



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer : **0 066 928 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**18.09.85**

(51) Int. Cl.<sup>4</sup> : **H 05 G 1/70, H 05 G 1/34**

(21) Anmeldenummer : **82200653.2**

(22) Anmeldetag : **28.05.82**

(54) **Verfahren zum Betrieb eines Röntgenstrahlengenerators und Röntgenstrahlengenerator zur Durchführung dieses Verfahrens.**

(30) Priorität : **04.06.81 DE 3122185**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**15.12.82 Patentblatt 82/50**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **18.09.85 Patentblatt 85/38**

(84) Benannte Vertragsstaaten :  
**DE FR GB NL SE**

(56) Entgegenhaltungen :  
**EP-A- 0 025 688**  
**DE-A- 2 539 898**  
**DE-A- 2 542 016**  
**FR-A- 2 379 228**  
**GB-A- 829 521**

(73) Patentinhaber : **Philips Patentverwaltung GmbH**  
**Billstrasse 80**  
**D-2000 Hamburg 28 (DE)**  
**DE**  
**N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken**  
**Groenewoudseweg 1**  
**NL-5621 BA Eindhoven (NL)**  
**FR GB NL SE**

(72) Erfinder : **Brendler, Joachim**  
**Edvard-Munch-Strasse 16**  
**D-2000 Hamburg 74 (DE)**  
Erfinder : **von Hacht, Reinhard**  
**Papenmoorweg 40e**  
**D-2083 Halstenbek (DE)**  
Erfinder : **Ochmann, Rudolf**  
**Wogenmannsburg 60**  
**D-2000 Hamburg 61 (DE)**

(74) Vertreter : **Hartmann, Heinrich, Dipl.-Ing. et al**  
**Philips Patentverwaltung GmbH Billstrasse 80 Post-**  
**fach 10 51 49**  
**D-2000 Hamburg 28 (DE)**

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb einer Röntgenanlage mit einem Röntgenstrahlengenerator für mehrere Röntgenröhren mit einer Einrichtung zum Einstellen eines Ruheheizstromes für einen Heizfaden einer Röntgenröhre in Aufnahmepausen und mit einem Hochspannungserzeuger sowie auf einen Röntgenstrahlengenerator, der für dieses Verfahren bestimmt ist.

Der Anfertigung einer Aufnahme geht in der Regel eine Vorbereitungsphase voraus, in der u.a. die Temperatur des Kathoden-Heizfadens auf den für die Aufnahme erforderlichen Wert gebracht wird, in der jedoch die Röhrenspannung noch nicht eingeschaltet ist, so daß noch keine Strahlung erzeugt wird. Diese Vorbereitungsphase kann durch ein Überheizen (Boosten) des Heizfadens zwar abgekürzt werden, jedoch nicht wesentlich, wenn die Gefahr des Durchbrennens des Heizfadens vermieden werden soll. Um die Vorbereitungsphase abzukürzen, ist es daher bekannt, in den Betriebspausen (« Stand-by ») in den Heizfaden der für eine spätere Aufnahme zu verwendenden Röntgenröhre einen Ruheheizstrom einzuspeisen. Dadurch wird die Heizfadentemperatur und damit auch der ohmsche Widerstand des Heizfadens erhöht, so daß in einer anschließenden Vorbereitungsphase die Endtemperatur des Heizfadens wesentlich schneller erreicht werden kann.

Werden mit einem Röntgenstrahlengenerator mehrere Röntgenröhren mit unterschiedlichen Heizfäden betrieben, dann ist der Ruheheizstrom im allgemeinen so gewählt, daß er für die Heizfäden mit dem höchsten Widerstandswert gerade den richtigen Wert hat. Dies führt dazu, daß beim Anschluß von Röntgenröhren mit niederohmigen Heizfäden relativ lange Vorbereitungszeiten erforderlich sind, um für den Aufnahmefall die gewünschte Fadentemperatur zu erreichen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß in der Vorbereitungsphase die Endtemperatur des Heizfadens schneller erreicht werden kann und einen Röntgenstrahlengenerator zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mehrere Ruheheizstromwerte gespeichert sind, die verschiedenen Röntgenröhrenheizfäden zugeordnet sind, und daß der einer an den Hochspannungserzeuger angeschlossenen Röntgenröhre zugeordnete Ruheheizstromwert für den eingeschalteten Heizfaden aufgerufen und eingestellt wird. Demgemäß ist der Röntgenstrahlengenerator zur Durchführung dieses Verfahrens, der mit einer Röhrenwähleinrichtung zum Wählen einer Röntgenröhre, einem Fokuswähler und mit einem Heizstrom-Stellglied zum Einstellen des Heizstromes versehen ist, das von einem gespeicherten Heizstrom beaufschlagt wird, dadurch gekenn-

