

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 966 750 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

22.10.2003 Patentblatt 2003/43

(21) Anmeldenummer: **98905243.6**

(22) Anmeldetag: **09.01.1998**

(51) Int Cl.7: **H01J 23/34**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE98/00087

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/040903 (17.09.1998 Gazette 1998/37)

(54) **ANORDNUNG INSBESONDERE FÜR DIE ANSTEUERUNG EINER WANDERFELDRÖHRE**
DEVICE, NOTABLY FOR CONTROLLING A TRAVELLING-WAVE TUBE
SYSTEME DESTINE NOTAMMENT A COMMANDER UN TUBE A ONDES PROGRESSIVES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **12.03.1997 DE 19710100**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
29.12.1999 Patentblatt 1999/52

(73) Patentinhaber: **Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG**
71522 Backnang (DE)

(72) Erfinder:
• **HUEBNER, Karl-Heinz**
D-71576 Burgstetten (DE)
• **REINWALD, Gerhard**
D-71546 Aspach (DE)

• **KHILLA, Abdel-Messiah**
D-71522 Backnang (DE)
• **KATZ, Hanspeter**
D-70190 Stuttgart (DE)

(74) Vertreter: **Schuster, Gregor, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte
Schuster & Partner
Wiederholdstrasse 10
70174 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 260 825 **EP-A- 0 450 999**
US-A- 3 457 490 **US-A- 3 737 713**
US-A- 4 816 978 **US-A- 5 517 082**

EP 0 966 750 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung geht aus von einer Anordnung bestehend aus einer Stromversorgungseinrichtung und einem Verstärker.

Stand der Technik

[0002] Aus dem Prospekt "Travelling Wave Tube Amplifiers (TWTAs) for Space-Application" ANT 776 841, März 1992, der Fa. ANT Nachrichtentechnik GmbH ist eine Stromversorgungseinrichtung für einen Wanderfeldröhrenverstärker bekannt. Ein Verstärker und ein Linearisierer wird von dieser Stromversorgung aus spannungsversorgt. Stromversorgungseinrichtung und Verstärker sowie Linearisierer sind in nicht aufeinander abgestimmten selbständigen Einzelgeräten untergebracht.

[0003] Aus "ANT Nachrichtentechnische Berichte", Heft 8, Febr. 1991, S. 31 bis 40 ist ein Mikrowellenleistungsverstärker für die Ansteuerung einer Wanderfeldröhre bekannt. Leistungsverstärker, Linearisierer und Stromversorgung (EPC) sind auch hier selbständige Einzelgeräte. Schutzschaltungen für Überlast oder zu niedriger Eingangsspannung sind im Stromversorgungsgerät untergebracht. Die Mikrowellenbaugruppen des Leistungsverstärkers sind getrennt von der Steuerung jeweils in einer Gehäusehälfte untergebracht.

Vorteile der Erfindung

[0004] Mit den Maßnahmen der Erfindung läßt sich eine Anordnung insbesondere für die Ansteuerung einer Wanderfeldröhre erzielen, die hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) unkritisch ist. Aufwendige Verdrahtungen und Verkabelungen zwischen Einzelgeräten, die die elektromagnetische Verträglichkeit ungünstig beeinflussen können, sind nicht notwendig. Es müssen insbesondere keine zahlreichen langen Verbindungen für DC-Niederspannungen, DC-Hochspannungen, Steuersignale und HF-Signale zwischen Einzelgeräten vorgesehen sein.

[0005] Durch den kompakten Aufbau müssen keine Einzelgeräte getrennt spezifiziert werden. Auch sind keine hohen Sicherheitszuschläge wie bei Einzelgeräten erforderlich. Es kann eine Eingangs-/Ausgangsspezifikation für die gesamte Baueinheit erstellt werden, was die Erstellung einer Spezifikation vereinfacht.

[0006] Gegenüber Einzelgeräten tritt eine Reduktion des Gewichtes und der Montageflächen ein, was insbesondere für Anwendungen in Satelliten vorteilhaft ist.

[0007] Die bauliche Vereinigung der Stromversorgungseinrichtung, des Verstärkers, und einem gegebenenfalls vorgesehenen Linearisierer beseitigt die bei bisherigen Einzelgeräten notwendigen Sicherheitszuschläge, reduziert die Anzahl der Verstärkermodule sowie bisher notwendige Abschwächermodule. Anpaßprobleme zwischen Einzelgeräten werden wirk-

sam vermieden.

