



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 697 36 830 T2 2007.05.10

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 904 633 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 697 36 830.0

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/US97/06163

(96) Europäisches Aktenzeichen: 97 921 176.0

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 1997/048181

(86) PCT-Anmeldetag: 16.04.1997

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 18.12.1997

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 31.03.1999

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 18.10.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 10.05.2007

(51) Int Cl.⁸: H03F 3/68 (2006.01)

H03F 1/14 (2006.01)

H03F 1/52 (2006.01)

H03F 3/21 (2006.01)

H03F 1/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

662573 13.06.1996 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FI, GB, SE

(73) Patentinhaber:

Motorola Inc., Schaumburg, Ill., US

(72) Erfinder:

LEFFEL, David, Michael, Crystal Lake, IL 60014, US; LOUIS, Vincent, Edward, St. Charles, IL 60175, US; MILLER, Edward, Douglas, Lake Zurich, IL 60047, US; OBERMANN, G., Mark, Niles, IL 60714, US; AVICOLA, Mark, Timothy, Algonquin, IL 60102, US

(74) Vertreter:
SCHUMACHER & WILSAU,
Patentanwaltssozietät, 80335 München

(54) Bezeichnung: SPANNUNGSVERSORGUNGSSYSTEM UND -STEUERVERFAHREN ZUM GEBRAUCH IN EINEM HOCHFREQUENZSYSTEM

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 eingeleitet, 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**Zusammenfassung der Erfindung****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Funkfrequenzsysteme und insbesondere auf ein Leistungsversorgungssystem zur Verwendung in einem Funkfrequenzsystem.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Erweiterte lineare Leistungsverstärkersysteme wurden zur Verwendung in zellularen Basisstationen vorgeschlagen. Diese Systeme enthalten eine Anzahl von linearen Leistungsverstärkermodulen, die eine entsprechende Anzahl von Ausgaben signalen erzeugen, die vor der Übertragung zu einem einzelnen Hochleistungssignal kombiniert werden müssen. Solche Systeme werden typischerweise bei Kommunikationssystemen, wie etwa in einer Basisanlage eines Funktelefonsystems verwendet. In solchen Systemen ist es wünschenswert, dass die Anzahl linearer Leistungsverstärkermodule irgendeine Anzahl von einer Minimalzahl bis zu einer Maximalzahl erlaubter Verstärker sein kann. Auf diese Weise kann die Menge an Leistungsabgabe durch die Sendeeinheit der Basisstation eingestellt werden. Außerdem ist es wünschenswert, dass das System eine angemessene Leistungsverstärkungseffizienz über den gesamten Bereich ausgewählter Verstärker liefert, d.h. von der Minimalzahl bis zur Maximalzahl an Verstärkern. Die US-Patente 5,256,987 und 4,780,685 sind beispielhaft für solche Arten von Verstärkern.

[0003] Ein weiterer Grund dafür, mehrere Verstärker zur Verfügung zu stellen, ist für einen kontinuierlichen Betrieb zu sorgen, wenn einer der Verstärker versagt. Ein herkömmliches Verfahren zum Fortsetzen des Betriebs ist ein als Lastabwurf (load shedding) bekanntes Verfahren. Bei dem Lastabwurfverfahren werden, nachdem ein Fehler erkannt wurde, alle neuen Rufe, die von dem betroffenen, zu dem fehlerhaften Verstärker gehörigen Sektor gehandhabt würden, blockiert und ein vorbestimmter Prozentsatz bestehender Kanäle wird außer Dienst gestellt. Nachdem der Fehler behoben ist, wird der Verkehr auf Normalkapazität zurückgeführt. Obgleich die Lastabwurfpfrozedur nach einem Fehlerzustand einen kontinuierlichen Betrieb erlaubt, wäre es wünschenswert, wenn das System den Verkehrspegel vor dem Fehler beibehalten und den aus dem Fehler für die Rufverarbeitung folgenden Einfluss reduzieren könnte.

[0004] Entsprechend besteht ein Bedarf nach einem verbesserten Leistungsversorgungssystem und einem Verfahren zum Steuern des Leistungsversorgungssystems zur Verwendung in einem RF-System, wie etwa einem zellularen System.

[0005] Die vorliegende Erfindung nimmt sich dieses Bedarfs an, indem ein Verfahren zum Steuern einer Vielzahl von Leistungsverstärkermodulen bereitgestellt wird, wobei das Verfahren für die Verwendung in einem Leistungsversorgungssystem mit einem Leistungsteiler, der Vielzahl von Leistungsverstärkermodulen und einem Leistungskombinator dient, wobei das Verfahren die Schritte umfasst:
Bestimmen, ob ein Schlafkriterium erfüllt wurde,
wenn das Schlafkriterium erfüllt wurde,
Versetzen eines aus der Vielzahl von Leistungsverstärkermodulen während eines Schlaf-Zeitintervalls in einen Schlafmodus und
Versetzen des einen aus der Mehrzahl von Leistungsverstärkermodulen in einen Aktivmodus, nachdem in einem anderen aus der Vielzahl von Modulen ein Alarmzustand erfasst wird.

[0006] Die Erfindung selbst wird zusammen mit ihren zugehörigen Vorteilen am besten unter Bezugnahme auf die nachfolgende, detaillierte Beschreibung in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen verstanden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] [Fig. 1](#) ist ein Blockdiagramm einer Funkfrequenzschaltung eines Leistungsversorgungssystems mit einem Teiler, Leistungskombinator und einer Mehrzahl von Leistungsverstärkermodulen.

[0008] [Fig. 2](#) ist ein schematisches Diagramm einer bevorzugten Ausführungsform des Leistungskombinators von [Fig. 1](#).

[0009] [Fig. 3](#) ist ein schematisches Diagramm einer bevorzugten Ausführungsform eines Leistungskombinators mit vier Eingängen.

[0010] [Fig. 4](#) ist ein schematisches Diagramm einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des Leistungskombinators von [Fig. 1](#).

[0011] [Fig. 5](#) ist ein Blockdiagramm einer Ausführungsform eines Leistungsversorgungssystems.

[0012] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Steuern des Leistungsversorgungssystems von [Fig. 5](#) gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0013] [Fig. 7](#) ist ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Steuern des Leistungsversorgungssystems von [Fig. 5](#) gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0014] [Fig. 8](#) ist ein schematisches Diagramm des Leistungsdetektors von [Fig. 5](#).

[0015] [Fig. 9](#) ist ein schematisches Diagramm des variablen Abschwächers von [Fig. 5](#).

[0016] [Fig. 10](#) ist ein Blockdiagramm des Alarmdetektors von [Fig. 5](#).

[0017] [Fig. 11](#) ist ein Blockdiagramm des Controllers und des Gateway-Controllers von [Fig. 5](#).

[0018] [Fig. 12a](#) und [Fig. 12b](#) sind ein Flussdiagramm eines Verfahrens zum Steuern des Leistungsversorgungssystems von [Fig. 5](#).

[0019] [Fig. 13](#) ist ein Blockdiagramm einer weiteren Ausführungsform eines Leistungsversorgungssystems.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0020] Es wird nun Bezug genommen auf [Fig. 1](#). Illustriert ist eine Funkfrequenz- (RF: radio frequency) Schaltung, enthaltend einen Leistungsteiler und einen Leistungskombinator **100**. Die Leistungsteiler- und Leistungskombinatorschaltung **100** enthält eine Leistungsteilerschaltung **102**, einen Satz von Verstärkern **104** und einen Leistungskombinator **106**. Der Leistungsteiler **102** empfängt ein Eingangssignal **108**, das in eine Mehrzahl von Ausgangssignalen aufgeteilt werden muss. Die Mehrzahl von Ausgangssignalen aus dem Leistungsteiler **102** werden in individuelle Leistungsverstärker in dem Satz von Leistungsverstärkern **104** eingespeist. Die Ausgaben der Leistungsverstärker **104** werden jeweils in den Leistungskombinator **106** eingespeist. Der Kombinierer **106** erhält jede der Ausgaben aus dem Satz von Verstärkern **104** und erzeugt ein Ausgangssignal **110**. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist der Leistungsteiler **102** mit dem Satz von Verstärkern **104** gekoppelt, die ihrerseits mit dem Leistungskombinator **106** gekoppelt sind. Eine Schaltung zum Durchführen jeder der Funktionen des Leistungsteilers **102** oder des Leistungskombinierers **106** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform wird nun unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) illustriert. Der Bequemlichkeit halber wird eine solche Schaltung als ein Leistungskombinator bezeichnet, obgleich die Schaltung auch als Leistungsteiler konfiguriert sein kann.

[0021] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 2](#). Illustriert ist ein Leistungskombinator **120** gemäß einer bevorzugten Ausführungsform. Der Leistungskombinator **120** enthält eine Mehrzahl von Übertragungsphasenleitungen **122**, eine Mehrzahl von Übertragungsanpassungsleitungen **124**, einen gemeinsamen Knoten **126**, eine Ausgangslast **128** und einen Satz von Eingangsknoten **130**. Die Eingangsknoten **130** des Satzes sind jeweils mit einem Verstärker in dem Satz von Verstärkern **104** gekoppelt. Jede der Übertragungsphasenleitungen **122** ist an einem Ende mit ei-

nem der Eingangsknoten **130** verbunden und ist am anderen Ende mit einer der Übertragungsanpassungsleitungen **124** verbunden. Jede der Übertragungsphasenleitungen **122** weist eine charakteristische Impedanz auf, die im Wesentlichen äquivalent der Ausgangslast **128** ist. Bei diesem Beispiel hat, da die Ausgangslast eine Impedanz von 50 Ohm aufweist, jede der Übertragungsphasenleitungen eine charakteristische Impedanz von etwa 50 Ohm. Jede der Übertragungsphasenleitungen **122** hat auch eine Länge, die gleich einer viertel Wellenlänge oder einem ungeradzahligen Vielfachen davon ist.