zeichnet, daß eine nichtflüchtige digitale Speicheranordnung mit mehreren Zetlen für unterschiedliche Ruheheizstromwerte vorgesehen ist, und daß die Röhrenwähleinrichtung mit einer Einrichtung zum Adressieren und Aufruf der Speicheranordnung so gekoppelt ist, daß für jeden durch die Röhrenwähleinrichtung und den Fokuswähler gewählten Röhrenheizfaden jeweils eine bestimmte Speicherzelle aufgerufen und mit ihrem Inhalt ein Heizstrom-Stellglied beaufschlagt wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 ein Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Röntgenstrahlengenerators,

Figur 2 ein Blockdiagramm des Steuerwerks und des Speichers des in Fig. 1 dargestellten Röntgenstrahlengenerators,

Figur 3 eine weitere Einzelheit des Röntgenstrahlengenerators nach Fig. 1, und

Figur 4 Flußdiagramme des Betriebes des Röntgenstrahlengenerators und seiner Steuerung.

Der erfindungsgemäße Röntgenstrahlengenerator besitzt einen Hochspannungserzeuger 1, an den eine von mehreren — im Ausführungsbeispiel drei — Röntgenröhren 14, 15, 16 über einen Hochspannungs-Umschalter 2 angeschlossen werden kann. Jede der Röntgenröhren besitzt zwei Heizfäden 4, 4', 5, 5', 6, 6'. Der Hochspannungserzeuger umfaßt daher neben einem Hochspannungstransformator zur Erzeugung der Röhrenspannung zwei Heizstromtransformatoren, deren Primärwicklungen in bekannter Weise durch Fokuswähler umschaltbar sind und deren Sekundärwicklungen die Heizströme für die Heizfäden einer Röntgenröhre liefern. Die nicht näher dargestellten Heizstromtransformatoren können Teil eines Heizstrom-Regelkreises 3 sein, der aus einem Vergleichsglied 31 besteht, das den Istwert des Heizstromes mit einem Sollwert vergleicht, und aus einem Regleverstärker 32, der die Regelabweichung verstärkt und dem angeschalteten Heizstromtransformator zuführt, so daß der Istwert des Heizstromes weitgehend seinem Sollwert entspricht.

Der Sollwert des Heizstromes wird von einem Digital-Analog-Wandler 7 geliefert, der mit einem Zwischenspeicher 8 verbunden ist, der seinerseits mit einem als Festwertspeicher (PROM) ausgebildeten Speicher 9 über einen Umschalter 10 gekoppelt ist. Der Festwertspeicher 9 enthält einen ersten Speicherbereich 91, in dem Heizstromwerte gespeichert sind, wie an sich aus der DE-A-27 03 420 bekannt, und einen zweiten Speicherbereich mit Speicherzellen 94, 95 und 96, in denen die Ruheheizstromwerte für die drei Röntgenröhren 4, 5 und 6 (für jede Röntgenröhre zwei Ruheheizstromwerte) gespeichert sind.

Diese Ruheheizstromwerte sind für jede Röntgenröhre und jeden ihrer Heizfäden so gewählt,

daß beim Betrieb der Röntgenröhre mit diesem Heizstrom und beim Anlegen einer Hochspannung (z. B. 40 kV) an der Röntgenröhre ein bestimmter Emissions-Höchstwert eingehalten wird, z. B. 20  $\mu$ A. Diese Festlegung ist erforderlich, um auch in dem Fall, daß für den Aufnahmebetrieb der dem großen Brennfleck zugeordnete Heizfaden vorgewählt wird, während mit dem Heizfaden für den kleinen Brennfleck durchleuchtet wird, zu gewährleisten, daß die Bildqualität und die Regeleigenschaften des Durchleuchtungs-Regelkreises durch die zusätzliche Emission des mit dem Ruheheizstrom beaufschlagten Heizfadens nicht merklich beeinträchtigt werden.

