

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 659 897 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.05.1996 Patentblatt 1996/22**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **C23C 2/24**

(21) Anmeldenummer: **94250293.1**

(22) Anmeldetag: **06.12.1994**

(54) **Verfahren zum prozessgerechten Regeln einer Anlage zum Beschichten von bandförmigem Gut**

Process for the controlled regulation of an apparatus for coating of strip material

Procédé pour la réglage contrôlé d'une installation de revêtement de matière en forme de bande

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE DE ES FR GB IT LU NL SE**

(30) Priorität: **23.12.1993 DE 4344939**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.06.1995 Patentblatt 1995/26**

(73) Patentinhaber: **MANNESMANN  
Aktiengesellschaft  
D-40213 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder: **Schunk, Eckart  
D-40591 Düsseldorf (DE)**

(74) Vertreter: **Meissner, Peter E., Dipl.-Ing. et al  
Meissner & Meissner,  
Patentanwaltsbüro,  
Hohenzollerndamm 89  
D-14199 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 291 289 WO-A-93/07305  
FR-A- 2 237 975 FR-A- 2 700 555  
GB-A- 2 010 917**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 72  
(C-0808) 20. Februar 1991 & JP-A-02 298 247  
(NIPPON STEEL) 10. Dezember 1990**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 15, no. 72  
(C-0808) 20. Februar 1991 & JP-A-02 298 247**

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).

**EP 0 659 897 B1**

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum prozeßgerechten Regeln einer Anlage zum Beschichten von bandförmigem Gut, bei der ein Metallband durch einen das geschmolzene Überzugsmaterial aufnehmenden Behälter hindurchgeführt wird, der unterhalb des Schmelzbadspiegels einen Durchführkanal aufweist, in dem durch ein elektromagnetisches Wanderfeld im Überzugsmaterial Induktionsströme induziert werden, die in Wechselwirkung mit dem elektromagnetischen Wanderfeld eine elektromagnetische Kraft zum Zurückhalten des Überzugsmaterials hervorrufen.

Eine derartige Anlage ist beispielsweise in der DE 42 08 578 A1 beschrieben. Der dort schmelzflüssiges Überzugsmaterial aufnehmende Behälter ist mit einer bodenseitigen Durchführungsöffnung für das zu beschichtende Band versehen, die durch eine Elektromagnetpumpe abgedichtet ist. Diese Pumpe erzeugt eine elektromagnetische Kraft, die gleich groß oder größer als der metallostatistische Druck in der Öffnung des Durchlaßkanals ist. Dadurch wird das schmelzflüssige Überzugsmaterial daran gehindert, durch den Durchlaßkanal auszulauen. Desweiteren sieht der Stand der Technik vor, das schmelzflüssige Überzugsmaterial während des Durchlaufs des Bandes in Bewegung zu halten und unter Abschluß von Luftsauerstoff umzuwalzen.

Das zum Zurückhalten und Umwalzen des Überzugsmaterials benutzte Wanderfeld, mit dem Induktionsströme in den Durchführkanal induziert werden ist netzgespeist, d. h. in der Regel steht es mit dem vorhandenen Drehstromnetz in Verbindung. Das Netz wird mit einer konstanten Netzfrequenz betrieben, beispielsweise 50 Hertz. Mögliche Veränderungen beschränken sich auf den Strom und die Spannung, was in vielen Fällen nicht ausreicht.

Es hat sich gezeigt, daß beim Durchlaufbeschichten von Bändern, die durch den Durchführkanal in den Behälter geführt werden, eine in etwa gleichmäßige Temperatur gehalten werden kann. Tritt eine Störung in der Anlage auf und muß das bandförmige Gut vorübergehend angehalten werden, so muß sichergestellt sein, daß der "elektromagnetische Verschluß" erhalten bleibt, d. h. das Wanderfeld muß auch im Stillstand der Anlage verhindern, daß die Flüssigkeit ausläuft. Zum Halten des Flüssigkeitsspiegels wird nicht die volle Leistung des Wanderfeldes benötigt, trotzdem heizt sich das Überzugsmaterial kontinuierlich in unzulässiger Weise auf, dem wegen fehlender Regelungsmöglichkeiten nur durch Ablassen bzw. Abpumpen des flüssigen Überzugsmaterials oder durch einen separaten Umlauf mit Kühlung begegnet werden kann.