[0022] Jede der Übertragungsanpassungsleitungen **124** ist mit dem gemeinsamen Knoten **126** verbunden. Außerdem weist jede der Übertragungsanpassungsleitungen **124** eine Länge auf, die gleich einer viertel Wellenlänge oder einem ungeradzahligen Vielfachen davon ist. Weiter weist jede Übertragungsanpassungsleitung **124** eine charakteristische Impedanz auf, die gemäß einer Funktion der Minimal- und Maximalzahl von Verstärkern in dem Satz von Verstärkern **104** bestimmt ist. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist die Funktion eine nichtlineare Funktion. Meist bevorzugt ist die Funktion die vierte Wurzel des Produktes der Minimalzahl von Verstärkern und der Maximalzahl von Verstärkern, das dann mit der Lastimpedanz **128** multipliziert wird. Andere nichtlineare Funktionen, wie etwa eine kubische Wurzelfunktion werden, obgleich sie nicht als optimal wie die Vierte-Wurzel-Funktion sind, ebenfalls eine geeignete Performanz zeigen. Diese Formel ist in [Fig. 2](#) benachbart zu den Übertragungsanpassungsleitungen **124** illustriert. Der gemeinsame Knoten **126** ist mit jeder der Übertragungsanpassungsleitungen **124** verbunden und ist auch mit einer Last verbunden, typischerweise einem 50 Ohm Widerstand **128**. Obgleich die obige Beschreibung unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) einen Leistungskombinator **106** illustriert, ist die Schaltung **120** ebenso zur Verwendung als der Leistungsteiler **102** geeignet.

[0023] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 3](#). Illustriert ist ein Beispiel eines Leistungskombinators **140** mit einem Minimum von einem Verstärker und einem Maximum von vier Verstärkern. Der Kombinator **140** enthält vier Übertragungsphasenleitungen **142**, vier Übertragungsanpassungsleitungen **144** und einen gemeinsamen Knoten **146**. Jede der Übertragungsphasenleitungen **142** hat eine Impedanz von 50 Ohm und eine Länge gleich einer viertel Wellenlänge. Jede der Übertragungsanpassungsleitungen hat eine Länge von einer viertel Wellenlänge und weist ein charakteristische Impedanz von etwa 70,71 Ohm auf. Die Impedanz der Übertragungsanpassungsleitungen **144** ist bestimmt gemäß der oben beschriebenen, bevorzugten Vierte-Wurzel-Formel. Der Fachmann wird verstehen, dass die Leistungskombinatorschaltung **140** viele Vorteile aufweist. Zum Beispiel sorgt die Leistungskombinatorschaltung **140** für ver-

besserte Leistung und Effizienz über eine Auswahl von Verstärkern, die mit dem Kombinator **140** verbunden sein können. Weiter stellt die bevorzugte Schaltung **140** eine verbesserte Effizienz zur Verfügung, ohne Verschlechterung der nutzbaren Bandbreite des Kombinators.

[0024] Es wird nun Bezug genommen auf [Fig. 4](#). Illustriert ist eine zweite bevorzugte Ausführungsform eines Leistungskombinators **200**. Der Kombinator **200** enthält Phasenleitungen **202** und eine Umwandlungsleitung **204**, die mit einem Ausgangsknoten **206** verbunden ist. Der Ausgangsknoten **206** ist mit einem Lastwiderstand **208** verbunden. Die Phasenleitungen **202** sind jeweils mit einem aus einem Satz von Eingangsknoten **210** verbunden, die einen Satz von Verstärkern **104** unterstützen und mit diesem gekoppelt sind. Die Übertragungsphasenleitungen **202** haben jeweils eine Länge einer halben Wellenlänge und haben jeweils eine charakteristische Impedanz von etwa 50 Ohm. Die Umwandlungsleitung **204** ist an einem Ende mit jeder der Phasenleitungen **202** gekoppelt und ist am anderen Ende mit dem Ausgangsknoten **206** gekoppelt. Die Umwandlungsleitung **204** hat eine Länge von einer viertel Wellenlänge. Bei der bevorzugten Ausführungsform weist die Umwandlungsleitung **204** eine charakteristische Impedanz auf, die gemäß der in [Fig. 4](#) gezeigten Formel bestimmt ist. Die charakteristische Impedanz der Umwandlungsleitung ist berechnet durch Division der Lastwiderstandsimpedanz durch die vierte Wurzel des Produktes der Minimalzahl von mit dem Satz von Eingängen **210** verbindbaren Verstärkern und der Maximalzahl von mit den Eingängen **210** verbindbaren Verstärkern.

[0025] Der Fachmann wird erkennen, dass einige Anwendungen besser zur Verwendung des Kombinators **120** geeignet sind und andere Anwendungen besser für den Kombinator **200** geeignet sind. Ein Faktor zum Bestimmen, ob der Kombinator **120** oder der Kombinator **200** zu verwenden ist, wird die berechnete Länge und die charakteristische Impedanz der Umwandlungsleitung **204** sein. Bei manchen Anwendungen kann die charakteristische Impedanz der Umwandlungsleitung **204** zu klein sein, um mit bestehender Umwandlungsleitungstechnologie implementiert zu werden. In diesem Fall sollte stattdessen der in [Fig. 2](#) illustrierte Kombinator **120** verwendet werden. Der Fachmann wird auch erkennen, dass jede der hier beschriebenen Übertragungsleitungen gemäß wohlbekannter Übertragungsleitungstechnologie hergestellt sein kann. Bevorzugt sollte die unter Berücksichtigung praktischer Größeneinschränkungen gewählte Übertragungsleitungstechnologie geeignet sein zur Anwendung bei einer Frequenz größer als 200 MHz.

[0026] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 5](#). Darge-

stell ist eine Ausführungsform eines Leistungsversorgungssystems **500**. Das Leistungsversorgungssystem **500** enthält einen Teiler **502**, eine Mehrzahl von Leistungsverstärkermodulen **508–514**, einen Gateway-Controller **506** und einen Leistungskombinator **504**. Jedes der Leistungsverstärkermodule **508–514** ist mit dem Teiler **502**, dem Kombinator **504** und dem Gateway-Controller **506** gekoppelt. Bei der bevorzugten Ausführungsform ist der Teiler **502** ein Leistungsteiler, wie etwa der Teiler der [Fig. 1–Fig. 4](#). Auf ähnliche Weise ist der Kombinator **504** bevorzugt ein Leistungskombinator, wie etwa der Kombinator der [Fig. 1–Fig. 4](#). Der Gateway-Controller **506** ist vorzugsweise implementiert als ein eingebetteter Mikroprozessor-Controller, wie etwa ein Motorola 68360 oder 68HC11.

[0027] Alle Verstärkermodule **508–514** sind vorzugsweise im Wesentlichen dieselben, sodass nur das Modul **508** im Detail beschrieben wird. Das Leistungsverstärkermodul **508** enthält einen Eingangsschalter **520**, einen Leistungsdetektor **522**, einen variablen Abschwächer **524**, einen Leistungsverstärker **526**, einen Ausgangsschalter **530**, einen Alarmschalter **532** und ein Steuermodul **528**. Das Steuermodul **528** ist mit dem Gateway-Controller **506** über eine Datenschnittstelle **516** gekoppelt. Das Steuermodul **528** ist auch mit jeder der übrigen Komponenten in dem Leistungsverstärkermodul **508** gekoppelt.

[0028] Bei der derzeit bevorzugten Ausführungsform ist der Eingangsschalter **520** ein SHG-080AG-Schalter von Hitachi Metals America, Ltd., Arlington Heights, Illinois und der Ausgangsschalter **530** ist ein RSS-SR001-Relais von Rel-Comm Technologies, Inc., Salisbury, Maryland. Der Verstärker **526** ist vorzugsweise ein Aufschaltungs-[feedforward] Verstärkertyp, wie etwa der Aufschaltungsverstärker in einer Motorola SC™9600-Basisstation oder wie beschrieben in dem US-Patent Nr. 5,307,022. Das lokale Steuermodul **528** ist vorzugsweise implementiert als ein eingebetteter Mikroprozessor-Controller, wie etwa ein Motorola 68360 oder 68HC11. Der Leistungsdetektor **522** ist jede geeignete Schaltung, die einen zu dem Leistungsverstärker **526** gehörigen Leistungspegel erfassen kann, wie etwa eine Leistungsdetektorschaltung zum Erfassen des Eingangsleistungspegels des Leistungsverstärkers. Ein detailliertes Schema eines Beispiels solch eines Leistungsdetektors **522** ist zu Illustrationszwecken in [Fig. 8](#) gezeigt. Obgleich der Leistungsdetektor **522** in dem Modul **508** gezeigt ist, kann der Leistungsdetektor **522** an vielen alternativen Positionen in dem System **500** positioniert sein, wie etwa am RF-Eingang **544** oder am RF-Ausgang **546**.

[0029] Der variable Abschwächer **524** kann ebenfalls mit geeigneten Schaltungselementen implementiert sein und ein Beispiel solch einer Schaltung

ist in [Fig. 9](#) gezeigt. Es sollte verstanden werden, dass der variable Abschwächer an irgendeiner Position in dem System **500** platziert sein kann, die vor dem Leistungsverstärker **526** liegt, wie etwa am RF-Eingang **544**.

[0030] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 10](#). Dargestellt ist eine bevorzugte Ausführungsform des Alarmdetektors **532**. Der Alarmdetektor enthält eine Mehrzahl von Alarmsensoren **1002**, eine Mehrzahl von Digital-zu-Analog-Wandlern (D/A) **1004**, eine Mehrzahl von Komparatoren **1006** und eine digitale Komponente, wie etwa ein OR-Gatter **1008**. Der Alarmdetektor **532** erhält Alarmsensoreingaben **1010** und Alarmschwellenwerte **1012** und erzeugt einen Alarm-Interrupt **1014**, der anzeigen, dass ein Alarmzustand eingetreten ist. Der Alarm-Interrupt **1014** wird in den Modul-Controller **528** eingespeist, der eine Alarmmitteilung an den Gateway-Controller **506** sendet, um das Gateway **506** von dem Alarm zu informieren.

[0031] Der Alarmdetektor **532** ist ausgelegt, Fehler zu erfassen, die schwer genug sein können, um das Modul außer Dienst zu nehmen. Die Sensoren **1002** können von verschiedener Art sein, abhängig von dem zu erfassenden Fehlertyp, und können abhängig von der speziellen Anwendung und Implementierung variieren. Die folgende Liste geeigneter Sensoren ist nicht abschließend und dient lediglich illustrativen Zwecken: Temperaturalarm – Analog Devices TMP-01E, PT-Unterdrückungsalarm – RSSI Spannung von einem Signetics SA **604** Empfänger-IC, Übersteuerungs- oder Leistungsreflexionsalarme – Spannungen vom Leistungsdetektor von [Fig. 8](#), Synthesizer-Einrastalarm – Motorola MC145200 und Stromalarm – Strom sensierender Widerstand an jeder Leistungsverstärkerstufe. Zusätzlich zu physikalischen Hardware-Alarmen kann es auch Softwarealarmzustände geben, wie etwa ungültig konvergierende Daten (z.B. fehlerhafte Kontrollsumme, ungültiges Datum, Variablen außerhalb eines erlaubten Bereichs), unrichtiger Software-Download, Überzeiten bei verschiedenen erwarteten Mitteilungen oder Einstellungsalarm (d.h. Steuerung außerhalb des erlaubten Bereichs oder eine andere Verletzung, basierend auf einer erwarteten Performanz).