Zeichnungen

5 **[0008]** Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Übersichts-Blockschaltbild einer Anordnung nach der Erfindung,

10 Figur 2 die mechanische Schnittstelle zwischen Stromversorgungseinrichtung und Verstärker, Figur 3 ein Blockschaltbild der Baugruppen nach Figur 1,

15 Figur 4 die Integration des Verstärkers mit der Stromversorgungseinrichtung,

Figur 5 eine Übersicht der Baugruppen in einem Kanalverstärker,

Figur 6 Pegelverhältnisse bei bisherigen Anordnungen sowie bei der erfindungsgemäßen Anordnung.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0009] In Figur 1 ist in einem Übersichtsblockschaltbild eine Anordnung nach der Erfindung dargestellt. Eine Stromversorgungseinrichtung 1 ist mit einem Verstärker 2 zu einer Baueinheit verbunden. Die Versorgungs-, Steuer- und gegebenenfalls Monitorsignale für den Verstärker 2 und die Stromversorgungseinrichtung 1 werden über gemeinsame elektrische Schnittstellen 41, 42, 43 zu- bzw. abgeführt. Bei den Steuersignalen handelt es sich beispielsweise um Telecomandsignale zur Steuerung des Verstärkers, die über die Schnittstelle 41 zugeführt werden. Die für die Statustelemetrie notwendigen Signale, z.B. die Verstärkerausgangsleistung und/oder Helixspannung, Helixstrom sind über die Schnittstelle 42 geführt. Für die Versorgungsspannungszuführung ist die Schnittstelle 43 vorgesehen. Das HF-Eingangssignal für den Verstärker wird über den Eingang 71 zugeführt. Das HF Ausgangssignal wird über den Ausgang 72 zur Wanderfeldröhre 8 geleitet. Über die Verbindung 44 erfolgt die Zuführung der in der Stromversorgungseinrichtung 1 aufbereiteten Versorgungsspannungen der Wanderfeldröhre 8 (Anodenspannung, Katodenspannung, Heizerspannung, Helixspannung, Kollektorspannungen).

[0010] Figur 2 zeigt die mechanische Schnittstelle 3 (gestrichelt) zwischen Verstärker 2 und Stromversorgungseinrichtung 1. Die allseitig geschirmten Gehäuse von Stromversorgungseinrichtung 1 und Verstärker 2 sind über diese Schnittstelle 3 mechanisch fest miteinander verbunden. Diese Verbindung erfolgt auf einer gemeinsamen Außenseite der Stromversorgungseinrichtung 1 und des Verstärkers 2. Da die Bauform des Verstärkers 2 an die Bauform der Stromversorgungseinrichtung 1 für eine flächige Verbindung angepaßt ist (Ober- bzw. Unterseite eines Quaders mit gleicher Grundfläche), ist auch eine gute thermische Kopplung gegeben, so daß eine Eingangs-/Ausgangsspezifikation

für das gesamte Gerät erstellt werden kann. Außerdem ist durch diese Realisierung eine Reduktion der Montagefläche beispielsweise auf einer Satellitenplattform gegeben, da der Verstärker 2 nicht extra an der Plattform montiert werden muß, sondern lediglich auf die Stromversorgungseinrichtung 1 aufgestockt ist.

[0011] Das Blockschaltbild nach Figur 3 zeigt die einzelnen Baugruppen der Stromversorgungseinrichtung 1. Es ist ein Modul 51 vorgesehen, auf dem die niederspannungsseitigen Baugruppen der Stromversorgungseinrichtung 1 sowie die Steuersignal- und Versorgungsspannungsaufbereitung für den Verstärker 2 vorgesehen sind. Für die Hochspannungsaufbereitung ist ein Modul 52 vorgesehen. Auf dem Modul 51 befindet sich der Leistungswandler 11 und der Heizspannungswandler 12, die über ein Eingangsfilter 13 mit Anlaufregler und einem Vorregler 14 mit der Main-Bus-Versorgungsspannung eines Satelliten über den Eingang 43 beaufschlagbar sind. An den Ausgang des Vorreglers 14 ist auch eine Sekundärstromversorgungseinheit 21 für den Verstärker 2 angeschlossen. Sicherheits-, Überwachungs- und Regelschaltungen, zusammengefaßt im Block 22, für den Verstärker 2 befinden sich ebenfalls im Modul 51 der Stromversorgungseinrichtung 1. Das Modul 52 für die Hochspannungsbaugruppen weist eine Aufbereitungseinheit 15 für die Heizspannung (Ausgänge 101, 112) und eine Aufbereitungseinheit 16 für die Hochspannungen der Wanderfeldröhre 8 auf. Diese Hochspannungsaufbereitungseinheiten liefern die Kollektorspannungen (Ausgänge 113 bis 116), die Katodenspannung, die über ein Ausgangsfilter 17 am Ausgang 117 abgreifbar ist, die Anodenspannung, die über einen Katodenstromregler 18 und das Ausgangsfilter zum Ausgang 118 geführt ist, sowie die Helixspannung, die über den Helixspannungsregler 19 und das Ausgangsfilter 17 zum Ausgang 119 geführt ist. Für die Verarbeitung der über die Schnittstellen 41 und 42 zu- bzw. abgeführten digitalen Signale dient die Steuereinheit 20. Wie die punktierten Wirkungslinien zeigen, werden insbesondere der Helixstrom und die Helixspannung sowie die Verstärkerausgangsleistung überwacht sowie über Block 22 analoge Steuersignale für den Verstärker 2 aufbereitet.