Ausgehend von den geschilderten Problemen und Nachteilen des Standes der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu grunde, ein Verfahren zum prozeßgerechten Regeln einer gattungsgemäßen Anlage zu finden, mit dem das elektromagnetische

Wanderfeld im Bereich des Durchführkanals umfassend einstellbar ist. Die die Anlage beeinflussenden Parameter sollen in weiten Grenzen veränderbar sein, um gleichmäßige Verhältnisse während des gesamten Prozesses einzustellen.

Zur Lösung der Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß das elektromagnetische Wanderfeld über mindestens einen Wechselrichter mit Ausgangssignalen gespeist wird, deren Frequenz veränderbar ist und/oder deren Amplitude und Form einstellbar sind.

Der Kern der vorliegenden Erfindung besteht also in der Verwendung eines oder mehrerer Wechselrichter, die es ermöglichen, mindestens die Frequenz, mit der das elektromagnetische Wanderfeld gespeist wird, zu verändern. Durch diese Veränderungsmöglichkeit kann die Anlage den jeweiligen Prozeßzuständen angepaßt werden, die Leistung des "elektromagnetischen Verschlusses" kann im Fall von Anlagenstillständen problemlos reduziert und den notwendigen Gegebenheiten angepaßt werden, so daß eine nachteilige Erwärmung des Überzugsmaterials vermieden wird. Ebenso können Anpassungen an unterschiedliche Durchlaufgeschwindigkeiten gleichermaßen vorgenommen werden, wie Veränderungen der Spannung aber auch der Form des Ausgangssignals des Wechselrichters, so daß die Anlage in breiten Grenzen steuerbar wird.

Es ist sogar möglich, daß bei Verwendung mehrerer Wechselrichter die Phasen der Ausgangssignale gegeneinander verschiebbar sind und dadurch weitgehend Einfluß auf die Verhältnisse im Wanderfeld genommen werden kann.

Vorzugsweise erfolgt die Speisung der Wechselrichter mit gleichgerichtetem Netzstrom aus mindestens einem Netz und/oder es wird zur Speisung der Wechselrichter eine Batteriespannung angelegt. Der vorhandene Netzstrom wird in diesem Fall zunächst in einen Gleichstrom umgerichtet, der in dem nachgeschalteten Wechselrichter in den frequenzregelbaren Wechselstrom zurückgeführt wird. In die Gleichrichterebene kann bei Störungen im Netz problemlos in bekannter Weise eine Batteriespannung eingespeist werden, so daß im Notfall die Anlage batteriebetrieben bis zum Abschalten weitergeführt werden kann.

Da der Flüssigkeitsstand im Behälter und/oder im Durchführkanal wesentlichen Einfluß auf die Verhältnisse hat, die durch das elektromagnetische Wanderfeld beeinflusst werden, ist es sinnvoll, den Flüssigkeitsstand sensorisch zu erfassen und zur Steuerung der Menge des flüssigen Überzugsmaterials zu verwenden. Das Nachfüllen kann dabei beispielsweise automatisch aus einem Vorratsbehälter erfolgen, wenn ein Sensor ein Absinken des Flüssigkeitsspiegels erfaßt.

Nach einem anderen Vorschlag der Erfindung können auch Badturbulenzen im flüssigen Überzugsmaterial sensorisch erfaßt und zusammen mit den erfaßten, den Flüssigkeitsstand im Behälter und/oder Durchführkanal darstellenden Daten in einer Logikschaltung verarbeitet und zur Veränderung der Frequenz oder Ampli-

tude des den Wechselrichter verlassenden Ausgangssignales verwendet werden.

Auf diese Weise läßt sich die Veränderbarkeit des Ausgangssignals aus dem Wechselrichter in einen automatischen Ablauf integrieren, mit dem die Anlage prozeßgerecht gefahren wird.