Der Umschalter 10 und der zur Wahl der Röntgenröhre dienende Hochspannungs-Umschalter 2 sowie der nicht dargestellte Fokuswähler sind über ein Steuerwerk miteinander gekoppelt, so daß für die Röntgenröhre 4 die Speicherzellen 94, für die Röntgenröhre 5 die Speicherzellen 95 und für die Röntgenröhre 6 die Speicherzellen 96 wirksam werden, in denen die wie vorstehend beschrieben gemessenen Ruheheizstromwerte für jeden Heizfaden gespeichert sind. Dadurch ist sichergestellt, daß bei Beginn der Vorbereitungszeit der Heizfaden eine solche Temperatur hat, daß für das Erreichen der Endtemperatur nur noch ein relativ kurzer Zeitraum erforderlich ist. Wird dann die Vorbereitungsphase eingeleitet — was über den Eingang 12 auch dem Steuerwerk 11 signalisiert wird — erfolgt eine Umschaltung auf den Speicherbereich 91, in dem der für eine Aufnahme erforderliche Heizstrom für die betreffende Röntgenröhre gespeichert ist.

Das Steuerwerk 11 wird vorzugsweise mit Hilfe eines Microcomputers realisiert, und der Zugriff auf den Festwertspeicher 9 erfolgt dabei mit Hilfe einer Busleitung, die den Microcomputer mit dem Festwertspeicher 9 und dem Zwischenspeicher 8 verbindet.

Das Steuerwerk 11 und der Speicher 9 sind in Fig. 2 näher dargestellt. Das Steuerwerk 11 umfaßt einen Microprozessor 20 (Intel 8086), einen Taktgenerator 21 (8284A), eine Interrupt-Steuerung 22 (8259A), einen Achtfach-Auffangspeicher 23 (8282) und einige weitere Schaltungen, die später beschrieben werden. Der Microprozessor 20 umfaßt einen Adreß/Daten-Bus 24, der das Auffang-Flip-Flop 23, den Speicher 9' (2732, 2118) und die Interrupt-Steuerung 22 miteinander verbindet. Eine vom Microprozessor 20 erzeugte Adresse wird in dem Auffangspeicher 23 beim Auftreten eines Tastsignals zwischengespeichert, das dem Tasteingang STB dieser Schaltung vom Microprozessor 20 über eine Steuerleitung des Bus 25 zugeführt wird. Die Adresse kann auf den Adreß-Bus 26 durch ein Ausgangs-Freigabesignal gegeben werden, das von der Schaltung 23 über den Steuer-Bus 25 empfangen wird. Die Signale auf dem Steuer-Bus 25 oder dem Adreß-Bus 26 werden über Treiberschaltungen 28a und 28c (74LS244) auf einen System-Bus 27 gegeben. Der Speicher 9' ist mit dem Daten-Bus 24 und dem

Adreß-Bus 26 verbunden. Über einen Speicher-Decoder 29 (N82S137) wird der Festwertspeicher 9 oder ein Schreib-Lese-Speicher 9a aktiviert. Im Betrieb empfängt der Speicher-Decoder 29 von dem Auffangspeicher 23 eine Adresse bzw. ein Teil davon und ebenso ein weiteres Steuersignal, das angibt, ob ein Eingangssignal empfangen oder ein Ausgangssignal auf den System-Bus 27 über einen Zweirichtungs-Bus-Treiber 28d (8286) abgegeben werden soll.

Der Ruhestrombetrieb des Röntgenstrahlengenerators wird durch ein Signal an dem Interrupt-Eingang 12 eingeleitet, das über die Interrupt-Steuerung 22 den Microprozessor aktiviert, der in diesem Augenblick in einer Warteroutine (Schritt 4-0 des Flußdiagramms der Fig. 4) sein könnte. Der Microprozessor 20 liest die der ausgewählten Röntgenröhre zugeordnete Nummer i und den ausgewählten Heizfaden dieser Röntgenröhre, indem er die zugeordnete Adresse über den Auffangspeicher und die Bus-Treiber-Schaltung 28 auf den System-Bus 27 gibt und die Daten über die Treiber-Schaltung 28d aufnimmt (Schritt 4-1).