[0032] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 11](#). Gezeigt ist eine bevorzugte Ausführungsform des Controller-Moduls **528** und des Gateway-Controllers **506**. Der Controller **528** enthält einen Mikroprozessor **1100**, einen Analog-zu-Digital-Wandler (A/D) **1102**, einen Satz von A/D-Wandlern **1104**, einen Satz von D/A-Wandlern **1106** und einen Satz von Datenauffang-Flip-Flops [data latches] **1108**. Der Mikroprozessor **1100** erhält eine Alarm-Interrupt-Eingabe **1112** und kommuniziert mit dem Gateway-Controller **506** über einen Datenbus, wie etwa den HDLC-Bus **1110**, und kommuniziert mit dem Alarmdetektor **532** über

einen Steuerbus **1132**. Der A/D-Wandler **1102** erhält eine Spannungspegeleingabe **1114** von dem Leistungsdetektor und der Satz von A/D-Wandlern **1104** erhält eine Einstellungssensoreingabe **1116**. Der Mikroprozessor **1100** kommuniziert mit dem A/D-Wandler **1102**, dem Satz von A/D-Wandlern **1104**, dem Satz von D/A-Wandlern **1106** und dem Satz von Datenauffang-Flip-Flops **1108** über den internen Bus **1118**. Der Satz von Datenauffang-Flip-Flops erzeugt eine Ausgabe **1122**, die mit der Ausgabe des Satzes von D/A-Wandlern **1106** kombiniert wird, um analoge Ausgangsleitungen **1130** zu erzeugen. Die analogen Ausgangsleitungen steuern die Verstärkung des variablen Abschwächers **524**, den Eingangsschalter **520** und den Ausgangsschalter **530** für jedes der Module **508**. Ein Beispiel für einen geeigneten A/D-Wandler **1104** ist ein Analog Devices AD7891 8-Kanal/12-Bit-A/D-Wandler. Ein geeigneter D/A-Wandler **1106** ist ein Analog Devices AD7804 4-Kanal/10-Bit-DAC oder ein Analog Devices AD8403 4-Kanal/8-Bit-RDAC für den D/A, wobei eine Alarmschwellenwerteinstellung benötigt wird. Ein Beispiel für einen geeigneten Satz von Datenauffang-Flip-Flops **1108** ist ein Motorola 74HCT273A. Der Controller **528** enthält auch die herkömmlichen Unterstützungsschaltungen, die weiter unten unter Bezugnahme auf den Gateway-Controller **506** beschrieben werden. Der Controller **528** führt viele Funktionen durch. Zum Beispiel verfolgt der Controller **528** seinen Betriebszustand und kommuniziert mit dem Gateway-Controller **506**, um das Gateway **506** über Zustandsänderungen zu informieren. Der Controller **506** kann auch verwendet werden, um die Leistungsverstärker **526** einzustellen, die Alarmsensoren zu überwachen und Alarmschwellenwerte zu steuern. Der Controller **528** kann typischerweise als Reaktion auf den Gateway-Controller **506** den Eingangsschalter **520** oder den Ausgangsschalter **530** öffnen oder schließen und kann die Verstärkung des variablen Abschwächers **524** einstellen.

[0033] Der Gateway-Controller **506** enthält einen Mikroprozessor und kommuniziert mit dem Controller **528** über den HDLC-Bus **110**. Der Gateway-Controller **506** kommuniziert auch mit einem System-Controller über die eine Datenverbindung **1152**, wie etwa eine Ethernet-Verbindung. Der System-Controller kann eine Mobilfunkvermittlungsstelle in einem zellularen System sein. Der Gateway-Controller **506** koordiniert den Betrieb der übrigen Controller **528** in jedem der Verstärkermodule **508** durch Verfolgen der Betriebszustände, Berechnen von Verstärkerverstärkungswerten und -versätzen und Bestimmen, welche Aktionen jeder Controller **528** unternehmen sollte. Die meisten der Aktionen für die Schlafmodus- und Modulabwurfverfahren finden in dem Gateway-Controller **506** statt. Obgleich nicht dargestellt, wird der Fachmann verstehen, dass der Gateway-Controller **506** herkömmliche Unterstützungsschaltungen enthält, wie etwa einen Speicher, einen Taktgeber, einen

Rückstellschalter, verschiedene Eingangs-/Ausgangssportschnittstellen, wie etwa die HDLC-Bus- und die Ethernet-Schnittstelle und weitere digitale Unterstützungslogik, um die verschiedenen Signale und Komponenten des Systems zu puffern und anderweitig zu handhaben.

[0034] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 5](#). Während des Betriebs wird das RF-Eingangssignal **544** durch den Teiler **502** in eine Mehrzahl von Signalen **518** aufgeteilt, die eine Eingabe für jeden der Mehrzahl von Leistungsverstärkermodulen **508, 510, 512, 514** sind. Die aufgeteilten Signale **518** werden jeweils von dem entsprechenden Leistungsverstärkermodul **508–514** verstärkt und als verstärkte Signale **540** ausgegeben. Die verstärkten Signale **540** werden dann von dem Kombinator **504** zu einem RF-Ausgangssignal **546** kombiniert. Durch Verwendung eines Teilers und Kombinierers, wie in [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) beschrieben, kann die Anzahl aktiver Leistungsverstärker modifiziert werden mit einem annehmbaren Änderungsniveau in der Gesamtleistungsverstärkung des Systems **500**. Eine Alternative wäre, herkömmliche, isolierende Teiler und Kombinierer zu verwenden, wenn die gesteigerte Verstärkungsvariation aufgrund von Moduländerungen für die spezielle Anwendung akzeptabel ist.

[0035] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 6](#). Beschrieben ist ein Verfahren zum Steuern des Leistungsversorgungssystems **500**. Bei Schritt **602** erkennt eines der Leistungsverstärkermodule **508, 514** einen Alarmzustand, wie etwa über den Alarmdetektor **532** in dem Modul **508**, was den Dienst dieses Moduls beeinflusst. Das Steuermodul **528** kann einen Alarmzustand entweder durch routinemäßige Abfrage des Alarmdetektors **532** oder durch eine Interrupt-Eingabe von den Alarmdetektoren **532** erkennen.

[0036] Das betroffene Modul sendet bei Schritt **604** eine Alarmmitteilung an den Gateway-Controller **506**. Der Gateway-Controller **606** sendet eine Mitteilung an die anderen Module, die diese anweist, ihre Leistungsverstärkung um einen von dem Controller **606** bestimmten Pegel zu reduzieren. Die folgende Formel kann verwendet werden, um den Betrag der Verstärkungsreduktion zu bestimmen:

$10 \cdot \text{LOG} \left(\frac{\text{ursprüngliche Anzahl von Modulen im Dienst}}{\text{Anzahl von im Dienst verbleibenden Modulen}} \right)$ nachdem (ein) fehlerhafte(s) Modul(e) entfernt wurde(n)).

[0037] Obgleich die obige Formel die ideale Leistungsverstärkung angibt, kann es aufgrund inhärenter Imperfektionen in Schaltungselementen wünschenswert sein, von dem idealen, berechneten Wert abzurücken. Wenn es beispielsweise vier Module gibt und eines muss entfernt werden, ist der ideale Verstärkungsreduktionspegel 1,25 dB; ein Versatz je-

doch, wie etwa ein Versatz von 0,25 dB kann angewendet werden, sodass die Gesamtverstärkungsreduktion jedes der übrigen Module wenigstens etwa 1,25 dB und vorzugsweise etwa 1,25 dB ist.

[0038] Die nicht betroffenen Module antworten dem Gateway **506** in Schritt **608**, nachdem sie ihre Verstärkung erfolgreich reduziert haben. Die Module **508–514** können ihre Verstärkung ändern, indem der Abschwächungspegel am variablen Abschwächer **524** verändert wird. Der Gateway-Controller **506** sendet eine Mitteilung an das fehlerhafte Modul und öffnet seine Eingang- und Ausgangsschalter **520, 530**, um dieses Modul außer Dienst zu nehmen. Das fehlerhafte Modul informiert dann den Gateway-Controller **506** in Schritt **612**, dass es abgeschaltet ist, und führt in Schritt **614** diagnostische Tests durch, um die Ursache des Fehlers zu bestimmen und speichert die Ergebnisse der diagnostischen Tests in einem nicht-flüchtigen Speicher zur weiteren Verwendung, wie etwa durch Werkspersonal. Schließlich sendet der Gateway-Controller **506** bei Schritt **616** eine Mitteilung bzgl. des Alarmzustandes an einen System-Controller, wie etwa eine Mobilfunkvermittlungsstelle oder einen Mobilitäts-Manager in einem zellularen System.

[0039] Die obige Alarmsteuerstrategie erlaubt die Implementierung eines Leitungsverstärkersystems, das bei einem hohen Leistungsverstärkungspegel unter wenigstens drei unterschiedlichen Bedingungen arbeiten. Bei der ersten Bedingung ist ein Alarm nicht aktiv und die maximale Systemverkehrsbelastung ist geringer als die Maximalkapazität des Systems. Dies ist der normale Betrieb und es kann ein Schlafmodusverfahren, wie unten in weiterem Detail beschrieben, benutzt werden, um die Effizienz zu verbessern. Unter der zweiten Bedingung existiert ein Alarm, die maximale Systemverkehrsbelastung ist jedoch geringer als die Maximalkapazität des Systems mit dem außer Dienst gestellten, alarmbetroffenen Modul. Wenn der Fehler erkannt ist, wird das alarmbetroffene Modul in den Dienst zurückversetzt. Die obige Alarmsteuerstrategie erlaubt es dem Leistungsversorgungssystem mit vernachlässigbarem Effekt auf die Leistungsverstärkung des Leistungsversorgungssystems im Dienst zu bleiben. Außerdem kann das Schlafmodusverfahren noch immer verwendet werden, um die Effizienz zu verbessern, selbst wenn das alarmbetroffene Modul außer Dienst gestellt wird. Bei der dritten Bedingung ist ein Alarm aktiv und die maximale Systemverkehrsbelastung ist größer als die Maximalkapazität des Systems mit außer Dienst gestelltem, alarmbetroffenen Modul. Wenn der Fehler erkannt ist, wird das alarmbetroffene Modul außer Dienst gestellt und die Verstärkung des Leistungsverstärkersystems **500** wird reduziert, um zu verhindern, dass die im Dienst verbleibenden Verstärkermodule übersteuert werden. Unter dieser Bedingung wird der Schlafmodusbetrieb üblicherwei-

se ausgesetzt.