[0012] Der Verstärker 2, dessen Gehäuse mechanisch und thermisch über die Schnittstelle 3 mit der Stromversorgungseinheit 1 gekoppelt ist, umfaßt eine Gleichspannungsbaugruppe 23 und eine Mikrowellenbaugruppe 24.

[0013] In Figur 3 sind die von außen zugeführten Leistungssignale durch dicke, nicht unterbrochene Linien mit entsprechenden Pfeilen gekennzeichnet. Innerhalb der Stromversorgungseinheit 1 sind Verbindungen, die Gleichspannungssignale führen, durch nicht unterbrochene, dünnere Linien dargestellt. Für analoge Steuersignale sind gestrichelte Wirkungslinien vorgesehen und für digitale Signale punktierte Wirkungslinien.

[0014] Wie Figur 4 zeigt wird die Gleichspannungsbaugruppe 23 für den Verstärker 2 vorzugsweise auf ei-

ner Leiterplatte 51 oder in einem Modul getrennt von der Mikrowellenbaugruppe 24 in einer abgeschlossenen geschirmten Kammer 6 des Gehäuses der Stromversorgungseinrichtung 1 untergebracht. Das Gehäuse des Verstärkers 2 ist auf der linken Schmalseite des Gehäuses der Stromversorgungseinrichtung 1 fest mit diesem zu einer Baueinheit verbunden. Für externe Steuer- und Versorgungssignale der Stromversorgungseinrichtung 1 und des Verstärkers 2 ist eine gemeinsame elektrische Schnittstelle 4 in Form eines Steckersockels auf der Oberseite des Gehäuses für die Stromversorgungseinrichtung 1 vorgesehen. Alle elektrischen Verbindungen zwischen Stromversorgungseinrichtung 1 und Verstärker 2 sind innerhalb der gemeinsamen Baueinheit geführt. Dies erfordert nur kurze Leitungen und vermindert EMV-Probleme erheblich. Äußere Verkabelungen bzw. Verkabelungen sind auf das Mindestmaß einer einzigen elektrischen Schnittstelle beschränkt.

Figur 5 zeigt die Einzelbaugruppen des Verstärkers 2, der hier als integrierter linearisierter Kanalverstärker aufgebaut ist. Dieser Aufbau erspart einen separaten Linearisierer mit den zuvor geschilderten Nachteilen. Die Mikrowellenbaugruppe 24 besteht aus der Kettenschaltung eines Vorverstärkers 25, einer Linearisiererstufe 26 und einem Ausgangsverstärker 27. Die Linearisiererstufe 26 kann entsprechend ANT Nachrichtentechnische Berichte, Heft 8, Februar 1991, S. 38 und 39 als Linearisiererbrücke aufgebaut sein. Über die Buseinheit 28 werden die von der Gleichspannungsbaugruppe 23 gelieferten Versorgungsspannungen sowie die analogen Steuersignale zu den einzelnen Mikrowellenschaltungen geführt. In Figur 5 ist auch noch die Beschaltung der Wanderfeldröhre 8 dargestellt. Der Ausgang des Verstärkers 2 ist an die Helix der Wanderfeldröhre 8 angeschlossen. Die Versorgungsspannungen für die Wanderfeldröhre werden über die Ausgänge 111 bis 119 der Stromversorgungseinrichtung geführt.

