



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 34 592 T2** 2006.08.10

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 929 263 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 34 592.0**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US97/15225**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 940 683.2**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1998/008452**

(86) PCT-Anmeldetag: **28.08.1997**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **05.03.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.07.1999**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **09.11.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 17/20** (2006.01)
A23L 1/22 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

25498 P	29.08.1996	US
721391	26.09.1996	US

(73) Patentinhaber:

Bausch & Lomb Inc., Rochester, N.Y., US

(74) Vertreter:

**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**COCHRAN, Robert, Bruce, St. Charles, US;
EBERHARDT, Michael, Christopher, Fort Worth,
US; PAINTER, A., John, Bridgeton, US**

(54) Bezeichnung: **MIKROCHIRURGISCHES SYSTEM MIT EINER VIELZAHL VON CHIRURGISCHEN FUNKTIONEN**

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

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Diese Erfindung betrifft im Allgemeinen mikrochirurgische und ophthalmische Systeme und im Besonderen ein Steuersystem zum Betätigen der mikrochirurgischen Instrumente.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Derzeitige ophthalmische mikrochirurgische Systeme stellen ein chirurgisches Instrument oder mehrere chirurgische Instrumente, das bzw. die an ein Steuerpult angeschlossen ist bzw. sind, bereit. Die Instrumente werden oft elektrisch oder pneumatisch betätigt und das Steuerpult stellt elektrische Steuersignale oder Fluid-Druck-Steuersignale zum Betätigen der Instrumente bereit. Das Steuerpult enthält üblicherweise mehrere verschiedene Typen von Steuerschaltern, die durch Mitarbeiter betätigt werden können, um die Steuersignale, mit denen die chirurgischen Instrumente versorgt werden, zu erzeugen. Oft verwendet der Chirurg eine Fußpedalsteuerung, um die chirurgischen Instrumente fernzusteuern.

[0003] Das konventionelle Steuerpult hat Druckknopfschalter und einstellbare Drehknöpfe zum Einstellen der erwünschten Betätigungseigenschaften des Systems. Üblicherweise dient das konventionelle Steuersystem mehreren verschiedenen Funktionen. Üblicherweise weist das typische ophthalmische mikrochirurgische System anteriore und/oder posteriore Segmentfähigkeit auf und kann eine Vielzahl von Funktionen, wie zum Beispiel Irrigation/Aspiration, Vitrektomie, Schneiden mit Mikroscheren, fiberoptische Beleuchtung und Fragmentation/Emulsifikation umfassen.

[0004] Während die konventionellen mikrochirurgischen und ophthalmischen Systeme geholfen haben, die Mikrochirurgie und die ophthalmische Chirurgie möglich zu machen, sind diese Systeme nicht ohne Nachteile. Mikrochirurgische und ophthalmische Systeme sind relativ teuer und werden von Krankenhäusern und Kliniken oft erworben, um sie anschließend von vielen Chirurgen verschiedener Fachgebiete gemeinsam nutzen zu lassen. Bei der Augenchirurgie könnten sich beispielsweise einige Chirurgen auf Eingriffe im vorderen Segment spezialisieren, während sich andere Chirurgen auf Eingriffe im hinteren Segment spezialisieren. Wegen der Unterschiede bei diesen Eingriffen wird das System nicht für beide Eingriffe mit den gleichen Betätigungseigenschaften eingerichtet. Wegen der hohen Genauigkeit, die die Augenchirurgie erfordert, können die Ansprechereigenschaften oder das „Betätigungsgefühl“ des Systems für Chirurgen, die in verschiedenen Krankenhäusern praktizieren und Geräte verschiedener Herstellermarken und Modelle nutzen, von Bedeutung sein.

[0005] Die US-Patente Nr. 4.933.843, 5.157.603, 5.417.246 und 5.455.766, die alle erteilt wurden, legen verbesserte mikrochirurgische Steuersysteme offen. Derartige Systeme stellen beispielsweise eine verbesserte Einheitlichkeit der Leistungseigenschaften bereit, während sie gleichzeitig ausreichende Flexibilität bereitstellen, um damit eine Vielzahl von verschiedenen Eingriffen bewältigen zu können. Die in diesen Patenten gezeigten Systeme verbessern den Stand der Technik dahingehend, dass sie ein programmierbares und universales mikrochirurgisches Steuersystem, das einfach programmiert werden kann, um eine Vielzahl von verschiedenen chirurgischen Eingriffen durchzuführen, und das programmiert werden kann, um die Ansprechereigenschaften aufzuweisen, die für den bestimmten Chirurg erforderlich sind, bereitzustellen. Das Steuersystem ist vorprogrammiert, um eine Vielzahl von verschiedenen Funktionen auszuführen, so dass eine Vielzahl von verschiedenen Eingriffen ausgeführt werden kann. Diese vorprogrammierten Funktionen können durch das Drücken von Frontplattenknöpfen gewählt werden. Zusätzlich zu den vorprogrammierten Funktionen stellen diese Patente die Bereitstellung eines Programmierschlüssels für jeden Chirurgen bereit. Dieser Programmierschlüssel enthält eine mit bestimmten Parametern der Ansprechereigenschaften und bestimmten Parametern des chirurgischen Eingriffs, die von dem Chirurgen ausgewählt wurden, geladene digitale Speicherschaltung. Durch das Einführen des Schlüssels in die Buchse des Bediengerätes des Systems wird das System automatisch eingerichtet, um auf eine bekannte Art und Weise auf jeden Chirurgen anzusprechen.

[0006] Für eine optimale Einsatzflexibilität sind die Druckknöpfe und die Potentiometer-Drehknöpfe des Bediengerätes programmierbar, so dass ihre Funktionen und Ansprechereigenschaften geändert werden können, um dem Bedarf des Chirurgen zu entsprechen. Ein elektronischer Anzeigebildschirm zeigt sowohl die aktuelle Funktion jedes programmierbaren Druckknopfes und Drehknopfes als auch andere sachdienliche Informationen an. Der Anzeigebildschirm ist selbstleuchtend, so dass er in abgedunkelten Operationssälen leicht abgelesen werden kann.

[0007] Das Dokument WO-A-9613216 legt ein System, das dem Oberbegriff des Anspruchs 1 entspricht, of-

fen.

[0008] Obwohl die oben beschriebenen Systeme Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik bereitstellen, sind, um die Leistung zu verbessern, den Betrieb zu vereinfachen, Reparatur und Austausch zu vereinfachen, Zeit und Kosten der Reparatur zu verringern usw., weitere Verbesserungen erforderlich.

[0009] Die Erfindung ist ein System zum Steuern einer Vielzahl daran angeschlossener ophthalmischer mikrochirurgischer Instrumente, wie in dem Patentanspruch 1 und den bevorzugten Ausführungsbeispielen in den unabhängigen Patentansprüchen beansprucht.

[0010] Weitere Aufgaben und Merkmale der Erfindung werden offensichtlich und im Folgenden detailliert beschrieben.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0011] [Fig. 1](#) ist eine Perspektivansicht eines mikrochirurgischen Steuersystems gemäß der Erfindung zur Verwendung mit ophthalmischen mikrochirurgischen Instrumenten und einer Vielzahl von Modulen;

[0012] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm des Systems der [Fig. 1](#);

[0013] [Fig. 3](#) ist eine Perspektivansicht einer Basiseinheit des Systems der [Fig. 1](#);

[0014] [Fig. 4](#) ist eine Perspektivansicht der Basiseinheit ohne die Frontabdeckung;

[0015] [Fig. 5](#) ist eine Vordersicht des Chassis der Basiseinheit;

[0016] [Fig. 6](#) ist eine Draufsicht auf das Chassis der Basiseinheit;

[0017] [Fig. 7](#) ist eine Rückseitenansicht der Basiseinheit;

[0018] [Fig. 8](#) ist eine linke Seitenansicht der Frontabdeckung;

[0019] [Fig. 9](#) ist eine Perspektivansicht eines typischen Moduls des Systems der [Fig. 1](#);

[0020] [Fig. 10](#) ist eine Rückseitenansicht des Moduls;

[0021] [Fig. 11](#) ist eine Teildraufsicht auf den Boden des Moduls;

[0022] [Fig. 12](#) ist eine Perspektivansicht einer typischen Basiseinheit und eines Modulaufbaus;

[0023] [Fig. 13](#) ist eine Teilquerschnittsansicht, entnommen in der Ebene entlang der Linie 5B-5B der [Fig. 7](#), jedoch mit einem in der Basiseinheit installierten Modul;

[0024] [Fig. 14](#) ist eine Teilquerschnittsansicht, entnommen in der Ebene entlang der Linie 5C-5C der [Fig. 13](#);

[0025] [Fig. 15](#) ist ein schematisches Diagramm eines Kommunikationsnetzes gemäß der Erfindung;

[0026] [Fig. 16](#) ist ein schematisches Diagramm einer Abschlussschaltung zum selektiven Abschließen des Netzes der [Fig. 15](#);

[0027] [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) sind ein Blockdiagramm eines Benutzerschnittstellen-Computers gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0028] [Fig. 19](#) ist ein Blockdiagramm einer Kommunikationsnetz-Schaltung für den Benutzerschnittstellen-Computer der [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#);

[0029] [Fig. 20](#) ist ein schematisches Diagramm einer Abschlussschaltung der Netzschaltung der [Fig. 19](#) zum selektiven Abschließen des Netzes;

[0030] [Fig. 21](#) ist ein Blockdiagramm des Systems der [Fig. 1](#), das den Datenfluss in dem erfindungsgemäßen

System darstellt;

[0031] [Fig. 22](#) ist eine beispielhafte Bildschirmanzeige einer numerischen Tastatur gemäß der Erfindung;

[0032] [Fig. 23](#) und [Fig. 24](#) sind beispielhafte Ablaufdiagramme, die den Betrieb des Zentralprozessors in dem Benutzerschnittstellen-Computer zum Bestimmen der Betätigungsmodi und der Modus-Sequenzen für das System zeigen;

[0033] [Fig. 25](#) und [Fig. 26](#) sind beispielhafte Ablaufdiagramme, die den Betrieb des Zentralprozessors in dem Benutzerschnittstellen-Computer zum Einrichten von Installationsdateien für das System darstellen;

[0034] [Fig. 27–Fig. 30](#) sind beispielhafte durch den Benutzerschnittstellen-Computer erzeugte Bildschirmanzeigen zum Auswählen eines Betätigungsmodus gemäß der Erfindung;

[0035] [Fig. 31](#) ist ein beispielhaftes Ablaufdiagramm, das den Betrieb eines Zentralprozessors in dem Benutzerschnittstellen-Computer zum automatischen Konfigurieren des Systems darstellt;

[0036] [Fig. 32](#) ist ein Blockdiagramm eines Irrigations-, Aspirations- und/oder Vitrektomie-Moduls gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0037] [Fig. 33](#) ist ein Blockdiagramm eines Phakoemulsifikations- und/oder Phakofragmentations-Moduls gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0038] [Fig. 34](#) ist ein Blockdiagramm eines Luft-Fluid-Austausch-, Elektroscheren- und/oder Forceps-Moduls gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0039] [Fig. 35](#) ist ein Blockdiagramm eines bipolaren Koagulations-Moduls gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0040] [Fig. 36](#) ist ein Blockdiagramm eines Beleuchtungs-Moduls gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0041] [Fig. 37](#) ist ein Blockdiagramm einer peripheren Fußsteuerungsschaltung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0042] [Fig. 38](#) ist ein Blockdiagramm einer peripheren Infusionsstangen-Steuerschaltung gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0043] [Fig. 39](#) ist ein Blockdiagramm eines Netzstrom-Moduls gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel des Systems der [Fig. 1](#);

[0044] [Fig. 40–Fig. 42](#) sind schematische Diagramme, die eine Übertragungs- und Leistungs-Rückwandplatine in der Basiseinheit der [Fig. 3–Fig. 8](#) darstellen;

[0045] [Fig. 43–Fig. 60](#) sind schematische Diagramme, die das Irrigations-, Aspirations- und/oder Vitrektomie-Modul der [Fig. 32](#) darstellen;

[0046] [Fig. 61](#) ist ein schematisches Diagramm, das einen Kassettendetektor zur Verwendung mit dem Irrigations-, Aspirations- und/oder Vitrektomie-Modul der [Fig. 32](#) und [Fig. 43–Fig. 60](#) darstellt;

[0047] [Fig. 62–Fig. 88](#) sind schematische Diagramme, die das Phakoemulsifikations- und/oder Phakofragmentations-Modul der [Fig. 33](#) darstellen;

[0048] [Fig. 89–Fig. 103](#) sind schematische Diagramme, die den Luft-Fluid-Austausch des Elektroscheren- und/oder Forceps-Moduls der [Fig. 34](#) darstellen;

[0049] [Fig. 104–Fig. 113](#) sind schematische Diagramme, die das Bipolarkoagulations-Modul der [Fig. 19](#) darstellen;

[0050] [Fig. 114–Fig. 125](#) sind schematische Diagramme, die das Beleuchtungs-Modul der [Fig. 36](#) darstellen;

[0051] [Fig. 126–Fig. 136](#) sind schematische Diagramme, die die Fußsteuerungsschaltung der [Fig. 37](#) darstellen;

[0052] [Fig. 137–Fig. 146](#) sind schematische Diagramme, die die Infusionsstangen-Steuerschaltung der [Fig. 38](#) darstellen;

[0053] [Fig. 147](#) und [Fig. 148](#) sind schematische Darstellungen, die einen Druckerfassungssensor zur Verwendung mit einer Scrollpumpe gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel des Irrigations-, Aspirations- und/oder Vitrektomie-Moduls der [Fig. 32](#) und [Fig. 43–Fig. 60](#) darstellen, und

[0054] [Fig. 149](#) und [Fig. 150](#) sind schematische Diagramme, die das Netzstrom-Modul der [Fig. 39](#) zum Bereitstellen von Strom an die Rückwandplatine der [Fig. 40–Fig. 42](#) darstellen.

Verfahren zum Ausführen der Erfindung

[0055] Die [Fig. 1](#) stellt ein mikrochirurgisches System gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, das generell mit **1** gekennzeichnet ist, dar. Wie gezeigt, enthält das System **1** eine Computereinheit **3** mit einer flachen Steuerpultanzeige **5**, einer Basiseinheit **7**, in die eine Vielzahl von Modulen **13** aufgenommen ist, und Peripheriegeräte, wie zum Beispiel eine Fußsteuerungsanordnung **15** und einen motorisierten Infusionsstangenaufbau **17** (die generell durch ihre jeweiligen Referenzziffern gekennzeichnet sind). Jedes der in der Basiseinheit **7** angeordneten Module **13** steuert wenigstens ein ophthalmisches mikrochirurgisches Instrument **19** zur Verwendung durch einen Chirurgen beim Durchführen von verschiedenen ophthalmischen chirurgischen Eingriffen. Wie in der Technik bekannt, involviert die ophthalmische Mikrochirurgie eine Anzahl verschiedener Instrumente **19** zum Ausführen verschiedener Funktionen. Diese Instrumente **19** umfassen Vitrektomiemesser, Phakoemulsifikations- oder Phakofragmentations-Antriebssysteme, fiberoptische Beleuchtungsinstrumente, Koagulations-Antriebssysteme und andere in der Technik bekannte Instrumente. Um die Leistung der Instrumente **19** während der Operation zu optimieren, unterscheiden sich ihre Betätigungssparameter, beispielsweise dem besonderen durchgeführten Eingriff, den verschiedenen Phasen des Eingriffs oder den persönlichen Präferenzen des Chirurgen entsprechend oder in Abhängigkeit davon, ob der Eingriff in dem anterioren oder posterioren Teil des Auges des Patienten durchgeführt wird, usw.

[0056] Wie in der [Fig. 1](#) gezeigt, trägt ein Instrumentenwagen, dem generell die Ziffer **21** zugewiesen ist, das System **1**. Vorzugsweise enthält der Wagen **21** eine Chirurgie-Instrumentenschale oder eine Mayo-Instrumentenschale **25**, die automatisierte Infusionsstange **17**, einen Speicherraum **27** zum Aufnehmen der Fußsteuerungsanordnung **15**, von Wegwerfverpackungen und anderen Artikeln, eine Öffnung **33**, um eine Erweiterung der Basiseinheit (in der [Fig. 1](#) nicht gezeigt) aufzunehmen, und Rollfüße **35**. Die Basiseinheit **7** und die Computereinheit **3** sind vorzugsweise auf den Instrumentenwagen **21** aufgesetzt, wie in der [Fig. 1](#) gezeigt, und die Mayo-Instrumentenschale **25** ist an einem Gelenkarm (nicht gezeigt), der vorzugsweise oben auf dem Instrumentenwagen **21** befestigt ist, angebracht. Direkt unter der Basiseinheit **7** enthält der Instrumentenwagen **21** außerdem einen Fernsteuerungssender, der generell mit der **39** gekennzeichnet ist, zur Verwendung in dem Fernsteuerungssystem **1**.

[0057] Erfindungsgemäß nehmen die Module **13** in der Basiseinheit **7** Steuerschaltungen für die verschiedenen mikrochirurgischen Instrumente **19** auf, so dass ein Benutzer in der Lage ist, das System **1** für die optimierte Verwendung durch einen Chirurgen zu konfigurieren. Wie im Folgenden ausführlicher beschrieben wird, enthalten die Module **13** Verbindungen oder Ports, durch die ein mikrochirurgisches Instrument oder mehrere mikrochirurgische Instrumente **19** an diese angeschlossen wird bzw. werden, und nehmen außerdem die erforderliche Steuerschaltung zum Steuern der Betätigung des bestimmten Instrumentes oder der bestimmten Instrumente **19**, das bzw. die daran angeschlossen ist bzw. sind, auf. Infolgedessen konfiguriert der Benutzer durch das Einfügen der erwünschten Module **13** in die Basiseinheit **7** das System **1** den bestimmten Präferenzen eines Chirurgen gemäß, um jedes der für einen bestimmten chirurgischen Eingriff erforderlichen Instrumente **19** zu steuern oder um andererseits das System **1** für die Verwendung durch den Chirurgen zu optimieren.

[0058] Wie im Folgenden ausführliche beschrieben wird, enthalten die Fußsteuerungsanordnung und die Infusionsstangenanordnung **17** elektronische Schaltkreise, mit denen ihr Betrieb gesteuert wird.

[0059] Um die Konfigurierbarkeit durch den Benutzer zu unterstützen, bilden die Computereinheit **3**, jedes der Module **13** und die Steuerschaltungen für jedes der Peripheriegeräte, d. h. für die Fußsteuerungsanordnung **15** und die Infusionsstangenanordnung **17**, Knoten in einem Computernetz. Das Computernetzwerk stellt die

Leistungsverteilung und die Peer-to-Peer-Datenübertragung zwischen den Knoten bereit.

[0060] Bezug nehmend auf das Blockdiagramm der [Fig. 2](#), enthält die Basiseinheit **7** eine Anzahl von Modulen **13**, die verschiedene mikrochirurgische Instrumente **19**, die üblicherweise beim Durchführen von ophthalmischen chirurgischen Eingriffen verwendet werden, steuern. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel steuert jedes Modul **13** ein chirurgisches Instrument oder mehrere chirurgische Instrumente **19**, das bzw. die daran angeschlossen ist bzw. sind. Ein Leistungsbus und ein Datenübertragungsbus, die jeweils in der Rückwandplatine **101** (die im Einzelnen in den [Fig. 5](#) und [Fig. 40–Fig. 42](#) gezeigt ist) sind, verbinden die Module miteinander. Wenn sie in der Basiseinheit **7** aufgenommen sind, greifen die Module **13** über einen Anschluss (zum Beispiel den Anschluss **171** in der [Fig. 10](#)) an dem hinteren Ende jedes Moduls **13** in die Rückwandplatine ein. Wenn die Module mit der Rückwandplatine **101** in Eingriff sind, stellt die Rückwandplatine **101** sowohl die Leistungsverteilung zwischen den Modulen **13** als auch die Datenübertragung zwischen den Modulen **13** und zwischen den Modulen **13** und der Computereinheit **3** bereit. Gemäß der Erfindung enthalten die Module **13** ebenso ein durch die Basiseinheit **7** aufgenommenes Leistungs-Modul **103**, das sowohl an eine externe Wechselstromquelle als auch an die Rückwandplatine **101** angeschlossen ist. Das Leistungs-Modul **103** versorgt die Rückwandplatine **101** mit Leistung und versorgt infolgedessen das System **1** mit Leistung.

[0061] Gemäß der Erfindung steuert eine Steuerschaltung **105** (siehe [Fig. 37](#) und [Fig. 126–Fig. 136](#)) die Fußsteuerungsanordnung **15** und steuert eine Steuerschaltung **107** (siehe [Fig. 38](#) und [Fig. 137–Fig. 146](#)) die Infusionsstangenanordnung **17**. Wie bereits beschrieben, bilden die Computereinheit **3**, jedes Modul **13** und die Steuerschaltungen **105** und **107** für die Peripheriegeräte Knoten in einem Computernetzwerk. Das Computernetzwerk stellt zwischen den Knoten Peer-to-Peer-Datenübertragung bereit. Mit anderen Worten, jedes Modul **13** ist in der Lage, direkt mit den anderen Modulen **13**, mit den Peripheriegeräten und mit der Computereinheit **3** zu kommunizieren. Auf diese Art und Weise stellt das System sowohl die modulare Steuerung mehrerer verschiedener Instrumente **19** als auch eine Konfigurierbarkeit durch den Benutzer bereit.

[0062] Bezug nehmend auf die [Fig. 3](#), bildet die Basiseinheit **7** ein Einbaugehäuse mit Abschnitten oder Schlitten zum Aufnehmen einer Vielzahl von Modulen **13**, die elektronisch die Betätigung der beim Durchführen von ophthalmischen chirurgischen Eingriffen von einem Chirurgen verwendeten chirurgischen Instrumente **19** steuern.

[0063] Vorzugsweise enthält die Basiseinheit **7** ein Chassis (generell mit **109** gekennzeichnet), eine obere Abdeckung **111** und eine Frontabdeckung oder Blende **113**, die zum Einführen und Herausnehmen der Module **13** abgenommen werden kann, wie in der [Fig. 4](#) gezeigt. Wenn die Frontabdeckung **113** befestigt ist, hält die hintere Wand **115** der Abdeckung die Module in ihrer Position innerhalb der Basiseinheit **7** und bildet dadurch eine Arretierung zum Arretieren der Module in dem Einbaugehäuse. Die Frontabdeckung **113** wird durch zwei Befestiger (nicht gezeigt), die in die Gewindebohrlöcher **117** in der Front des Chassis **109** geschraubt werden, fixiert. Alternativ wird die Frontabdeckung **113** durch Klammern fixiert. Die obere Abdeckung **111** enthält vier ringförmige Aufnahmen **119** zum Aufnehmen von Füßen des Bodens der Computereinheit **3**. Jede dieser Aufnahmen ist konisch, um der Form der Füße der Computereinheit zu entsprechen und um die Füße in den Aufnahmen mittig anzuordnen.

[0064] Wie in den [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) dargestellt, umfasst das Chassis **109** eine integral mit einer Bodenplatte **123** gebildete Rückwand **121**. Die Bodenplatte **123** erstreckt sich senkrecht zu der vorderen Ebene (d. h. der Vorderfläche) der Rückwandplatine **101**, die mit Befestigern **125** an der Rückwand **121** befestigt ist. Die elektrischen 18-Pin-Buchsensteckanschlüsse **127** werden auf der Vorderfläche der Rückwandplatine **101** bereitgestellt. Die drei äußersten linken Anschlüsse **127** sind in 3-Zoll-Abständen voneinander beabstandet, wie in der [Fig. 5](#) gezeigt, und die restlichen Anschlüsse **127** sind in Intervallen von 1,5 Zoll beabstandet. Jede Steckerbuchse jedes Anschlusses **127** ist mit der gleichartig positionierten Steckerbuchse der anderen Anschlüsse parallel geschaltet, wodurch der Leistungsbus und der Datenübertragungsbus, die zuvor erwähnt wurden, gebildet werden. In der Rückwand **121** werden über der Rückwandplatine **101** Lüftungsschlitze **131** bereitgestellt, um das Entweichen von Luft aus der Basiseinheit **7** zu ermöglichen ([Fig. 5](#)). Unter der Rückwandplatine **101** erstreckt sich eine generell rechteckige Öffnung **133** durch die Hinterwand, um Netzzugang für einen 3-Stift-Anschluss auf der Rückseite des Leistungs-Moduls **103** zu ermöglichen, wie im Folgenden erklärt wird.

[0065] Gleichartig ist in der Rückwand **121** eine ringförmige Öffnung zum Aufnehmen einer pneumatischen Schnellanschlusskupplung (nicht gezeigt) auf der Rückseite eines Irrigations-/Aspirations-/Vitrektomie-Moduls (IAV-Modul), beispielsweise Modul **321** in den [Fig. 32](#) und [Fig. 43–Fig. 60](#). Dreizehn parallele Schienen, jede generell mit **137** gekennzeichnet, sind mit Befestigern **139** an der Bodenplatte **123** angebracht ([Fig. 6](#)). Die Schienen **137** sind gleichmäßig in Intervallen von 1,5 Zoll beabstandet und erstrecken sich senkrecht zu der

Vorderseite der Rückwandplatine **101**. Eine Schiene oder mehrere Schienen **137** wird bzw. werden verwendet, um die Module **13** auf ihre Position in der Basiseinheit **7** zu führen, so dass diese für die Verbindung mit der Rückwandplatine **101** richtig ausgerichtet sind. Wie in der [Fig. 14](#) gezeigt, hat jede der Schienen **137** einen I-förmigen Querschnitt, der obere und untere horizontale Flansche, jeweils **141** und **143**, die durch einen vertikalen Steg verbunden sind, umfasst.

[0066] Bezug nehmend auf die [Fig. 5](#), erstrecken sich von der Bodenwand vier Füße **141** nach unten und sind so bemaßt, dass sie in in dem Wagen **21** geformte Vertiefungen (nicht gezeigt) aufgenommen werden. Wie in der [Fig. 6](#) gezeigt, ist in der Bodenplatte **123** ein Gitter **153** bereitgestellt, um zu ermöglichen, dass Luft in die Basiseinheit **7** eintreten kann, um die Module **13** zu kühlen. Die [Fig. 7](#) zeigt zwei ringförmige elektrische 9-Pin-Buchsensteckanschluss **157**, die auf der Rückseitenfläche der Rückwand **121** befestigt sind. Jeder dieser Anschlüsse **157** ist mit dem Datenübertragungsbuss auf der Rückwandplatine **101** parallel geschaltet, um mit Peripheriegeräten, wie zum Beispiel dem Wagen **21** (der die Infusionsstangenanordnung **17** enthält), der Computereinheit **3** oder der Fußsteuerungsanordnung **15** zu kommunizieren. Die Anschlüsse **157** können ebenso verwendet werden, um die Basiseinheit **7** mit einer separaten Erweiterung der Basiseinheit zu verbinden, wie im Folgenden ausführlich erklärt wird. Obwohl innerhalb des Schutzanspruchs der Erfindung andere Anschlüsse vorgesehen sind, sind die Anschlüsse des bevorzugten Ausführungsbeispiels die elektrischen Anschlüsse der Serie **703**, die durch die Amphenol Corporation aus Wallingford, Connecticut, vertrieben werden.

[0067] Die [Fig. 9–Fig. 11](#) stellen exemplarische Module **13** zum elektronischen Steuern der Betätigung der durch einen Chirurgen beim Durchführen von ophthalmischen chirurgischen Eingriffen verwendeten Instrumente dar. Das in der [Fig. 9](#) gezeigte beispielhafte Modul ist das Leistungs-Modul **103** zum Bereitstellen von Leistung für den Leistungsbuss der Rückwandplatine **101**. Jedes der Module **13** umfasst ein aus Aluminiumblech gebildetes Gehäuse **161** und eine formgepresste Frontabdeckung **163** aus Kunststoff. Wie in der [Fig. 12](#) gezeigt, weisen bestimmte Module **13** in ihrer Frontabdeckung **163** einen Port oder mehrere Ports zum Verbinden verschiedener chirurgischer Instrumente (nicht gezeigt) mit den Ports auf. Das in der [Fig. 9](#) dargestellte Leistungs-Modul **103** ist 3,0 Zoll breit. Andere Module haben andere Breiten, die das Vielfache von 1,5 Zoll sind (zum Beispiel 1,5 Zoll oder 4,5 Zoll). Jedes der Module **13** hat eine grüne LED **165** oder eine andere visuelle Anzeige, die an der Frontabdeckung **163** befestigt ist, um anzuzeigen, ob das Modul aktiv ist.

[0068] Bezug nehmend auf die [Fig. 10](#), enthält jedes Modul **13** einen elektrischen 18-Pin-Stecker **171**, der so eingerichtet ist, dass er mit jeder der auf der Rückwandplatine **101** angebrachten Buchsensteckanschluss **127** verbunden werden kann. Der Anschluss **171** ist vertieft in dem Gehäuse **161** angeordnet, um den Anschluss zu schützen und um den innerhalb der Basiseinheit **7** bereitgestellten Raum zu maximieren. Angrenzend an einen Auslasskanal **175** ist in der hinteren Fläche des Modulgehäuses **16** über dem 18-Pin-Stecker ein Kühlventilator **173** zum Ablüften des Gehäuses **161** angeordnet, um die Komponente innerhalb des Moduls **13** zu kühlen.

[0069] Bezug nehmend auf die [Fig. 11](#), ist in dem Boden der Frontabdeckung **163** eine Vertiefung **177**, die mit den Modulen **13** in Eingriff kommt, ausgebildet, um diese in die Basiseinheit **7** und aus dieser gleiten zu lassen. Im Boden des Modulgehäuses **161** ist eine Öffnung **179** bereitgestellt, so dass, wenn der Ventilator **173** aktiv ist, das Eintreten von Luft ermöglicht wird, um die in das Modul **13** aufgenommenen Komponenten zu kühlen. In der Bodenwand **183** jedes Modulgehäuses **161** ist ein Schlitz bzw. sind mehrere Schlitze **181** ausgebildet. Jeder dieser Schlitze **181** erstreckt sich von einer Rückwand des Gehäuses **161** und ist ausgelegt, um eine der Führungsschienen **139** auf der Bodenplatte **123** des Chassis **109** der Basiseinheit aufzunehmen, um das Modul **13** zu führen und seinen Anschluss **171** zu dem entsprechenden Anschluss **127** auf der Rückwandplatine **101** auszurichten. Folglich bilden die Schienen **137** und die Schlitze **181** eine Führung zum Führen jedes der Module **13** in den Baugruppenrahmen, so dass der jeweilige Modulanschluss **127** ausgerichtet ist, um an den Bus angeschlossen zu werden.

[0070] Wie in der [Fig. 14](#) dargestellt, ist über jedem Schlitz ein Kanal **187** durch Heftschweißung an der Bodenwand **183** des Modulgehäuses **161** befestigt, um zu verhindern, dass Fremdkörper durch die Schlitze **181** in das Gehäuse eindringen und um die elektronischen Komponenten in dem Gehäuse von elektromagnetischen Interferenzen abzuschirmen. Wenn die Module **13** in die Basiseinheit **7** eingeführt werden, wird jede der Basiseinheitsschienen **137** in einem jeweiligen Schlitz **181** und in dem Kanal **187** aufgenommen. Dies erfolgt in der in der [Fig. 14](#) gezeigten Art und Weise, d. h. mit dem oberen horizontalen Flansch **141** gleitbar in dem Kanal **187** und mit dem Steg **145** gleitbar in dem Schlitz **181** darunter. Der wechselseitige Eingriff zwischen dem Steg **145** und dem Schlitz **181** und zwischen dem oberen Flansch **141** und der Gehäusebodenwand **183** hält die Module **13** in der Basiseinheit **7** und verhindert, dass sich die Module sowohl in der vertikalen als auch in der horizontalen Richtung im Wesentlichen senkrecht zu den Schienen **137** bewegen.

[0071] Die Schienen **137** und die Schlitze **181** sind jedoch so bemaßt, dass sie etwas Bewegung (zum Beispiel 1/16 Zoll) zwischen den Modulen **13** und der Basiseinheit **7** zulassen, so dass sich die Pins des Modulanschlusses **171** adäquat zu den Buchsen des Rückwandanschlusses **127** ausrichten können. Die Anschlüsse **127** und **171** sind konisch, um die Pins selbst dann, wenn diese anfänglich in einem bestimmten Grad (beispielsweise 0,1 Zoll) fehlausgerichtet sind, in die Buchsen zu führen. Obwohl die Schienen und die Schlitze bemaßt sind, um etwas Spiel zu ermöglichen, lassen sie nicht mehr Fehlausrichtung als die Anschlüsse tolerieren zu. Deshalb stellen die Schienen **137** und die Schlitze **181** adäquate Bauteiltoleranzen bereit und führen gleichzeitig jedes der Module **13** so in den Baugruppenrahmen, dass der jeweilige Modulanschluss **127** zum Verbinden mit dem Bus ausgerichtet ist.

[0072] An jeden Schlitz angrenzende Teile der Bodenwand **183** und des Modulgehäuses **161** können mit dem Oberteil des unteren Flansches **143** einer jeweiligen Schiene **137** in Eingriff gebracht werden, um das Gehäuse **161** von dem Chassis **109** der Basiseinheit zu beabstanden und um den Kontakt von Metall zu Metall zwischen den Modulen **13** und der Basiseinheit **7** zu minimieren. Obwohl in dem in der [Fig. 13](#) gezeigten beispielhaften Modul **13** zwei Schlitze vorhanden sind, kann ein Schlitz bzw. können in Abhängigkeit von deren Breite mehrere Schlitze in weiteren Modulen vorhanden sein. Beispielsweise können Module, die 1,5 Zoll breit sind, einen Schlitz **181** haben und Module, die 4,5 Zoll breit sind, können drei Schlitze haben.

[0073] Wenn das Modul **13** in der Basiseinheit **7** installiert ist, können sich der Auslasskanal **175** und der Ventilator **173** mit den Lüftungsschlitzen **131** in der Rückwand **121** der Basiseinheit ausrichten, wie in der [Fig. 13](#) gezeigt, um das Modul frei abzulüften, wenn der Ventilator aktiviert ist. Gleichartig richtet sich die Einlassöffnung **179** des Moduls zu dem Gitter **153** aus, um das Eintreten von Luft von außerhalb der Basiseinheit **7** in das Modul **13** zu ermöglichen.

[0074] Jedes Modul **13** stellt außerdem einen Überstromschutz bereit, um sicherzustellen, dass ein einzelnes Modulversagen nicht andere Teile des Systems **1** beschädigt.

[0075] Wie in den [Fig. 9](#) und [Fig. 12](#) gezeigt, enthält die Frontabdeckung jedes Moduls **13** schräge Flächen **191**, die sich hinter der Vorderseitenfläche **193** entlang den einander gegenüberliegenden Seiten der Vorderseitenfläche erstrecken. Die schrägen Flächen **191** sind in Beziehung zueinander in Richtung auf die Vorderseitenfläche **193** konvergent, so dass, wenn das Modul **13**, mit einer schrägen Fläche eines Moduls zu einer schrägen Fläche des anderen Moduls benachbart, neben anderen Modulen in die Basiseinheit **7** eingesetzt ist, die generell planen Vorderseitenflächen durch einen Abstand D seitlich voneinander beabstandet sind. Der seitliche Abstand zwischen den Vorderseitenflächen der Module verringert die Wahrnehmbarkeit von Fehlausrichtungen zwischen den Vorderseitenflächen **193** benachbarter Module. Infolgedessen werden höhere Bauteiltoleranzen zugelassen, ohne dass das Erscheinungsbild des Systems **1** dadurch beeinträchtigt wird.

[0076] Wie bereits erklärt, verbinden sich, wenn die Module in der Basiseinheit **7** installiert werden, die Modulanschluss **171** mit den Anschlüssen **127** der Rückwandplatine **101**. Wenn die Stecker und die Buchsen verbunden werden, werden die adäquaten Schaltungen innerhalb der Module **13** an den Leistungsbus und an den Datenübertragungsbus in der Rückwandplatine **101** angeschlossen. Unabhängig von der Position des Moduls **13** innerhalb der Basiseinheit **7** werden dieselben Modulschaltungen an dieselben Schaltungen des Leistungsbusses und des Datenübertragungsbusses angeschlossen. Infolgedessen sind die Module **13** untereinander austauschbar und können in jeder Sequenz innerhalb der Basiseinheit **7** angeordnet werden. Weil jedes Modul **13** separat gesteuert wird, können des Weiteren lediglich jene Module, die für einen bestimmten chirurgischen Eingriff gebraucht werden, in der Basiseinheit **7** installiert werden. Deshalb ist der zuvor beschriebene Baugruppenrahmen so ausgelegt, dass er die Module **13** an einer Vielzahl von verschiedenen Positionen entlang dem Leistungsbus und dem Datenübertragungsbus aufnehmen kann, so dass diese selektiv in einer Vielzahl von verschiedenen Sequenzen in dem Baugruppenrahmen eingerichtet werden können.

[0077] Das Leistungs-Modul **103** hat jedoch eine zugeordnete Position innerhalb der Basiseinheit **7**, so dass es zweckdienlich durch die rechteckige Öffnung **133** in der Hinterwand **121** der Einheit an eine externe Stromquelle angeschlossen werden kann. Weil das Leistungs-Modul 3,0 Zoll breit ist, ist der Abstand zwischen den zwei Anschlüssen ganz links 3,0 Zoll, wie in der [Fig. 5](#) gezeigt. Der Abstand zwischen dem zweiten und dem dritten Anschluss von links ermöglicht, wie in der [Fig. 5](#) gezeigt, das Einführen entweder eines 3,0 oder 4,5 Zoll breiten Moduls neben dem Leistungs-Modul **103**. Wenn ein IAV-Modul (zum Beispiel Modul **321** in den [Fig. 32](#) und [Fig. 43–Fig. 60](#)) verwendet wird, muss es über die drei Schienen **137** ganz rechts installiert werden, wie in der [Fig. 5](#) gezeigt. Wie bereits erwähnt, steht von der Rückseite des IAV-Moduls **321** eine pneumatische Schnellkupplung hervor. Das IAV-Modul **321** kann nur in der Position ganz rechts installiert werden, weil sich die Kupplung durch die ringförmige Öffnung **135** in der Rückwand **121** der Basiseinheit **7** erstreckt. Wenn

kein IAV-Modul verwendet wird, kann in der Position ganz rechts jedes andere Modul (außer einem Leistungs-Modul) installiert werden. Bis auf die oben dargestellten Ausnahmen sind die Module **13** untereinander austauschbar und können in jeder erwünschten Reihenfolge installiert werden. Infolgedessen ist die Basiseinheit **7** so konfiguriert, dass die Module **13** in einer Vielzahl von verschiedenen Positionen innerhalb des Baugruppenrahmens aufgenommen werden können und auf diese Art und Weise selektiv in einer Vielzahl von verschiedenen Sequenzen in dem Baugruppenrahmen angeordnet werden können. Alle Module **13** können wegen ihrer baukastenartigen Konstruktion und des lösbaren Eingriffs mit der Rückwandplatine **101** von der Vorderseite ohne die Hilfe eines Werkzeugs schnell in der Basiseinheit **7** installiert oder aus dieser entfernt werden. Diese Einrichtung zum schnellen Installieren und Herausnehmen erleichtert die Wartung und das Ersetzen der Module. Wenn beispielsweise ein bestimmtes Modul **13** reparaturbedürftig ist, kann es leicht herausgenommen und an eine Reparaturreinrichtung gesendet werden. Während der Reparatur kann an seiner Stelle ein anderes Modul verwendet werden oder das System **1** kann ohne das betreffende Modul **13** betrieben werden.

[0078] Zusätzlich erstreckt sich, wie in der [Fig. 8](#) gezeigt, eine Säule **195** von der hinteren Fläche der Frontabdeckung **113** der Basiseinheit **7**. Die Säule **195** ist so auf der Frontabdeckung positioniert, dass sie in eine Öffnung **197** ([Fig. 9](#)) in dem Leistungs-Modul **103** eingreift, wenn die Abdeckung auf der Basiseinheit mit den Modulen **13** installiert ist. Ein Sperrschalter (zum Beispiel Sperrschalter **783** in der [Fig. 39](#)), der hinter der Öffnung **197** in dem Leistungs-Modul **103** angeordnet ist, unterbricht beim Abnehmen der Frontabdeckung **113** des Leistungs-Moduls die Leistungsversorgung zu jedem der Module **13**. Infolgedessen kann ein Benutzer nicht mit der Rückwand **101** in Berührung kommen, wenn diese unter Spannung steht.

[0079] Des Weiteren wird während des Inbetriebsetzens die bestimmte Konfiguration jedes der Module in dem Baugruppenrahmen geprüft (wie im Folgenden unter Bezugnahme auf die [Fig. 31](#) erklärt wird) und die Module können nicht gewechselt werden, ohne dass die Frontabdeckung **113** abgenommen wird. Durch das Unterbrechen des Stroms, wenn die Frontabdeckung **113** abgenommen wird, kann die Konfiguration der Module **13** nicht geändert werden, ohne dass dies erkannt wird.

[0080] Bezug nehmend auf die [Fig. 2](#), kann das System des Weiteren einen Erweiterungsanschluss **203** (siehe [Fig. 16](#)) zum Verbinden der Basiseinheit **7** mit einer optionalen Erweiterungsbasisseinheit **207** umfassen. Dadurch kann das Netzwerk erweitert werden. Physikalisch und funktionsgemäß ist die Erweiterungsbasisseinheit **207** im Wesentlichen mit der Basiseinheit **7** identisch. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung kann der Benutzer das Netzwerk erweitern und infolgedessen die Betriebsfähigkeiten des Systems **1** erweitern. Dies erfolgt durch das Verbinden des 9-Pin-Anschlusses **157** auf der Rückwand **121** der Basiseinheit **7** mit einem gleichartigen Anschluss auf der Erweiterungsbasisseinheit **207** mit dem Erweiterungsanschluss **203**. Die Erweiterungsbasisseinheit **207** enthält ihr eigenes Leistungs-Modul **211**. Infolgedessen verbindet der Erweiterungsanschluss **203** die Datenübertragungsbusse der Einheiten, jedoch nicht die Leistungsbusse. Jedoch ist vorgesehen, ohne von dem Schutzanspruch der Erfindung abzuweichen, dass ein einziges Leistungs-Modul beide Einheiten versorgt. Wenn ein einziges Leistungs-Modul verwendet wird, wird die Leistung, durch das Verbinden des Leistungsbusses auf der Rückseite **101** der Basiseinheit **7** mit dem Leistungsbus auf der Rückseite **209** der Erweiterungsbasisseinheit **207**, über den Erweiterungsanschluss **203** an die Erweiterungsbasisseinheit **207** bereitgestellt.

[0081] Im Folgenden auf die [Fig. 15](#) Bezug nehmend, umfasst der Datenübertragungsbus vorzugsweise ein verdrehtes Kabel **215** mit einem ersten Draht **217** und einem zweiten Draht **219**. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist das Computernetzwerk, das jede der Komponenten des Systems **1** verknüpft, des Typs, der von der Echelon Corporation unter dem Handelsnamen LONTALK[®] vertrieben wird, und verwendet ein RS485-Übertragungsprotokoll. Das RS485-Übertragungsprotokoll stellt über ein Paar abgestimmter verdrehter Übertragungsleitungen eine Plattform für die Mehrpunkt-Verbindung bereit. Jedes Modul **13** enthält einen RS485-Transceiver **223** zum Empfangen von Daten von dem Datenübertragungsbus und zum Senden von Daten zu dem Datenübertragungsbus und einen Prozessor **225**, der an den Transceiver **223** gekoppelt ist. Motorola fertigt einen geeigneten Prozessor **225** (NEURON[®] Chip-Modellnr. MC143150 und National Semiconductor fertigt einen geeigneten Transceiver (Chip-Modellnr. 75156).

[0082] Der Datenübertragungsbus, die Transceiver **223** und der Prozessor **225** bilden zusammen ein Übertragungsnetzwerk, durch das die Module **13**, die Computereinheit **3**, die Steuerschaltung **105** der Fußsteuerungsanordnung **15** und die Steuerschaltung **107** des Infusionsstangenbaus **17** miteinander kommunizieren. Durch die Verwendung des Netzwerkes stellt das System **1** Peer-to-Peer-Verbindung zwischen diesen Komponenten bereit.

[0083] In einem solchen Netzwerk wird der Prozessor **225** in dieser Beschreibung auch als „Neuron“ oder „Neuron-Prozessor“ bezeichnet (NEURON® ist ein registriertes Warenzeichen der Echelon Corporation). Jeder Neuron-Prozessor **225** umfasst vorzugsweise drei 8-Bit-Bordprozessoren. Zwei dieser drei Bordprozessoren implementieren ein Nebenübertragungssystem, das auf dem Netzwerk das Senden von Informationen von Knoten zu Knoten ermöglicht. Der dritte Bordprozessor führt ein eingebettetes Anwendungsprogramm aus. Infolgedessen steuern die Neuron-Prozessoren, zusätzlich zu ihrer Funktion als Übertragungsprozessoren, die daran angeschlossenen mikrochirurgischen Instrumente **19**. Vorzugsweise empfangen die Neuron-Prozessoren **225** der Module **13** die übertragenen Daten über den Datenübertragungsbus und erzeugen in Reaktion auf die Daten die Steuersignale zum Steuern der mikrochirurgischen Instrumente **19**.

[0084] Wie gezeigt, schalten sich die Transceiver **223** in den ersten und den zweiten Draht **217** und **219** des verdrehten Kabelpaares **215**. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist das verdrehte Kabelpaar **215** auf der Rückwandplatine **101** angeordnet (d. h. als Trassen auf der Rückwandplatine **101**). Infolgedessen schalten sich die Anschlüsse **171** an dem hinteren Ende der Module **13**, wenn sie in die Rückwandplatine **101** eingreifen, in das verdrehte Kabelpaar **215**. Wie zuvor unter Bezugnahme auf die [Fig. 5](#) beschrieben, enthält die Rückwandplatine **101** ein Paar zusätzlicher Datenkabelanschlüsse **157** zum Verbinden der Datenkabel mit der Rückwandplatine **101**. Die Datenkabel umfassen ein verdrehtes Kabelpaar und erweitern den Datenübertragungsbus von der Rückwandplatine **101** zu der Computereinheit **3** und zu den Peripheriegeräten. Beispielsweise verläuft ein Kabel von dem Datenkabelanschluss **157** zu der Computereinheit **3** und ein anderes Kabel verläuft von dem anderen Datenkabelanschluss **157** entweder direkt zu der Fußsteuerungsanordnung **15** oder über den Instrumentenwagen **21** zu der Infusionsstangenauflage **17** und der Fußsteuerungsanordnung **17**.

[0085] Gemäß dem RS485-Protokoll muss das verdrehte Kabelpaar **215** durch einen Widerstand, wie zum Beispiel einen 120-Ω-Widerstand, abgeschlossen sein. Die Notwendigkeit eines Abschlusses macht es jedoch schwierig, das Netzwerk zu erweitern. Zweckmäßigerweise stellt die vorliegende Erfindung, um ein leichtes Erweitern des Netzwerkes zu ermöglichen, eine Abschlussschaltung **229**, wie in der [Fig. 16](#) gezeigt, die an einem Ende des verdrehten Kabelpaares **215** für den selektiven Abschluss des Netzwerkes durch einen 120-Ω-Widerstand angeordnet ist, bereit.

[0086] Die [Fig. 16](#) stellt die Abschlussschaltung **229** für den selektiven Abschluss des Datenübertragungsbusses dar. Wie gezeigt, wird der Datenübertragungsbus (d. h. ein verdrehtes Kabelpaar **215**) durch eine RS485-HI-Leitung und eine RS485-LO-Leitung vertreten. Vorzugsweise ist die Abschlussschaltung **229** ein Teil des Erweiterungsanschlusses **203** und ist zwischen den Enden des ersten Drahtes **217** und des zweiten Drahtes **219** des ersten verdrehten Kabelpaares **215** in Reihe geschaltet. In einem Ausführungsbeispiel umfasst die Abschlussschaltung einen normalerweise geschlossenen Schalter **231**, der für den Abschluss des Datenübertragungsbusses mit dem 120-Ohm-Widerstand in Reihe geschaltet ist. Um das Netzwerk zu erweitern, verbindet der Benutzer ein Erweiterungskabel **233** mit einem zweiten verdrehten Kabelpaar **235**, das mit der Erweiterungsbasiseinheit **207** verbunden ist, mit einem Anschluss **203**. Wie das erste verdrehte Kabelpaar **215** hat das zweite verdrehte Kabelpaar **235** einen ersten Draht **237** und einen zweiten Draht **239**, die zum Verbinden mit der Abschlussschaltung **229** bereitgestellt sind. Gemäß der Erfindung ist das zweite verdrehte Kabelpaar an der Rückseite **209** angeordnet und bildet den Datenübertragungsbus für die Erweiterungseinheit **207**. Die Abschlussschaltung **229** enthält außerdem eine Spule **243**, die an eine positive Spannungsversorgung angeschlossen ist. Wenn der Benutzer das mit der Erweiterungsbasiseinheit **207** verbundene Erweiterungskabel **233** mit dem Erweiterungsanschluss **203** verbindet, wird die Spule **243** mit Erde kurzgeschlossen. Im Ergebnis aktiviert die positive Spannung die Spule **243**, die ihrerseits den normalerweise geschlossenen Schalter **231** öffnet.

[0087] Infolgedessen öffnet der Schalter **231**, um den Abschluss zu entfernen, wenn die Enden des ersten und des zweiten Drahtes **217** und **219** des ersten verdrehten Kabelpaares **215** an die Enden des ersten und des zweiten Drahtes **237** und **239** des zweiten verdrehten Kabelpaares angeschlossen werden. Der Abschluss findet sich dann auf dem anderen Ende der Erweiterungsbasiseinheit **207**. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel enthält entweder das Erweiterungskabel **243** oder die Rückwandplatine **209** der Erweiterungsbasiseinheit **207** ebenso eine Abschlussschaltung **229**.

[0088] Die [Fig. 16](#) zeigt außerdem die mit RESET-HI und RESET-LO gekennzeichneten Leitungen. Vorzugsweise überträgt die Computereinheit **3** über den Datenübertragungsbus an die in der Basiseinheit installierten Module **13** über die Rückwandplatine **101** ein Reset-Signal und zu den in der Erweiterungsbasiseinheit **207** installierten Modulen über die Rückwandplatine **209**.

[0089] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält die Erweiterungsbasiseinheit **207** ihr eigenes Leistungs-Modul **211**. Auf diese Art und Weise wird zwischen der Basiseinheit **7** und der Erweiterungsbasiseinheit **7** keine Leistung verteilt. Alternativ kann der Leistungsbus zum Verteilen von Leistung von dem Leistungs-Modul **103** zu jedem Modul des Systems **1**, das entweder in der Basiseinheit **7** oder in der Erweiterungsbasiseinheit **207** angeordnet ist, ebenso in den Rückwandplatinen **101** und **209** positioniert sein.

[0090] Im Folgenden Bezug nehmend auf das Blockdiagramm der [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#), umfasst die Computereinheit **3** eine eingebettete CPU **245**, wenigstens ein Festplattenlaufwerk **247** und eine interne Festplatte **249**. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die CPU **245** der Computereinheit **3** eine IBM-kompatible mikroprozessorbasierte Baugruppe, die beispielsweise einen Intel 486®- oder Pentium®-Prozessor enthält und eine AT-Hauptplatine nach Industriestandard hat. In einem alternativen Ausführungsbeispiel enthält die Computereinheit **3** zusätzlich zu einem Diskettenlaufwerk **247** ein CD-ROM-Laufwerk **251**. Die Computereinheit **3** enthält außerdem eine Flachbildschirmanzeige **5**, einen Touchscreen-Bildschirm **255** zur Verwendung mit der flachen Steuerpultanzeige **5** und verschiedenes Multimedia-Hardware-Zubehör, wie zum Beispiel eine Videobaugruppe oder einen Anzeigetreiber **259**, eine Tonbaugruppe **261** und Lautsprecher **263**.

[0091] Zweckmäßigerweise ist jede der Erweiterungsbaugruppen der Computereinheit **3** mit den Standard-PC-Architekturen kompatibel.

[0092] Die Computereinheit **3** bildet eine Benutzerschnittstelle, durch die ein Benutzer (wie zum Beispiel ein Chirurg oder ein medizinisch-technischer Assistent) Informationen, die die verschiedenen Betätigungsparameter der mikrochirurgischen Instrumente **19** und der Peripheriegeräte, die die verschiedenen Funktionen, die erforderlich sind, um den chirurgischen Eingriff durchzuführen, bereitstellen, empfangen kann. Außerdem kann der Benutzer über eine durch die Computereinheit **3** bereitgestellte grafische Benutzerschnittstelle Informationen für das System **1** bereitstellen. Zweckmäßigerweise speichert die Festplatte **249** der Computereinheit **3** programmierbare Betätigungsparameter für jedes der mikrochirurgischen Instrumente **19** und für die Peripheriegeräte. Durch das Bereitstellen von Informationen über die Benutzerschnittstelle an die CPU **245**, ist der Benutzer zum Neuprogrammieren oder zum Auswählen aus den in der Festplatte **249** gespeicherten Betätigungsparametern in der Lage. Die Computereinheit **3** überträgt anschließend die Betätigungsparameter über die Rückwandplatine **101** und externe Datenkabel und ihr Netzwerk sowohl an die Module **13** als auch an die Fußsteuerungsanordnung **15** und den Infusionsstangenaufbau **17**. Auf diese Art und Weise ist der Benutzer in der Lage, die Leistung der Instrumente **19** während des chirurgischen Eingriffs zu optimieren.

[0093] In einem Ausführungsbeispiel speichert der Benutzer Daten, die eine Vielzahl von Betätigungsparametern in einem herausnehmbaren Speicher, wie zum Beispiel einer Diskette, zur Verwendung mit dem Plattenlaufwerk **247** der Computereinheit **3**, enthalten. In diesem Ausführungsbeispiel definiert die CPU der Computereinheit **3**, basierend auf den in dem herausnehmbaren Speicher gespeicherten Daten, eine Reihe von Betätigungsparametern für die mikrochirurgischen Instrumente **19** und die Peripheriegeräte. Beispielsweise umfasst die Gruppe der Betätigungsparameter, die durch die CPU **245** definiert ist, eine individualisierte Gruppe von Betätigungsparametern, die durch den Chirurgen ausgewählt wurden. Gleichermäßen speichert die Festplatte **249** der Computereinheit **3** Standard-Betätigungsparameter, die so eingerichtet sein können, dass sie sich der individualisierten Gruppe der durch den Benutzer bereitgestellten Parameter annähern.

[0094] Als ein Beispiel definieren die Betätigungsparameter bei der Verwendung zum Steuern der verschiedenen Instrumente **19** Folgendes oder eines davon: eine linear variable Scheren-Schneidgeschwindigkeit, eine festeingestellte Scheren-Schneidgeschwindigkeit, eine Einzelbetätigung der Scherenschneide, eine Proportionalbetätigung der Schließstufe der Schere, einen Luft-/Fluiddruck, eine Luft-/Fluid-Strömungsgeschwindigkeit, eine bipolare Leistungsstufe, eine festeingestellte bipolare Leistungsstufe, eine Beleuchtungs-Helligkeitsstufe, einen Aspirations-Vakuum-Druckstufe, eine Aspirations-Strömungsgeschwindigkeit, eine linear variable Vitrektomie-Schneidgeschwindigkeit, eine festeingestellte Vitrektomie-Schneidgeschwindigkeit, eine Einzelbetätigungs-Vitrektomie-Cut, eine Phakoemulsifikations-Leistungsstufe, eine Phakofragmentations-Leistungsstufe, eine Phakoemulsifikations-Impulsrate und eine Phakofragmentations-Impulsrate.

[0095] Die Steuerschaltungen **105** und **107** der Peripheriegeräte bilden ebenso Knoten auf dem Computernetzwerk und wirken als eine Funktion wenigstens eines Betätigungsparameters. In dem Beispiel oben definieren die Betätigungsparameter ebenso für die Peripheriegeräte Folgendes oder eines davon: eine Vielzahl von Fußsteuerungs-Verstellarretierungen und die Infusionsstangenhöhe.

[0096] Im Folgenden auf die [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) Bezug nehmend, enthält die Computereinheit **3** außerdem

einen Infrarot-Empfänger (IR-Empfänger) **267** zum Empfangen der IR-Signale von einer von Hand gehaltenen Fernsteuerung **39**. Die IR-Signale sind vorzugsweise Befehle zum Steuern des Betriebs des Systems **1**. Beispielsweise ist die Fernsteuerung **39** ein drahtloser IR-Sender, der in Größe und Erscheinung einer Standardfernbedienung für ein Fernsehgerät oder einen Videokassettenrecorder gleicht. Die Einheit stellt einen Betrieb in Visierichtung bereit und verwendet vorzugsweise ein Sender-/Empfänger-Codierungssystem, um das Risiko von Interferenzen durch andere IR-Sender und/oder Empfänger zu minimieren. Funktionell enthält die Tastatur der Fernsteuerung **39** vorzugsweise Steuertasten zum Ändern der Stufen der Aspirationsleistung, der bipolaren Koagulationsleistung und der Ultraschalleistung (für die Phakoemulsifikation und die Phakofragmentation) wie auch zum Ändern der Infusionsstangenhöhe, zum Ein- und Ausschalten des Beleuchtungsinstrumentes und zum Variieren der Helligkeitsstufe des durch das Lichtinstrument bereitgestellten Lichts. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel enthält die Fernsteuerung **39** außerdem Steuertasten zum Fortschreiten zum nächsten Modus und zum Zurückkehren zu dem vorhergehenden Modus in einer vordefinierten Sequenz des Betätigungsmodus.

[0097] Zusätzlich enthält die Computereinheit **3** eine Netzwerkbaugruppe **271**, die speziell für die Verwendung in einem mikrochirurgischen System **1** ausgelegt ist.

[0098] Die anwendungsspezifische Netzwerkbaugruppe **271** enthält den Transceiver **223** und einen Neuron-Prozessor **225** zum Verbinden der Computereinheit **3** mit dem Netzwerk. Vorzugsweise wird die Netzwerkbaugruppe **271** verwendet, um die CPU **245** sowohl mit dem Touchscreen-Bildschirm **255** und dem IR-Empfänger **267** als auch mit den chirurgischen Modulen **13**, mit der Fußsteuerungsanordnung **15** und mit dem Infusionsstangenaufbau **17** durch eine Schnittstelle zu verbinden.

[0099] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel arbeitet die CPU **245** der Computereinheit **3** mit jedem der Neuron-Prozessoren **225** der einzelnen Steuerschaltungen der Module **13**, der Fußsteuerungsanordnung **15** und/oder dem Infusionsstangenaufbau **17** zusammen, um die Software in einer Zwei-Ebenen-Software-Hierarchie auszuführen. Die erste Ebene der Software-Hierarchie ist die Benutzerschnittstelle, die eine Schnittstelle zwischen dem Benutzer (d. h. dem Operationsteam) und dem mikrochirurgischen System **1** der Erfindung bereitstellt. Der hierin verwendete Ausdruck „Benutzerschnittstelle“ bezieht sich generell auf die Computereinheit **3** und speziell auf die Routinen, die durch die Computereinheit **3** ausgeführt werden, um eine Reihe von Funktionsbildschirmanzeigen, die den Benutzer in die Lage versetzen, mit dem System **1** über eine Schnittstelle verbunden zu sein, bereitzustellen.

[0100] Die Benutzerschnittstelle zeigt sowohl Betätigungsparameter und deren Einstellung als auch andere Einstellungen auf einer flachen Steuerpultanzeige **5** an. Die Benutzerschnittstelle empfängt ebenso Eingaben von dem Touchscreen-Bildschirm **255**, der Fußsteuerungsanordnung **15** oder der Fernsteuerung **39**, um den Betrieb des Systems **1** auf den aktuellen chirurgischen Eingriff zuzuschneiden. Vorzugsweise ist die Benutzerschnittstelle eine auf Microsoft® Window basierende Umgebung, die eine hohe grafische Auflösung und eine benutzerfreundliche Bedienung, die Piktogramme, Symbole und dergleichen erzeugt, bereitstellt. Im Ergebnis vereinfacht die Benutzerschnittstelle die Anwendung des Systems **1** und ist zur Verwendung mit dem Touchscreen-Bildschirm **255** besonders gut geeignet.

[0101] Die zweite Ebene der Systemsoftware ist eine eingebettete Steuerumgebung, die von den Modulen **13**, der Steuerschaltung **105** und der Steuerschaltung **107** verwendet wird. Wie bereits beschrieben, bildet jede Komponente des Systems **1** einen Teil eines Computernetzwerkes, so dass die Benutzerschnittstelle mit der eingebetteten Software über eine vorgegebene Kommunikationsarchitektur, wie zum Beispiel der Kommunikationsarchitektur von Echelon LONTALK®, kommuniziert.

[0102] Die Verwendung des eingebetteten Softwareprogramms durch die Module **13** und durch Peripheriegeräte bewirkt die verteilte Steuerung des Systems **1**. Mit anderen Worten arbeitet jedes der Module **13** und jedes der Peripheriegeräte unabhängig von den anderen Modulen **13** und den anderen Peripheriegeräten, während es noch immer durch das Netzwerk verknüpft ist. Infolgedessen wird das Versagen einer der Komponenten die Funktionssicherheit der anderen Komponenten des Systems **1** nicht beeinflussen. Zusätzlich zu der eingebetteten Steuersoftware beinhaltet jedes Modul und jedes Peripheriegerät Built-in-Tests, so dass ein bestimmtes Versagen identifiziert und der Computereinheit **3** gemeldet werden kann und infolgedessen dem Benutzer gemeldet wird. Der Betriebszustand jedes der Module **13** und der der Peripheriegeräte wird während des Betriebs durch die Verwendung einer Watchdog-Timer-Software kontinuierlich geprüft (siehe beispielsweise den Watchdog-Timer in der [Fig. 32](#)).

[0103] Gemäß der Erfindung ist die Computereinheit **3** zur Verwendung in einem Baukastensystem, wie Sys-

tem **1**, besonders gut geeignet. Die Festplatte speichert die verschiedenen Programme zum Betreiben des Systems **1**, einschließlich der Programme, die normalerweise in den Modulen **13** resident sind. In dem Fall, in dem ein in einem der Module **13** residentes Programm beschädigt ist oder Aktualisierung braucht, kann der Benutzer das adäquate residente Programm von der Festplatte **249** über das Netzwerk auf das Modul **13** herunterladen, wodurch das Neuprogrammieren erleichtert wird. Das Diskettenlaufwerk **247** ermöglicht dem Benutzer außerdem, Softwareaktualisierungen oder die anwendungsspezifische Software zur Verwendung mit den neuen Modulen, basierend auf diesem Produkt, zu installieren. Auf diese Art und Weise folgt die Software des Systems **1** dem Baukastensystem der Hardware.

[0104] Zusätzlich kann der Nutzer durch das Verwenden der Diskette das Laden und Transportieren der Einstellungen des Systems **1** zu einem anderen gleichartigen mikrochirurgischen System an einem anderen Ort sparen.

[0105] Die Computereinheit **3** verwendet die Tonbaugruppe **261** und die Lautsprecher **263**, um Audiosignale oder Warnmeldungen, Alarime oder andere hörbare Hinweise zu erzeugen. Zusätzlich arbeiten die Tonbaugruppe **261** und die Lautsprecher **263** mit der Videobaugruppe **259** und dem CD-ROM-Laufwerk **251** zusammen, um audiovisuelle oder Multimediadarstellungen, wie zum Beispiel Animationen von Online-Diensten, Anleitungen, Funktionsdemonstrationen und dergleichen, in einer Anzahl verschiedenen Sprachen bereitzustellen.

[0106] Die flache Steuerpultanzeige **5** und der Touchscreen-Bildschirm **255** sind die primären Einrichtungen, um das System **1** durch eine Schnittstelle mit dem Benutzer zu verbinden. In einem Ausführungsbeispiel ist die flache Steuerpultanzeige eine Aktiv-Matrix-Flüssigkristallanzeige (10,4" diagonal, VGA-Auflösung, Aktiv-Matrix-LCD, 256 Farben), überlagert von einem Touchscreen-Bildschirm **255**. Vorzugsweise ist der Touchscreen-Bildschirm **255** ein analog resistiver Touchscreen-Bildschirm, der chemisch resistent gegen gewöhnliche Sterilisationslösungen und in einer wasserdichten Blende untergebracht ist.

[0107] Vorzugsweise enthält die Computereinheit **3** außerdem eine separate Leistungsversorgung **275**. Alternativ stellt das Leistungs-Modul **103** der Basiseinheit **7** die Leistung für die Computereinheit **3** bereit.

[0108] Die [Fig. 19](#) stellt die anwendungsspezifische Netzwerkbaugruppe **271** der Computereinheit **3** dar. Wie dargestellt, enthält die Netzwerkbaugruppe **271** sowohl eine RS485-Anschlussschaltung **277** als auch eine Netzwerkverwaltungs-/Netzwerkkontrollerschaltung **279** und eine Abschlussschaltung **281**. Zweckmäßigerweise stellen die Schaltungen **277**, **279** und **281** eine Netzwerkschnittstelle für die Computereinheit **3** zum Kommunizieren über den Datenübertragungsbuss bereit. Die Netzwerkbaugruppe **271** enthält des Weiteren einen ISA-Bus-Anschluss **283**, einen ISA-Bus-Transceiver **285** und eine ISA-Bus-Schnittstellenschaltung **287**, wie zum Beispiel eine elektronisch programmierbare logische Einheit (EPLD). Die Schaltungen **283**, **285** und **287** stellen eine Schnittstelle zwischen der Netzwerkbaugruppe **271** und der CPU **245** bereit.

[0109] Zusätzlich stellt die Netzwerkbaugruppe **271** Schaltverbindungen für den Touchscreen-Bildschirm **255**, die flache Steuerpultanzeige **5** und die IR-Fernsteuerung bereit. In diesem Fall enthält die Netzwerkbaugruppe **271** einen Touchscreen-Kontroller/-Codierer, der über einen seriellen Anschluss **291** an die CPU **245** angeschlossen ist und über einen Flexschaltung-Anschluss an die flache Steuerpultanzeige **5** angeschlossen ist. Der Flexschaltung-Anschluss **293** schließt ebenso eine Backlight-Beleuchtungsstärke-Steuerung **295** an die flache Steuerpultanzeige **5** an und schließt den IR-Empfänger **267** an eine IR-Ferngeberschaltung **297** an. Die Netzwerkbaugruppe **271** enthält außerdem einen Beleuchtungsstärke-Steueranschluss **299**, der mit einem Geber-Drehknopf (nicht gezeigt) auf der Computereinheit **3**, mit dem der Benutzer die Helligkeit der flachen Steuerpultanzeige **5** steuert, zu verwenden ist. In diesem Fall stellt ebenso die Fernsteuerung **39** eine Einrichtung zum Ändern der Anzeigehelligkeit bereit, so dass der an dem Beleuchtungsstärke-Steueranschluss empfangene Eingang durch den IR-Ferngeber **297** zu der Bus-Schnittstellenschaltung **287** weitergeleitet wird. Die Bus-Schnittstellenschaltung **287** stellt die erforderlichen Steuersignale wiederum an die Beleuchtungsstärke-Steuerung **295** zum Ändern der Helligkeit der flachen Steuerpultanzeige **5** bereit.

[0110] Wie in der [Fig. 19](#) gezeigt, enthält die Netzwerkbaugruppe **271** in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung des Weiteren einen Watchdog-Timer und eine Reset-Schaltung **301**.

[0111] Im Folgenden auf die [Fig. 20](#) Bezug nehmend, ist die Abschlussschaltung **281** in einer schematischen Diagrammform gezeigt. Zusätzlich zu der zu dem Erweiterungsanschluss **203** der Basiseinheit **7** gehörigen Abschlussschaltung **229** stellt die Netzwerkbaugruppe **271** eine Abschlussschaltung **281** für den selektiven Abschluss des Computereinheitsteils des Datenübertragungsbusses bereit. In diesem Fall umfasst die Abschluss-

schaltung **281** einen normalerweise geschlossenen Schalter **303**, der in Reihe mit einem Widerstand von ungefähr 120 Ohm geschaltet ist. Um das Netzwerk auf dieser Seite zu erweitern (gegenüberliegend dem Ende des Erweiterungsanschlusses **203**), schließt der Benutzer ein Erweiterungskabel (nicht gezeigt) von einem Peripheriegerät entweder an eine erste Brücke **305** oder an eine zweite Brücke **307** an. Die Brücken **305** und **307** stellen vorzugsweise Einrichtungen zum Anschließen weiterer Peripheriegeräte an das Netzwerk des Systems **1** bereit. Beispielsweise kann der Benutzer die Fußsteuerungsanordnung **15** oder andere Peripheriegeräte anstelle über den Anschluss **157** über einen den beiden Brücken **305** und **307** zugehörigen Anschluss an das Netzwerk anschließen.

[0112] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung schließen die Erweiterungskabel der Peripheriegeräte, die an das Netzwerk anzuschließen sind, ein Paar von Abschlusschalter-Pins **305** und **307** kurz. In diesem Fall verursacht ein an die Brücke **305** angeschlossenes Erweiterungskabel einen Kurzschluss zwischen dem TERM SWITCH 1A und dem TERM SWITCH 1B. Gleichermaßen verursacht ein an die Brücke **307** angeschlossenes Peripheriegerät-Erweiterungskabel einen Kurzschluss zwischen TERM SWITCH 2A und TERM SWITCH 2B. Wie in der [Fig. 20](#) gezeigt, enthält die Abschlusschaltung **281** ebenso eine Spule **309**, die an eine positive Spannungsversorgung angeschlossen ist. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Spule **309** mit Erde kurzgeschlossen und infolgedessen mit Spannung versorgt, wenn sowohl TERM SWITCHes 1A und 1B als auch TERM SWITCHes 2A und 2B kurzgeschlossen sind. Im Ergebnis dessen, dass die Spule **309** mit Spannung versorgt wird, öffnet der normalerweise geschlossene Schalter **303**, um den Abschluss zu entfernen. Der Abschluss findet sich dann an dem peripheren Ende des Datenübertragungsbusses.

[0113] Die [Fig. 21](#) stellt den Datenfluss in dem System **1** gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung dar. Vorzugsweise steuert jedes in der Basiseinheit **7** installierte Modul **13** ein mikrochirurgisches Instrument **19** oder mehrere mikrochirurgische Instrumente **19**, um verschiedene chirurgische Funktionen bereitzustellen. Beispielsweise stellen die Instrumente **19** den intraokularen Druck (IPO), das Scherenschneiden, die Forceps-Steuerung, den Ultraschall (zum Beispiel für Phakoemulsifikation oder Phakofragmentation), die Irrigation, die Aspiration, das Vitrektomie-Schneiden, die Bipolarkoagulation und/oder die Beleuchtung bereit. In einer beispielhaften Installation des Systems **1** umfassen die Module **13** ein Venturi-IAV-Modul **321**, ein Scroll-IAV-Modul **323**, die beide die Irrigations-, Aspirations- und Vitrektomiefunktionen des Systems **1** steuern. Das Venturi-IAV-Modul **321** ist für die Verwendung mit einer Venturi-Pumpe, wohingegen das Scroll-IAV-Modul **323** für die Verwendung mit einer Rollenpumpe ist. Die Module **13** umfassen ebenso ein Phako-Modul **325**, das die Phakoemulsifikations- und Phakofragmentationsfunktion steuert, und ein Scheren-Modul **327**, das die Schneidfunktion einer Schere steuert. Zusätzlich steuert das Scheren-Modul **327** auch die Forcepsfunktion und enthält eine Luft-/Fluid-Austausch-Steuerschaltung zum Steuern einer IOP-Funktion. Wie in der [Fig. 21](#) gezeigt, umfassen die Module **13** des Weiteren ein Koagulations-Modul **329** zum Steuern einer bipolaren Koagulationsfunktion und ein Beleuchtungs-Modul **331** zum Steuern einer Beleuchtungsfunktion.

[0114] Dieses Ausführungsbeispiel der Erfindung umfasst ebenso die Fußsteuerungsschaltung **105** und die Steuerschaltung **107** der Infusionsstange, die als Peripheriegeräte an das Netzwerk des Systems **1** angeschlossen sind.

[0115] Zweckmäßigerweise bilden jeweils sowohl das Venturi-IAV-Modul **321**, das Scroll-IAV-Modul **323**, das Phako-Modul **325**, das Scheren-Modul **327**, das Koagulations-Modul **329** und das Beleuchtungs-Modul **331** als auch die Fußsteuerungsschaltung **105** und der Infusionsstangenaufbau **17** Knoten auf dem Netzwerk.

[0116] Wie zuvor beschrieben, programmiert der Benutzer entweder die Betätigungsparameter, wählt sie aus einer Gruppe von Standard-Betätigungsparametern aus oder gibt sie direkt über die Benutzerschnittstelle ein, um die Operationsqualität zu optimieren. Wie in dem beispielhaft eingerichteten System in der [Fig. 21](#) gezeigt, überträgt die Computereinheit **3** die Betätigungsparameter über die Leitung **335** der Reihe nach an die Module **13**. Jedes aktive Modul **13** stellt dann als eine Funktion wenigstens einer der durch den Benutzer eingegebenen oder der Standard-Betätigungsparameter Steuersignale zum Steuern der daran angeschlossenen mikrochirurgischen Instrumente **19** bzw. des daran angeschlossenen mikrochirurgischen Instrumentes **19** bereit. Zusätzlich stellt die Computereinheit **3** eine Ein-/Aus-Kontrolle einer Anzahl von Instrumenten **19** und des Infusionsstangenaufbaus **17** über eine Leitung **337** bereit und empfängt über die Leitung **339** Rückmeldungen über deren Betriebszustand. Die Steuerschaltung **105** der Fußsteuerungsschaltung **15** stellt über die Leitung **341** sowohl die lineare Steuerung (zum Beispiel durch ihr Fußpedal) als auch über die Leitung **343** die diskrete Steuerung (zum Beispiel durch ihren Drucktaster) der verschiedenen Module **13** bereit. Es versteht sich, dass der Datenübertragungsbus der Erfindung die kommunizierten Daten durch die Leitungen **335**, **337**, **339**, **341** und **343** überträgt. Vorzugsweise ist der Datenübertragungsbus ein bidirektionaler Serienbus, der alle Signal-

arten überträgt. Infolgedessen stellen die Leitungen **335**, **337**, **339**, **341** und **343** den Datenfluss in dem System **1**, jedoch nicht den Datenübertragungsbuss, dar.

[0117] Zusätzlich stellt das Netzwerk des Systems **1** Peer-to-Peer-Übertragung zwischen seinen Knoten bereit. Beispielsweise kann es erwünscht sein, die Benutzerschnittstelle zu deaktivieren, wenn die Fußsteuerungsschaltung **15** arbeitet. Mit anderen Worten wird der Benutzer daran gehindert, die Betätigungsparameter der Instrumente **19** zu ändern, wenn der Chirurg die Fußsteuerungsanordnung **15** benutzt, um die Instrumente **19** fernzusteuern. In diesem Fall kommuniziert die Fußsteuerungsanordnung **15** über das Netzwerk direkt mit der Benutzerschnittstelle und den anderen Modulen **13**, so dass eine Peer-to-Peer-Übertragung bereitgestellt ist. Gleichmaßen kann es aus Sicherheitsgründen erwünscht sein, bestimmte Instrumente **19** daran zu hindern, gleichzeitig zu arbeiten. Beispielsweise wird das Phakoemulsifikationsinstrument durch das Instrument für die Bipolarokoagulation deaktiviert, wenn das Letztere verwendet wird, oder umgekehrt. Im Gegensatz dazu ist die Aspirationsfunktion während der Phakoemulsifikation und der Phakofragmentation erforderlich. Infolgedessen werden Informationen in Bezug auf beide Funktionen über das Netzwerk zwischen dem Phako-Modul **325** und entweder dem Venturi-IAV-Modul **321** oder dem Scroll-IAV-Modul **323** übertragen.