[0040] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 7](#). Illustriert ist eine weitere Ausführungsform eines Verfahrens zum Steuern eines Leistungsversorgungssystems, wie etwa des Leistungsversorgungssystems **500** von [Fig. 5](#). Das Verfahren enthält die Schritte des Bestimmens, ob ein gegebenes Modul in einen Schlafmodus versetzt werden soll. Im Schlafmodus werden ein oder mehrere Leistungsverstärker zeitweilig außer Dienst genommen, um es dem Leistungsverstärkungssystem **500** zu gestatten, mit geringeren Betriebskosten effizienter zu arbeiten. Der Schlafmodus kann in AUS-Zeiten verwendet werden, wenn die Verkehrsanforderungen gering sind. Im Schlafmodus wird das Modul außer Dienst gestellt, indem der Eingangsschalter **520** und der Ausgangsschalter **530** geöffnet werden. Außerdem werden zur weiteren Effizienzsteigerung wenigstens einige der DC-leistungsverbrauchenden Schaltungen in dem Verstärker **526** ausgeschaltet. Das Steuermodul **528** verbleibt typischerweise aktiv, sodass Einstellungsparameter des Verstärkers **526** schnell verfügbar sind, nachdem das Modul geweckt wurde.

[0041] Beginnend mit Schritt **702** und unter Annahme einer Startbedingung, dass alle Module wach sind, es keine Alarne gibt und gerade kein Download im Gange ist, prüft das Gateway, um zu bestimmen, ob sich die Module in einem Schlaf-Zeitintervall befinden. Ein Verfahren zum Bereitstellen eines Schlaf-Zeitintervalls ist, allgemeine Verkehrsbelastungszustände basierend auf der Tageszeit in dem Gateway zu speichern. In diesem Fall würde ein Schlafintervall zu Zeiten während des Tages auftreten, wenn der Verkehr am geringsten ist, wie etwa während der frühen Morgenstunden (z.B. ein bis vier Uhr nachts). Wenn der Schlaffensterzustand vergeht, wird der Status der Alarne bei Schritt **704** geprüft. Wenn es Alarne gibt, fährt der Prozess wie in [Fig. 6](#) beschrieben fort. Andernfalls sendet das Gateway eine Mitteilung an die Module, um einen Schlafmodus-Interrupt zu ermöglichen, um den Schlafmodus zu gestatten. Bei Schritt **708** überwacht jedes der Module Verkehrspegel, wie etwa durch Überwachung von Eingangsleistungswerten von dem Leistungsdetektor, Vergleichen der Werte mit einem Schwellenwert und Rücksenden von Mitteilungen an das Gateway, wenn die Schwellenwerte überschritten werden. Das Gateway bestimmt die Anzahl von Modulen, die in Schlaf zu versetzen sind sowie die Anzahl der zu weckenden, basierend auf Schlafmitteilungen und Weckmitteilungen von den Modulen. Bei dem speziellen Beispiel von [Fig. 7](#) versetzt in den Schritten **710–720** das Gateway zwei der vier Module in Schlaf und weckt dann beide Module, wenn irgendeine Aufweckmitteilung empfangen wird. Es wurde jedoch in Betracht gezogen, dass viele andere Kombinationen von in Schlaf zu versetzenden oder aufzuweckenden Modulen, basierend auf den Schwellenwerten und

von dem Gateway empfangenen Mitteilungen, möglich sind, abhängig von der speziellen Anwendung. Es wird fortgefahren mit Schritt **722**. Wenn das Schlaffenster endet, oder irgendwelche Alarmzustände erkannt werden, werden alle Module bei Schritt **724** aufgeweckt und das Gateway sendet eine Mitteilung an alle Module, die Schlafinterrupts zu deaktivieren. Andernfalls wird die Verarbeitung für die Schritte **710** bis **720** wiederholt.

[0042] Obgleich das Verfahren zum Steuern des Leistungsversorgungssystems **500** separat unter Bezugnahme auf ein spezielles Modulabwurfverfahren in [Fig. 6](#) und ein spezielles Schlafmodusverfahren in [Fig. 7](#) beschrieben wurde, ist es möglich und in manchen Anwendungen bevorzugt, eine Kombination beider Verfahren zu verwenden. Außerdem können, obgleich bestimmte Kriterien, wie etwa Leistungspegel oder Alarmzustände verwendet werden können, um zu bestimmen, wann in den Schlafmodus einzutreten und wann er zu verlassen ist, viele andere Kriterien verwendet werden. Z.B. die Anzahl von Modulen im Schlafmodus, ob das Modul sich unterhalb eines unteren Schlafgrenzwertes befindet oder oberhalb eines oberen Schlafgrenzwertes und ob ein spezielles Modul in Dienst oder außer Dienst steht. Ein detailliertes Flussdiagramm eines Beispiels eines Verfahrens zum Steuern eines Leistungsversorgungssystems unter Verwendung einer Kombination sowohl des Modulabwurfs als auch des Schlafmodus sowie einer Vielfalt von Schlafmoduskriterien ist in [Fig. 12A](#) und [Fig. 12B](#) gezeigt.

[0043] Es wird Bezug genommen auf [Fig. 13](#). Illustriert ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Leistungsversorgungssystems. Das Leistungsversorgungssystems enthält einen Eingabeteiler **1318**, einen Gateway-Controller **1300**, einen Alarmsdetektor **1302**, Leistungsverstärker **1312** und einen Ausgabekombinator **1320**. Der Eingabeteiler **1318** enthält einen variablen Abschwächer **1304**, einen Leistungsdetektor **1306**, einen Leistungsteiler **1308** und einen ersten und einen zweiten Eingangsschalter **1310**. Der variable Abschwächer **1304** empfängt ein RF-Eingabesignal **1322**. Der Leistungsdetektor **1306** steht in Kommunikation mit dem Gateway-Controller **1300** und die Eingangsschalter **1310** sind jeweils mit einem entsprechenden Leistungsverstärker **1312** gekoppelt. Der Leistungskombinator **1320** enthält erste und zweite Ausgangsschalter **1314** und einen Leistungskombinator **1316**. Die Ausgangsschalter **1314** sind jeweils mit einem entsprechenden Leistungsverstärker **1312** gekoppelt. Der Kombinator **1316** gibt ein RF-Ausgabesignal **1324** aus. Der Alarmsdetektor **1302** ist mit den Leistungsverstärkern **1312** und dem Gateway-Controller **1300** gekoppelt. Bei dieser Ausführungsform kann ein einzelner variabler Abschwächer, wie etwa der variable Abschwächer **1304** verwendet werden, um die Verstärkung von mehr als einem Leistungsverstärker **1312** einzustellen. Außer-

dem sind die Eingangsschalter **1310** an dem Eingabeteiler **1318** positioniert, anstatt in den Leistungsverstärkermodulen. Durch Positionierung der Eingangsschalter **1310** und des variablen Abschwächers **1314** in dem Eingabeteiler **1318** statt in den variablen Leistungsverstärkermodulen wird ein lokaler Modul-Controller, wie etwa der Controller **528** von [Fig. 5](#), nicht benötigt. Statt dessen werden alle Steuerfunktionen in dem gemeinsamen Gateway-Controller **1300** durchgeführt.

[0044] Obgleich in [Fig. 5](#) und [Fig. 13](#) unterschiedliche Bezugszeichen verwendet wurden, sind die in [Fig. 13](#) offenbarten individuellen Komponenten vorzugsweise dieselben wie diejenigen, die in weiterem Detail oben unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) beschrieben wurden. Zum Beispiel ist der Leistungsdetektor **306** von [Fig. 13](#) vorzugsweise derselbe wie der Leistungsdetektor **522** von [Fig. 5](#) und [Fig. 8](#). Auch kann das Verfahren zum Steuern des Leistungsversorgungssystems, wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 6](#), und 12 beschrieben, bei dem System von [Fig. 13](#) ebenso wie bei dem System von [Fig. 5](#) verwendet werden.

[0045] Die oben beschriebenen Ausführungsformen haben viele Vorteile. Durch Einstellen der Verstärkung anderer Module nachdem ein Alarm in einem ersten Modul erkannt wurde, kann beispielsweise dieselbe Anzahl von Verkehrskanälen beibehalten werden (wenn auch bei reduzierter Leistung). Durch Verwendung des Schlafmodus-Ansatzes können Module während Zeiten inaktiviert werden, zu denen die volle Leistung nicht benötigt wird, wie etwa während Tageszeiten mit geringem Verkehr. Auf diese Weise kann die nutzbare Lebensdauer jedes Moduls verlängert, die Effizienz verbessert und Betriebskosten reduziert werden. Ein weiterer potenzieller Vorteil ist, dass das System eine große Flexibilität hat, da Module physikalisch dem System hinzugefügt werden können oder ein zusätzliches Modul für Perioden hohen Verkehrs oder aus Redundanzgründen hinzugefügt werden kann. In diesem Fall würde das zusätzliche Modul normalerweise im Schlafmodus, d.h. inaktiv sein, könnte jedoch schnell aktiviert werden, wenn ein anderes Modul versagt oder wenn der Verkehrsspeicher die Kapazität der übrigen Module überschreitet.

[0046] Zusätzlich kommen dem Fachmann weitere Vorteile und Modifikationen leicht in den Sinn. Die Erfindung ist in ihren breiteren Aspekten daher nicht durch die speziellen Details, das repräsentative Gerät und die hier gezeigten und beschriebenen, illustrativen Beispiele beschränkt. Verschiedene Modifikationen und Variationen können an der obigen Spezifikation durchgeführt werden, ohne den Umfang der Erfindung zu verändern und es ist beabsichtigt, dass die vorliegende Erfindung all solche Modifikationen und Variationen abdeckt, vorausgesetzt, sie fallen in-

nerhalb des Umfangs der nachfolgenden Ansprüche.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Vielzahl von Leistungsverstärkermodulen, wobei das Verfahren für die Verwendung in einem Leistungsversorgungssystem mit einem Leistungsteiler, der Vielzahl von Leistungsverstärkermodulen und einem Leistungskombinator dient; wobei das Verfahren die Schritte umfasst:

Bestimmen, ob ein Schlafkriterium erfüllt wurde; wenn das Schlafkriterium erfüllt wurde, Versetzen eines aus der Vielzahl von Leistungsverstärkermodulen während eines Schlaf-Zeitintervalls in einen Schlafmodus; und

Versetzen des Einen aus der Vielzahl von Leistungsverstärkermodulen in einen Aktivmodus, nachdem in einem anderen aus der Vielzahl von Modulen ein Alarmzustand erfasst wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, des Weiteren umfassend das Vergleichen einer erfassten Anruflast mit einem vorbestimmten Schwellenwert.

