

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTCHRIFT 146 087

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 146 087 (44) 21.01.81 3(51) F 26 B 21/00
A 01 F 25/08
(21) WP F 26 B / 215 700 (22) 21.09.79

(71) Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Institut für Futterproduktion, Paulinenaue, DD

(72) Schrader, Arno, Dr. Dipl.-Landwirt; Scharf, Roland; Seyfarth, Lothar; Blume, Dieter, DD

(73) siehe (72)

(74) Dieter Warncke, Institut für Futterproduktion Paulinenaue, 1551 Paulinenaue

(54) Verfahren und Einrichtung zur automatischen Steuerung der Belüftung

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Einrichtung zur automatischen Belüftungssteuerung landwirtschaftlicher Schüttgüter, insbesondere von Körnerfrüchten und kompaktierten Trockenfuttermitteln. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, die Mängel der bisher bekannten technischen Lösungen zu beseitigen und eine automatische, wenig aufwendige, möglichst universell einsetzbare Belüftungssteuerung auch kleinerer Schüttgutmengen zu ermöglichen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß das Belüftungssystem des Stapels über eine elektronische Logikschaltung entsprechend den Parametern einer Belüftungstabelle angesteuert wird, wobei die kontinuierlich, an beliebigen Stellen mit einlegbaren oder einsteckbaren Temperaturfühlern erfaßte Schüttguttemperatur sowie die Temperatur und relative Feuchte der Belüftungsluft und die Gutfeuchte als Kriterien dienen.

a) Titel Verfahren und Einrichtung zur automatischen Steuerung der Belüftung

b) Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zur automatischen Belüftungssteuerung landwirtschaftlicher Schüttgüter, insbesondere von Getreide und kompaktiertem Trockenfutter.

c) Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Neben der manuellen Steuerung, die nach Belüftungstabellen und Nomogrammen erfolgt, gibt es einige technische Lösungen der automatischen Belüftungssteuerung. Bei den bisher bekannten technischen Lösungen ist ein Gerät zur automatischen Rhythmusbelüftung mit Hilfe einer Zeitschaltuhr bekannt. Ferner sind Geräte bekannt, die mit Hilfe von Kontaktthermometern beim Über- oder Unterschreiten einer Grenztemperatur die Belüftung ein- oder ausschalten. Weiterhin werden Einrichtungen verwendet, wo die Belüftung mit grenzwertregelnden Haarhygrometern gesteuert wird. Bei diesen Verfahren kommt es jedoch häufig zu Fehlbelüftungen. Ferner ist ein Verfahren bekannt, bei der die Belüftung mit Hilfe eines Programmzeitgebers und der Taupunktdifferenz zwischen Zu- und Abluft sowie der Temperaturdifferenz zwischen Zu- und Abluft gesteuert wird. Das Verfahren hat jedoch den Mangel, daß Fehlbelüftungen auftreten. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, daß die Temperatur der Zuluft

nicht größer sein darf als die Temperatur der Abluft des Stapels, obwohl bei bestimmter relativer Luftfeuchte laut Belüftungstabelle eine Belüftung zulässig wäre. Außerdem sind die bekannten steuerungstechnischen Einrichtungen weitgehend an einen bestimmten festen Ort gebunden und erfordern einen sehr großen finanziellen Aufwand. Die Beschreibungen dieser Erfindungen sind in den Klassen F 26 B, 21/00; F 26 B, 21/08; F 26 B, 21/10 enthalten.

d) Ziel der Erfindung

- 10 Ziel der Erfindung ist es, die angeführten Mängel zu beseitigen, indem eine automatische, wenig aufwendige, möglichst universell einsetzbare Belüftungssteuerung auch kleinerer Schüttgutmengen ermöglicht wird. Die Erfindung hat ferner zum Ziel, die Belüftung nach optimalen Kriterien zu steuern.