[0118] Im Folgenden Bezug nehmend auf den Betrieb der Benutzerschnittstelle, ermöglicht eine Anfangsbildschirmanzeige bei Inbetriebnahme dem Benutzer das Auswählen der verschiedenen chirurgischen Funktionen, die entweder für die anterioren oder die posterioren Segmente des Auges des Patienten verfügbar sind, oder das Auswählen des Dienstprogramms zum Programmieren des Systems **1** zum Durchführen weiterer Setup-Funktionen. Wenn der Benutzer entweder den anterioren Teil oder den posterioren Bereich auswählt, zeigt die Computereinheit **3** vorzugsweise ein Chirurgen-Auswahlmenü auf der flachen Steuerpultanzeige **5** an. Erfindungsgemäß speichert die Festplatte **249** eine individualisierte Gruppe von Anfangsbetätigungsparametern für jeden Chirurgen, der auf dem Menü aufgelistet ist. In Reaktion auf die von dem Benutzer getroffene Auswahl richtet die Computereinheit **3** den Operationsbereich mit der adäquaten Gruppe von Anfangsbetätigungsparametern in Abhängigkeit von der Auswahl des Benutzers entweder anterior oder posterior ein. Wenn ein bestimmter Chirurg nicht in dem Menü aufgelistet ist, richtet die Computereinheit **3** den Operationsbereich mit den Standard-Betätigungsparametern entweder anterior oder posterior ein.

[0119] Falls erwünscht, kann der Chirurg die Betätigungsparameter, die auf Standardwerte eingestellt sind, ändern.

[0120] Des Weiteren zeigt in dem Beispiel die Computereinheit **3** einen Dienstprogrammbildschirm auf der flachen Steuerpultanzeige **5** an, wenn der Benutzer die Dienstprogrammauswahl auf dem Anfangsbildschirm wählt. In diesem Fall richtet die Computereinheit **3** den Betätigungsmodus auf „kein Betätigungsmodus“ ein. Das Dienstprogramm ermöglicht dem Benutzer, die verschiedenen Systemeinstellungen zu modifizieren (beispielsweise dem Chirurgen-Auswahlmenü neue Chirurgen hinzuzufügen oder Eintragungen darin zu modifizieren, die vorhergehend gespeicherten Anfangsbetätigungsparameter zu ändern oder neue Anfangsbetätigungsparameter hinzuzufügen und auf die Hilfsinformationen für den Benutzer zuzugreifen).

[0121] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung richtet die Benutzerschnittstelle zugewiesene Teile des Touchscreen-Bildschirms **255** für verschiedene Auswahl- und Informationsfenster ein. Beispielsweise werden Primärfenster zum Anzeigen von Aspiration, Phakoemulsifikations- und Phakofragmentations-, Vitrektomie-, Scheren- und linearen Koagulationsfunktionen erzeugt. Anschließend sind für den Benutzer Sekundärfenster zum Anzeigen der nicht linearen Koagulations-, IOP-, Beleuchtungs-, Infusionsstangen- und Fußsteuerungsanordnungsfunktionen verfügbar.

[0122] Vorzugsweise verwendet die Benutzerschnittstelle außerdem eine Gruppe von Auswahl-Tabs (siehe [Fig. 27](#)), die dem Benutzer ermöglichen, den aktuellen Betriebsmodus des Systems **1** zu wählen, chirurgische Funktionen zu aktivieren oder zu deaktivieren (zum Beispiel die Koagulation), Online-Hilfe anzuzeigen und das System **1** zu verlassen. Falls Bedarf besteht, können die Benutzerauswahl-Tabs außerdem Mehrfachauswahlmöglichkeiten für einen oder mehrere der Auswahlpunkte enthalten und sich ausdehnen, um diese zusätzliche Auswahl anzuzeigen.

[0123] Während der Operation kann der Benutzer durch die Verwendung der chirurgischen Funktionsschnittstelle die verschiedenen Betätigungsparameter individualisieren, um den Präferenzen eines bestimmten Chirurgen entgegenzukommen. Im Allgemeinen verwendet die chirurgische Funktionsschnittstelle eine Anzahl von Anzeigen, um die verschiedenen mikrochirurgischen Systemfunktionen darzustellen (zum Beispiel Venturi-Vakuum, Rollen-Vakuum, Vitrektomie, Ultraschall, Koagulation, Scheren-Cut, Beleuchtung usw.), die aktiv sind, anzuzeigen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel zeigt die chirurgische Funktionsschnittstelle die

aktuellen Betätigungsparameter numerisch oder grafisch an, zeigt die Solleinstellungen des Betriebs an und/oder zeigt den angeschalteten oder den abgeschalteten Zustand der verschiedenen Funktionen an. Die CPU **245** der Computereinheit **3** führt ebenso Routinen zum Erzeugen verschiedener Kontrollpiktogramme zur Verwendung beim Einstellen der verschiedenen Betätigungsparameter und/oder zur Verwendung beim Ein- und Abschalten der Funktionen aus.

[0124] Beispielsweise stellt die Schnittstelle beim Ausführen der Venturi-Vakuumfunktion ein Drehfeld oder die Aufwärts-/Abwärtssteuerung zum Inkrementieren oder Dekrementieren des aktuellen Vakuum-Betätigungsparameters bereit. Die Schnittstelle verwendet für die Steuerung einer Anzahl von Funktionen ebenso Schaltflächen. Beispielsweise lässt der Chirurg beim Ausführen der Aspirationsfunktion die Aspirationsleitung etwas ansaugen, bevor er dazu übergeht, zuerst jegliche Luft in der Leitung zu entfernen. Die Priming-Funktion wird auf dem Bildschirm vorzugsweise durch ein Tastenfeld angezeigt. Zusätzlich zu dem Drehfeld und dem Tastenfeld verwendet die Schnittstelle außerdem Progressleisten, in denen die aktuellen Betätigungsparameter in Beziehung zu ihren voreingestellten Mindest- und Höchstwerten gezeigt werden. Wenn beispielsweise die Ultraschalleistungsstufe während der Phakofragmentation bei 20% der Höchstleistungsstufe ist, deckt eine Progressleiste 20% eines Fensters, das an seiner linken Kante mit 0% und an seiner rechten Kante mit 100% gekennzeichnet ist, ab.

[0125] Im Folgenden auf die [Fig. 22](#) Bezug nehmend, führt die CPU **245** in Reaktion auf die Berührung des Benutzers des Teils des Touchscreen-Bildschirms, der der numerischen Anzeige eines der Betätigungsparameterwerte entspricht, vorzugsweise eine Kalkulatorfunktionsschnittstelle aus. Die Kalkulatorfunktionsschnittstelle veranlasst die flache Steuerpultanzeige **5**, vorzugsweise eine numerische Tastatur, die generell mit **347** bezeichnet ist, als einen Teil des Touchscreen-Bildschirms anzuzeigen. Diese wird verwendet, um anstelle des Inkrementierens oder Dekrementierens der ausgewählten Betätigungsparameter durch eine Drehfeldsteuerung die erwünschten Werte der ausgewählten Betätigungsparameter einzugeben. Auf diese Art und Weise kann der Benutzer die numerischen chirurgischen Einstellungen schnell ändern, ohne wiederholt oder kontinuierlich den Aufwärts-Abwärts-Pfeil der Drehfeldsteuerung zu betätigen.

[0126] Wie in der [Fig. 22](#) zeigt die Schnittstelle den bestimmten Wert, der über die Tastatur **347** eingegeben wurde, in einem Fenster **349** mit einer Legende, die anzeigt, dass der Betätigungsparameter (beispielsweise die HöchstvakuumEinstellung) modifiziert wurde, an. Die Tastatur **347** enthält des Weiteren ein Tastenfeld **351** zum Eingeben der Standardhöchstwerte oder der programmierten Höchstwerte, ein Tastenfeld **353** zum Eingeben der Standardmindestwerte oder der programmierten Mindestwerte und die Tastenfelder **355** und **357** zum jeweiligen Inkrementieren oder Dekrementieren des Wertes. Vorzugsweise ist die Kalkulatorfunktionsschnittstelle beim Durchführen einer aktiven Operation während der Betätigung der Fußsteuerungsanordnung **15** deaktiviert.

[0127] Zusätzlich zu der chirurgischen Funktionsschnittstelle stellt die Benutzerschnittstelle Programmierungsfunktionsschnittstellen bereit, um die mikrochirurgischen Systemfunktionen zur Verwendung bei den Programmierungs-Moduseinstellungen darzustellen. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel greift der Benutzer über das zuvor beschriebene Dienstprogrammenü auf die Programmierungsfunktionsschnittstellen zu. Die Programmierungsschnittstellen zeigen Betätigungseinschaltpunkte und stellen Mittel zum Modifizieren der Betätigungseinschaltpunkte für einen gegebenen Betätigungsmodus, zum Ändern der Funktionen von linear zu festeingestellt oder umgekehrt, zum Umkehren der Funktionen EIN und AUS für einen gegebenen Betätigungsmodus usw. bereit.

[0128] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist das System **1** ein modusbasiertes chirurgisches System. Ein Modus ist als eine chirurgische Konfiguration, die die Verwendung eines chirurgischen Instrumentes **19** oder mehrerer chirurgischer Instrumente **19** mit bestimmten Anfangsbetätigungsparametern umfasst, definiert. Jedes der chirurgischen Instrumente **19**, das in einem bestimmten Modus aktiv ist, führt eine chirurgische Funktion oder mehrere chirurgische Funktionen aus. Obwohl in gemeinschaftlich erteilten Patenten (beispielsweise in den US-Patenten mit den Nummern 4.933.843, 5.167.603, 5.417.246 und 5.455.766) die Ausdrücke „Modus“ und „Funktion“ mitunter austauschbar verwendet werden, versteht es sich, dass diese Ausdrücke, wie hierin verwendet, unterschiedlich sind. Beispielsweise ist ein Phakoemulsifikations-Modus dadurch definiert, dass ein Aspirationsinstrument die Vakuumfunktion bereitstellt und ein Phakoemulsifikations-Handpiece die Ultraschall- oder Phakoemulsifikations-Funktion bereitstellt und dass beide Instrumente bestimmte Anfangsbetätigungsparameter aufweisen.

[0129] Wie zuvor beschrieben, zeigt die flache Steuerpultanzeige **5** der Computereinheit **3** dem Benutzer Informationen an. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel zeigt die flache Steuerpultanzeige **5** diese Infor-

mationen in Form von verschiedenen Auswahlmenüs, die für den Benutzer verfügbar sind, auf dem Bildschirm an. Die Menüs können in der Form von Listen, gekennzeichneten Schaltflächen, durch den Benutzer auswählbare Tabs und dergleichen sein. Der Nutzer wählt durch das Berühren eines entsprechenden Teils des Touchscreen-Bildschirms **255** aus den Menüs eine vorhandene Option oder mehrere vorhandene Optionen auf dem Bildschirm aus. Eine derartige Anzeige enthält ein Menü der auswählbaren Modi. Vorzugsweise speichert die Festplatte **249** der Computereinheit **3** die Betätigungsparameter entsprechend vordefinierten chirurgischen Betätigungsmodi in Form einer Sammlung von Setup-Dateien. Wie zuvor beschrieben, stellt jeder Modus einen durchzuführenden chirurgischen Eingriff oder mehrere durchzuführende chirurgische Eingriffe, der bzw. die durch die Betätigung wenigstens eines mikrochirurgischen Instrumentes **19** definiert ist bzw. sind, dar. Jeder Modus bestimmt sowohl welche Instrumente **19** in dem bestimmten Modus zu verwenden sind, als auch die diesen Instrumenten zugehörigen Betätigungsparameter. Zweckmäßigerweise kann der Benutzer die Modi über die Benutzerschnittstelle definieren oder modifizieren.

[0130] Die [Fig. 25](#) ist ein Ablaufdiagramm, das den Betrieb der Computereinheit **3** zum Bereitstellen der Betätigungsmodi gemäß der Erfindung darstellt. Beginnend in dem Schritt **361** identifiziert und initialisiert das System **1** beim Hochfahren zuerst jedes der in der Basiseinheit **7** installierten Module **13**. Wenn der Benutzer in dem Schritt **363** eine anfängliche Chirurgenauswahl trifft, ruft die CPU **245** in dem Schritt **365** eine bestimmte Setup-Datei, die dem ausgewählten Chirurgen entspricht, ab. Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung umfasst die abgerufene Setup-Datei eine Modus-Datenbank mit einer Anzahl von Modus-Datensätzen (von denen jeder einen verschiedenen Modus darstellt) und die Betätigungsparameter für die verschiedenen chirurgischen Funktionen, die durch das System **1**, das in diesem Modus betrieben wird, auszuführen sind. Die Setup-Datei kann außerdem Anfangswerte für andere Betätigungsparameter, die nicht Teil der Modus-Datensätze sind, enthalten, wie zum Beispiel Audiostufen und andere modusunabhängige Einstellungen. Die abgerufene Setup-Datei enthält außerdem eine Modus-Sequenz-Datenbank, die die Sequenz, in der die bestimmten Modi bereitgestellt werden, festlegt. In dem Schritt **367** vergleicht die Computereinheit **3** die Identifizierungsinformation mit der abgerufenen Setup-Datei, um zu überprüfen, dass die erforderlichen Module **13** zum Ausführen der erwünschten chirurgischen Funktion, die in den Modus-Datensätzen der Modus-Datenbank spezifiziert sind, in dem System **1** vorhanden sind. Falls nicht, generiert die Computereinheit **3** in dem Schritt **369** durch Translatieren oder Ersetzen der Betätigungsparameter durch Betätigungsparameter in der abgerufenen Setup-Datei, so dass diese den tatsächlichen Modulen **13** in der Basiseinheit **7** entsprechen, eine translatierte Setup-Datei. Wenn die erforderlichen Module **13** in dem System **1** vorhanden sind oder wenn die Computereinheit **3** eine translatierte Setup-Datei generiert hat, bestimmt die Computereinheit **3** in dem Schritt **371**, dass die Setup-Datei anzuerkennen ist.

[0131] Auf diese Art und Weise ruft die CPU **245** eine Gruppe der Betätigungsparameter für das mikrochirurgisch Instrument **19** oder die mikrochirurgischen Instrumente **19**, das bzw. die in einem ausgewählten Modus zu verwenden ist bzw. sind, von der Festplatte **249** ab und die chirurgischen Module steuern die daran angeschlossenen mikrochirurgischen Instrumente **19** als eine Funktion der aus dem Speicher abgerufenen Betätigungsparameter.

[0132] Erfindungsgemäß definiert die Modus-Schnittstelle ebenso eine Sequenz in der die Modi aktiv sein sollen. Um das Erstellen der Modus-Sequenz zu vereinfachen, enthält das Menü auf dem Bildschirm auch eine Option für entweder das Fortschreiten zu dem nächsten Modus in der Sequenz, die in der Modus-Sequenz-Datenbank definiert ist, oder das Zurückkehren zu einem vorhergehenden Modus in der Sequenz. Dies ermöglicht dem Chirurgen, durch das Berühren einer einzelnen Schaltfläche auf dem Touchscreen-Bildschirm **255** von einem Modus zum anderen überzugehen. Alternativ kann der Chirurg ebenso durch das Drücken eines bestimmten Knopfes auf der Fußsteuerungsanordnung **15** oder durch das Drücken einer bestimmten Taste auf der von Hand gehaltenen Fernsteuerung **39** von einem Modus zum anderen übergehen. In Reaktion auf die Anweisungen durch den Benutzer ruft die CPU **245** in Folge die Gruppe der Betätigungsparameter für die in dem ausgewählten Modus zu verwendenden mikrochirurgischen Instrumente von der Festplatte **249** ab und ruft dann eine weitere Gruppe von Betätigungsparametern, für die entweder in dem nächsten Modus zu verwendenden oder vorhergehend verwendeten mikrochirurgischen Instrumente **19**, in Abhängigkeit von den Anweisungen des Benutzers, in vordefinierter Sequenz von der Festplatte **249** ab.

[0133] Wenn beispielsweise die Modus-Datenbank der Setup-Datei eines bestimmten Chirurgen Datensätze für verschiedene Modi aufweist, kann die Modus-Sequenz-Datenbank nur eine Sequenz für einige dieser Modi festlegen. Spezieller kann die Modus-Sequenz-Datenbank eine Sequenz festlegen, in der dem ersten in der Modus-Datenbank definierten Modus der dritte Modus, dann der neunte Modus und dann der siebte Modus zu folgen hat. Mit anderen Worten besteht keine Notwendigkeit für eine Eins-zu-eins-Entsprechung zwischen den Modus-Datensätzen in der Modus-Datenbank und den Modi die in der Modus-Sequenz-Datenbank aufgelistet

werden.

[0134] Die [Fig. 24](#) stellt den Sequenzfestlegungsbetrieb der Computereinheit **3** in Form eines Ablaufdiagramms dar. Beginnend in einem Schritt **375** gibt der Benutzer über die Benutzerschnittstelle einen Modus-Sequenzbefehl ein. Beispielsweise kann der Modus-Sequenzbefehl ein Befehl sein, zu dem nächsten Modus in der Sequenz fortzuschreiten, zu dem vorhergehenden Modus in der Sequenz zurückzukehren oder zu dem Modus zu gehen, der zuletzt ausgeführt wurde. In Reaktion auf den Befehl identifiziert die Computereinheit **3** in dem Schritt **377** den Modus-Datensatz aus der Modus-Datenbank, der dem Modus in der vorgegebenen Sequenz entspricht. Auf den Schritt **377** folgend, geht die Computereinheit **3** weiter zu dem Schritt **379**, um jedem Modul **13** und den Peripheriegeräten des Systems **1** die erwünschte Modus-Änderung des Benutzers zuzuweisen. Außerdem führt die Computereinheit **3** in dem Schritt **379** bestimmte Sicherheitsroutinen aus. Beispielsweise wird dem Chirurgen nur dann erlaubt, von Modus zu Modus zu wechseln, wenn das Fußpedal der Fußsteuerungsanordnung **15** deaktiviert ist. Eine Ausnahme wird bei der Phakofragmentation, die Scheren- und andere Modi, die auch dann gewählt werden können, wenn das Fußpedal der Fußsteuerungsanordnung **15** aktiviert ist, verwendet, oder wenn die Irrigationsfunktion wirksam ist, um kontinuierlich Irrigation bereitzustellen, zugelassen.

[0135] Des Weiteren auf die [Fig. 24](#) Bezug nehmend, geht die Computereinheit **3** nach dem Empfangen eines neuen Modus-Auswahlbefehls zu dem Schritt **381**. Dem Schritt **379** folgend, programmiert die Computereinheit **3** die Betätigungsparameter der zu verwendenden mikrochirurgischen Instrumente **19** in dem Schritt **383** in den ausgewählten Betätigungsmodus um. In dem Schritt **385** aktiviert oder deaktiviert die Computereinheit **3** die verschiedenen Anzeige Komponenten, so dass die Anzeige auf der flachen Steuerpultanzeige **5** den chirurgischen Funktionen, die in dem ausgewählten Modus verfügbar sind, entspricht. Dem Schritt **385** folgend, aktiviert die Computereinheit **3** in dem Schritt **387** jedes in dem ausgewählten Betätigungsmodus zu verwendende Modul **13** oder Peripheriegerät.

[0136] Als ein Beispiel listet die Tabelle 1 unten die beispielhaften Modi und die den in jedem der Modi zu verwendenden Instrumenten **19** zugehörigen Betätigungsparameter auf. Mit anderen Worten listet die Tabelle 1 die Modus-Datensätze einer beispielhaften Modus-Datenbank auf.

Tabelle I Betätigungsmodi-Datenbank

Nr.	Modus	Aspirationsfunktion	Maximalvakuum (mmHg)	Phakofunktion	Maximale U/S-Leistung	Infusionsstangenhöhe
1	Öffnen	linear	400	AUS	0	80
2	Emulsifikation schwach	festeingestellt	75	linear	20	30
3	Emulsifikation mittel	festeingestellt	100	linear	30	35
4	Emulsifikation	festeingestellt	125	linear	50	40

	stark					
5	Sterilisieren	linear	200	AUS	0	55
6	Glaskörperentfernung	linear	300	AUS	0	65
7	Sterilisieren II	linear	300	AUS	0	65
8	Emulsifikations-Hochvakuum	festeingestellt	200	linear	20	50
9	Dual	linear	100	linear	30	50

[0137] Des Weiteren kann der Chirurg gemäß dem Beispiel der Tabelle 1 eine Modus-Sequenz-Datenbank, die nur einige der neun Modi enthält, über die Benutzerschnittstelle definieren. Beispielsweise definiert die Modus-Sequenz-Datenbank eine Sequenz, die mit dem Modus 1 (Öffnen), gefolgt von dem Modus 3 (Emulsifikation, mittel), gefolgt von dem Modus 9 (Dual) und mit dem Modus 7 (Sterilisieren II) endet.

[0138] Wie zuvor in Verbindung mit der [Fig. 23](#) beschrieben, vergleicht die Computereinheit **3** die Systemidentifizierungsinformation, die beim Hochfahren in Form einer Hardwaredatenbank aufgebaut wird, mit der abgerufenen Setup-Datei. Durch ein solches Vorgehen ist die Computereinheit **3** in der Lage, zu überprüfen, dass die erforderlichen Module **13** zum Ausführen der erwünschten chirurgischen Funktionen der Modi in der Mo-

dus-Datenbank in dem System **1** vorhanden sind. Falls nicht, generiert die Computereinheit **3** durch Translatieren oder durch das Ersetzen der Betätigungsparameter durch Betätigungsparameter in der abgerufenen Setup-Datei, so dass diese den tatsächlichen Modulen **13** in der Basiseinheit **7** entsprechen, eine translatierte Setup-Datei. Die [Fig. 25](#) und [Fig. 26](#) stellen eine bevorzugte Einrichtung zum Anpassen der Setup-Datei gemäß der Erfindung dar.

[0139] Wie in der [Fig. 25](#) gezeigt, prüft die Computereinheit **3** in dem Schritt **391** zuerst jeden Modus-Datensatz in der Modus-Datenbank. Während der Initialisierung des Systems **1**, die später detailliert beschrieben wird, liest die Computereinheit **3** eine Gruppe von Übertragungsparametern der Hardware entsprechend (d. h. die verschiedenen Module **13** und die Steuerschaltungen **105** und **107**) auf dem Netzwerk aus. Wie zuvor beschrieben, führt jeder Neuron-Prozessor **225** der verschiedenen Knoten auf dem Netzwerk eingebettete Programme zum Steuern der verschiedenen mikrochirurgischen Instrumente **19** und Peripheriegeräte aus. Die Übertragungsparameter stellen speziell für jeden Prozessor **225** ein unikales Identifikationskennzeichen dar, das Informationen in Bezug auf den Typ des Gerätes, das gesteuert wird (zum Beispiel Vitrektomie-Handpiece oder Ultraschalleinrichtung), und die Version des Moduls **13** oder des Peripheriegerätes, in der der Prozessor **225** angeordnet ist, umfasst. Das Identifikationskennzeichen enthält außerdem eine spezielle Kennung (zum Beispiel eine Seriennummer), die für das bestimmte Modul **13** oder die Steuerschaltung **105** oder **107** unikal ist. Beispielsweise kann sich die Version eines bestimmten Moduls **13**, wenn entweder die Hardware oder die Software aktualisiert wird, ändern.

[0140] Erfindungsgemäß repräsentieren die Modus-Datensätze in der Modus-Datenbank jeweils einen verschiedenen Betriebsmodus und die Betätigungsparameter für die verschiedenen durch das System **1** bereitgestellten chirurgischen Funktionen, die in dem Betrieb arbeiten. Auf diese Art und Weise entsprechen die Betätigungsparameter sowohl in der Funktion als auch in der Version den bestimmten Knoten auf dem Netzwerk.

[0141] In dem Schritt **393** bestimmt die Computereinheit **3**, ob der Hardwaretyp, der für jedes Instrument oder Peripheriegerät, das in dem Betriebsmodus, der durch den Modus-Datensatz definiert ist, zu verwenden ist, in dem System **1** vorhanden ist. Falls ja, bestimmt die Computereinheit in dem Schritt **395**, ob die Versionsinformation für jedes Modul **13** und die Peripheriegerät-Steuerschaltungen **105** und **107** mit der Version, die durch den Modus-Datensatz bestimmt ist, übereinstimmt. Wenn die Versionsinformation richtig ist, geht die Computereinheit **3** zu dem Schritt **391** zurück, um den nächsten Modus-Datensatz in der Modus-Datenbank zu prüfen. Wenn andererseits die Versionsinformation nicht richtig ist, bestimmt die Computereinheit **3** in dem Schritt **397**, ob die Versionsinformation für die installierte Hardware mit der durch den Modus-Datensatz spezifizierten Versionsinformation kompatibel ist. Wenn Kompatibilität vorhanden ist, geht die Computereinheit **3** weiter zu dem Schritt **399**, in dem es die der aktuellen Hardware des Systems **1** zugehörigen Betätigungsparameter durch die Betätigungsparameter, die in dem Modus-Datensatz dargestellt sind, ersetzt. Wenn die Versionen nicht kompatibel sind, verwirft die Computereinheit **3** den bestimmten Modus in dem Schritt **401**. Entweder auf den Schritt **399** oder den Schritt **401** folgend, geht die Computereinheit **3** zu dem Schritt **391** zurück, um den nächsten Modus-Datensatz in der Modus-Datenbank zu prüfen.

[0142] In dem Schritt **393** bestimmt die Computereinheit **3**, ob die Hardware für jedes Instrument oder Peripheriegerät, das in dem durch den Modus-Datensatz definierten Betriebsmodus zu nutzen ist, in dem System **1** vorhanden ist. Falls nicht, geht die Computereinheit **3** zu dem in dem Ablaufdiagramm der [Fig. 26](#) gezeigten Schritt **403** weiter. In dem Schritt **403** bestimmt die Computereinheit **3**, ob die abwesende Hardware für den Betrieb des Systems **1** in dem bestimmten Modus erforderlich ist. Wenn die abwesende Hardware nicht erforderlich ist, löscht die Computereinheit **3** in dem Schritt **405** den Verweis auf die abwesende Hardware aus dem Modus-Datensatz und geht anschließend zurück zu dem Schritt **391** in der [Fig. 25](#), um zu dem nächsten Modus-Datensatz fortzuschreiten. Wenn die abwesende Hardware hingegen gebraucht wird, bestimmt die Computereinheit **3** in dem Schritt **407**, ob Ersatzhardware verfügbar ist. Falls nicht, löscht die Computereinheit **3** in dem Schritt **409** den Modus-Datensatz aus der Modus-Datenbank und geht anschließend zu dem Schritt **391** zurück, um zu dem nächsten Modus-Datensatz zu gehen.

[0143] Wenn die Ersatzhardware verfügbar ist, geht die Computereinheit **3** zu dem Schritt **411** weiter. In dem Schritt **411** translatiert die Computereinheit **3** die Betätigungsparameter in dem Modus-Datensatz, so dass diese der Ersatzhardware entsprechen. Beispielsweise kann ein bestimmtes Setup des Systems **1** ein Venturi-IAV-Modul **321**, jedoch kein Scroll-IAV-Modul **323**, enthalten. In diesem Fall würde die Computereinheit **3**, wenn ein Modus-Datensatz einen Betriebsmodus, der die Flow-Aspirationsfunktion, die mit dem Venturi-IAV-Modul **321** nicht verfügbar ist, bereitstellt, die Flow-Aspirations-Betätigungsparameter durch Vakuum-Betätigungsparameter, die einer Flow-Aspirationsreaktion annähernd entsprechen, ersetzen.

[0144] Folgend auf den Schritt **411**, geht die Computereinheit **3** zu dem Schritt **391** zurück. Nach dem Einrichten der Modus-Datensätze der Setup-Datei prüft die Computereinheit **3** die Modus-Sequenz-Datenbank der abgerufenen Setup-Datei. Wenn ein Modus in der Sequenz nicht länger verfügbar ist (d. h., er wurde in dem Schritt **409** gelöscht), löscht die Computereinheit **3** den Modus ebenso aus der Modus-Sequenz-Datenbank. Auf diese Art und Weise richtet die Computereinheit **3** die abgerufene Setup-Datei zur Verwendung mit der bestimmten Konfiguration des Systems **1** ein. Mit anderen Worten generiert die Computereinheit **3** eine translatierte Setup-Datei.

[0145] Die oben in der Tabelle 1 gezeigten Modus-Datensätze definieren bestimmte Modi in Hinsicht auf die verschiedenen Eingriffe, die durch den Chirurgen durchgeführt werden. Beispielsweise wählt der Chirurg beim Durchführen des Eingriffs des Öffnens des Auges des Patienten den „Öffnen-Modus“. Es ist außerdem vorgesehen, dass die Betriebsmodi des Systems **1** in Hinsicht auf die verschiedenen chirurgischen Funktionen, die während dieser Eingriffe ausgeführt werden, festgelegt werden.

[0146] Die Tabellen II und III unten listen beispielhafte Modi im vorderen und im hinteren Bereich in Hinsicht auf die verschiedenen Funktionen auf.

Tabelle II Betätigungsmodi (vorderer Bereich)

I/A-Modi	Phko-Modi	Vitrektomie-Modi	Andere Modi
IRR/ASP	Formen	festeingestellter Schnitt/lineares Vakuum	lineare Koagulation
Kapsel schleifen	Segmententfernung	festeingestellter Schnitt/fixierter Flow	Modus-Sequenz
viskoelastisches Entfernen	dual lineares Formen	festeingestellter Schnitt/lineares Vakuum	
lineares Vakuum	dual lineares Segmententfernen		
linearer Flow	lineares Vakuum		
	Feststehender Flow		
	Feststehender Flow		

Tabelle III Betätigungsmodi (hinterer Bereich)

Frag-Modi	Vitrektomie-Modi	Scheren-Modi	Andere Modi
festeingestelltes Vakuum	Einzelschnitt/lineares Vakuum	Einzelschnitt	lineare Koagulation
lineares Vakuum	festeingestellter Schnitt/lineares Vakuum	festeingestellter Schnitt	Modus-Sequenz
festeingestellter Flow	festeingestellter Schnitt/festeingestellter Flow	linearer Schnitt	
linearer Flow	linearer Schnitt/lineares Vakuum	Proportionalbetätigung	

[0147] Die Tabellen IV–IX unten listen beispielhafte Anfangsbetätigungsparameter für die verschiedenen in den Tabellen II und III gezeigten Modi auf.

Tabelle IVa Standardbetätigungsparameter für Irrigations-/Aspirations-Modi

Irrigations-/Aspirations-Modi			
Parameter	Irrigation/Aspiration u. lineares Vakuum	Kapsel schleifen	Viskoelastisches entfernen
Vakuum	linear	linear	linear
Minimalvakuum	100 mmHg	1 mmHg	50 mmHg
Maximalvakuum	550 mmHg	100 mmHg	200 mmHg
Flow			
Minimalflow			
Maximalflow			
Fußeinstellung Sw	Maximalvakuum	Maximalvakuum	Maximalvakuum
Fußneigung	lineares Vakuum 30–100% Hub	lineares Vakuum 30–100% Hub	lineares Vakuum 30–100% Hub

Tabelle IVb Standard-Betätigungsparameter für Irrigations-/Aspirations-Modi

Irrigations-/Aspirations-Modi		
Parameter	Festeingestellter Flow	Linearer Flow
Minimalvakuum		
Maximalvakuum	linear (25–550 mmHg)	400 mmHg
Flow	festeingestellt (25 cc/min)	linear
Minimalflow		1 cc/min
Maximalflow		35 cc/min
Fußeinstellung	festeingestellter Flow	Maximalvakuum
Fußneigung	lineares Maximalvakuum 30–100% Hub	linearer Flow 30–100% Hub
	festeingestellter Flow 30% Hub	

[0148] Die folgenden Fußsteuerungs-Betätigungsparameter gelten für jeden der Irrigations-/Aspirations-Modi:

Koagulationsschalter: steuert Koagulation AN/AUS

Programmierbarer Funktionsschalter: keine Funktion

Neigung: Irrigations-Steuerung für den Pedalhub von 1–100%

Seitenverschiebung nach links: Reflux

Seitenverschiebung nach rechts: keine

[0149] Die Betätigungsparameter für die folgenden Funktionen (die in jedem der Irrigations-/Aspirations-Modi anfänglich deaktiviert sind) sind:

Koagulationsleistung: 12%

Infusionsstangenhöhe: 60 cm (40 cm im Modus Kapsel schleifen, 50 cm im Modus viskoelastisches Entfernen)

IOP: 40 mmHg

Leuchte 1: AUS

Leuchte 2: AUS

Tabelle Va Standard-Betätigungsparameter für Phakoemulsifikations-Modi

Phakoemulsifikations-Modi				
Parameter	Formen	Modus 2	Modus 3 u. lineares Vakuum	Modus 4
Vakuum	festeingestellt (30 mmHg)	festeingestellt (80 mmHg)	linear	linear
Minimalvakuum			5 mmHg	30 mmHg
Maximalvakuum			100 mmHg	120 mmHg
Flow				
Minimalflow				
Maximalflow				
PPS	6	6	0	0
FußEinstellung Sw	festeingestelltes Vakuum	festeingestelltes Vakuum	Maximalvakuum	Maximalvakuum
Fußneigung	festeingestelltes Vakuum 30% Hub	festeingestelltes Vakuum 30% Hub	lineares Vakuum 100% Hub	lineares Vakuum 30–100% Hub
	lineare U/S 50–100% Hub	lineare U/S 50–100% Hub		
Fuß- Seitenverschie- bung rechts	ohne	PPS aktivie- ren/deaktivieren	lineare U/S	lineare U/S

Tabelle Vb Standard-Betätigungsparameter für Phakoemulsifikations-Modi

Phakoemulsifikations-Modi			
Parameter	Feststehendes Vakuum	Feststehender Flow	Linearer Flow
Vakuum	festeingestellt (50 mmHg)		
Minimalvakuum			
Maximalvakuum		30 mmHg	50 mmHg
Flow		festeingestellt (18 cc/min)	linear
Minimalflow			1 cc/min
Maximalflow			20 cc/min
PPS	6	6	0
FußEinstellung	festeingestelltes Vaku- um	festeingestellter Flow	Maximalvakuum
Fußneigung	festeingestelltes Vaku- um 30% Hub	festeingestellter Flow 30% Hub	linearer Flow 30–100% Hub
	lineare U/S 50–100% Hub	lineare U/S 50–100% Hub	
Fuß- Seitenverschiebung rechts	aktivieren/deaktivieren PPS	PPS AN/AUS	lineare U/S

[0150] Die folgenden Betätigungsparameter gelten für jeden der Phakoemulsifikations-Modi:

Ultraschallleistung: linear

Ultraschall-Mindestleistungsstufe: 0%

Ultraschall-Höchstleistungsstufe: 35%

[0151] Die folgenden Fußsteuerungs-Betätigungsparameter gelten für jeden der Phakoemulsifikations-Modi:

Koagulationsschalter: steuert Koagulation AN/AUS

Programmierbarer Funktionsschalter: keine Funktion

Neigung: Irrigations-Steuerung für den Pedalhub von 1–100%

Seitenverschiebung nach links: Reflux

[0152] Die Betätigungsparameter für die folgenden Funktionen (die in jedem der Phakoemulsifikations-Modi anfänglich deaktiviert sind) sind:

Koagulationsleistung: 12%

Infusionsstangenhöhe: 60 cm (80 cm in Modus 2 und Modus 4)

IOP: 40 mmHg

Leuchte 1: AUS

Leuchte 2: AUS

Tabelle VIa Standard-Betätigungsparameter für Phakofragmentations-Modi

Phakofragmentations-Modi		
Parameter	Feststehendes Vakuum	Lineares Vakuum
Vakuum	festeingestellt (150 mmHg)	linear
Minimalvakuum		5 mmHg
Maximalvakuum		150 mmHg
Flow		
Minimalflow		
Maximalflow		
PPS	6	0
Fußeinstellung Sw	festeingestelltes Vakuum	Maximalvakuum
Fußneigung	festeingestelltes Vakuum 5% Hub	lineares Vakuum 5–100% Hub
Fuß-Seitenverschiebung rechts	aktivieren, deaktivieren PPS	lineare U/S

Tabelle VIb Standard-Betätigungsparameter für Phakofragmentations-Modi

Phakofragmentations-Modi		
Parameter	Feststehender Flow	Linearer Flow
Vakuum		
Minimalvakuum		
Maximalvakuum	200 mmHg	150 mmHg
Flow	festeingestellt (15 cc/min)	linear
Minimalflow		1 cc/min
Maximalflow		20 cc/min
PPS	6	0
Fußeinstellung Sw	festeingestellter Flow	Maximalvakuum
Fußneigung	festeingestellter Flow 5% Hub	linearer Flow 5–100% Hub
Fuß-Seitenverschiebung rechts	PPS AN/AUS	lineare U/S

[0153] Die folgenden Betätigungsparameter gelten für jeden der Phakofragmentations-Modi:

Ultraschallleistung: linear

Ultraschall-Mindestleistungsstufe: 0%

Ultraschall-Höchstleistungsstufe: 25%

[0154] Die folgenden Fußsteuerungs-Betätigungsparameter gelten für jeden der Phakofragmentations-Modi:

Koagulationsschalter: steuert Koagulation AN/AUS
 Programmierbarer Funktionsschalter: keine Funktion
 Seitenverschiebung nach links: Reflux

[0155] Die Betätigungsparameter für die folgenden Funktionen (die in jedem der Phakofragmentations-Modi anfänglich deaktiviert sind) sind:

Koagulationsleistung: 12%
 Infusionsstangenhöhe: 75 cm
 IOP: 40 mmHg
 Leuchte 1: AUS
 Leuchte 2: AUS

Tabelle VIIa Standard-Betätigungsparameter für Vitrektomie-Modi (vorderer Bereich)

Vitrektomie-Modi (vorderer Bereich)		
Parameter	Feststehender Schnitt	
	Lineares Vakuum	Festeingestellter Flow
Vakuum	linear	
Minimalvakuum	0 mmHg	
Maximalvakuum	200 mmHg	linear (0–200 mmHg)
Flow		festeingestellt (15 cc/min)
Minimalflow		
Maximalflow		
Schneidrate	festeingestellt (300 CPM)	festeingestellt (300 CPM)
Minimalschneidrate		
Maximalschneidrate		
Fußeinstellung	festeingestellte Schneidrate	festeingestellte Schneidrate
Fußneigung	lineares Vakuum 30–100% Hub	festeingestellter Flow 30% Hub
		lineares Maximalvakuum 30–100% Hub
Fuß-Seitenverschiebung rechts	Cutter EIN/AUS	Cutter EIN/AUS

Tabelle VIIb Standard-Betätigungsparameter für Vitrektomie-Modi (vorderer Bereich)

Vitrektomie-Modi (vorderer Bereich)		
Parameter	Linearer Schnitt	
	Lineares Vakuum	Festeingestellter Flow
Vakuum	linear	
Minimalvakuum	0 mmHg	
Maximalvakuum	200 mmHg	linear (0–200 mmHg)
Flow		festeingestellt (15 cc/min)
Minimalflow		
Maximalflow		
Schneidrate	linear	linear
Minimalschneidrate	30 CPM	30 CPM
Maximalschneidrate	300 CPM	300 CPM
Fußeinstellung	Maximalschneidrate	Maximalschneidrate
Fußneigung	lineares Vakuum 30–100% Hub	festeingestellter Flow 30% Hub
		lineares Maximalvakuum 30–100% Hub
Fuß-Seitenverschiebung rechts	Cutter EIN/AUS	Cutter EIN/AUS

[0156] Die folgenden Fußsteuerungs-Betätigungsparameter gelten für jeden der Vitrektomie-Modi (vorderer Bereich):

Koagulationsschalter: steuert Koagulation AN/AUS
 Programmierbarer Funktionsschalter: keine Funktion
 Neigung: Irrigations-Steuerung für den Pedalhub von 1–100%

Seitenverschiebung nach links: Reflux

[0157] Die Betätigungsparameter für die folgenden Funktionen (die in jedem der Vitrektomie-Modi ((vorderer Bereich)) anfänglich deaktiviert sind) sind:

Koagulationsleistung: 12%

Infusionsstangenhöhe: 75 cm

IOP: 40 mmHg

Leuchte 1: AUS

Leuchte 2: AUS

Tabelle VIIIa Standard-Betätigungsparameter für Vitrektomie-Modi (hinterer Bereich)

Vitrektomie-Modi (hinterer Bereich)		
Parameter	Festeingestellter Schnitt	
	Lineares Vakuum	Festeingestellter Flow
Vakuum	linear	
Minimalvakuum	0 mmHg	
Maximalvakuum	200 mmHg	linear (0–200 mmHg)
Flow		festeingestellt (15 cc/min)
Minimalflow		
Maximalflow		
Schneidrate	festeingestellt (300 CPM)	festeingestellt (300 CPM)
Minimalschneidrate		
Maximalschneidrate		
FußEinstellung	festeingestellte Schneidrate	festeingestellte Schneidrate
Fußneigung	lineares Vakuum 30–100% Hub	festeingestellter Flow 30% Hub
		lineares Maximalvakuum 30–100% Hub
Fuß-Seitenverschiebung rechts	Cutter EIN/AUS	Cutter EIN/AUS

Tabelle VIIIb Standard-Betätigungsparameter für Vitrektomie-Modi (vorderer Bereich)

Vitrektomie-Modi (hinterer Bereich)			
Parameter	Einzel	Festeingestellter Schnitt	
		Lineares Vakuum	Festeingestellter Flow
Vakuum	linear	linear	
Minimalvakuum	0 mmHg	0 mmHg	
Maximalvakuum	200 mmHg	200 mmHg	linear (0–200 mmHg)
Flow			festeingestellt(15 cc/min)
Minimalflow			
Maximalflow			
Schneidrate	einzel	festeingestellt (600 CPM)	festeingestellt (600 CPM)
Minimalschneidrate			
Maximalschneidrate			
FußEinstellung Sw	Maximalvakuum	festeingestellte Schneidrate	festeingestellte Schneidrate
Fußneigung	lineares Vakuum 5–100% Hub	lineares Vakuum 5–100% Hub	festeingestellter Flow 5% Hub
			lineares Maximalvakuum 5–100% Hub
Fuß-Seitenverschiebung	lineares Schneiden	Cutter EIN/AUS	Cutter EIN/AUS

Tabelle VIIIb Standard-Betätigungsparameter für Vitrektomie-Modi (hinterer Bereich)

Vitrektomie-Modi (hinterer Bereich)		
	Linearer Schnitt	
Parameter	Lineares Vakuum	Festeingestellter Flow
Vakuum	linear	
Minimalvakuum	0 mmHg	
Maximalvakuum	200 mmHg	linear (0-200 mmHg)
Flow		festeingestellt (15 cc/min)
Minimalflow		
Maximalflow		
Schneidrate	linear	linear
Minimalschneidrate	30 CPM	30 CPM
Maximalschneidrate	600 CPM	600 CPM
Fußeinstellung	Maximalschneidrate	Maximalschneidrate
Fußneigung	lineares Vakuum 5-100% Hub	festeingestellter Flow 5% Hub
		lineares Maximalvakuum 5-100% Hub
Fuß-Seitenverschiebung rechts	linearer Schnitt	linearer Schnitt

[0158] Die folgenden Fußsteuerungs-Betätigungsparameter gelten für jeden der Vitrektomie-Modi (hinterer Bereich):

Koagulationsschalter: steuert Koagulation AN/AUS

Programmierbarer Funktionsschalter: keine Funktion

Seitenverschiebung nach links: Reflux

[0159] Die Betätigungsparameter für die folgenden Funktionen (die in jedem der Vitrektomie-Modi ((hinterer Bereich)) anfänglich deaktiviert sind) sind:

Koagulationsleistung: 12%

Infusionsstangenhöhe: 75 cm (40 cm für einzelnen Schnitt)

IOP: 30 mmHg (40 mmHg für einzelnen Schnitt)

Leuchte 1: AUS

Leuchte 2: AUS

Tabelle IXa Standard-Betätigungsparameter für Scheren-Modi

Scheren-Modi		
Parameter	Einzel	Festeingestellter Schnitt
Schneidrate	einzel	festeingestellt (60 CPM)
Minimalschneidrate		
Maximalschneidrate		
Minimalschließung		
Maximalschließung		
Fußeinstellung	ohne	festeingestellte Schneidrate
Fußneigung	Einzelchnitt 5% Hub	Einzelchnitt 5% Hub

Tabelle IXb Standard-Betätigungsparameter für Scheren-Modi

Scheren-Modi		
Parameter	Linearer Schnitt	Proportionaler Schnitt
Schneidrate	linear	proportional
Minimalschneidrate	0 CPM	
Maximalschneidrate	100 CPM	
Minimalschließung		1%
Maximalschließung		100%
Fußeinstellung	Maximalschneidrate	Maximalbetätigung
Fußneigung	linearer Schnitt 5-100 % Hub	proportional 5-100% Hub

[0160] Die folgenden Fußsteuerungs-Betätigungsparameter gelten für jeden der Scheren-Modi:

Koagulationsschalter: steuert Koagulation AN/AUS
 Programmierbarer Funktionsschalter: keine Funktion
 Seitenverschiebung nach links: keine
 Seitenverschiebung nach rechts: ohne

[0161] Die Betätigungsparameter für die folgenden Funktionen (die in jedem der Scheren-Modi anfänglich deaktiviert sind) sind:

Koagulationsleistung: 12%
 Infusionsstangenhöhe: 75 cm
 IOP: 30 mmHg
 Leuchte 1: AUS
 Leuchte 2: AUS

[0162] In Bezug auf die funktionsbasierten Modi, die in den Tabellen II–IX gezeigt werden, wählt der Benutzer generell für den vorderen Bereich einen der verschiedenen vordefinierten Modi aus den Benutzerauswahl-Tabs **451** der obersten Ebene, von denen ein Beispiel in der [Fig. 27](#) gezeigt wird, aus. Vorzugweise sind die Tabs **451** auf dem Touchscreen-Bildschirm **255** unten angeordnet.

[0163] Nur ein Modus kann zu einer Zeit aktiv sein, so dass die Computereinheit **3** automatisch die aktuellen Betriebsmodi deselektiert, wenn der Benutzer eines der Benutzerauswahl-Tabs auswählt. In einem Beispiel der Modusauswahl berührt der Benutzer ein Phako-Modus-Tab **417** für die verfügbaren Phakoemulsifikations-Modi. Im Folgenden Bezug auf die [Fig. 28](#) und [Fig. 29](#) nehmend, zeigt die flache Steuerpultanzeige **5** anfänglich nur die ersten vier Modi an (d. h. Formen, Segmententfernung, Formen (dual) und Segmententfernung (dual)), wenn der Benutzer die Phako-Modi-Benutzerauswahl-Tabs **417** berührt. In Reaktion darauf, dass der Benutzer ein Tab **419**, das ein Pfeilsymbol enthält, berührt, generiert die Computereinheit **3** ein zusätzliches Menü der verfügbaren Phako-Modi (d. h. festeingestelltes Vakuum, lineares Vakuum, festeingestellter Flow und linearer Flow) zum Anzeigen auf der flachen Steuerpultanzeige **5**. Beispielsweise berührt der Benutzer ein Tab **421**, um den Phako-Modus lineares Vakuum aus dem Menü zu wählen. Die [Fig. 30](#) zeigt eine beispielhafte Bildschirmanzeige für den Phako-Modus lineares Vakuum. Wie gezeigt, sind die Vakuum-, die Ultraschall- (d. h. die Phakoemulsifikationsfunktion) und die Koagulationsfunktion in diesem Modus verfügbar und aktiv.

[0164] Wie zuvor beschrieben, identifiziert und initialisiert die Computereinheit **3**, um gemäß den verschiedenen Betriebsmodi des mikrochirurgischen Systems zu arbeiten, zuerst jeden der Knoten auf dem Netzwerk (zum Beispiel die in der Basiseinheit **7** installierten Module **13** und jeweils die Steuerschaltungen **105** und **107** für die Fußsteuerungsanordnung **15** und den Infusionsstangenaufbau **17**). In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel führt die CPU **245** der Computereinheit **3** die Software, die eine Systemmaschine mit drei Betriebskomponenten bildet, aus: Initialisierung des Hochfahrens, Netzwerkverwaltung und Netzwerkverbindung. Die Initialisierungskomponente der Systemmaschine erzeugt und startet das Netzwerk. Die Netzwerkverwaltungskomponente stellt die Anbindung bzw. das Lösen der Netzwerkvariablen für die Module **13**, um die vom Benutzer gewählten Modi zu implementieren, und das Überwachen der Module **13** in Bezug auf Funktionalität bereit und verarbeitet von dem Netzwerk eingehende Nachrichten. Die Netzwerkverbindungskomponente verarbeitet die Konfigurationsdatei und Änderungen des Modus und das Auftreten von Fehlern. Die [Fig. 31](#) stellt den Betrieb der Computereinheit **3** beim Ausführen der Initialisierungskomponente der Systemmaschine beim Hochfahren des Systems **1** dar. Generell identifiziert die Systemmaschine jeden der Knoten auf dem Netzwerk und erzeugt für den Neuron-Prozessor **255** jedes Knotens ein Programmierungsobjekt, das die lokalen Netzwerkvariablen, durch die die Benutzerschnittstelle auf den Knoten zugreift, enthält.

[0165] Bei einem Schritt **427** beginnend, initialisiert die Systemmaschine eine in der Festplatte **249** der Computereinheit **3** gespeicherte Netzwerkdatenbank. Wie zuvor beschrieben, führt jeder Neuron-Prozessor **225** der verschiedenen Knoten auf dem Netzwerk eingebettete Programme zum Steuern der verschiedenen mikrochirurgischen Instrumente **19** und der Peripheriegeräte aus. Die Übertragungsparameter repräsentieren speziell für jeden Prozessor **225** ein unikales Identifikationskennzeichen, das Informationen in Bezug auf den Typ des Gerätes, das gesteuert wird (zum Beispiel Vitrektomie-Handpiece oder Ultraschalleinrichtung) und die Version des Moduls **13** oder des Peripheriegerätes, in der der Prozessor **225** angeordnet ist, umfasst. Das Identifikationskennzeichen enthält außerdem eine spezielle Kennung (zum Beispiel eine Seriennummer), die für das bestimmte Modul **13** oder die Steuerschaltung **105** oder **107** unikal ist. Beispielsweise kann sich die Version eines bestimmten Moduls **13**, wenn entweder die Hardware oder die Software aktualisiert wird, ändern. Die Netzwerkdatenbank enthält vorhergehend installierte Knoten in Form eines bestimmten Moduls **13** oder einer Kennung der Steuerschaltung **105** und **107**, Namen für die Knoten, die den verschiedenen Arten von Vor-

richtungen und den Namen für die verschiedenen Programme, die diesen Knoten entsprechen, entsprechen. Mit anderen Worten, die Netzwerkdatenbank kann Informationen in Bezug auf ein System, das die verschiedenen Typen von Modulen **13** und Peripheriegeräten, die bereits verfügbar auf dem Netzwerk installiert sind, enthalten.

[0166] In dem Schritt **429** liest die Systemmaschine eine Gruppe von Kommunikationsparametern, die der Hardware entsprechen (d. h. die verschiedenen Module **13** und die Steuerschaltungen **105** und **107**), die aktuell auf dem Netzwerk vorhanden sind, und erzeugt ein Knotenobjekt als Software, um den Zugriff auf das bestimmte Modul **13** oder das Peripheriegerät bereitzustellen. Fortschreitend zu dem Schritt **431** beginnt die Systemmaschine mit dem ersten Modul **13** oder den Steuerschaltungen **105** und **107**, für die bereits ein Knoten in der Netzwerkdatenbank installiert ist, und erzeugt in dem Schritt **433** ein Vorrichtungsobjekt als Software, um diesen Knoten zu repräsentieren.

[0167] Folgend entweder auf den Schritt **441** oder den Schritt **443** geht die Systemmaschine weiter zu dem Schritt **445**, um zu bestimmen, ob weitere Module **13** oder Peripheriegerät-Steuerschaltungen **105** und **107** auf dem Netzwerk vorhanden sind, die noch keine bereits installierten Knoten in der Netzwerkdatenbank aufweisen. Falls solche vorhanden sind, geht die Systemmaschine zurück zu dem Schritt **437**, andernfalls geht die Systemmaschine weiter zu dem Schritt **447**.

[0168] In dem Schritt **447** entfernt die Systemmaschine alle verbleibenden Knoten, die in der Netzwerkdatenbank installiert sind, für die auf dem Netzwerk keine Hardware vorhanden ist. Auf den Schritt **449** folgend, macht die Systemmaschine, in dem Fall, in dem mehr als ein Modul **13** oder mehr als eine der Steuerschaltungen **105** und **107** des gleichen Typs auf dem Netzwerk vorhanden sind, das erste Vorrichtungsobjekt für jeden Typ aktiv. Mit anderen Worten gibt die Systemmaschine einem der mehreren oder doppelt vorhandenen Module **13** oder Peripheriegerät-Steuerschaltungen **105** und **107** Priorität.

[0169] Infolgedessen detektiert und initialisiert das System **1** automatisch das neue Modul **13** und konfiguriert sowohl die Kommunikationsparameter als auch die Benutzerschnittstelle um, wenn seit der vorhergehenden Sequenz des Hochfahrens ein neues Modul **13** zu der Konfiguration hinzugefügt wurde, unabhängig davon, ob es im Vergleich mit jenen Modulen, die vorhergehend installiert wurden, derselbe oder ein verschiedener Typ von Modul **13** ist. Durch ein solches Vorgehen, verfügt der Benutzer jetzt über Zugriff auf das neue Modul **13** und kann jedes chirurgische Instrument **19**, das diesem Modul **13** zugehörig ist, steuern. Gleichermaßen erfasst das System **1**, wenn seit der letzten Sequenz des Hochfahrens ein bestimmtes Modul **13** aus dem Netzwerk herausgenommen wurde, automatisch die Abwesenheit des Moduls und entfernt alle zugehörigen Kommunikationsparameter und Benutzerschnittstellenfunktionen. Des Weiteren ermöglicht die Computereinheit **3** beim Ausführen des automatischen Umkonfigurierens, dass mehr als ein Modul **13** desselben Typs in dem System **1** installiert wird. Die Computereinheit **3** bestimmt primäre und sekundäre Prioritäten, wie sie für die Identifizierung und Steuerung über eine Benutzerschnittstelle erforderlich sind. Die Computereinheit **3** ermittelt außerdem nicht zugelassene Systemkonfigurationen und weist den Benutzer über die Benutzerschnittstelle an, angemessene Maßnahmen zu ergreifen.

[0170] Auf diese Art und Weise initialisiert die Computereinheit **3** das System **1** beim Hochfahren durch das Konfigurieren der Neuron-Prozessoren **225** und durch das Erzeugen der erforderlichen lokalen Netzwerkvariablen zur Verwendung durch die Benutzerschnittstelle, um auf das Netzwerk zuzugreifen, prüft, dass das System **1** bestimmte betriebliche Minimalanforderungen erfüllt, und führt alle erforderlichen Netzwerkanbindungen durch. Die Computereinheit **3** benachrichtigt die Benutzerschnittstelle über alle Änderungen der Konfiguration seit der letzten Konfiguration, einschließlich des Hinzufügens/Entfernens von Modulen **13** oder Peripheriegeräten zu/von dem System **1**. Nach dem Initialisieren des Hochfahrens geht die Steuerung des Systems **1** auf die Benutzerschnittstelle über. In einem alternativen Ausführungsbeispiel identifiziert die Computereinheit **3** beim Hochfahren zusätzlich die Positionen bestimmter Module **13** innerhalb der Basiseinheit **7**.

[0171] Im Folgenden Bezug nehmend auf die einzelnen Komponenten, die generell in der beispielhaften Systemkonfiguration in der [Fig. 21](#) gezeigt werden, steuert jedes in der Basiseinheit **7** installierte Modul **13** ein mikrochirurgisches Instrument **19** oder mehrere mikrochirurgische Instrumente **19** zum Bereitstellen verschiedener chirurgischer Funktionen. Beispielsweise enthalten die Module **13** das Venturi-IAV-Modul **321**, das Scroll-IAV-Modul **323**, das Phako-Modul **325**, das Scheren-Modul **325**, das Koagulations-Modul **327** und das Beleuchtungs-Modul **331** (in den **Fig. 4A–4D** ebenso als Beleuchtungs-Modul **13A** bezeichnet). Das System **1** enthält außerdem die Fußsteuerungsanordnung **15** und den Infusionsstangen Aufbau **17** als an das Netzwerk des Systems **1** angeschlossene Peripheriegeräte.

[0172] Die [Fig. 32](#) zeigt das Venturi-IAV-Modul **321** in Form eines Blockdiagramms (detailliert in den [Fig. 43–Fig. 60](#) gezeigt). Wie in der [Fig. 32](#) gezeigt, hat das Modul **321** eine Neuron-Schaltung **455**, die über den Netzwerkanschluss **171** an dem hinteren Ende des Moduls **321**, das an der Rückwandplatine **101** angeschlossen ist, an das Netzwerk angeschlossen ist. Die Neuron-Schaltung **455** enthält einen RS485-Transceiver **223** zum Empfangen und Senden von Daten über den Datenübertragungsbus. Der Neuron-Prozessor **225**, der mit dem Transceiver **223** gekoppelt ist, stellt die Netzwerkübertragungssteuerung für das Modul **321** bereit. Der Neuron-Prozessor **225** führt außerdem eingebettete Anwendungsprogramme zum Steuern der Irrigations-, Aspirations- und der Vitrektomiefunktion des Systems **1** aus. In diesem Fall enthält die Neuron-Schaltung **455** einen Speicher **457** (beispielsweise einen Flash-EEPROM) zum Speichern der Anwendungsprogramme für das IAV-Modul **321**. Zusätzlich speichert der Speicher **457** die Konfigurations- und Identifizierungsdaten zur Verwendung beim Initialisieren des Moduls **321** auf dem Netzwerk.

[0173] Zweckmäßigerweise ist die CPU **245** in der Lage, den Speicher **457** in Reaktion auf durch den Benutzer bereitgestellte Informationen über den Datenübertragungsbus umzuprogrammieren. Die Neuron-Schaltung **455** enthält außerdem eine Taktschaltung **459** (beispielsweise einen Kristalloszillator), der einen Taktgeber zum Arbeiten für die Neuron-Schaltung **455** bereitstellt. Das Venturi-IAV-Modul **321** enthält des Weiteren eine Status-LED **461**, wie zum Beispiel eine grüne LED, auf der Frontplatte des Moduls **321** zum Anzeigen, dass das Modul aktiv ist, und eine Leistungsregulierungsschaltung **463** zum Erzeugen einer 5-V-Spannungsversorgung zur Verwendung durch den Schaltkreis. Obwohl dieser in der [Fig. 32](#) nicht gezeigt ist, enthält die Neuron-Schaltung **455** außerdem einen weiteren RS485-Transceiver zum Empfangen eines Reset-Signals von der Computereinheit **3**.

[0174] Im Allgemeinen kann der Neuron-Prozessor **255** mit Koprozessoren verwendet werden, wenn eine größere Verarbeitungsfähigkeit als die durch den Prozessor **225** bereitgestellte erforderlich ist. In diesen Fällen können die bestimmten Module **13** einen Koprozessor, der die durch den Neuron-Prozessor **225** erzeugten Steuersignale empfängt und auf diese reagiert, zum Erzeugen zusätzlicher Steuersignale, um während des Durchführens der chirurgischen Eingriffe einen geschlossenen Regelkreis bereitzustellen, enthalten. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung enthält das IAV-Modul **321** eine Koprozessoranordnung **465**, die mit einer programmierbaren Logikschaltung, wie zum Beispiel einer elektronisch programmierbaren logischen Einheit (EPLD) **467** zusammenarbeitet. Die Koprozessoranordnung **465** enthält vorzugsweise einen Koprozessor **469** (beispielsweise einen Intel-386EX-Prozessor) und einen zugehörigen Speicher **471** (beispielsweise einen Flash-EEPROM und einen statischen RAM), eine Taktschaltung **473** (beispielsweise einen Kristalloszillator) zum Bereitstellen der Taktsignale, die durch die Koprozessoranordnung **465** verwendet werden, und einen Watchdog-Timer **475**.

[0175] Weiterhin Bezug auf die [Fig. 32](#) nehmend, erzeugt der Koprozessor **469** der Koprozessoranordnung **465** ein Aspirations-Steuersignal als eine Funktion eines Aspirationsstufen-Betätigungsparameters und stellt dieses an einen Digital-zu-analog-Konverter **483** bereit. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel stellt der D/A-Konverter **483** eine Parallelschnittstelle, durch die der Koprozessor **469** einen Luftstrom durch die Venturi-Pumpe des Moduls steuert, bereit. Ein Aspirations-Treiber **485** empfängt den Analogausgang des D/A-Konverters **483** und treibt in Reaktion darauf ein Aspirations-Servoventil **487** an. Das Öffnen und Schließen des Aspirations-Servoventils **487** bestimmt den Luftstrom durch die Venturi und infolgedessen die Vakuumstufe. Das Venturi-IAV-Modul **321** unterstützt vorzugsweise den Betrieb eines einzelnen Ansaugstutzens, der von der innerhalb des Moduls angeordneten Venturi-Pumpe getrieben wird. Die Venturi-Pumpe erfordert einen externen Gas-/Lufteinlass mit Drücken zwischen beispielsweise 80 bis 100 Pfund pro Quadratzoll Gauge. Das Modul **321** enthält des Weiteren ein Druckentlastungsventil (nicht gezeigt), um Überdruckzustände zu verhindern. Zweckmäßigerweise stellt der Steuerschaltkreis des Moduls **321** sowohl festeingestellte als auch lineare Steuerung der Aspirations-Vakuumstufe bereit. Die Aspirations-Vakuumstufe kann beispielsweise in dem Bereich von 0 mmHg bis zu 550 mmHg liegen und kann jeweils um 1 mmHg inkrementiert werden. Der Benutzer stellt alle Aspirationsparameter über einen Touchscreen-Bildschirm **255**, die Fernsteuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ein und steuert die Aspirationsfunktion über die Fußsteuerungsanordnung **15**.

[0176] Das Irrigations-Teil des Venturi-IAV-Moduls **321** unterstützt durch Schwerkraft zugeführte Irrigation. Beispielsweise trägt der Infusionsstangenaufbau **17** einen Beutel mit einer Kochsalzlösung, die der Chirurg nutzt, um das Auge des Patienten während der Operation zu spülen. Das Modul **321** enthält eine Gruppe von Magnetventilen **493**, von denen eines ein Quetschventil **495**, das, wenn es geschlossen ist, verhindert, dass jedwedes Fluid in das System **1** eindringt, ist. Entweder der Touchscreen-Bildschirm **255** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** stellt für den Benutzer mit einer festeingestellten EIN/AUS-Steuerung (Öffnungs-/Schließsteuerung) die Irrigationsfunktion des Venturi-IAV-Moduls **321** bereit. Der Neuron-Prozessor **225** arbeitet mit dem Koprozessor **469** und mit einem Steuerregister **496** der EPLD **467** zusammen, um ein Treibersignal zum

Befehlen einer Gruppe von Magnettreibern **497** bereitzustellen. Die Magnettreiber **497** wiederum veranlassen die Magnetventile **493** um eine erwünschte Größe zu öffnen oder zu schließen.

[0177] Vorzugsweise enthält das IAV-Modul **321** eine Gruppe pneumatischer Druckgeber **501**, die ein Feedback in Bezug auf die aktuellen Aspirations- oder Irrigationsdrücke bereitstellen. Beispielsweise erfasst ein Druckgeber **503** die Aspirationsdruckstufe und ein Leitungsdruckgeber **505** erfasst die Irrigationsdruckstufen. Eine dem Leitungsdruckgeber **505** zugehörige Differenzverstärkerschaltung **507** verstärkt dessen Drucksignale bevor diese weiterverarbeitet werden.

[0178] Vorzugsweise enthält der Aspirationsgeber einen internen Verstärker. Ein A/D-Umwandler **511** empfängt die verstärkten Drucksignale und wandelt die analogen Drucksignale in digitale Werte, die durch die Prozessorschaltung **465** verarbeitet werden, um. Auf diese Art und Weise stellt das IAV-Modul **321** einen geschlossenen Regelkreis der Aspirations- und Irrigationsfunktion bereit.

[0179] Mikrochirurgische ophthalmische Systeme wenden üblicherweise ein vakuumbetriebenes Aspirations-system mit einer herausnehmbaren Fluid-Sammekassette an. Eine derartige Kassette ist beispielsweise in dem gemeinschaftlich erteilten US-Patent Nr. 4.773.897 beschrieben und dargestellt. Das Aspirations-Fluid wird durch das Verbinden des Sauginstrumentes mit der Kassette, die unter Vakuum oder Unterdruck steht, in eine Kassette gezogen. Der Chirurg, der den mikrochirurgischen ophthalmischen Eingriff ausführt, hat die Kontrolle, um das Absaugen von der Kassette zu dem mikrochirurgischen Instrument zu blockieren oder zuzulassen, beispielsweise über die Fußsteuerungsanordnung **15**, die dem Chirurgen ermöglicht, das Ansaugen durch das Aktivieren eines keilförmigen Magnetkolbens, wie er unter der Referenznummer **182** in dem zuvor erwähnten Patent gezeigt wird, oder durch das Aspirations-Servoventil **487**, wie in der [Fig. 32](#) gezeigt, genau zu steuern.

[0180] Die Magnete **493** der Module **321** enthalten außerdem ein Kassetten-Fangventil **515** und ein Kassetten-Quetschventil **517**. Der Kolben (nicht gezeigt) des Kassetten-Fangventils **515** hält die Kassette in dem Modul **321** in der Position. Das Kassetten-Quetschventil **517** schließt die Aspirationsleitung, wenn die Aspirationsfunktion nicht aktiv ist, um das Rückfließen von Fluid von der Kassette oder der Aspirationsleitung zu dem Auge des Patienten zu verhindern.

[0181] Zusätzlich ist einer der Magneten **493** in dem Venturi-IAV-Modul **327** ein Reflux-Magnetventil **519** zum Treiben eines Reflux-Kolbens, wie der an der **184** in dem zuvor erwähnten Patent zeigte. Bei Betätigung quetscht der Reflux-Kolben eine der Kassette zugehörige Reflux-Kammer, um eine kleine Menge von Fluid in dem Aspirationsschlauch zurück in den Durchlass zu zwingen und somit sicherzustellen, dass der Schlauch frei bleibt und nicht blockiert wird. In Abhängigkeit von dem Eingriff, der ausgeführt wird, ist eine verschiedene Menge an Reflux erforderlich, wenn beispielsweise ein Eingriff in dem vorderen oder in dem hinteren Bereich ausgeführt wird. Es ist wichtig, dass die Kassette, die für einen Eingriff im hinteren Bereich verwendet wird, eine Kassette ist, die viel weniger einer Menge an Reflux als eine Kassette, die für die Verwendung für einen Eingriff im vorderen Bereich vorgesehen ist, bereitstellt. Ein zweckmäßiges Merkmal des Systems **1** erfasst und unterscheidet automatisch zwischen einer posterioren oder Mikro-Reflux-Kassette und einer anterioren Kassette. Dieses Merkmal hindert den Benutzer, unabsichtlich die falsche Kassette für einen gegebenen Eingriff zu installieren und zu verwenden.

[0182] Gemäß dieser Erfindung zeigt, wenn eine Kassette, die für die Verwendung während eines Eingriffs im vorderen Bereich ausgelegt ist, in ein IAV-Modul **321**, das für einen Eingriff im hinteren Bereich verwendet wird, eingeführt wird, die Benutzerschnittstelle diesen Fehler sichtbar und/oder hörbar an und verhindert, dass das System **1** mit einer nicht zulässigen Kassette installiert aktiviert wird.

[0183] Um die Kassetten entsprechend dem Eingriff, mit dem diese zu verwenden sind, zu identifizieren, trägt jede Kassette eine bestimmte Farbe. Vorzugsweise ist die die Farbkennzeichnung, die von jeder Kassette getragen wird, tragende Einrichtung ein Steckelement oder ein Einsatz, wie beispielsweise an der **150** in dem zuvor erwähnten Patent dargestellt. Generell ist die die Farbkennzeichnung tragende Einrichtung I-förmig und sitzt kraftschlüssig in einer Vertiefung in der Kassette, wie an der **130** in dem zuvor erwähnten Patent gezeigt. Diese abnehmbaren, die Farbe tragenden Einrichtungen, beispielsweise eine gelb, die andere blau, können auf den Kassetten, die ansonsten identisch sein können, einfach aufgebracht und von diesen abgenommen werden.

[0184] Wenn eine Kassette in das Modul **321** eingeführt wird, wird die die Farbe tragende Einrichtung angrenzend an einen Sensor zum Erfassen des Vorhandenseins einer Kassette, der ein das Vorhandensein einer

Kassette anzeigendes Signal erzeugt, positioniert. Vorzugsweise wird der Sensor zum Erfassen des Vorhandenseins einer Kassette als ein fotoelektrischer Farbsensor ausgeführt (zum Beispiel eine IR-Lichtquelle in einem fotoelektrischen Schaltkreis, wie beispielsweise die, die durch Tri-Tronics Co. Inc. aus Tempa, Florida unter der Modellnummer F4 vertrieben wird). Die gelbe Farbe wird das Infrarotlicht reflektieren und die blaue Farbe wird es absorbieren und infolgedessen eine Kassette für einen bestimmten Eingriff von einer anderen Kassette für einen verschiedenen Eingriff unterscheiden. Infolgedessen erfasst der Sensor zum Erfassen der Anwesenheit einer Kassette das Vorhandensein der Kassette als eine Funktion der Farbe der die Farbe tragenden Einrichtung.

[0185] Die [Fig. 61](#) stellt eine bevorzugte Schaltung, die ein durch den Sensor zur Erfassung der Anwesenheit einer Kassette **525** erzeugtes Signal für die Kommunikation mit der Computereinheit **3** empfängt, dar. Wenn die Kassettenfarbe nicht mit dem bestimmten durch den Chirurgen ausgewählten Eingriff übereinstimmt, zeigt ein sichtbares und/oder hörbares Signal dem Benutzer dies über die Benutzerschnittstelle an. In Reaktion auf diese Information verhindert die Computereinheit **3** außerdem, dass ein ophthalmischer Eingriff ausgeführt wird, bis der Benutzer die richtige Kassette installiert. In dem Ausführungsbeispiel der [Fig. 32](#) stellt der Sensor zum Erfassen der Anwesenheit einer Kassette **525** ein Signal zum Informieren des Benutzers über die inkorrekte Kassette an die Computereinheit **3** dadurch bereit, dass er zuerst ein Signal an das Zustandsregister **527** der EPLD **467** bereitstellt. Die EPLD **467** und die Koprozessoranordnung **465** stellen wiederum das Signal an die Neuron-Schaltung **455** zur Rückübertragung an die Computereinheit **3** bereit.

[0186] Zusätzlich zu dem Feedback in Bezug auf die bestimmten Aspirations- und Irrigationsstufen enthält das Modul **321** außerdem einen Sensor für den Pegelstand der Kassette **529** zum Erzeugen eines Beinahe-voll- und eines Voll-Signals zum Benachrichtigen des Benutzers, wenn die Kassette gewechselt werden sollte.

[0187] Eine für den Benutzer über die Benutzerschnittstelle verfügbare Priming-Funktion ermöglicht dem Benutzer das Priming des chirurgischen Handpieces durch das Öffnen und Schließen des Irrigations-Quetschventils **495** und durch das Entfernen von Luft aus der Aspirationsleitung. Diese Funktion ermöglicht dem Benutzer durch das Auswählen einer Auswerfoption außerdem das Auswerfen der Aspirations-Sammelkassette.

[0188] Wie zuvor beschrieben, steuert das IAV-Modul **321** außerdem die Vitrektomiefunktion des Systems **1**. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel enthält das Venturi-IAV-Modul **321** einen Vitrektomieanschluss, an den ein Vitrektomie-Cutter angeschlossen ist. Vorzugsweise steuert das Modul **321** den Vitrektomie-Cutter so, dass er drei Arten der Schneidarbeit bereitstellt: lineare Schneidrate, festeingestellte Schneidrate und Einzelschnitt. Vorzugsweise liegt das lineare Schneiden in einem Bereich von 30 bis 750 Schnitten pro Minute und kann um einen Schnitt pro Minute inkrementiert werden. Der Benutzer stellt die Schneidrate über den Touchscreen-Bildschirm **255**, die Fernsteuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ein. Der Benutzer kann ebenso die festeingestellte Schneidrate programmieren, um 30 bis 750 Schnitte pro Minute, die um einen Schnitt pro Minute inkrementiert werden können, bereitzustellen. In diesen Fällen stellt der Benutzer die festeingestellte Schneidrate über den Touchscreen-Bildschirm **255**, die Fernsteuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ein und ändert die festeingestellte Schneidrate über die Fußsteuerungsanordnung **15**. Der Einzelschnitt wird mit festeingestellter EIN/AUS-Steuerung bereitgestellt. Wenn ein Einzelschnitt aktiviert wird (EIN), wird der Vitrektomie-Cutter einmal mit einer einzelnen Betätigung öffnen/schließen. Der Benutzer wählt den Einzelschnitt über den Touchscreen-Bildschirm **255**, die Fernsteuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** und aktiviert den Schnitt über die Fußsteuerungsanordnung **15**. Der an das Venturi-IAV-Modul **321** angeschlossene Vitrektomie-Cutter wird durch einen externen Luft-/Gas-Port, der außerdem verwendet wird, um die Venturi-Pumpe anzutreiben, angetrieben.

[0189] Wie in der [Fig. 32](#) gezeigt, enthält die EPLD **467** vorzugsweise eine Vitrektomie-Zeitsteuerung **533** zum Durchführen der Zeitsteuerungsfunktionen, die zum Einstellen der Vitrektomie-Cuttermate erforderlich sind.

[0190] Die Magnettreiber **497** treiben einen Vitrektomie-Magneten **535** als eine Funktion des Zeitsteuerungssignals von der Vitrektomie-Zeitsteuerung **533** zum Steuern des Vitrektomie-Schneidens.

[0191] Vorzugsweise enthält das System **1** zusätzlich zu dem IAV-Modul **321** (oder anstelle des IAV-Moduls **321**) ein Scroll-IAV-Modul **323**. Obwohl dem Venturi-IAV-Modul **321** gleichartig, verwendet das Scroll-IAV-Modul **323** eine Rollenpumpe (nicht gezeigt) anstelle der Venturi-Pumpe, um die Irrigations- und Aspirationsfunktion bereitzustellen. Erfindungsgemäß kann die Rollenpumpe des Scroll-IAV-Moduls **323** als ein Venturi-Aspirationssystem (d. h. Flow-Kontrolle) wirken.

[0192] In diesem Fall arbeitet das Modul **323** in Verbindung mit einer Einweg-Rollenkassette, die die Rollpumpe, Quetschventilöffnungen zum Steuern der Irrigation, der Aspiration, des Belüftens und der Kalibrierung, eine Messmembran und einen Sammelbehälter enthält. Die Rollenkassette enthält an dem Vorderteil des Kassettengehäuses ebenso die Irrigationsleitung, die Aspirationsleitung und den Sammelbehälter. Der Benutzer lädt die Kassette in einen einfahrbaren Einschub, der auf dem Vorderteil des Moduls **323** angeordnet ist. Sobald geladen, kommt die Kassette über den Touchscreen-Bildschirm **255** mit den Antriebs- und Steuerungssystemen des Moduls **323** in und außer Eingriff. Mit anderen Worten zieht das Scroll-IAV-Modul **323** die Kassette zurück (oder bringt diese in Eingriff) oder fährt die Kassette aus und löst die Kassette aus dem Eingriff, wenn die entsprechenden Befehle über einen Eintrag auf dem Touchscreen-Bildschirm **255** eingegeben werden.

[0193] Der Aspirationsteil der Scroll-IAV-Moduls **323** treibt einen einzelnen Aspirationsanschluss, der entweder die Vakuum- oder die Fluidsteuerung der Aspiration bereitstellt. Vorzugsweise stellt die Vakuum-Aspirationsfunktion Vakuumstufen von 0 mmHg bis zu 550 mmHg in 1-mmHg-Inkrementierungen und die Flow-Aspirationsfunktion stellt Durchflussraten von 1 cc/min bis zu 60 cc/min in 1-cc/min-Inkrementierungen bereit. Der Benutzer stellt die Aspirations-Betätigungsparameter über den Touchscreen-Bildschirm **255**, die Fernsteuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ein.