3. Verfahren gemäß Anspruch 2, wobei das Eine aus der Vielzahl von Leistungsverstärkermodulen als Antwort auf den Vergleich in einen Aktivmodus versetzt wird.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

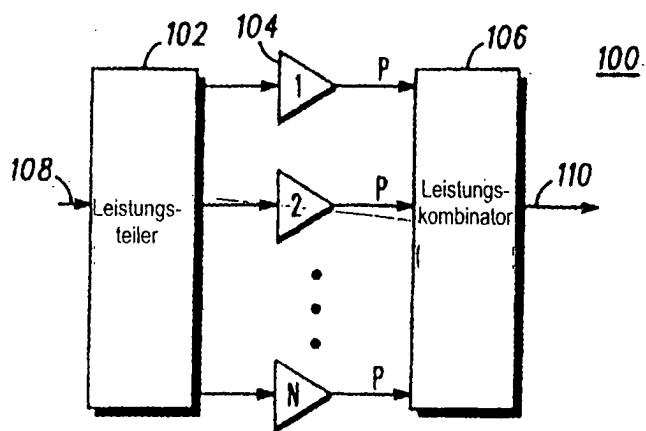
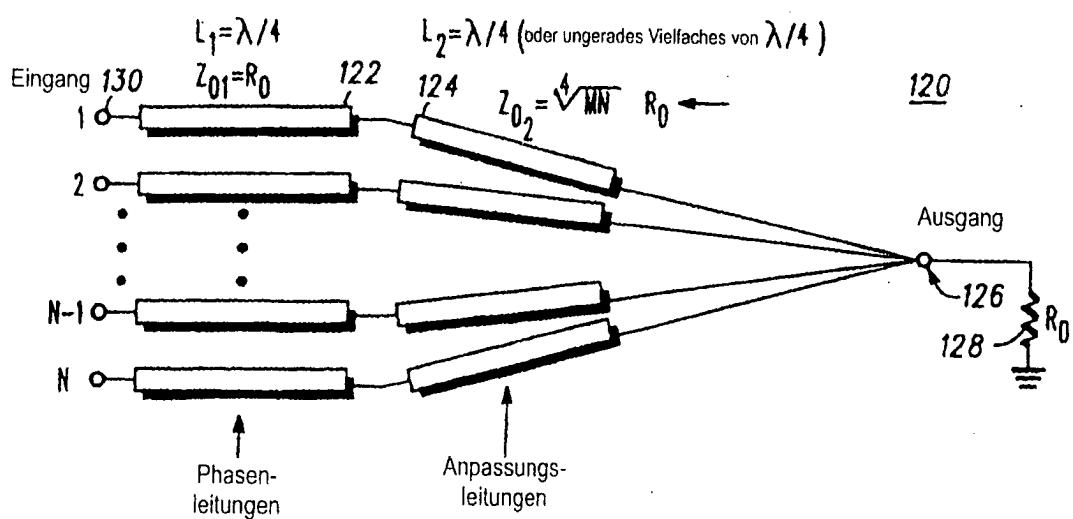
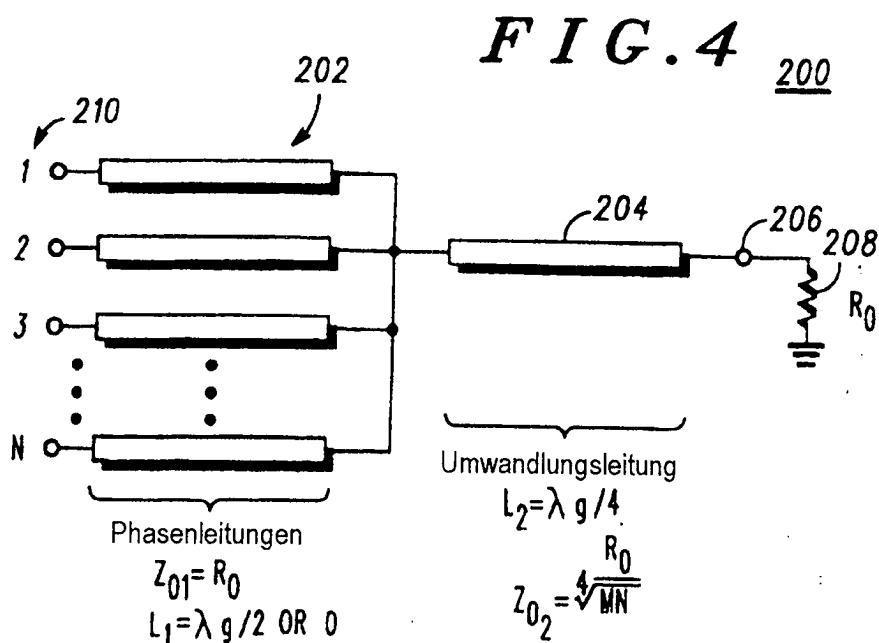
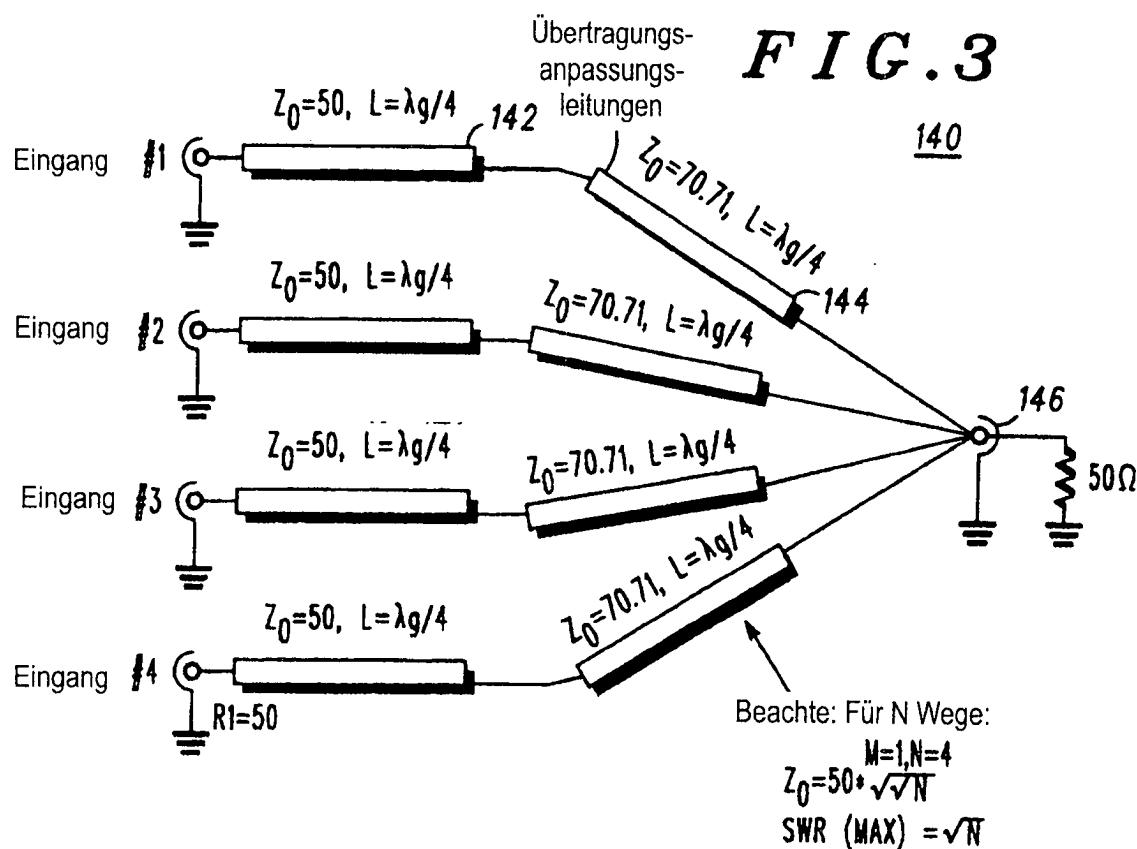