[0015] Figur 6 zeigt die Pegelverhältnisse bei bisherigen Einzelgeräten zur Ansteuerung einer Wanderfeldröhre im Vergleich zur integrierten Baueinheit nach der Erfindung. Obwohl die Eingangsleistung einer Wanderfeldröhre etwa -4 bis -8 dBm ist, wird die Ausgangsleistung eines Verstärkers zur Ansteuerung der Wanderfeldröhre bis etwa +7 dBm spezifiziert. Das sind 15 dB mehr als nötig, was zusätzliche Verstärkermodule in einem solchen herkömmlichen Kanalverstärker 9 erfordert. Der Linearisierer 10 hat eine Eingangs- und Ausgangsleistung von etwa -4 dBm (Verstärkung=0 dB). Wenn die drei Geräte Kanalverstärker 9, Linearisierer 10 und Wanderfeldröhre 8 hintereinander kaskadiert werden, muß ein zusätzliches Dämpfungsglied zwischen dem Kanalverstärker 9 und dem Linearisierer 10 vorgesehen sein. Bei der erfindungsgemäßen integrierten Baueinheit 110 werden die Sicherheitszuschläge beseitigt und die Anzahl der Verstärkermodule sowie der Abschwächermodule wird um mindestens jeweils ein Modul reduziert. Die in Figur 6 jeweils unbezeichneten unteren Baueinheiten stehen für die Stromversor-

gungs- und Steuerungsbaugruppen.

Patentansprüche

1. Anordnung zur Ansteuerung einer wanderfeldröhre bestehend aus einer Stromversorgungseinrichtung (1) und einem Verstärker (2) mit folgenden Merkmalen:
 - die Gehäuse von Stromversorgungseinrichtung (1) und Verstärker (2) sind über eine mechanische Schnittstelle (3) fest zu einer Baueinheit verbunden,
 - die elektrischen Verbindungen zwischen Stromversorgungseinrichtung (1) und Verstärker (2) sind innerhalb dieser Baueinheit geführt,
 - für externe Steuer- bzw. Versorgungssignale der Stromversorgungseinrichtung (1) und des Verstärkers (2) ist eine/sind gemeinsame elektrische Schnittstelle/n (4) vorgesehen.
2. Anordnung nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, daß** sowohl die Stromversorgungseinrichtung (1) wie auch der Verstärker (2) in einem gemeinsamen allseitig geschirmten Gehäuse untergebracht ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** als mechanische Schnittstelle (3) eine flächige Verbindung einer Gehäuseaußenseite des Verstärkers (2) mit einer Gehäuseaußenseite der Stromversorgungseinrichtung (1) vorgesehen ist, wobei die Bauform des Verstärkers (2) an die Bauform des Gehäuses der Stromversorgungseinrichtung (1) angepaßt ist.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet, daß** der Verstärker (2) aus einem linearisierten Mikrowellen-Kanalverstärker besteht, dessen Steuersignal- und Versorgungsspannungsaufbereitung (23) getrennt von den Mikrowellenbaugruppen (24) im Gehäuse der Stromversorgungseinrichtung (1) vorgesehen ist.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuersignal- und Versorgungsspannungsaufbereitung (23) für den Verstärker (2) auf einer Leiterplatte oder einem Modul (51) in einer abgeschlossenen Kammer (6) des Gehäuses der Stromversorgungseinrichtung (1) vorgesehen ist.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Linearisiererstu-