[0194] Der Irrigationsteil des Scroll-IAV-Moduls **323** unterstützt, gleichartig wie das Venturi-IAV-Modul **321**, durch Schwerkraft zugeführte Irrigation. Im Gegensatz zu dem Venturi-IAV-Modul **321** enthält das Modul **323** jedoch kein Quetschventil **495**. Stattdessen stellt das Scroll-IAV-Modul **323** die Irrigations-Steuerung über die Einweg-Rollenkassette in Kombination mit einem Magnetkolben im Innern des Moduls **323** bereit. Wie bei dem Modul **321** hat der Benutzer über den Touchscreen-Bildschirm **255** oder über die Fußsteuerungsanordnung **15** die Kontrolle der Irrigation eines Scroll-IAV-Moduls **323** in Bezug auf festeingestellt, EIN/AUS (öffnen/schließen).

[0195] Gleichartig wie das Venturi-IAV-Modul **321** unterstützt das Scroll-IAV-Modul **323** ebenso die Vitrektomiefunktion des Systems **1**. Jedoch treibt den Vitrektomie-Cutter anstelle des externen Luft-/Gaseinlasses des Venturi-IAV-Moduls **321** eine im Innern des Moduls **323** angeordnete pneumatische Pumpe.

[0196] Die [Fig. 147](#) und [Fig. 148](#) stellen in Form eines schematischen Diagramms eine bevorzugte Schaltung zum Erfassen von Druck zur Verwendung mit dem Scroll-IAV-Modul **323** dar.

[0197] Im Folgenden Bezug nehmend auf die [Fig. 33](#), ist das Phakoemulsifikations- und das Phakofragmentations-Modul (Phako) **325** (in den [Fig. 26A–26T](#) detailliert gezeigt) ein unabhängiges Modul, das beispielsweise bis zu 35 Watt an Phako-Leistung in 5000 Ohm bei einer Frequenz von 29 ± 2 kHz an einen Phako-Ausgangsanschluss **537**, an den ein Phakoemulsifikations- und/oder Phakofragmentations-Handpiece angeschlossen ist, liefert.

[0198] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel stellt das Phako-Modul **325** sowohl linearen als auch gepulsten Betrieb bereit. Die lineare Phako-Funktion stellt kontinuierlich Phako-Leistung, die der Benutzer in dem Bereich von 0% bis zu 100% mit einem Minimum von 1%-Inkrementierungen programmieren kann, bereit. Der Chirurg aktiviert die Lineare Phako-Leistung durch das Niederdrücken des mittleren Fußpedals der Fußsteuerungsanordnung **15** mit der geringsten programmierten Phako-Leistungsstufe und erhöht anschließend als eine Funktion des linearen Fußpedalhubs auf die höchste programmierte Leistungsstufe. In diesem Fall läuft die lineare Phako-Leistung von null mit einer festeingestellten linearen Rate hoch. Vorzugsweise stellt der Benutzer die Leistungsstufen über den Touchscreen-Bildschirm **255**, die Fernsteuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ein und steuert die lineare Phako-Funktion über die Fußsteuerungsanordnung **15**. Im Gegensatz zu dem linearen Betrieb stellt die gepulste Phako-Funktion Leistung für programmierte finite Zeiträume (beispielsweise periodisch) ein. Das Modul **325** stellt für den Benutzer festeingestellte EIN/AUS-Leistungskontrolle bereit, die der Benutzer dann von 1% bis maximal 100% in 1%-Inkrementierungen einstellen kann. Der Benutzer kann dann die gepulste Leistungssteuerung programmieren, um zwischen 1 Impuls und 20 Impulsen pro Sekunde in 1-Impuls-pro-Sekunde-Inkrementierungen bereitzustellen. Der Benutzer stellt die Ausgangsleistungsstufe und die Impulsrate über den Touchscreen-Bildschirm **255** ein und steuert diese mit der Fußsteuerungsanordnung **15**.

[0199] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel hat das Phako-Modul **325** eine Neuron-Schaltung **541**, die über den Netzwerkanschluss **171** an dem hinteren Ende des Moduls **325**, das an die Rückwandplatine angeschlossen ist, an das Netzwerk angeschlossen ist. Die Neuron-Schaltung **541** enthält einen RS485-Transceiver **223** zum Empfangen und zum Senden von Übertragungsdaten über den Datenübertragungsbus. Der Neu-

ron-Prozessor **225**, der mit dem Transceiver **223** gekoppelt ist, stellt die Netzwerksübertragungssteuerung für das Modul **325** bereit. Der Neuron-Prozessor **225** führt außerdem in einem Speicher **543** (beispielsweise einem Flash-EEPROM) gespeicherte eingebettete Anwendungsprogramme zum Steuern der Phakoemulsifikations- und der Phakofragmentationsfunktion des Systems **1** aus. Der Speicher **543** speichert ebenso die Konfigurations- und Identifizierungsdaten, die beim Initialisieren des Moduls **325** auf dem Netzwerk verwendet werden.

[0200] Zweckmäßigerweise ist die CPU **245** in der Lage, den Speicher **543** über den Datenübertragungsbuss in Reaktion auf durch den Benutzer bereitgestellte Informationen umzuprogrammieren. Die Neuron-Schaltung **541** enthält außerdem eine Taktschaltung **545** (beispielsweise einen Kristalloszillator), die einen Taktgeber zum Arbeiten für den Neuron **225** bereitstellt. Das Phako-Modul **325** enthält des Weiteren eine Spannungs-Referenzschaltung **546** zum Erzeugen einer ± 5 -V-Spannungsversorgung und 4-V-Spannungsversorgung zur Verwendung durch den Schaltkreis. Obwohl dieser in der [Fig. 33](#) nicht gezeigt ist, enthält die Neuron-Schaltung **541** außerdem einen weiteren RS485-Transceiver zum Empfangen eines Reset-Signals von der Computereinheit **3** und eine Status-LED **461** auf der Frontplatte des Moduls **325** zum Anzeigen, dass das Modul aktiv ist.

[0201] Wie in der [Fig. 33](#) gezeigt, enthält das Phako-Modul **325** außerdem eine Koprozessorschaltung **547** die mit einer programmierbaren Logikschaltung, die mit einer EPLD **549** zusammenarbeitet, zusammenarbeitet. Die Koprozessorschaltung **547** enthält vorzugsweise einen Koprozessor **551** (beispielsweise einen Intel-386EX-Prozessor) und einen zugehörigen Speicher **553** (beispielsweise einen Flash-EEPROM und einen statischen RAM), eine Taktschaltung **555** (beispielsweise einen Kristalloszillator) und einen Watchdog-Timer **557**. Die EPLD **549** hat eine Impuls-Zeitsteuerung **559** zum Bereitstellen eines Taktsignals, das auf einen Frequenzgenerator **561** (beispielsweise ein Sinuswellengenerator) angewendet wird. Der Koprozessor **551** der Koprozessorschaltung **554** arbeitet mit der EPLD zusammen, um Steuersignale für den Frequenzgenerator **561** zum Erzeugen einer programmierbaren Frequenz für die gepulste Phako-Leistung bereitzustellen. Eine Phako-Treiberschaltung **563** verwendet die durch den Frequenzgenerator **561** generierte programmierbare Frequenz, um einen Phako-Ausgang zu treiben.

[0202] Zweckmäßigerweise enthält das Phako-Modul **325** außerdem einen Verstärkungsregler **565** zum Aufrechterhalten der Schienenspannung zu dem Phako-Treiber, beispielsweise bei 3 Volt höher als die befohlene Spannungsstufe. Dies verhindert übermäßige Leistungsdissipation in dem Phako-Treiber **563**.

[0203] Das Phako-Modul **325** enthält außerdem eine Monitorschaltung **567** zum Überwachen nicht nur der Verstärkungsspannung, sondern auch der Phase der Phako-Leistung. Für optimale Phako-Funktionen ist erwünscht, dass die Phase des Stroms und der Spannung selbst dann auf der Resonanzfrequenz des Handpieces verbleibt, während sich dessen Belastung ändert. Die Monitorschaltung **567** stellt außerdem einen Überstrom-Detektor zum Verhindern des Eintretens von Überstromzuständen in dem Phako-Modul **325** bereit.

[0204] Erfindungsgemäß enthält das Phako-Modul ebenso einen Tastkopfschaltung **571** zum Detektieren der Anwesenheit des an den Phako-Ausgang **537** angeschlossenen Handpieces.

[0205] Die Koprozessorschaltung **547** und die EPLD **549** kombinieren den Ausgang der Tastkopfschaltung **571** zum Detektieren der Anwesenheit des Handpieces mit durch von der Monitorschaltung **567** erzeugten Abschaltsignalen, um eine Relaissteuerung **575** zu treiben.

[0206] In Bezug auf die [Fig. 34](#) stellt das Scheren-Modul **327** (detailliert in den [Fig. 89](#) bis [Fig. 103](#) gezeigt) nicht nur die Scherenfunktion für das System **1** bereit, sondern auch die Luft-/Fluid-Austauschfunktion und die Forcepsfunktion. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel unterstützt das Modul **327** einen elektrisch betriebenen Port **579**, den das Modul **327** in Bezug auf den durch den Benutzer ausgewählten Betriebsmodus und die Betätigungsparameter des an den Port **579** angeschlossenen Scheren-/Forceps-Handpieces steuert.

[0207] Das Scheren-Modul **327** stellt vorzugsweise die Scheren-/Forcepsfunktion mit einer linearen Schneidrate, einer festeingestellten Schneidrate, einer Einzelbetätigung und einer Proportionalbetätigung bereit. Beispielsweise kann der Benutzer das Scheren-Modul **327** programmieren, um eine lineare Schneidrate zwischen 30 und 300 Schnitten pro Minute in Inkrementierungen von einem Schnitt pro Minute über den Touchscreen-Bildschirm **255** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** bereitzustellen. In diesem Fall steuert der Chirurg die tatsächliche Schneidrate über die Fußsteuerungsanordnung **15**. Der Benutzer kann das Modul **327** über den Touchscreen-Bildschirm **255** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ebenso programmieren, um in Inkrementierungen von einem Schnitt pro Minute eine festeingestellte Schneidrate zwischen 30 und 300

Schnitten pro Minute bereitzustellen, wobei die Fußsteuerungsanordnung **15** die EIN/AUS-Steuerung bereitstellt. Wie bei den anderen Betätigungsparametern kann der Benutzer das Modul **327** ebenso programmieren, um einen Einzelschnitt oder einen individuellen Scheren-/Forcepszyklus bereitzustellen. Vorzugsweise aktiviert der Chirurg den Einzelschnitt über die Fußsteuerungsanordnung **15**. Die Proportionalbetätigungsfunktion schließt das Handpiece der Schere um einen bestimmten Prozentsatz. Beispielsweise kann der Benutzer das Scheren-Modul **327** programmieren, um eine Proportionalbetätigung von 0% bis zu 100% des Schließens in Inkrementierungen von 25%-Schließung bereitzustellen, wobei der Touchscreen-Bildschirm **255** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** die lineare Steuerung für den Benutzer bereitstellen.

[0208] Wie bei den anderen Modulen, schließt das Scheren-Modul **327** über den Netzwerkanschluss **171** an dem hinteren Ende des Moduls **327**, das an die Rückwandplatine **101** angeschlossen ist, eine Neuron-Schaltung **583** an das Netzwerk an. Die Neuron-Schaltung **541** enthält einen RS485-Transceiver **223** zum Empfangen und zum Senden von Übertragungsdaten über den an den Neuron-Prozessor gekoppelten Datenübertragungsbus. Der Neuron-Prozessor **225** führt außerdem in einem Speicher **585** (beispielsweise einem Flash-EEPROM) gespeicherte eingebettete Anwendungsprogramme zum Steuern der Scheren-/Forceps- und der Luft-/Fluid-Austausch-Funktionen des Systems **1** aus. Der Speicher **585** speichert ebenso die Konfigurations- und Identifizierungsdaten, die beim Initialisieren des Moduls **327** auf dem Netzwerk verwendet werden.

[0209] Zweckmäßigerweise ist die CPU **245** in der Lage, den Speicher **585** über den Datenübertragungsbus in Reaktion auf durch den Benutzer bereitgestellte Informationen umzuprogrammieren. Die Neuron-Schaltung **583** enthält außerdem eine Taktschaltung **589** und eine Watchdog-Timer-Schaltung **587**. Obwohl in der [Fig. 34](#) nicht gezeigt, enthält die Neuron-Schaltung **585** ebenso einen weiteren RS485-Transceiver zum Empfangen eines Reset-Signals von der Computereinheit **3**.

[0210] Gleichartig wie einige der anderen Module **13** enthält das Scheren-Modul **327** eine EPLD **595** zur Verwendung mit dem Neuron-Prozessor **225** der Neuron-Schaltung **585** zum Steuern des Scheren-/Forceps-Handpieces als eine Funktion der durch den Benutzer eingegebenen Betätigungsparameter. Speziell ist die EPLD **595** ein Treiberwähler zum Wählen entweder eines Magnettreibers **597** oder eines Gleichstrommotortreibers **599** zum Treiben des Handpiece-Ports **579**. Auf diese Art und Weise ist das Scheren-Modul **327** in der Lage, zwei Typen von Schereninstrumenten anzutreiben.

[0211] Wie in der [Fig. 34](#) gezeigt, enthält das Scheren-Modul **327** außerdem pneumatische Steuerungen **605** zum Bereitstellen einer Luft-/Fluid-Austauschfunktion. Beispielsweise treiben die pneumatischen Steuerungen die Magnetventile zum Steuern der Beschickung, des Absaugens und des Haltens der IOP. Vorzugsweise unterstützt das Luft-/Fluid-Austauschteil des Moduls **327** einen einzelnen Luftanschluss (nicht gezeigt), der durch eine pneumatische Pumpe, die Teil der pneumatischen Steuerungen **605** ist, betrieben wird. Beispielsweise unterstützt die Pumpe Luftdrücke bis zu 100 mmHg in 1-mmHg-Inkrementierungen bei Durchflussraten bis zu fünf Standardkubikfuß pro Stunde.

[0212] Der Benutzer steuert den Luft-/Fluid-Austauschanschluss über den Touchscreen-Bildschirm **255** oder über die Fußsteuerungsanordnung **15**. Die [Fig. 34](#) zeigte außerdem einen IOP-Detektor **607** (zum Beispiel einen Druckfühler) zum Bereitstellen eines Feedbacks zu der Neuron-Schaltung **583**. In Reaktion darauf, dass der IOP-Detektor **607** entweder einen Über- oder Unterdruckzustand detektiert, stellt die Benutzerschnittstelle eine hörbare Warnung bereit. Das Scheren-Modul **327** enthält des Weiteren auf der Vorderplatte des Moduls **327** eine Status-LED **611**, wie eine grüne LED, die anzeigt, dass das Modul aktiv ist, und eine Handpiece-Dektorschaltung **613**, die das Vorhandensein eines an den Port **579** angeschlossenen Scheren-Handpieces detektiert. Obwohl in der [Fig. 34](#) nicht gezeigt, enthält die Neuron-Schaltung außerdem einen weiteren RS485-Transceiver zum Empfangen eines Reset-Signals von der Computereinheit **3**.

[0213] In dem Fall von Leistungsausfall oder Modulversagen, ist das Modul mit einem pneumatischen Empfänger und einem Absperrventil ausgerüstet, um den Benutzer ausreichend Zeit zu geben, um auf den Fehlerzustand zu reagieren.

[0214] Wie in der [Fig. 35](#) gezeigt, ist das Bipolarkoagulations-Modul **329** (detailliert in den [Fig. 104-Fig. 113](#) gezeigt) ein unabhängiges Modul, das einen einzelnen bipolaren Ausgang **625** trägt. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel liefert der Bipolar-Ausgang bis zu 7,5 Watt Bipolarleistung in 100 Ohm. Vorzugsweise steuert das Modul **329** den Port, um entweder eine festeingestellte Bipolarfunktion oder eine lineare Bipolarfunktion bereitzustellen. Der Benutzer kann das Bipolarkoagulations-Modul **329** programmieren, um eine festeingestellte Bipolarleistung zwischen 2% und höchstens 100% in 1%-Inkrementierungen bereitzustellen. Der Bipolar-Ausgang wird vorzugsweise durch einen Momentkontaktschalter (Drucktastenschalter) auf der

Fußsteuerungsanordnung **15** mit der programmierten Ausgangsleistungsstufe aktiviert. Der Bipolar-Ausgang bleibt solange aktiviert, wie der Drucktastenschalter niedergedrückt gehalten wird. Der Benutzer stellt die Ausgangsleistungsstufe über den Touchscreen-Bildschirm **255**, die Fernsteuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ein und ändert die Einstellung über den Drucktastenschalter auf der Fußsteuerungsanordnung **15**. Der Benutzer kann das Modul **329** programmieren, um lineare Bipolarleistung zwischen 2% und 100% Maximum bereitzustellen und kann die Leistungsstufe in 1%-Inkrementierungen ändern. Der Bipolar-Ausgang wird vorzugsweise auf der programmierten Minimalausgangsleistungsstufe aktiviert, wenn der Chirurg das zentrale Fußpedal der Fußsteuerungsanordnung **15** niederdrückt, und wird dann als eine Funktion des linearen Fußpedalhubes auf die programmierte maximale Ausgangsleistungsstufe gesteigert. Der Benutzer stellt die Leistungsstufe über den Touchscreen-Bildschirm **255**, die Feinststeuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ein und steuert die Stufe über die Fußpedalsteuerungsanordnung **15**.

[0215] Wie bei den anderen Modulen **13**, schließt das Koagulations-Modul **329** über den Netzwerkanschluss **171** an dem hinteren Ende des Moduls **329**, das an die Rückwandplatine **101** angeschlossen ist, eine Neuron-Schaltung **627** an das Netzwerk an. Die Neuron-Schaltung **627** enthält einen RS485-Transceiver **223** zum Empfangen und zum Senden von Übertragungsdaten über den an den Neuron-Prozessor gekoppelten Datenübertragungsbus. Der Neuron-Prozessor **225** führt außerdem in einem Speicher **629** (beispielsweise einem Flash-EEPROM) gespeicherte eingebettete Anwendungsprogramme zum Steuern der Koagulationsfunktion des Systems **1** aus. Der Speicher **629** speichert ebenso die Konfigurations- und Identifizierungsdaten, die beim Initialisieren des Moduls **329** auf dem Netzwerk verwendet werden.

[0216] Zweckmäßigerweise ist die CPU **245** in der Lage, den Speicher **629** über den Datenübertragungsbus in Reaktion auf durch den Benutzer bereitgestellte Informationen umzuprogrammieren. Die Neuron-Schaltung **627** enthält außerdem eine Taktschaltung **631** (zum Beispiel einen Kristalloszillator), die einen Taktgeber für Neuron **225** zum Arbeiten bereitstellt. Obwohl in der [Fig. 35](#) nicht gezeigt, enthält die Neuron-Schaltung **585** ebenso einen weiteren RS485-Transceiver zum Empfangen eines Reset-Signals von der Computereinheit **3**.

[0217] Das Koagulations-Modul **329** enthält außerdem eine EPLD **635** zur Verwendung mit dem Neuron-Prozessor **225** der Neuron-Schaltung **627** zum Steuern der Bipolarkoagulations-Vorrichtung als eine Funktion der durch den Benutzer eingegebenen Betätigungsparameter. Im Einzelnen enthält die EPLD **635** eine Steuer-Logikschaltung **637** zum Erzeugen eines Aktivierungssignals, um die Koagulation zu aktivieren und einen Aktivierungsmonitor **639** zum Überwachen der bipolaren Leistungsspannung und der Leistungsaktivität (ob festeingestellte oder lineare Leistung) und eine Bipolar-Zeitsteuerung **641** zum Erzeugen eines Impulses mit Modulationsfrequenz.

[0218] Das Bipolarkoagulations-Modul **329** enthält des Weiteren einen Überspannungsdetektor **645** zum Unterbrechen der Leistung zu dem Bipolar-Ausgang **625** für den Fall eines übermäßigen oder unerwünschten Leistungszustands. Vorzugsweise kommuniziert der Überspannungsdetektor **645** ebenso über den Neuron-Prozessor **225** und den Transceiver **223** mit dem Netzwerk, um dem Benutzer eine Warnung über den unerwünschten Leistungszustand zu signalisieren.

[0219] Erfindungsgemäß aktiviert der Neuron-Prozessor **225** der Neuron-Schaltung **627** in Verbindung mit der EPLD **635** eine Gruppe von Vortreibern in der richtigen Phasensequenz und eine Gruppe von Leistungstreibern **651**, um Leistung an den Bipolarausgang **625** bereitzustellen. In einem Ausführungsbeispiel enthält das Koagulationsmodul **329** außerdem eine mit dem Netzwerk **653** übereinstimmende Trennung und Widerstandstandseigenschaften zum Konditionieren des Ausgangs der Leistungstreiber **651**.

[0220] Die [Fig. 53](#) stellt eine Status-LED **657** dar, die, wie zuvor beschrieben, vorzugsweise eine grüne LED, die auf der Frontplatte des Moduls **329** angeordnet ist, ist, um dem Benutzer anzuzeigen, dass das Koagulationsmodul **329** aktiv ist. Das Modul **329** enthält außerdem einen Leistungssicherungs- und Filterschaltkreis **659**, um zu verhindern, dass Überspannungszustände eintreten und um Rauschen zu reduzieren.

[0221] Im Folgenden Bezug nehmend auf die [Fig. 36](#), ist das Beleuchtungs-Modul **331** (in den [Fig. 114](#)–[Fig. 125](#) im Einzelnen gezeigt) ein unabhängiges Modul mit wenigstens zwei Leuchten, wie beispielsweise einer ersten Leuchte **665** und einer zweiten Leuchte **667** zum Bereitstellen von Beleuchtungsports an der Vorderseite des Moduls **331**. Erfindungsgemäß schließt der Benutzer ein fiberoptisches Beleuchtungsinstrument, wie zum Beispiel einen Endo-Illuminator, an einen oder beide der Ports an, um dieses durch den Chirurgen beim Illuminieren des hinteren Bereichs des Auges des Patienten während der Operation zu verwenden.

[0222] Obwohl das Modul **331** Einzelsteuerung des an jedem der Ports durch die Lampen **665** und **667** bereitgestellten Lichts bereitstellt, können die Lampen, falls erwünscht, simultan verwendet werden. Des Weiteren stellt das Modul **331** unabhängige Steuerung der Helligkeit des an den Ports bereitgestellten Lichts bereit. Der Benutzer ist in der Lage, über den Touchscreen-Bildschirm **255** oder über die Fernsteuerung **39** folgende Beleuchtungsleistungsstufen auszuwählen: hoch (10%), mittel (75%) oder niedrig (50%).

[0223] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel hat das Beleuchtungs-Modul **331** eine über den Netzwerkanschluss **171** an der hinteren Seite des Moduls **331**, der an die Rückwandplatine angeschlossen ist, an das Netzwerk angeschlossene Neuron-Schaltung **671**. Die Neuron-Schaltung **671** enthält einen RS485-Transceiver **223** und den Neuron-Prozessor **225**. Der Neuron-Prozessor **225** führt sowohl die Netzwerk-Kommunikationssteuerung als auch das Anwendungsprogramm zum Steuern der Beleuchtungsfunktion des Systems **1** aus. In diesem Fall enthält die Neuron-Schaltung **671** einen Speicher **673** (beispielsweise einen Flash-EEPROM) zum Speichern des Anwendungsprogramms des Beleuchtungs-Moduls **331**. Zusätzlich speichert der Speicher **673** die Konfigurations- und Identifizierungsdaten zur Verwendung beim Initialisieren des Moduls **331** auf dem Netzwerk. Zweckmäßigerweise ist die CPU **245** in der Lage, den Speicher **673** über den Datenübertragungsbus in Reaktion auf die durch den Benutzer bereitgestellten Informationen umzuprogrammieren. Die Neuron-Schaltung **671** enthält außerdem eine Taktschaltung **675** (zum Beispiel einen Kristalloszillator) zum Bereitstellen von durch die Neuron-Schaltung **671** verwendeten Taktsignalen und einen Watchdog-Timer **676**. Obwohl in der [Fig. 36](#) nicht gezeigt, enthält die Neuron-Schaltung einen weiteren RS485-Transceiver zum Empfangen eines Reset-Signals von der Computereinheit **3**.

[0224] Wie in der [Fig. 36](#) gezeigt, stellt der Neuron-Prozessor **225** der Neuron-Schaltung **671** ein EIN/AUS-Signal zu einem ersten Leistungsrelais **677** für die Leuchte **665** und ein EIN/AUS-Signal zu einem zweiten Leistungsrelais **679** für die Leuchte **667** bereit. Eines der Relais oder beide Relais **677** und **679** schaltet bzw. schalten eine 12-V-Spannungsversorgung (bereitgestellt von dem Leistungs-Modul **103** über die Rückwandplatine **101**) jeweils mit einer ersten Leuchten-Treiberschaltung **683** und/oder mit einer zweiten Leuchten-Treiberschaltung **685**, um entweder eine Leuchte oder beide Leuchten **665** und **667** zu betreiben. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel stellen die Leuchten-Treiber **683** und **685** Feedback in Bezug auf den Status der Leuchten **665** und **667** an die Neuron-Schaltung **671** bereit.

[0225] Um die Helligkeit des durch die Leuchte **665** bereitgestellten Lichts zu ändern, stellt die Neuron-Schaltung **671** des Beleuchtungs-Moduls **331** zuerst serielle Daten, die die erwünschte Helligkeit darstellen, für den D/A-Wandler **689** bereit. In Reaktion auf den Ausgang des D/A-Wandlers **689** treibt eine Dimmer-Treiberschaltung **691** eine Dimmer-Schaltung **693**. Erfindungsgemäß stellt die Dimmer-Schaltung **693** die Intensität der Leuchte **665** ein. Infolgedessen steuert der Dimmer-Treiber **691** die Dimmer-Schaltung **693** als eine Funktion des seriellen Dateneingangs zu dem D/A-Wandler **689**, um die Helligkeit der Leuchte **665** auf eine erwünschte Stufe einzustellen. Gleichartig stellt die Neuron-Schaltung **671** serielle Daten, die die erwünschte Helligkeit darstellen, für einen D/A-Wandler **697** bereit, um die Helligkeit des durch die Leuchte **667** bereitgestellten Lichts zu ändern. Der D/A-Wandler **697** stellt anschließend ein Analogsignal für einen Dimmer-Treiber **699** bereit. Der Dimmer-Treiber **699** wiederum steuert als eine Funktion des seriellen Dateneingangs für den D/A-Wandler **697** eine Dimmer-Schaltung **701** zum Ändern der Helligkeitsstufe der Leuchte **667**.

[0226] Des Weiteren Bezug nehmend auf die [Fig. 36](#), enthält das Beleuchtungs-Modul **331** außerdem eine Status-LED, wie zum Beispiel eine grüne LED, an der Vorderseite des Moduls **331** zum Anzeigen, dass das Modul **331** aktiv ist. Das Modul **331** stellt außerdem ein Kühlsystem **707**, wie zum Beispiel einen Ventilator, das auf den Neuron-Prozessor **225** der Neuron-Schaltung **671** anspricht, zum Abführen von überschüssiger Wärme aus dem Innern des Moduls **331**, die dessen Komponenten beschädigen könnte, bereit.

[0227] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unterstützt das System **1** Peripheriegeräte, die aus den Folgenden ausgewählt werden: Fußfernsteuerungsanordnung **15**, Instrumentenwagen **21** mit automatisiertem Infusionsstangenaufbau **17**, Erweiterungsbasiseinheit **207** und von Hand gehaltene Fernsteuerungseinheit **39**.

[0228] Eines dieser Peripheriegeräte, hauptsächlich die Fußsteuerungsanordnung **15**, stellt für den Chirurgen die Fernsteuerung wenigstens eines mikrochirurgischen Instrumentes **19** während der Durchführung des chirurgischen Eingriffs bereit. Obwohl der Benutzer der Chirurg sein kann, tätigt oft eine OP-Schwester oder eine andere Person in dem Operationssaal über die Benutzerschnittstelle des Systems **1** direkte Eingaben. Daher stellt die Fußsteuerungsanordnung **15** die primäre Schnittstelle zwischen dem Chirurgen und dem System **1** bereit.

[0229] Zweckmäßigerweise kann der Chirurg sowohl eine Anzahl der durch das System **1** bereitgestellten Funktionen als auch die Änderung der Betätigungsmodi von der Fußsteuerungsanordnung **15** aus vornehmen.

[0230] Die [Fig. 37](#) stellt eine Steuerschaltung **105** zum Steuern der Fußsteuerungsanordnung **15** gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung dar.

[0231] Vorzugsweise stellt die Fußsteuerungsschaltung (detailliert in den [Fig. 126-Fig. 136](#) gezeigt) die Netzwerkkommunikation bereit und steuert die Betätigung der Fußsteuerungsanordnung **15** als eine Funktion wenigstens eines Betätigungsparameters.

[0232] Obwohl nicht in der Basiseinheit **7** installiert, verfügt die Fußsteuerungsschaltung **105** über eine Neuron-Schaltung **717**, die einen RS485-Transceiver zum Empfangen und Senden von Daten über den Datenübertragungsbus enthält. Der an den Receiver **225** gekoppelte Neuron-Prozessor **225** stellt die Netzwerkkommunikationssteuerung für die Fußsteuerungsschaltung **105** bereit. Infolgedessen ist die Fußsteuerungsanordnung **15**, gesteuert durch die Fußsteuerungsschaltung **105**, funktionell den Modulen **13** äquivalent. Mit anderen Worten ist die Fußsteuerungsanordnung **15** ebenso an den Datenübertragungsbus, der die Datenübertragung der Daten, die die Betätigungsparameter darstellen, zwischen der Benutzerschnittstelle und der Fußsteuerungsschaltung **105** bereitstellt, angeschlossen. Des Weiteren spricht die Fußsteuerungsschaltung **105** über die Fußsteuerungsanordnung **15** auf die Befehle des Chirurgen an, um die Betätigungsparameter der mikrochirurgischen Instrumente **19** über das Netzwerk zu ändern.

[0233] In diesem Fall ist der Transceiver **223** der Neuron-Schaltung **717** über ein Kabel (nicht gezeigt), das an den Anschluss **157** auf der Rückseite der Rückwandplatine angeschlossen ist, an den Datenübertragungsbus angeschlossen. Alternativ stellt der Infusionsstangenaufbau **17** eine Brücke, an die die Fußsteuerungsschaltung **105** angeschlossen ist, bereit. Ein Leistungseingang **721** stellt die Leistung für die Fußsteuerungsschaltung **105** bereit und ein Spannungsregulator, wie zum Beispiel ein VCC-Generator **723**, stellt die erforderlichen logischen Spannungen für die Schaltung bereit.

[0234] Die [Fig. 37](#) stellt des Weiteren eine an eine Magnetpartikelbremse **725** angeschlossene Bremsen-Treiberschaltung **725** zum Bereitstellen von Arretierungen in dem Fußpedalhub bereit.

[0235] Die Neuron-Schaltung **717** enthält außerdem einen Speicher **731** zum Speichern eines Anwendungsprogramms der Fußsteuerungsschaltung **105**. In diesem Fall kooperiert der Neuron-Prozessor **225** mit einer EPLD **735**, um das eingebettete Anwendungsprogramm zum Steuern der Fußsteuerungsanordnung **15** auszuführen. Zusätzlich speichert der Speicher **731** die Konfigurations- und Identifizierungsdaten zur Verwendung beim Initialisieren der Fußsteuerungsschaltung **105** auf dem Netzwerk. Zweckmäßigerweise ist die CPU **245** in der Lage, den Speicher **731** über den Datenübertragungsbus in Reaktion auf die durch den Benutzer bereitgestellten Informationen umzuprogrammieren. Wie in der [Fig. 37](#) gezeigt, enthält die Neuron-Schaltung **717** außerdem einen RS485-Transceiver zum Empfangen eines Reset-Signals von der Computereinheit **3**.

[0236] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst die Fußsteuerungsanordnung **15** ein zentrales Fußpedal, einen einzelnen Kippschalter und zwei separate Druckknopfschalter (siehe [Fig. 131](#)). Die Neigungs- und Seitenverschiebungsbewegung des zentralen Pedals stellen vorzugsweise dual lineare Steuerung und die EIN/AUS-Steuerung für das System **1** bereit. Jede dieser Steuerungen ist in Bezug auf die Funktion und die Betätigungsparameter (z. B. Bereich, Modus und dergleichen) vollständig programmierbar. Erfindungsgemäß empfängt die EPLD **735** Informationen von den verschiedenen Schaltern **743** und empfängt über einen Neigungs-Impulsgeber **745** oder einen Seitenverschiebungs-Impulsgeber **747** Informationen in Bezug auf den Hub des zentralen Pedals. Erfindungsgemäß stellt die EPLD **735** die Schalterdekodierung, Quadraturdekodierung/-multiplizierung und die Bremskraftdekodierung bereit. Wegen der begrenzten Anzahl von verfügbaren Eingängen zu dem Neuron-Prozessor **225** stellt die EPLD **735** das Dekodieren der durch die Schalter **743** bereitgestellten Schaltersignale bereit. Des Weiteren stellen die Neigungs- und Seitenverschiebungs-Impulsgeber **745** und **747** jeweils zwei Quadratursignale bereit, um die Größe und die Richtung des Hubs des Fußpedals darzustellen. Die EPLD **735** kodiert diese Signale für die Verwendung durch den Neuron-Prozessor **225** der Neuron-Schaltung **717**.

[0237] Zusätzlich kodiert die EPLD **735** die durch den Neuron-Prozessor **225** erzeugten Bremskraftsignale für die Verwendung durch die Bremskraftschaltung **725**.

[0238] Als ein Beispiel stellt das zentrale Pedal der Fußsteuerungsanordnung **15** ungefähr 15° der Aufwärts- und Abwärtsbewegung in der Neigungs- oder Vertikalrichtung bereit. Innerhalb dieses Bewegungsbereichs

kann der Benutzer zwei Arretierungspositionen programmieren. Wenn der Hubweg des Fußpedals durch eine dieser Arretierungen verläuft, stellt der durch die Pedaländerung eintretende Widerstand eine fühlbare Rückmeldung für den Chirurgen bereit. Dieser Widerstand bleibt vorzugsweise so lange derselbe, wie der Hubweg des Pedals innerhalb des programmierten Bereichs der Arretierung verläuft. Wenn es freigegeben wird, geht das Pedal in eine Ausgangsposition (nach oben) zurück. Funktional kann der Benutzer außerdem eine Neigungsbewegung programmieren, um eine lineare oder eine EIN/AUS-Steuerung für alle anwendbaren chirurgischen Funktionen bereitzustellen. Beispielsweise stellt die Fußsteuerungsanordnung die lineare Steuerung als eine Funktion der relativen Fußpedalverschiebung (beispielsweise entspricht um 15° nach unten 0% bis 100% Leistung) bereit und stellt die festeingestellte Steuerung als eine Funktion einer absoluten Fußpedalverschiebung (beispielsweise entspricht 0° bis 10° nach unten AUS, während 10° bis 15° nach unten EIN entspricht) bereit.

[0239] In der Horizontal- oder Seitenverschiebungsrichtung stellt das zentrale Fußpedal ungefähr $\pm 10^\circ$ Bewegung nach rechts oder nach links bereit. In diesem Fall hat das Pedal eine Mittelarretierung und kehrt, wenn es freigegeben wird, in eine Ausgangsstellung (zentrale Stellung) zurück. Funktionell kann der Benutzer die Horizontalbewegung programmieren, um die lineare oder die EIN/AUS-Steuerung für alle anwendbaren chirurgischen Funktionen bereitzustellen. Beispielsweise stellt das Pedal lineare Steuerung als eine Funktion der relativen Fußpedalverschiebung (zum Beispiel entspricht 0° bis 10° nach links 0% bis 100% Leistung) bereit und stellt die festeingestellte EIN/AUS-Steuerung als eine Funktion der absoluten Fußpedalverschiebung (beispielsweise entspricht das Bewegen nach links (rechts) aus der Mittelpositionsarretierung EIN (AUS)).

[0240] Vorzugsweise ist der Kippschalter ein Schalter mit zwei Positionen, der rechts von dem mittleren Pedal der Fußsteuerungsanordnung **15** angeordnet ist. Wenn freigegeben, geht der Kippschalter in eine AUS-Mittelstellung zurück. Funktionell kann der Benutzer den Kippschalter programmieren, um aufwärts/abwärts, Inkrementieren/Dekrementieren oder EIN/AUS-Steuerungen für alle anwendbaren chirurgischen Funktionen (zum Beispiel Phakoemulsifikations- und Phakofragmentations-Leistungsstufen, bipolare Leistungsstufen, Aspirationsstufen und dergleichen) bereitzustellen. Die beiden Druckknopfschalter der Fußsteuerungsanordnung **15** sind vorzugsweise dem Kippschalter gegenüberliegend, an der linken Seite des zentralen Fußpedals angeordnet. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist einer der Schalter der bipolaren Leistungssteuerung zugewiesen, während der Benutzer den anderen Schalter programmieren kann, um eine der chirurgischen Funktionen zu steuern.

[0241] Im Folgenden Bezug nehmend auf die [Fig. 38](#), enthält das System **1** außerdem den Infusionsstangenaufbau **17** mit der Steuerschaltung **107** (detailliert in den [Fig. 137–Fig. 146](#) gezeigt) zum Steuern eines Motors **753**, um die Infusionsstange des Infusionsstangenaufbaus **17** anzuheben oder abzusenken.

[0242] Vorzugsweise stellt die Infusionsstangen-Steuerschaltung **107** Netzwerkübertragungen bereit und steuert den Betrieb des Infusionsstangenaufbaus **17** als eine Funktion wenigstens eines Betätigungsparameters.

[0243] Obwohl in der Basiseinheit **7** nicht installiert, hat die Infusionsstangen-Steuerschaltung **107** eine Neuron-Schaltung **755**, die einen Neuron-Prozessor **225**, der an den Transceiver **223** gekoppelt ist, enthält. Die Neuron-Schaltung **755** stellt die Netzwerkübertragungssteuerung für die Infusionsstangen-Steuerschaltung **107** bereit. Infolgedessen ist in Bezug auf das Computernetzwerk der durch die Infusionsstangen-Steuerschaltung **107** gesteuerte Infusionsstangenaufbau **17** den Modulen **13** äquivalent. Mit anderen Worten ist die Infusionsstangen-Steuerschaltung **107** ebenso an den Datenübertragungsbus, der die Übertragung von Daten, die die Betätigungsparameter repräsentieren, zwischen der Benutzerschnittstelle und der Infusionsstangen-Steuerschaltung **107** bereitstellt, angeschlossen. Die Neuron-Schaltung **755** enthält außerdem eine Taktschaltung **757** (zum Beispiel einen Kristalloszillator), die einen Taktgeber zum Arbeiten für den Neuron-Prozessor **225** bereitstellt. Ein Leistungseingang **759**, vorzugsweise aus der Basiseinheit **7**, stellt die Leistung für die Infusionsstangen-Steuerschaltung **107** bereit.

[0244] Gleichermaßen wie bei der Fußsteuerungsschaltung **105** ist der Transceiver der Infusionsstangen-Steuerschaltung **107** über ein Datenkabel (nicht gezeigt), das an den Anschluss **157** auf der Rückseite der Rückwandplatine **101** angeschlossen ist, an den Datenkommunikationsbus angeschlossen. Die Neuron-Schaltung **755** enthält außerdem einen Speicher **763** (beispielsweise einen Flash-EEPROM) zum Speichern eines Anwendungsprogramms für die Infusionsstangen-Steuerschaltung **107**. In diesem Fall führt der Neuron-Prozessor das eingebettete Anwendungsprogramm zum Steuern der Motor-Treiberschaltung **765** als eine Funktion der Betätigungsparameter des Infusionsstangenaufbaus **17** aus. Zusätzlich speichert der Speicher **763** die Konfigurations- und Identifizierungsdaten zur Verwendung beim Initialisieren der Infusionsstan-

gen-Steuerschaltung **107** auf dem Netzwerk. Des Weiteren ist die CPU **245**, wie bei den Modulen **13**, in der Lage, den Speicher **763** über den Datenübertragungsbus in Reaktion auf durch den Benutzer bereitgestellte Informationen umzuprogrammieren. Obwohl nicht gezeigt, enthält die Neuron-Schaltung **755** ebenso einen Watchdog-Timer und eine weiteren RS485-Transceiver zum Empfangen eines Reset-Signals von der Computereinheit **3**.

[0245] Vorzugsweise ist der Infusionsstangen Aufbau ein integrierter Teil des Instrumentenwagens **21** und wird beispielsweise verwendet, um 500-cc-Behälter mit Fluid bis zu 100 cm über dem Wagen **21** zu halten. In Bezug darauf ist ein Infusionsstangen Aufbau in der Lage, sich mit einer Geschwindigkeit von 6 cm/s in Richtung nach oben oder nach unten zu bewegen und hat eine Positionsraasterung von 1 cm und eine Positionswiederholbarkeit von 2 cm. Funktionell stellt der Benutzer die Infusionsstangenparameter über den Touchscreen-Bildschirm **255**, die Fernsteuerung **39** oder die Fußsteuerungsanordnung **15** ein. Ein Paar von Begrenzungsschaltern **767** stellt das Feedback an die Neuron-Schaltung **755** in Bezug auf die Höhe der Infusionsstange bereit. Wenn die Infusionsstange beispielsweise ihre maximal zugelassene Höhe erreicht, weist ein Begrenzungsschalter die Neuron-Schaltung **755** an, zu veranlassen, dass das Hochfahren der Stange durch den Motor **753** unterbrochen wird. Gleichermaßen weist ein anderer Begrenzungsschalter, wenn die Infusionsstange ihre Mindesthöhe erreicht hat, die Neuron-Schaltung **755** an, zu veranlassen, dass das Herunterfahren der Infusionsstange durch den Motor **753** unterbrochen wird. In einem alternativen Ausführungsbeispiel erfasst ein einzelner Begrenzungsschalter, wenn die Infusionsstange ihre Maximalhöhe erreicht hat. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Motor **753** ein Schrittmotor und der Neuron-Prozessor **225** zählt die Anzahl von Schritten, um zu bestimmen, wann die Stange ihre maximale Höhe erreicht.

[0246] Die [Fig. 39](#) stellt ein Leistungs-Modul **103** in einem Blockdiagramm dar. Wie gezeigt, enthält ein Leistungs-Modul **103** einen Leistungseinlass **771**, der Wechselstrom aufnimmt. Vorzugsweise konditioniert ein elektromagnetischer Interferenzfilter (EMI) **773** die Leistung, bevor eine schaltbare Leistungsversorgungsschaltung **775** die durch die verschiedenen Module **13**, die in der Basiseinheit **7** installiert sind, verwendete Gleichspannung generiert. Ein Schaltkreis **779** stellt dann diese Spannungen über einen Rückwandplattenanschluss (wie den Anschluss **17**) an die Rückwandplatine **101** bereit.

[0247] In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel enthält das Leistungs-Modul **103** einen Sicherheitsschalter **783**, um die Leistung, die dem Leistungsbuss der Rückwandplatine zugeführt wird, zu unterbrechen. Dieser Sicherheitsschalter ist vorzugsweise in der in der [Fig. 9](#) gezeigten Öffnung **197** angeordnet und ist normalerweise geöffnet. Wenn die Frontabdeckung **113** auf der Basiseinheit **7** installiert ist, erstreckt sich die Säule **195** in die Öffnung **197**, um den Sicherheitsschalter zu schließen. Auf diese Art und Weise stellt das System **1** jedes Mal, wenn die Module gewechselt werden, einen Reset-Zustand her und verhindert, dass der Benutzer in Kontakt mit der Rückwandplatine kommt, wenn diese unter Spannung steht.

[0248] Das Leistungs-Modul **103** enthält außerdem eine Status-LED **787**, die seinen aktiven Zustand anzeigt, und einen Ventilator **789** zum Verhindern von Überhitzen im Innern des Moduls.

[0249] Erfindungsgemäß, wie hierin beschrieben, führt die Computereinheit **3** die Software zum Bereitstellen der Benutzerschnittstelle und der Netzwerkverwaltungsmerkmale der Erfindung aus. Des Weiteren führt der Neuron-Prozessor **225** die Software zum Steuern der verschiedenen mikrochirurgischen Instrumente **19** und der Peripheriegeräte aus.

[0250] In Anbetracht des oben Beschriebenen wird verstanden werden, dass die verschiedenen Aufgaben der Erfindung erfüllt werden und das weitere vorteilhafte Ergebnisse erzielt werden.

[0251] Während verschiedene Änderungen der oben beschriebenen Konstruktionen und Verfahren vorgenommen werden könnten, ohne von dem Schutzanspruch der Erfindung abzuweichen, ist beabsichtigt, dass alle in der obigen Beschreibung enthaltenen oder in den begleitenden Zeichnungen gezeigten Gegenstände als darstellend und nicht in einem einschränkenden Sinn zu interpretieren sind.

Patentansprüche

1. System zum Steuern einer Vielzahl ophthalmischer mikrochirurgischer Instrumente, die damit verbunden sind, wobei die mikrochirurgischen Instrumente von einem Benutzer, wie beispielsweise einem Chirurgen, beim Durchführen ophthalmischer chirurgischer Eingriffe verwendet werden und das System umfasst:
einen Datenübertragungs-Bus;
eine Benutzerschnittstelle, die mit dem Datenübertragungs-Bus verbunden ist, wobei die Benutzerschnittstelle

dem Benutzer Informationen bereitstellt und von dem Benutzer Informationen empfängt und diese Informationen repräsentativ für Betätigungsparameter der mikrochirurgischen Instrumente sind;
 ein erstes chirurgisches Modul, das mit einem der mikrochirurgischen Instrumente verbunden ist und es in Abhängigkeit von wenigstens einem der Betätigungsparameter steuert, wobei das erste chirurgische Modul mit dem Datenübertragungs-Bus verbunden ist;
 ein zweites chirurgisches Modul, das mit einem anderen der mikrochirurgischen Instrumente verbunden ist und es in Abhängigkeit von wenigstens einem der Betätigungsparameter steuert, wobei das zweite chirurgische Modul mit dem Datenübertragungs-Bus verbunden ist;
 wobei der Datenübertragungs-Bus für die Übertragung von Daten, die repräsentativ für die Betätigungsparameter sind, zwischen der Benutzerschnittstelle und dem ersten sowie dem zweiten chirurgischen Modul sorgt;
 wobei die Benutzerschnittstelle einen Speicher enthält, der eine Vielzahl von Betätigungsparametern speichert, und eine zentrale Verarbeitungseinrichtung enthält, die eine Gruppe der Betätigungsparameter aus dem Speicher für die mikrochirurgischen Instrumente abrufen, wobei jedes chirurgische Modul das entsprechende mikrochirurgische Instrument in Abhängigkeit von der Gruppe von Betätigungsparametern steuert, die aus dem Speicher abgerufen werden;
dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigungsparameter aus dem Speicher in Abhängigkeit von einer Modus-Sequenz aus einer benutzerdefinierten Modus-Sequenz-Datenbank abgerufen werden können, wobei jeder Modus repräsentativ für einen oder mehrere chirurgische Eingriffe ist, die durchzuführen sind, und durch Betätigung wenigstens eines der mikrochirurgischen Instrumente definiert wird, und die zentrale Verarbeitungseinrichtung eine Gruppe der Betätigungsparameter aus dem Speicher für die mikrochirurgischen Instrumente, die in einem ausgewählten der Modi zu verwenden sind, abrufen, und die chirurgischen Module die entsprechenden mikrochirurgischen Instrumente in Abhängigkeit von den aus dem Speicher abgerufenen Betätigungsparametern steuern.

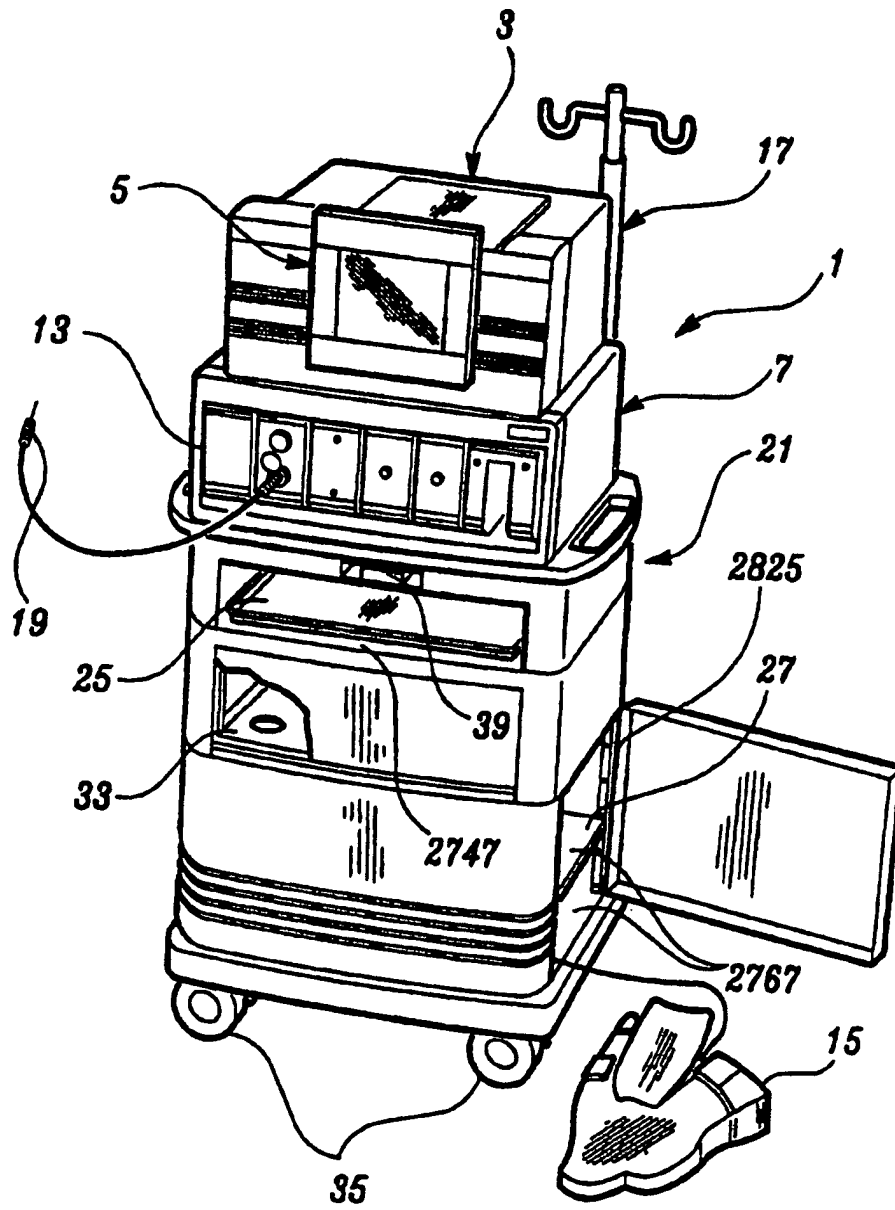
2. System nach Anspruch 1, wobei die zentrale Verarbeitungseinrichtung der Reihe nach die Gruppe von Betätigungsparametern aus dem Speicher für die mikrochirurgischen Instrumente abfragt, die in jedem der Modi in der Sequenz zu verwenden sind.

3. System nach Anspruch 2, wobei die zentrale Verarbeitungseinrichtung darauf anspricht, dass der Benutzer über die Benutzerschnittstelle Befehle gibt, zum nächsten Modus in der Modus-Sequenz überzugehen, und die andere Gruppe der Betätigungsparameter aus dem Speicher abrufen.

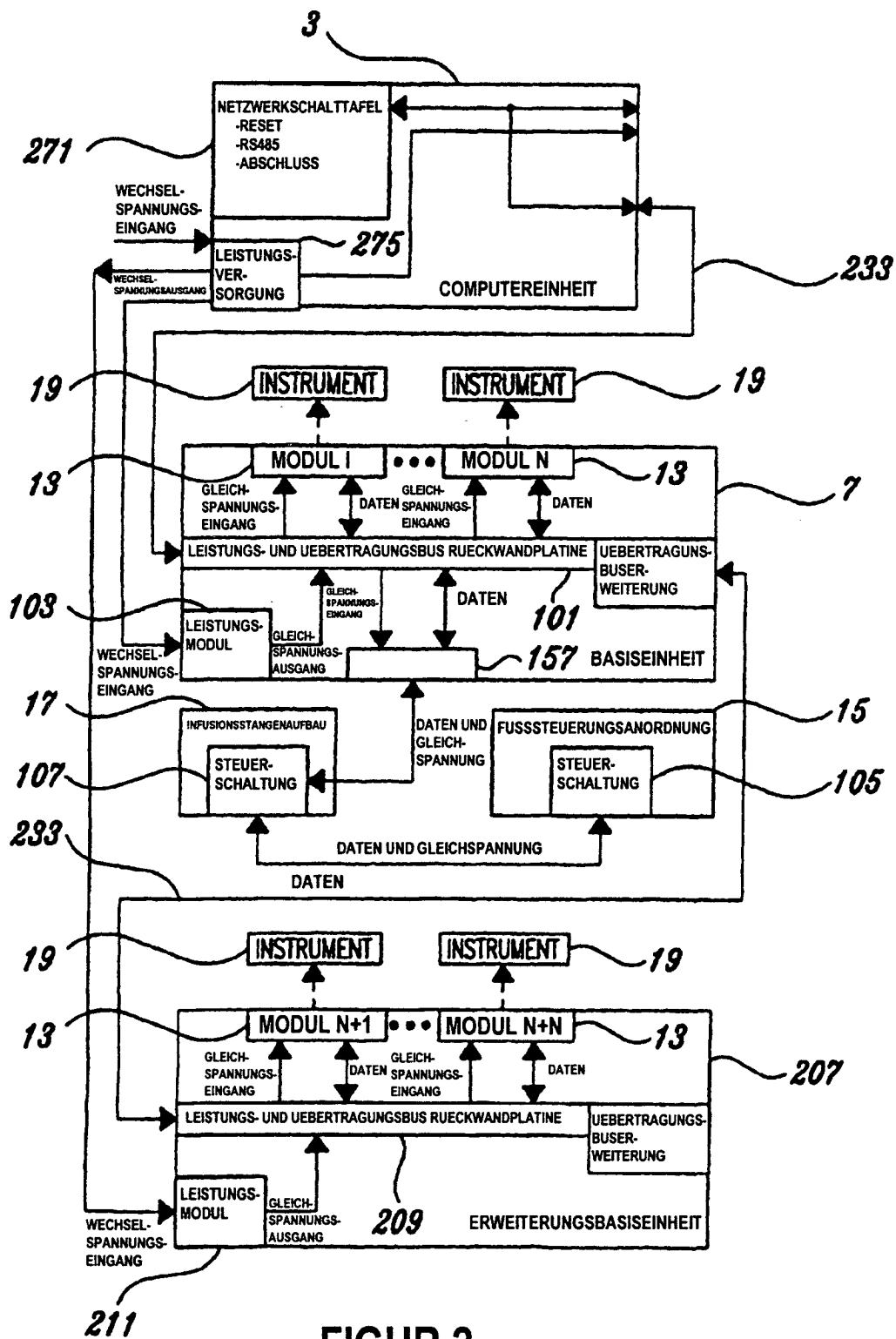
4. System nach Anspruch 3, wobei die zentrale Verarbeitungseinrichtung darauf anspricht, dass der Benutzer über die Benutzerschnittstelle Befehle gibt, zu dem vorhergehenden Modus in der Modus-Sequenz zurückzukehren, und die Gruppe der Betätigungsparameter aus dem Speicher abrufen.

5. System nach einem der vorangehenden Ansprüche, das einen Bildschirm mit einer Anzeige umfasst, die auf die Benutzerschnittstelle anspricht und dem Benutzer Informationen anzeigt, wobei die Anzeige ein Menü auswählbarer Modi enthält und jeder Modus repräsentativ für einen oder mehrere chirurgische Eingriffe ist, die durchzuführen sind, und durch Betätigung wenigstens eines der mikrochirurgischen Instrumente definiert wird.

Es folgen 137 Blatt Zeichnungen



FIGUR 1



FIGUR 2

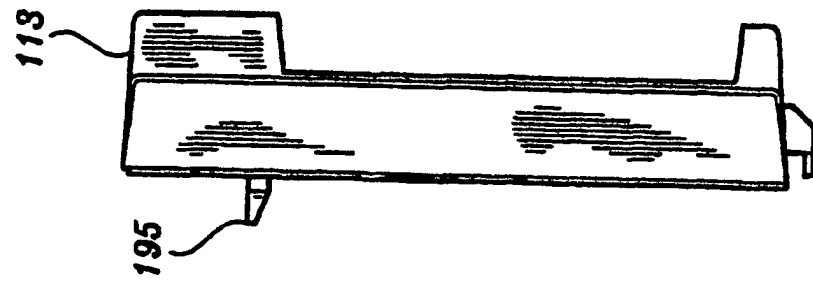


FIGURE 8

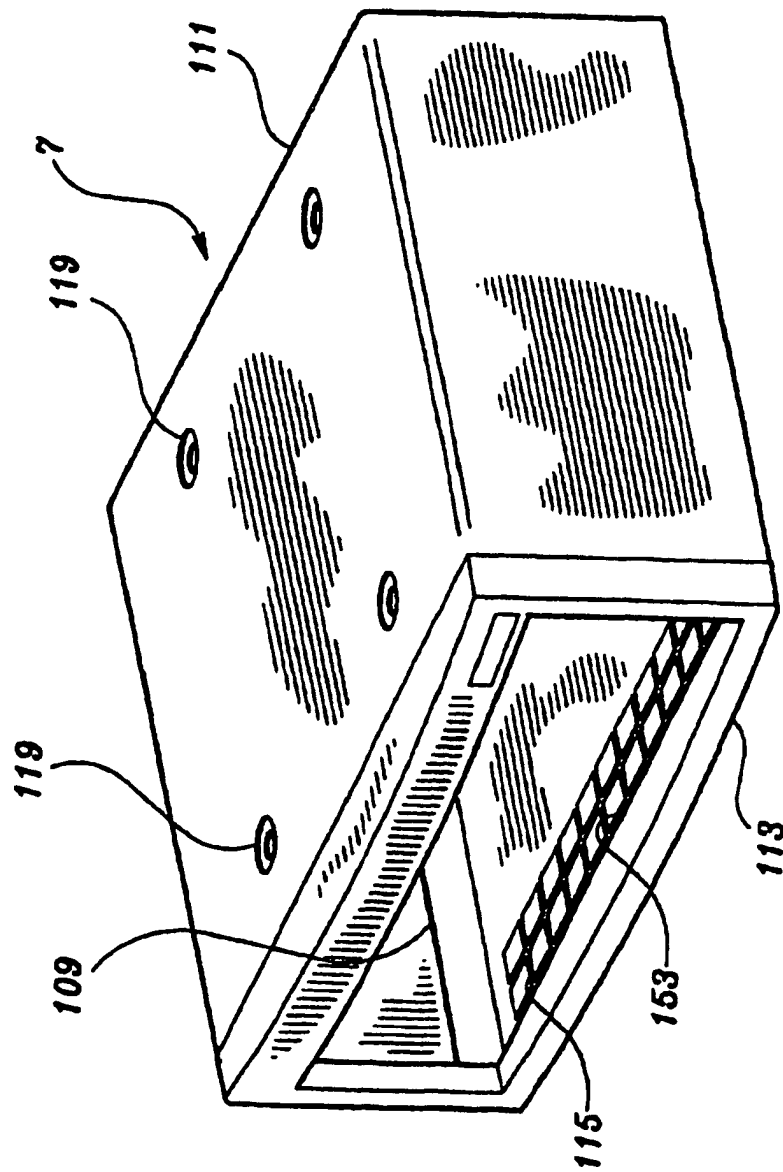


FIGURE 3

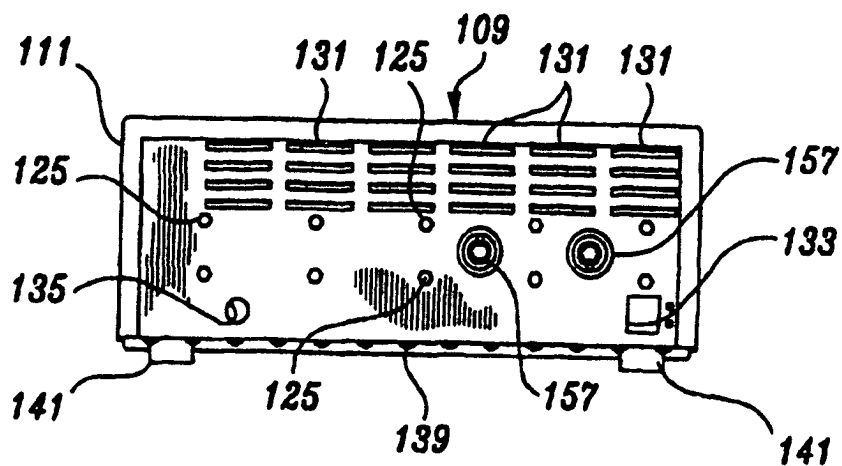


FIGURE 7

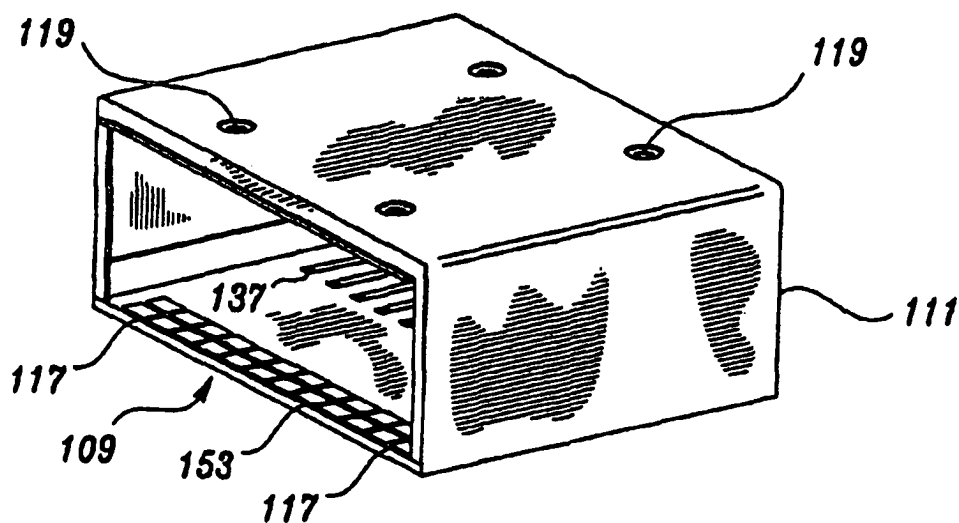


FIGURE 4

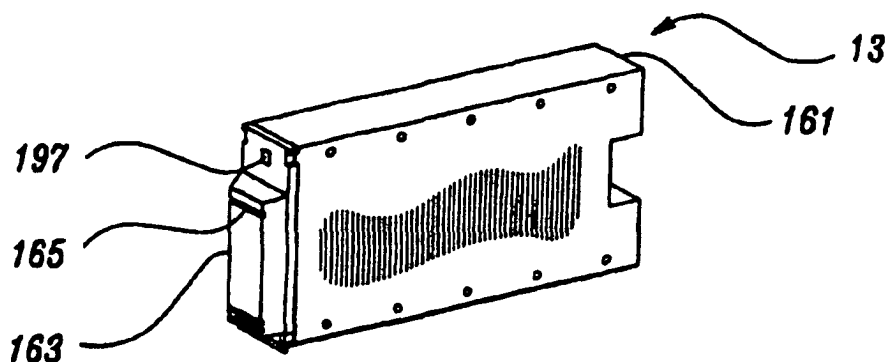


FIGURE 9

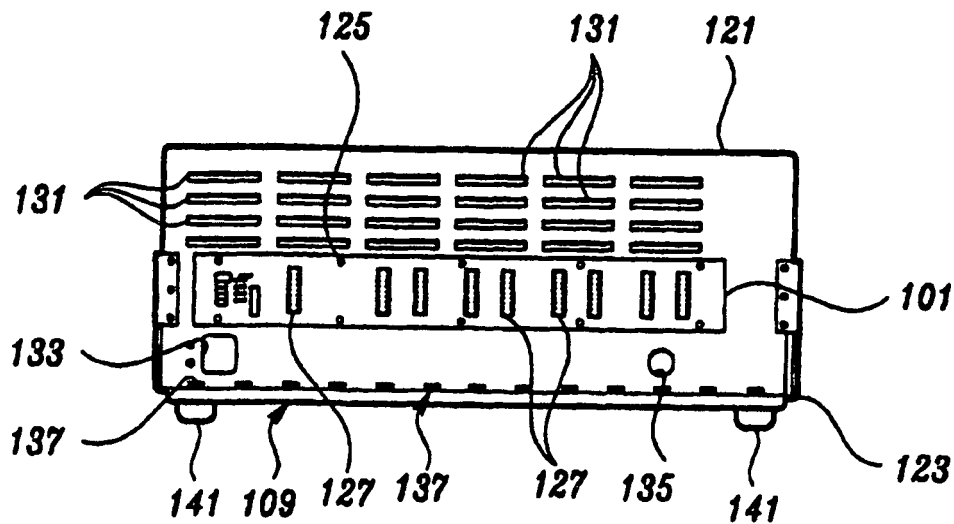


FIGURE 5

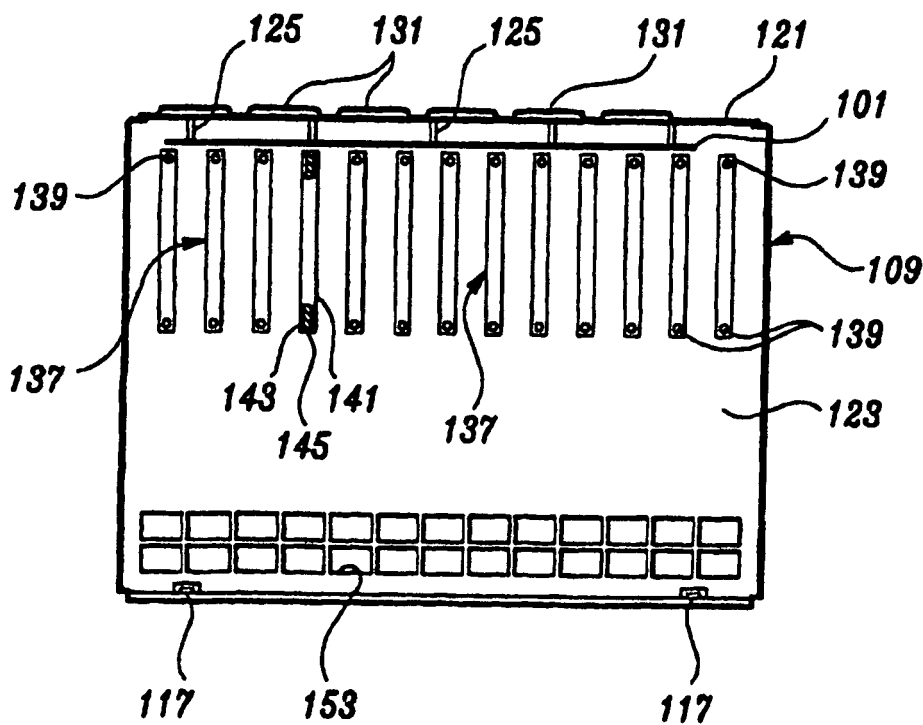


FIGURE 6

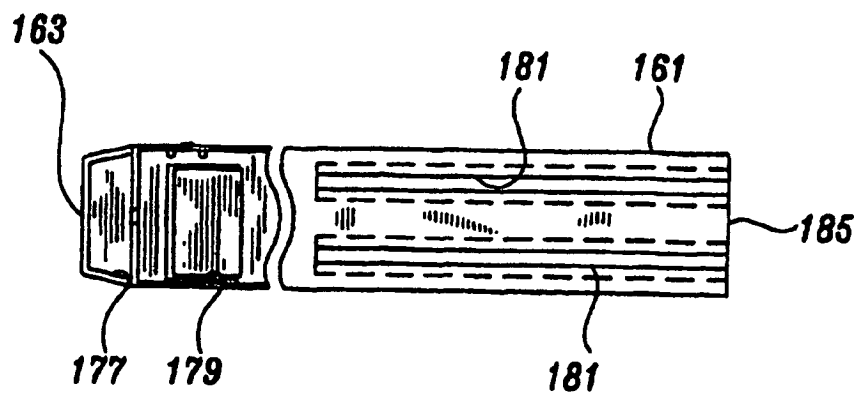


FIGURE 11

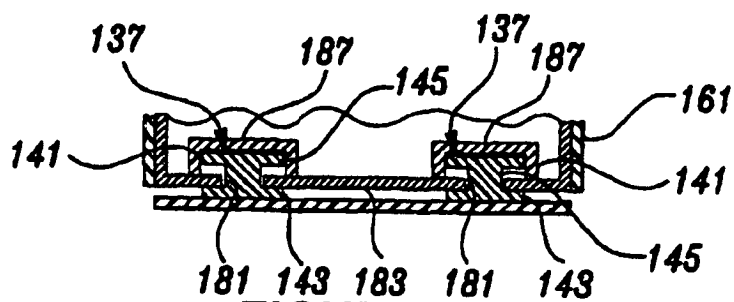


FIGURE 14

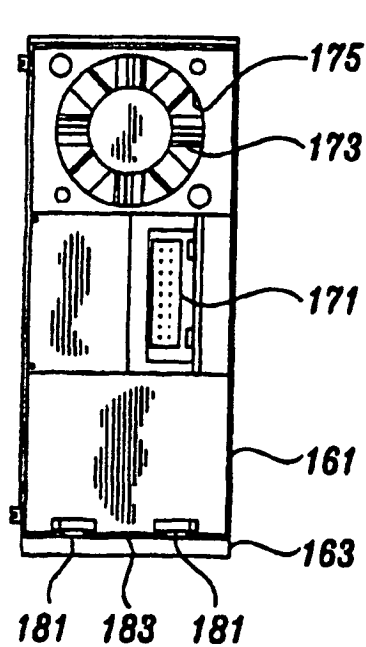


FIGURE 10

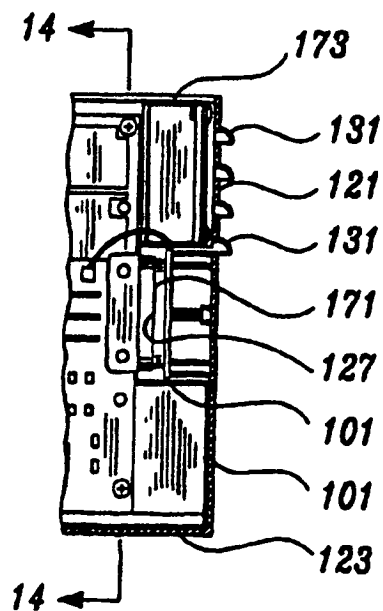
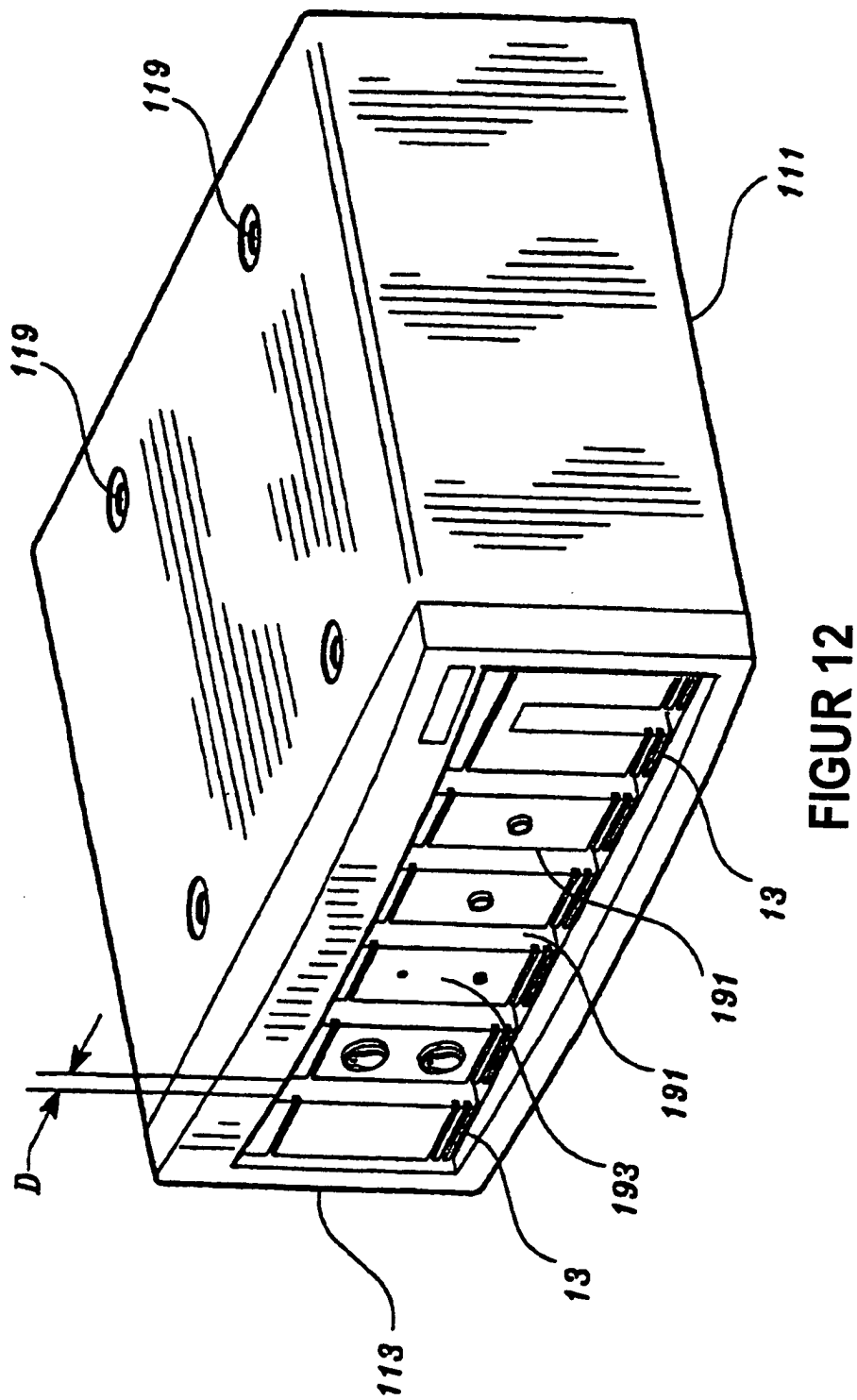
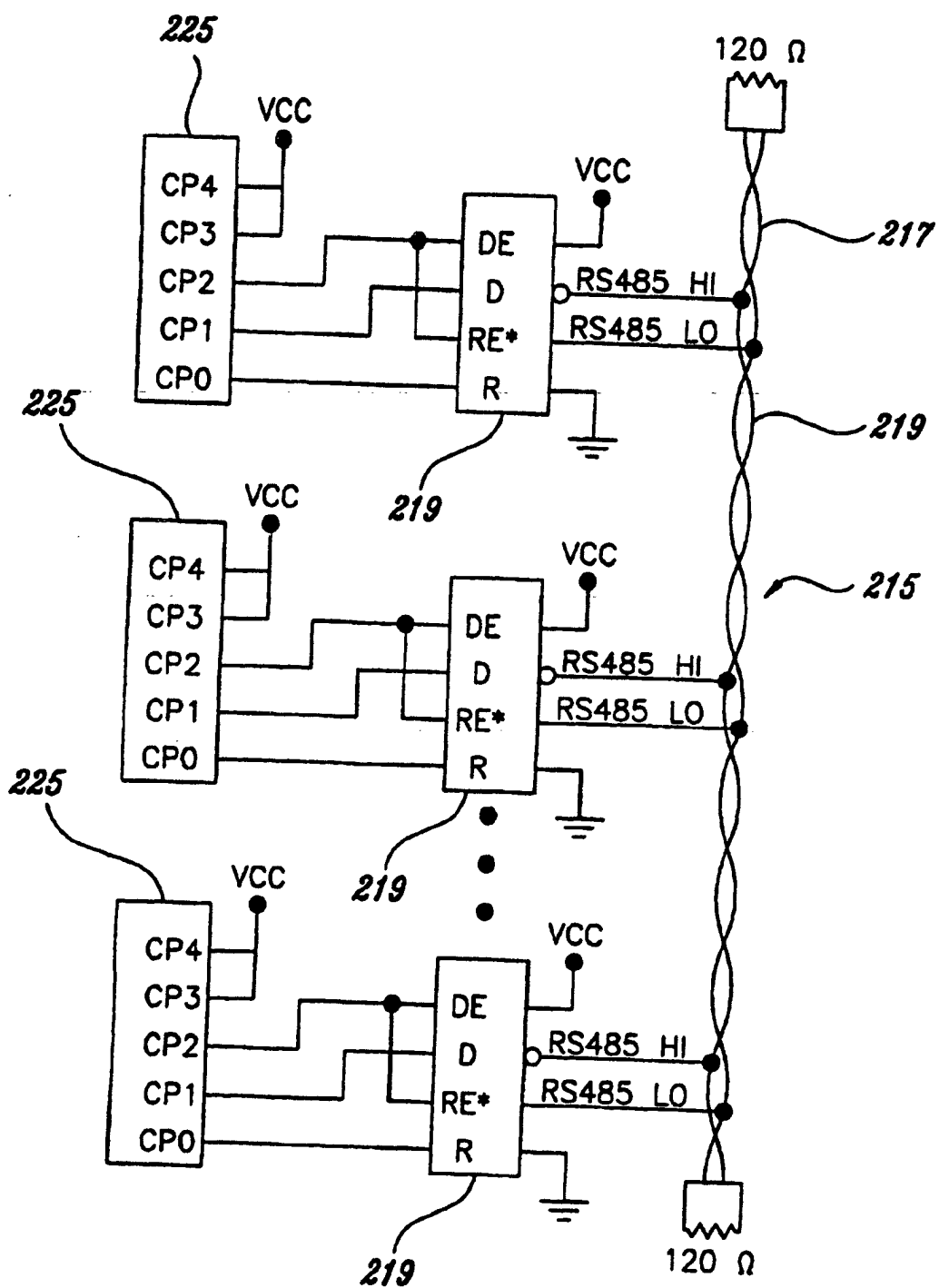
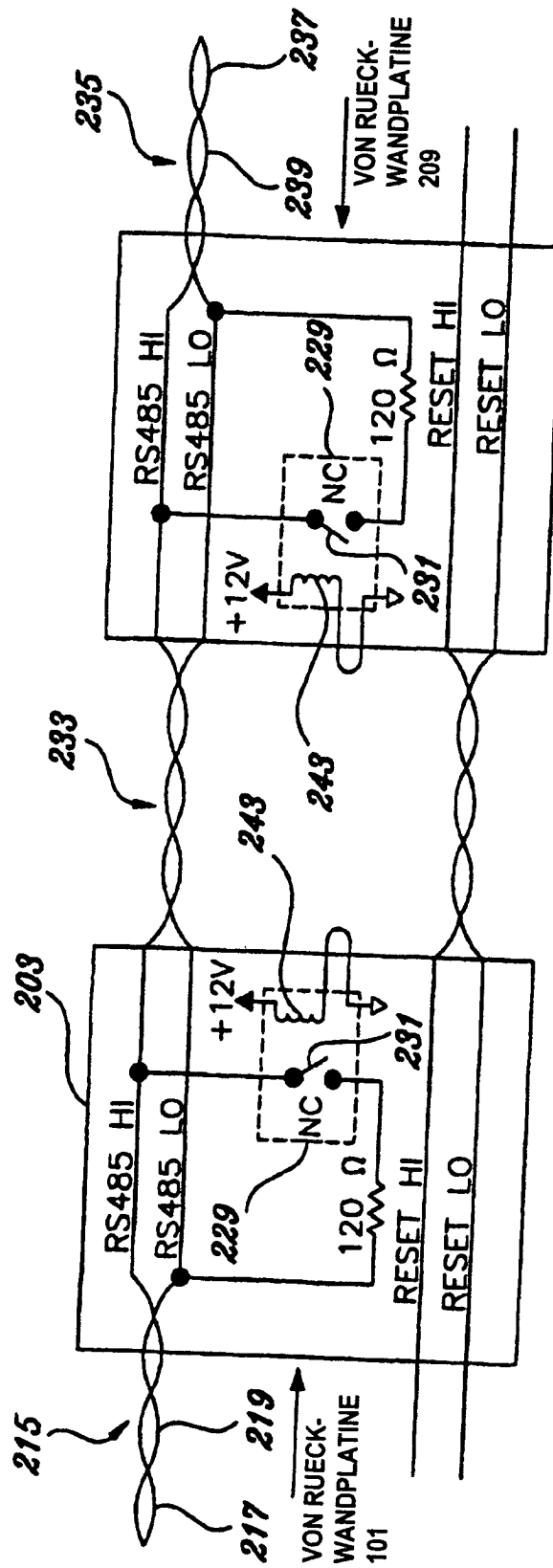