Wie aus Fig. 3 ersichtlich, wird zu diesem Zweck die Position des Schalters 2 über eine Eingangs-Multiplex-Schaltung 40 (HEF-4512B) abgefragt, die über einen Bus 41 die Adresse eines abzufragenden Einganges empfängt und ein Ausgangssignal (« HIGH ») auf der Ausgangsleitung 42 liefert, wenn der besagte Eingang über den Schalter 2' mit + V verbunden ist. Der Schalter 2' ist mechanisch mit dem Schalter 2 verbunden, dessen Position abgefragt werden soll.

Der Microprozessor 20 wählt auf der Basis der Ziffer i die Adresse (ADR(i)) der Ruheheizstromwert-Tabelle, die in dem Speicher 9 gespeichert ist. Anschließend überprüft der Microprozessor 20, welcher Heizfaden gewählt worden ist (großer Fokus (LF) für großen Röhrenstrom, kleiner Fokus für kleinen Röhrenstrom — Schritt 4-3). Wenn der große Fokus benutzt wird, wird die Röhrennummer i um einen festen Wert C erhöht (Schritt 4-4). Wenn der kleine Fokus benutzt wird, wird der Schritt 4-4 übersprungen. Die so erzeugte Adresse wird im Auffangspeicher 23 zwischengespeichert und der Ruheheizstromwert kann aus dem Speicher 9 ausgelesen werden (Schritt 4-5). Wie sich daraus ergibt, wird der Schalter 10 (Fig. 1) jeweils durch den Auffangspeicher 23 und den Decoder 29 gebildet. Während des nächsten Schrittes (4-6) wird der Ruheheizstromwert über die Treiber-Schaltung 28d und den System-Bus 27 in den Zwischenspeicher 8 (4516 - vgl. Fig. 3) gegeben und darin zwischengespeichert, dessen Eingänge mit dem System-Bus 27 verbunden sind. Die Ausgänge des Zwischenspeichers 8 sind mit dem Digital-Analog-Wandler 7 verbunden, dessen Ausgang mit dem Ruheheizstrom-Regelkreis 3 verbunden ist. Der Röntgenstrahlengenerator tritt dann in die Vorbereitungsphase (Schritt 4-7) ein.

Die Ruheheizstromwerte können dabei in einzelnen, jeweils einer Röhre zugeordneten

Speicherzellen (94...96) programmiert sein, wobei Erweiterungen durch Hinzufügen von Speichereinheiten möglich sind, oder sie können in Sammel Speichern programmiert sein, die für alle an den Generator anschließbaren Röhrentypen erstellt werden, wobei durch Programmieren des Steuerwerkes bzw. des Microcomputers der Aufruf der gespeicherten Werte und ihre Zuordnung zu den angeschlossenen Röntgenröhren festgelegt wird.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Röntgenanlage mit einem Röntgenstrahlengenerator für mehrere Röntgenröhren mit einer Einrichtung zum Einstellen eines Ruheheizstromes für einen Heizfaden einer Röntgenröhre in Aufnahmepausen und mit einem Hochspannungserzeuger dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Ruheheizstromwerte gespeichert sind, die verschiedenen Röntgenröhrenheizfäden (4, 4', 5, 5', 6, 6') zugeordnet sind, und daß der einer an den Hochspannungserzeuger angeschlossenen Röntgenröhre (z. B. 6) zugeordnete Ruheheizstromwert für den eingeschalteten Heizfaden aufgerufen und eingestellt wird.

2. Röntgenstrahlengenerator zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einer Röhrenwähleinrichtung (2) zum Wählen einer Röntgenröhre (14-16), einem Fokuswähler und mit einem Heizstrom-Stellglied (31, 32) zum Einstellen des Heizstromes, das von einem gespeicherten Heizstrom beaufschlagt wird dadurch gekennzeichnet, daß eine nichtflüchtige digitale Speicheranordnung (9) mit mehreren Zellen (94, 95, 96) für unterschiedliche Ruheheizstromwerte vorgesehen ist, und daß die Röhrenwähleinrichtung (2) mit einer Einrichtung zum Adressieren und Aufruf der Speicheranordnung (10, 11) so gekoppelt ist, daß für jeden durch die Röhrenwähleinrichtung und den Fokuswähler gewählten Röhrenheizfaden (z. B. 6) jeweils eine bestimmte Speicherzelle (96) aufgerufen und mit ihrem Inhalt ein Heizstrom-Stellglied (31, 32) beaufschlagt wird.