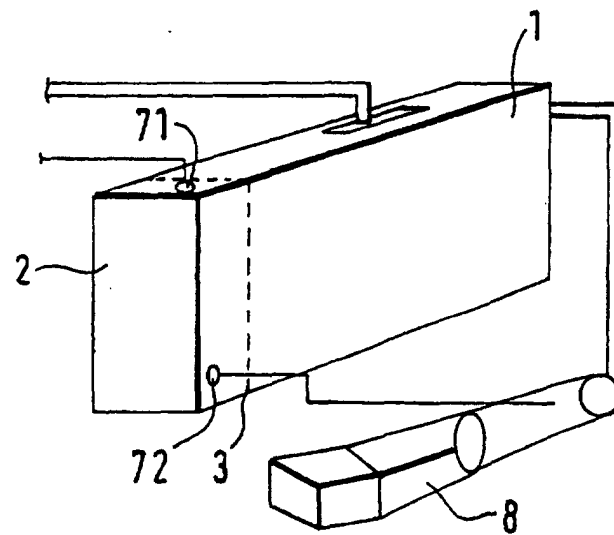
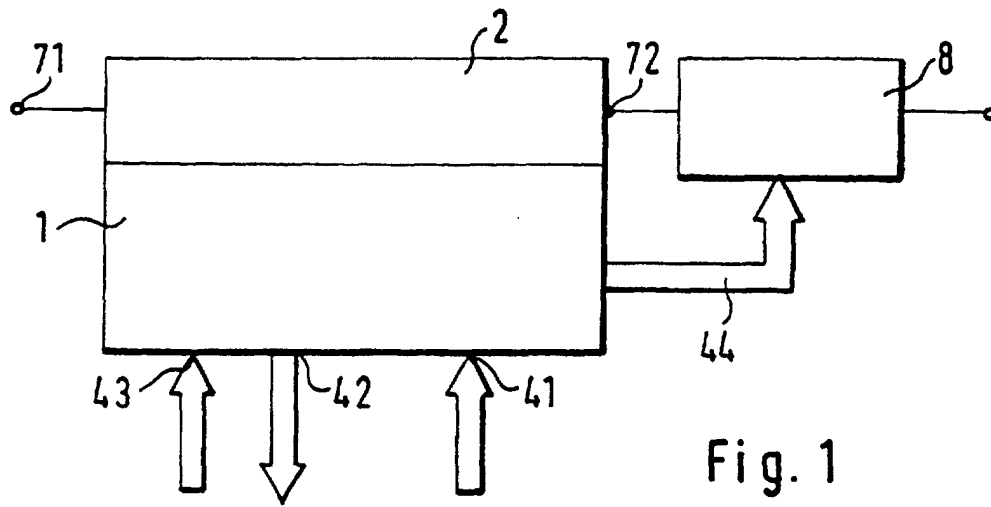
fe (26) in den Verstärker (2) integriert ist und zwar zwischen einem Vorverstärker (25) und einem Ausgangsverstärker (27).

Claims

1. Device for controlling a travelling-wave tube, consisting of a power supply unit (1) and an amplifier (2) with the following features:
 - the housing of the power supply unit (1) and the amplifier (2) is solidly connected to a constructional unit by means of a mechanical interface (3),
 - the electrical connections between the power supply unit (1) and the amplifier (2) are led within this constructional unit,
 - one or more common electrical interface(s) (4) are provided for external control or supply signals of the power supply unit (1) and the amplifier (2).
2. Device according to claim 1, **characterised in that** both the power supply unit (1) and the amplifier (2) are accommodated in a common housing shielded on all sides.
3. Device according to claims 1 or 2, **characterised in that** a flat connection of a housing outside surface of the amplifier (2) with a housing outside surface of the power supply unit (1) is provided as the mechanical interface (3), whereby the type of the amplifier (2) is adapted to the type of the housing of the power supply unit (1).
4. Device according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the amplifier (2) consists of a linearised microwave channel amplifier whose control signal and supply voltage conditioning system (23) is provided separately from the microwave component groups (24) in the housing of the power supply unit (1).
5. Device according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the control signal and supply voltage conditioning system (23) for the amplifier (2) is provided on a printed circuit board or a module (51) in a sealed chamber (6) of the housing of the power supply unit (1).
6. Device according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** a linearisation stage (26) is integrated in the amplifier (2), namely between a preamplifier (25) and an output amplifier (27).

Revendications

1. Système destiné notamment à commander un tube à ondes progressives, comprenant un dispositif d'alimentation électrique (1) et un amplificateur (2) 5
présentant les caractéristiques suivantes :
 - les boîtiers du dispositif d'alimentation électrique (1) et de l'amplificateur (2) sont reliés de façon fixe en un module au moyen d'une interface mécanique (3), 10
 - les liaisons électriques entre le dispositif d'alimentation électrique (1) et l'amplificateur (2) sont guidées à l'intérieur de ce module,
 - il est prévu une/des interface(s) électrique(s) 15
commune(s) (4) pour les signaux externes de commande et d'alimentation du dispositif d'alimentation électrique (1) et de l'amplificateur (2). 20
2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**aussi bien le dispositif d'alimentation électrique (1) que l'amplificateur (2) sont logés dans un boîtier commun et blindé de tous côtés. 25
3. Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en qu'il est prévu comme interface (3) mécanique une liaison plane entre un côté extérieur du boîtier de l'amplificateur (2) et un côté extérieur du boîtier du dispositif d'alimentation électrique (1), la forme de construction de l'amplificateur (2) étant adaptée à la forme de construction du boîtier du dispositif d'alimentation électrique (1). 30
4. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'amplificateur (2) se compose d'un amplificateur de canal à hyperfréquence linéarisé, dont le traitement du signal de commande et de la tension d'alimentation (23) est prévu comme unité séparée des ensembles d'hyperfréquence (24) dans le boîtier du dispositif d'alimentation électrique (1). 35
40
5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le traitement du signal de commande et de la tension d'alimentation (23) pour l'amplificateur (2) est prévu sur une carte imprimée ou un module (51) dans une chambre fermée (6) du boîtier du dispositif d'alimentation électrique (1). 45
50
6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**un niveau de linéarisation (26) est intégré dans l'amplificateur (2), et ce, entre un préamplificateur (25) et un amplificateur de sortie (27). 55