e) Darlegung des Wesens der Erfindung

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch die Verwendung und entsprechende Anordnung von funktionssicheren Geräten der Meßwerterfassung in Verbindung mit einem Steuergerät und der entsprechenden Belüftungstechnik ein Verfahren und eine Einrichtung zur automatischen Steuerung der Belüftung von landwirtschaftlichen Schüttgütern zu schaffen. Die Steuerung erfolgt derart, daß sie in ununterbrochener Folge von den sich ändernden Meßdaten beeinflußt wird. Damit sollen die Mängel beseitigt werden, die den bisher bekannten Lösungen anhaften, speziell bei dem Verfahren, das mit Programmzeitgeber und Taupunktfühlern arbeitet und der erfindungsgemäßen Lösung am nächsten kommt. Eine Ursache der Mängel liegt darin begründet, daß die Taupunktfühler auf den Schüttgutstapeln liegen müssen. Die Taupunktfühler, die hier die Feuchte der Stapelabluft messen sollen, werden von Fremdluftströmungen und der Kondenswasserzone der

obersten Stapelschicht beeinflusst. In der Regel sind auch die Stapel und damit auch die Taupunktfühler mit Staub bedeckt, so daß die Taupunktmessung in ihrer Genauigkeit beeinflusst wird. Eine ungenaue Taupunktermittlung auf den
5 Stapeln kann zu Fehlbelüftungen führen. Ferner bedürfen Taupunktfühler einer besonderen Wartung. Eine weitere Ursache für Fehlbelüftung liegt darin begründet, daß nach erfolgter Meßwerterfassung und Verarbeitung im Steuergerät die Belüftung über einen längeren Zeitraum
10 nach diesen Werten erfolgt. Witterungsänderungen, die eine Änderung des Zustandes der Belüftungsluft zur Folge haben, bleiben unberücksichtigt. So kann beispielsweise der Fall eintreten, daß im Belüftungszeitraum durch einen plötzlich auftretenden Gewitterregen die Luft
15 feuchtigkeitsgesättigt ist und damit das Schüttgut belüftet wird.

Die Merkmale der Erfindung sind die, daß ein Temperaturfühler für die Belüftungsluft, ein Fühler für die Temperatur im Lufteinströmkanal, mehrere Fühler für die Stapeltemperatur, ein Geber für die relative Luftfeuchte der Belüftungsluft und ein oder mehrere Geber für die Gutfeuchte mit einem Steuergerät verbunden sind. Das Steuergerät besteht aus einem Differenzverstärker für die Stapeltemperatur und der Temperatur für die Belüftungsluft. Ein Summierverstärker ist mit dem Differenzverstärker und dem Geber bzw. den Gebern für die Gutfeuchte verbunden und wirkt mit dem Geber für die relative Luftfeuchte der Belüftungsluft auf einen Komparator. Der Komparator ist mit zwei UND-Verknüpfungen verbunden, wobei die erste UND-Verknüpfung mit einem Zeitschalter in Verbindung steht und die zweite UND-Verknüpfung mit einem zweiten Komparator und einer dritten UND-Verknüpfung verbunden ist. Der zweite Komparator ist an den Geber für die Temperatur im Lufteinströmkanal

und einen Referenzsignalgeber angeschlossen. Der Referenzsignalgeber hat Verbindung mit dem Zeitschalter und einen dritten Komparator. Die Ausgänge der ersten und zweiten UND-Verknüpfung und der Ausgang des dritten Komparators sind mit einer ODER-Verknüpfung verbunden. An den dritten Komparator sind der Geber für die Stapeltemperaturen und ein zweiter Referenzsignalgeber angeschlossen. Der dritte Komparator und der Zeitschalter haben Verbindung mit der dritten UND-Verknüpfung. Die ODER-Verknüpfung und der Ausgang eines vierten Komparators sind mit einer vierten UND-Verknüpfung verbunden. An den vierten Komparator sind der Geber für die Stapeltemperaturen und ein dritter Referenzsignalgeber angeschlossen. Der vierte Komparator hat Verbindung mit einem Schaltverstärker, der nachfolgend mit einer optischen und/oder akustischen Signalisierungseinrichtung verbunden ist. An die vierte UND-Verknüpfung ist ein Zustandsspeicher mit nachfolgendem Schaltverstärker zur Ansteuerung der Lüfter angeschlossen. Ein weiterer Zustandsspeicher mit nachfolgender Schaltverstärkerstufe für eine Zusatzheizeinrichtung hat Verbindung mit der zweiten UND-Verknüpfung.