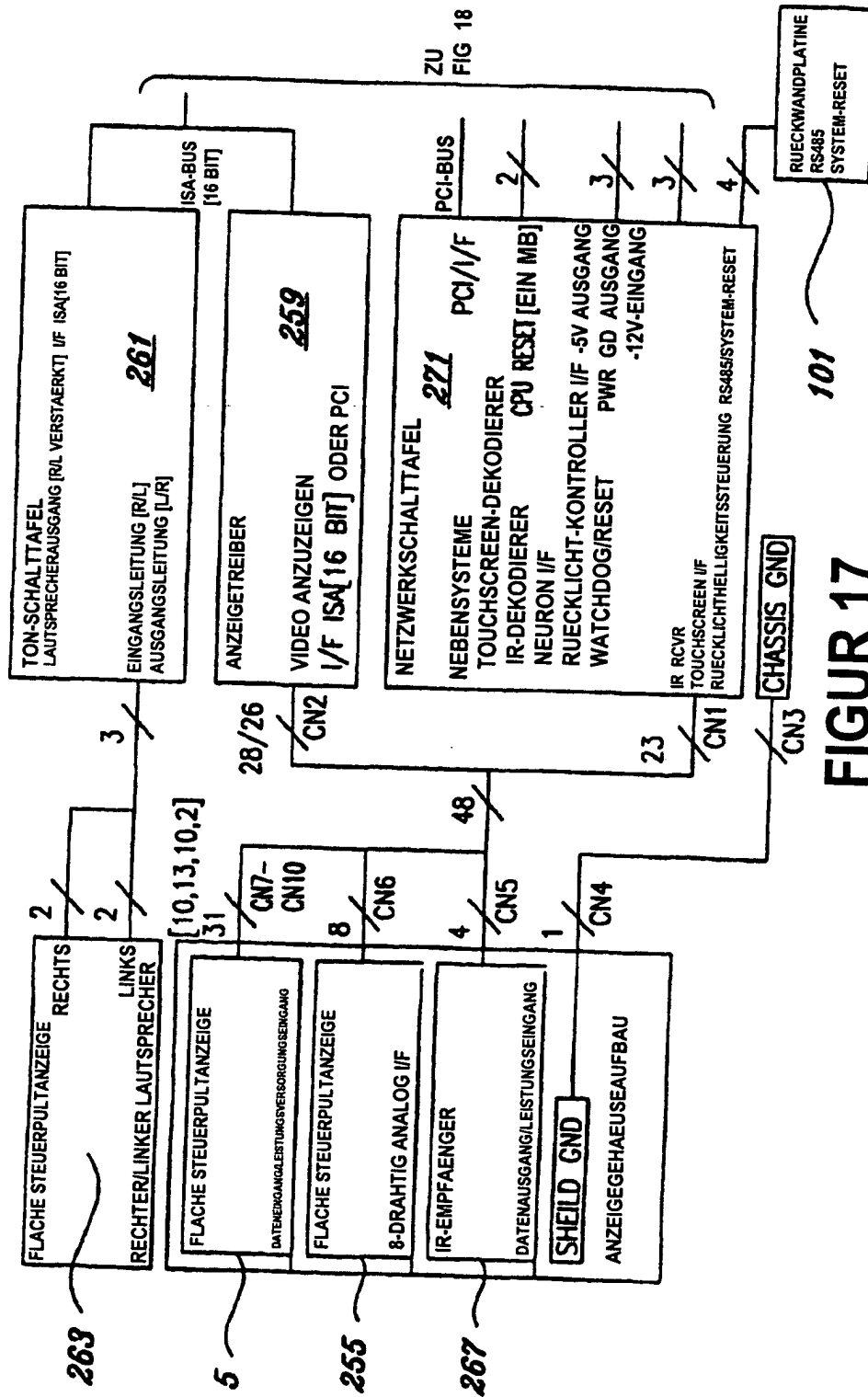
FIGURE 13

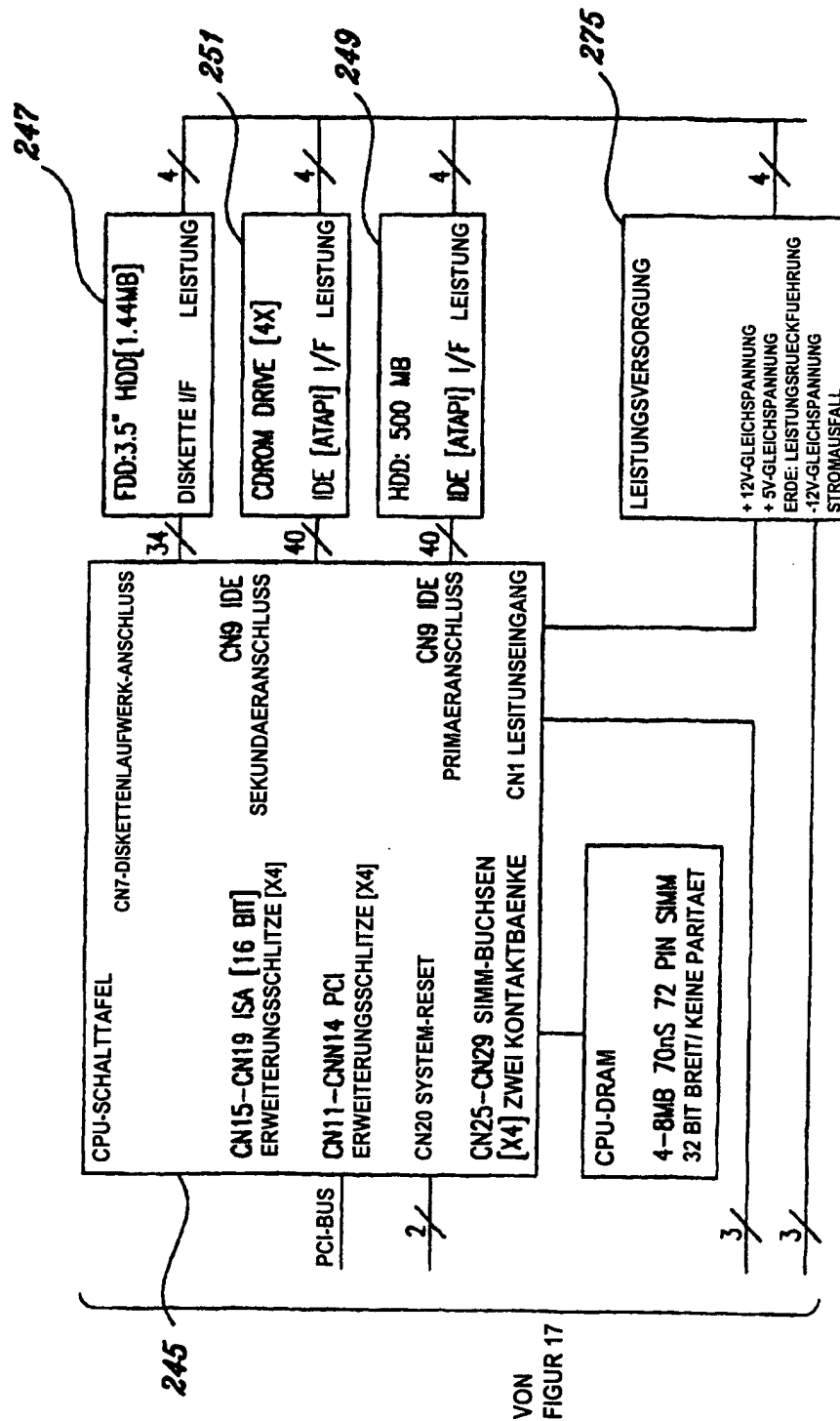


**FIGUR 15**

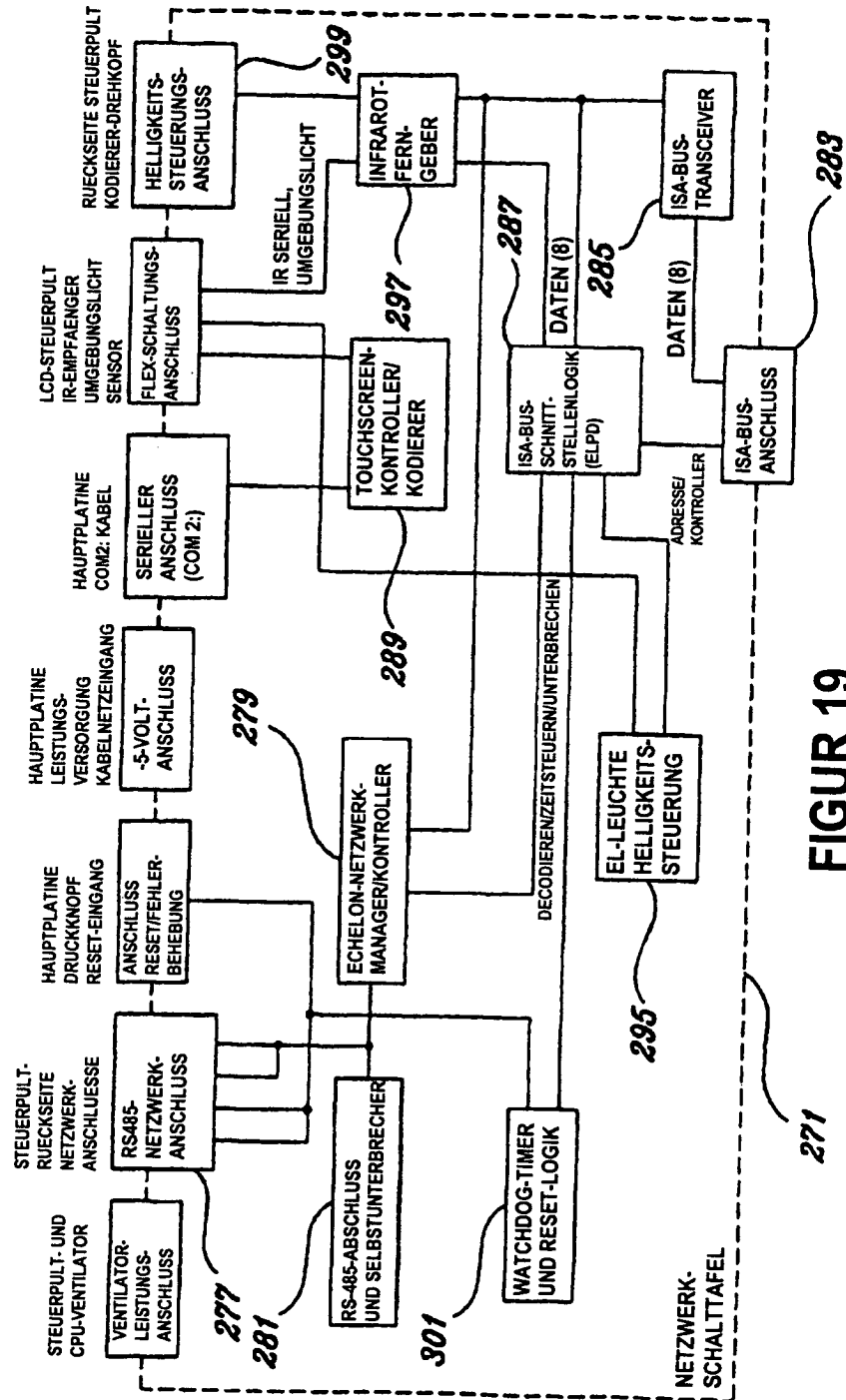


FIGUR 16

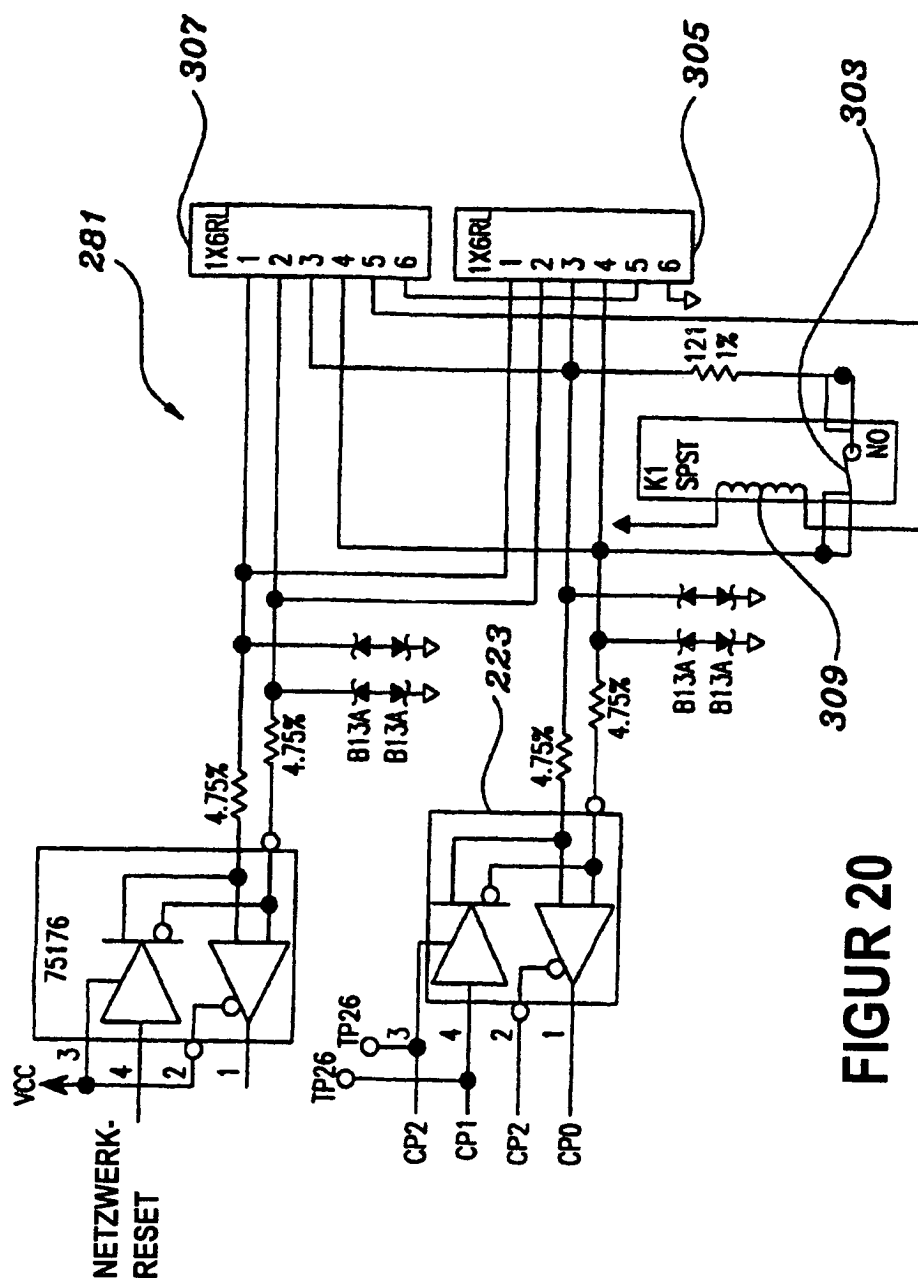


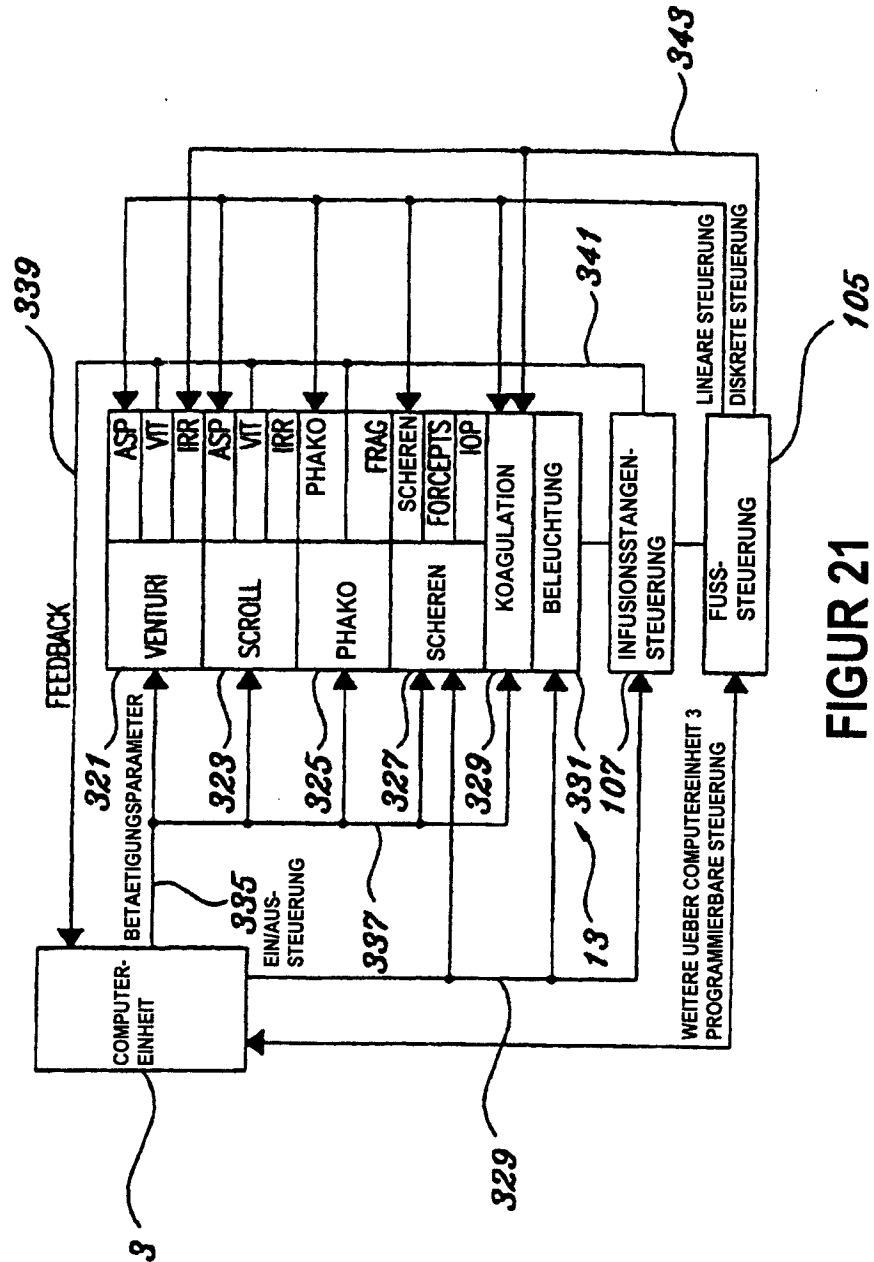


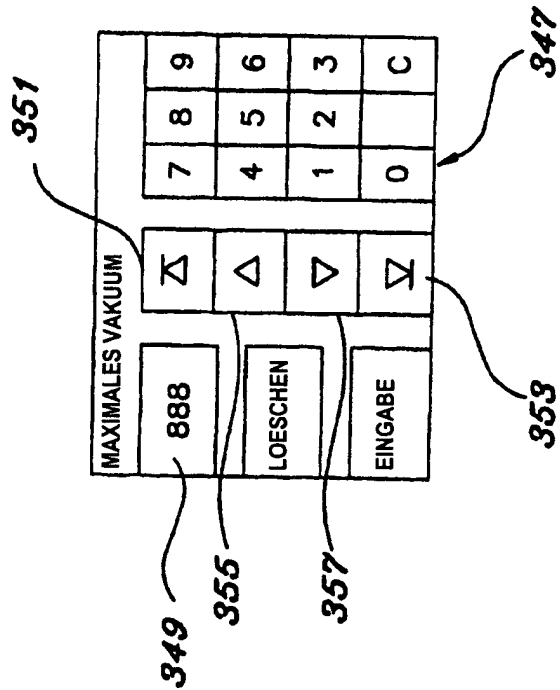
FIGUR 18



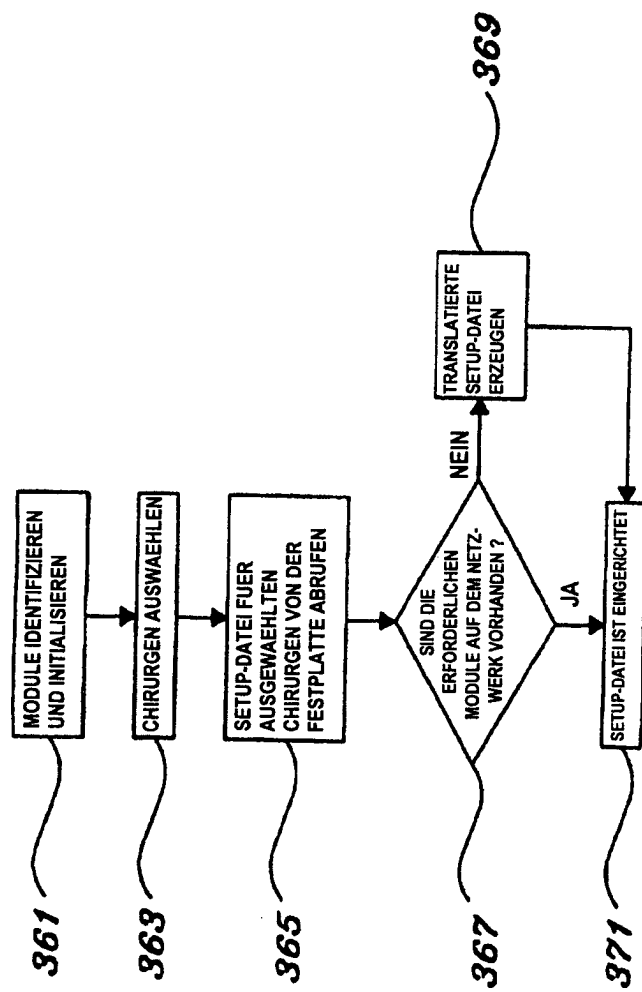
FIGUR 19



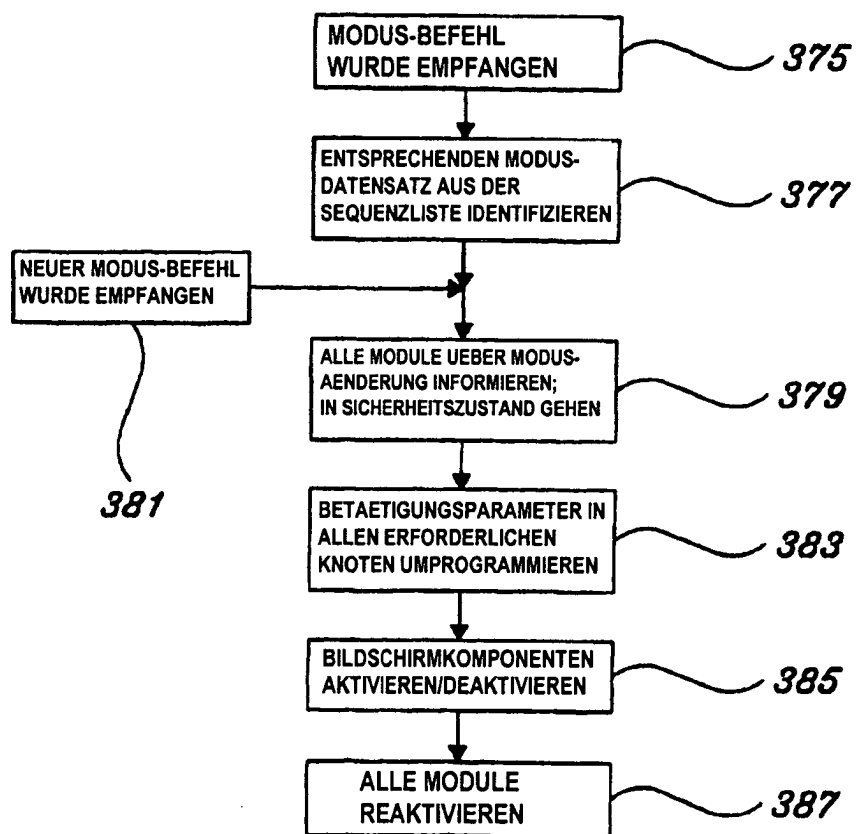




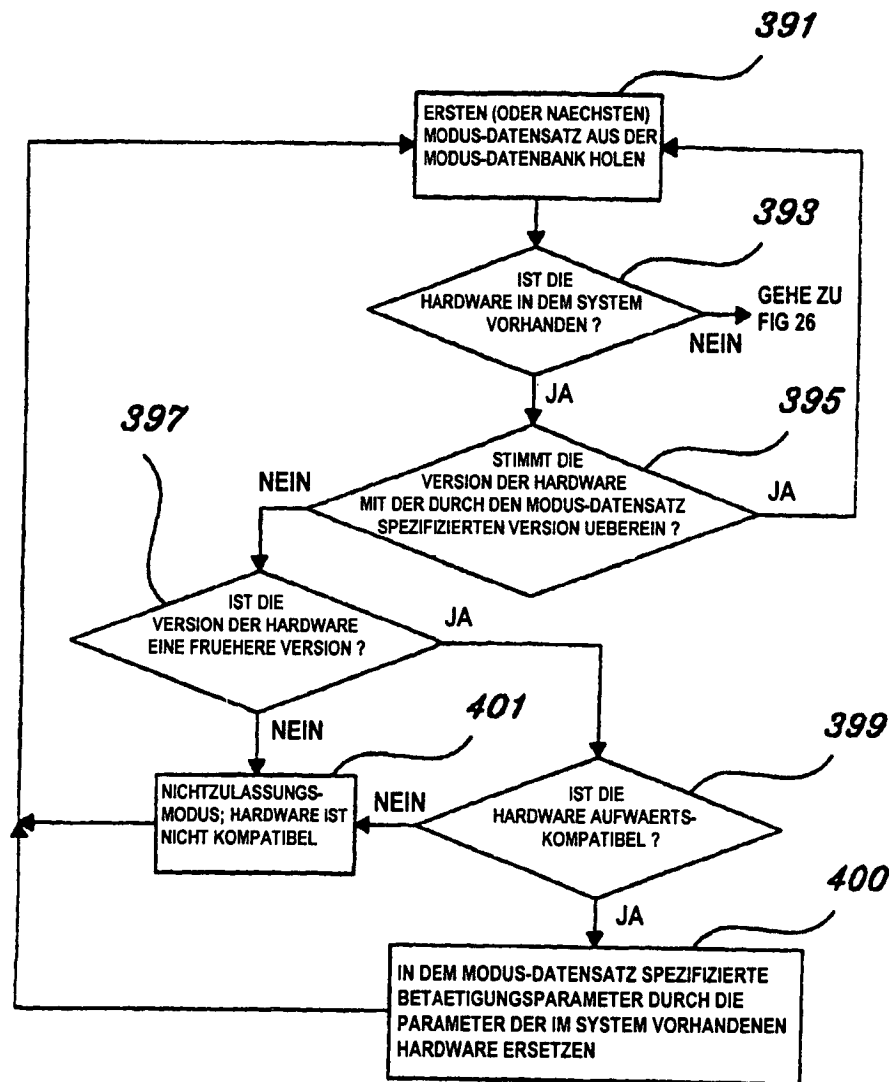
FIGUR 22



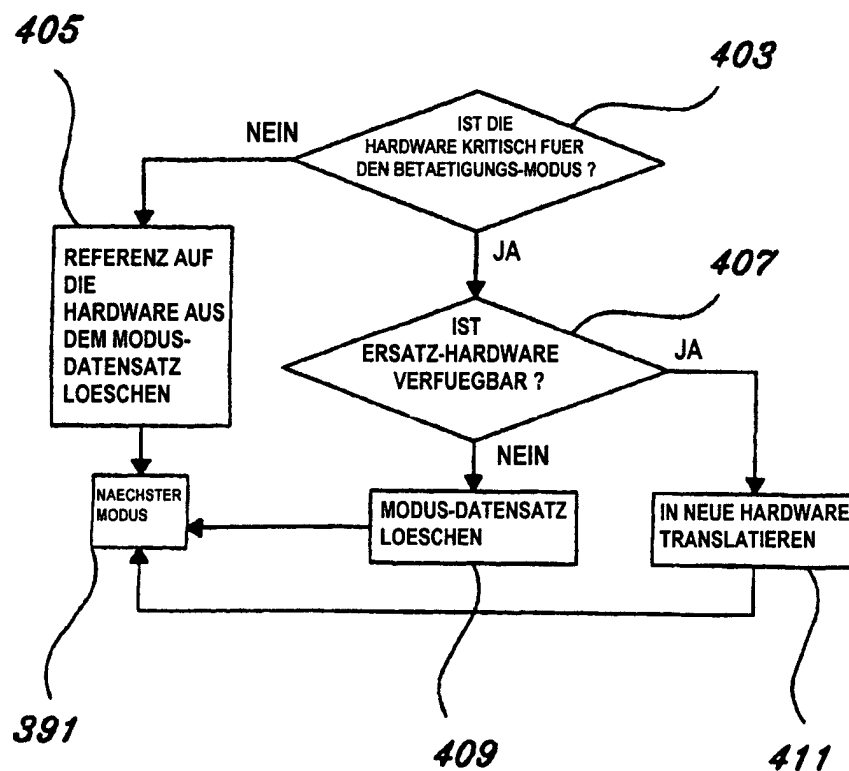
FIGUR 23



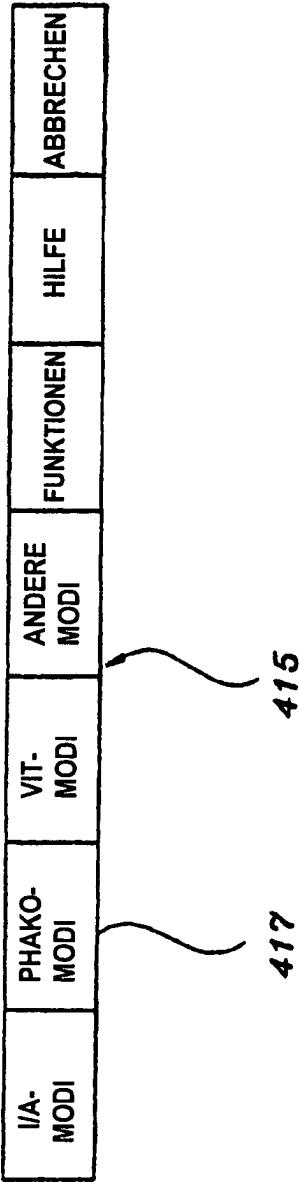
FIGUR 24



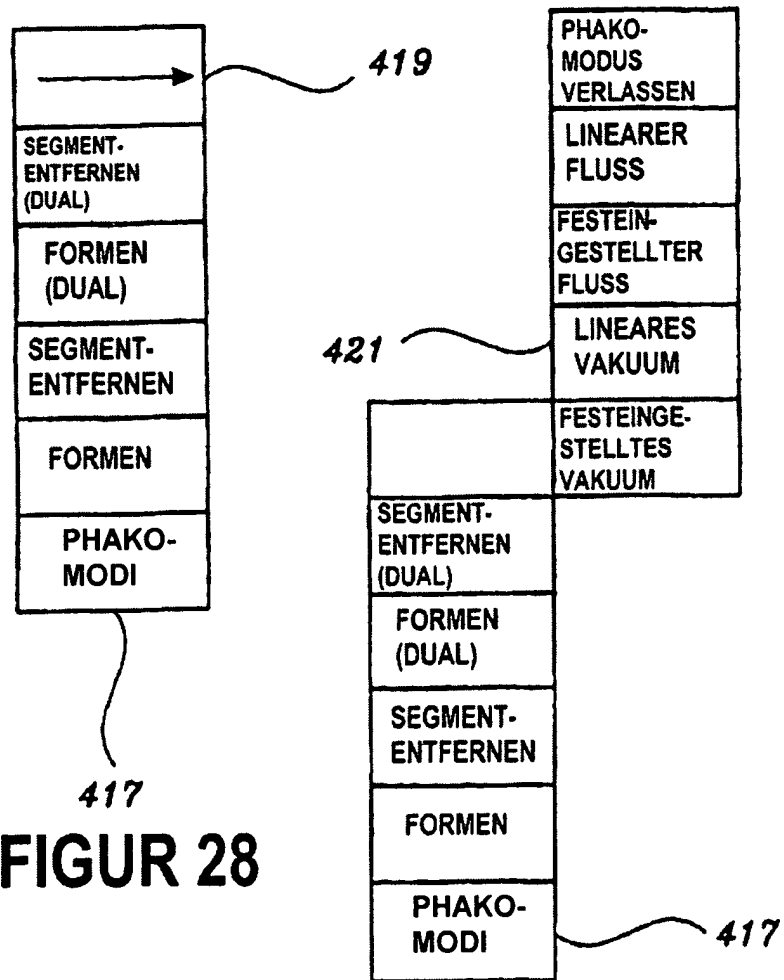
FIGUR 25



FIGUR 26



FIGUR 27

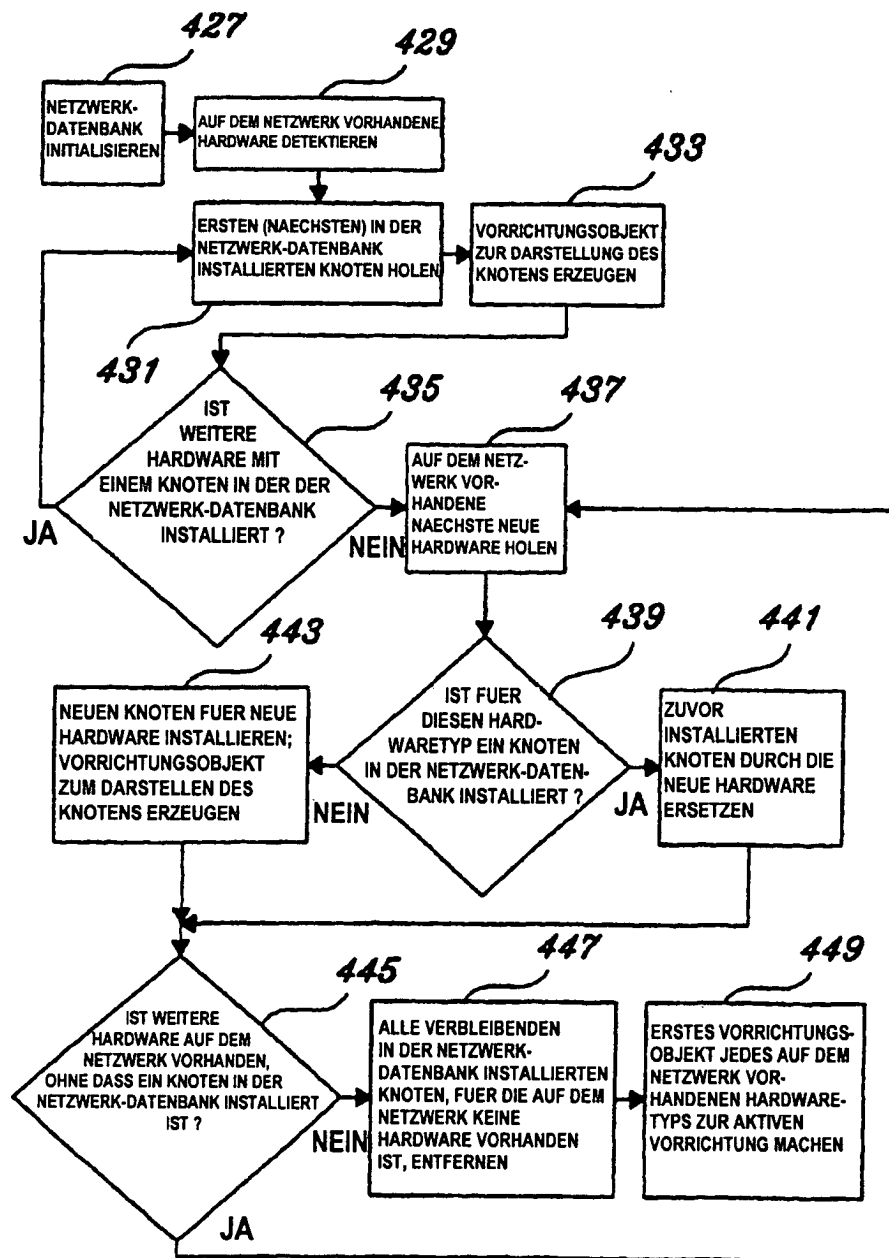


FIGUR 28

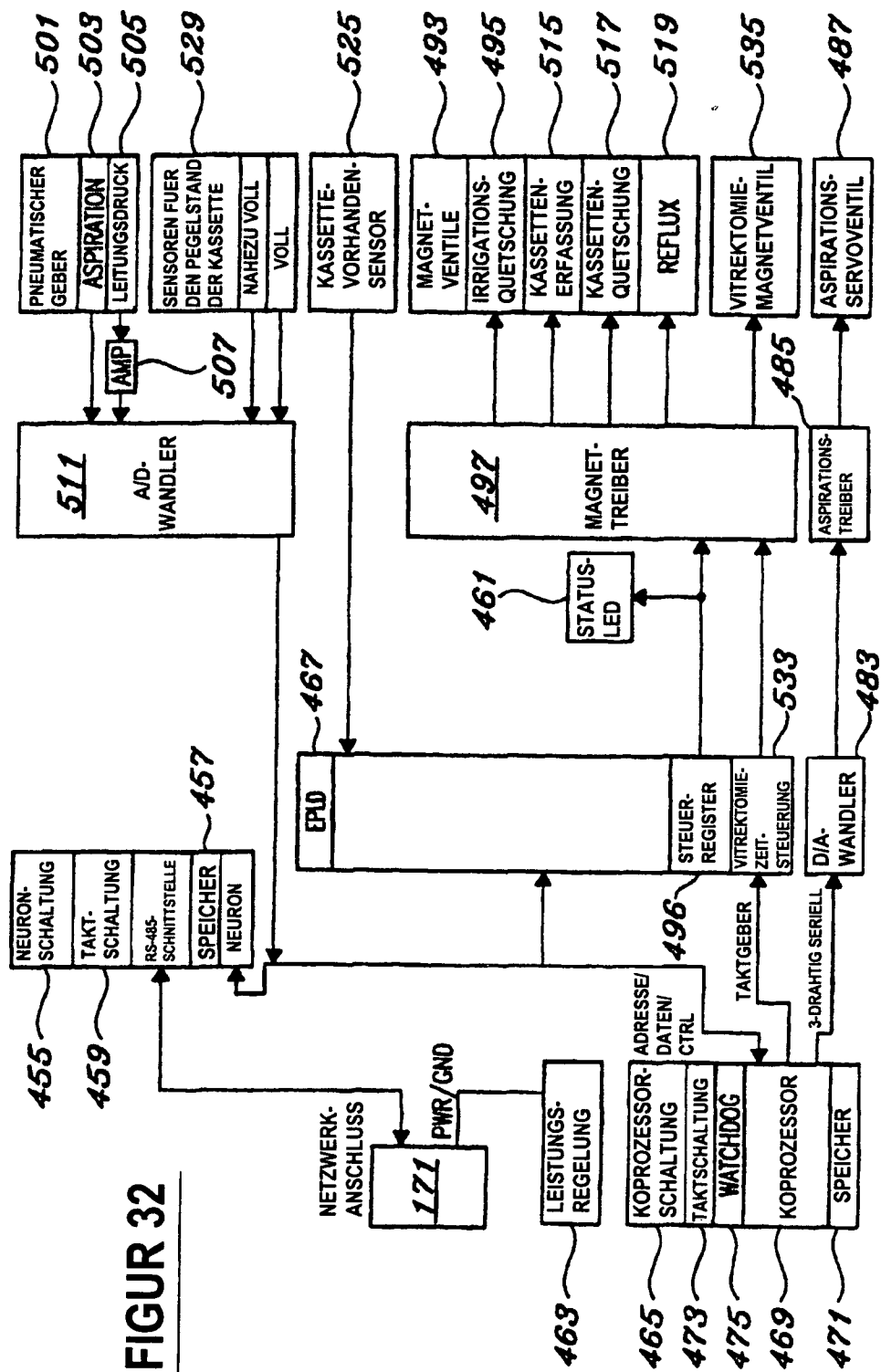
FIGUR 29

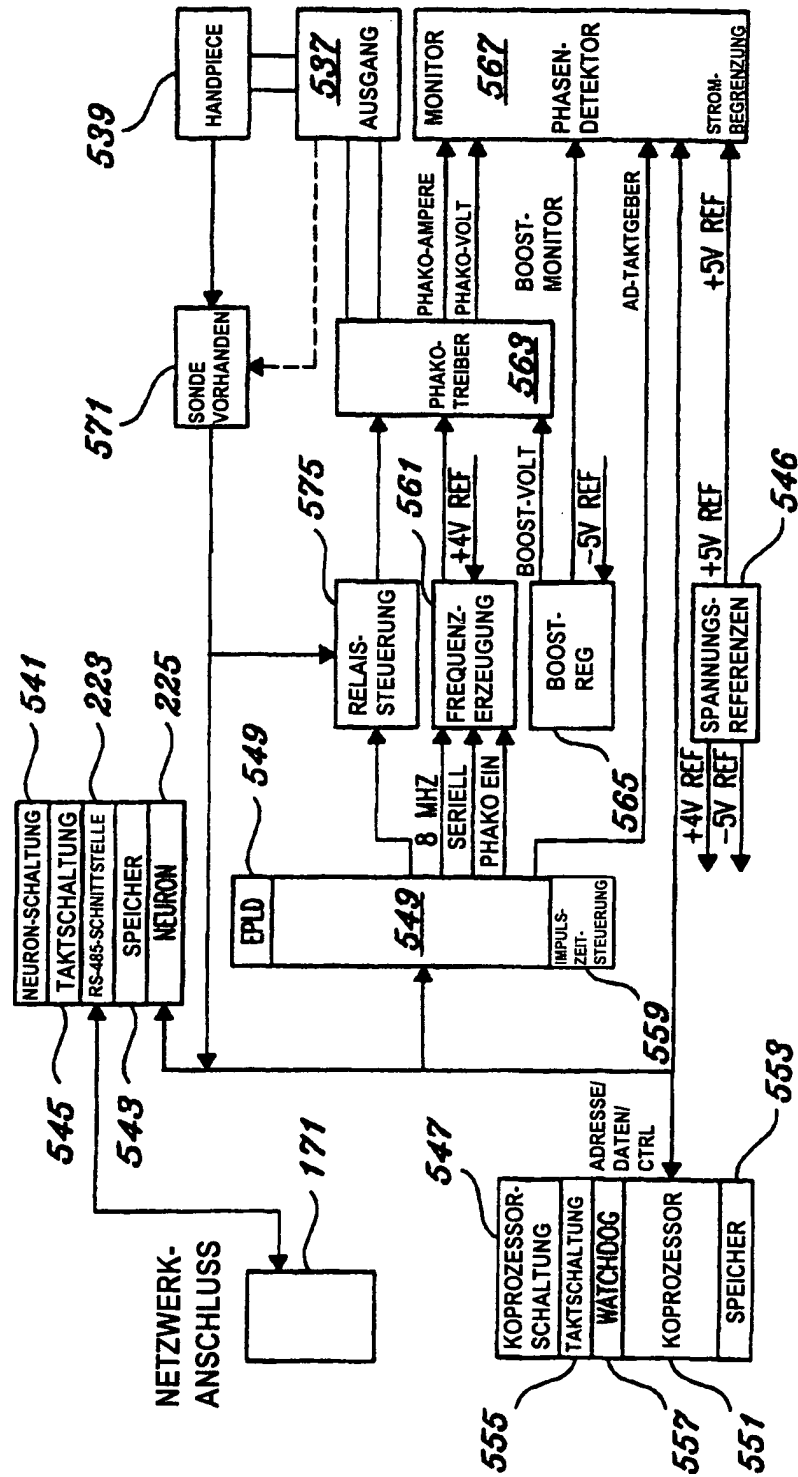
HOECHSTVAKUUM		EFFEKTIVES VAKUUM		IRR-STARTEN		AUSWERFEN	
400		100		5		400	
mmHg				ASP-ZEIT			
MAXIMALER U/S		EFFEKTIVER ULTRASCHALL		U/S KALIBRIERUNG		PPS	
30		15		0		0	
%		0		ABGELAUFENE ZEIT: 0:00		30	
				ZEIT-RESET			
FESTEINGESTELLTE KOAGULATION							
12							
%							
I/A-MODI	LINEARES VAKUUM	VITREKTOMIE-MODI	ANDERE MODI	FUNKTIONEN	HILFE	ABBRECHEN	

FIGUR 30

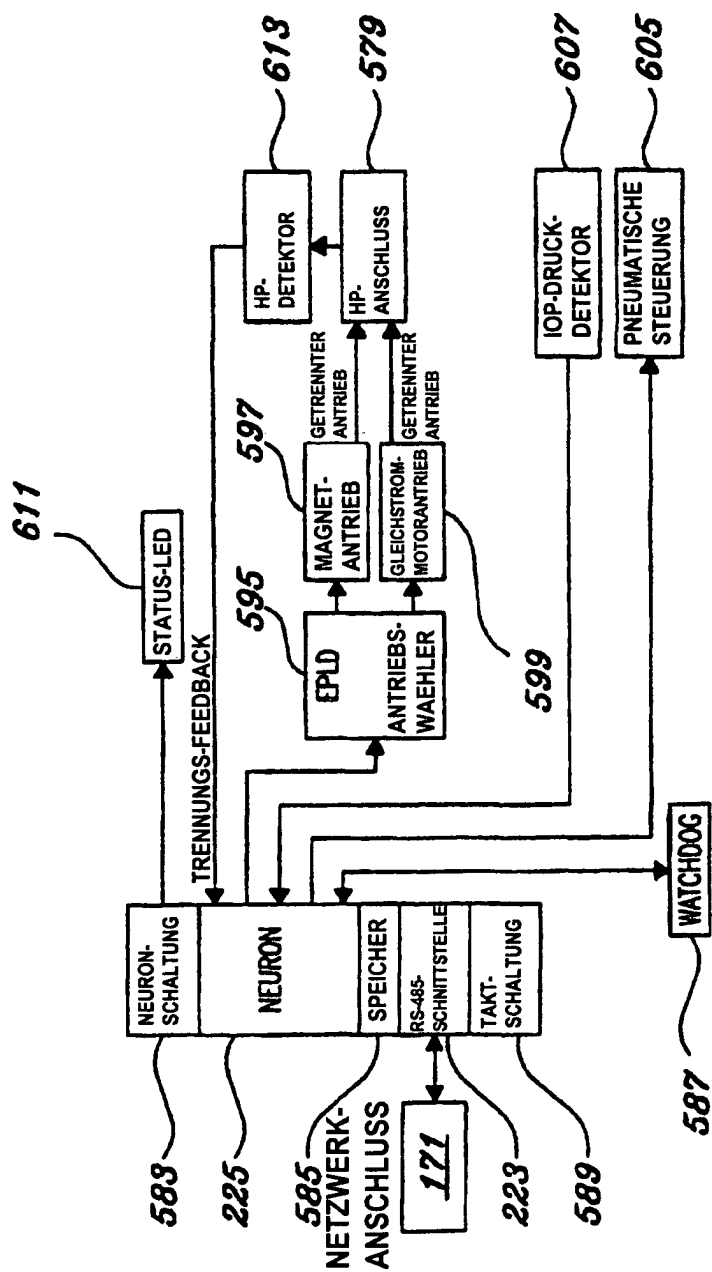


FIGUR 31

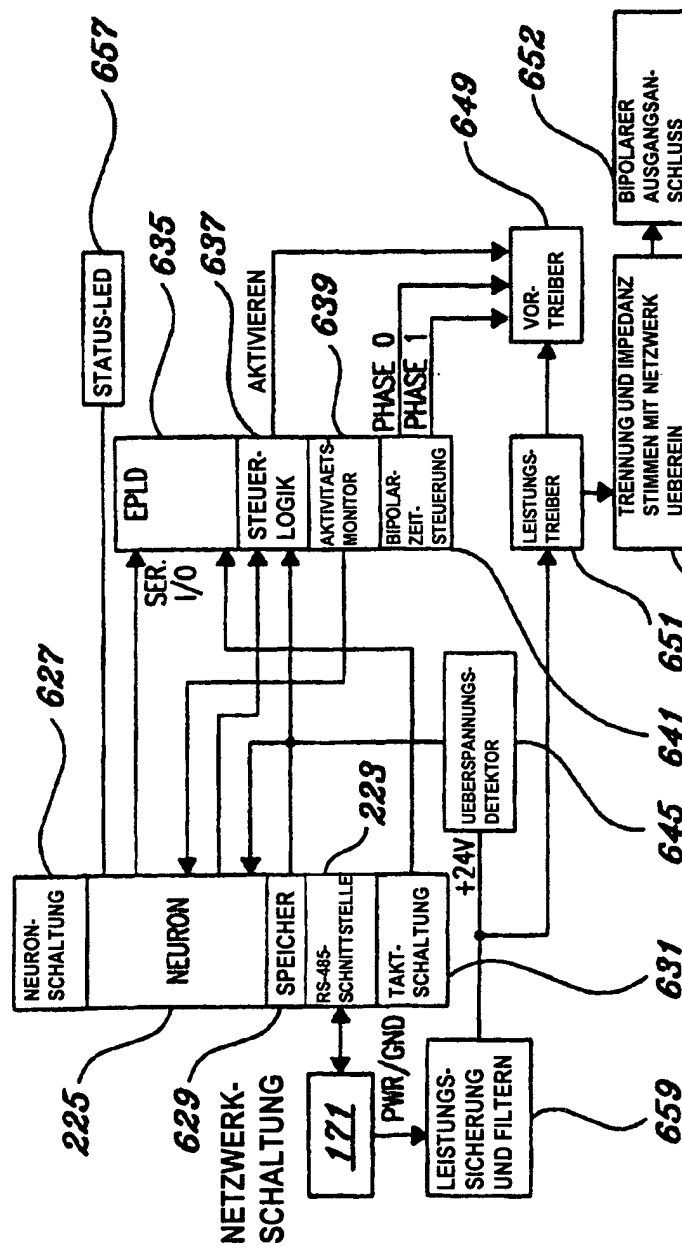




FIGUR 33



FIGUR 34



FIGUR 35

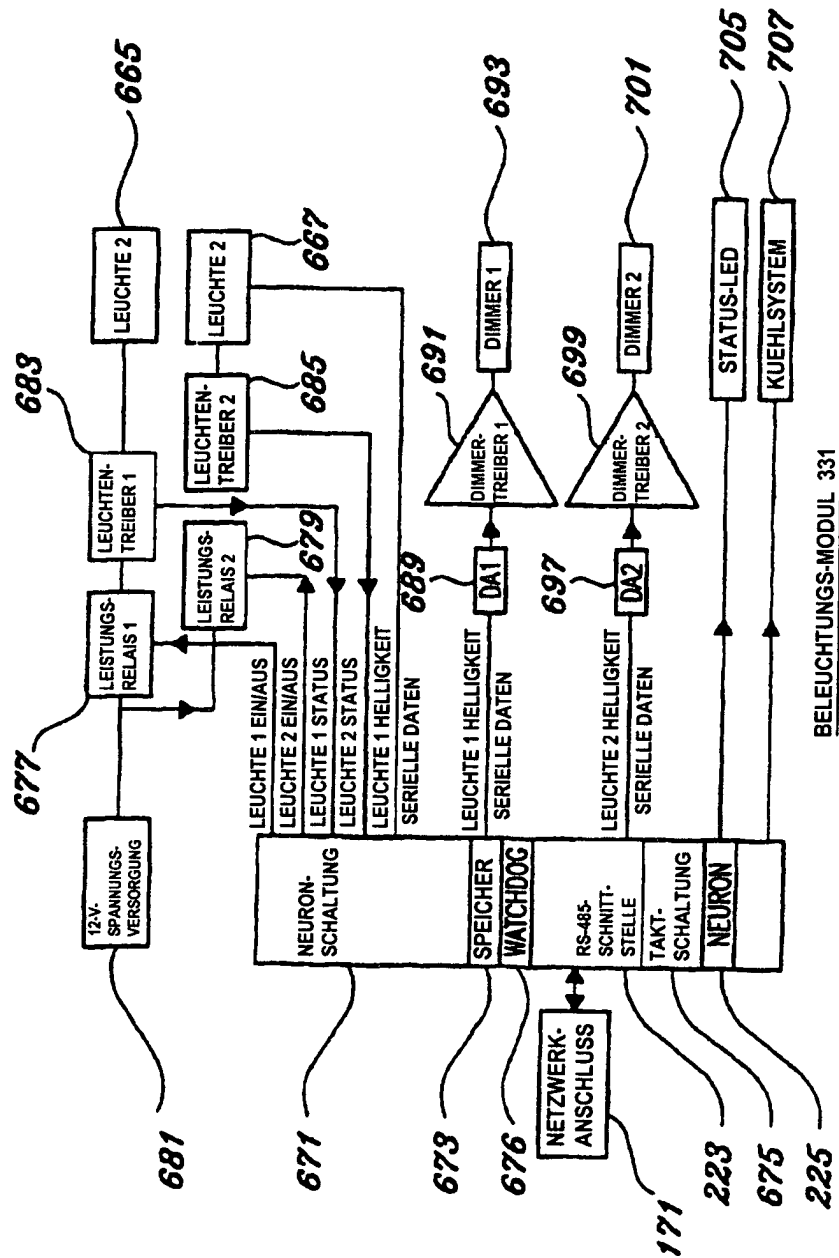
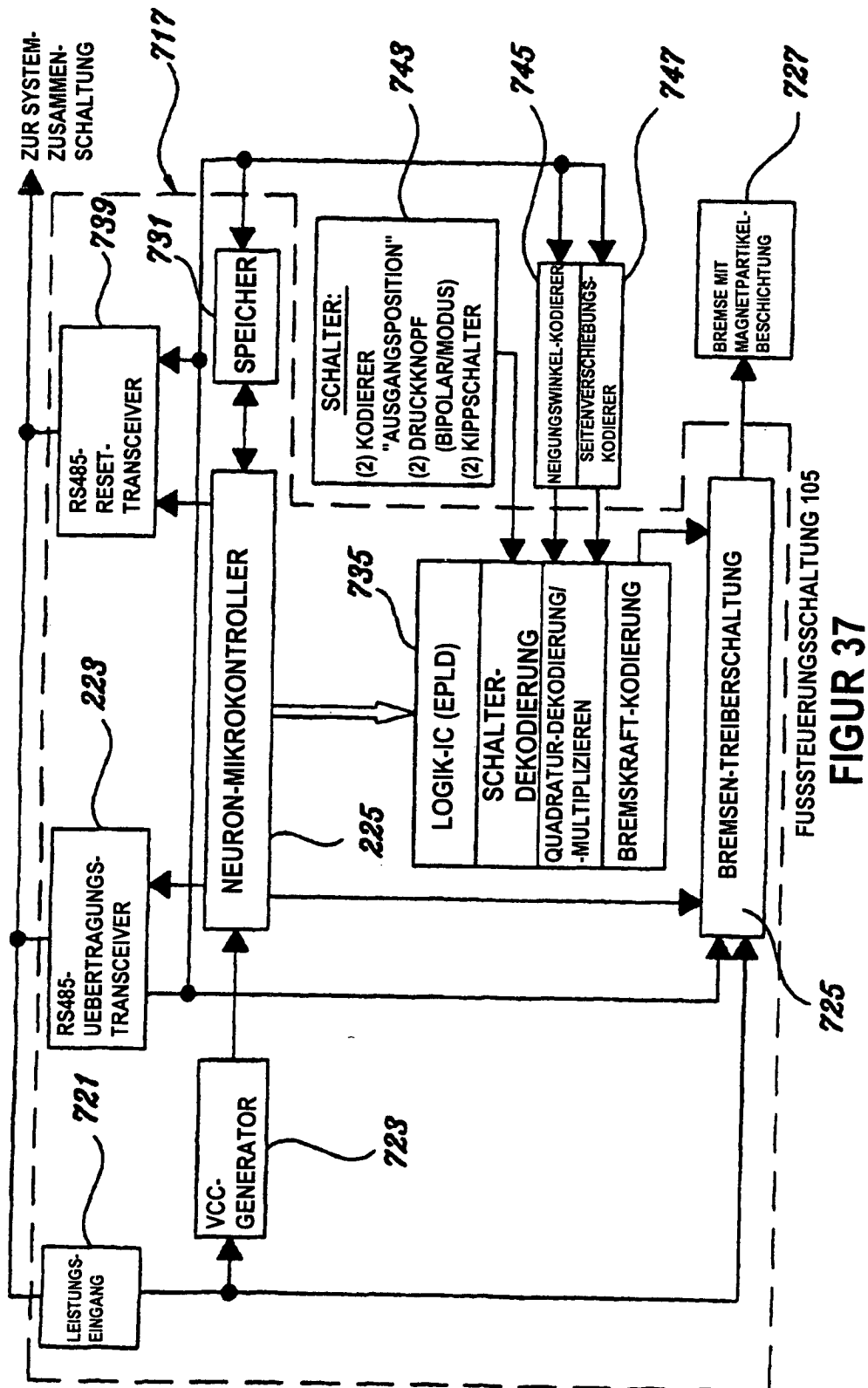
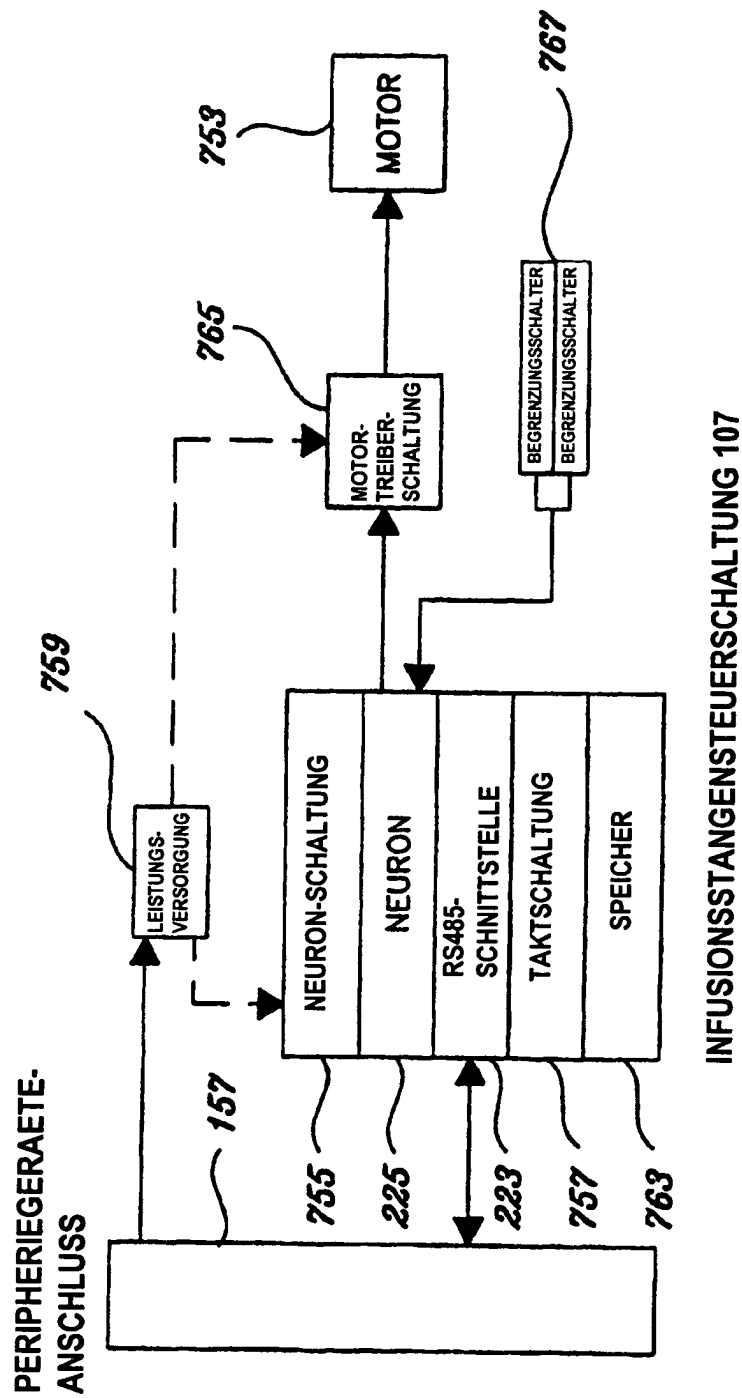


