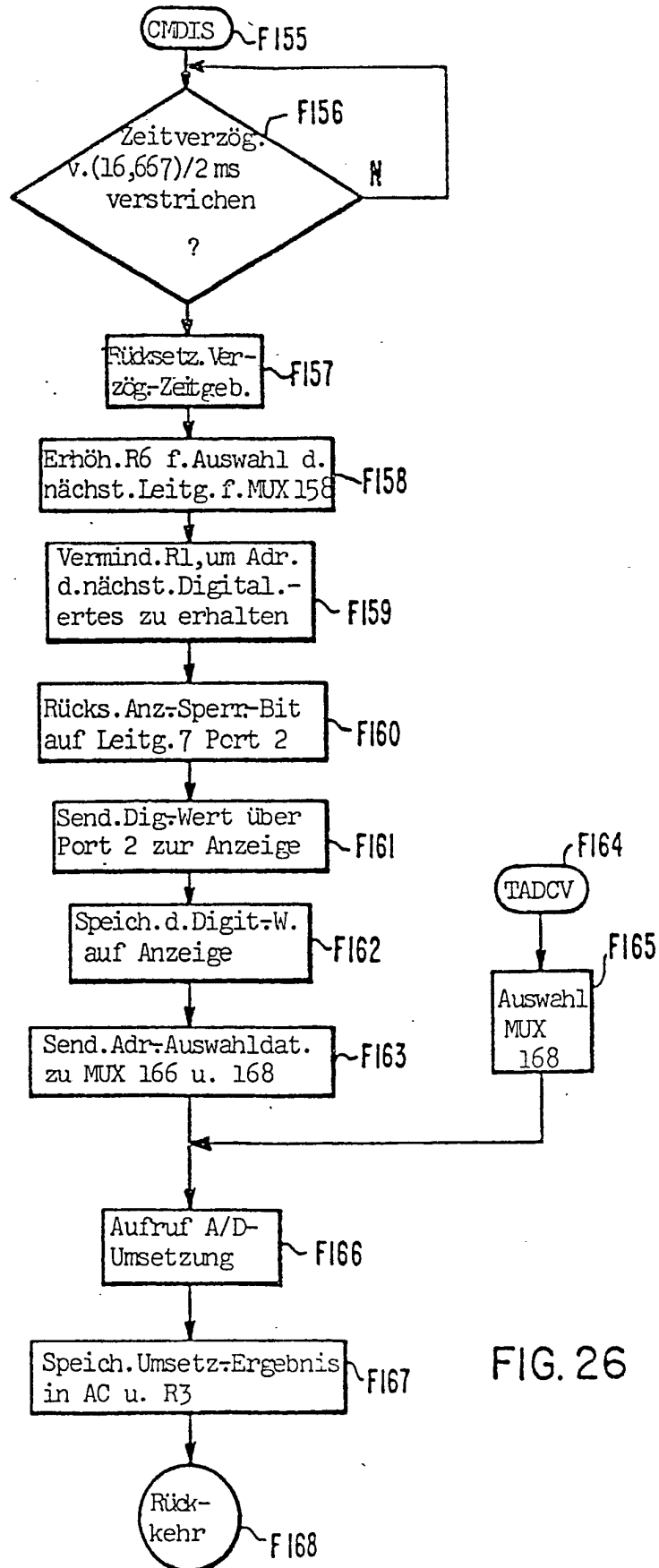


FIG. 26

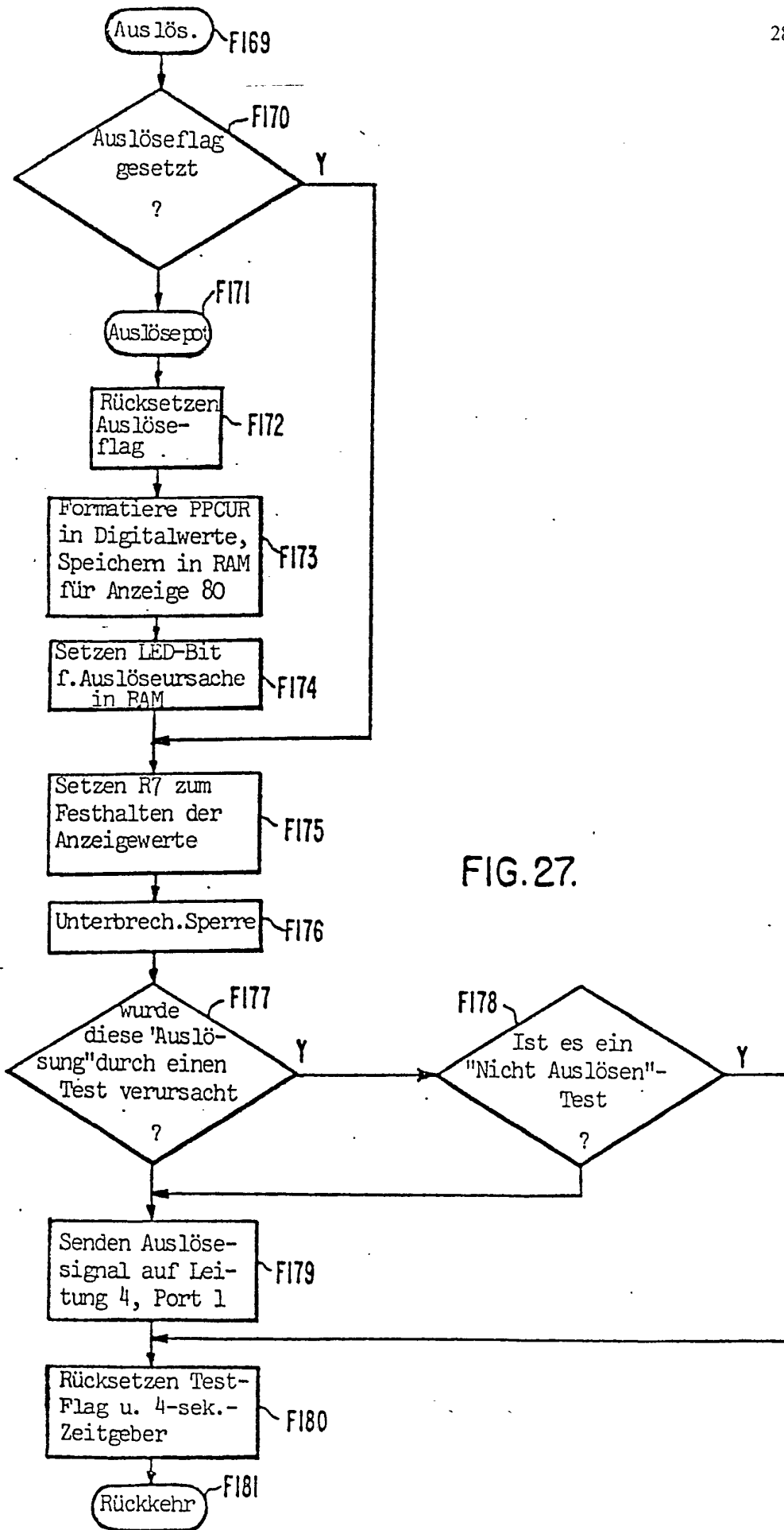