Nach den bekannten Belüftungstabellen für landwirtschaftliche Schüttgüter besteht ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen der Temperaturdifferenz von Stapel und Belüftungsluft und der relativen Luftfeuchte der Belüftungsluft. Das Grundprinzip der Belüftungstabellen ist, daß eine Belüftung erfolgt, wenn die relative Luftfeuchte der Belüftungsluft entsprechend niedrig oder bei hoher relativer Luftfeuchte der Belüftungsluft die Temperaturdifferenz zwischen Stapel und Belüftungsluft entsprechend hoch ist. Die Temperaturmeßstellen im Stapel werden nach vorgegebenem Programm von einem Meßstellenumschalter abgefragt. Die Erfassung der Temperatur der Belüftungsluft erfolgt in der Nähe der Luftansaugöffnung des Lüfters. Im Differenzverstärker wird die Differenz

zwischen den Stapeltemperaturen und der Temperatur der Belüftungsluft gebildet:

$$T_{\text{Stapel}} - T_{\text{Belüftungsluft}} = \Delta T$$

- Die approximierten Geraden der Entscheidungsgrenzen zeigen bei unterschiedlichen Gutfeuchtwerten eine Verschiebung. Durch eine entsprechende Verschiebung des Spannungspotentials der Temperaturdifferenzspannung kann die Verschiebung der Geraden ausgeglichen werden. Diese Verschiebung wird durch einen oder mehrere Gutfeuchtegeber im Stapel oder durch ein manuell einstellbares Stellglied bewirkt. Da sich die Gutfeuchte des zu belüftenden Gutes erst innerhalb längerer Zeiträume (Tage, mitunter Wochen) ändert, ist eine Korrektur des manuell einstellbaren Stellgliedes nur in diesen Zeitabständen notwendig. Die Temperaturdifferenzwerte, die um den der Gutfeuchte äquivalenten Betrag automatisch oder manuell korrigiert worden sind, werden in einem Komparator mit den gerade vorherrschenden Werten der relativen Luftfeuchte der Belüftungsluft verglichen. Der niedrigste Temperaturwert im Stapel bestimmt, ob das Signal zum Lüften an den Zustandsspeicher gegeben wird. Alle Meßstellen des Stapels werden fortlaufend mit einer einstellbaren mittleren Grenzwerttemperatur (z. B. 45 °C) verglichen. Wird diese Grenzwerttemperatur überschritten, so besteht die Gefahr der weiteren Selbsterhitzung des Lagergutes. In diesem Falle wird unabhängig vom Zeitschalter und den anderen Geberwerten der Befehl zum ständigen Belüften gegeben. Erst nachdem keine der Meßstellen mehr oberhalb der mittleren Grenzwerttemperatur liegt, wird wieder entsprechend der Belüftungstabelle belüftet. Sollte trotz Dauerbelüftung die Temperatur an einer oder mehreren Stellen im Stapel weiter ansteigen und einen zweiten einstellbaren Grenzwert (z. B. 75 °C) überschreiten, so besteht die Gefahr der Selbstentzündung. In diesem Falle wird das gesamte

Belüftungssystem ausgeschaltet und optisch bzw. akustisch Alarm ausgelöst.

Bei Vorhandensein einer elektrischen Zusatzbeheizung kann diese in das automatische Steuerungssystem entsprechend einer Belüftungstabelle einbezogen werden. Die elektrische Zusatzbeheizung wird automatisch nur dann eingeschaltet, wenn die äußeren Bedingungen (gesättigte Luft bzw. geringe Temperaturdifferenz zwischen Stapel und Belüftungsluft) eine Belüftung nicht zulassen, eine hohe Gutfeuchte des Materials eine Belüftung aber erforderlich machen. Erreicht eine Meßstelle im Stapel die mittlere Grenztemperatur oder wird im Lufteinströmkanal (zwischen Lüfter und Stapel) ein bestimmter einstellbarer Temperaturgrenzwert überschritten, wird die Zusatzheizung abgeschaltet.