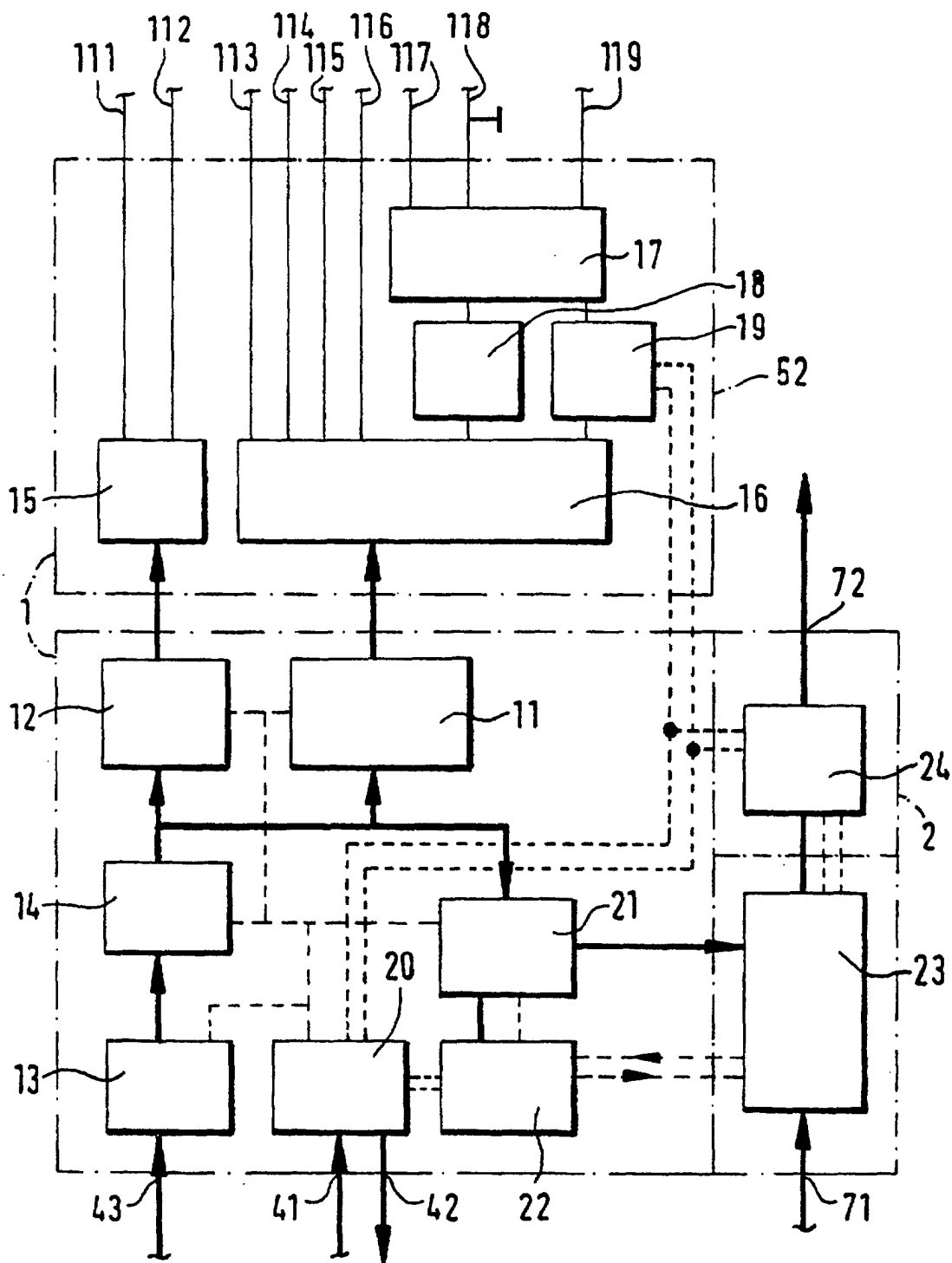


Fig. 3