### Claims

1. A method of operating an X-ray system comprising an X-ray generator for a plurality of X-ray tubes, a device for adjusting a stand-by filament current for a filament of an X-ray tube during intervals between exposure, and a high voltage generator, characterized in that there are stored a plurality of stand-by filament current values which are associated with different X-ray tube filaments (4, 4', 5, 5', 6, 6'), the stand-by filament current value associated with an X-ray

tube (for example, 6) which is connected to the high-voltage generator being addressed and adjusted for the relevant filament.

2. An X-ray generator for performing the method claimed in Claim 1, comprising a tube selection device (2) for selecting an X-ray tube (14-16), a focus selection device, and a filament current adjustment member (31, 32) for adjusting the filament current which is controlled by a stored filament current, characterized in that there is provided a non-volatile digital memory device (9) comprising a plurality of cells (94, 95, 96) for different stand-by filament current values, the tube selection device (2) being coupled to a device (10, 11) for the addressing and accessing of the memory device so that for each tube filament (for example, 6) selected by the tube selection device and the focus selection device a given memory cell (96) is addressed whose content is used to control a filament current adjusting member (31, 32).

### Revendications

1. Procédé pour faire fonctionner une installation à rayons X comprenant un générateur de rayons X destiné à plusieurs tubes à rayons X avec un dispositif pour régler un courant de chauffage de repos pour un filament chauffant d'un tube à rayons X dans les intervalles entre des enregistrements et avec un générateur de haute tension, caractérisé en ce qu'on stocke plusieurs valeurs de courant de chauffage de repos qui sont associées à divers filaments de chauffage de tubes à rayons X (4, 4', 5, 5', 6, 6') et la valeur de courant de chauffage pour le filament chauffant enclenché de repos associée à un des tubes à rayons X (par exemple 6) connectés au générateur de haute tension, est appelée et réglée.

2. Générateur de rayons X pour exécuter le procédé suivant la revendication 1 avec un dispositif sélecteur de tubes (2) pour sélectionner un tube à rayons X (14-16), un sélecteur de focalisation et un élément de réglage de courant de chauffage (31, 32) pour régler le courant de chauffage, qui est sollicité par un courant de chauffage stocké, caractérisé en ce qu'un système de mémoire numérique non volatile (9) pourvu de plusieurs cellules (94, 95, 96) pour diverses valeurs de courant de chauffage de repos est prévu, le dispositif sélecteur de tubes (2) étant couplé à un dispositif d'adressage et d'appel du système de mémoire (10, 11) d'une manière telle que, pour chaque filament chauffant de tube (par exemple 6) sélectionné par le dispositif sélecteur de tubes et le sélecteur de focalisation, une cellule de mémoire déterminée (96) est chaque fois appelée et un élément de réglage de courant de chauffage (31, 32) est sollicité au moyen de son contenu.