Durch einen Zeitschalter kann die Belüftung mit und ohne Zusatzheizung auf bestimmte Zeiten begrenzt werden.

f) Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen schematischen Darstellung zeigt:

Fig. 1 Schematische Darstellung des Belüftungssystems

Die Einrichtung besteht aus einer nicht begrenzten Anzahl von einlegbaren oder einsteckbaren Temperaturfühlern 1, die die Temperatur in den Stapeln messen. Ein Temperaturfühler 2 und ein Luftfeuchtegeber 9 für die Belüftungsluft sind in der Nähe der Luftansaugöffnung angebracht. Im Luftausströmkanal zwischen Lüfter und Stapel befindet sich ein Temperaturfühler 3. Die Anschlußkabel aller Temperaturmeßstellen sind mittels Steckverbindungen mit dem Steuergerät verbunden. Die Temperaturfühler der Stapel werden mittels Meßstellenumschalter 4 kontinuierlich hintereinander an einen Meßwandler 5

geschaltet. Der Zyklus für das Abfragen der Stapelmeßstellen ist zeitlich einstellbar. Die Abtastfrequenz je Stapelmeßstelle ist entsprechend hoch, so daß Änderungen der Meßgrößen lückenlos erfaßt werden und es zu

5 keinen Fehlbelüftungen kommt. Der Differenzverstärker 6 bildet aus den Signalen des Meßwandlers 5 und dem temperaturproportionalen Signal der Temperatur der Belüftungsluft die Temperaturdifferenz. Die Temperaturdifferenz kann sowohl negative als auch positive Werte annehmen,

10 wodurch alle Temperaturverhältnisse der Steuerung Berücksichtigung finden. Das Ausgangssignal des Differenzverstärkers 6 wird mit dem Signal des bzw. der Gutfeuchtegeber 7 additiv im Summierverstärker 8 verknüpft. An

15 Stelle des Gutfeuchtegebers 7 kann ein geeichtes manuell einstellbares Stellglied eingesetzt werden. Das Ausgangssignal des Summierverstärkers 8 wird mit dem Signal des Luftfeuchtegebers 9 im Komparator 10 verglichen. Liegt

20 der der relativen Luftfeuchte äquivalente Signalwert unter dem vom Summierverstärker 8 abgegebenem Signalwert, wird an die UND-Verknüpfung 11 ein Logiksignal abgegeben, das in Ruhestellung des Schalters 12 über die ODER-Verknüpfung 13 und die UND-Verknüpfung 14 an den Zustandspeicher 15 ein Signal abgibt. Werden bei der Abfrage

25 aller Temperaturmeßstellen eines Stapels die im vorangehenden Satz genannten Bedingungen erfüllt, wird über den Schaltverstärker 16 der bzw. die Lüfter 17 angesteuert. Der Komparator 18 vergleicht die Stapeltemperaturen mit der einstellbaren mittleren Grenztemperatur.

30 Überschreitet nur eine Meßstelle im Stapel diese Grenztemperatur, wird über die ODER-Verknüpfung 13 und die UND-Verknüpfung 14 ein Signal derart an den Zustandspeicher 15 gegeben, daß der bzw. die Lüfter 17 solange eingeschaltet bleiben, bis keine der Stapelmeßstellen mehr die mittlere Grenztemperatur überschritten hat. Wird