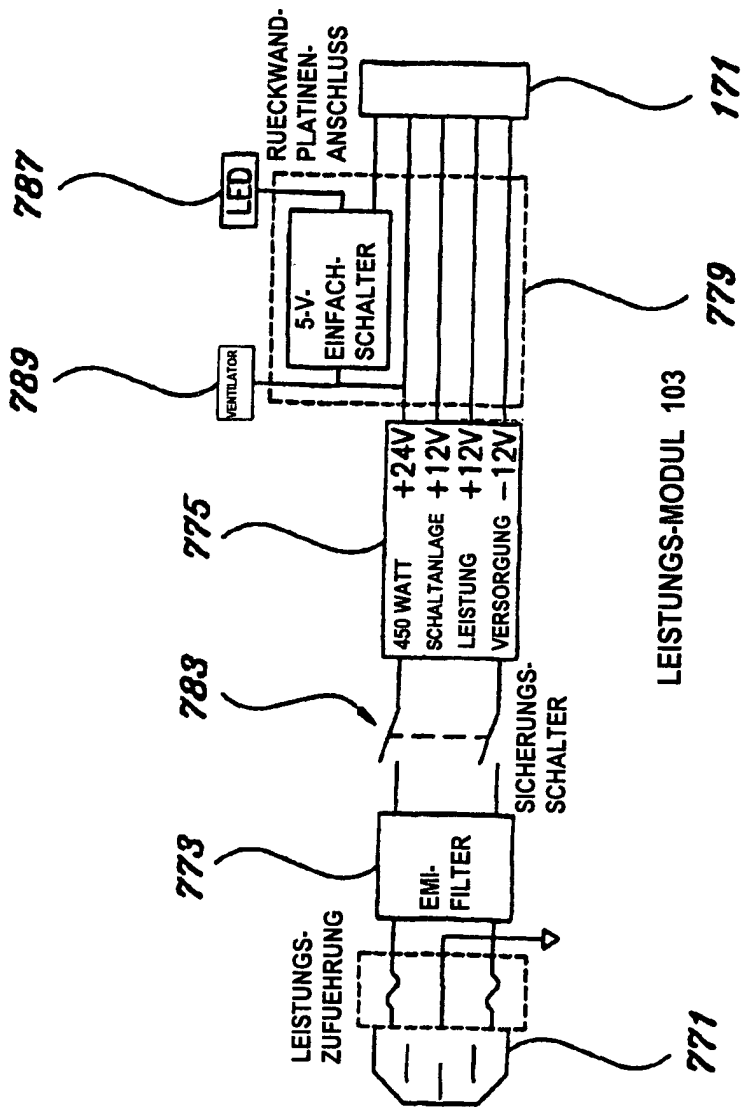
FIGURE 36



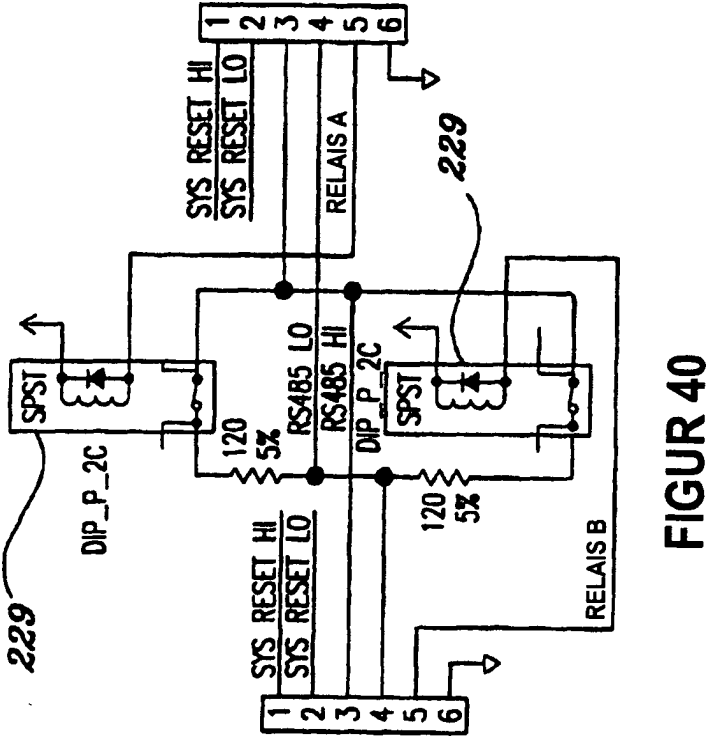
FIGUR 37



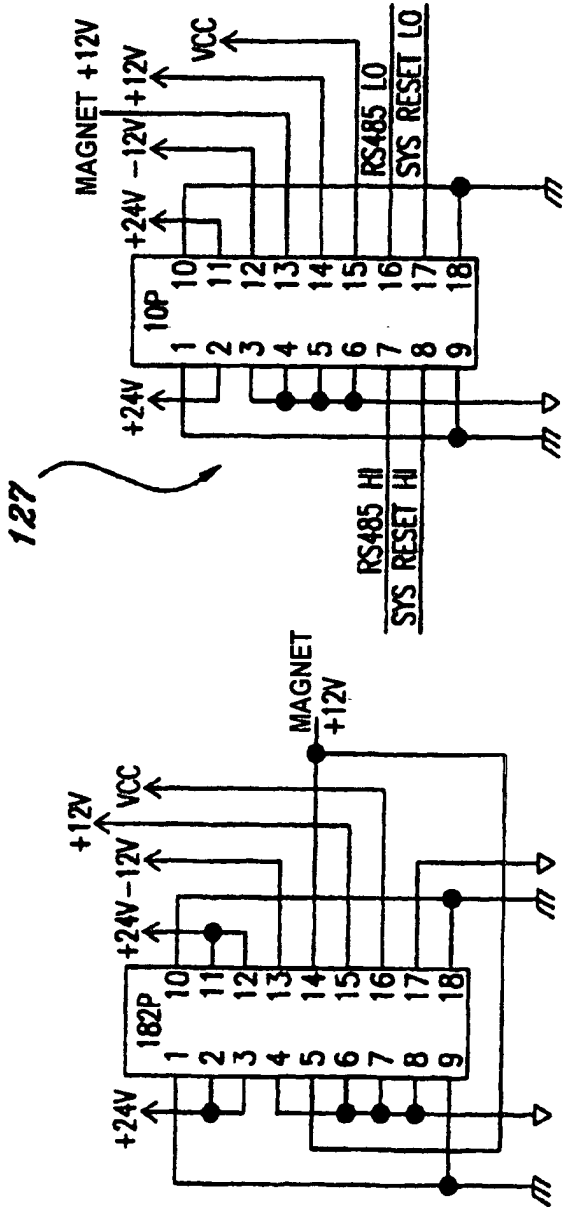
FIGUR 38



FIGUR 39

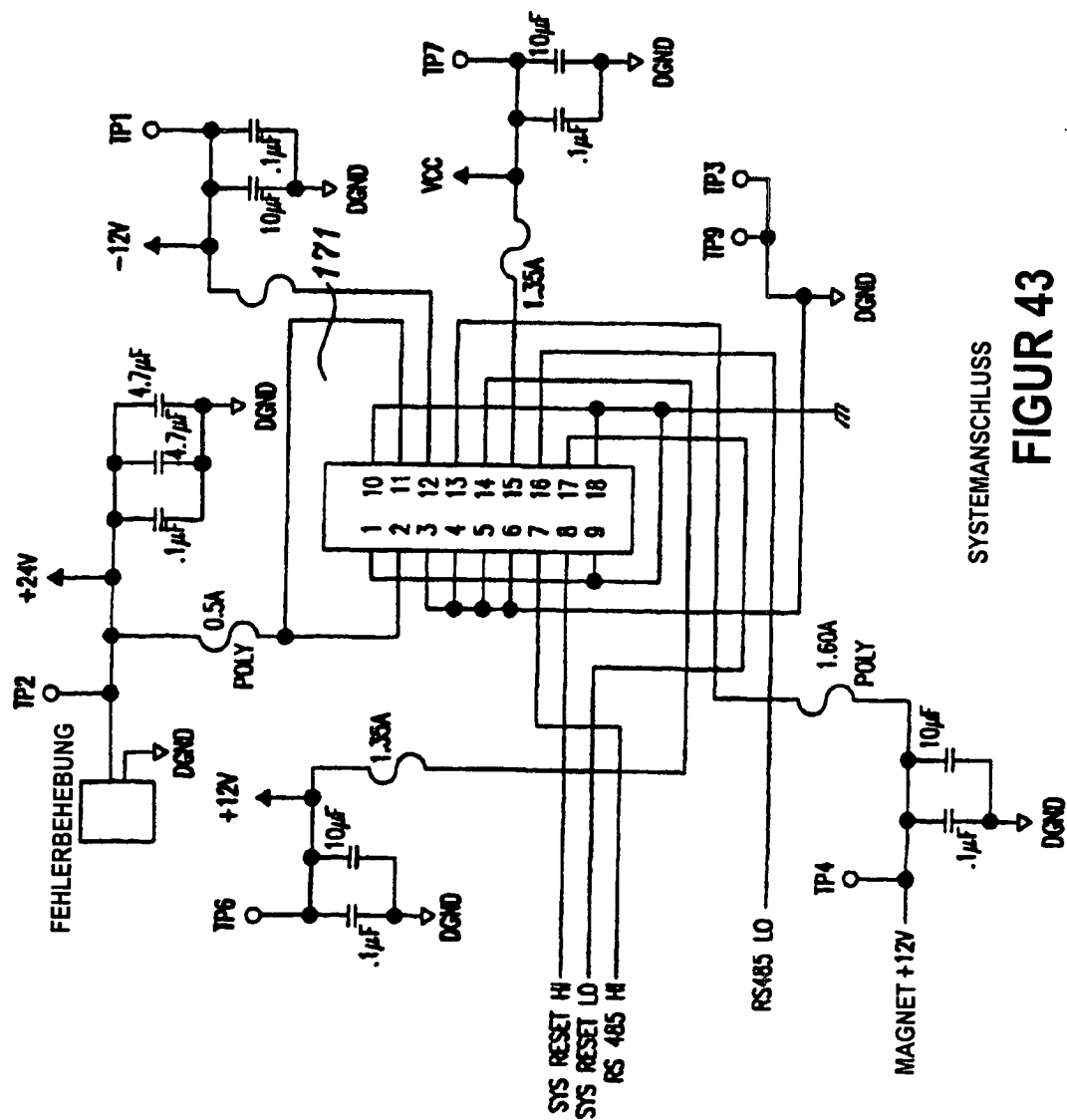


FIGUR 40

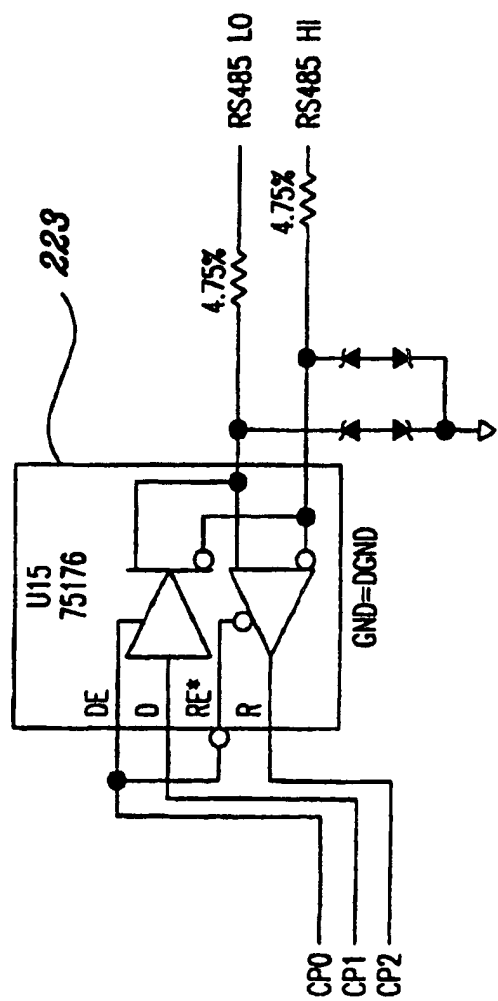


FIGUR 42

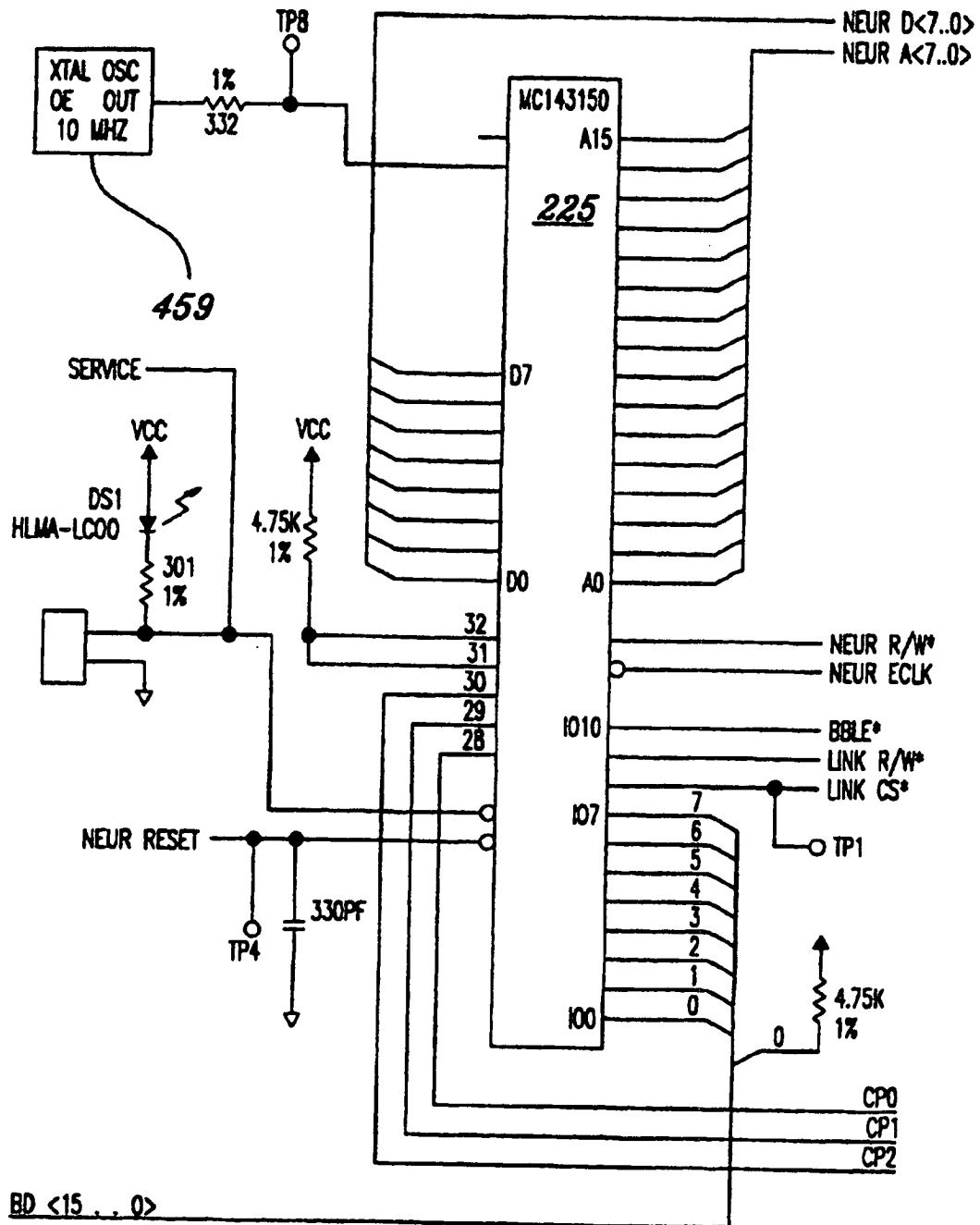
FIGUR 41



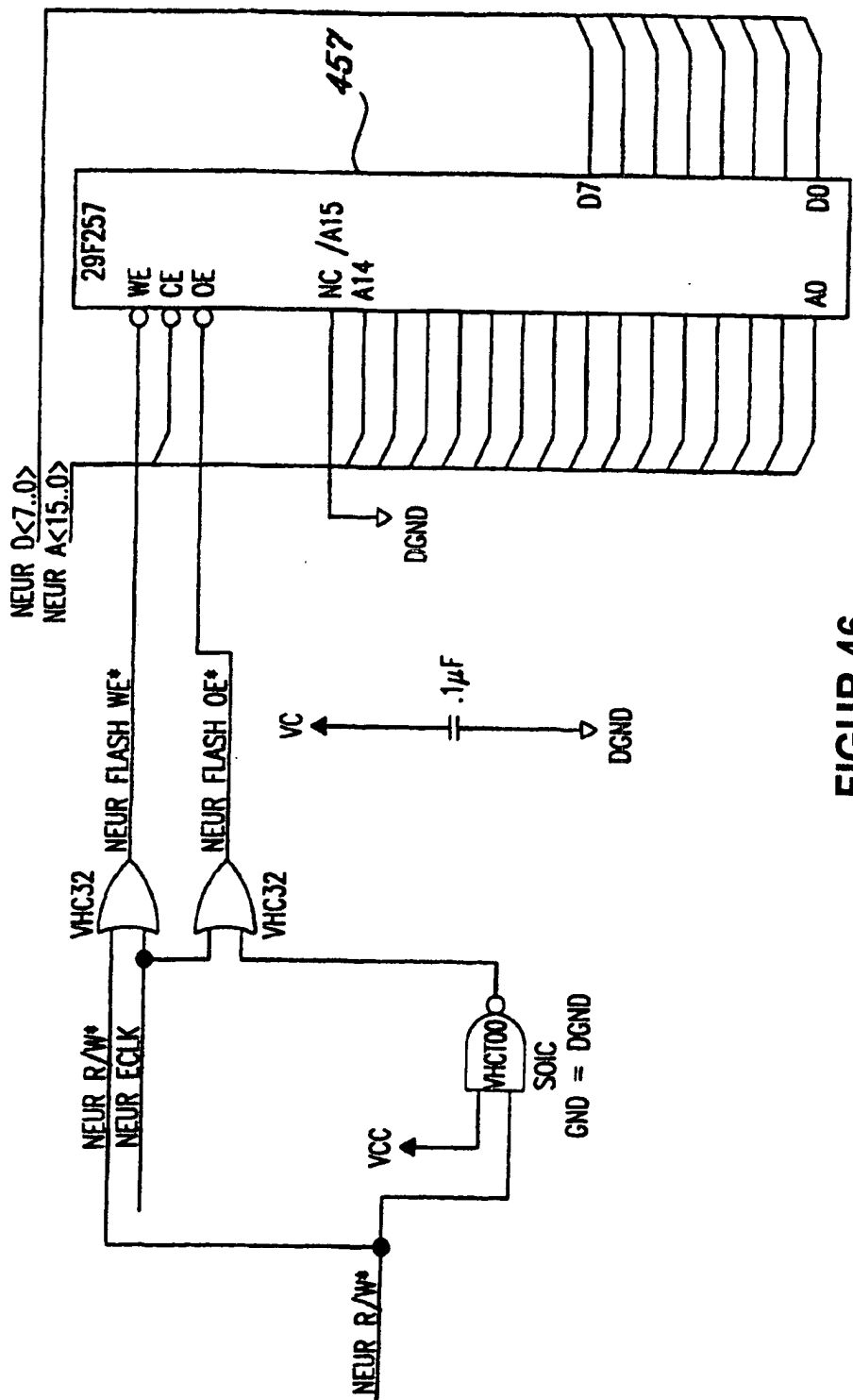
SYSTEMANSCHLUSS



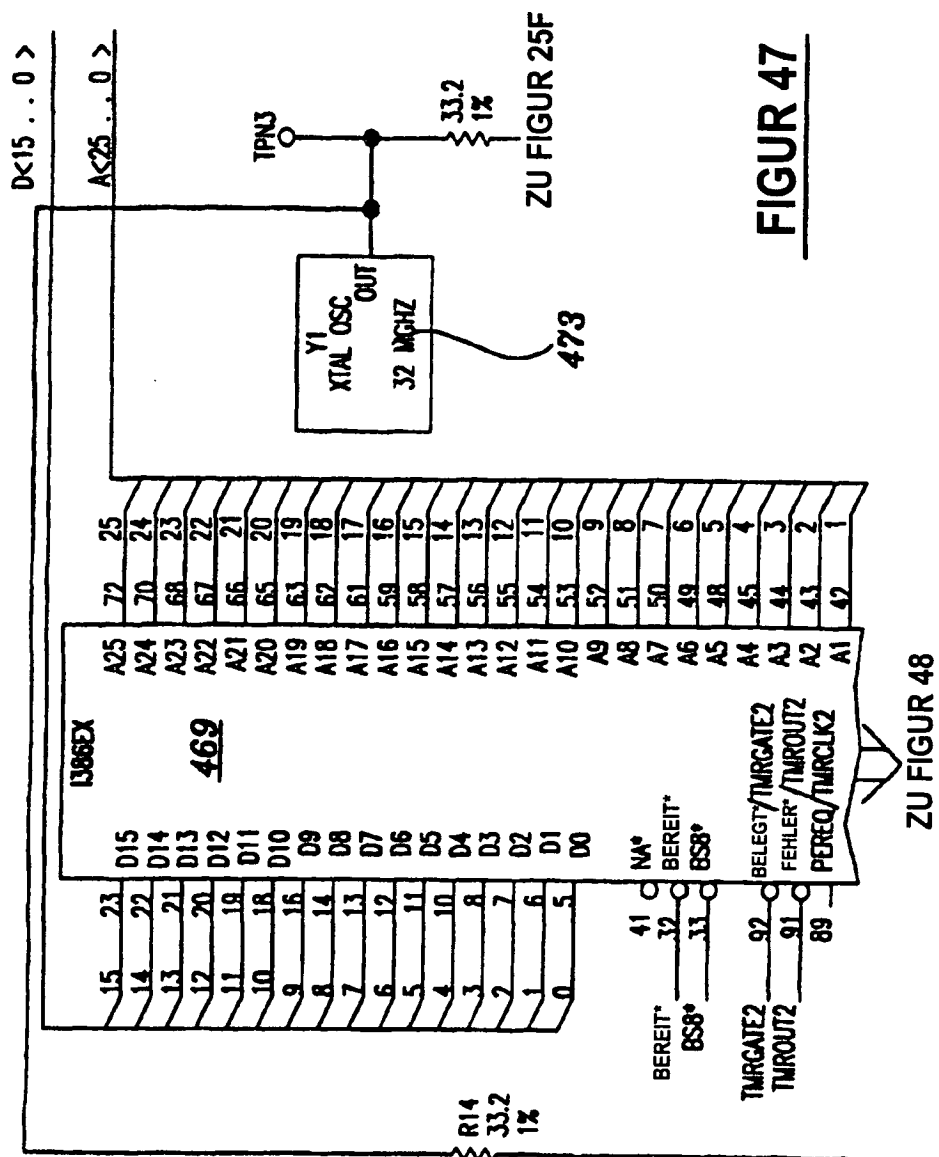
FIGUR 44

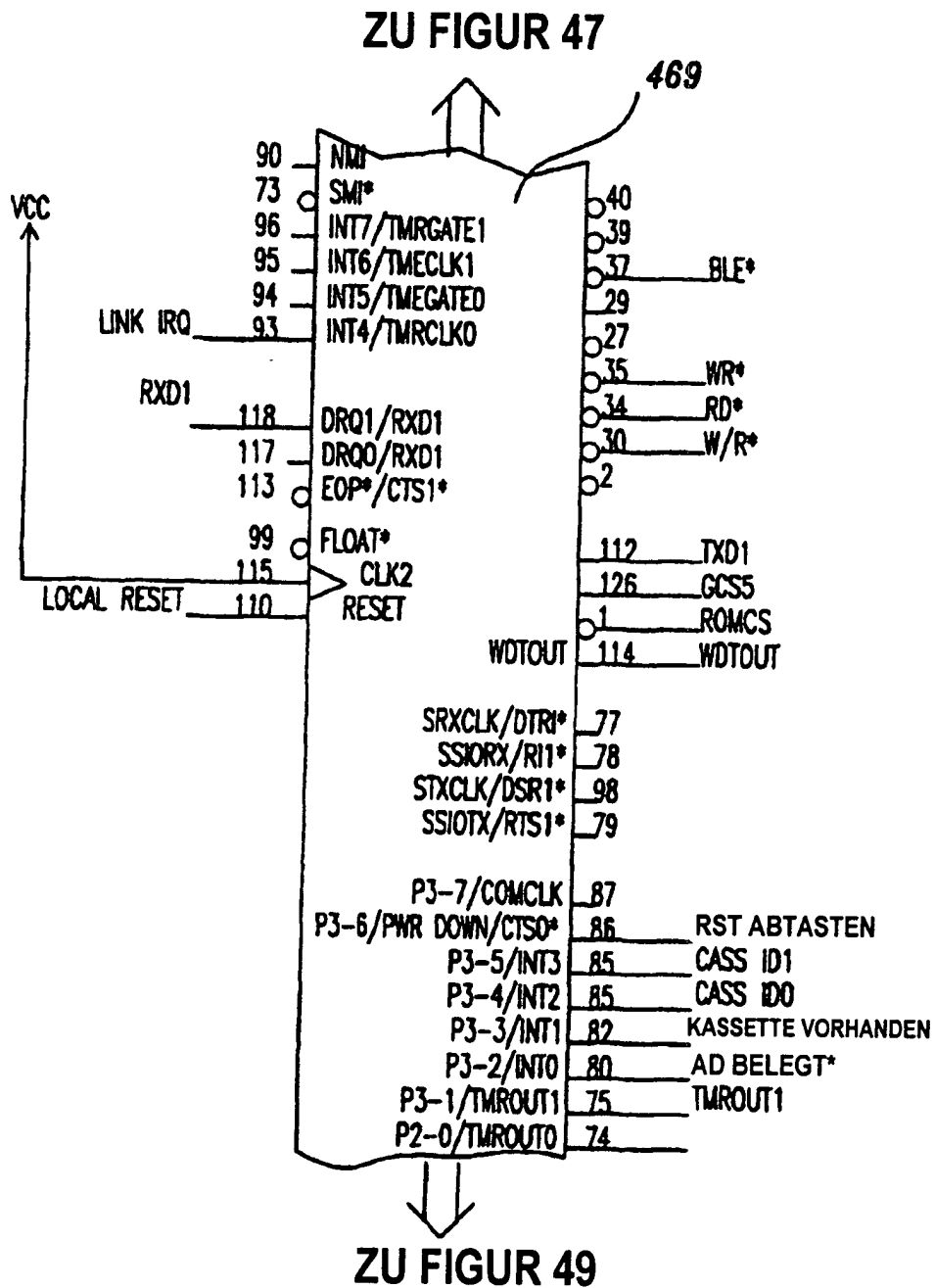


FIGUR 45

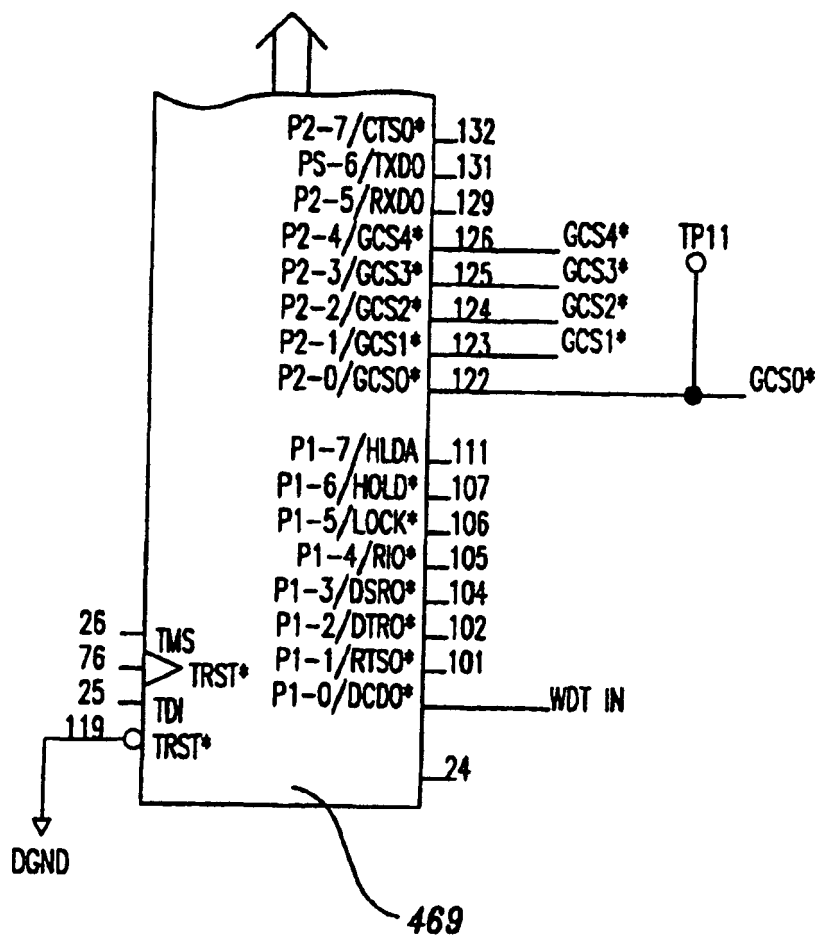


FIGUR 46

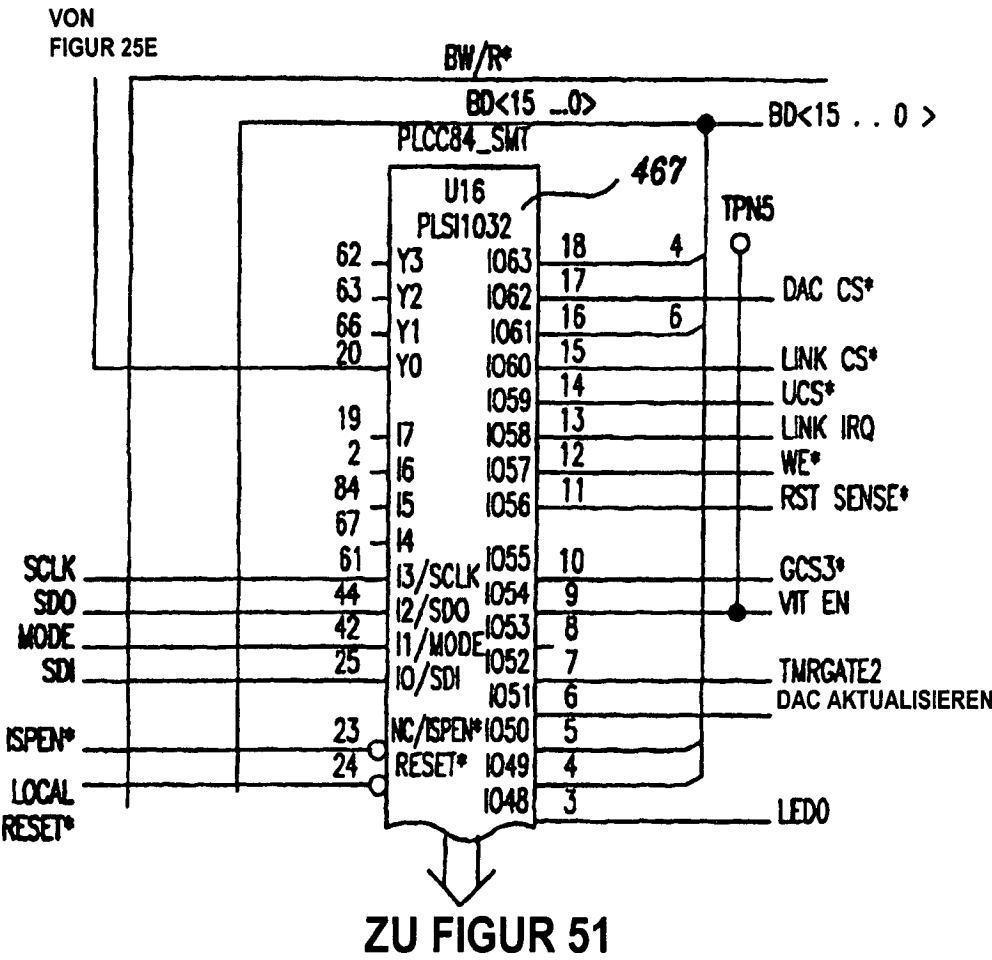




ZU FIGUR 48

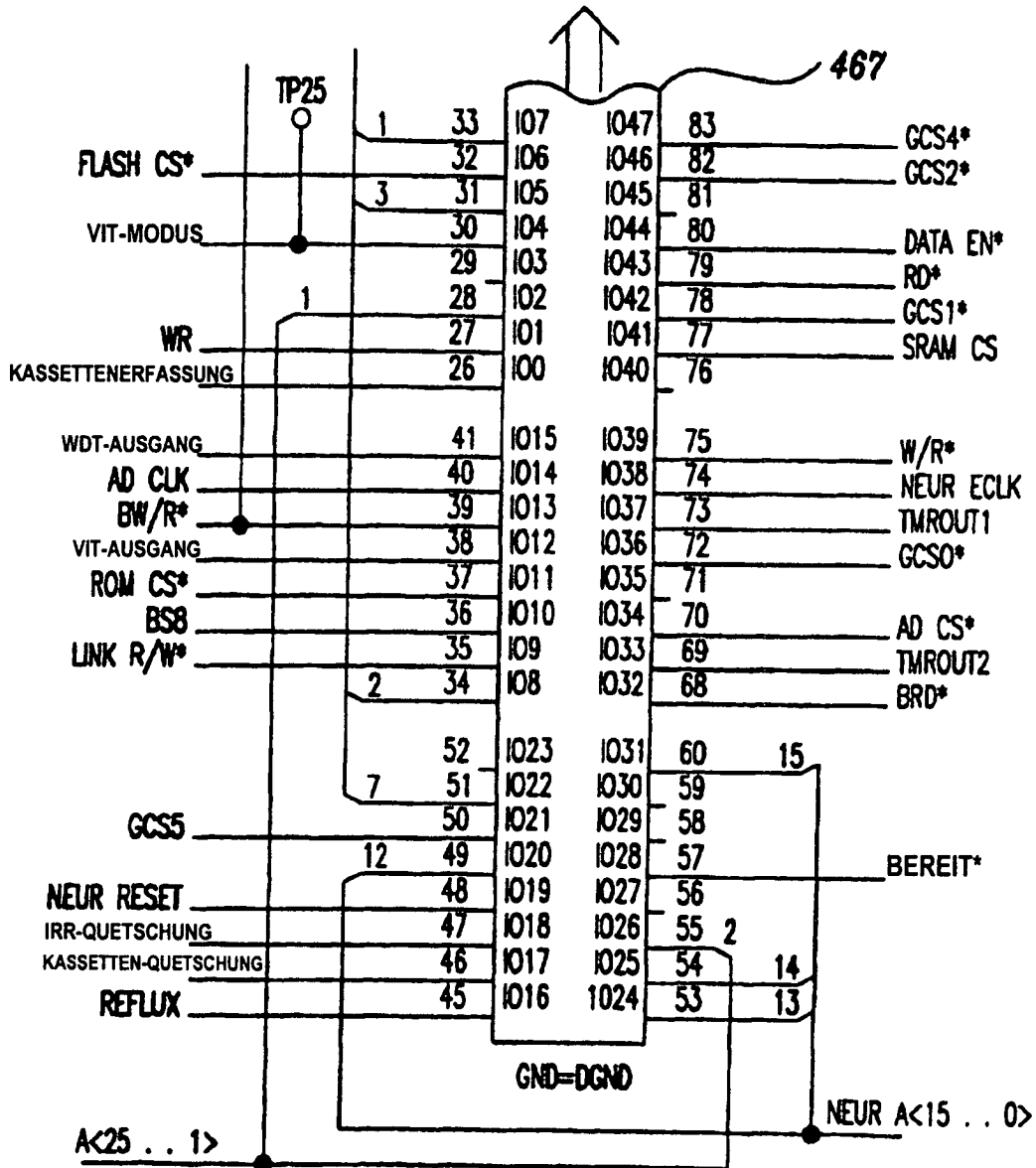


FIGUR 49

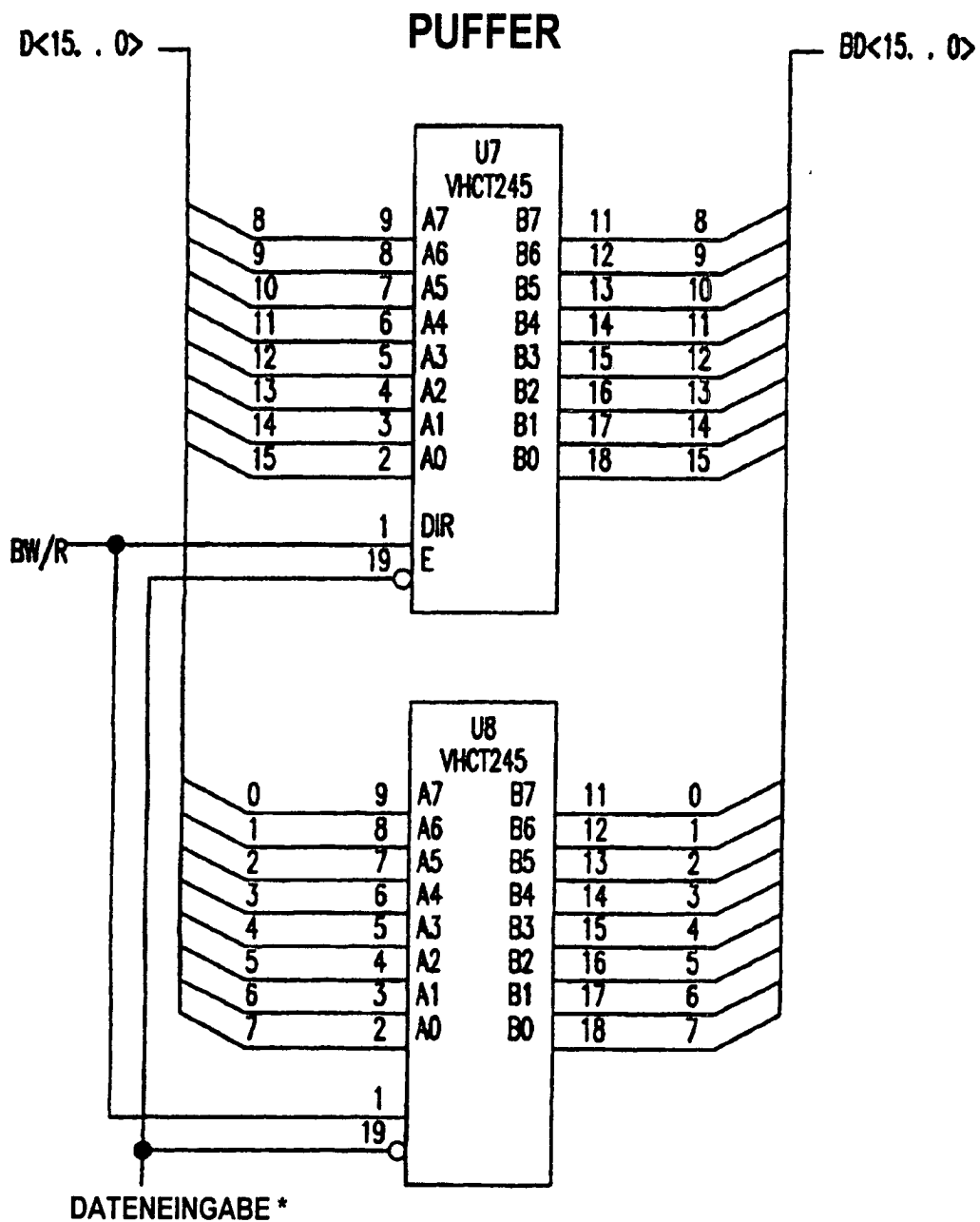


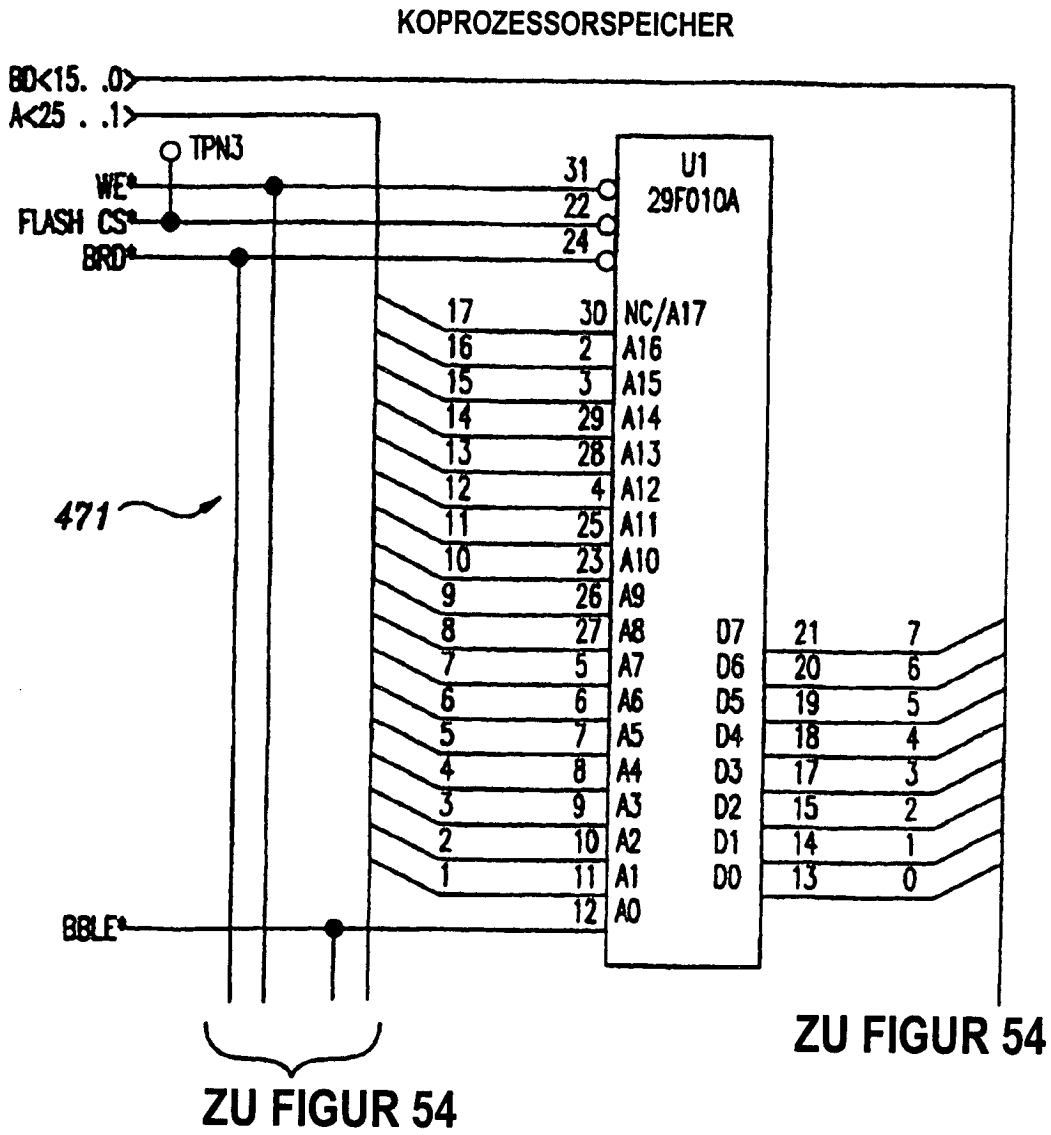
FIGUR 50

ZU FIGUR 50

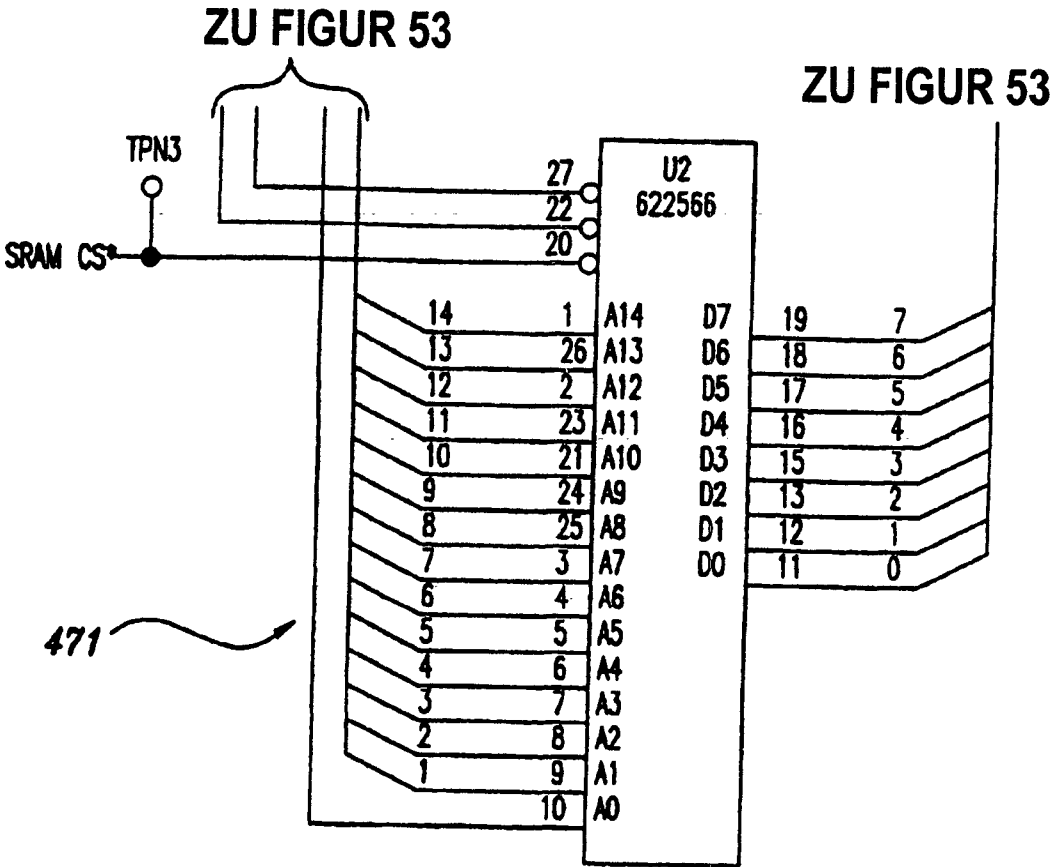


FIGUR 51

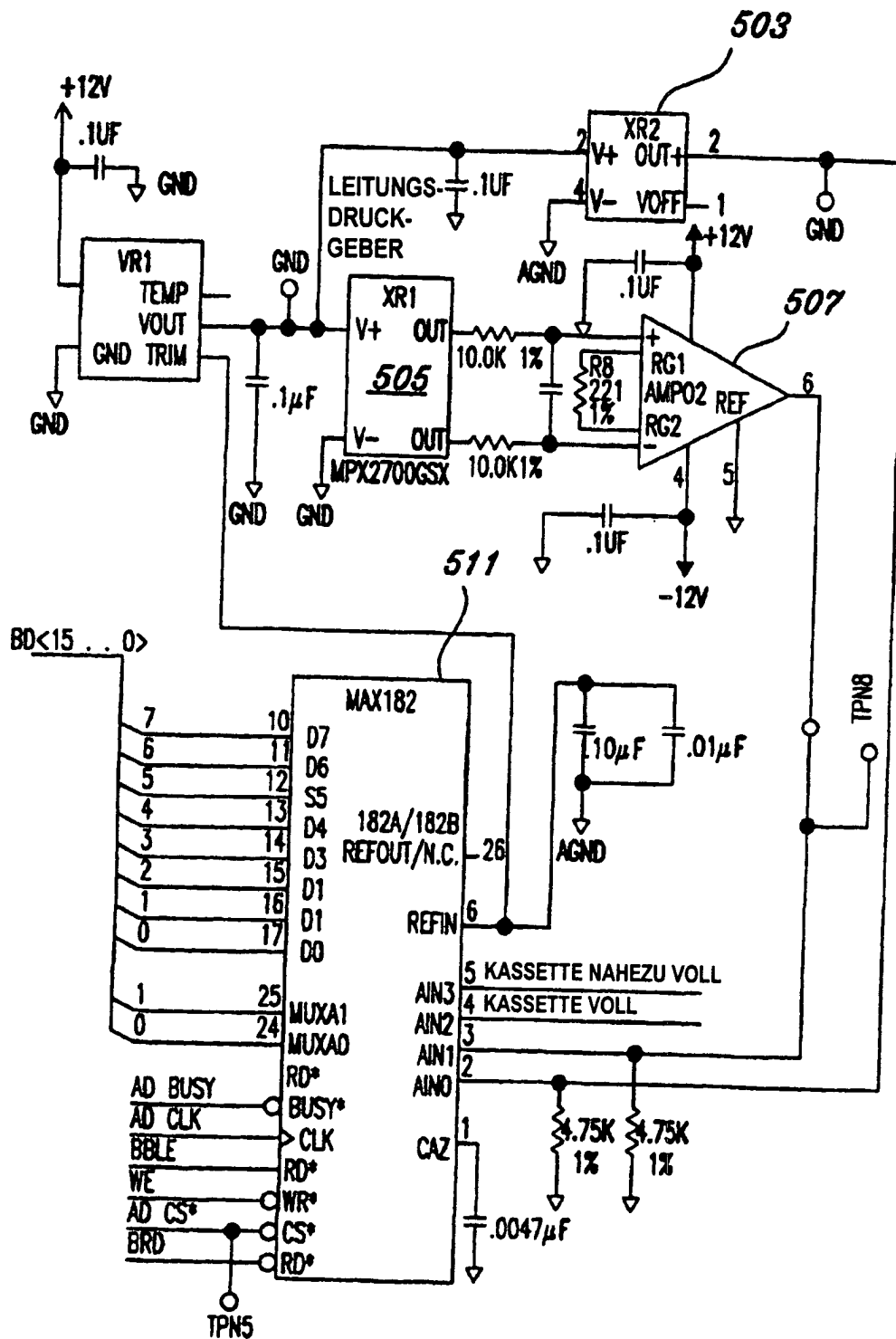
**FIGUR 52**



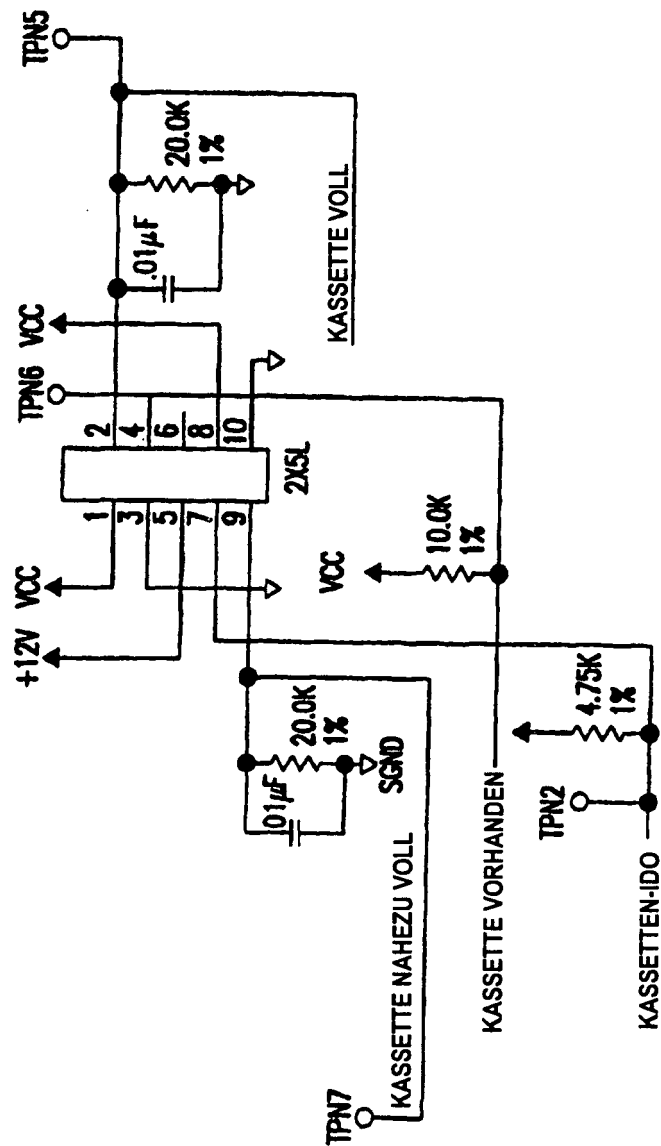
FIGUR 53



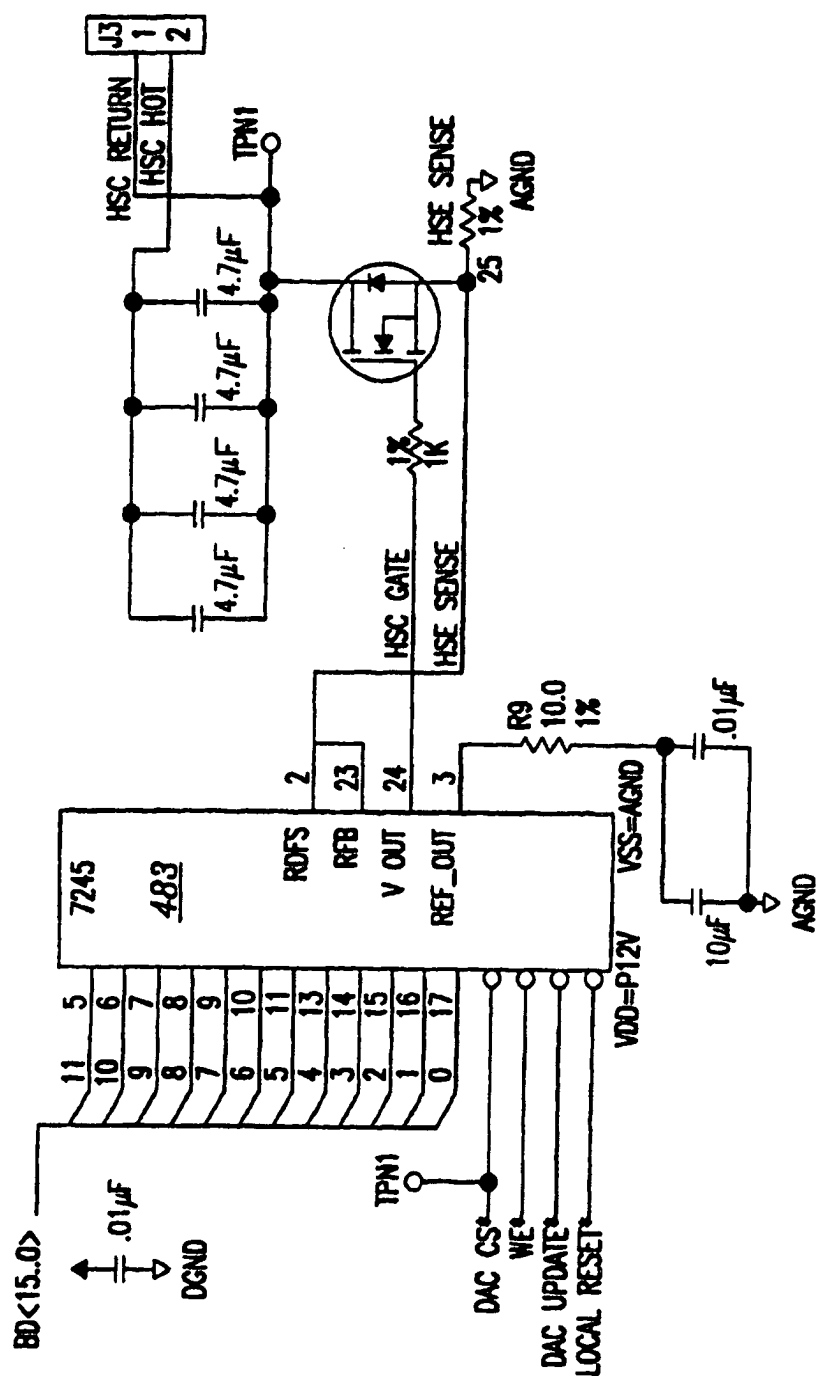
FIGUR 54



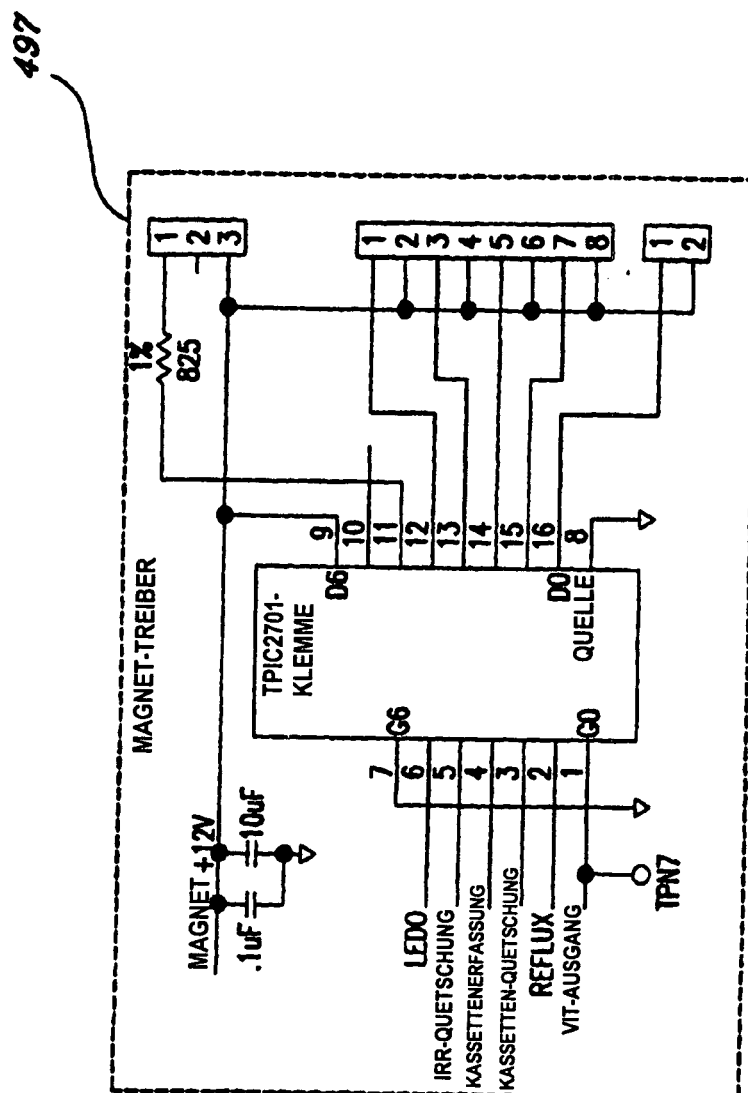
FIGUR 55