Wie eingangs erläutert, kann sich die Temperatur im Durchführkanal aber auch im Behälter verändern, wenn das Wanderfeld mehr Leistung induziert, als in einem momentanen Zustand des Prozeßes benötigt wird. Die Erfindung ermöglicht es in vorteilhafter Weise, die Frequenz des den Wechselrichter verlassenden Ausgangssignales in Abhängigkeit von der im Durchlaufkanal und/oder Behälter gemessene Temperatur zu verändern, so daß ein ungewolltes Aufheizen des Überzugsmaterials verhindert wird.

In weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann das Wanderfeld auf mehrere einzeln gespeiste Spulengruppen aufgeteilt werden. So ist es denkbar, den Durchführkanal mit mehreren Spulen zu umgeben, von denen einzelne nur der Temperaturregelung des Überzugsmaterials und andere nur als "magnetischer Verschluss" wirken.

Auch ist es in einer Ausgestaltung der Erfindung möglich, die Amplituden bzw. Frequenzen mehrerer Wechselrichter zu überlagern, um dadurch noch größere Variationen für die Steuerung der Anlage zu erreichen.

Schließlich können erfindungsgemäß zur Einstellung der Temperatur im Durchführkanal und/oder Behälter ein oder mehrere Induktoren verwendet werden, deren Frequenzen einstellbar sind. Dadurch lassen sich gezielte Temperaturänderungen im System einstellen.

In bekannter Weise sind alle Metalloberflächen der Anlage durch eine Schutzgasflutung an Oxidationen gehindert. Als Schutzgas kommt beispielsweise Stickstoff in Frage, das in den abgedeckten Behälter oder in den Durchführschlitz des Durchführkanals geleitet wird.

Auch können bekannte Heizungen oder Kühlungen für das schmelzflüssige Überzugsmaterial verwendet werden, mit denen die Temperaturen zusätzlich gesteuert werden können.

Die Induktoren sowie der Durchführkanal und/oder Behälter können in horizontaler und/oder vertikaler Richtung oszillierend betrieben werden, um die Beeinflussung des Überzugsmaterials und dessen Aufbringung auf das Band zu verbessern.

Die vorstehend beschriebene Erfindung ist anhand einer Zeichnungsskizze erläutert. Es zeigt:

Fig. 1      grob schematisch eine mögliche Schaltung von zwei Wechselrichtern auf zwei Induktoren und

Fig. 2      eine grob schematische Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße Anlage.

In der Figur 2 ist mit 1 das zu beschichtende Band

bezeichnet, welches den Behälter 2 von unten nach oben durchläuft. Der Behälter 2 ist mit schmelzflüssigem Überzugsmaterial, beispielsweise Zink gefüllt, durch das das Band 1 durch den Durchführkanal 3, der das Band 1 allseitig umschließt, hindurchgeführt ist. Um zu verhindern, daß das schmelzflüssige Überzugsmaterial aus dem Behälter 2 ausläuft, ist der Durchführkanal von Induktoren 4 und 5 umgeben, die ein Wanderfeld in bekannter Weise erzeugen, mit dem in Folge der elektromagnetischen Kräfte das Überzugsmaterial am Ausfließen gehindert wird.

Zusätzliche Induktoren 17, 18 können diesen Effekt unterstützen, gezielt zur Temperatureinstellung verwendet werden, aber auch eingesetzt werden, um mittels magnetischer Kraft, eine Zentrierung des Bandes 1 im Durchführkanal 3 und damit dessen Stabilisierung zu bewirken.

Bevor die Zeichnungsfigur 2 weiter erläutert wird, wird auf Figur 1 hingewiesen, in der die elektrische Schaltung grob schematisch dargestellt ist. Alternativ wird aus den Netzen 6 oder 7, je nach Stellung der Schalter 9, beispielsweise Drehstrom in das System eingespeist, der den beiden Wechselrichtern 19 und 20 zugeführt wird, die ihre Ausgangssignale unmittelbar an die Spulen 4, 5 oder 17, 18 abgeben. Dabei ermöglichen die Wechselrichter 19, 20 in der vorstehend beschriebenen Weise die Veränderung von Frequenz, Amplitude und auch der Form. Bezogen auf beide Wechselrichter 19, 20 können auch die Phasenlagen zueinander verschoben werden.