FIG. 2





Blockdiagramm des ELPA-Sektors

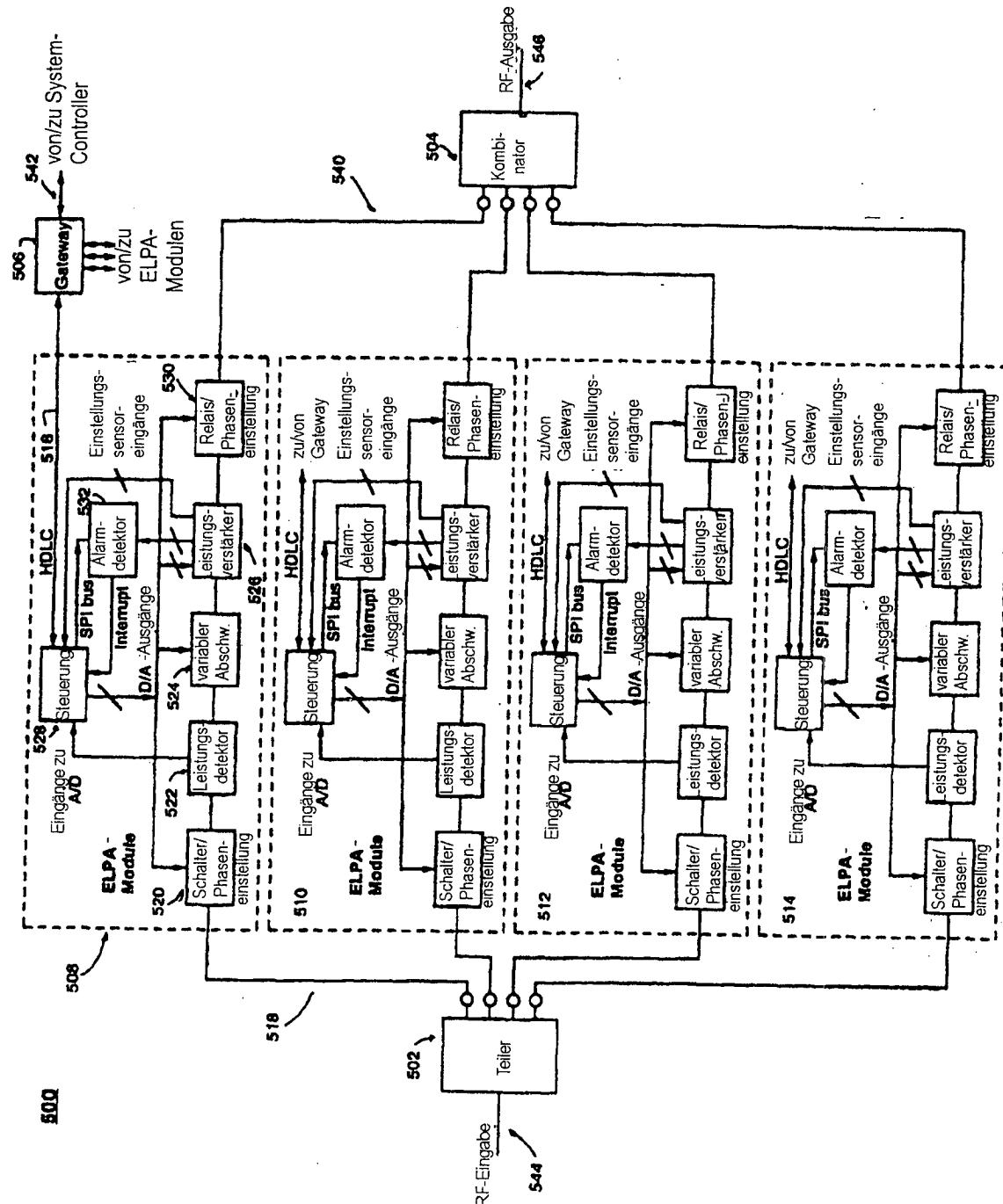


FIG. 5

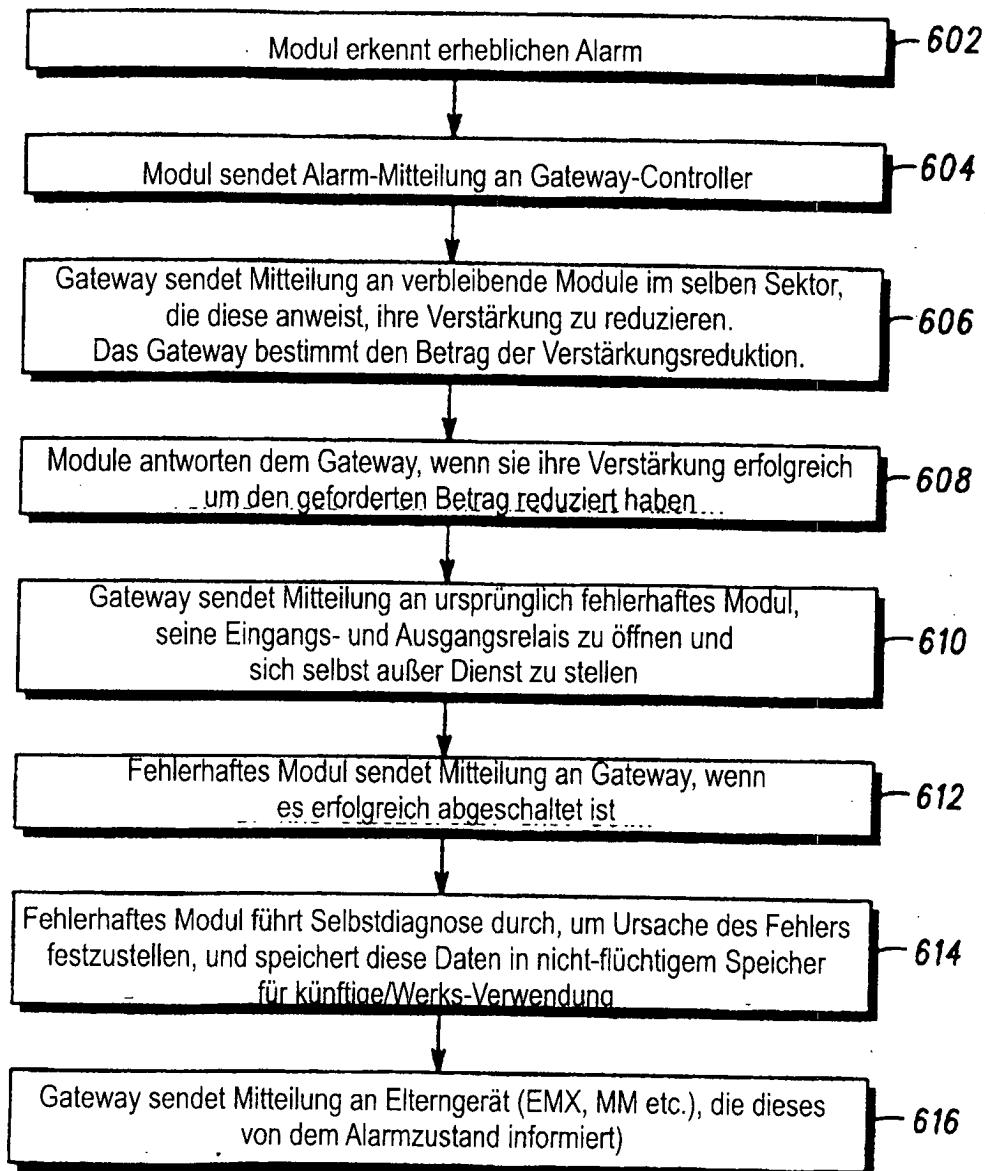


FIG. 6

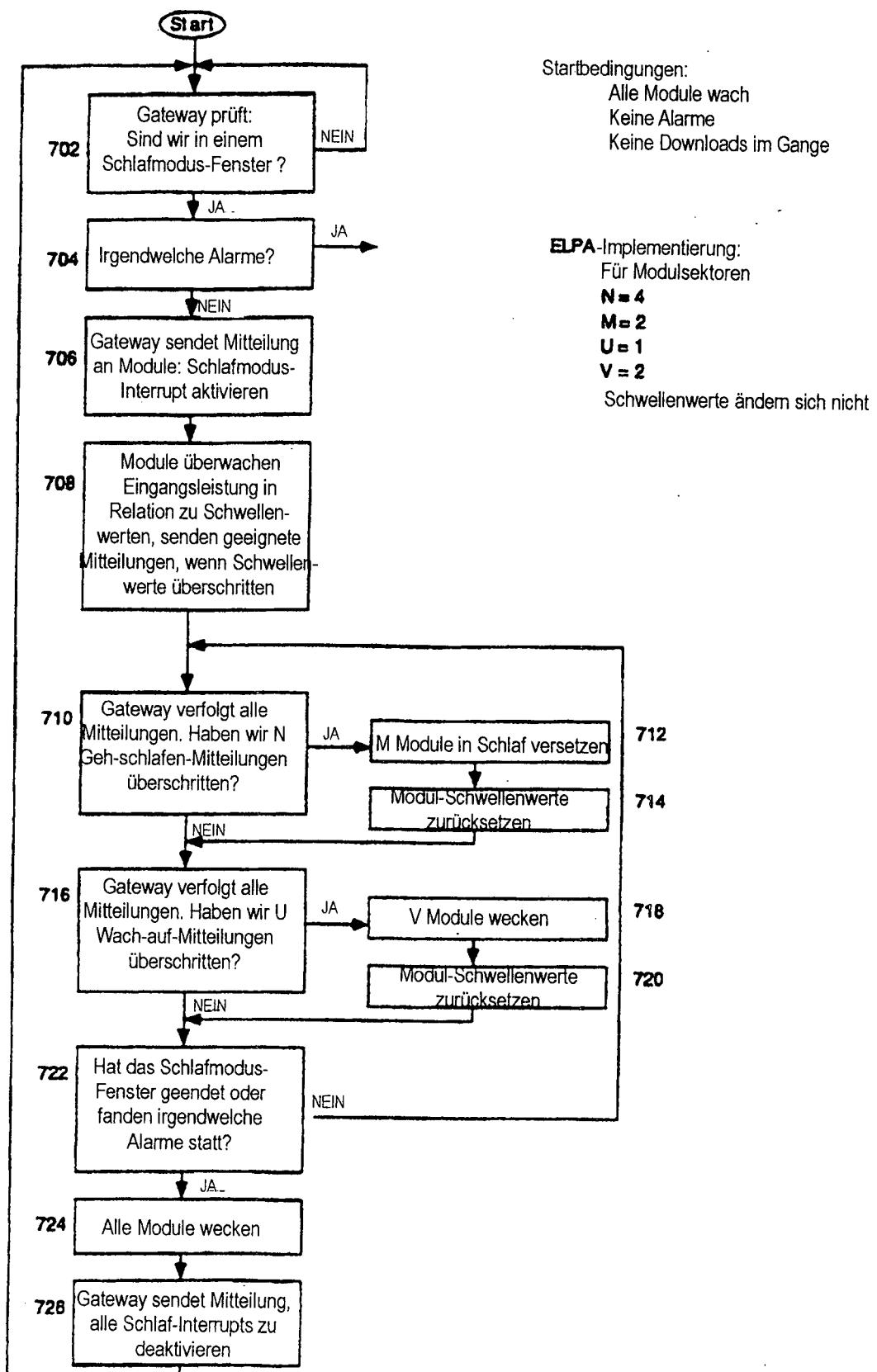
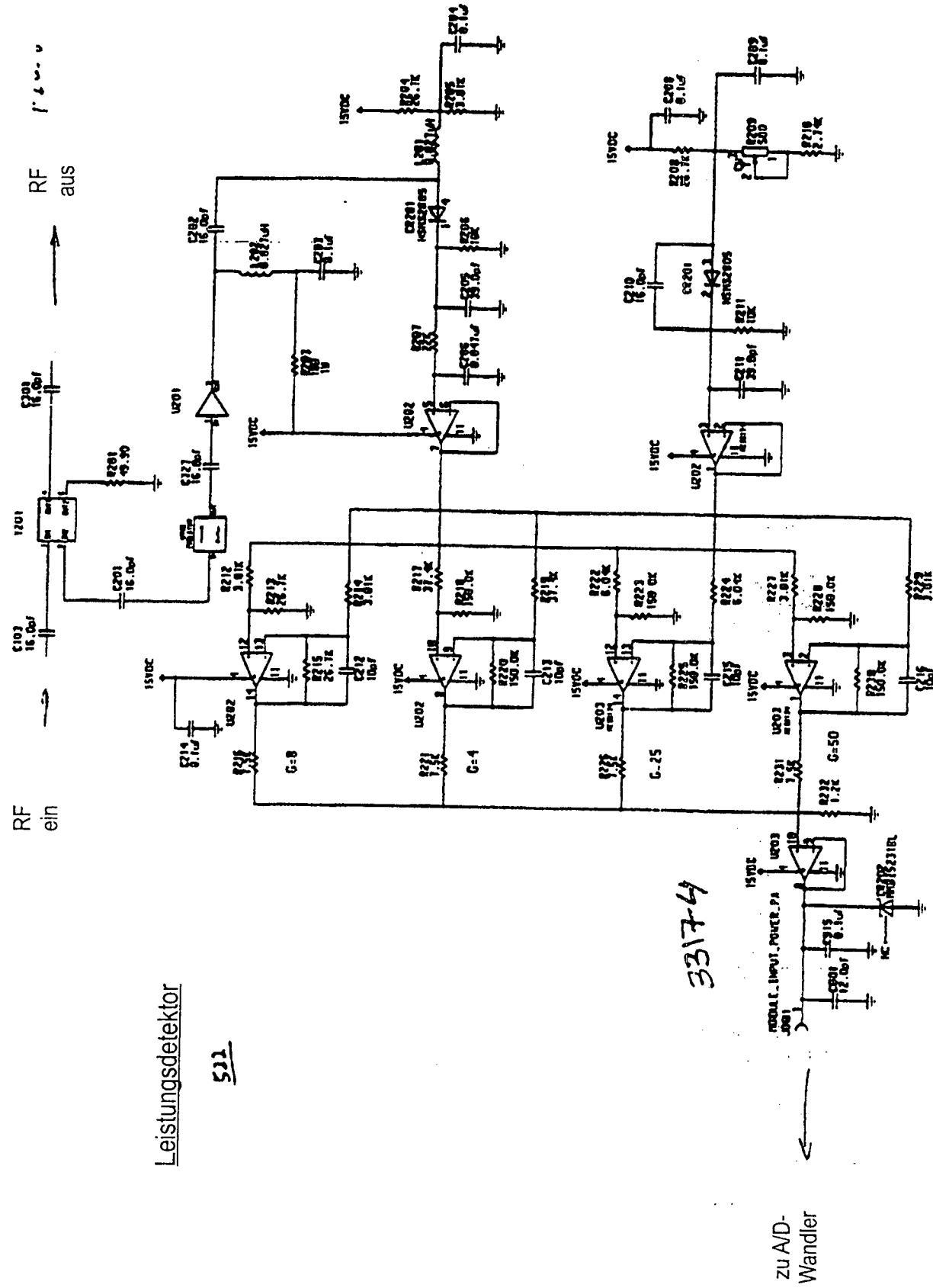
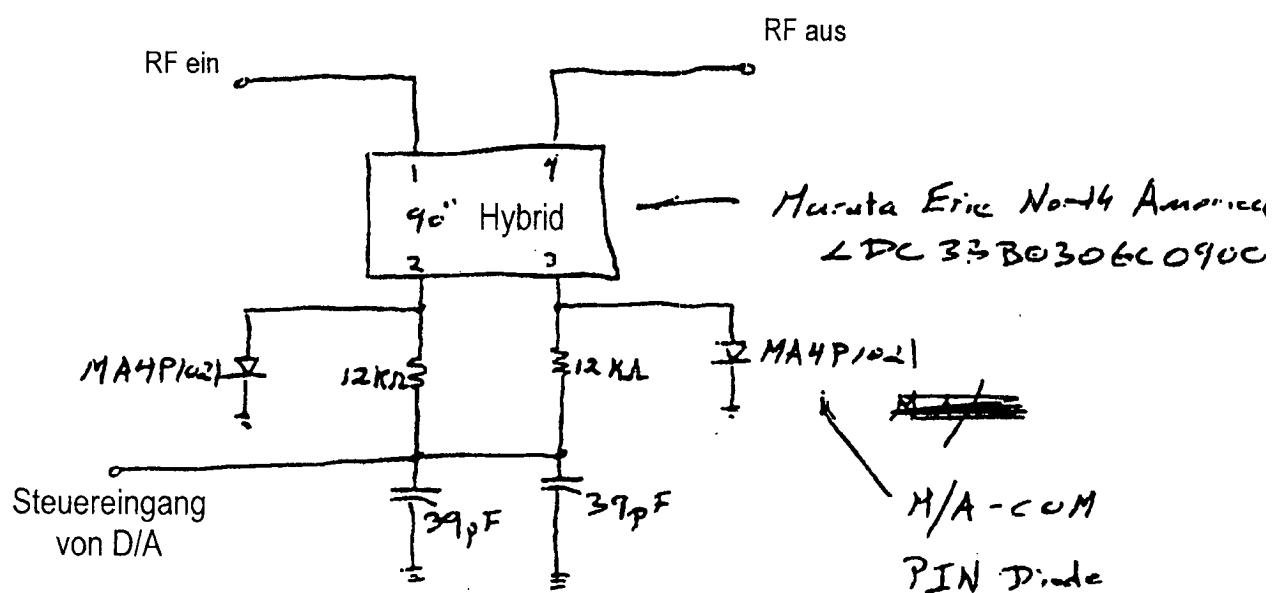