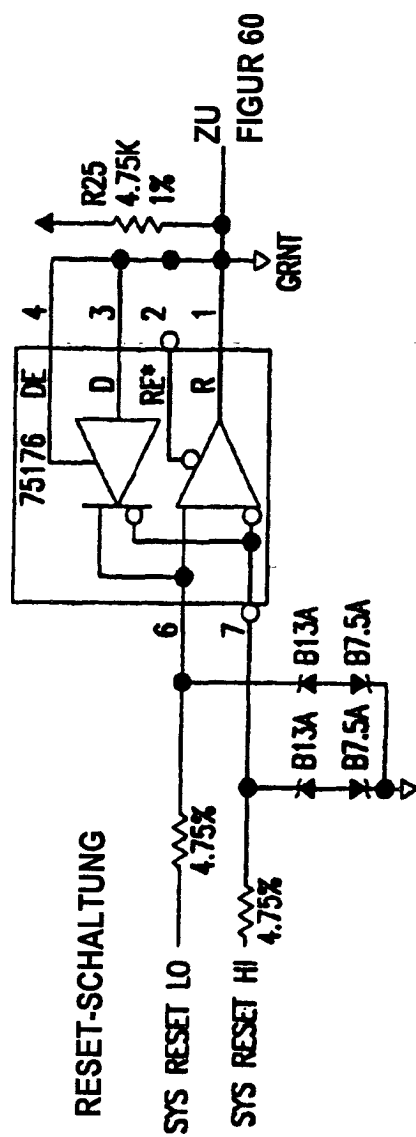
FIGUR 56



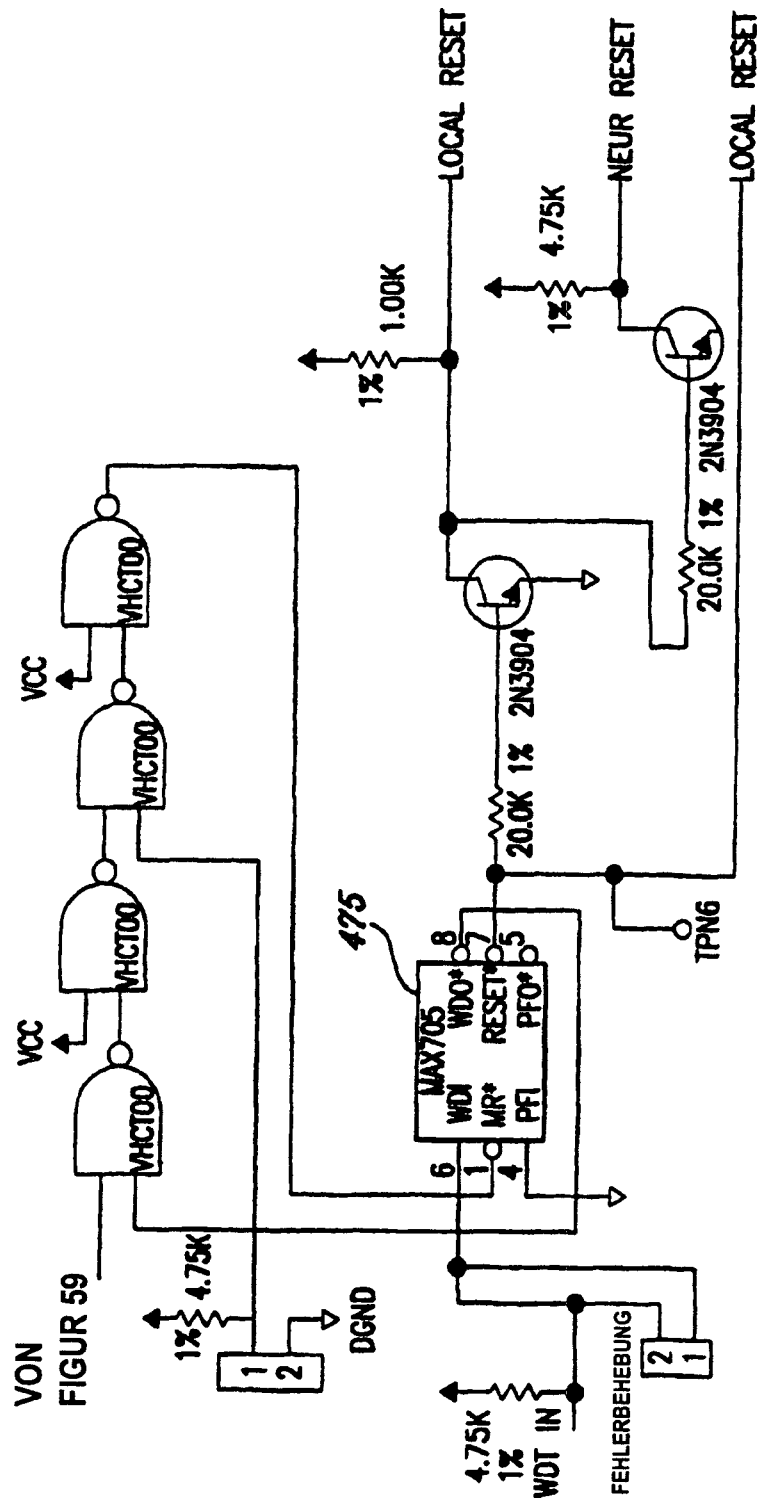
FIGUR 57



FIGUR 58

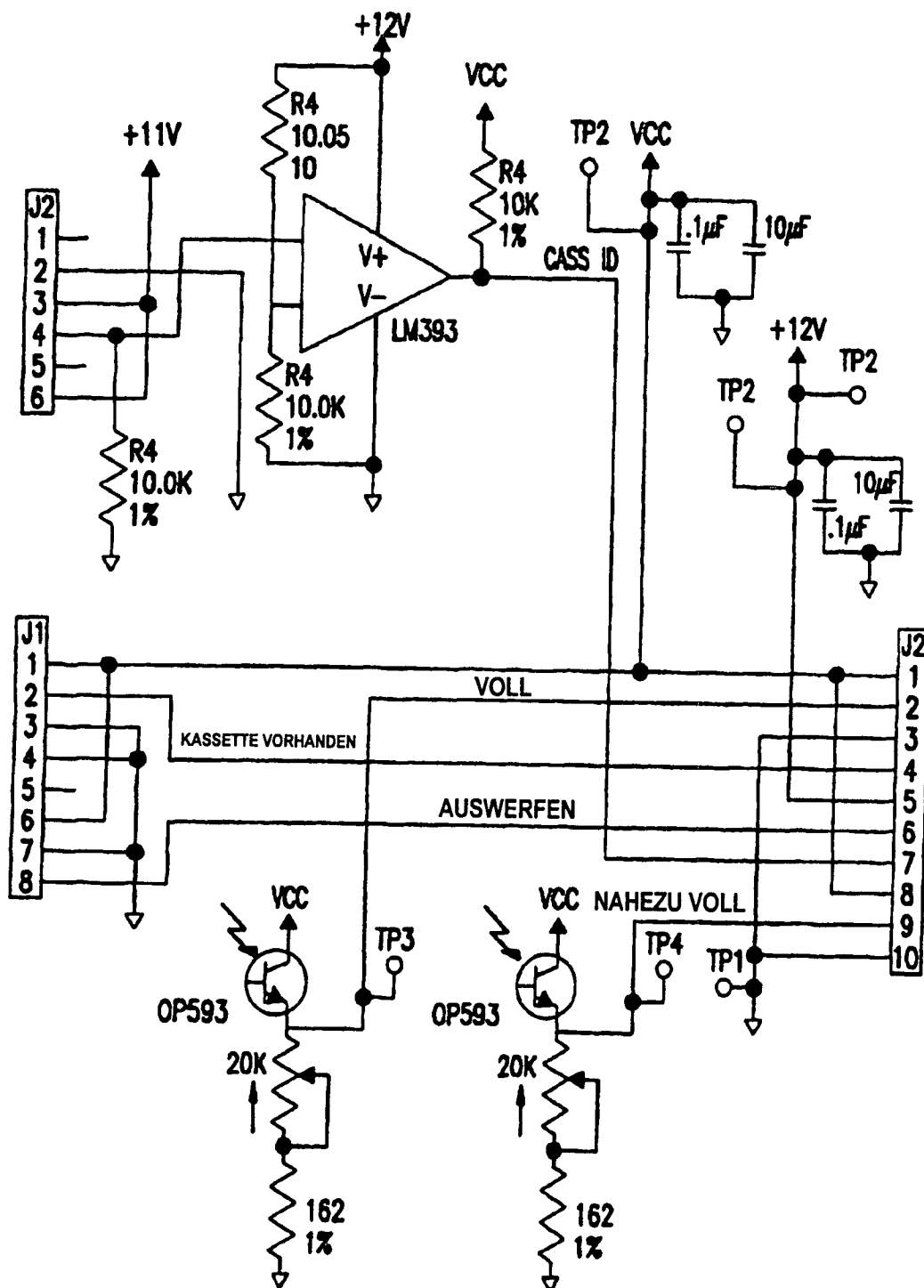


FIGUR 59

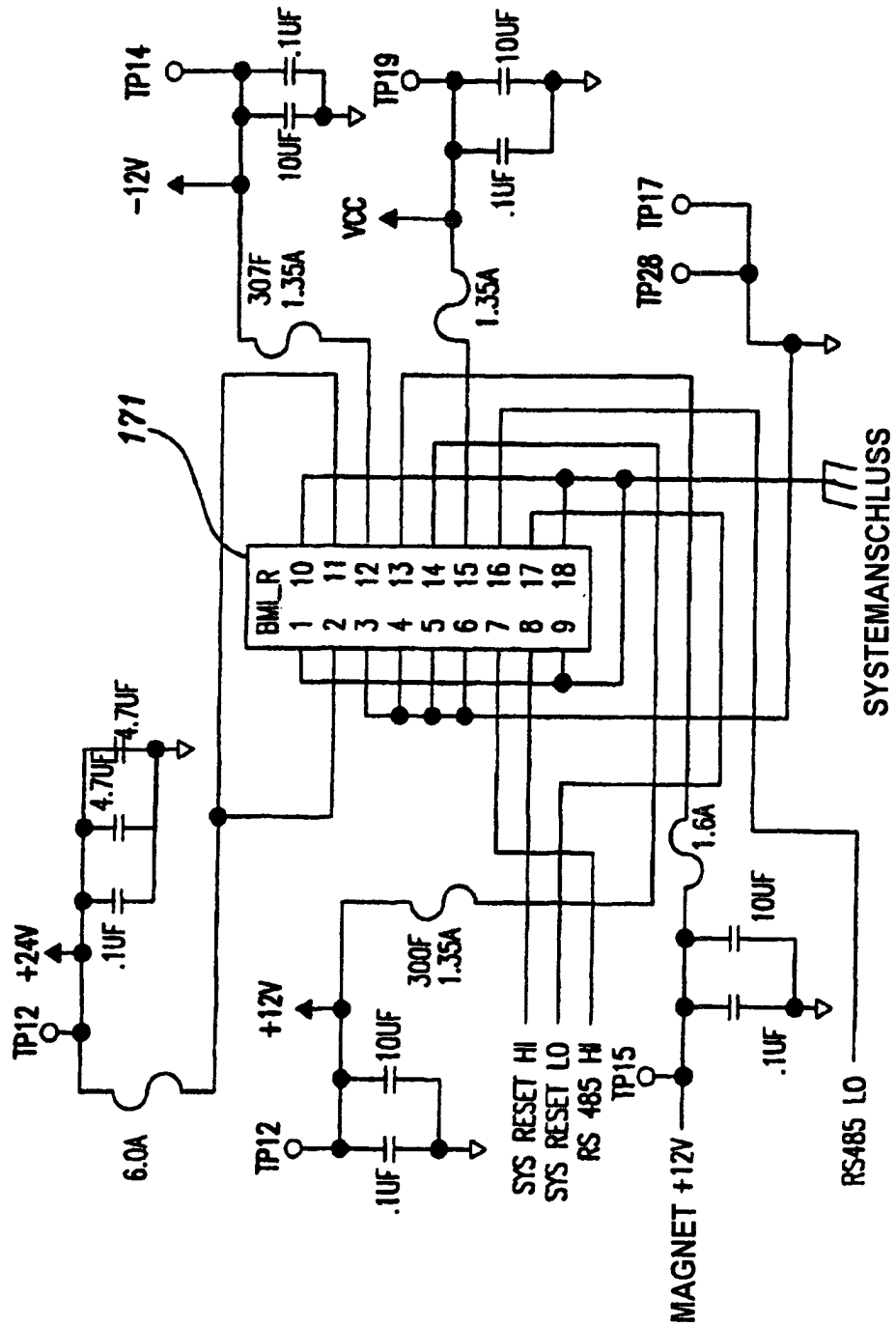


RESET-SCHALTUNG

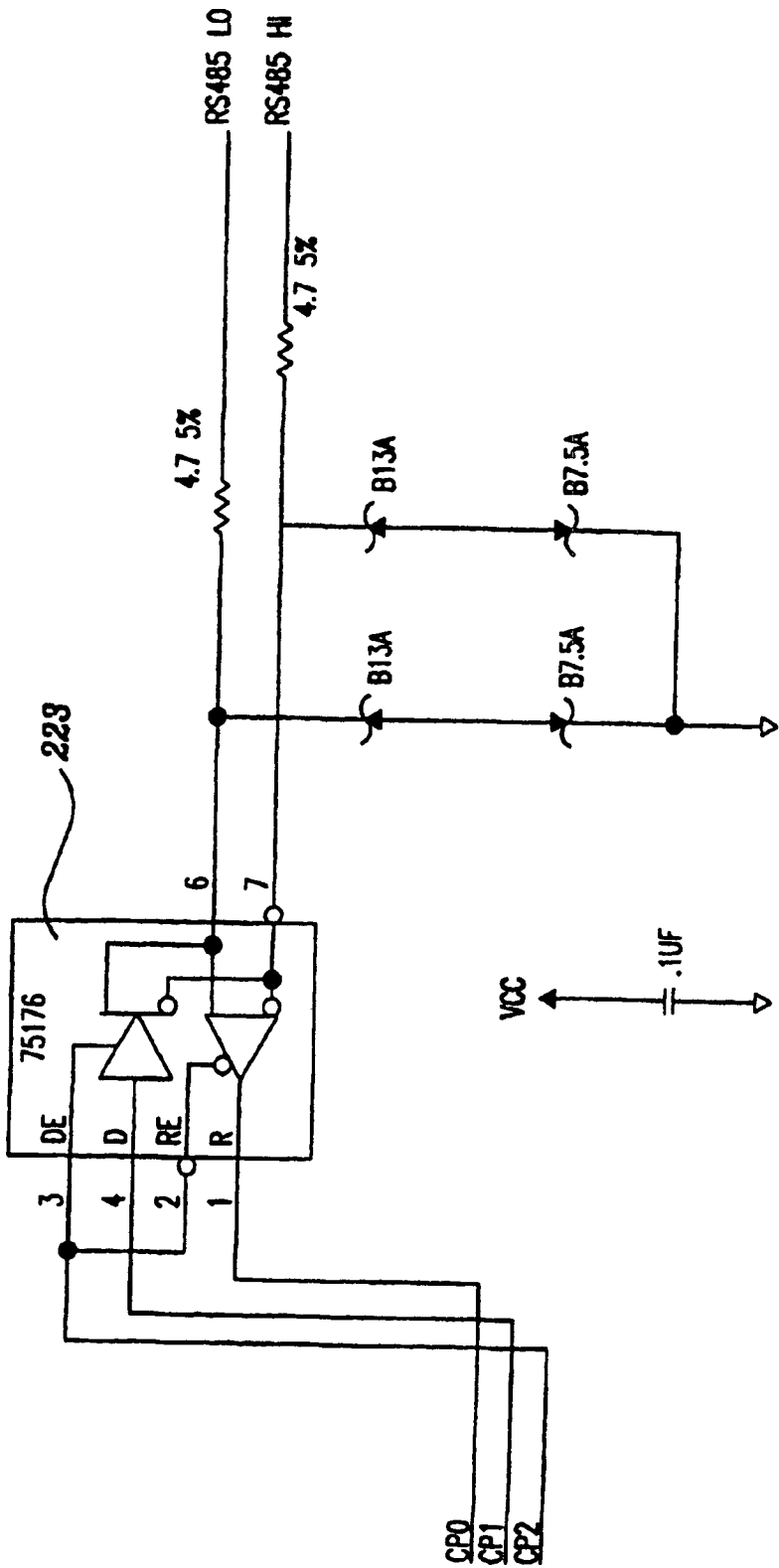
FIGUR 60



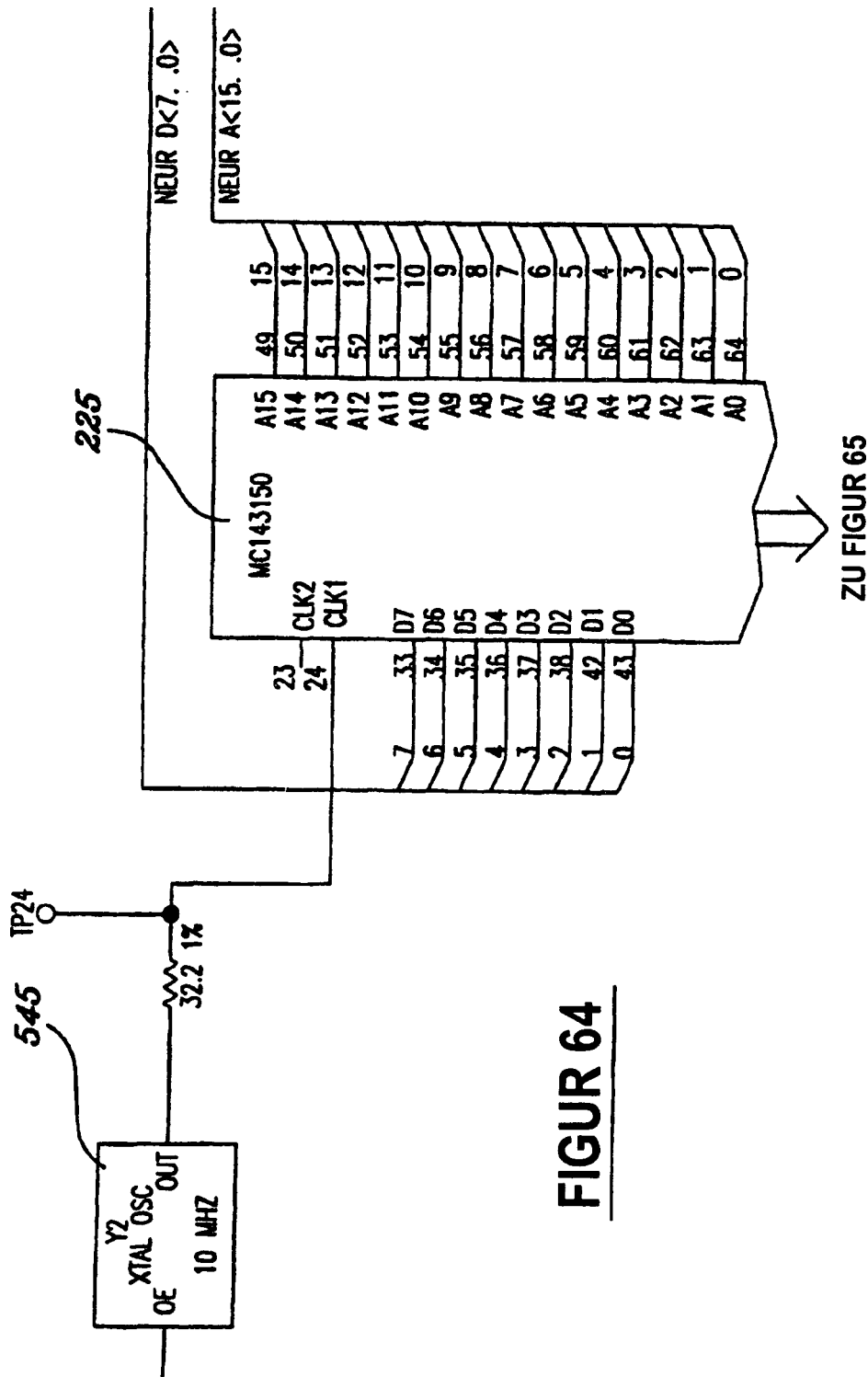
FIGUR 61



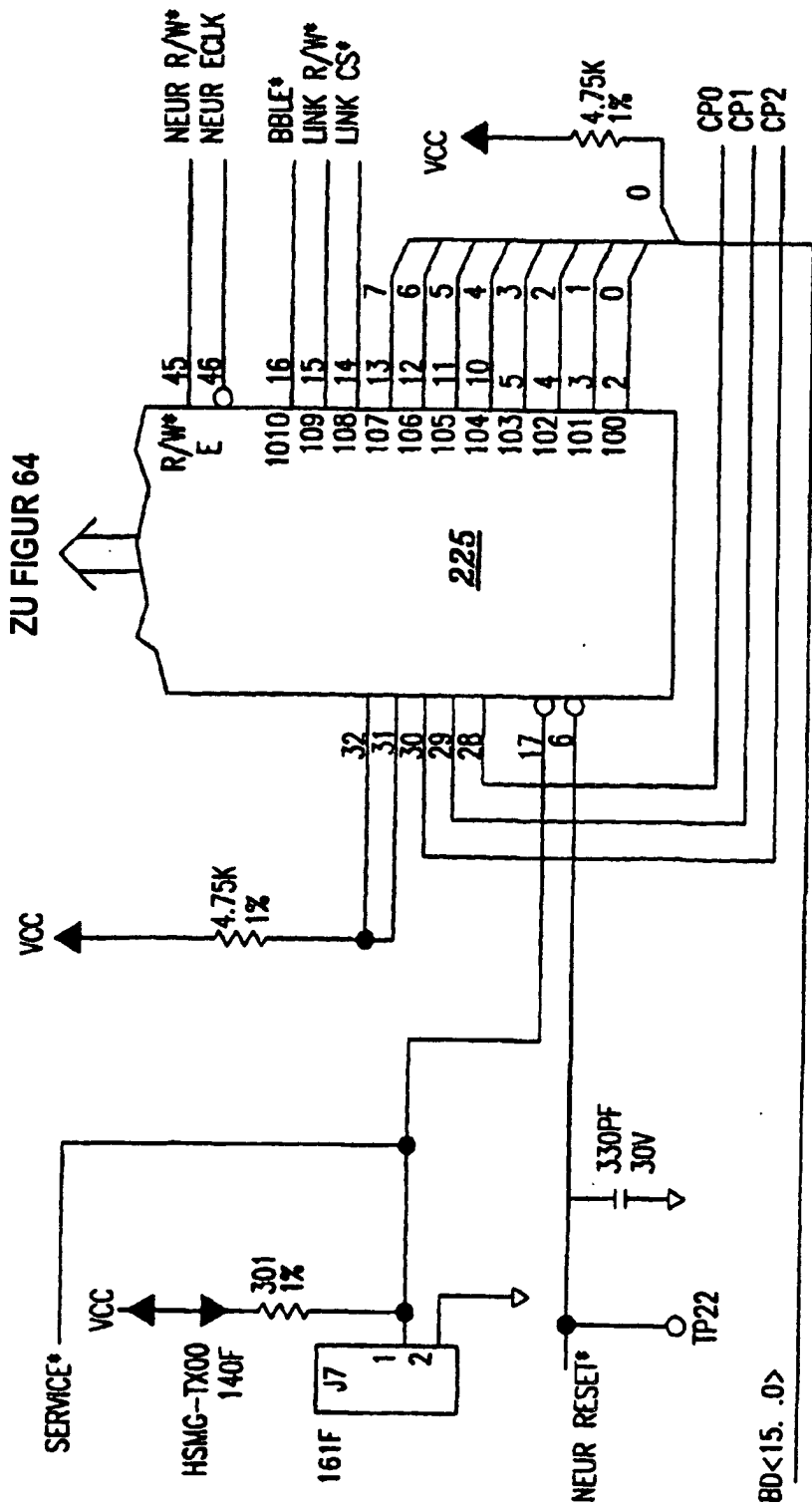
FIGUR 62



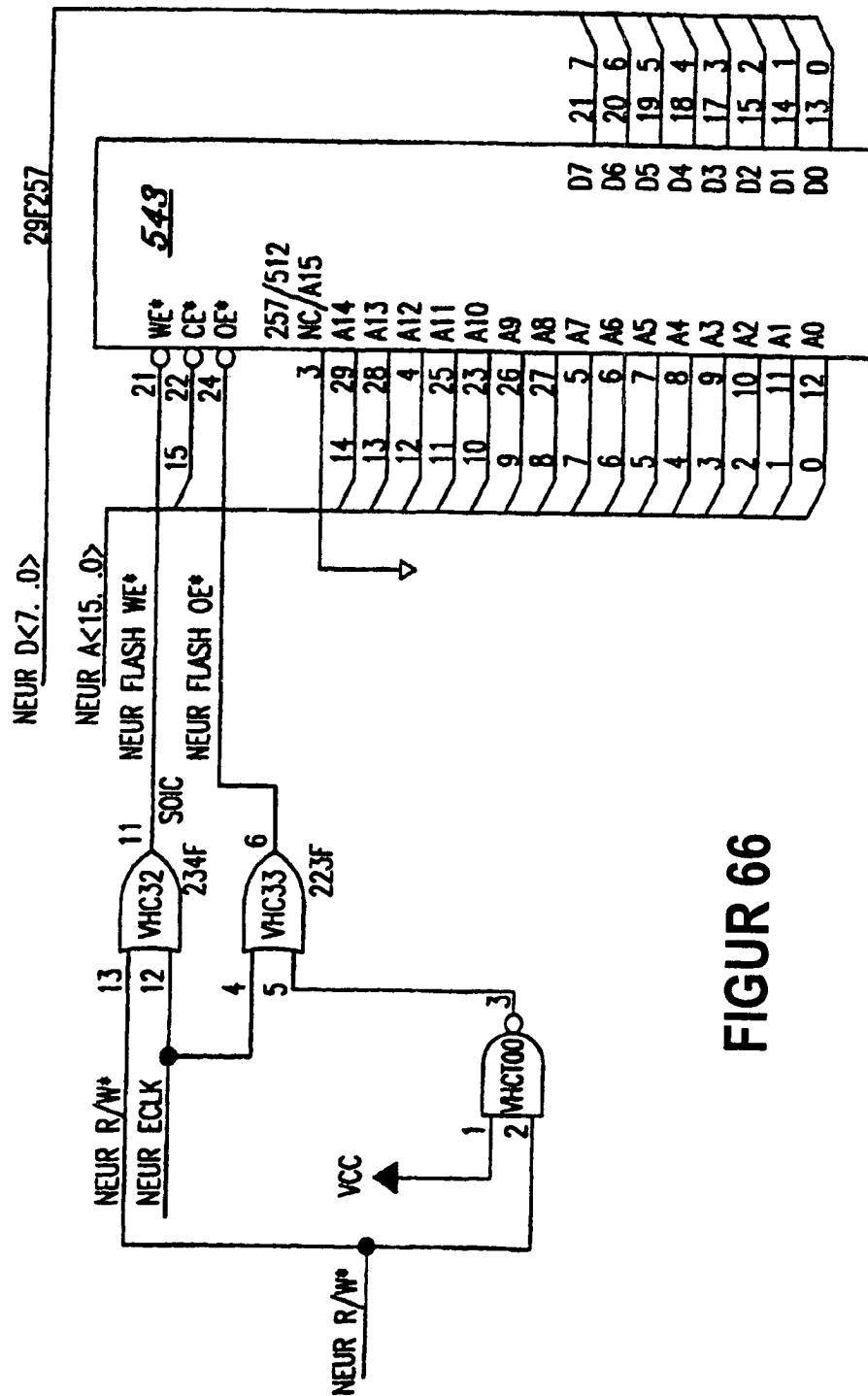
FIGUR 63



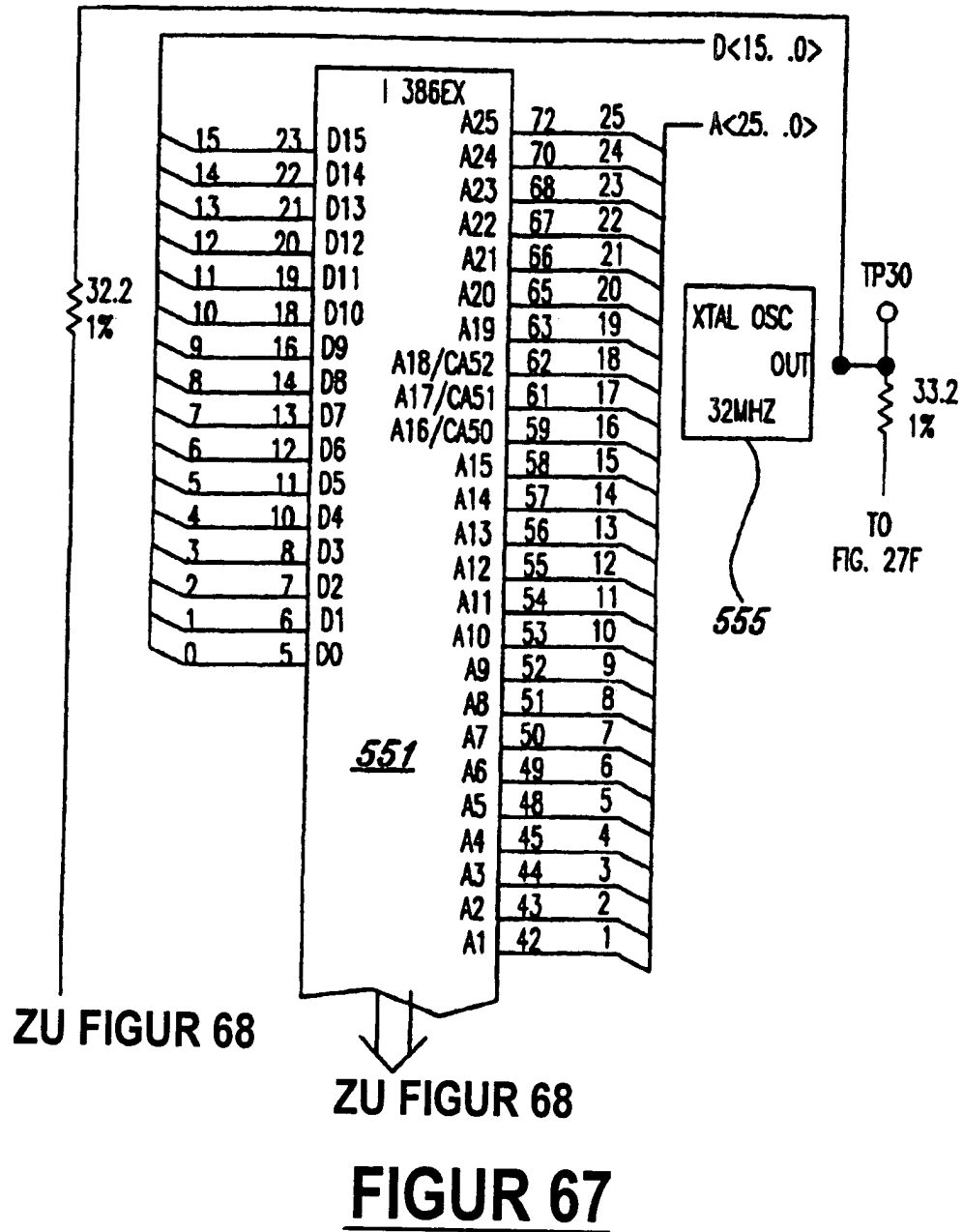
FIGUR 64

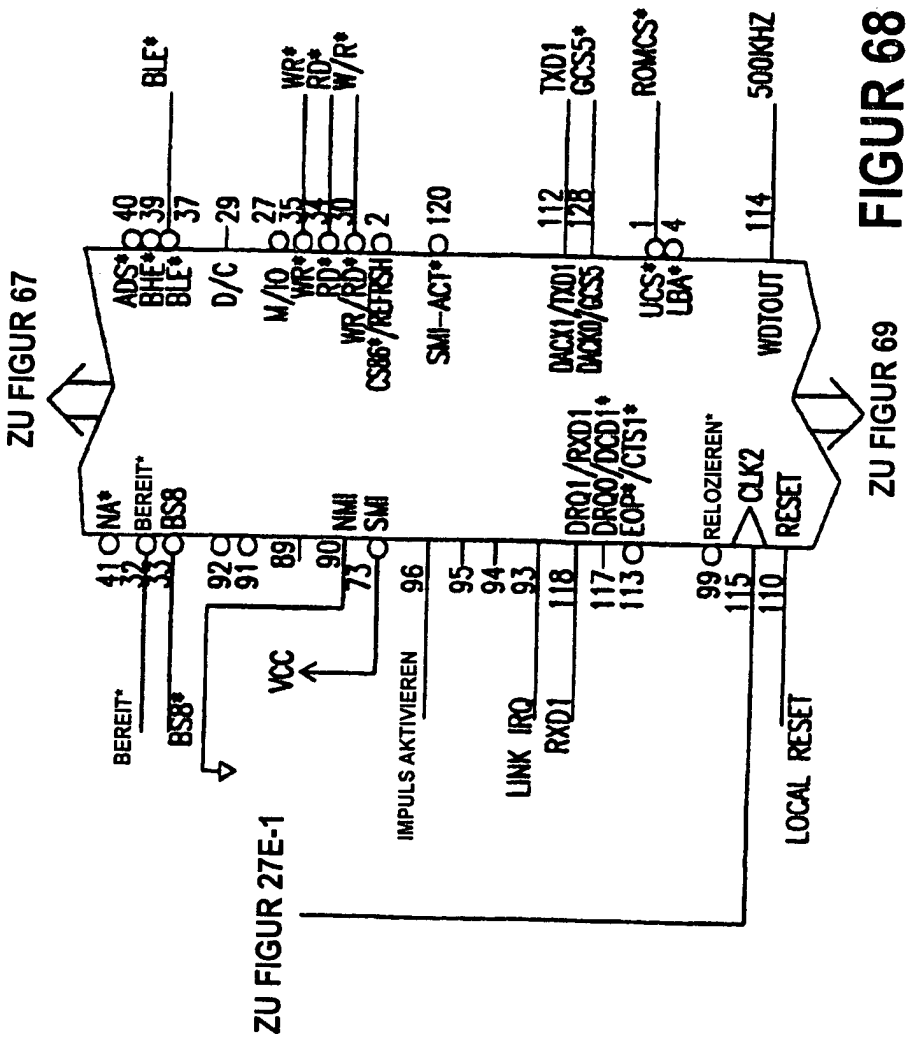


FIGUR 65

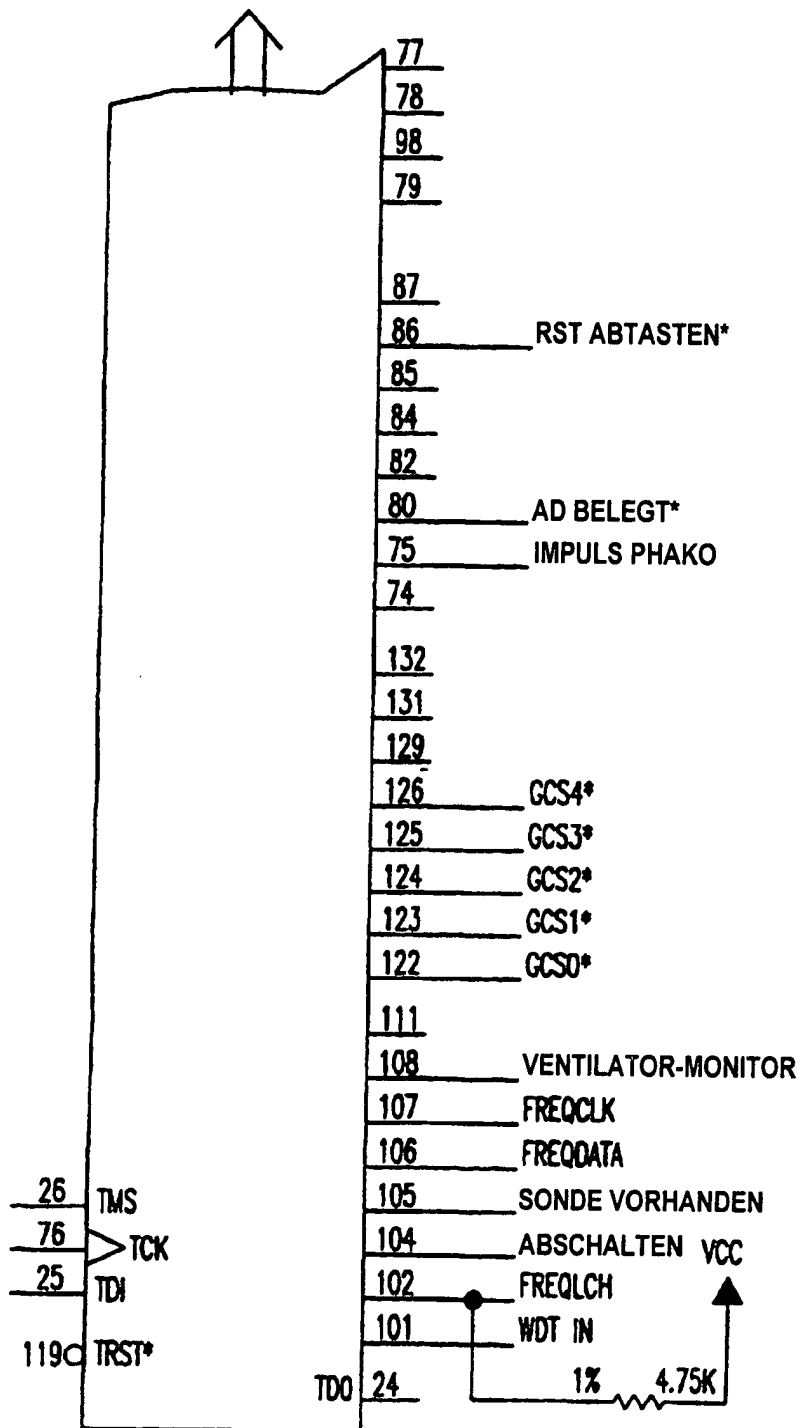


FIGUR 66



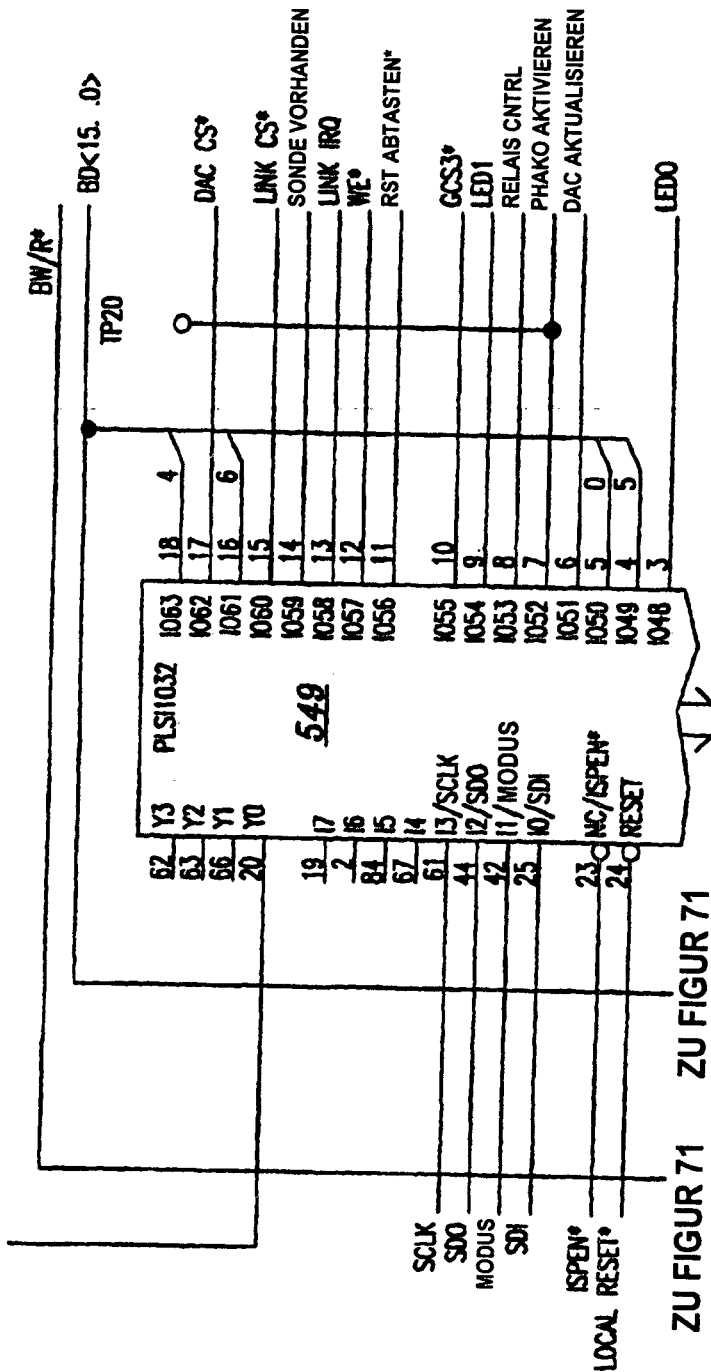


ZU FIGUR 69



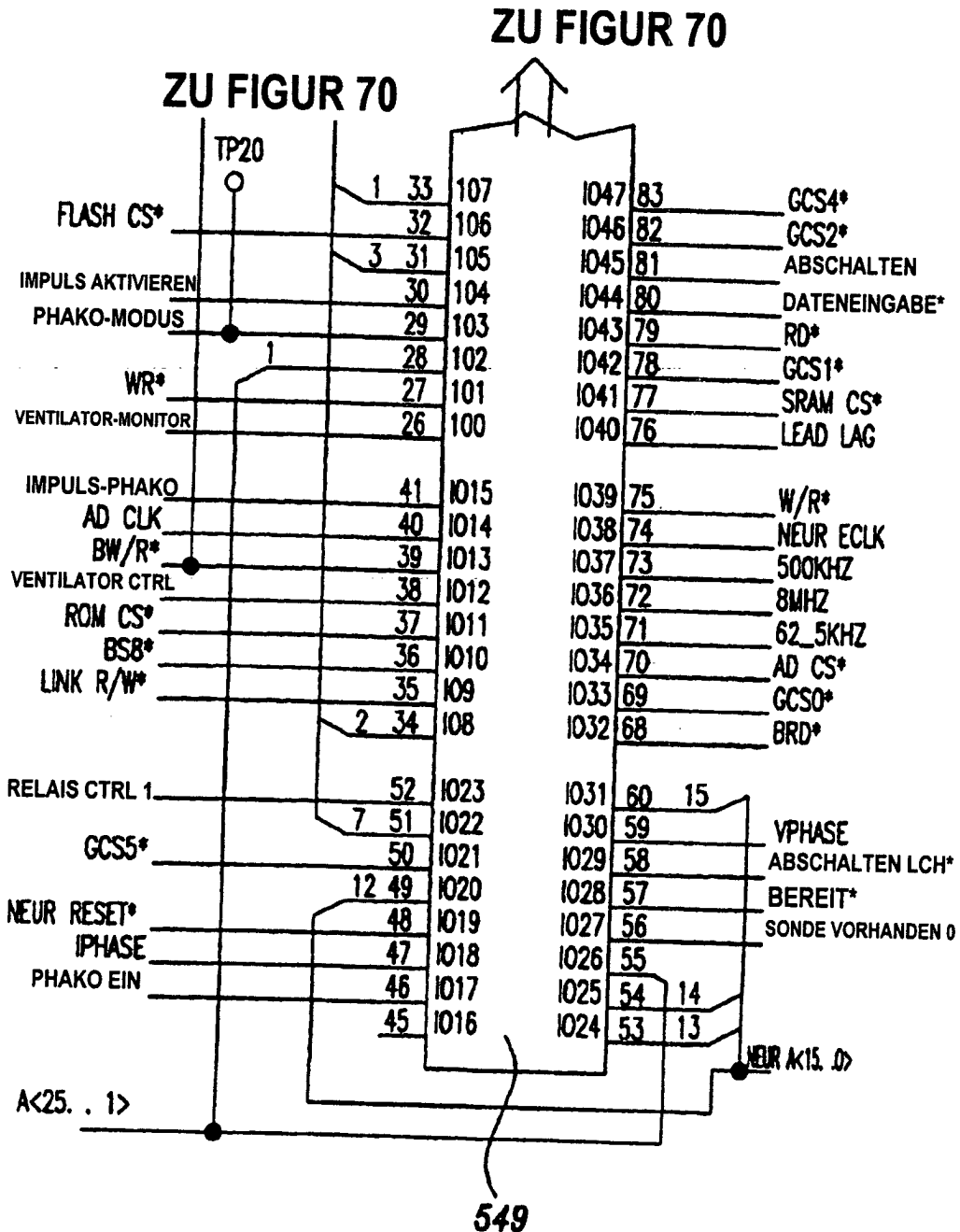
FIGUR 69

VON FIGUR 27E-1



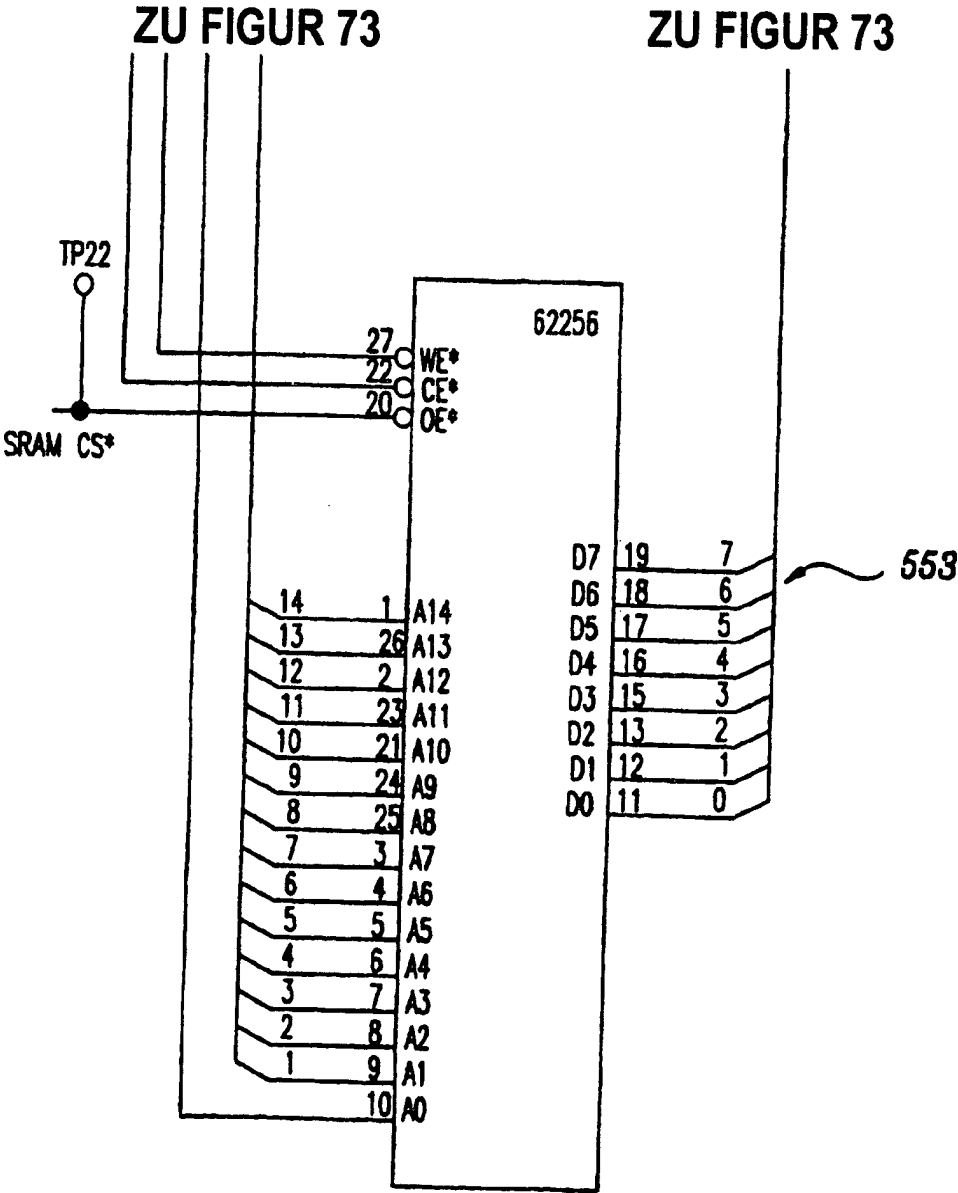
ZU FIGUR 71

FIGUR 70

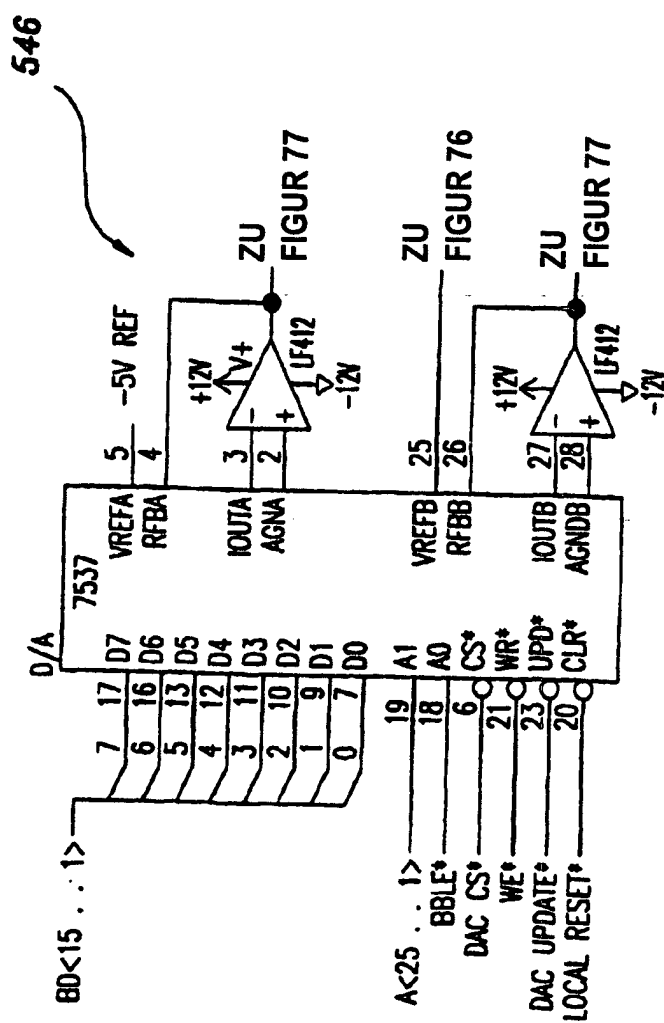
**FIGUR 71**

**NOT TO BE TAKEN
INTO CONSIDERATION
FOR THE PURPOSES
OF INTERNATIONAL PROCESSING**

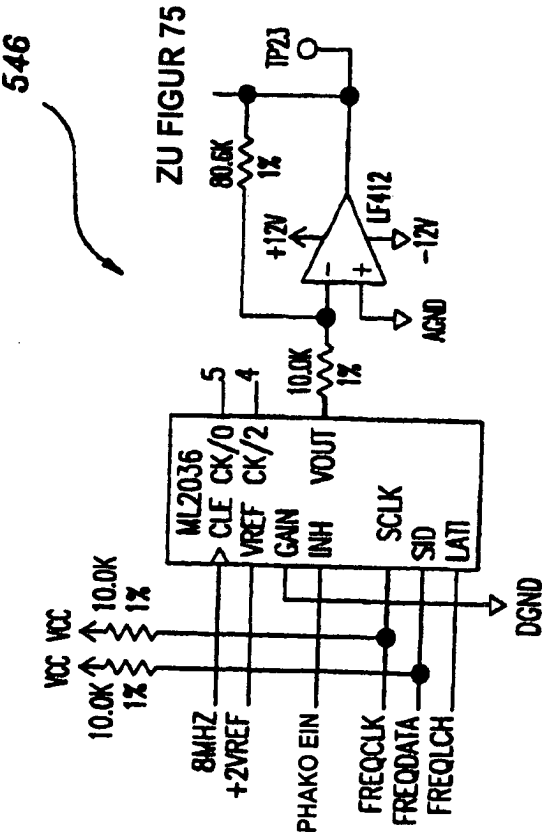
**NOT TO BE TAKEN
INTO CONSIDERATION
FOR THE PURPOSES
OF INTERNATIONAL PROCESSING**