Es ist aber auch möglich, mit Hilfe einer bekannten Login-Schaltung 13 eine Batterie 8 dem Wechselrichter 19 zuzuschalten, um im Falle des Ausfalls des Netzes die Induktoren, d. h. das Wanderfeld zu speisen. Die Batteriespannung wird im Wechselrichter in Wechselspannung umgeformt und kann in erfindungsgemäßer Weise geregelt werden.

Aus der Zeichnungsfigur 2 sind verschiedene Sensoren zu entnehmen, von denen ein unterer Sensor 10 der Überwachung des im Durchführkanal befindlichen Überzugsmaterials und dessen Füllstand ebenso dient, wie der Sensor 11, mit dem der obere Badspiegel des Überzugsmaterials erfaßt werden kann. Mit Hilfe eines weiteren Sensors 14 lassen sich Turbulenzen im Überzugsmaterial erkennen, die auf eine falsch eingestellte Frequenz im Wanderfeld hindeuten. Vorzugsweise wird beim Erfassen von Turbulenzen ein Signal über eine nicht dargestellte Logik an den Wechselrichter gegeben, um die Frequenz zu verändern. Ein weiterer Sensor kann unmittelbar im Durchführkanal 3 den Flüssigkeitsstand erfassen. Mit einer weiteren Meßeinrichtung läßt sich die Temperatur im schmelzflüssigen Überzugsmaterial erfassen und ebenfalls zur Einstellung der Pulsfrequenz verwenden, in dem das verarbeitete Meßsignal dem Wechselrichter zugeleitet wird.

Die zusätzlichen Spulen 17 und 18 im oberen Bereich des Durchführkanals 3 können der zusätzlichen Erwärmung und Temperaturregelung im oberen Be-

reich des Kanals ebenso dienen, wie der Stabilisierung des Bandlaufs durch magnetische Kräfte. Auch diese Spulen können über den bzw. die oder separate Wechselrichter hinsichtlich Frequenz und Amplitude verändert werden und somit in breiten Grenzen den Parametern der Anlage angepaßt werden. Zusätzliche Induktoren 21 im Behälter 2 oder ggf. auch im Bereich des Kanals 3 ermöglichen eine Beeinflussung der Temperatur des Überzugsmaterials; diese Induktoren können über separate Wechselrichter geregelt werden.

Beim Absinken des Badspiegels des Überzugsmaterials, das durch den Sensor 11 erfaßbar ist, kann automatisch ein Nachfüllen des Behälters eingeleitet werden, wie das bei 12 schematisch angedeutet ist. Das gesamte System ist unter Schutzgas betrieben, wobei das Schutzgas beispielsweise durch eine Schutzgaslanze 22 eingeleitet werden kann. Zur Steuerung der Temperatur kann das Überzugsmaterial aus dem Behälter 2 über Kanal 23 umgepumpt und hierbei über zusätzliche Heizung bzw. Kühlung in der Temperatur den Prozeßbedingungen angepaßt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum prozeßgerechten Regeln einer Anlage zum Beschichten von bandförmigem Gut, bei der ein Metallband durch einen das geschmolzene Überzugsmaterial aufnehmenden Behälter hindurchgeführt wird, der unterhalb des Schmelzbadspiegels einen Durchführkanal aufweist, in dem durch ein elektromagnetisches Wanderfeld im Überzugsmaterial Induktionsströme induziert werden, die in Wechselwirkung mit dem elektromagnetischen Wanderfeld eine elektromagnetische Kraft zum Zurückhalten des Überzugsmaterials hervorrufen, dadurch gekennzeichnet, daß das elektromagnetische Wanderfeld über mindestens einen Wechselrichter mit Ausgangssignalen gespeist wird, deren Frequenz veränderbar ist und/oder deren Amplitude und Form einstellbar sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasenlage der Ausgangssignale durch mehrere Wechselrichter gegeneinander verschoben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Speisung der Wechselrichter mit gleichgerichtetem Netzstrom aus mindestens einem Netz erfolgt und/oder zur Notspeisung der Wechselrichter eine Batteriespannung angelegt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeitsstand im Behälter und/oder Durchführkanal sensorisch erfaßt und zur Steuerung der Menge des flüssigen Überzugsmaterials verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Badturbulenzen im flüssigen Überzugsmaterial sensorisch erfaßt und zusammen mit den erfaßten, den Flüssigkeitsstand im Behälter und/oder Durchführkanal darstellenden Daten in einer Logik-Schaltung verarbeitet und zur Veränderung der Frequenz oder der Amplitude des den Wechselrichter verlassenden Ausgangssignals verwendet werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenz des den Wechselrichter verlassenden Ausgangssignals in Abhängigkeit von der im Durchlaufkanal und/oder Behälter gemessenen Temperatur verändert wird.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Wanderfeld auf mehrere einzeln gespeiste Spulen aufgeteilt wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Amplituden bzw. Frequenzen mehrerer Wechselrichter überlagert werden.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einstellung der Temperatur im Durchführkanal und/oder Behälter ein oder mehrere Induktoren, deren Frequenzen einstellbar sind, verwendet werden.