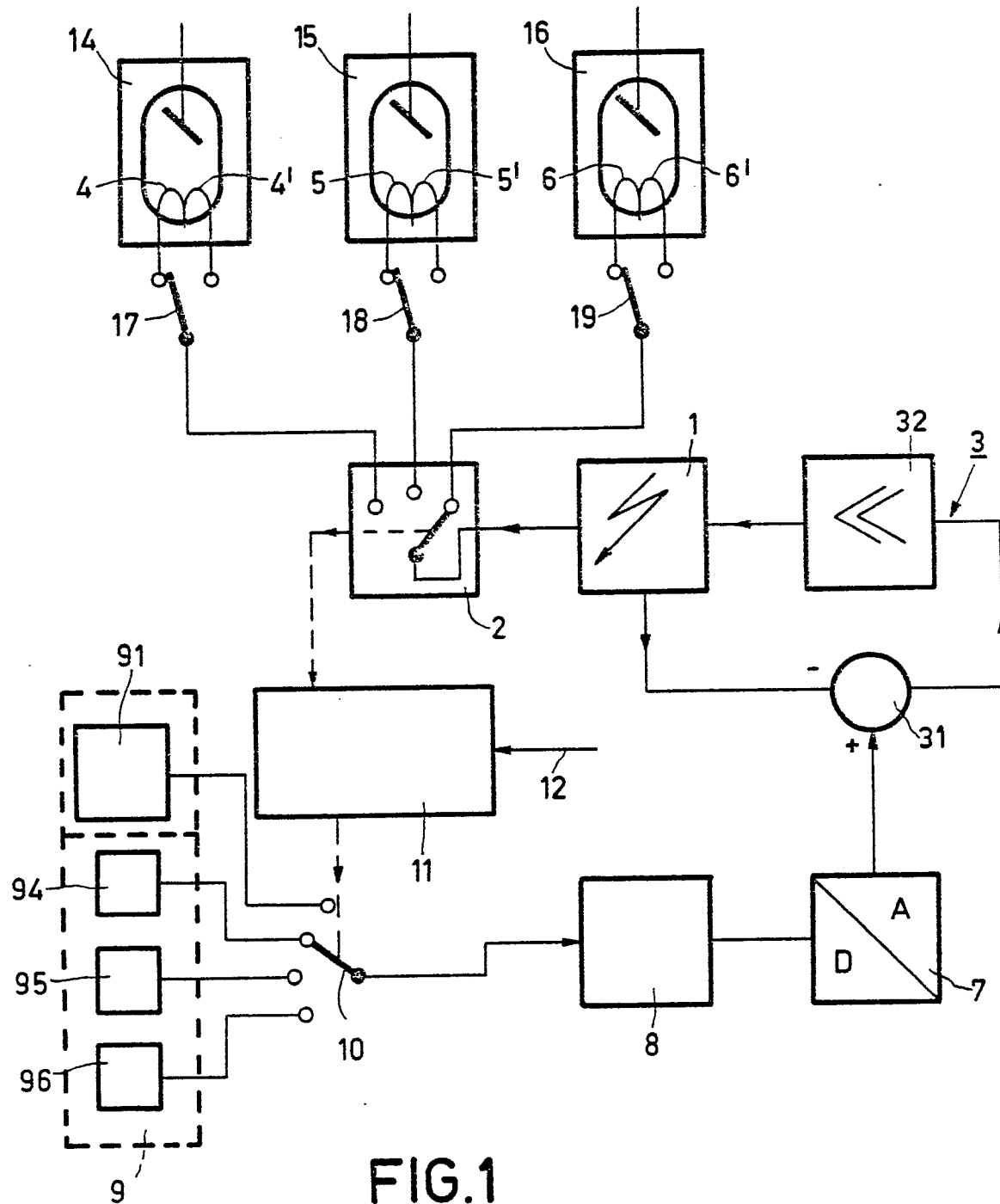


FIG.1