FIG. 7



524

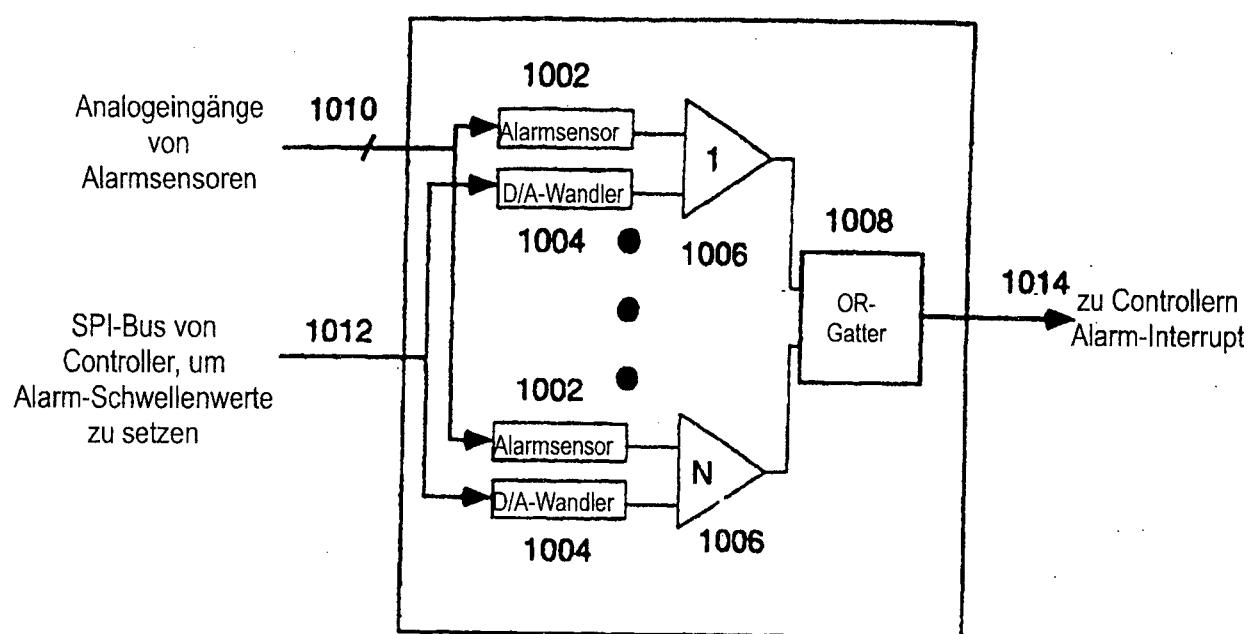
532

FIG. 10

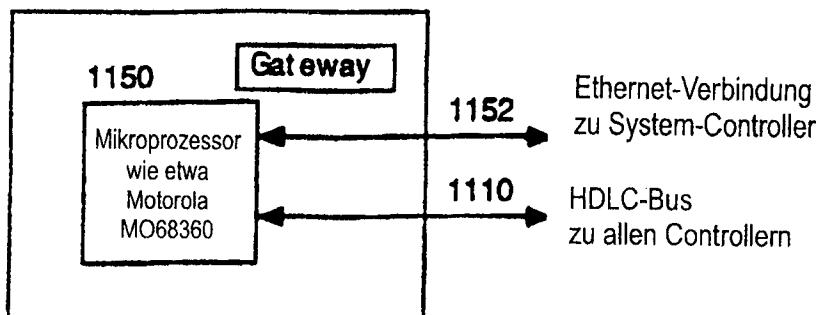
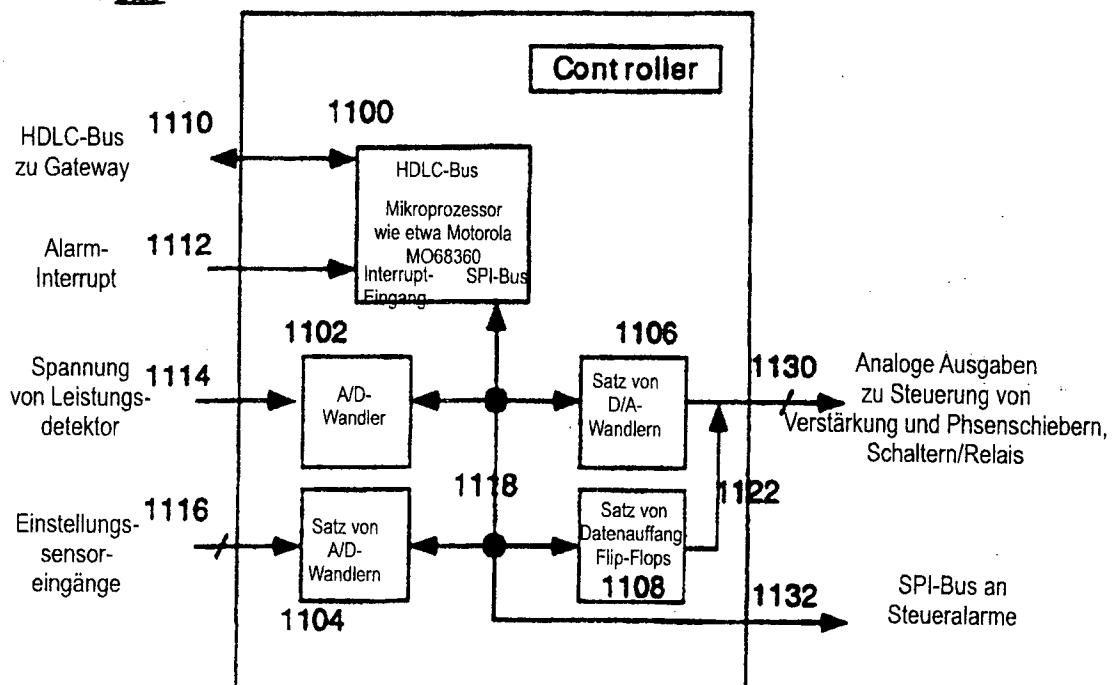
508**528**