#### Claims

1. A method for regulating in accordance with the process an installation for the coating of material in band form, in which a metal band is guided through a container receiving the molten coating material, which beneath the level of the melting bath has a feed-through duct in which induction currents are induced through an electromagnetic travelling field in the coating material, which bring about in alternating action with the electromagnetic travelling field an electromagnetic force to hold back the coating material, characterised in that

the electromagnetic travelling field is supplied via at least one inverted converter with output signals, the frequency of which is able to be altered and/or the amplitude and form of which are adjustable.

2. A method according to Claim 1, characterised in that the phase position of the output signals is displaced relative to each other by several inverted converters.
3. A method according to Claim 1 and 2, characterised in that the supply of the inverted converters with rectified line current takes place from at least one power supply and/or for emergency supply of the inverted converters a battery voltage is applied.
4. A method according to Claim 1 to 3, characterised in that the level of liquid in the container and/or feed-through duct is detected by sensor and is used to control the quantity of the liquid coating material.
5. A method according to Claim 1 to 4, characterised in that the turbulences in the liquid coating material are detected by sensor and are processed in a logic circuit together with the detected data representing the level of liquid in the container and/or feed-through duct and are used to alter the frequency or the amplitude of the output signal leaving the inverted converter.
6. A method according to Claim 1 to 5, characterised in that the frequency of the output signal leaving the inverted converter is altered as a function of the temperature which is measured in the feed-through duct and/or container.
7. A method according to one or more of the preceding claims, characterised in that the travelling field is distributed to several individually supplied coils.
8. A method according to one or more of the preceding claims, characterised in that the amplitudes or frequencies of several inverted converters are superimposed.
9. A method according to one or more of the preceding claims, characterised in that to adjust the temperature in the feed-through duct and/or container one or more inductors are used,

the frequencies of which are adjustable.

## Revendications

1. Procédé pour le réglage calculé par le processus d'une installation pour recouvrir un produit sous forme de ruban, dans lequel un ruban métallique est guidé à travers un récipient contenant le matériau de revêtement fondu, et présentant, au-dessous du niveau du bain de fusion, un canal de passage, dans lequel sont induits par un champ électromagnétique d'ondes progressives dans le matériau de revêtement, des courants d'induction qui engendrent, par interaction avec le champ électromagnétique d'ondes progressives, une force électromagnétique pour retenir le matériau de revêtement, caractérisé en ce que le champ électromagnétique d'ondes progressives est alimenté par l'intermédiaire au moins d'un onduleur, par des signaux initiaux, dont la fréquence peut être modifiée et/ou dont l'amplitude et la forme peuvent être réglées.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les phases des signaux initiaux sont décalées les unes par rapport aux autres par plusieurs onduleurs.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'alimentation de l'onduleur, en courant de réseau redressé, est réalisée par au moins un réseau, et/ou pour une alimentation d'urgence de l'onduleur, on prévoit une tension de batterie.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le niveau du liquide dans le récipient et/ou dans le canal de passage peut être déterminé par capteur, et être utilisé pour commander la quantité de matériau de revêtement liquide.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que des turbulences du bain dans le matériau de revêtement liquide peuvent être détectées par capteur, et être traitées, simultanément avec les données détectées et représentant le niveau du fluide dans le récipient et/ou dans le canal de passage, dans un circuit logique, et être utilisées pour modifier la fréquence ou l'amplitude du signal initial quittant l'onduleur.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la fréquence du signal initial quittant l'onduleur est modifiée en fonction de la température mesurée dans le canal de passage et/ou dans le récipient.

7. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé en ce que le champ d'ondes progressives est réparti sur plusieurs bobines alimentées individuellement. 5
8. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé en ce que les amplitudes ou les fréquences de plusieurs onduleurs sont superposées. 10
9. Procédé selon l'une ou plusieurs des revendications précédentes, caractérisé en ce que pour régler la température dans le canal de passage et/ou dans le récipient, on utilise un ou plusieurs inducteurs, dont les fréquences peuvent être réglées. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

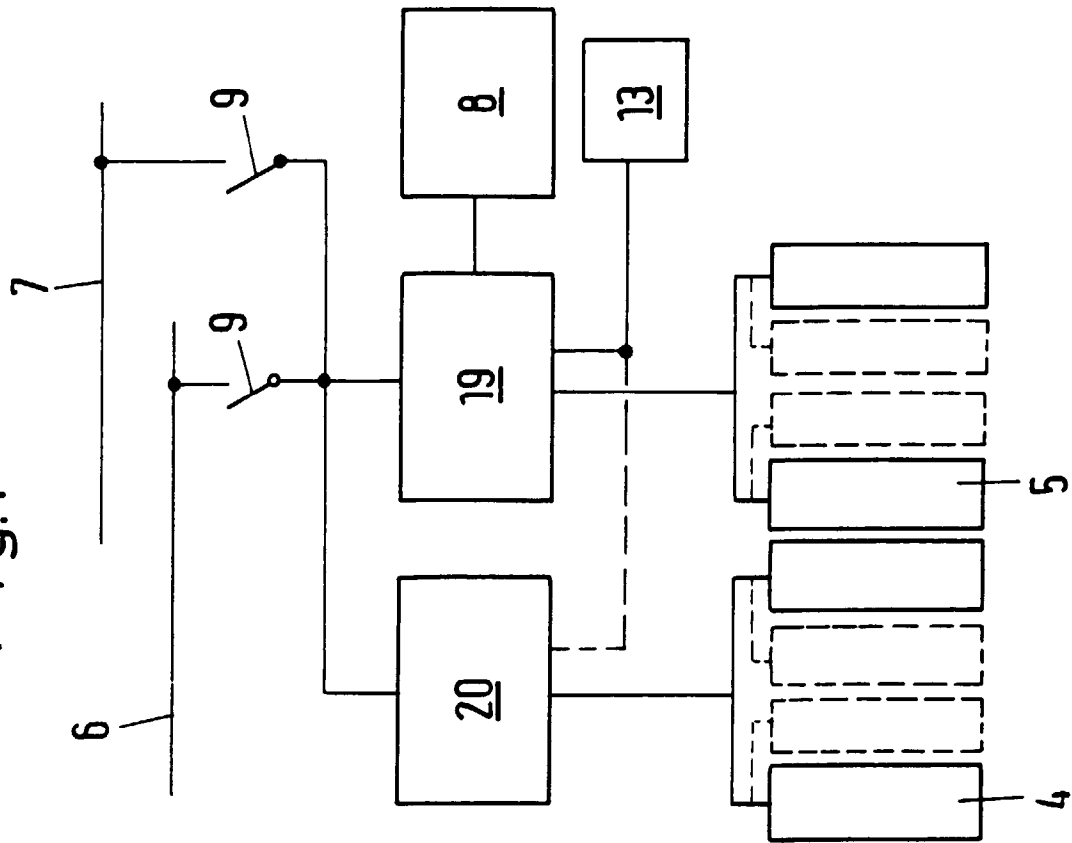


Fig.2