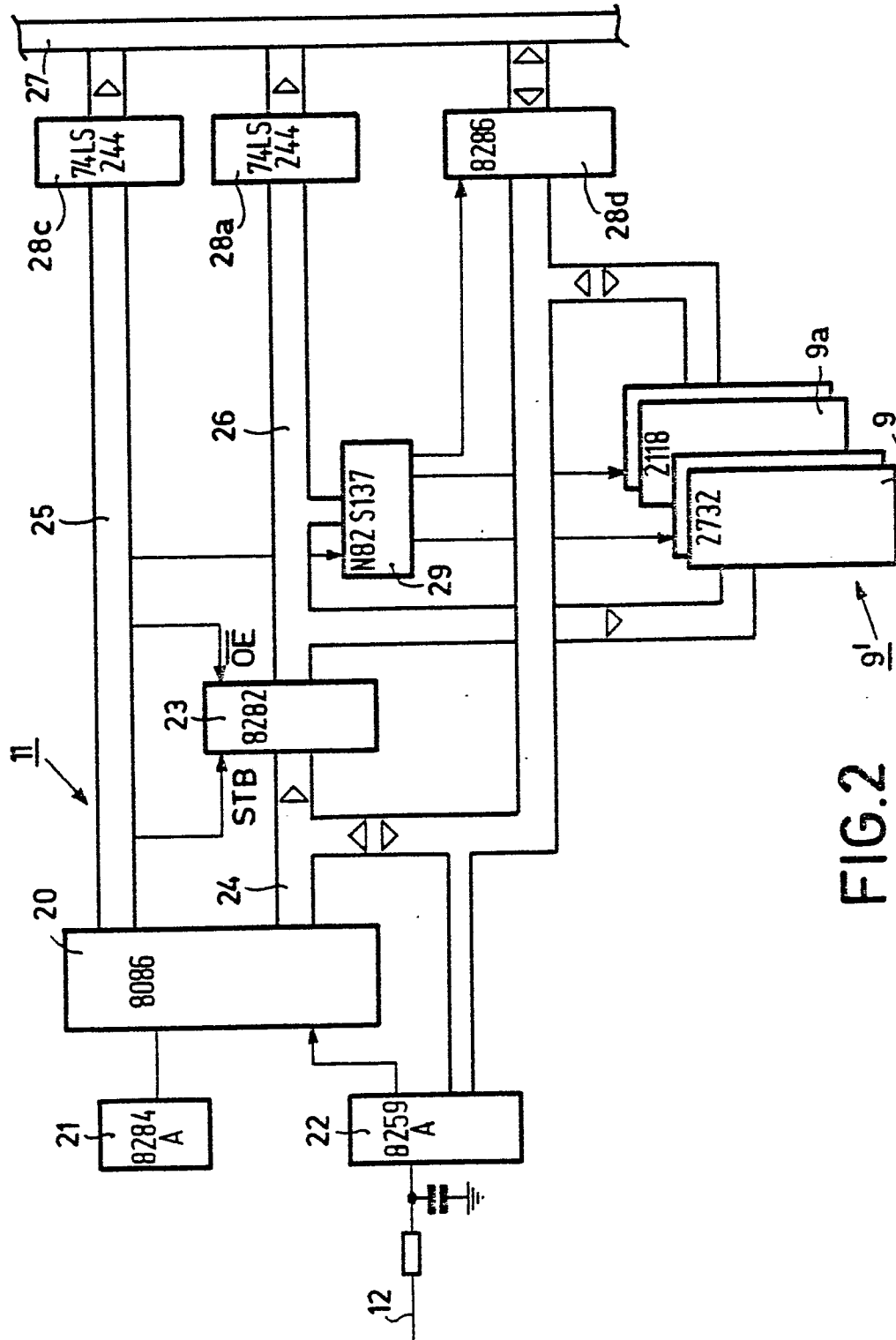


FIG. 2

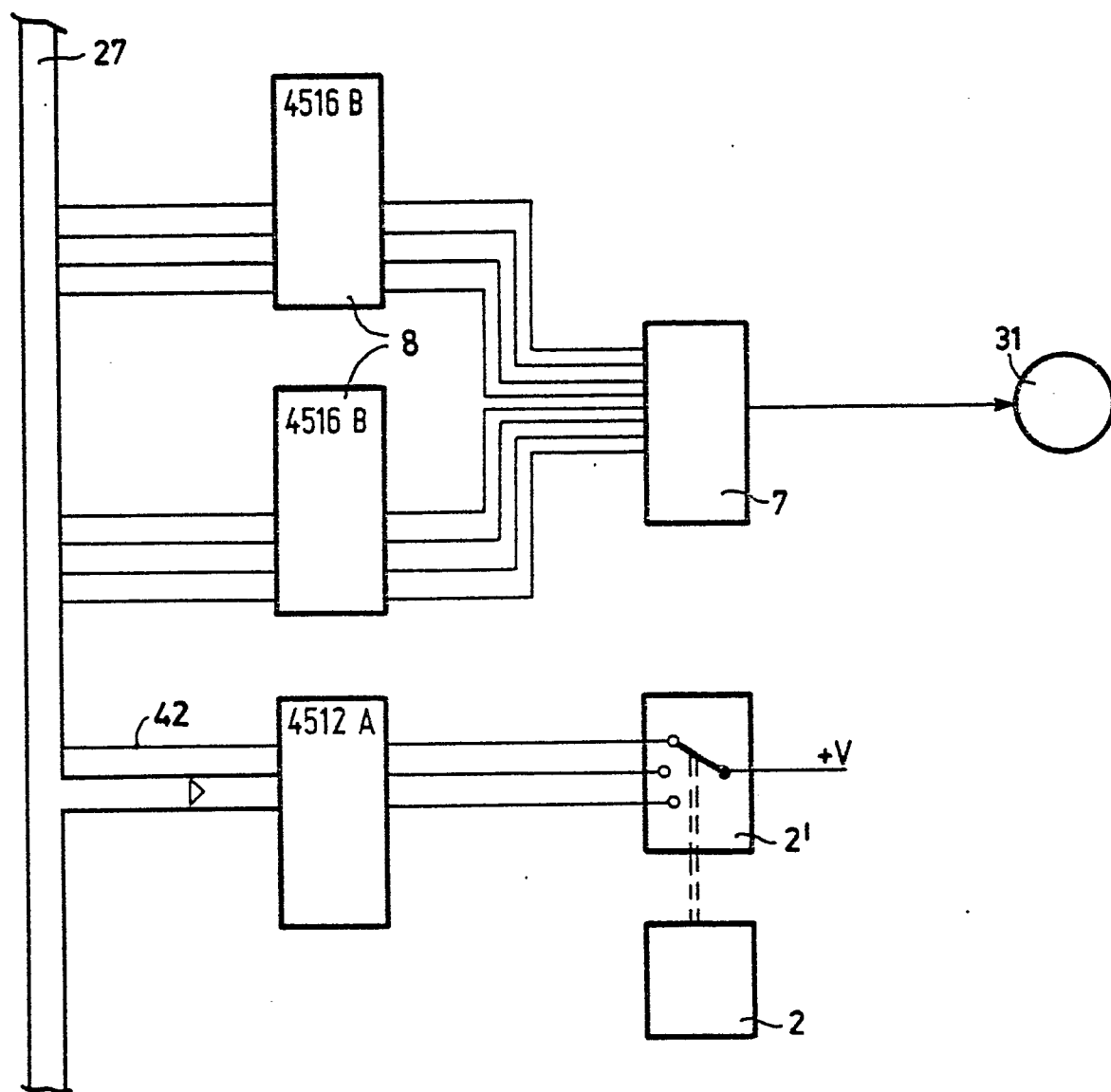