FIG. 11

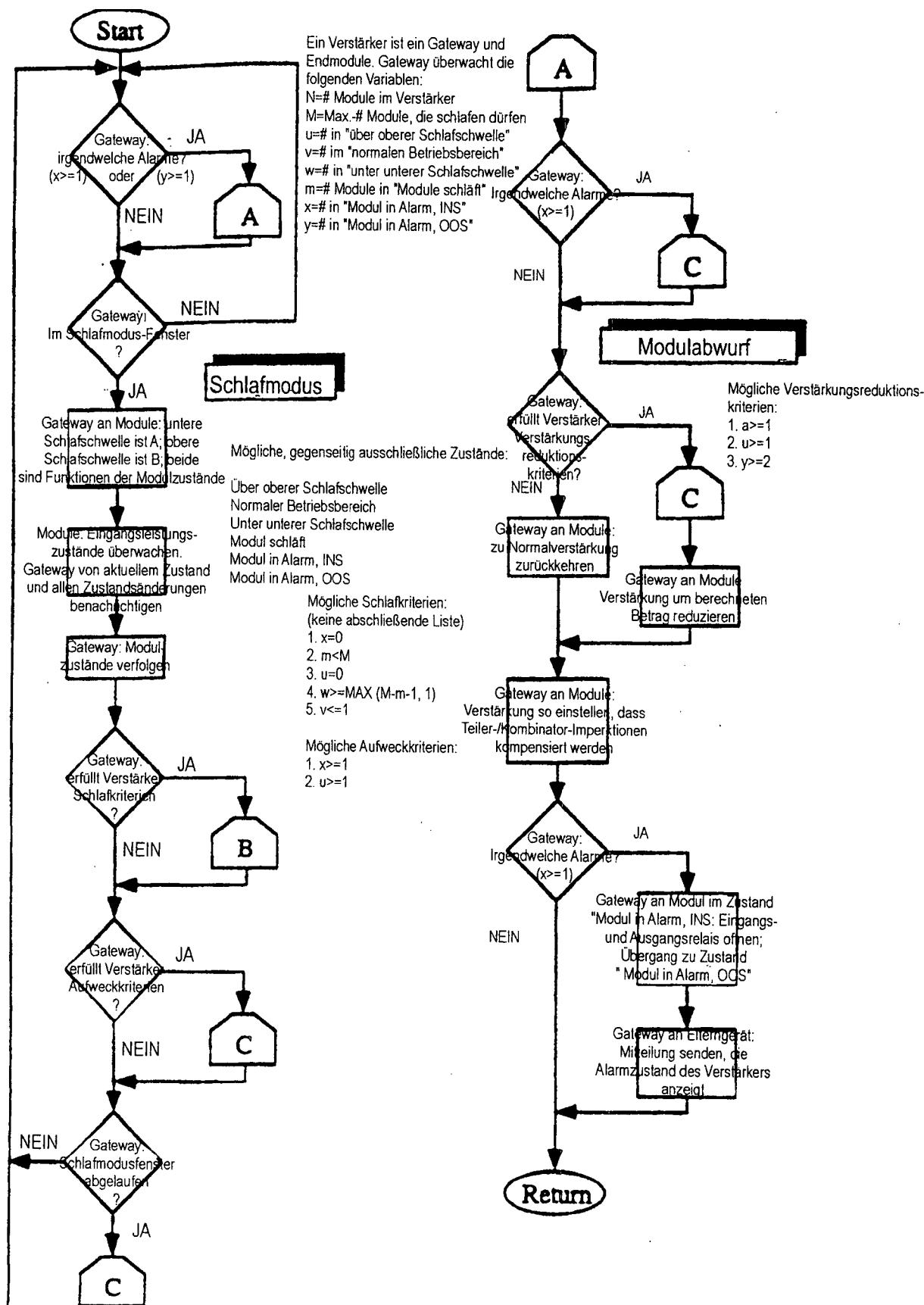


FIG. 11A

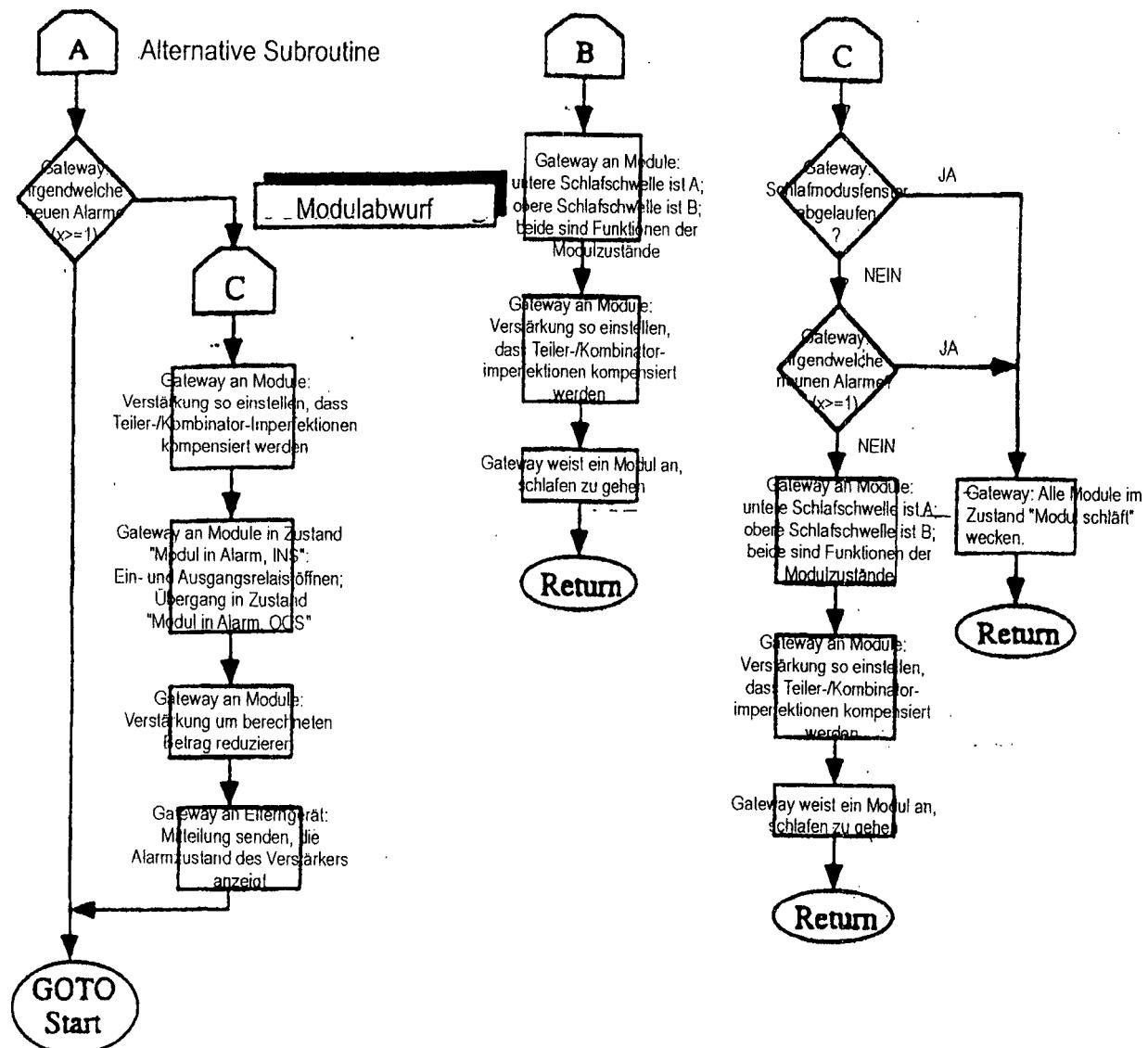


FIG 11 B

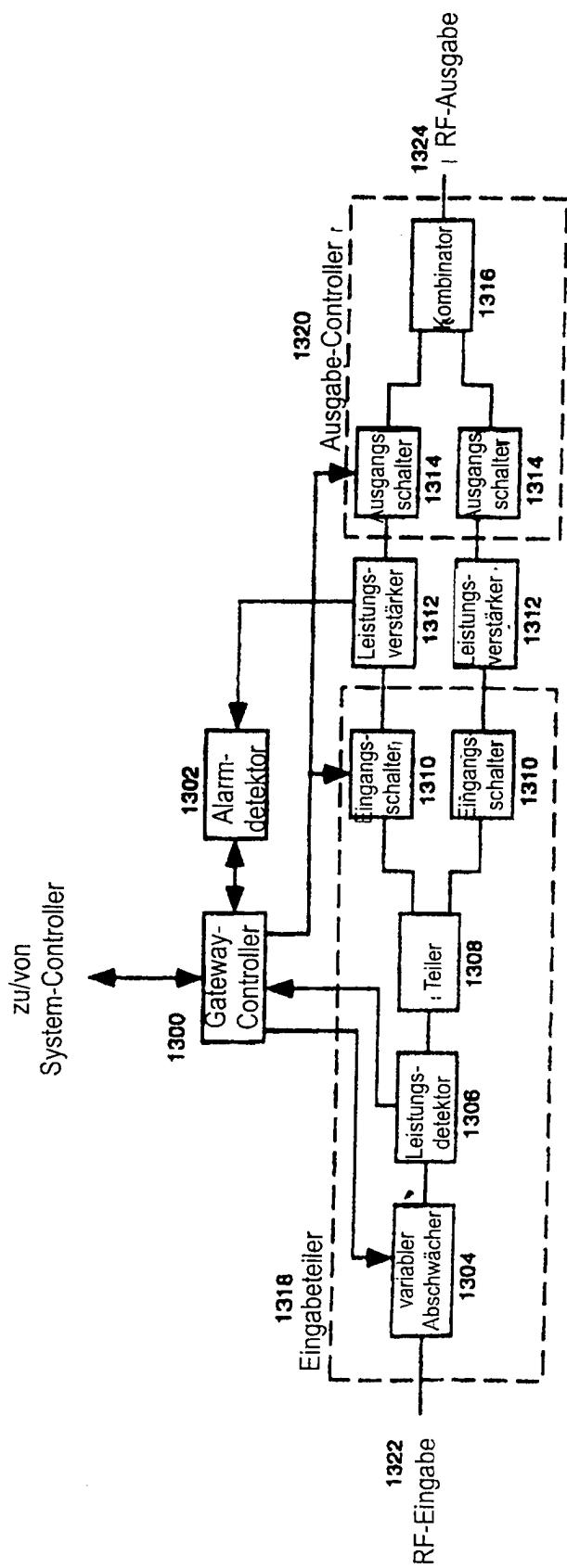


FIG. 13