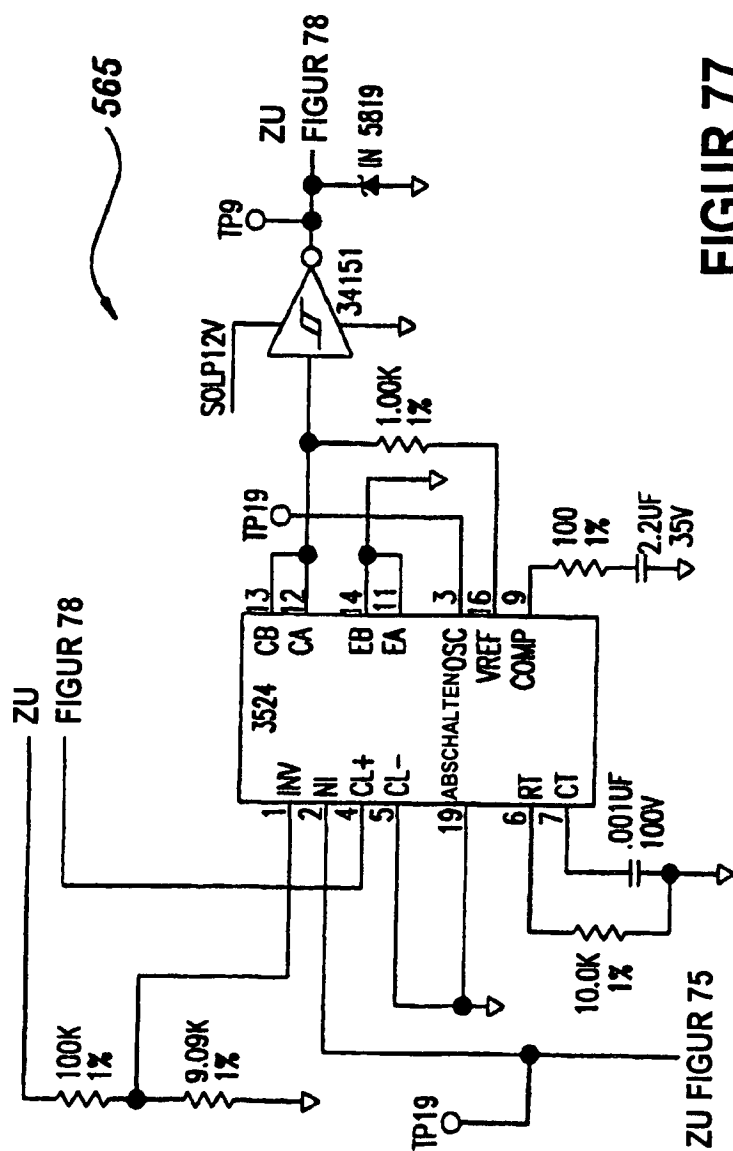
FIGUR 74



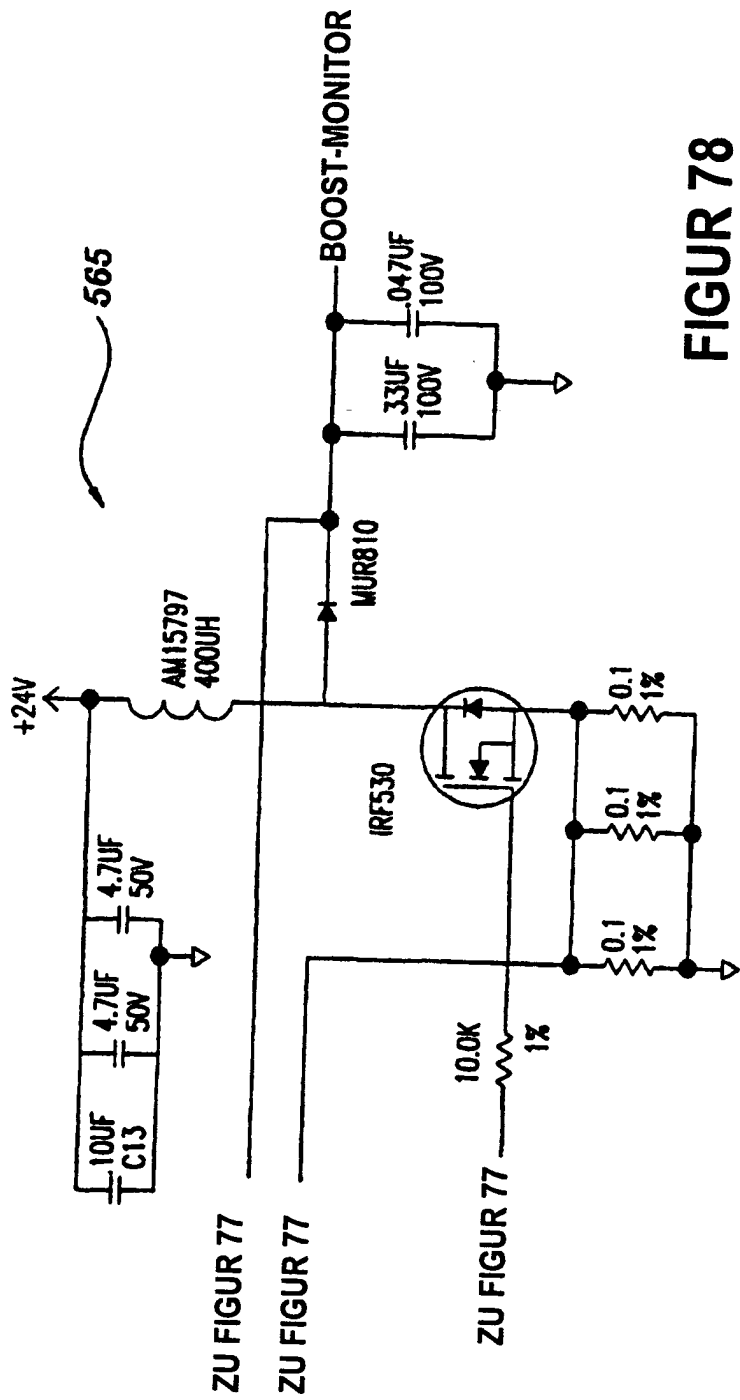
FIGUR 75



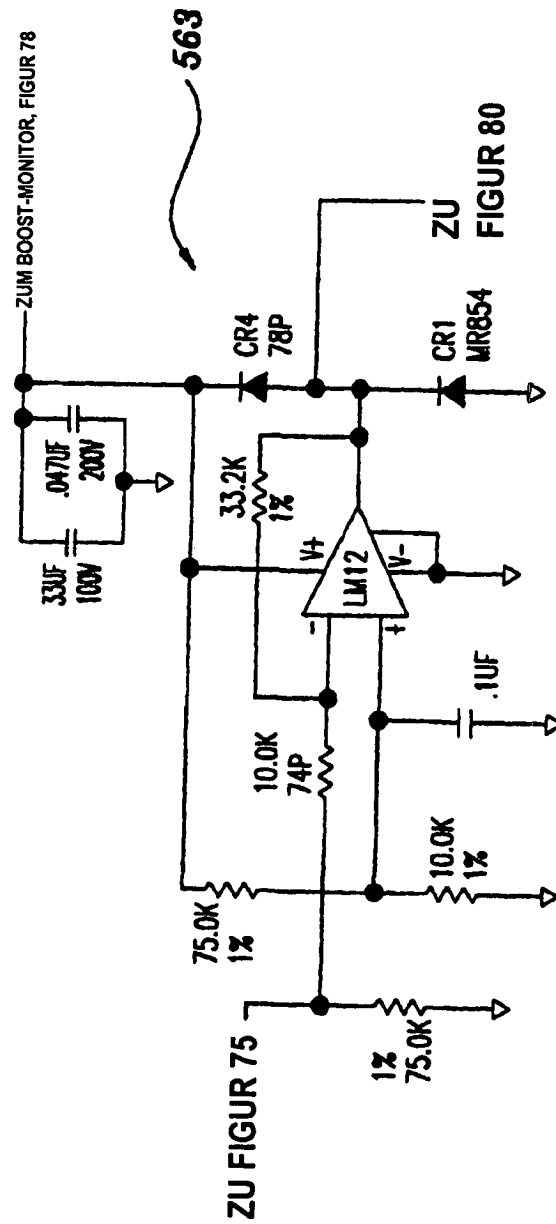
FIGUR 76



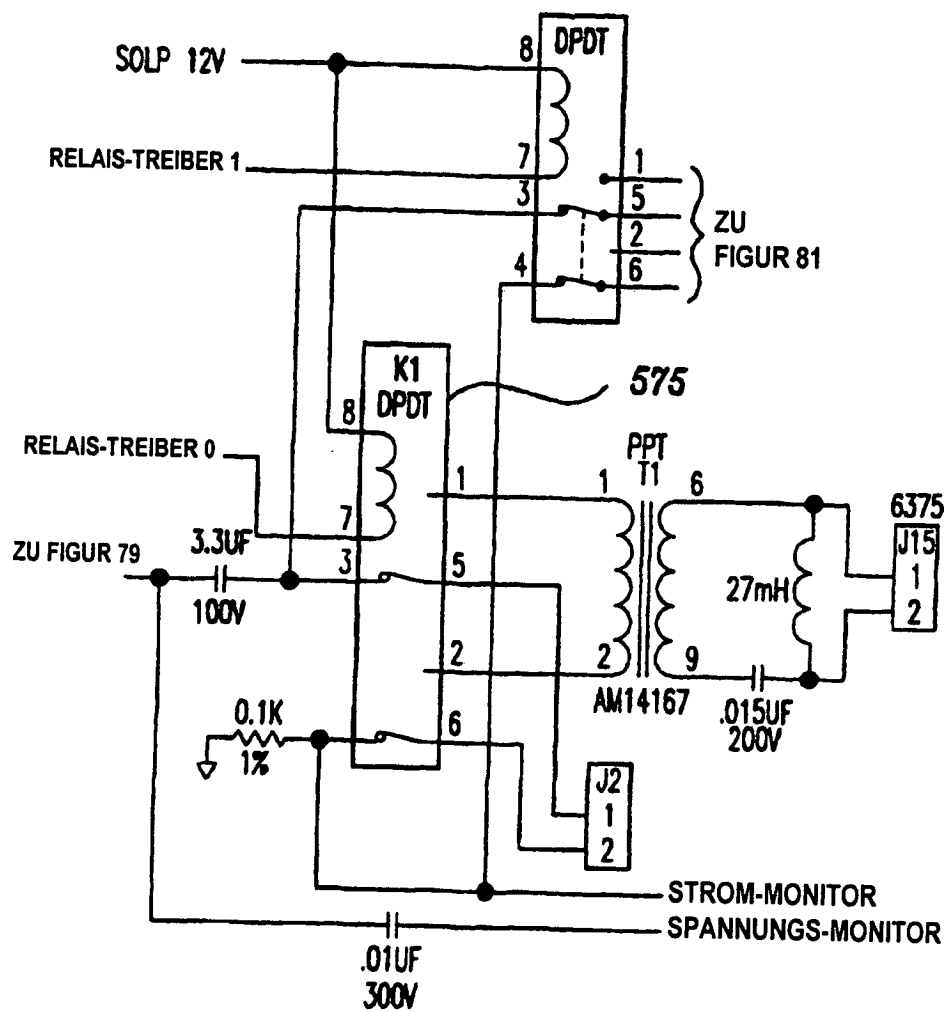
FIGUR 77



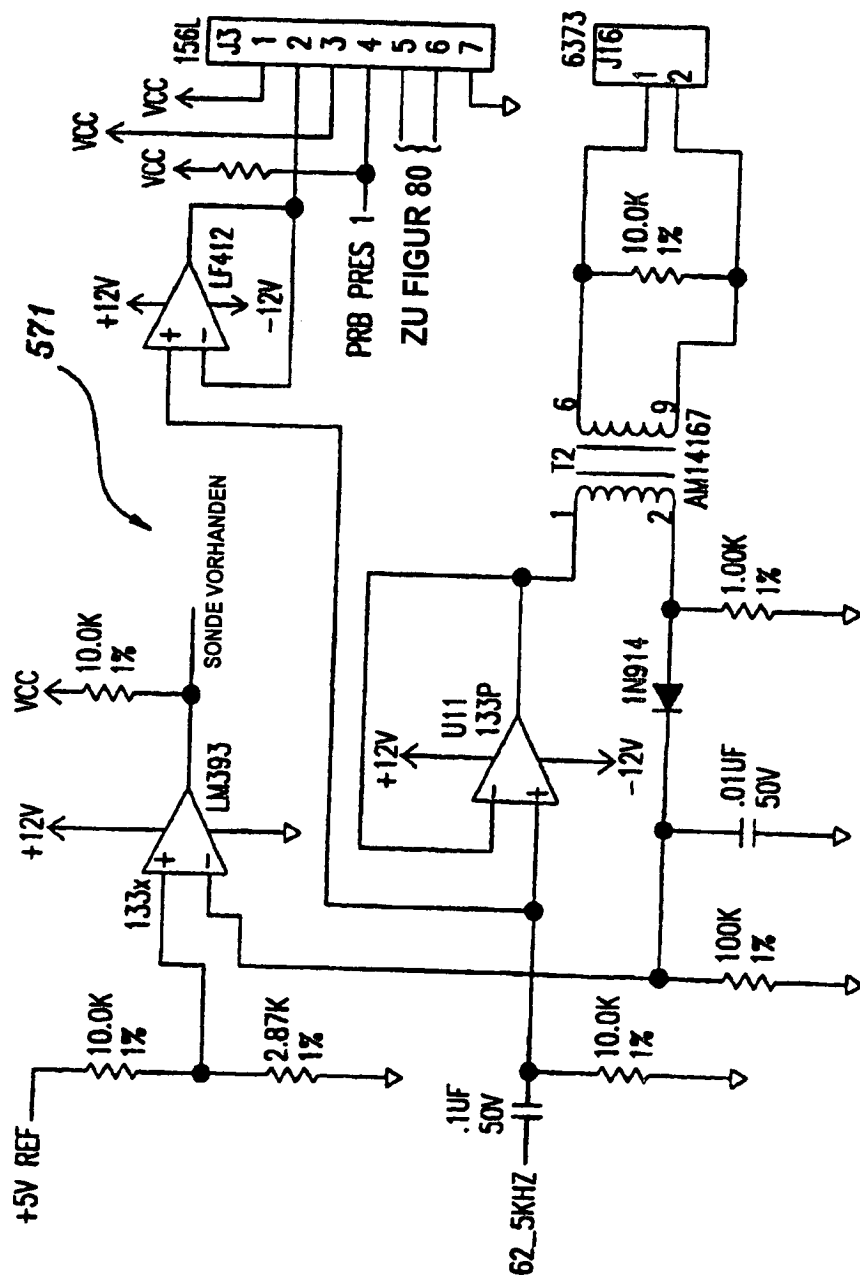
FIGUR 78



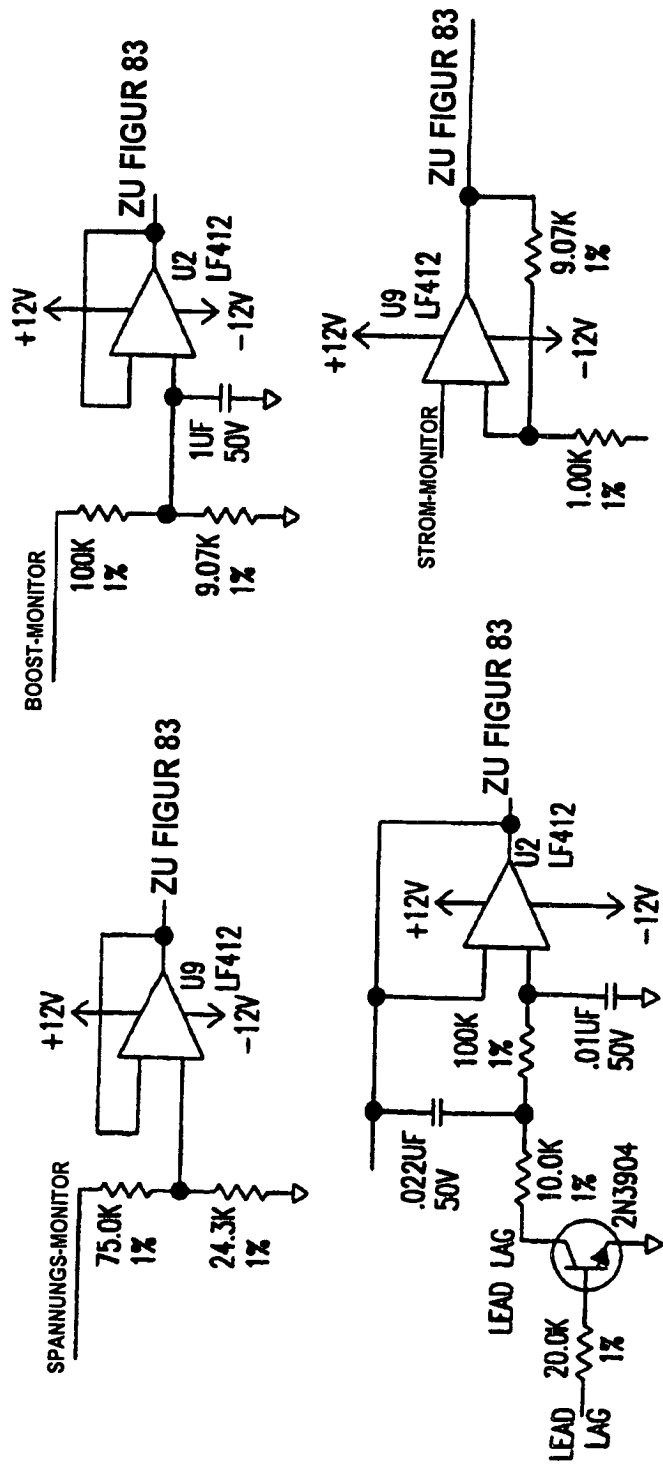
FIGUR 79



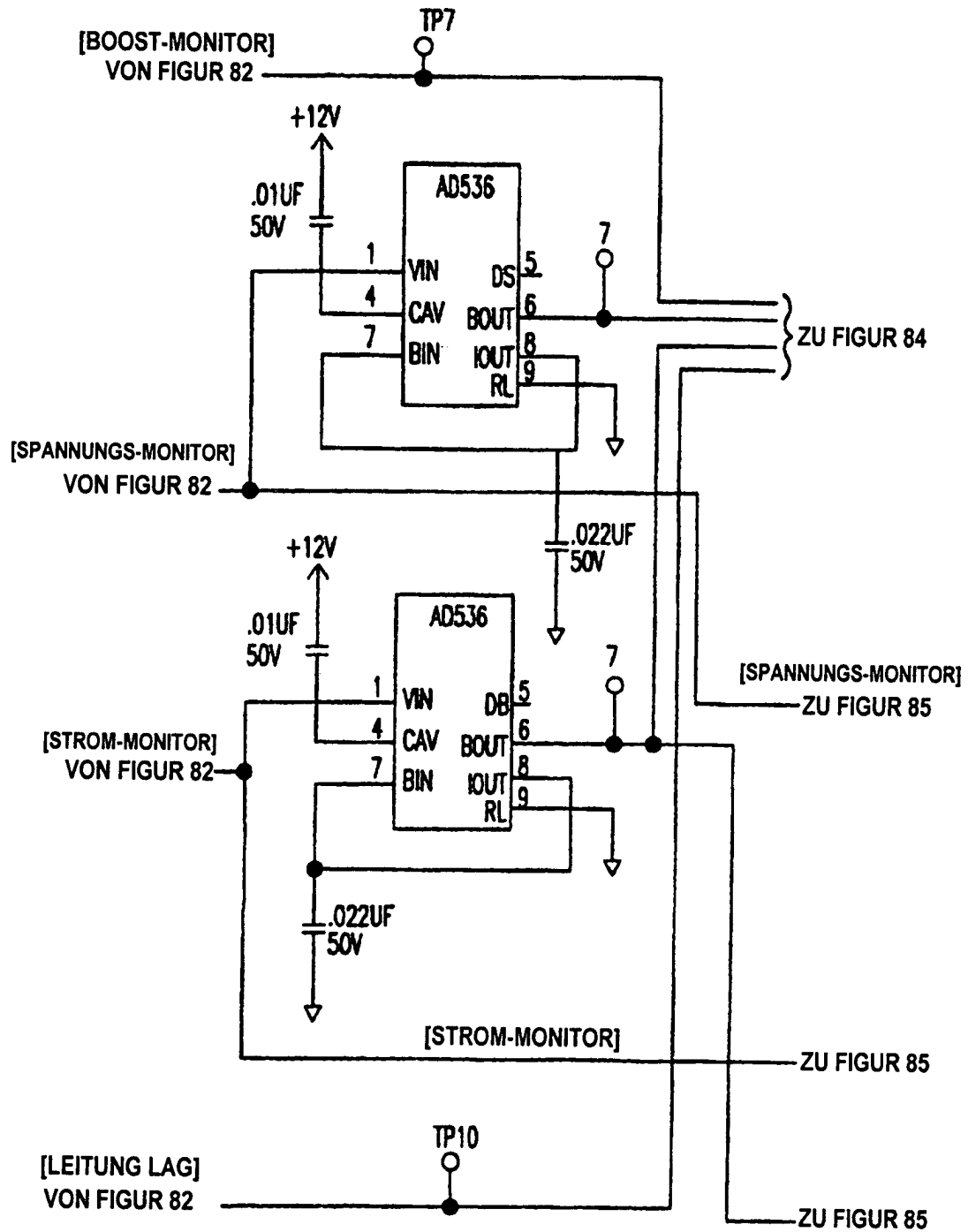
FIGUR 80



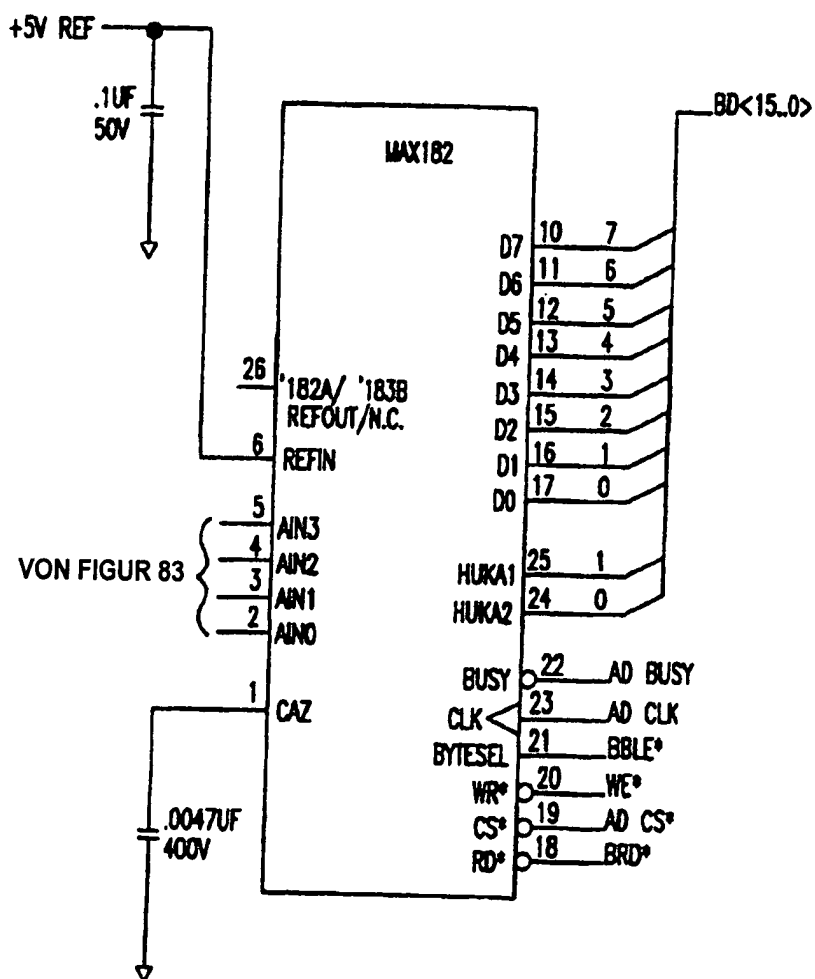
FIGUR 81



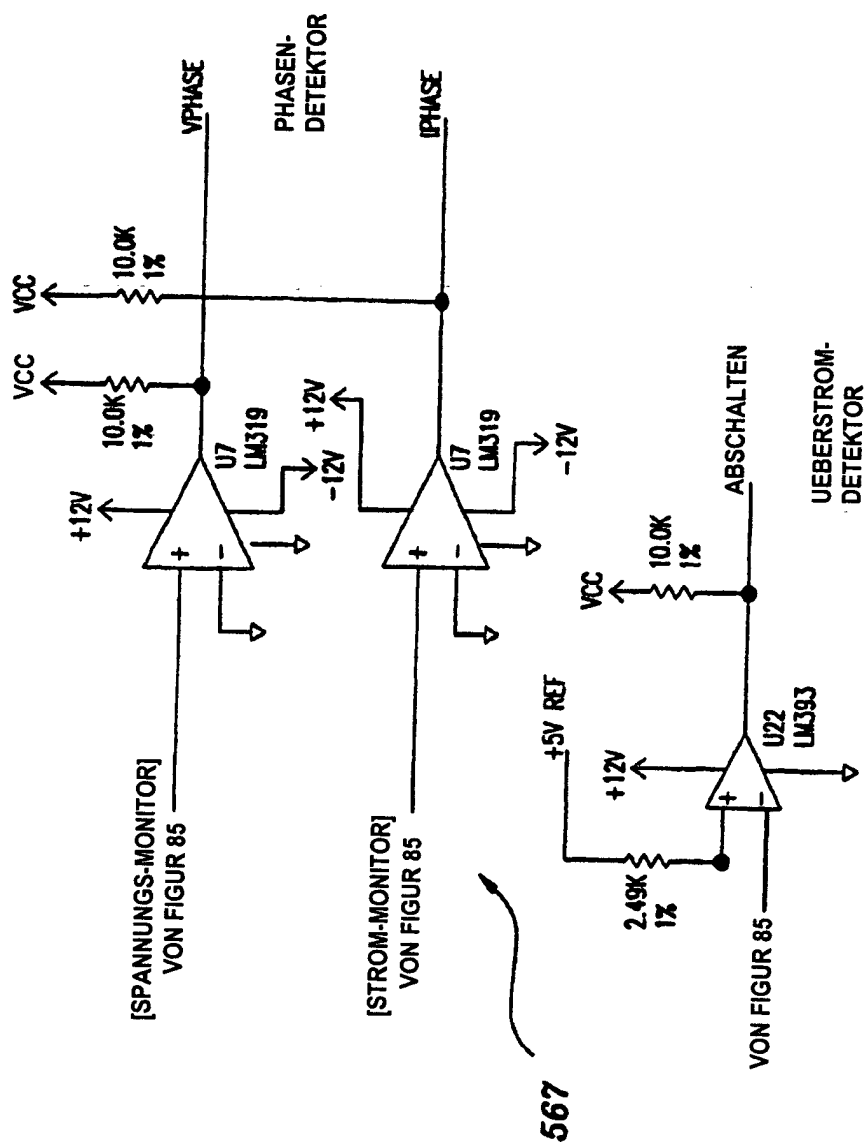
FIGUR 82



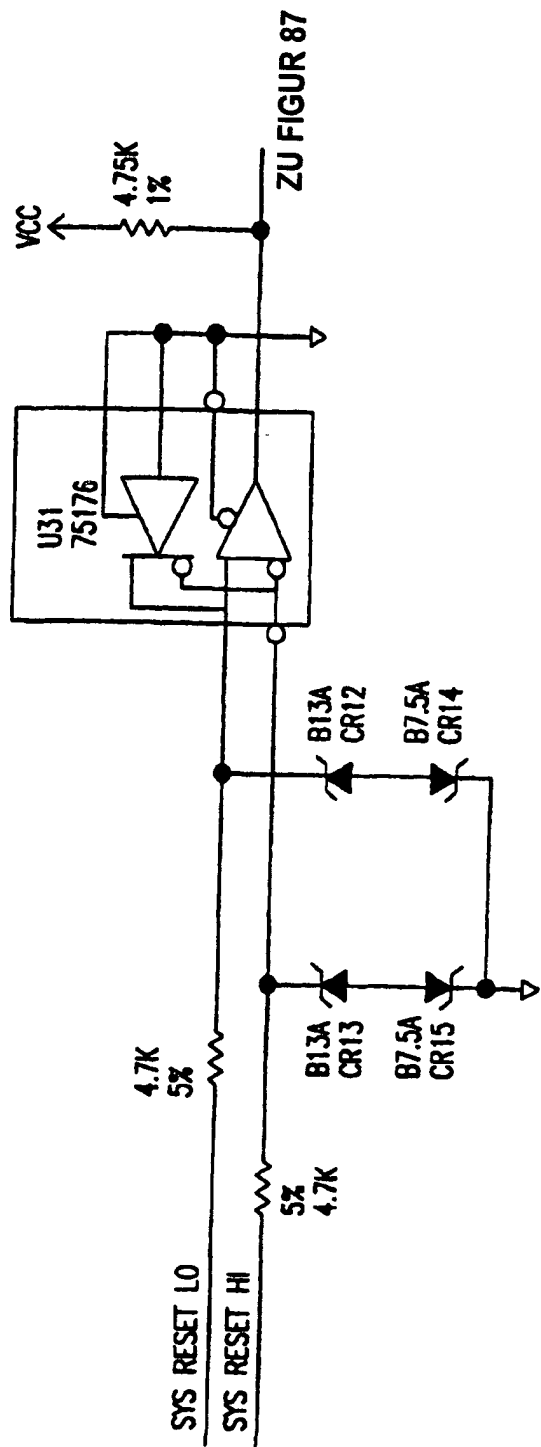
FIGUR 83



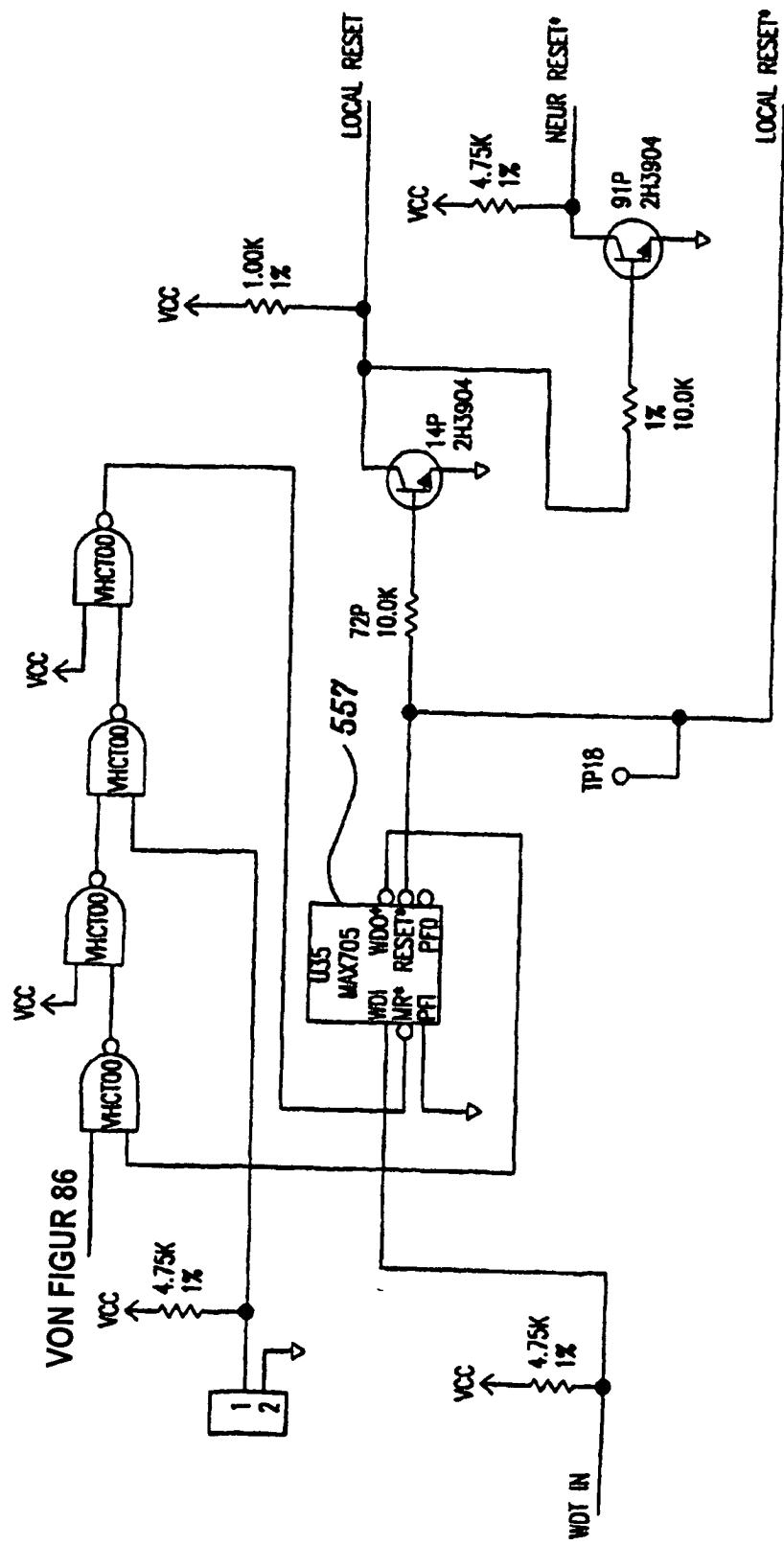
FIGUR 84



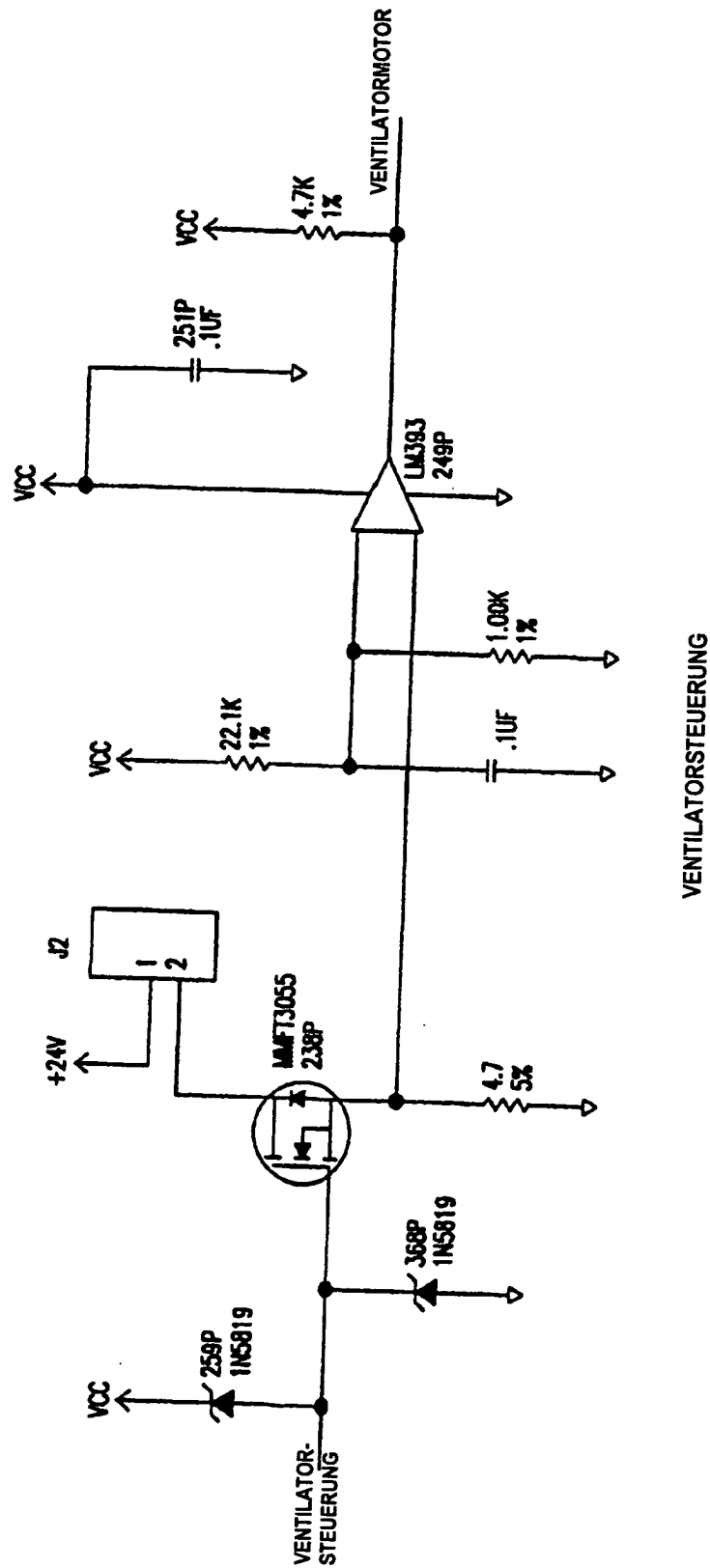
FIGUR 85



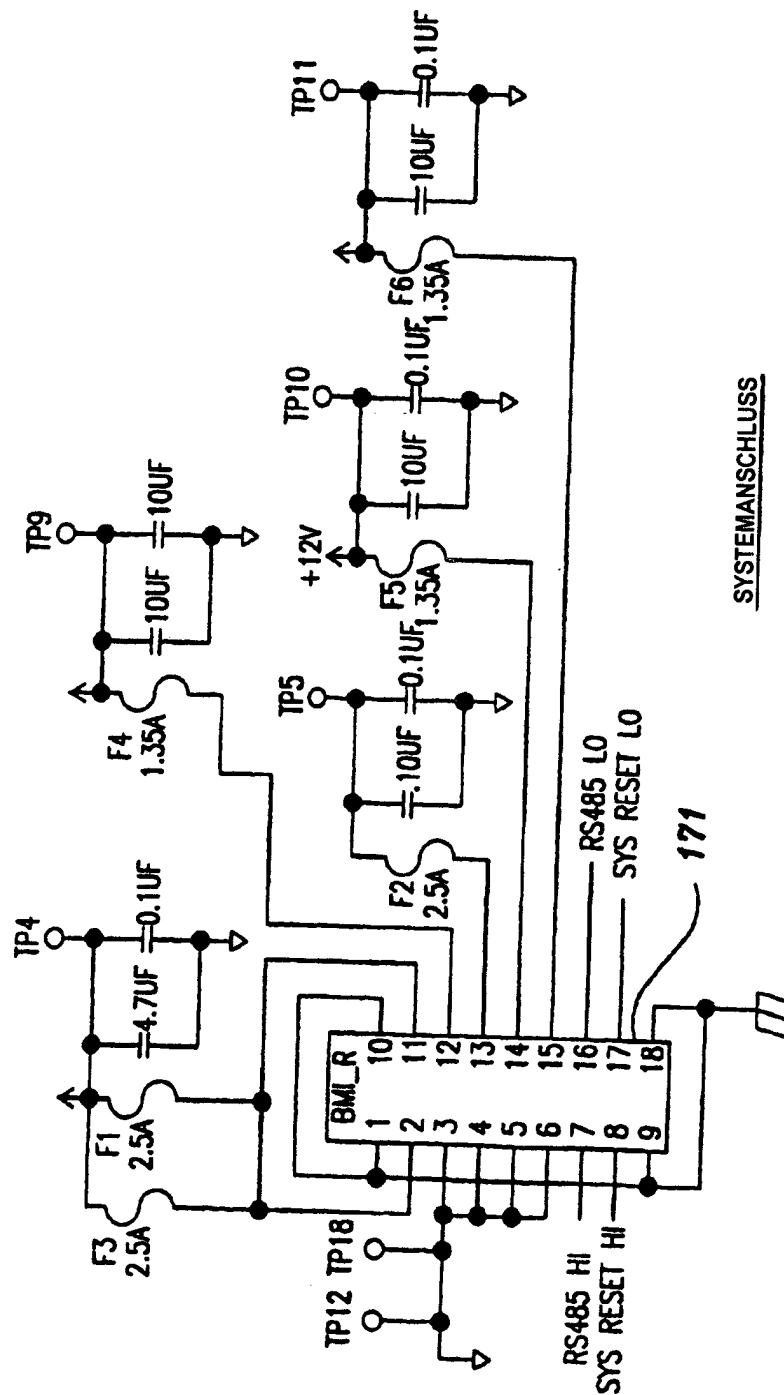
FIGUR 86



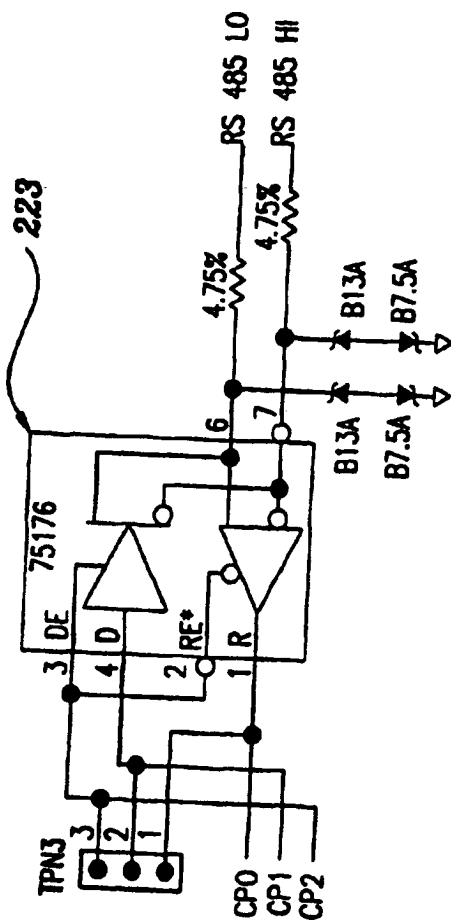
FIGUR 87



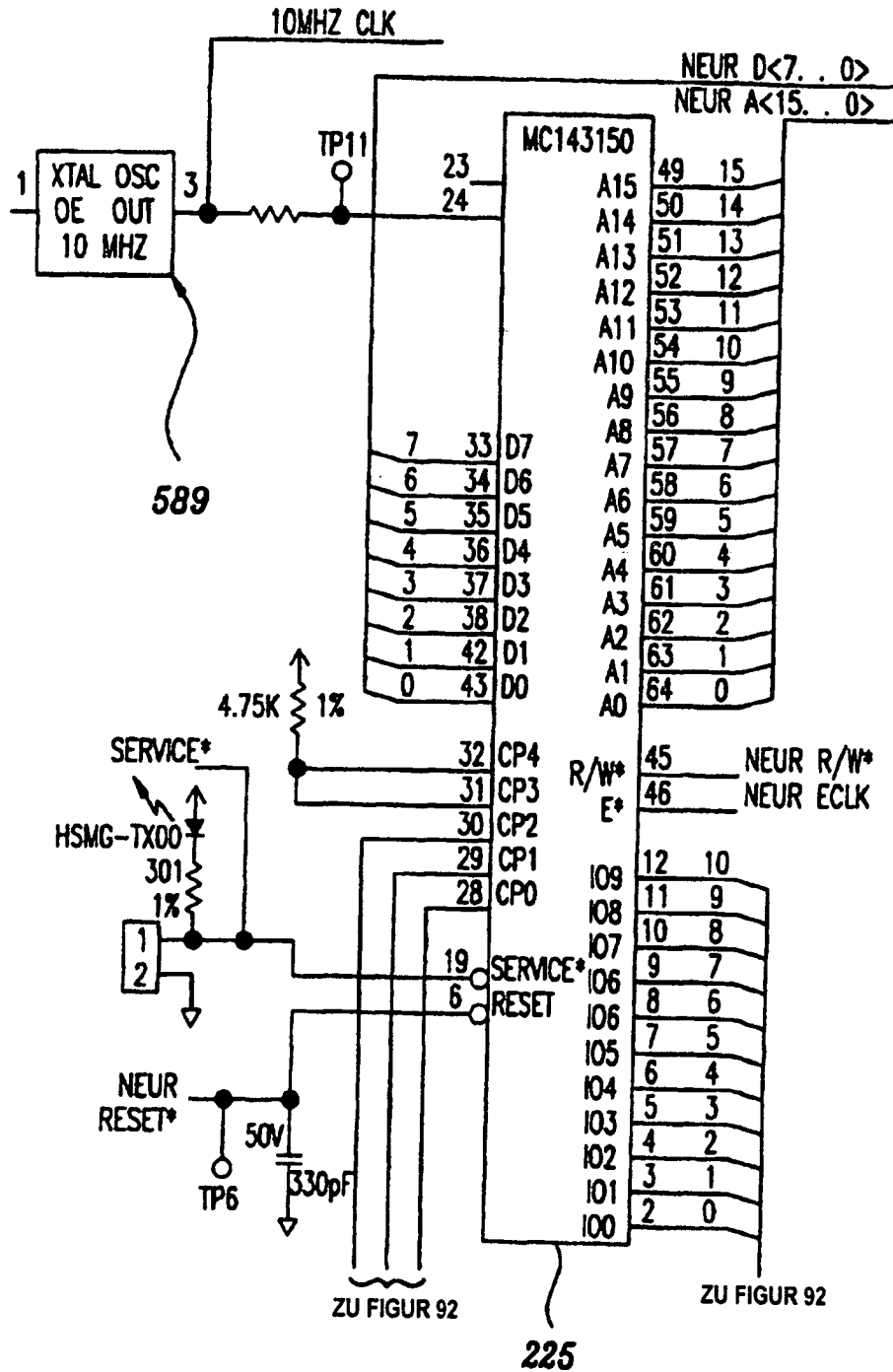
FIGUR 88



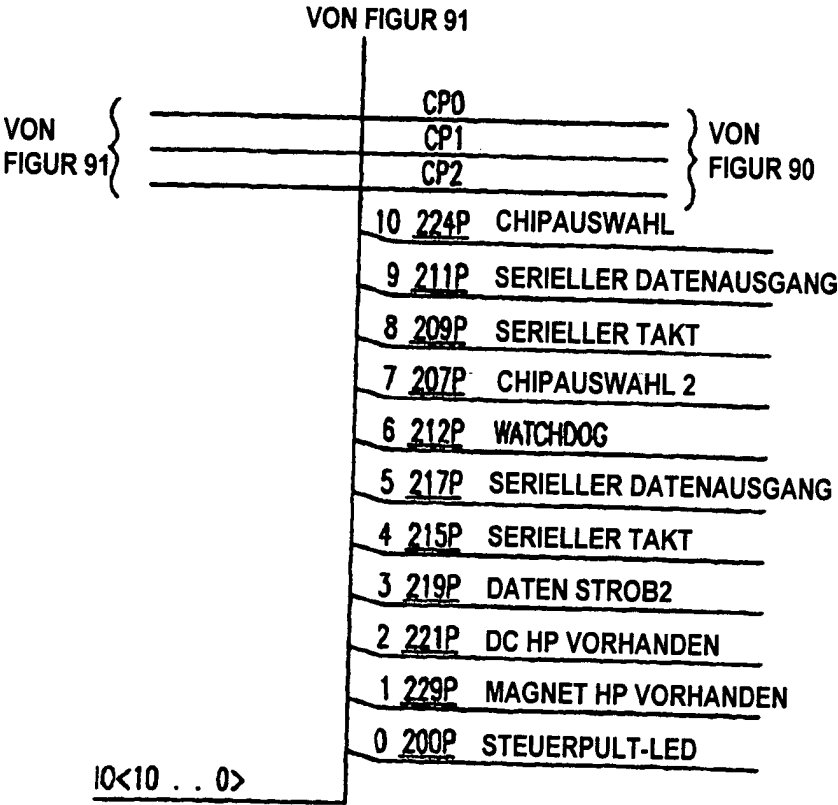
FIGUR 89



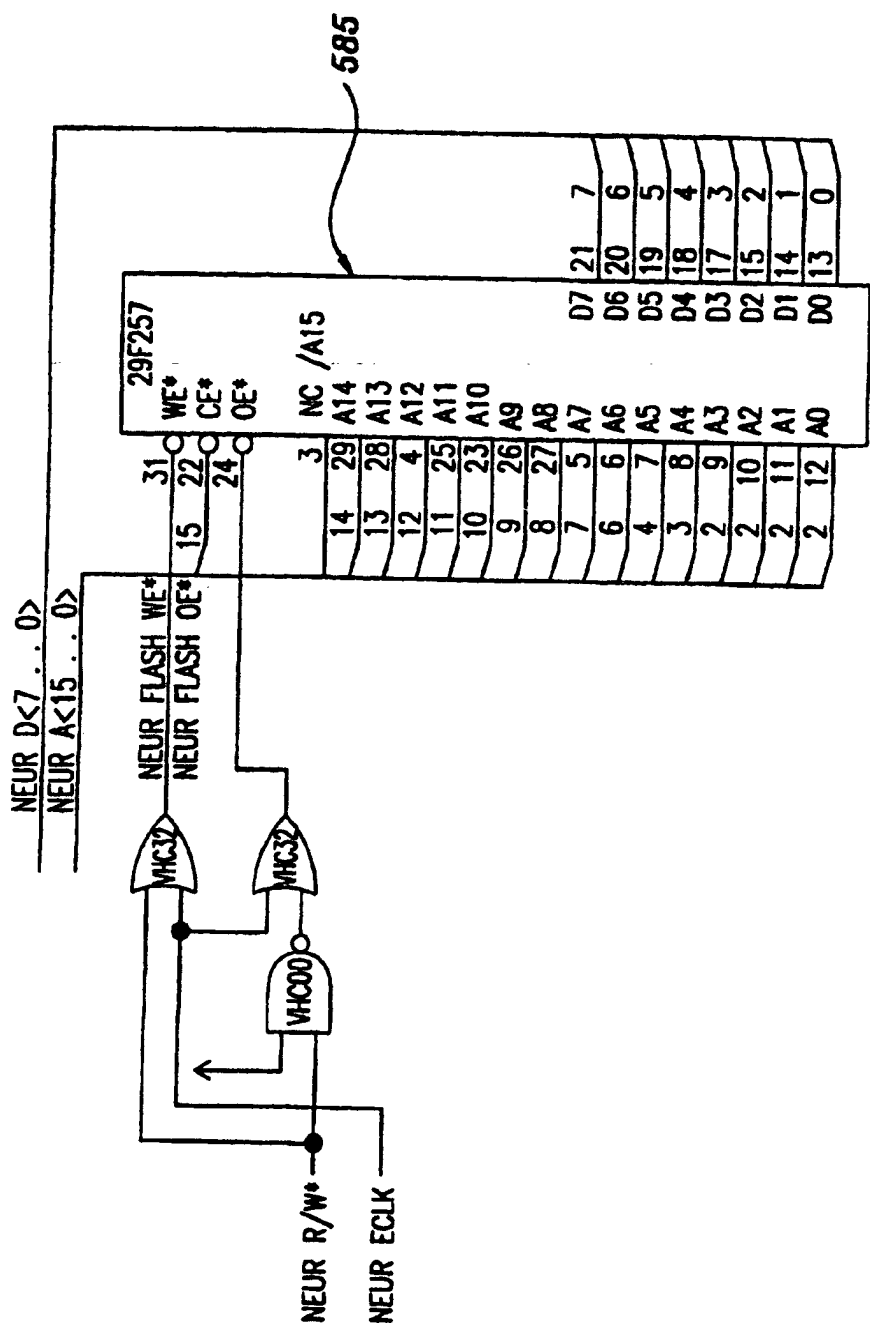
FIGUR 90



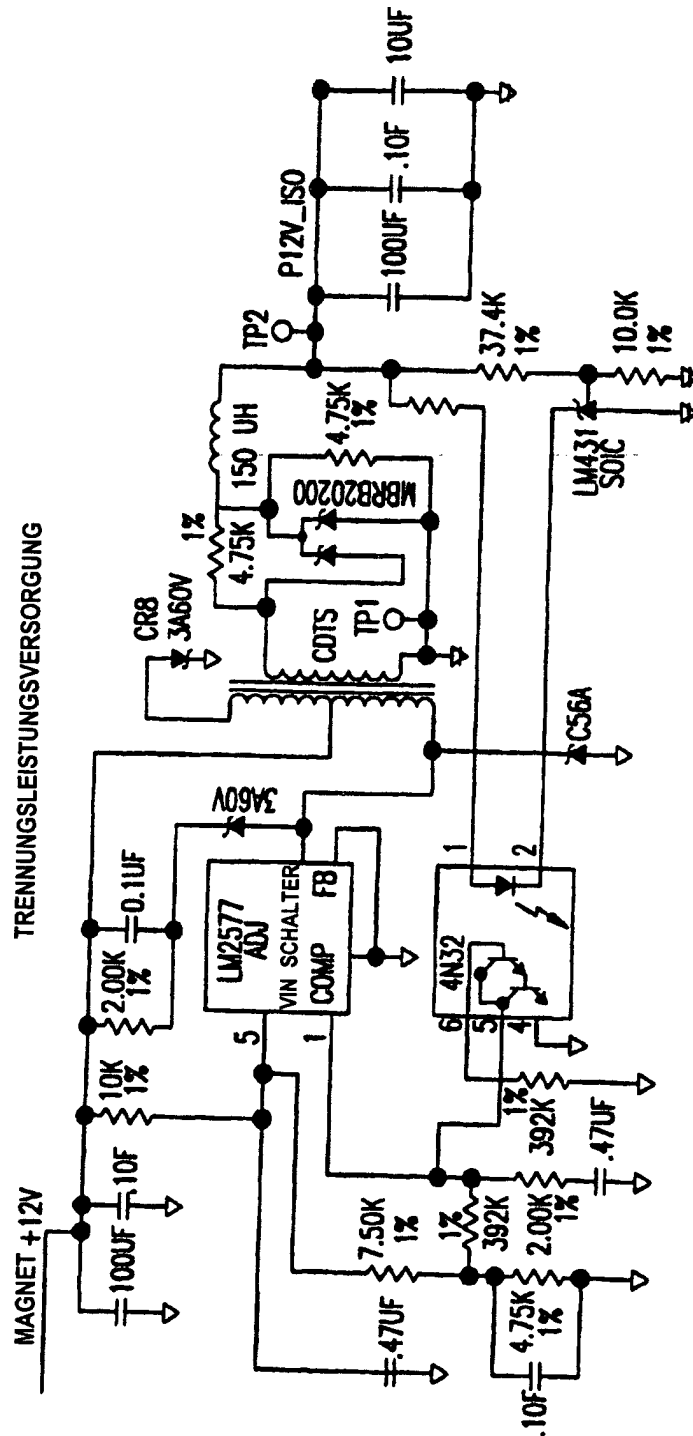
FIGUR 91



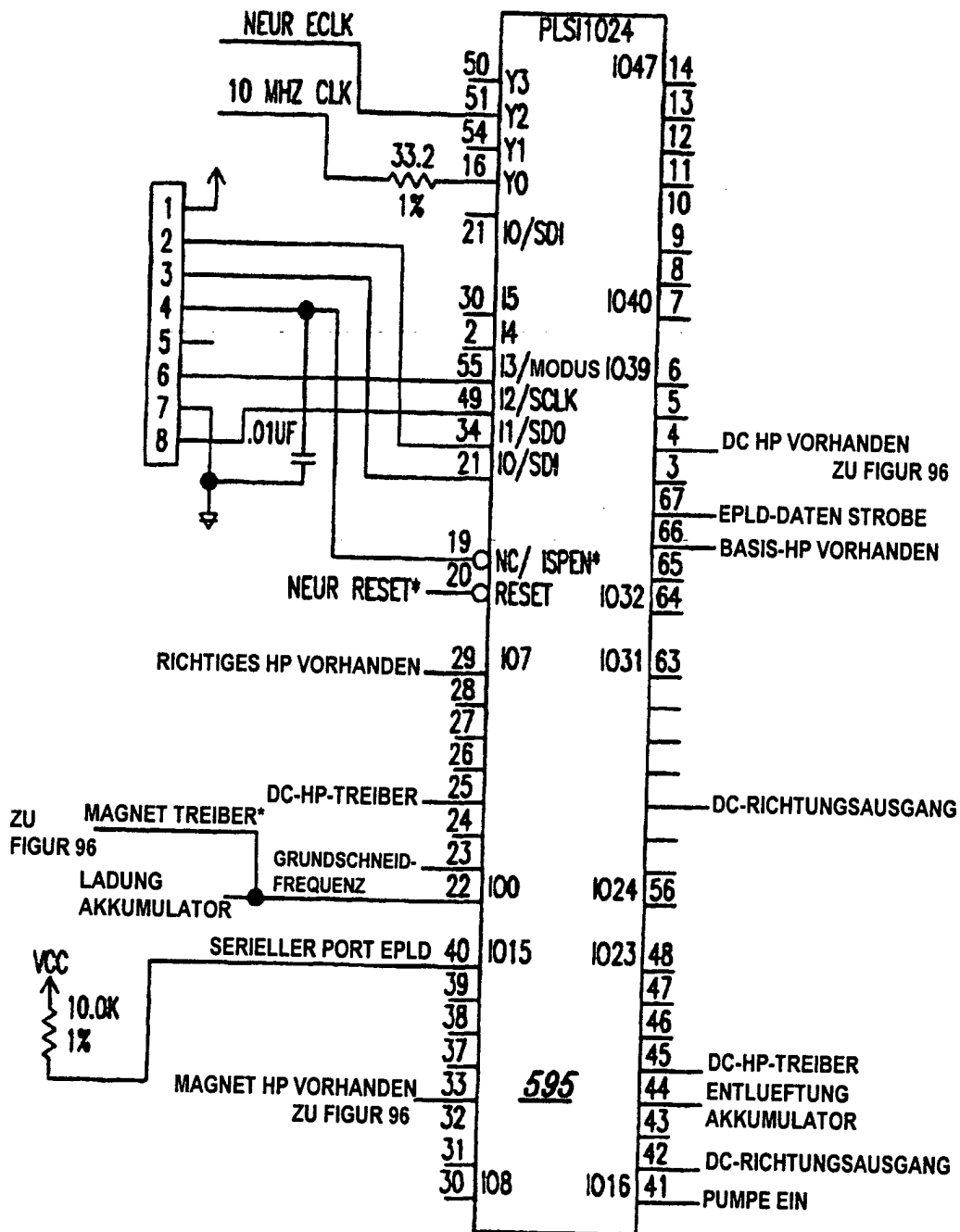
FIGUR 92



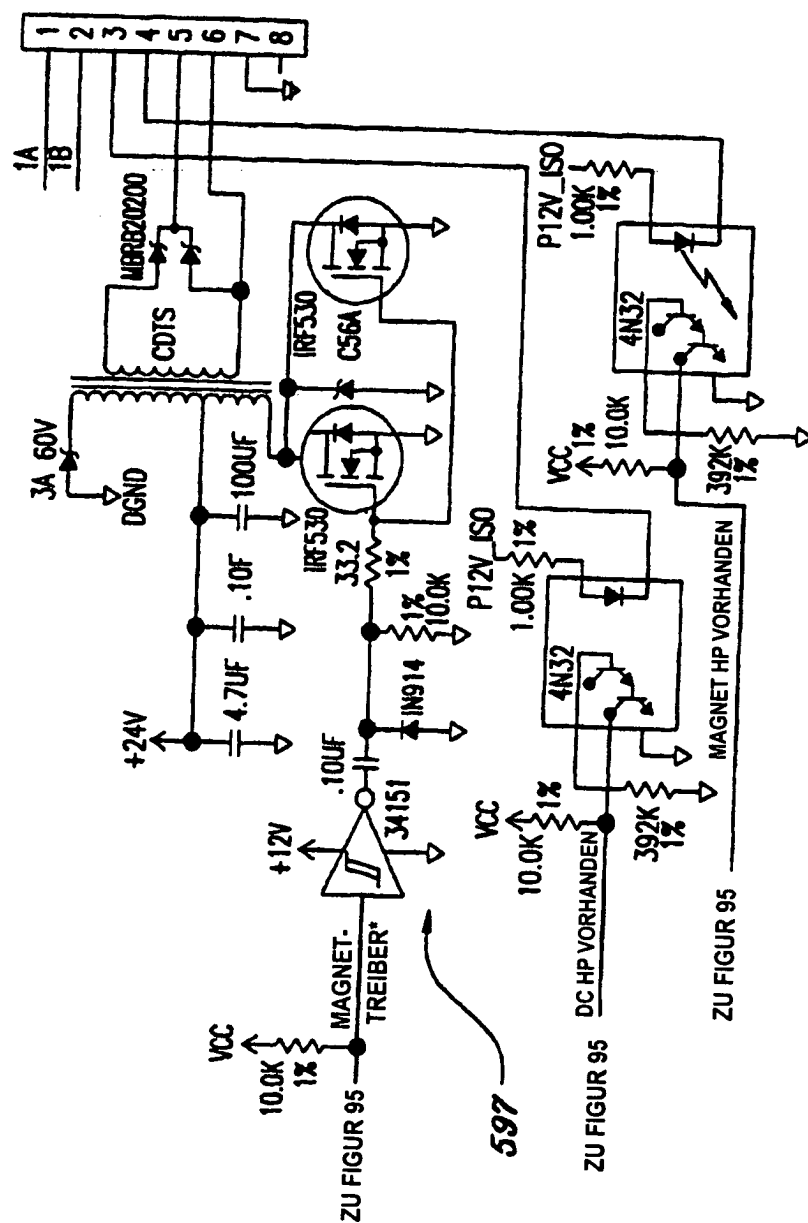
FIGUR 93



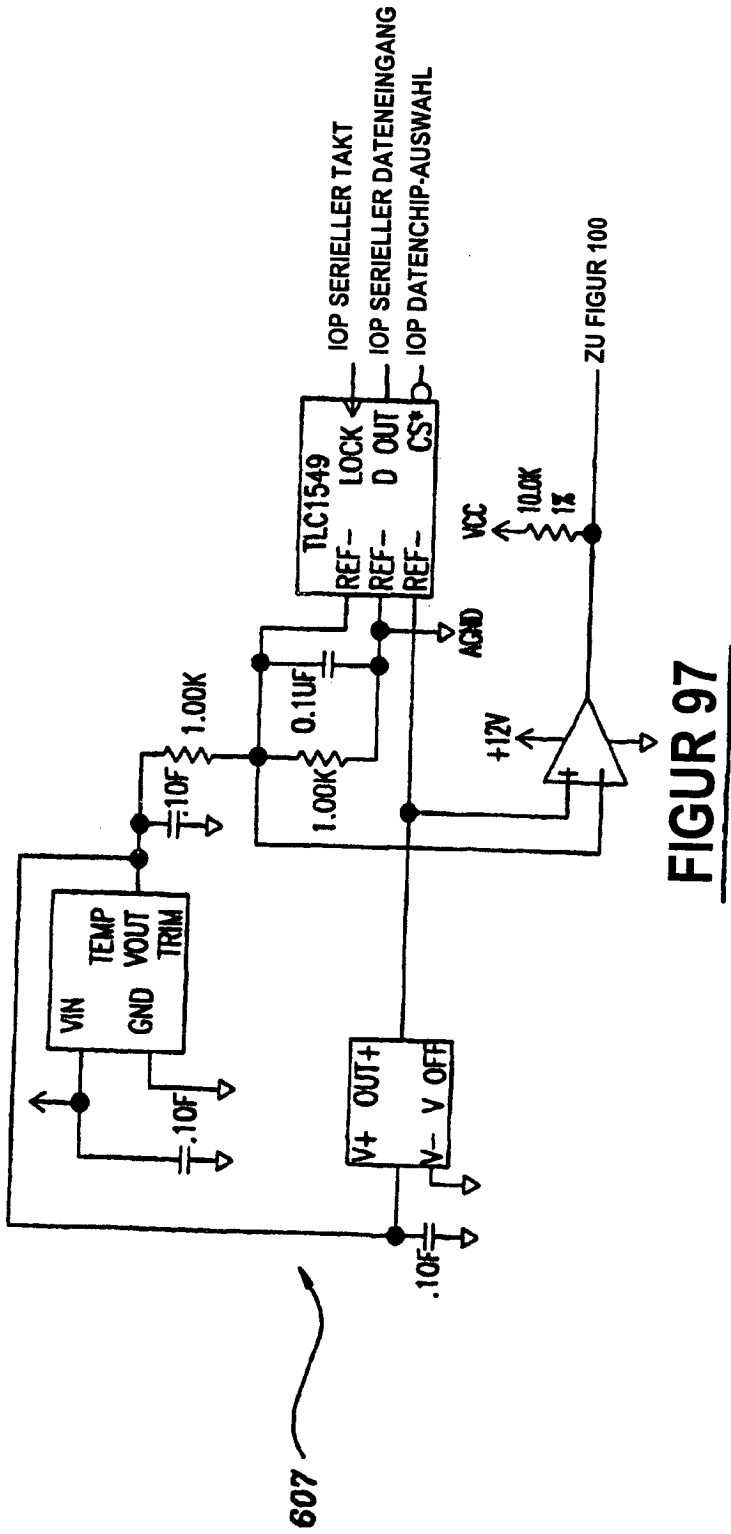
FIGUR 94

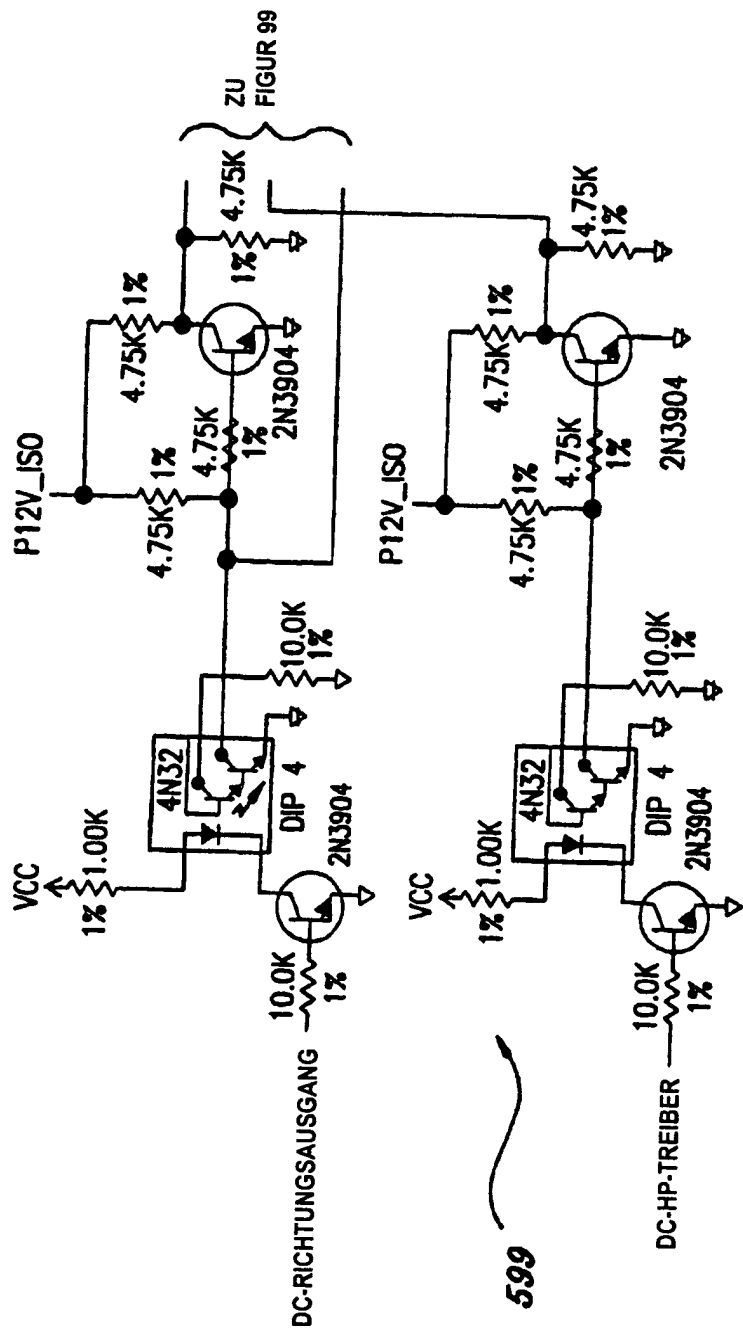


FIGUR 95

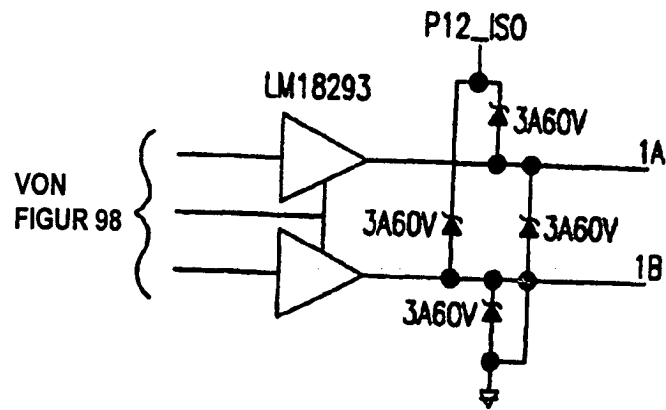


FIGUR 96

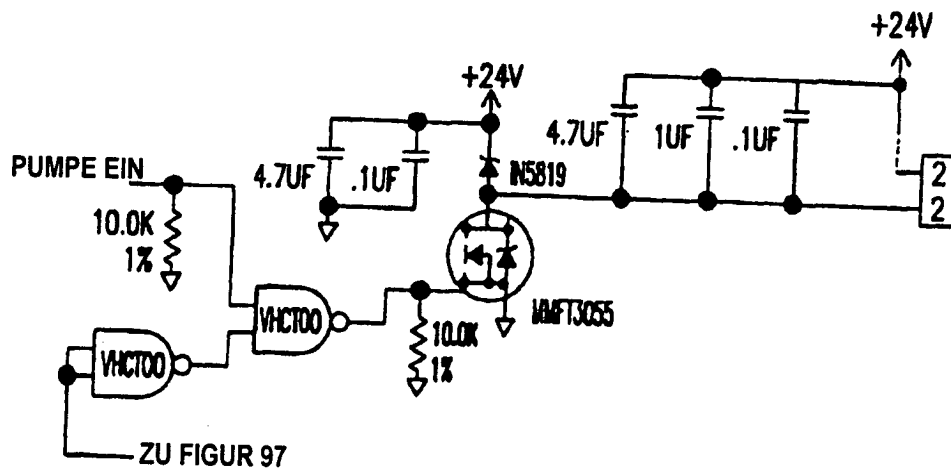




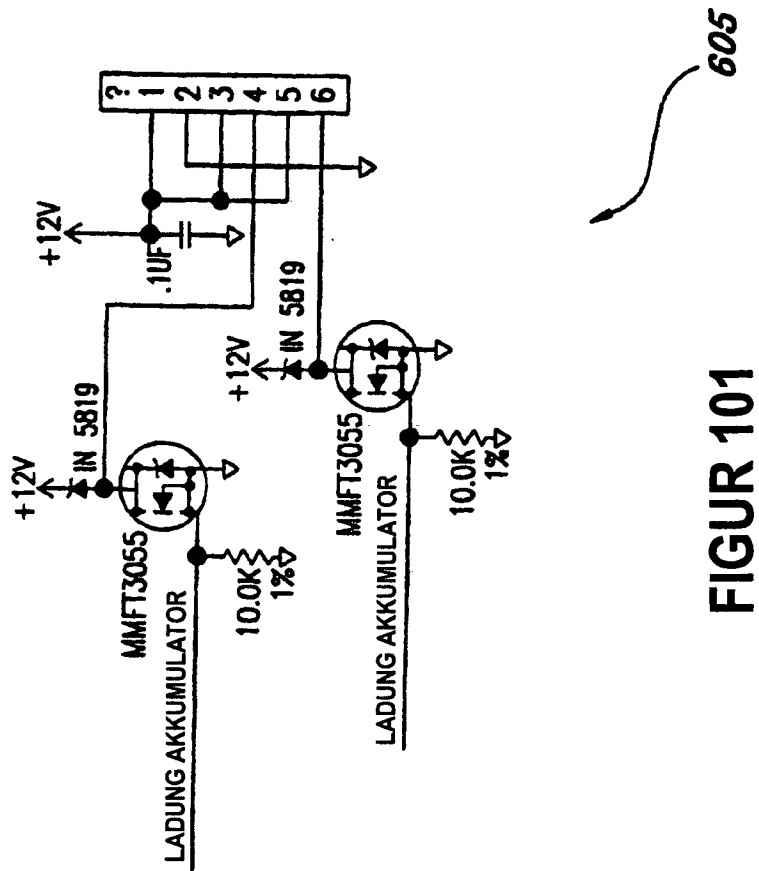
FIGUR 98

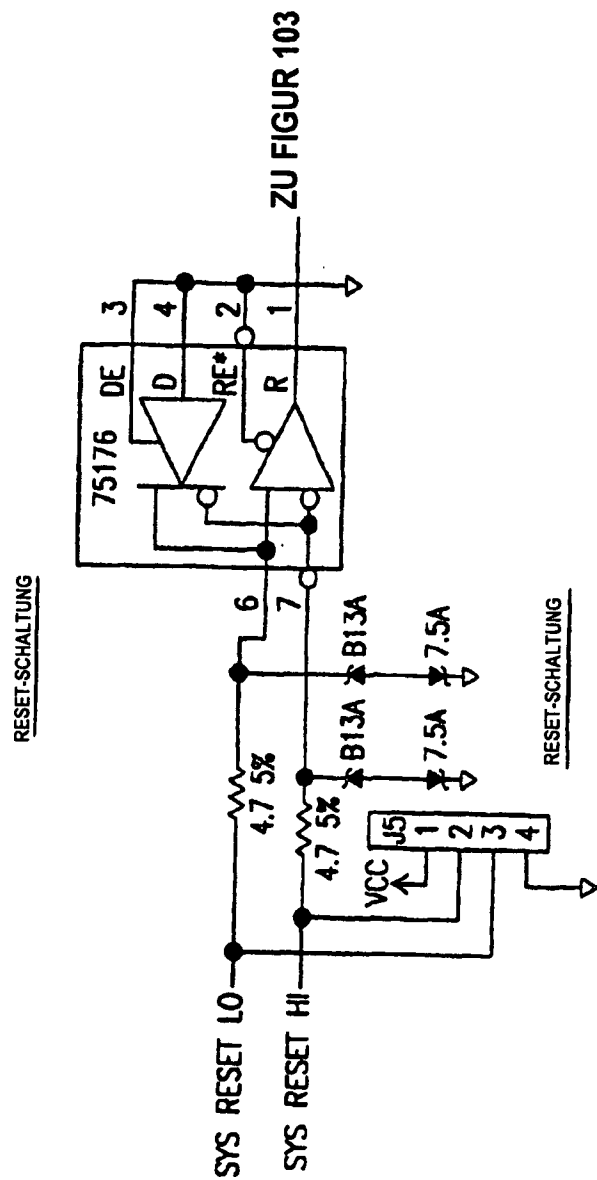


FIGUR 99

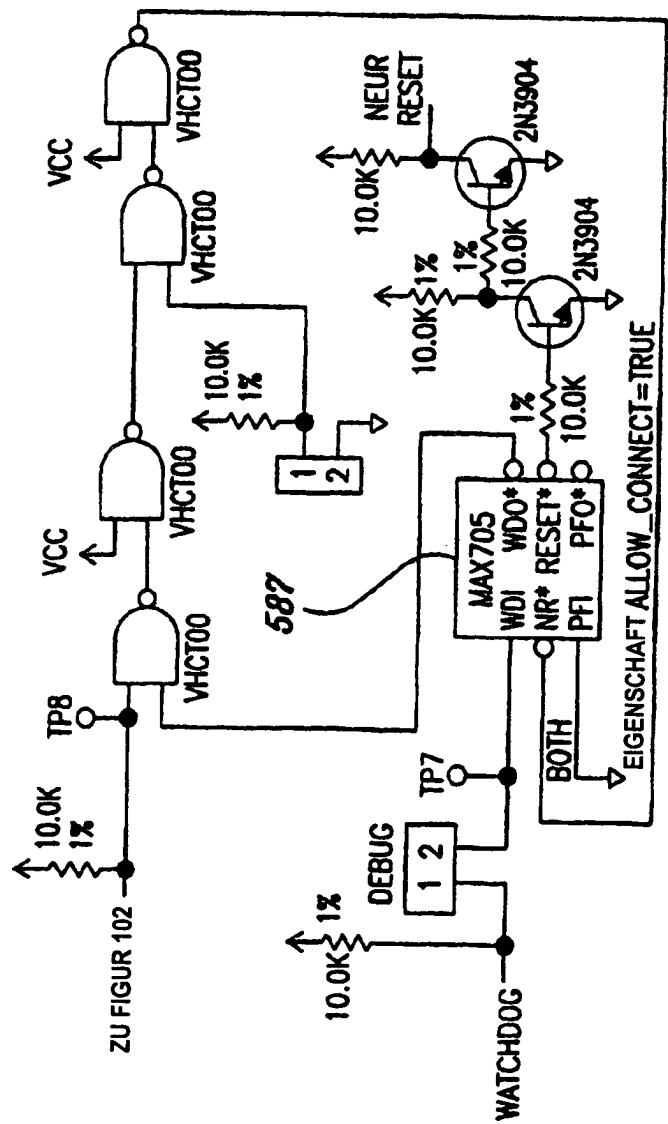


FIGUR 100

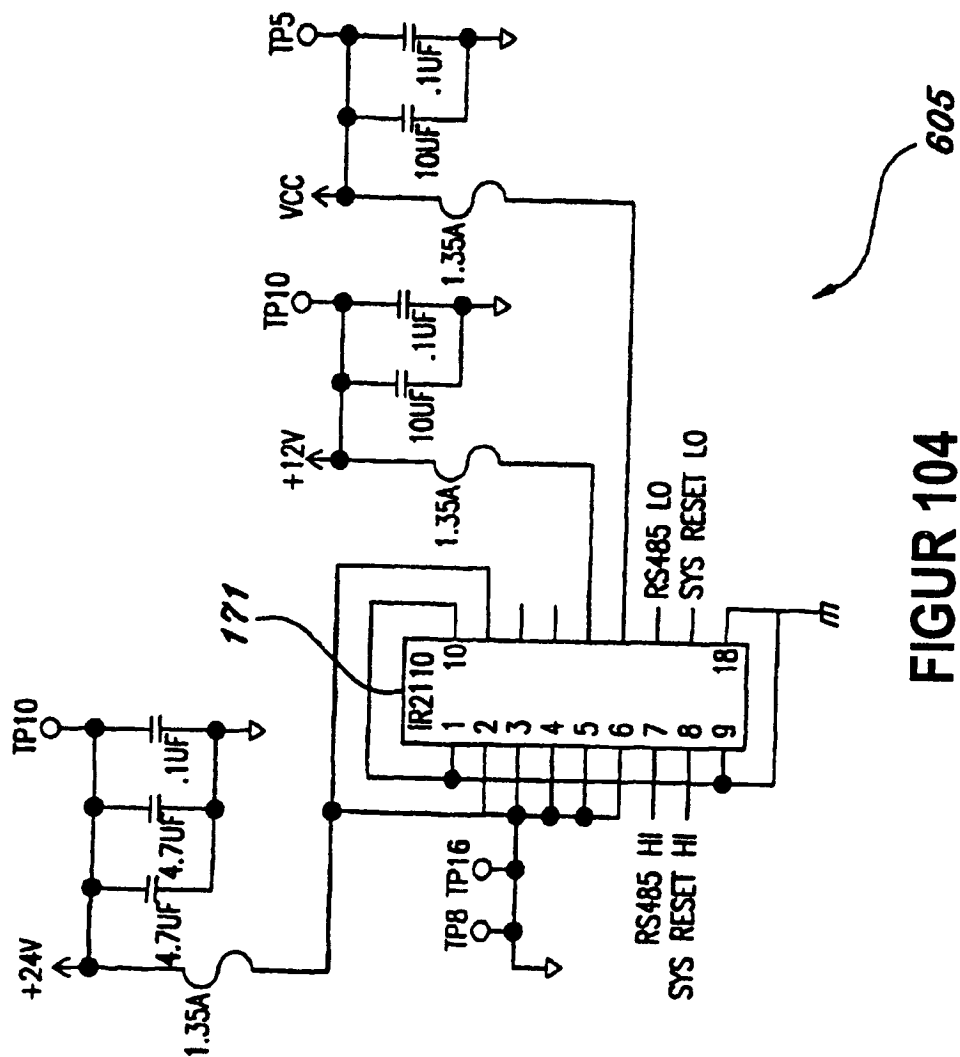




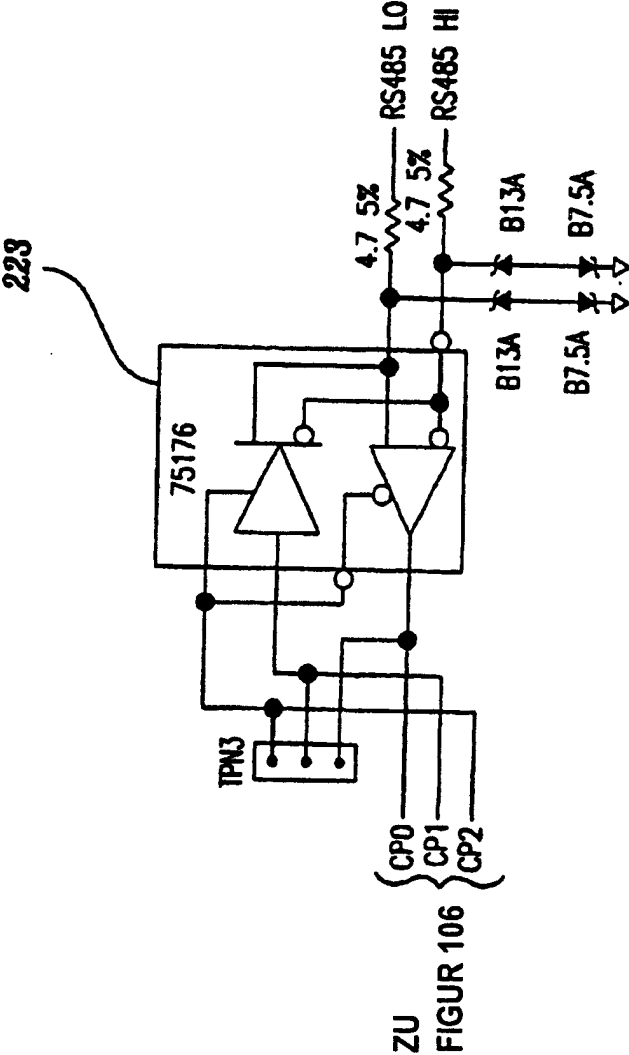
FIGUR 102



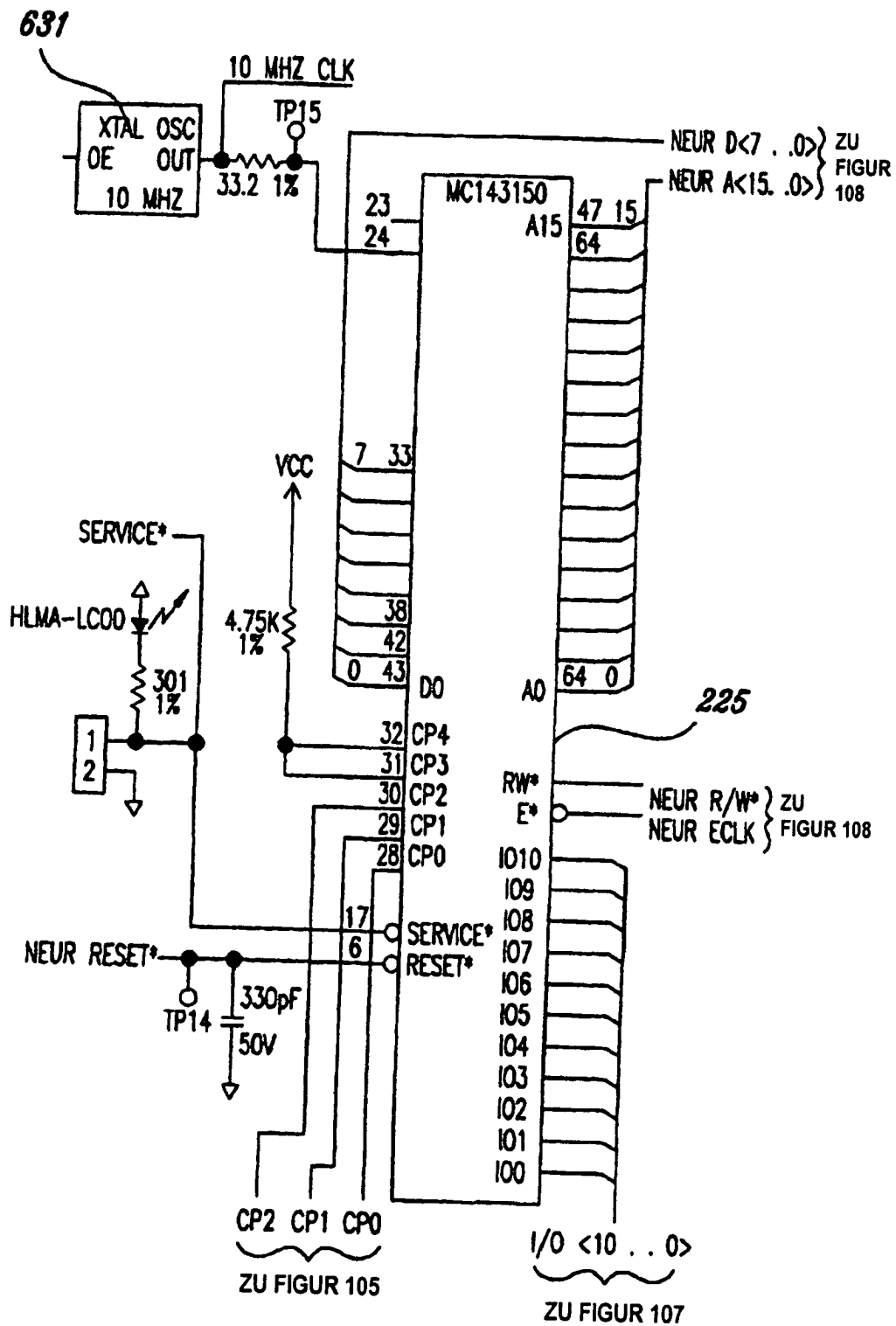
FIGUR 103



FIGUR 104

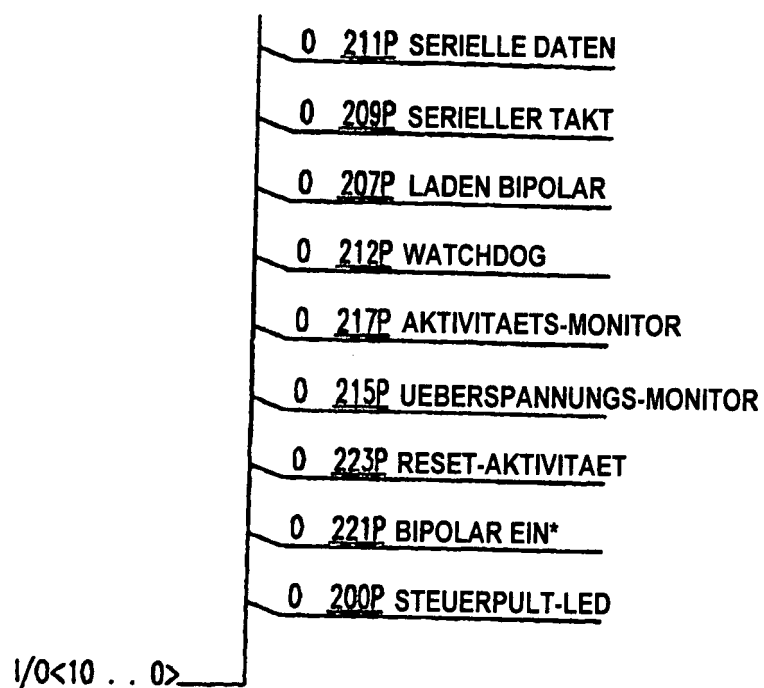


FIGUR 105

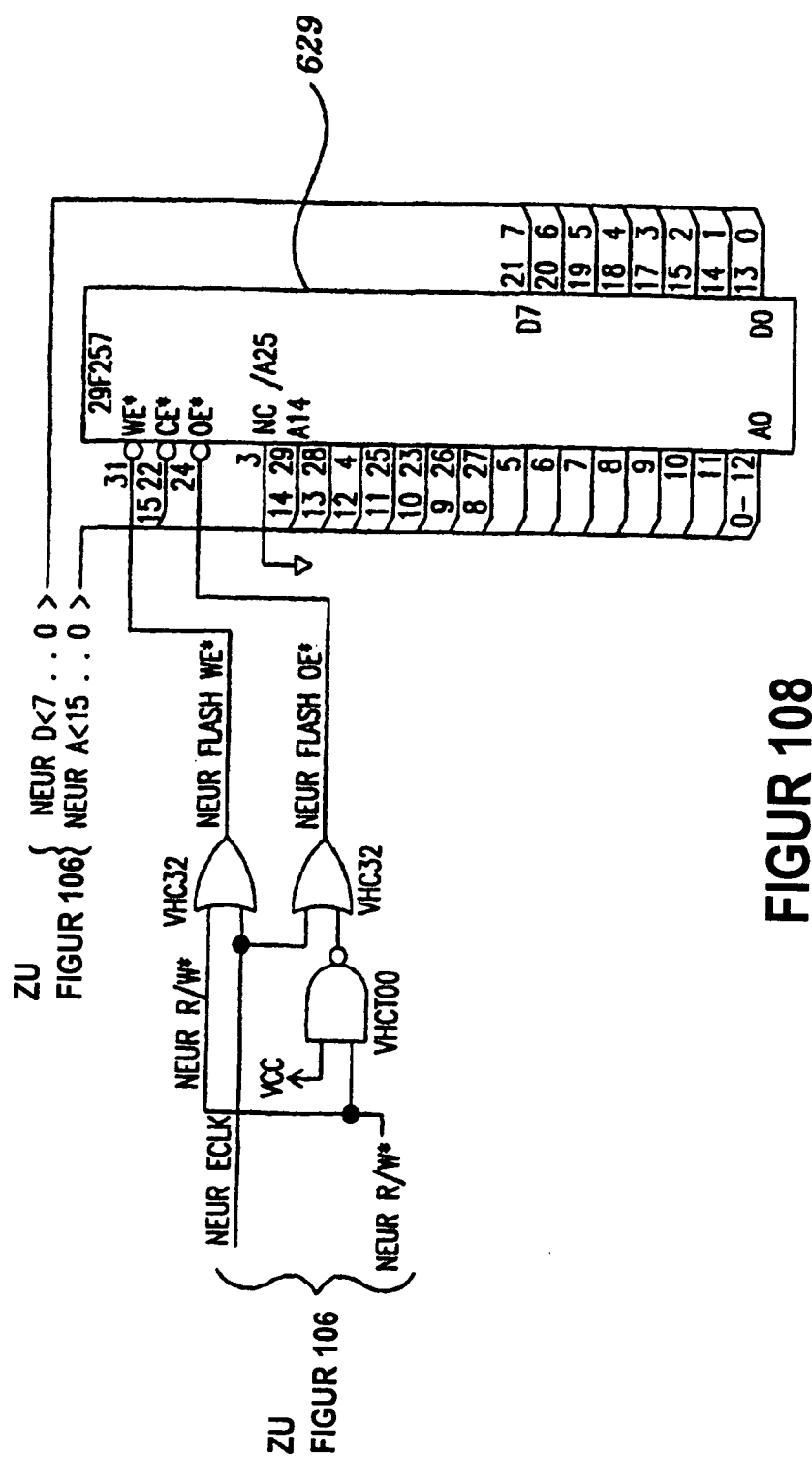


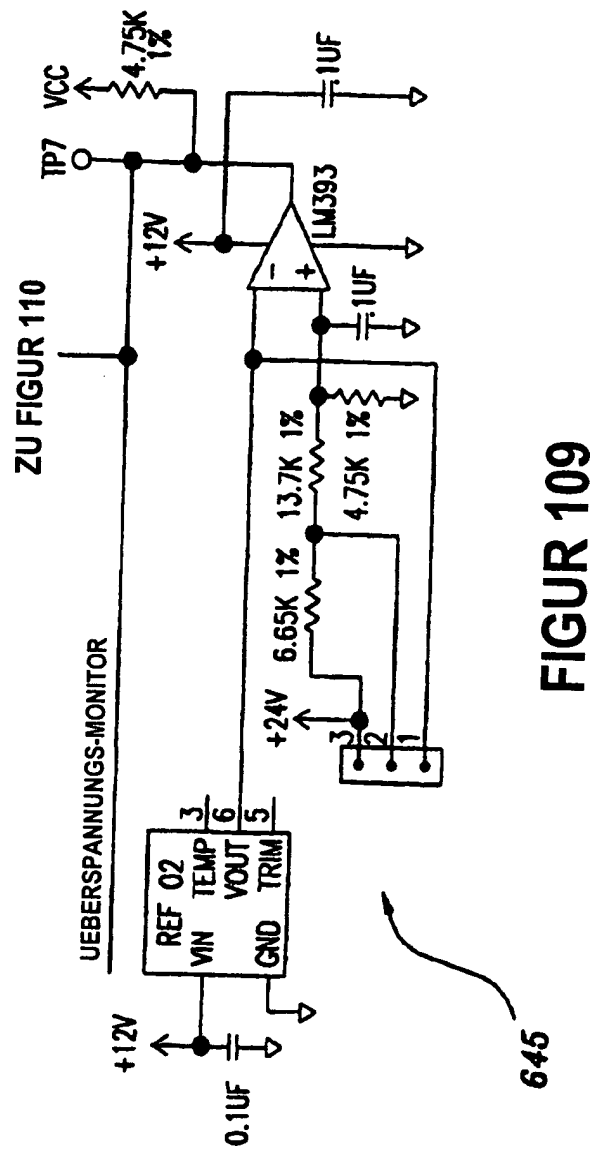
FIGUR 106

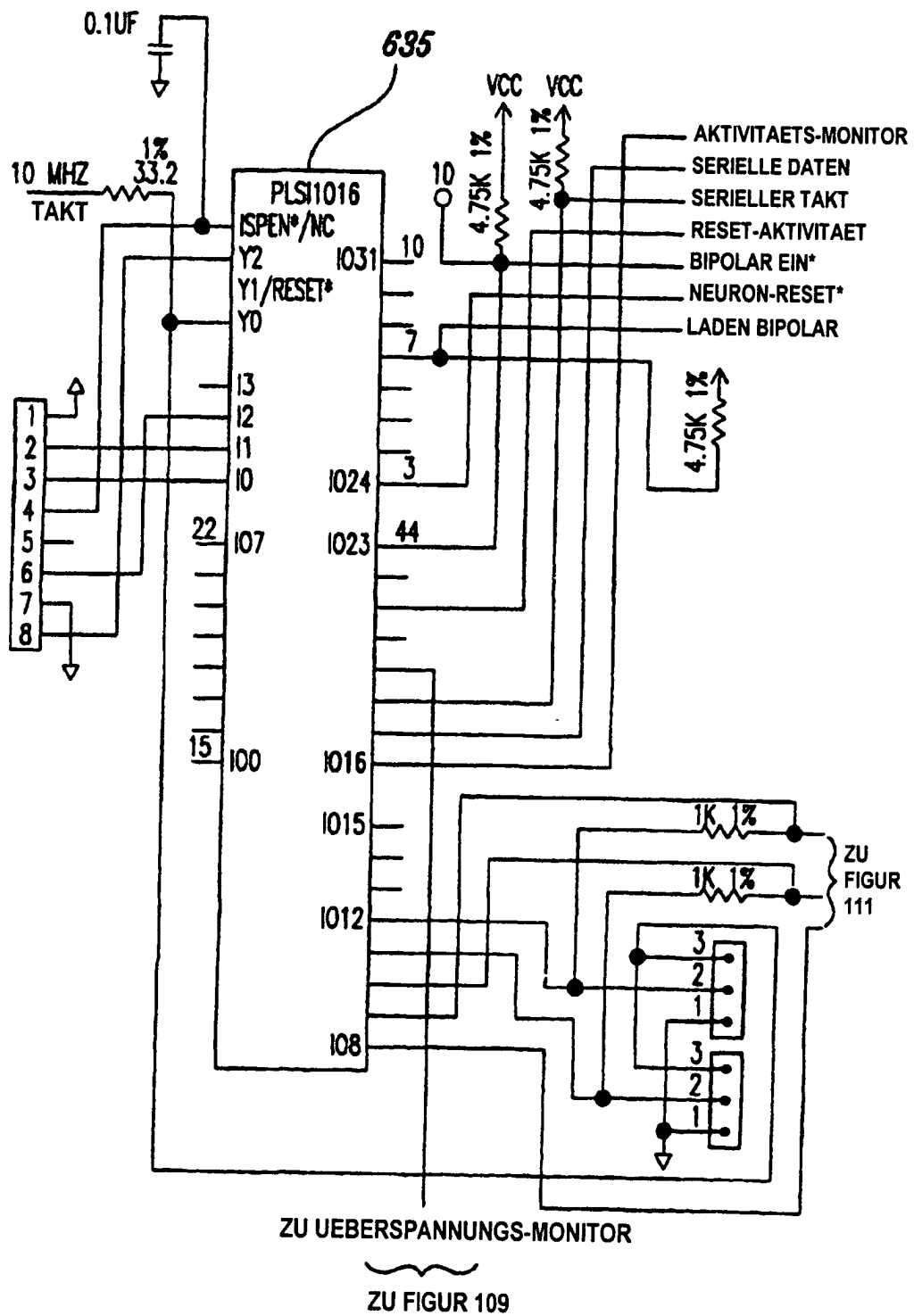
VON FIGUR 106



FIGUR 107







FIGUR 110

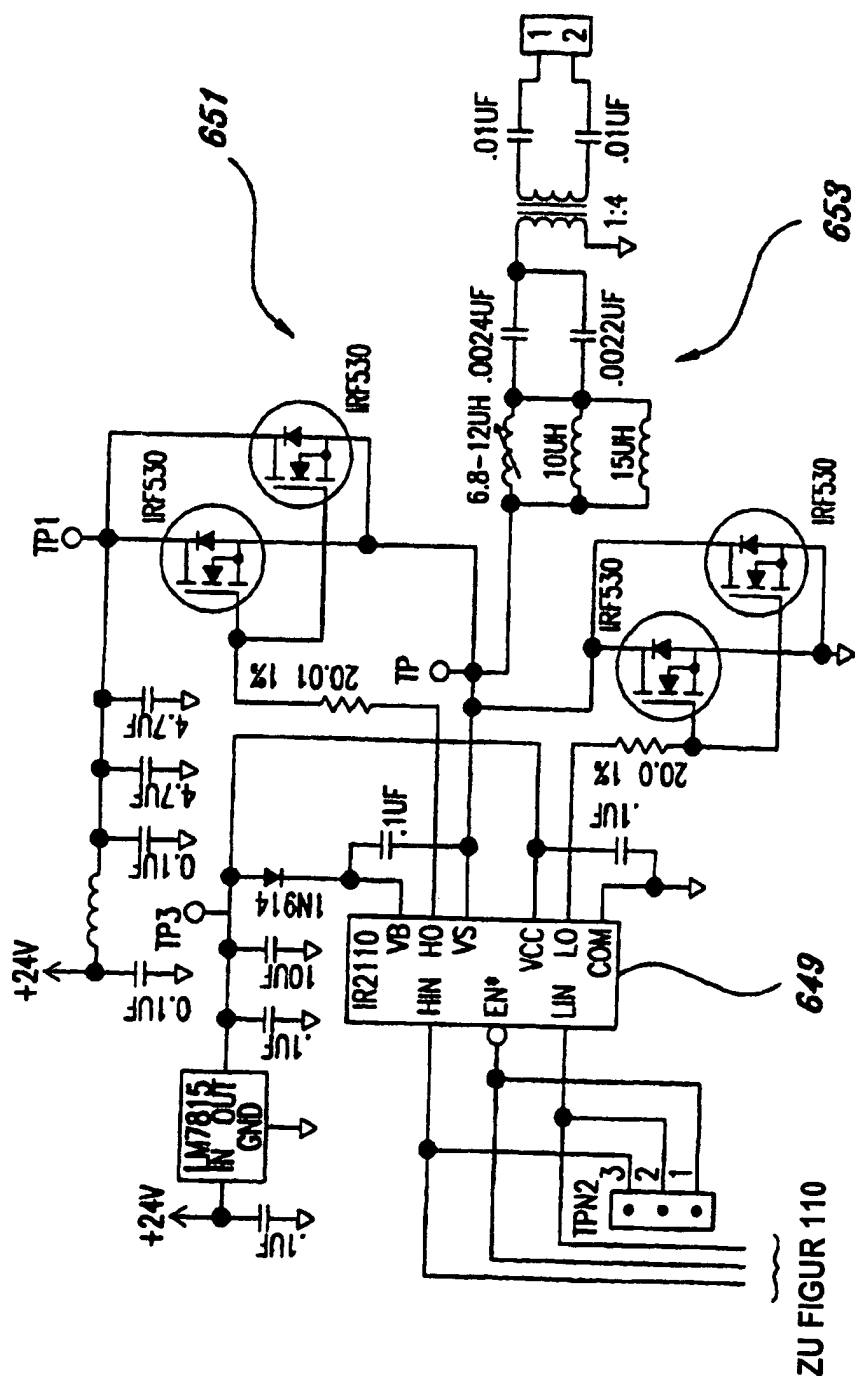
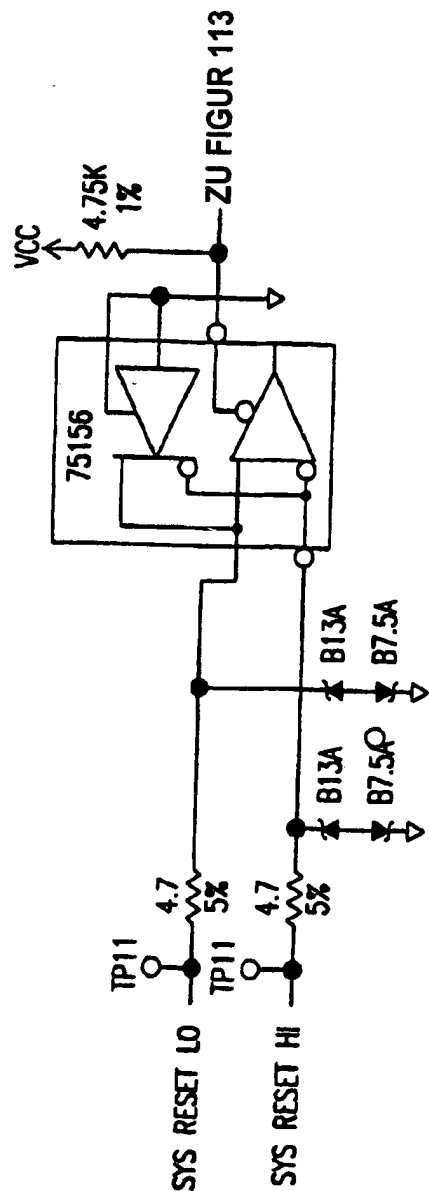
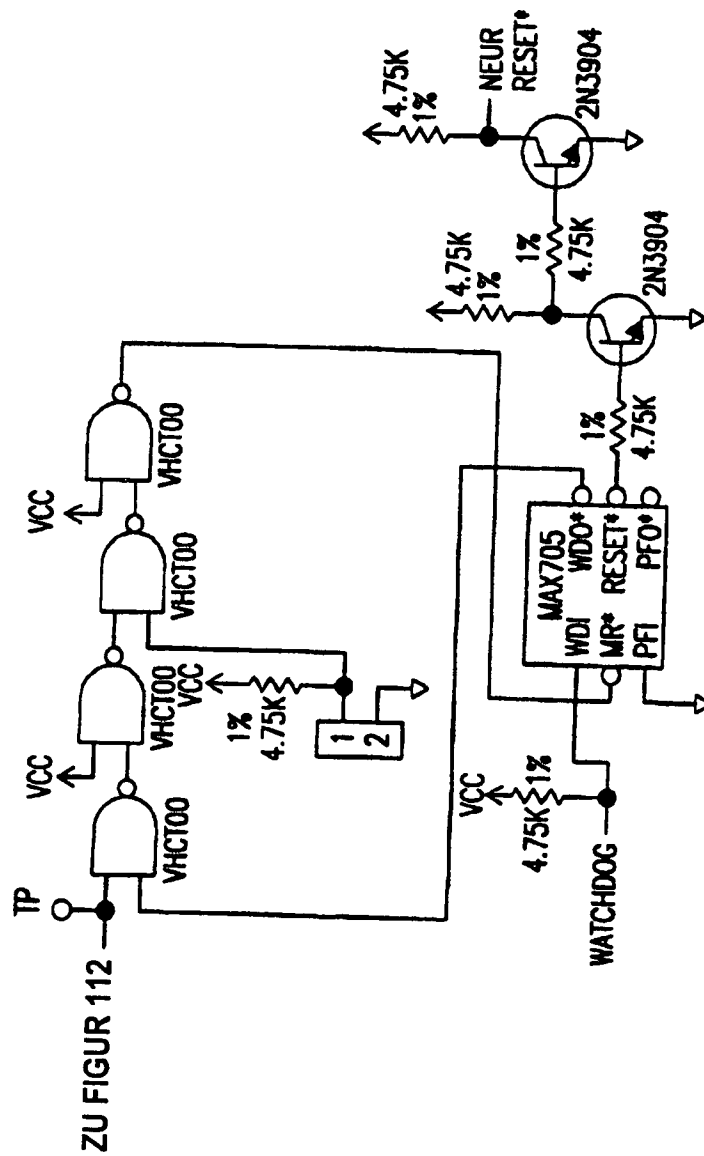