FIG.3

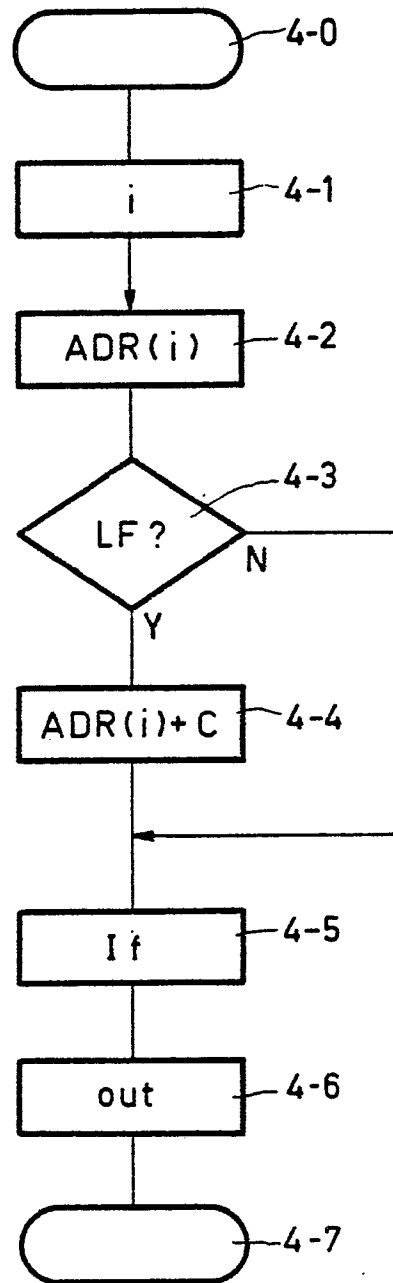


FIG.4