FIG. 27.

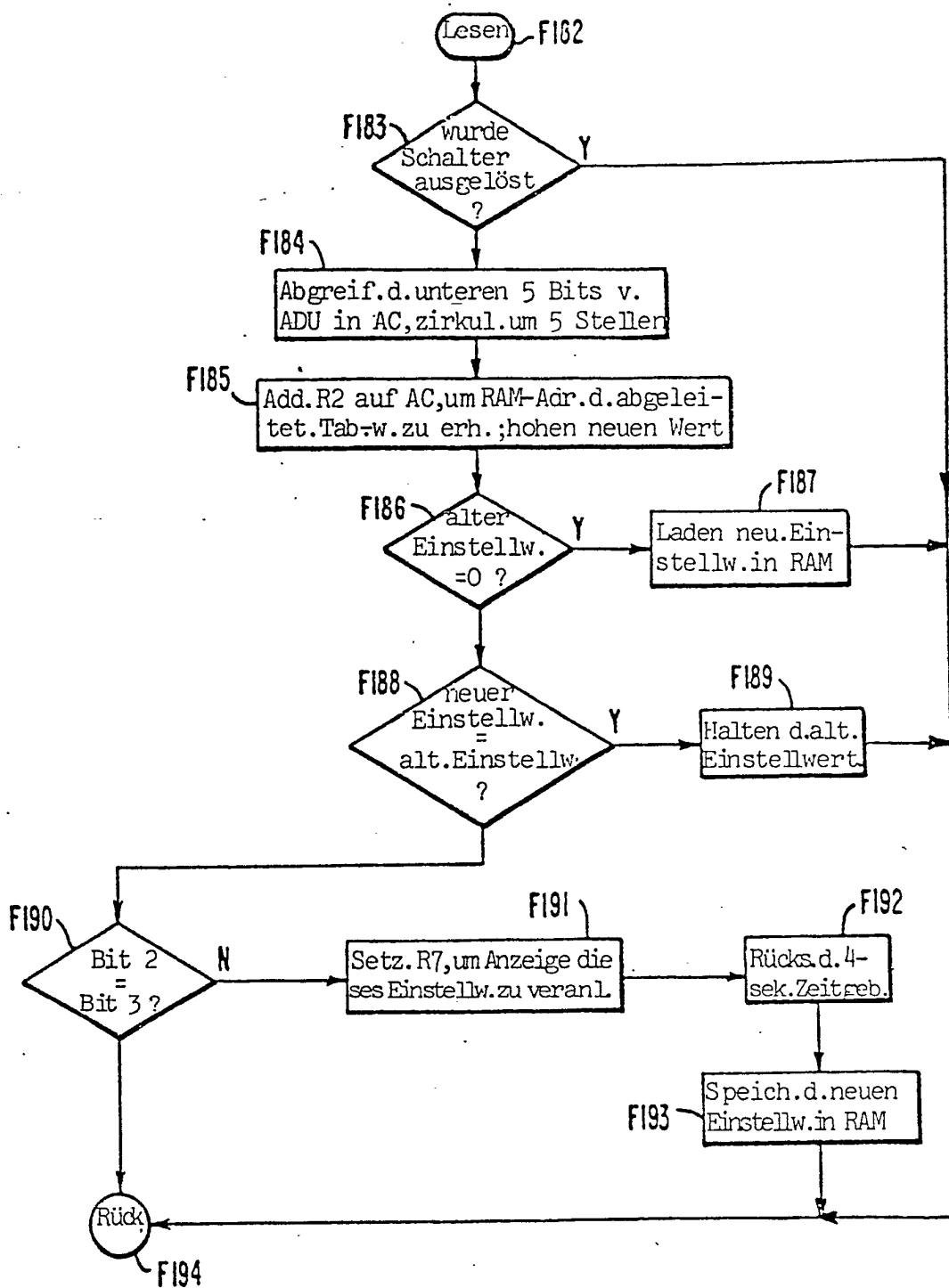


FIG. 28