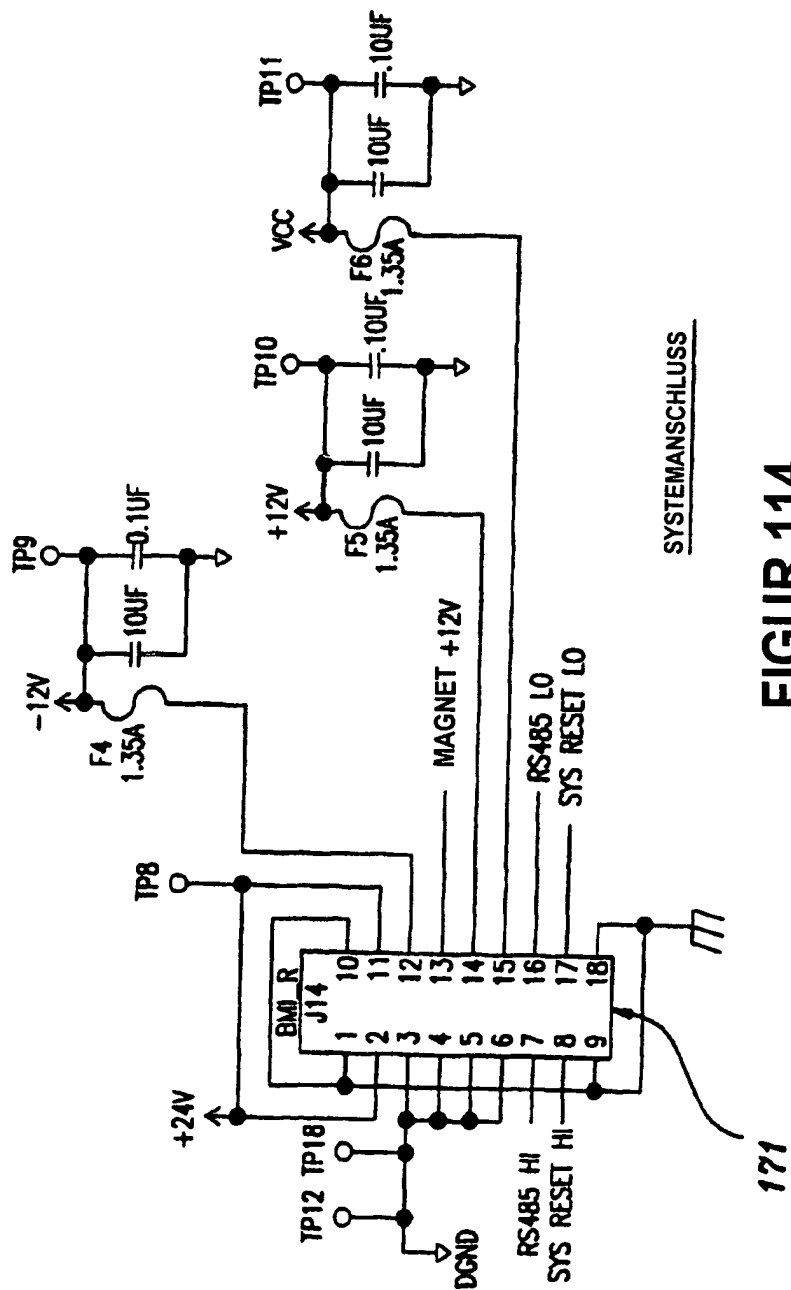
FIGURE 111



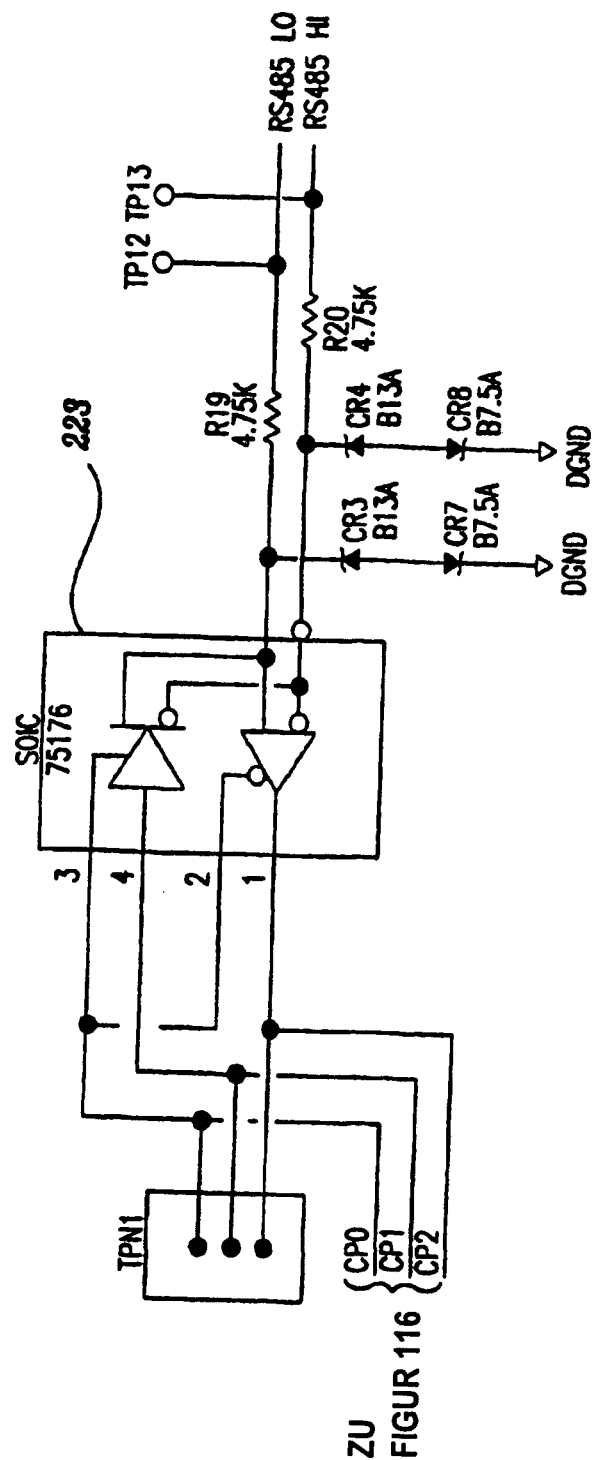
FIGUR 112



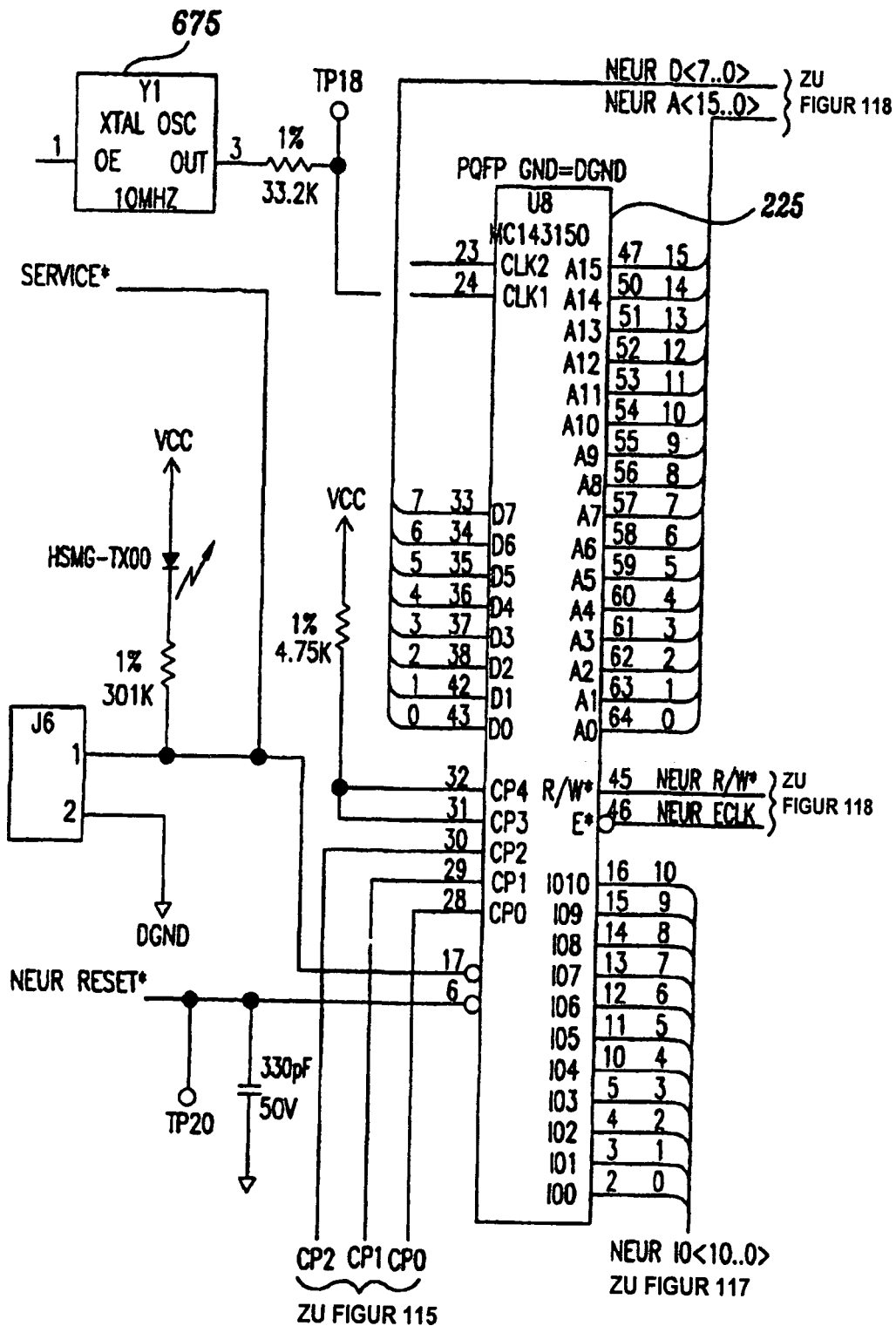
FIGUR 113



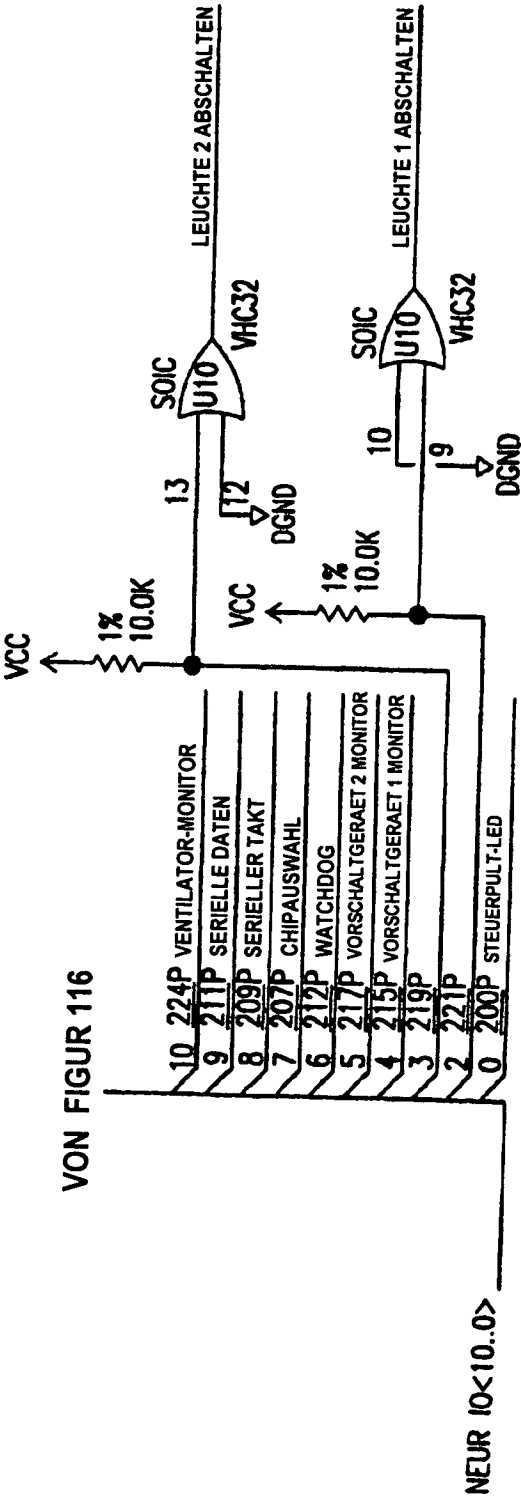
FIGUR 114



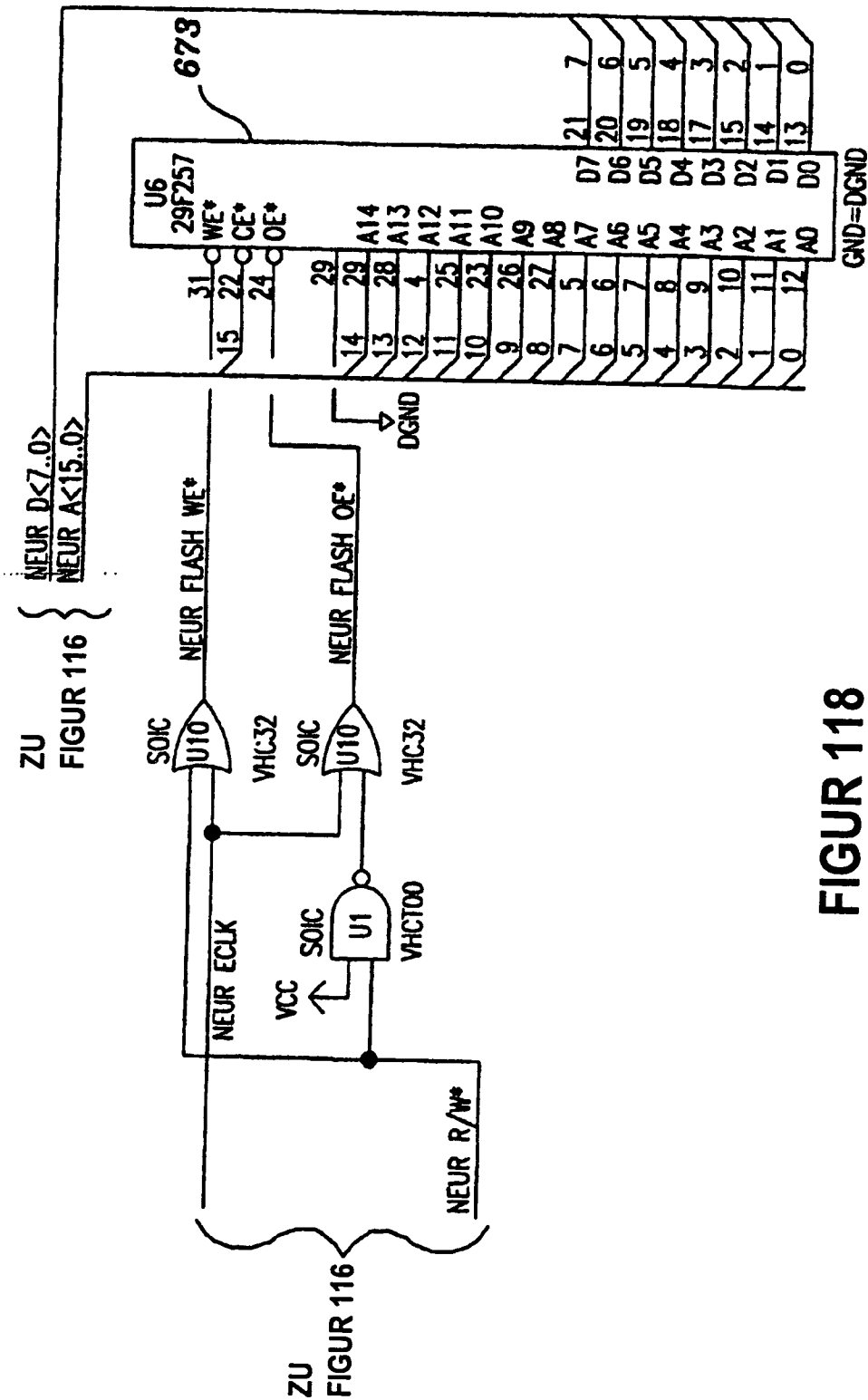
FIGUR 115

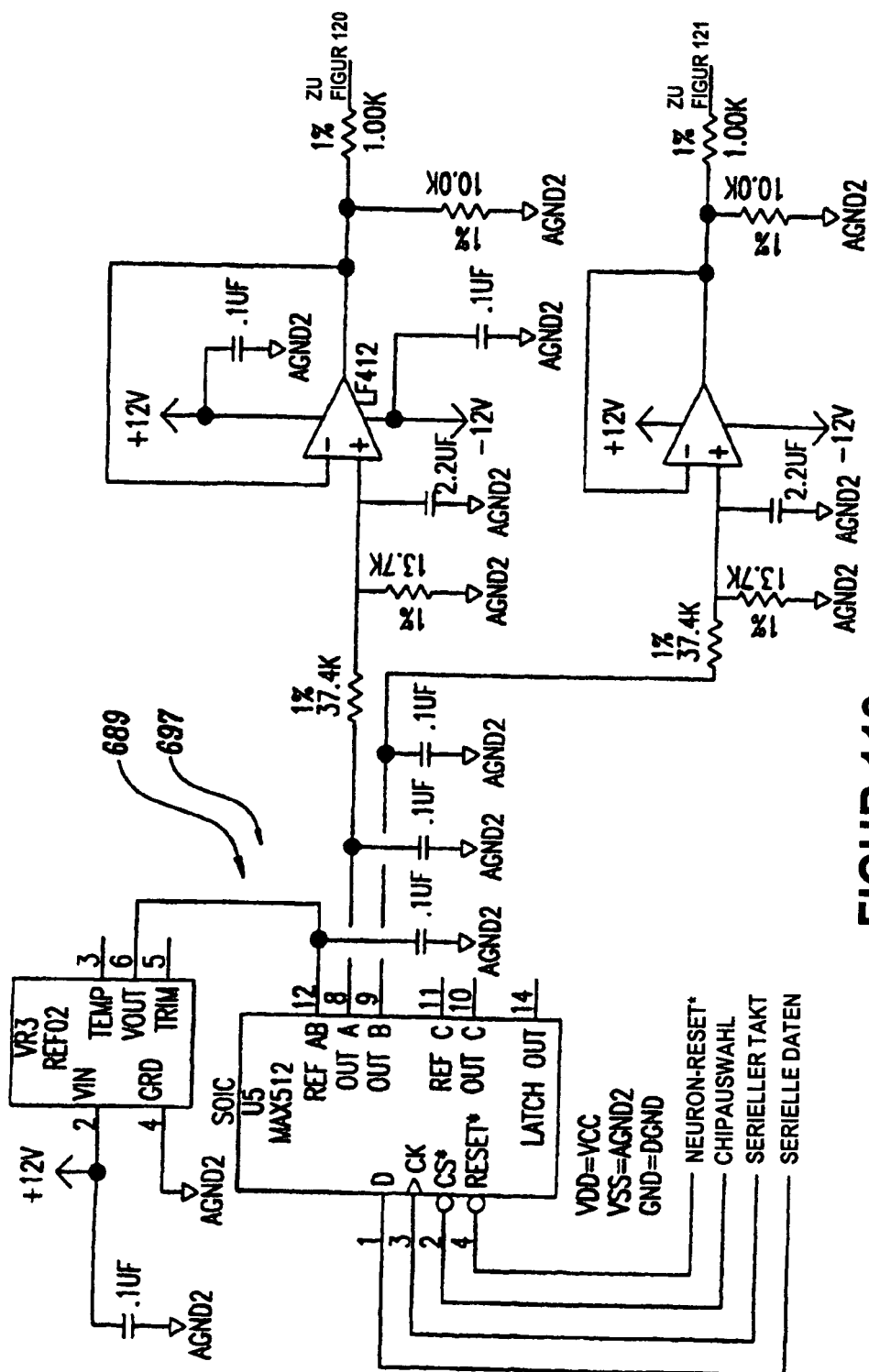


FIGUR 116

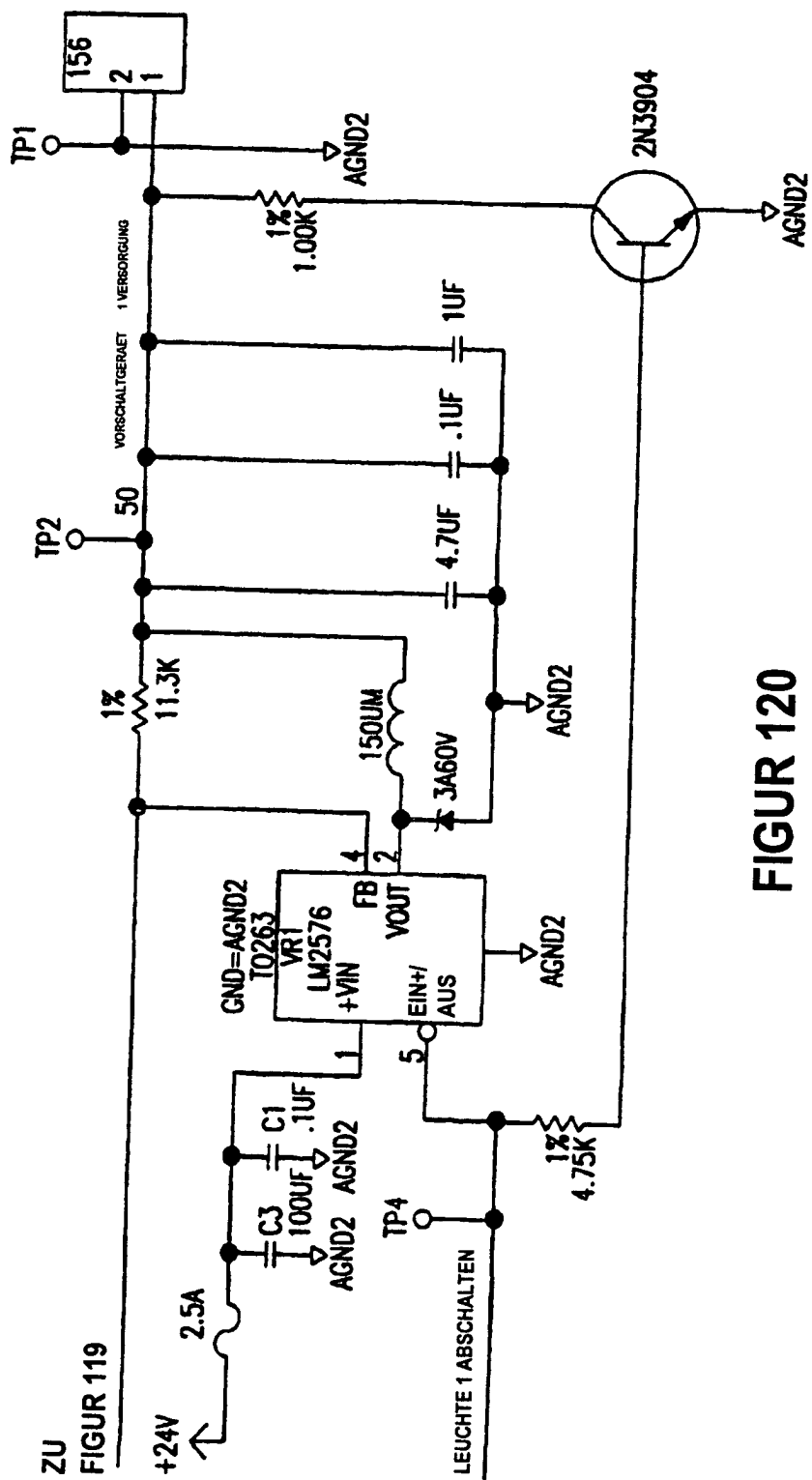


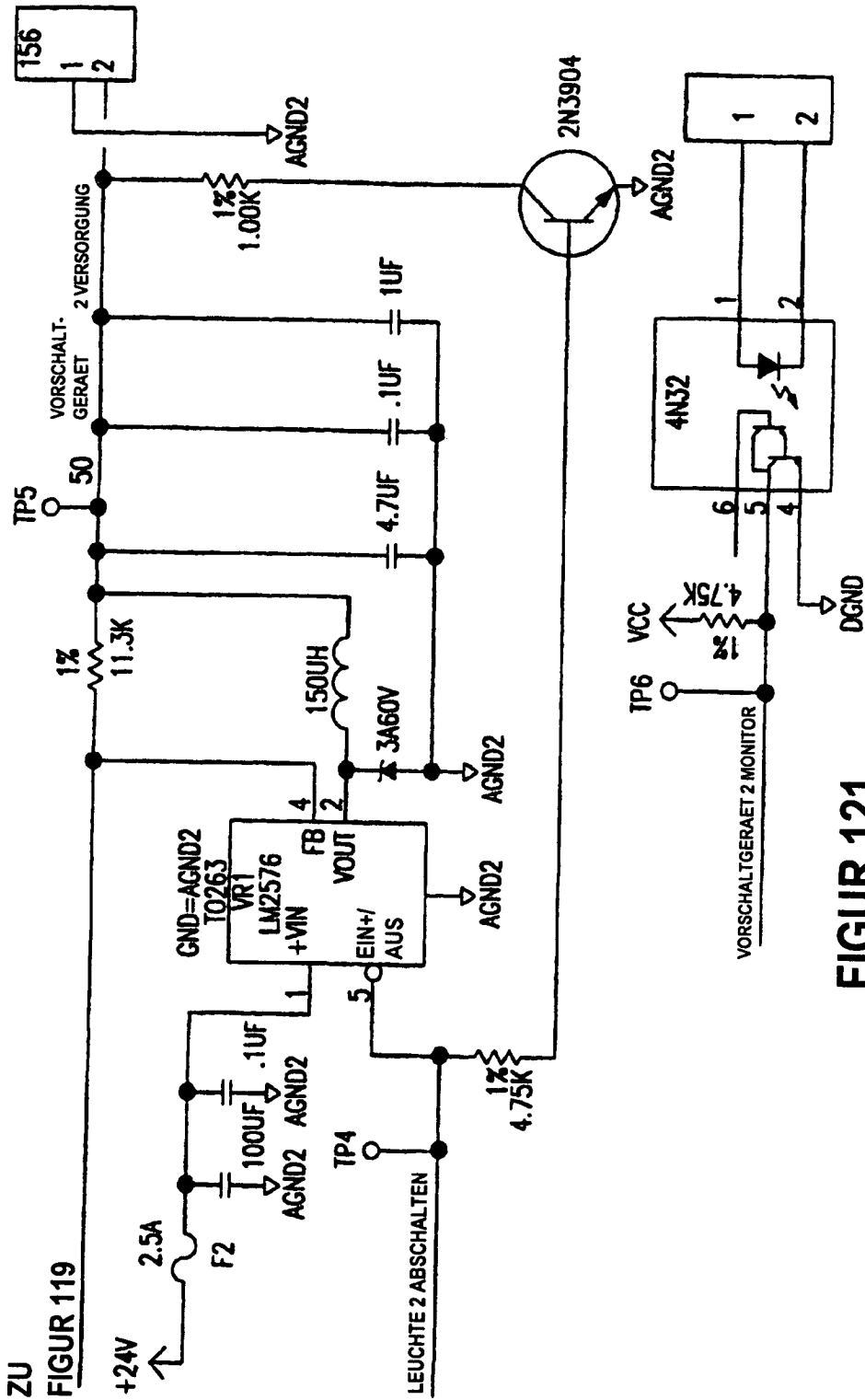
FIGUR 117

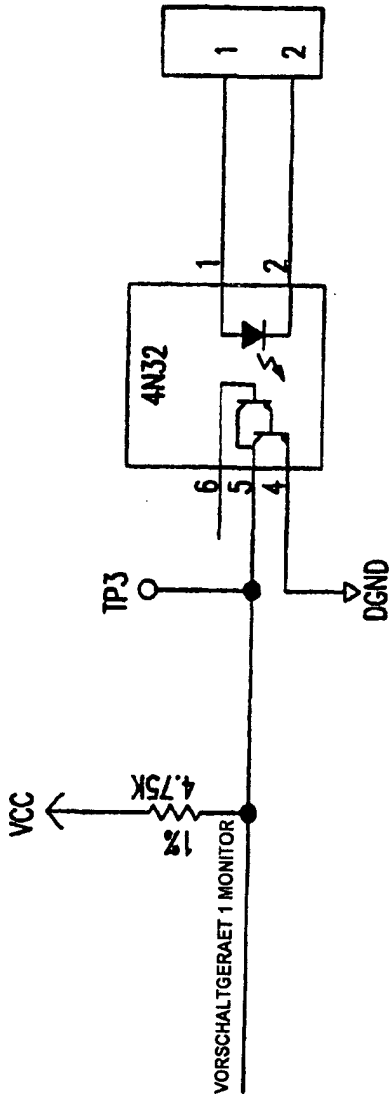




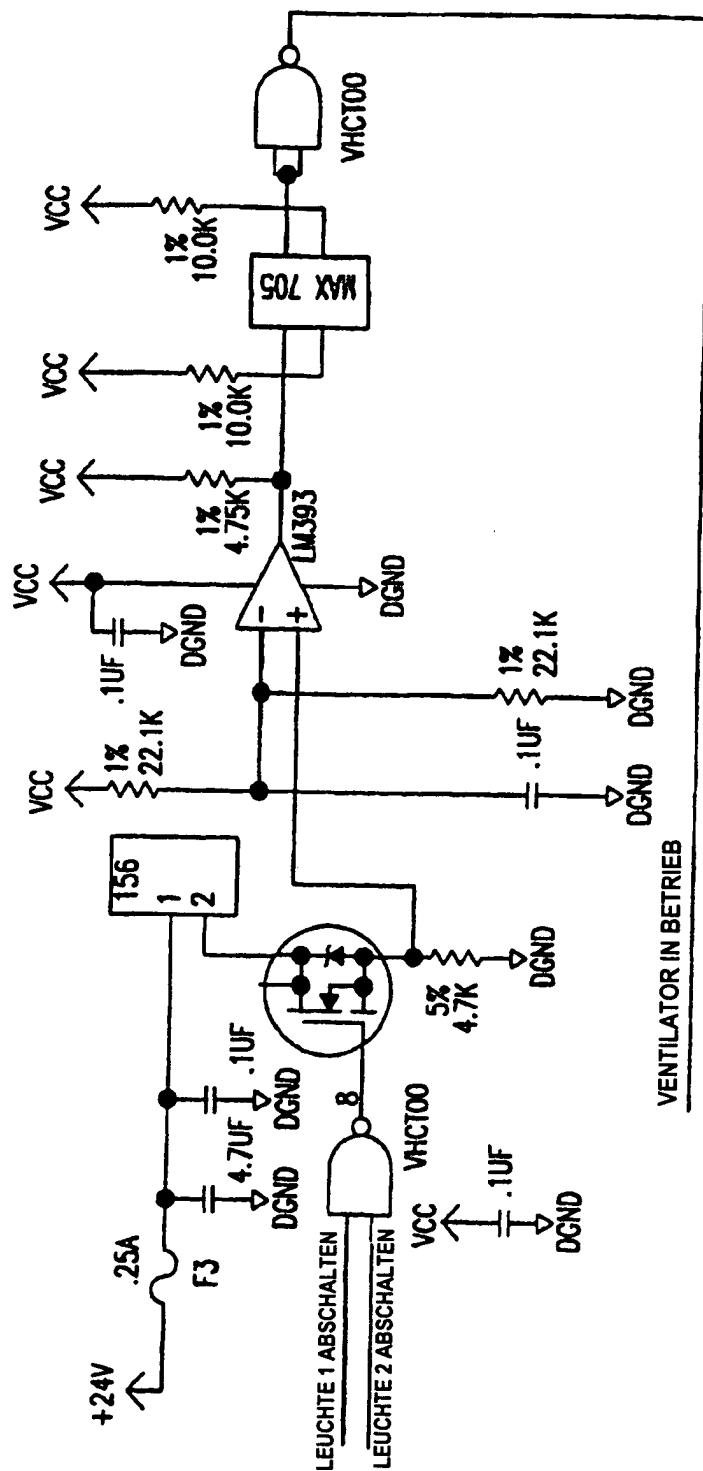
FIGUR 119



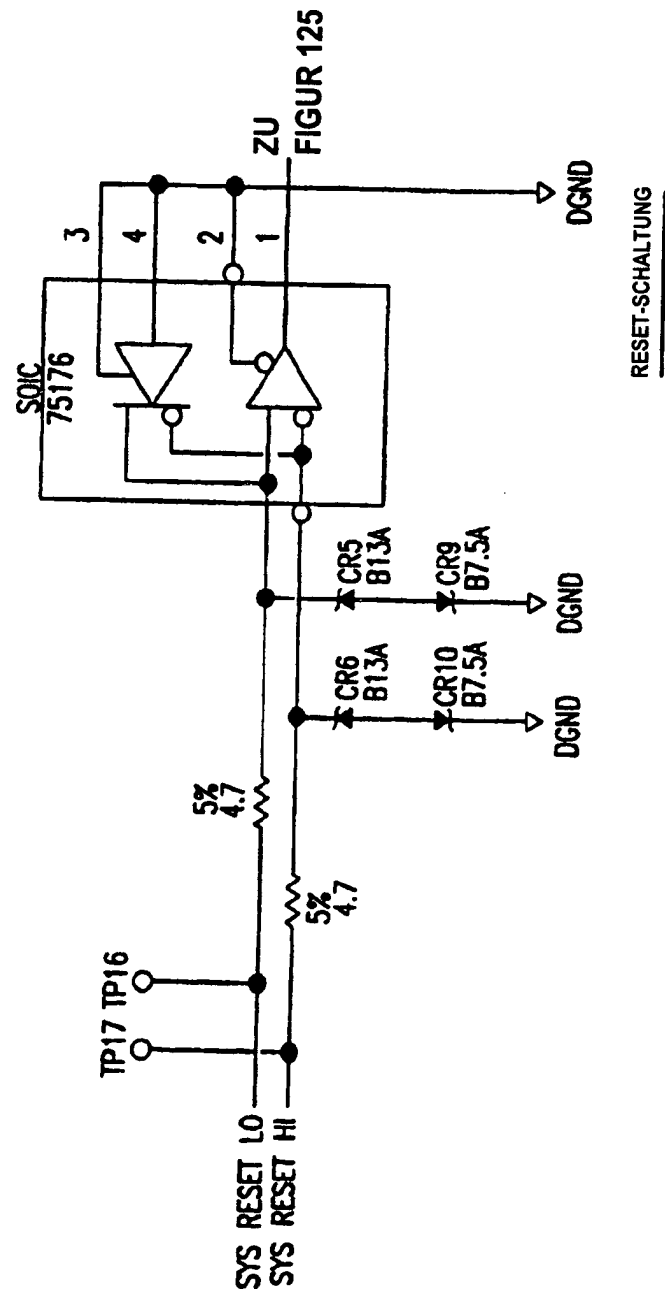




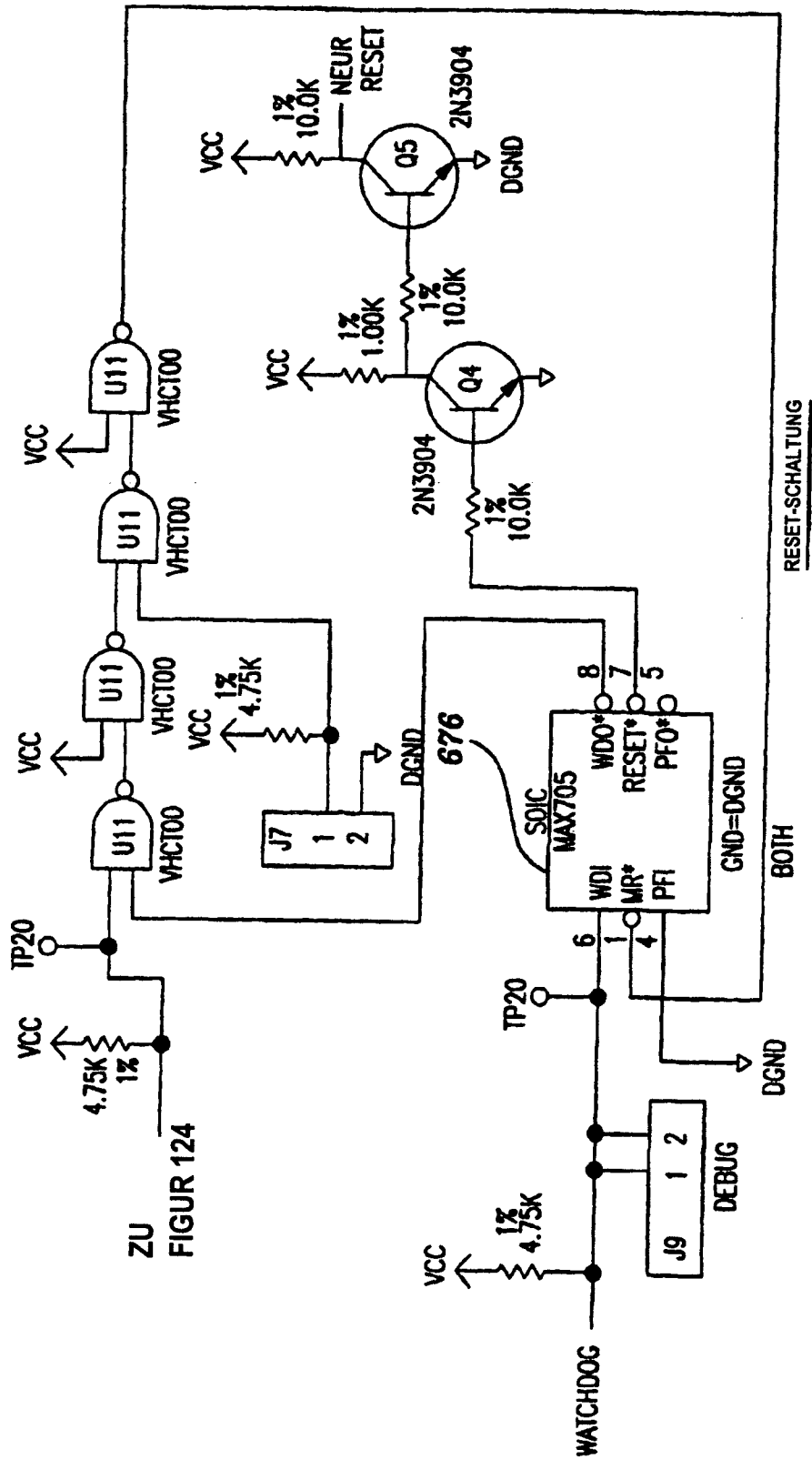
FIGUR 122



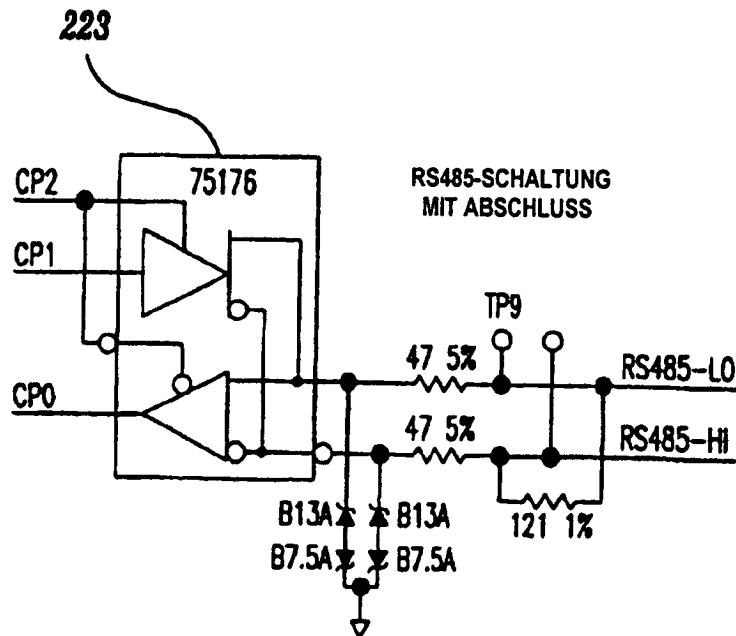
FIGUR 123



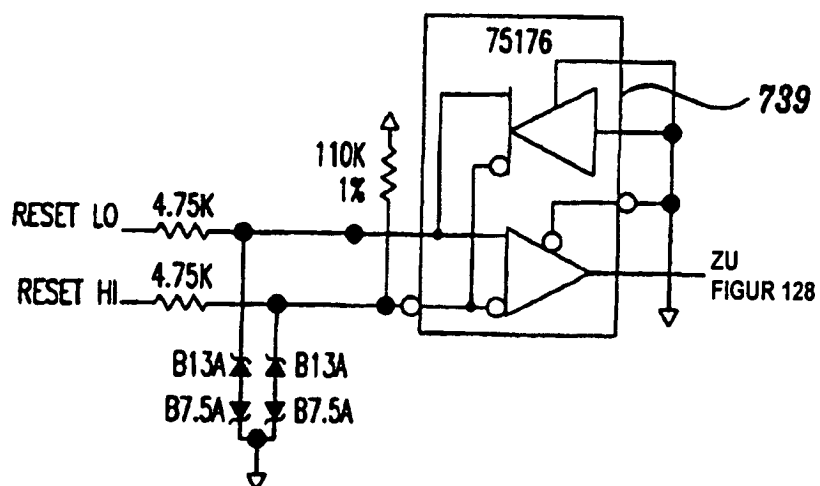
FIGUR 124



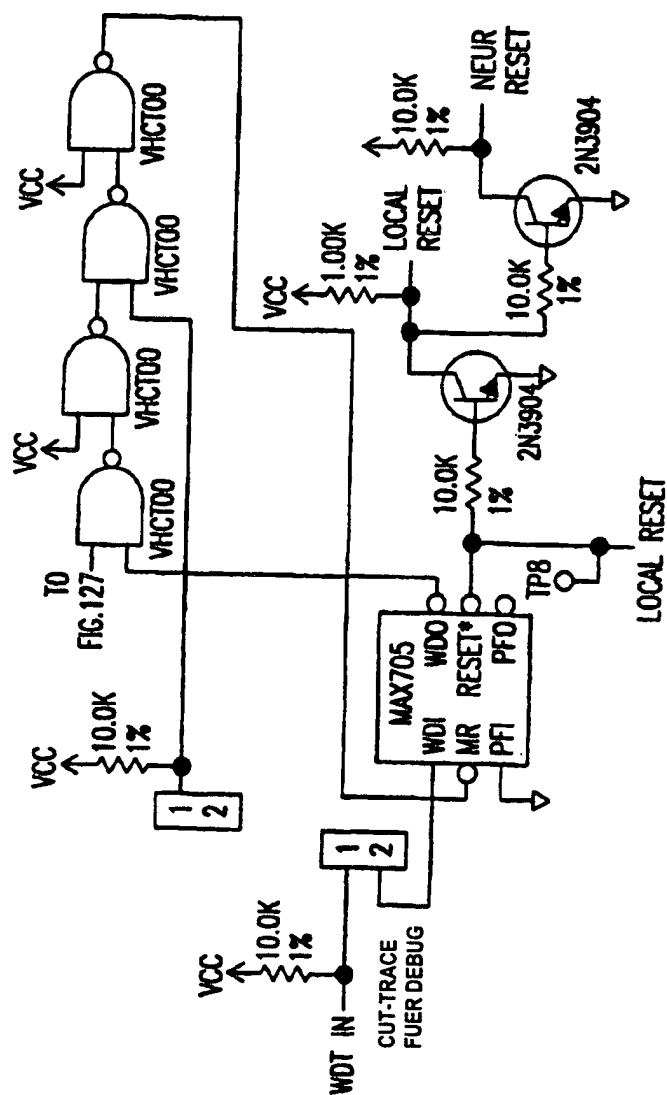
FIGUR 125



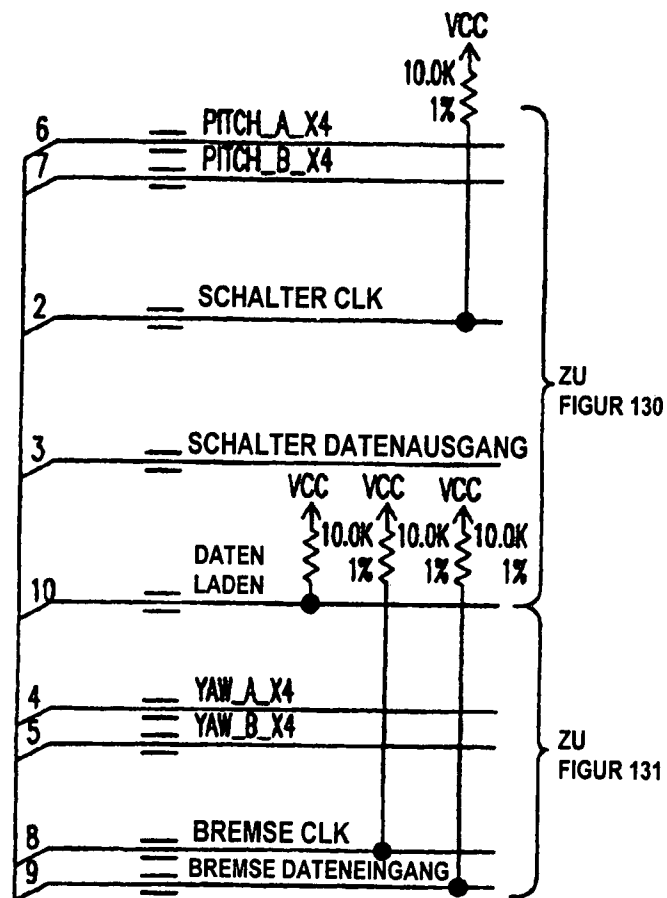
FIGUR 126



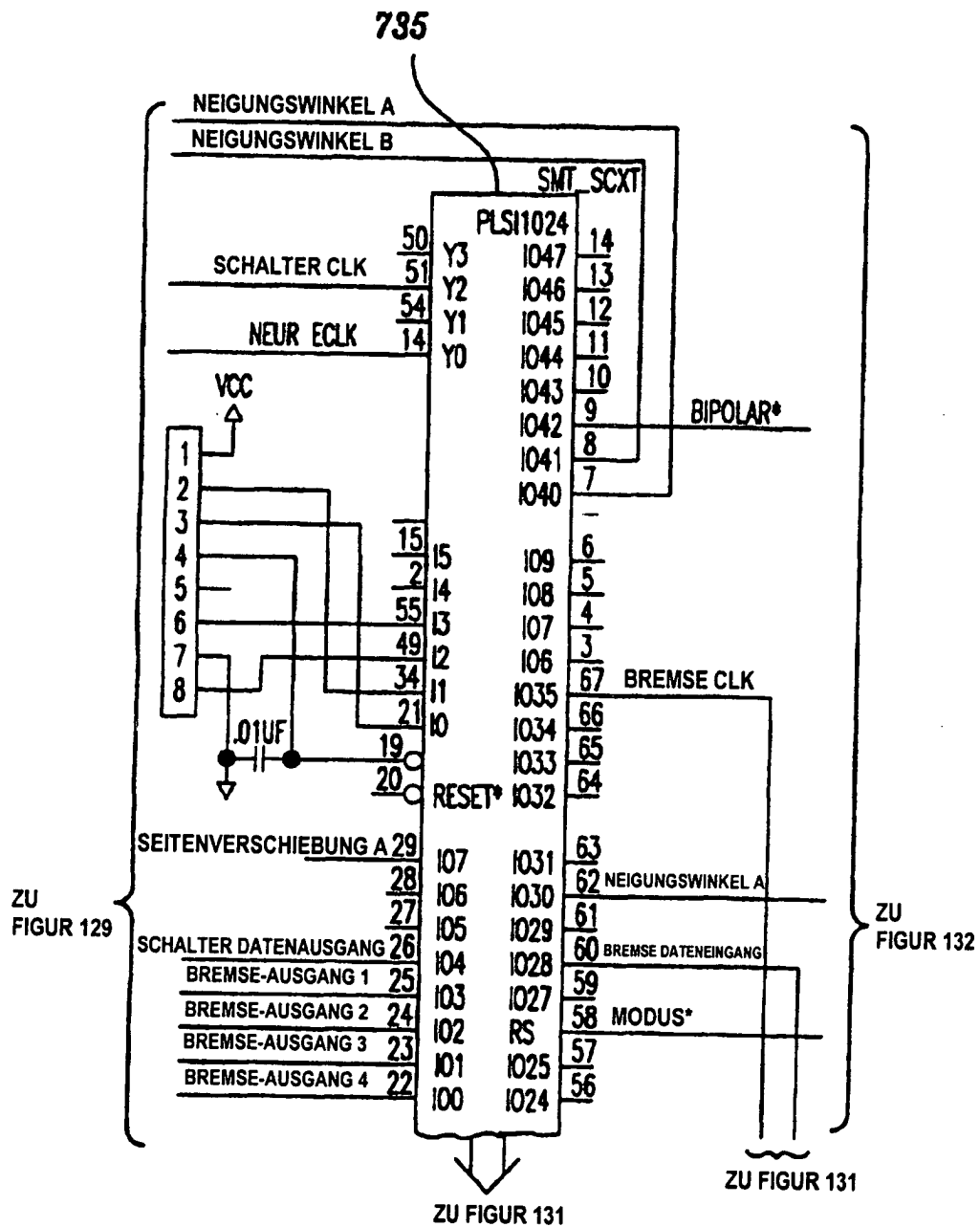
FIGUR 127

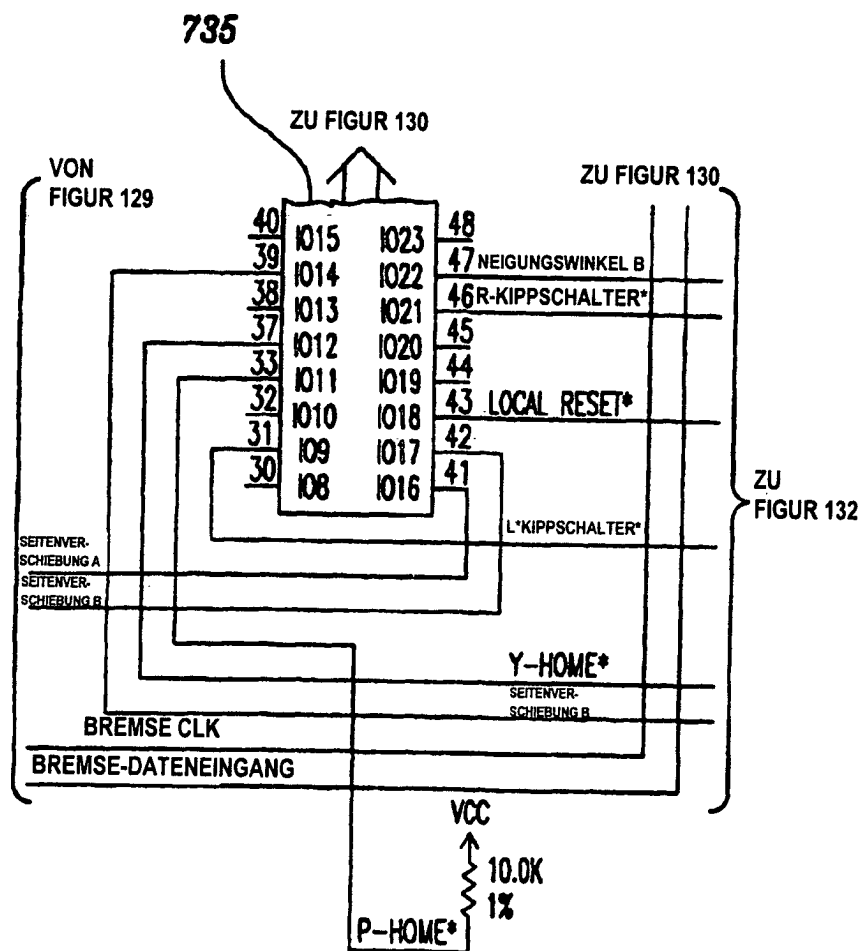


FIGUR 128

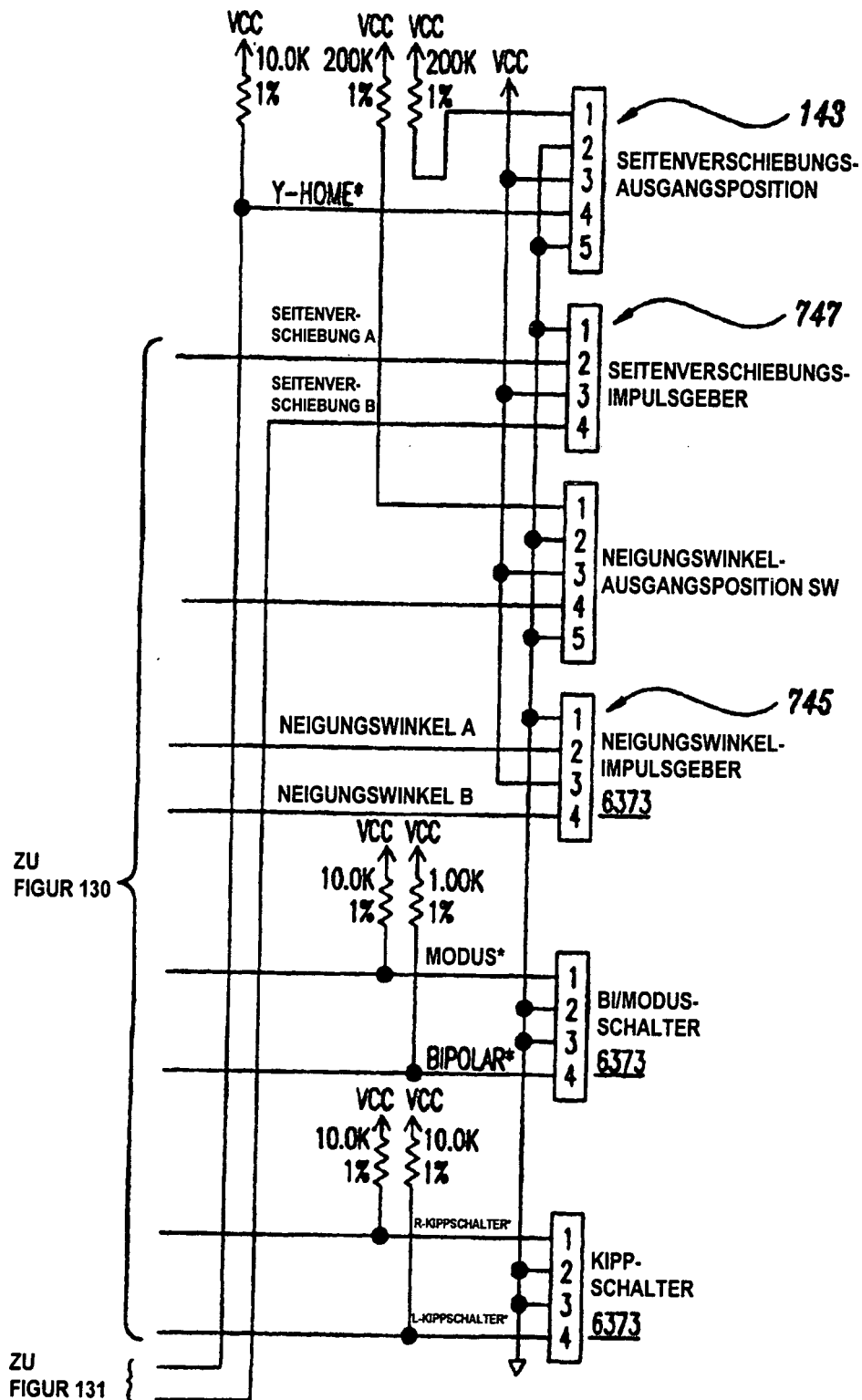


FIGUR 129

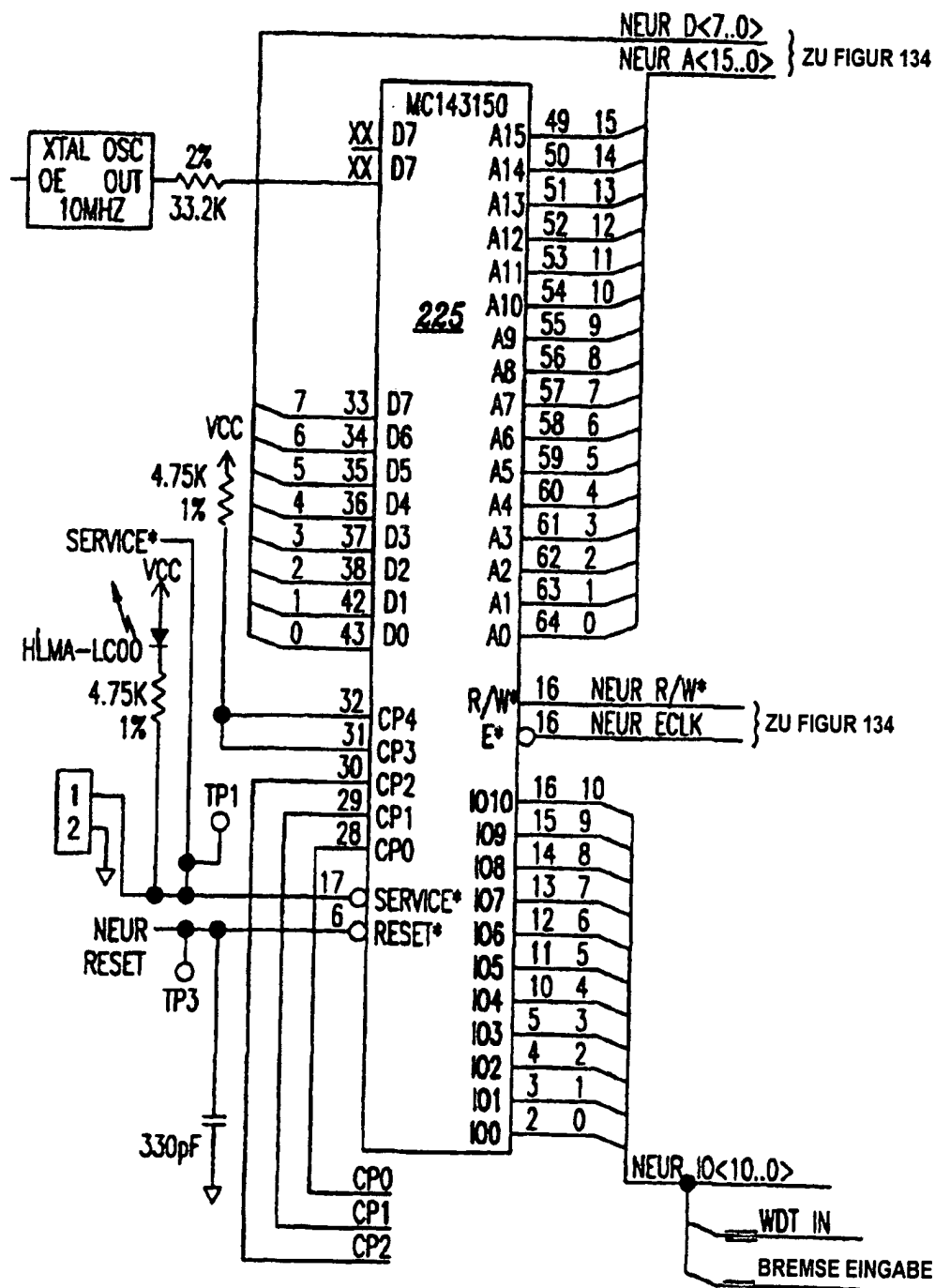
**FIGUR 130**



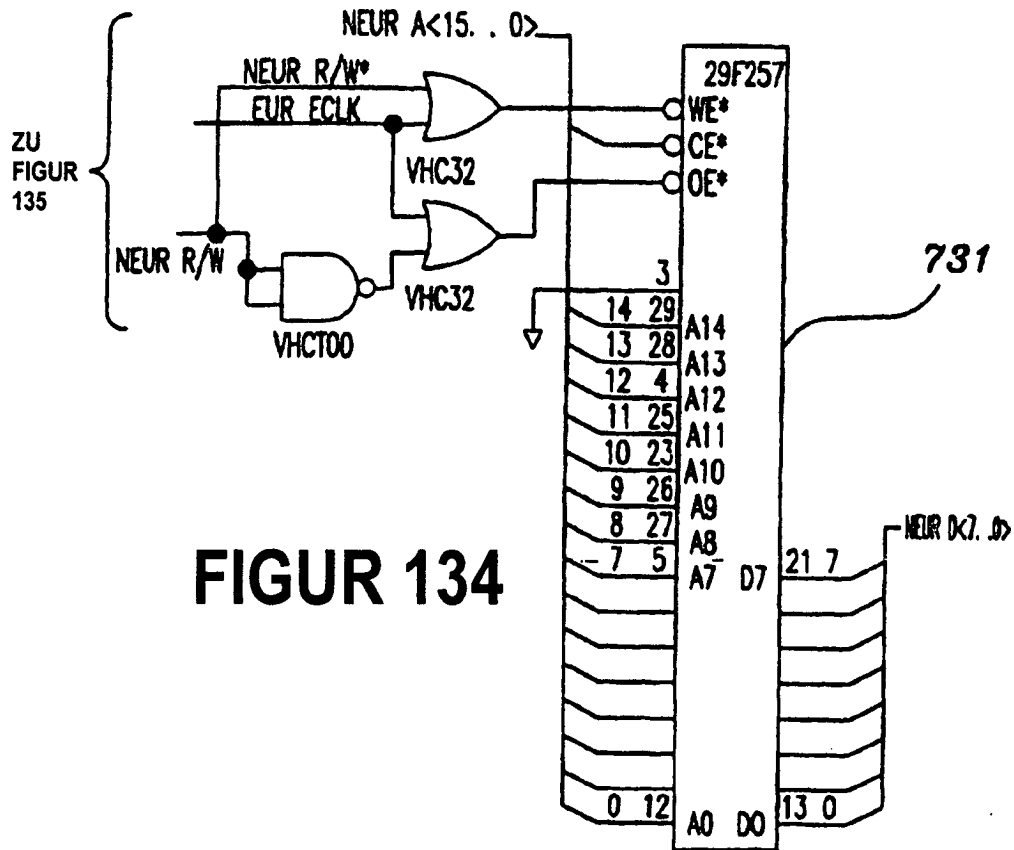
FIGUR 131



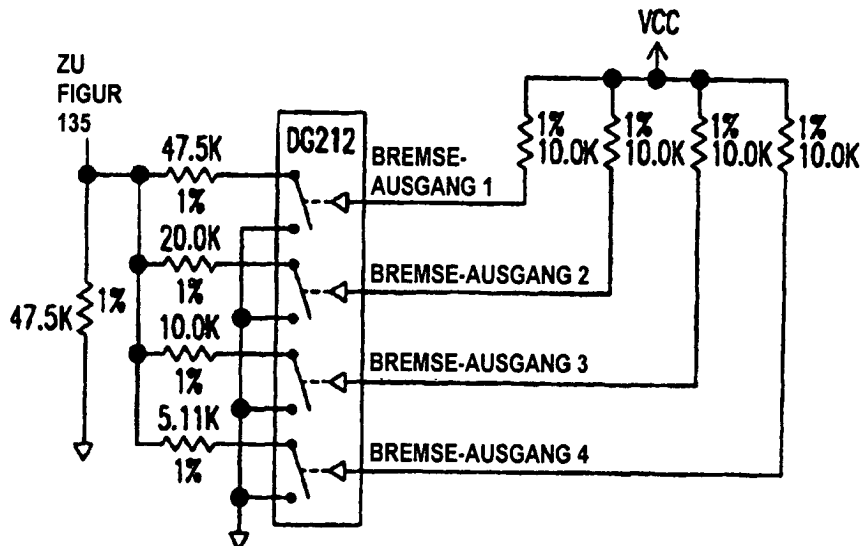
FIGUR 132



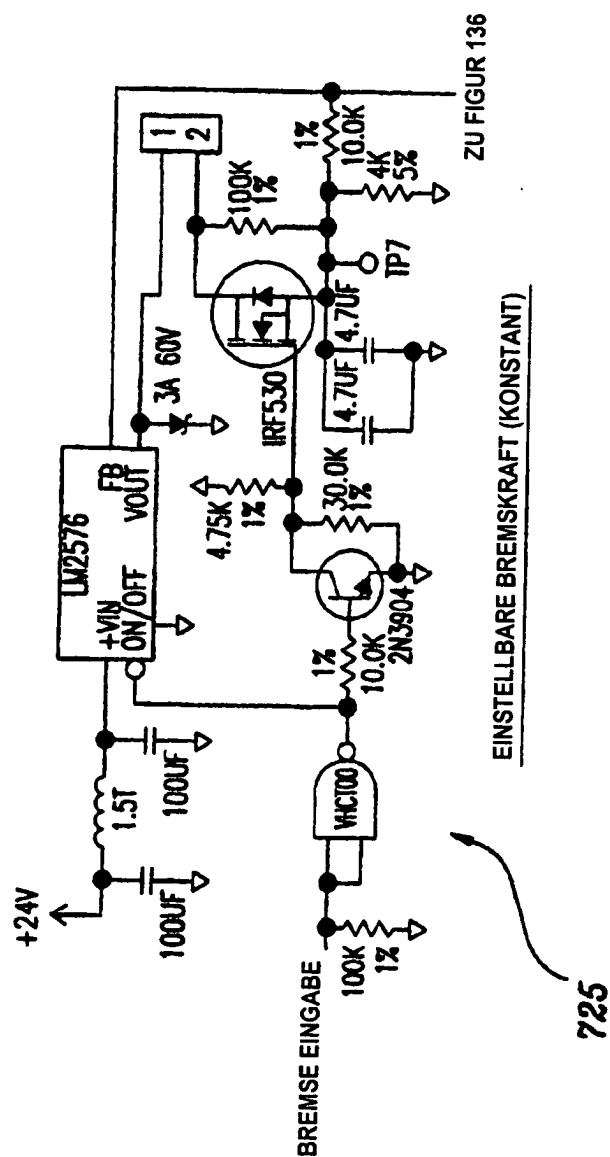
FIGUR 133



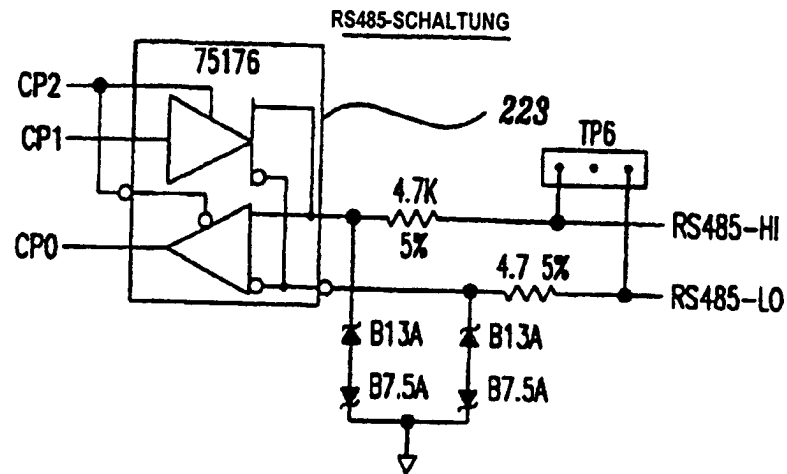
FIGUR 134



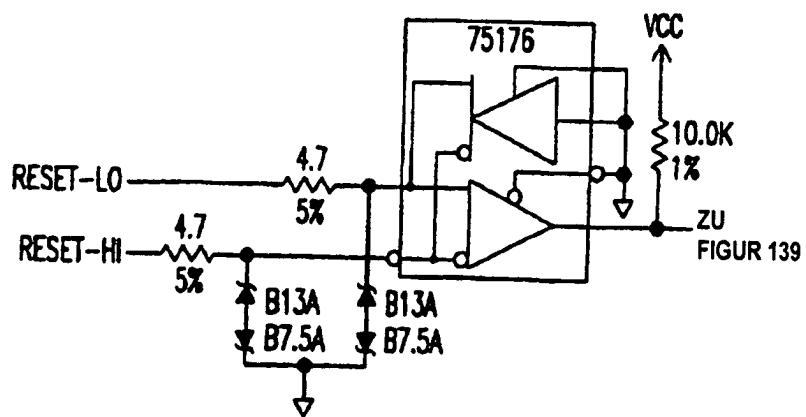
FIGUR 136



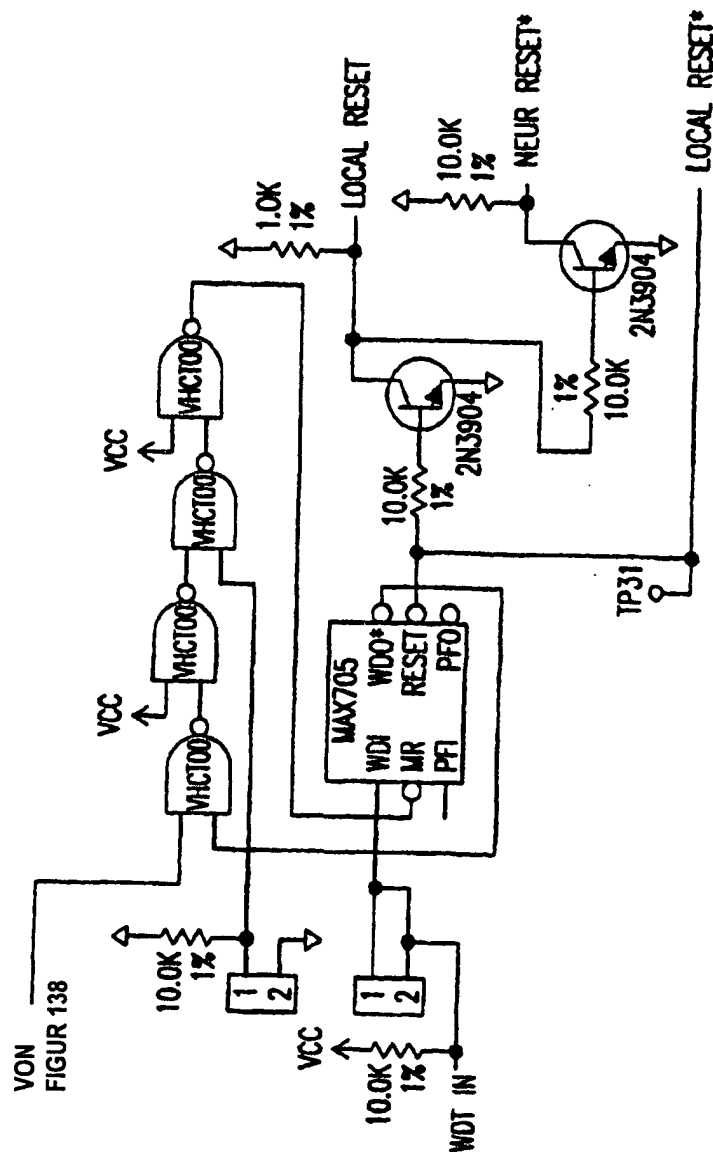
FIGUR 135



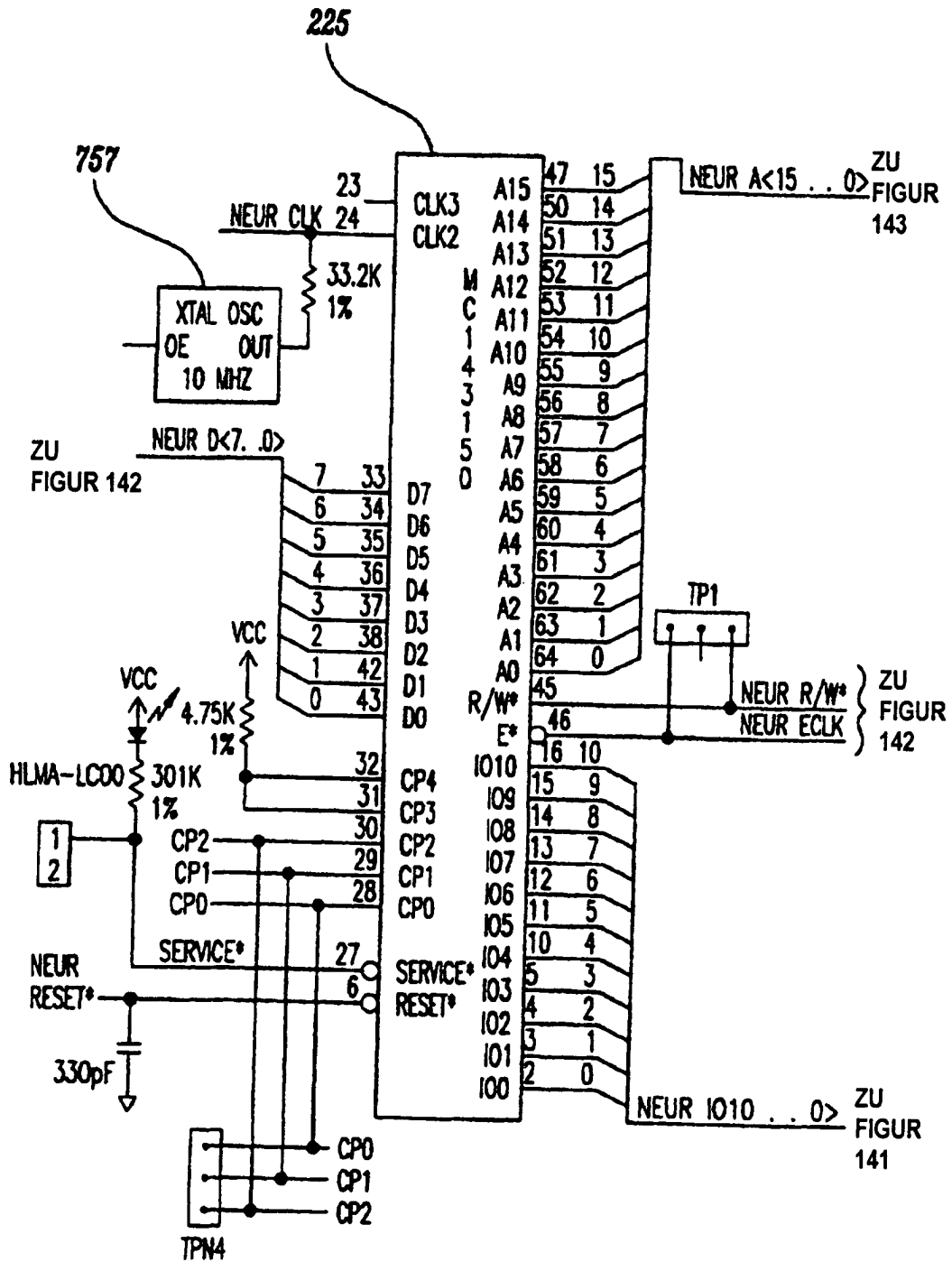
FIGUR 137



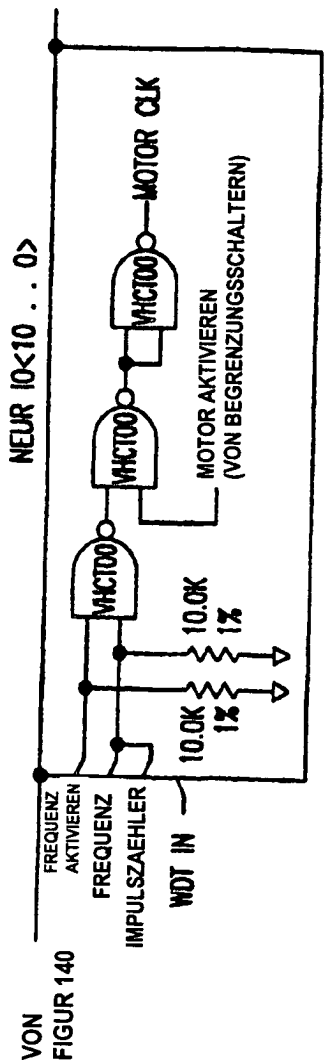
FIGUR 138



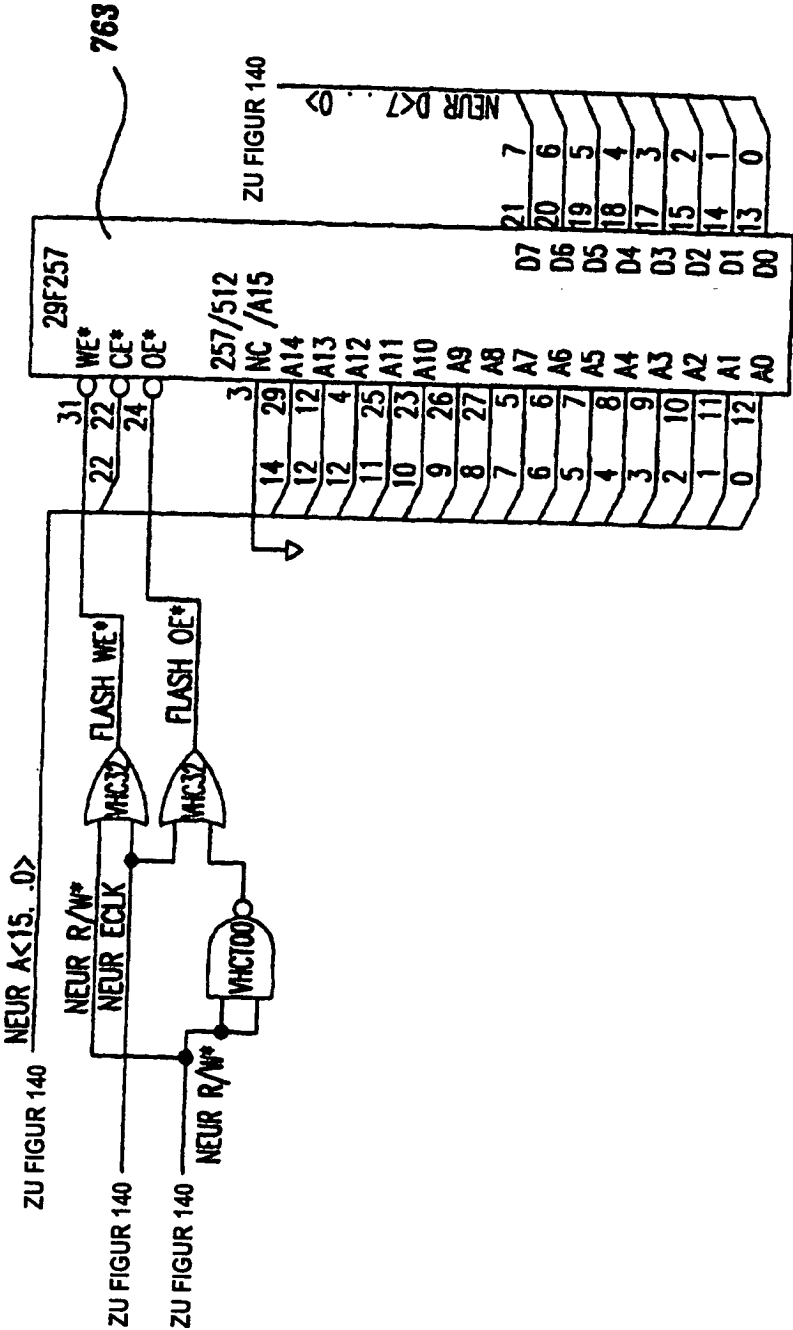
FIGUR 139



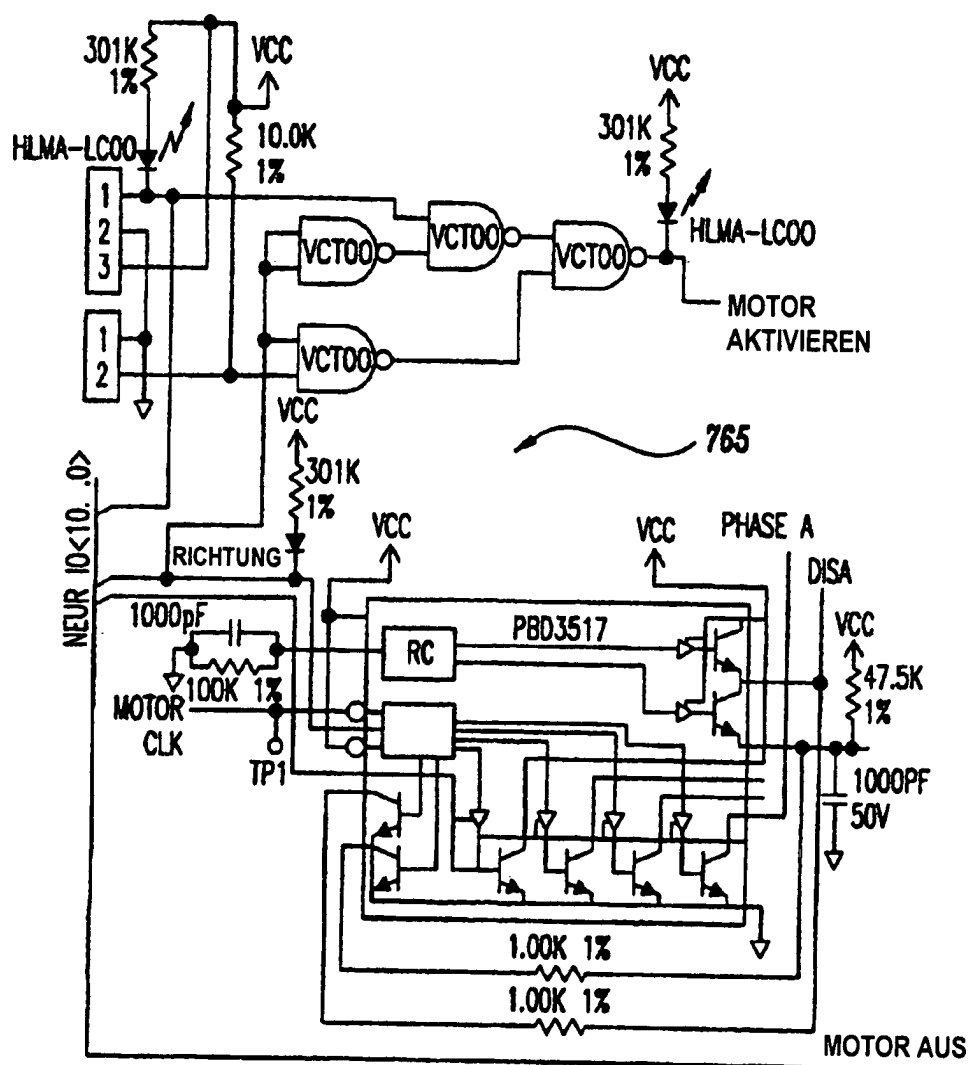
FIGUR 140



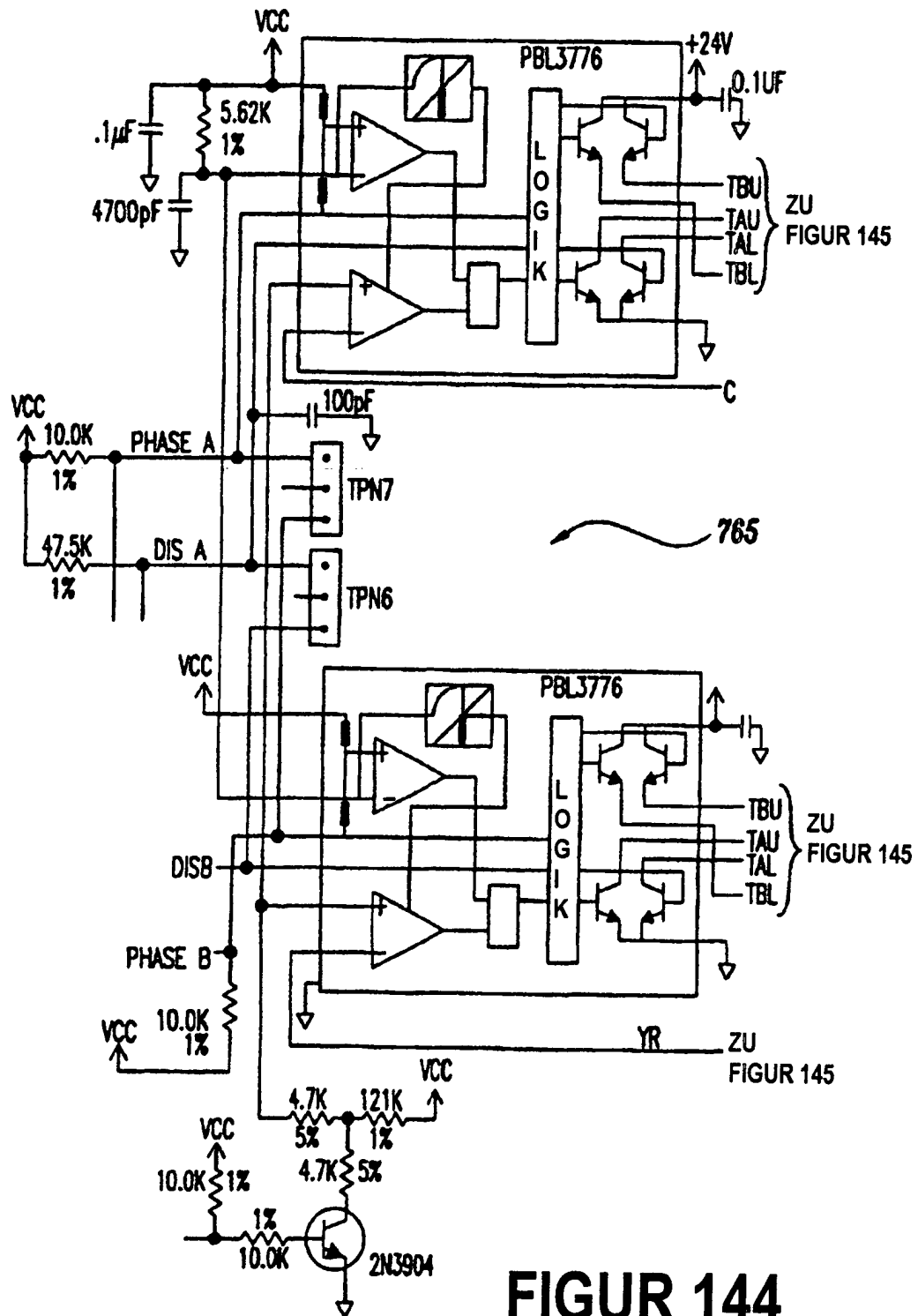
FIGUR 141

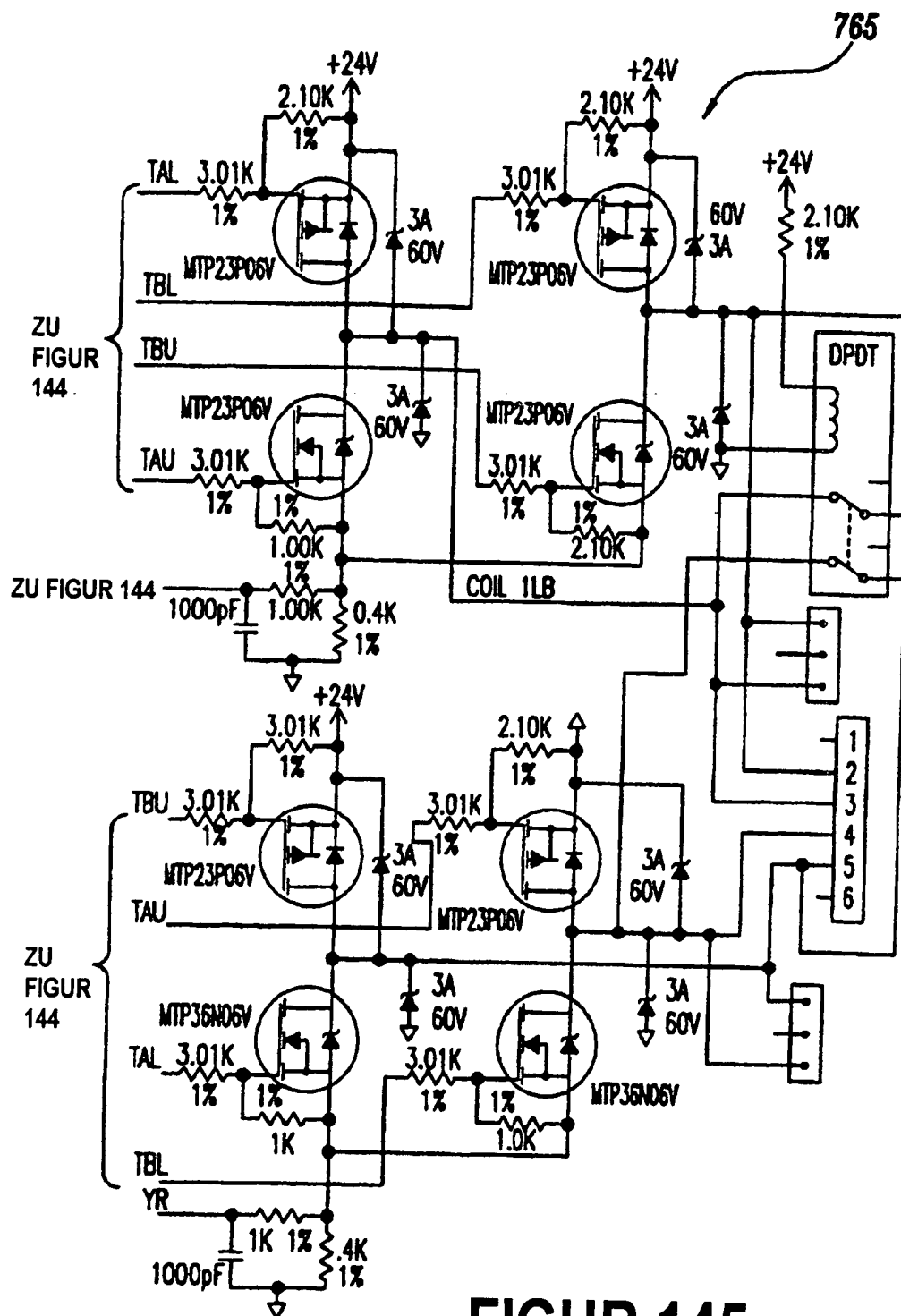


FIGUR 142

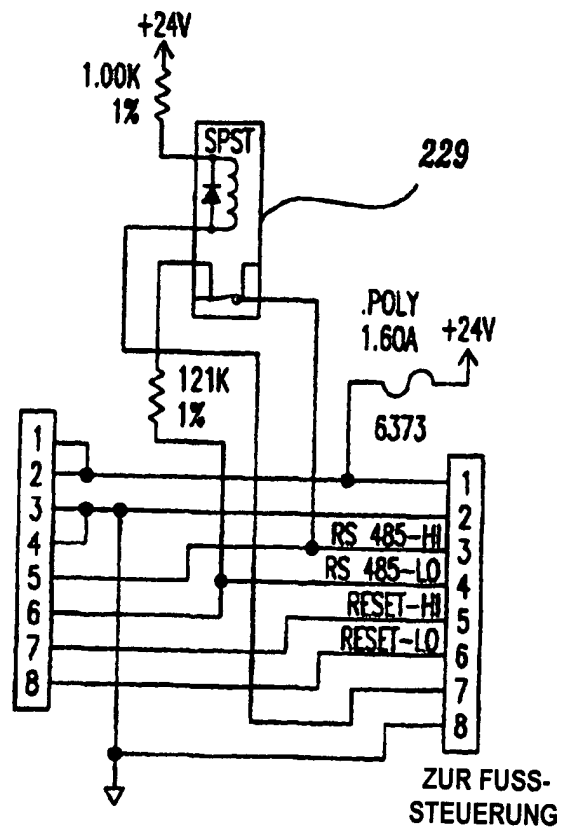


FIGUR 143

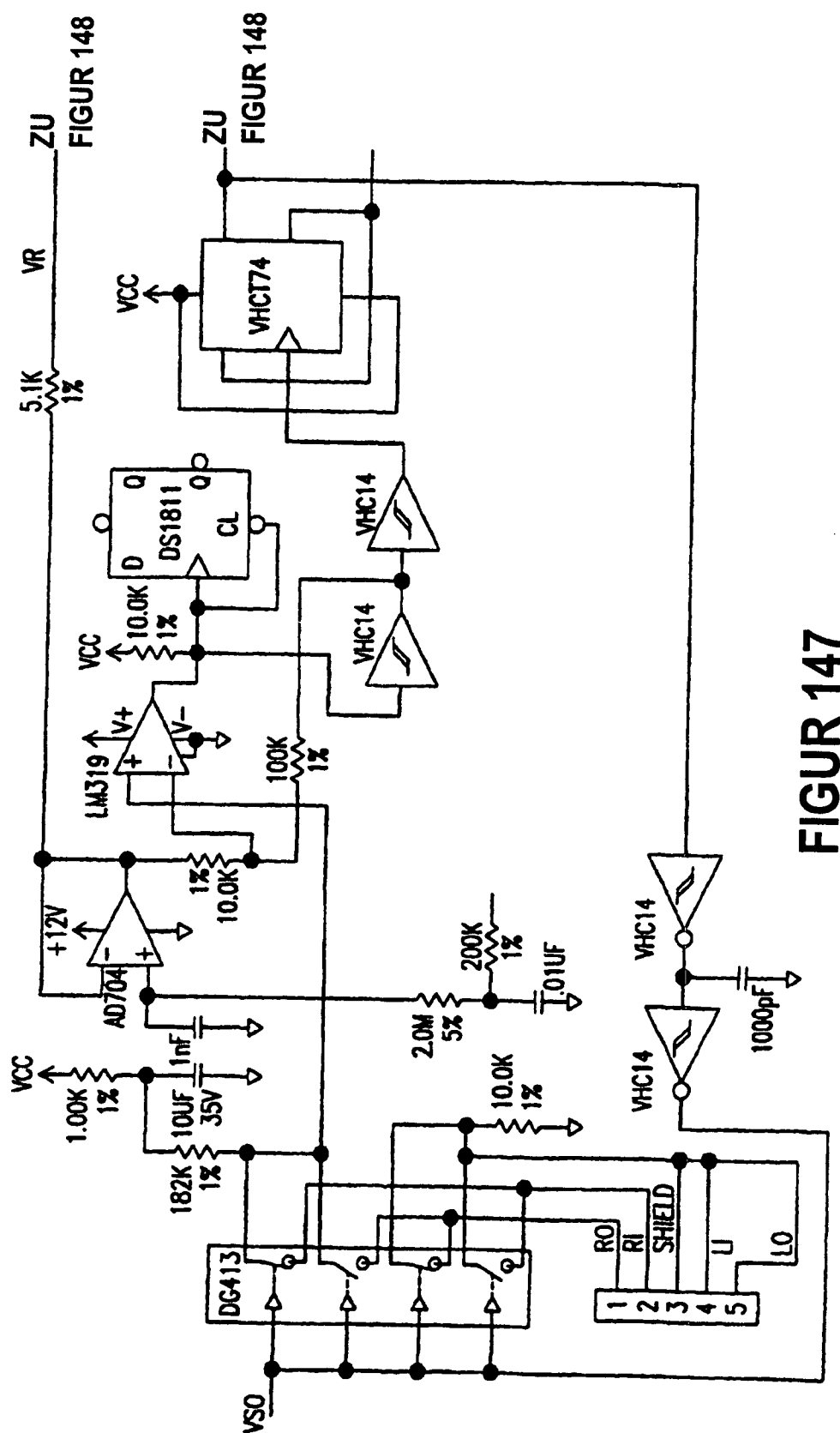




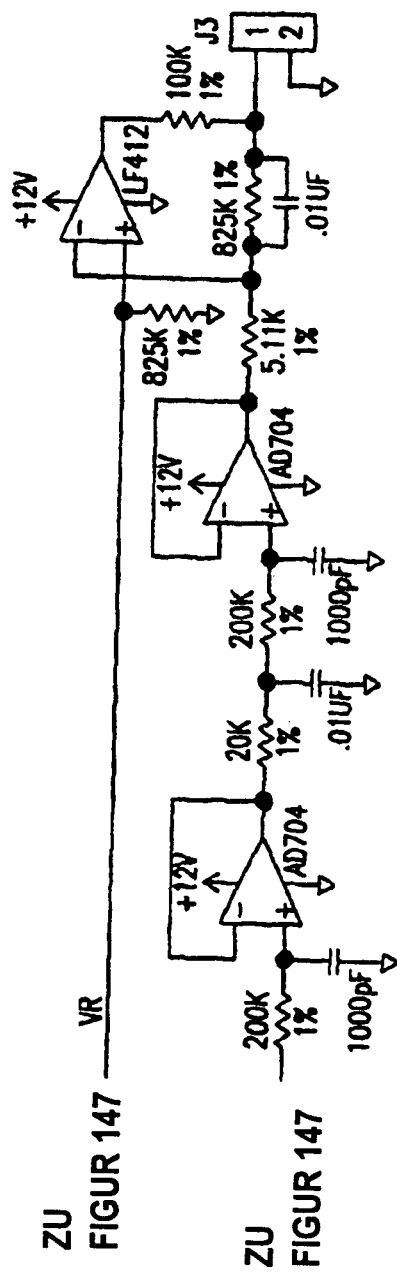
FIGUR 145



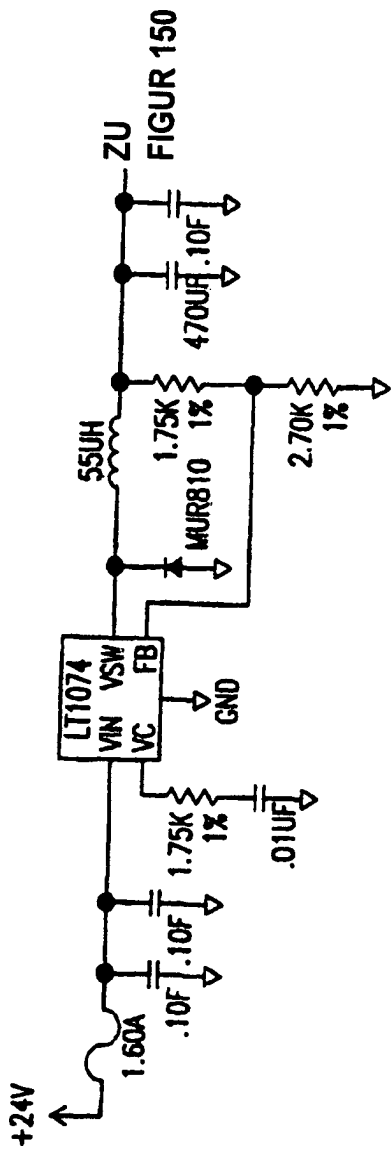
FIGUR 146



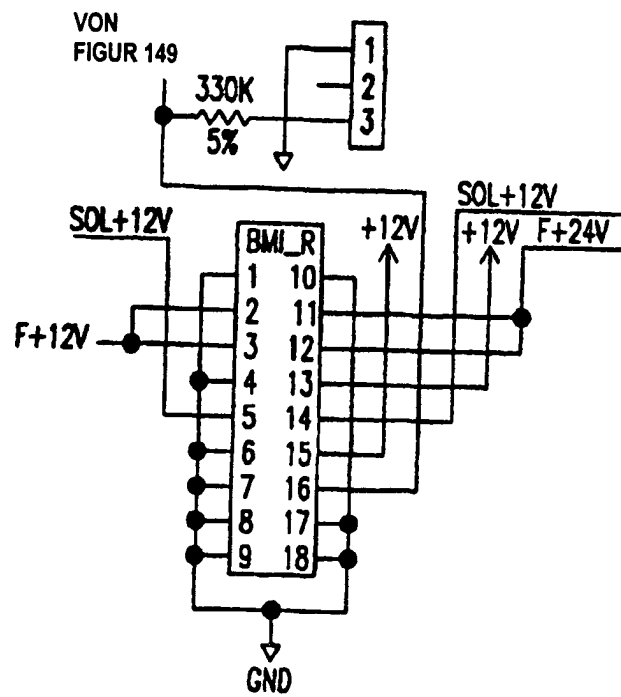
FIGUR 147



FIGUR 148



FIGUR 149



FIGUR 150