35 an einer der Stapelmeßstellen der obere Temperatur-

grenzwert überschritten, dann sperrt der Komparator 19 über die UND-Verknüpfung 14 und den Zustandsspeicher 15 die Belüftung. Gleichzeitig steuert der Komparator 19 ein Signalisierungssystem 20 an. Die Lüftersperre und
5 die optische und/oder akustische Signalisierung kann nur per Hand gelöscht werden. Die Grenzwertüberwachung der Stapeltemperaturen ist ein wichtiger Beitrag zur Qualitätssicherung des Lagergutes. In Arbeitsstellung des Schalters 21 kann eine Zusatzheizeinrichtung 22 in das
10 Belüftungsverfahren einbezogen werden. Über die UND-Verknüpfung 23 und den Zustandsspeicher 24 mit nachfolgendem Schaltverstärker 25 wird die Zusatzheizeinrichtung 22 angesteuert. Mit dem Temperaturfühler 3 wird die Temperatur der erhitzten Luft überwacht. Überschreitet diese Temperatur einen einstellbaren oberen Grenzwert, wird durch ein Signal des Komparators 26 die UND-Verknüpfung 23 gesperrt und die Zusatzheizeinrichtung 22 abgeschaltet. Überschreitet bei Zusatzheizungsbetrieb eine der Stapeltemperaturmeßstellen den mittleren Grenzwert, wird über die UND-Verknüpfungen 27 und 23 die Zusatzheizeinrichtung 22 abgeschaltet. Erst wenn alle Stapeltemperaturmeßstellen wieder unter der mittleren Grenztemperatur liegen, gibt der Zustandsspeicher 24 die Zusatzheizeinrichtung 22 wieder zur Ansteuerung frei. In
25 Arbeitsstellung des Umschalters 12 wird über den Zeitschalter 28 und die UND-Verknüpfungen 11 und 27 zu bestimmten einstellbaren Zeiten die Belüftung gesperrt. Zur Übertragung des Signals aus der elektronischen Steuereinrichtung auf die Lüftermotoren und die Zusatzheizeinrichtung 22 sind die Schaltverstärkereinrichtungen 16 und 25 notwendig. Sie bestehen aus Relais mit nachfolgenden Schützen und stellen gleichzeitig die galvanische Trennung zwischen Schwach- und Starkstromkreis her. Das elektronische Steuergerät mit Schaltver-

30

stärkereinrichtung ist in einem transportablen, feuchtigkeits- und staubgeschütztem Gehäuse untergebracht und gestattet eine Aufstellung in Speichern, Lagerhallen sowie in Freilagern.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren zur automatischen Steuerung der Belüftung landwirtschaftlicher Schüttgüter, insbesondere von Körnerfrüchten und kompaktiertem Trockenfutter, gekennzeichnet dadurch, daß der Differenzwert zwischen der an verschiedenen Meßstellen kontinuierlich ermittelten Temperatur im Schüttgutstapel und der Temperatur der Belüftungsluft gebildet, dieser Differenzwert mit den Werten der Gutfeuchte additiv verknüpft, den so erhaltenen Summenwert mit einem der relativen Luftfeuchte proportionalen Signalwert verglichen und daraus das Steuersignal zum automatischen Ein- bzw. Ausschalten der Lüfter gegeben wird.
2. Verfahren zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß das aus dem Vergleich resultierende Steuersignal zum Ein- bzw. Ausschalten der Lüfter analog Belüftungstabellen und/oder Diagrammen gebildet wird.
3. Verfahren zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß bei Überschreitung einer einstellbaren mittleren Grenztemperatur im Schüttgut der Befehl zum ständigen Belüften gegeben wird.
4. Verfahren zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß bei Überschreitung einer einstellbaren höchsten Grenztemperatur im Schüttgut die Lüfter abgeschaltet werden und Alarm ausgelöst wird.

5. Verfahren zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 1, 2 und 3, gekennzeichnet dadurch, daß bei Bedarf die Belüftung mit einer sich automatisch stufenweise zuschaltenden Zusatzheizung weitergeführt wird, wenn die gemessenen Parameter der Belüftungsluft der Belüftung entgegenstehen.
5
6. Verfahren zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 1 und 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Zusatzheizung bei Überschreitung der vorgegebenen mittleren Grenztemperatur im Stapel oder bei Überschreitung einer Grenztemperatur im Luftausströmkanal abgeschaltet wird.
10
7. Verfahren zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 1 und 4, gekennzeichnet dadurch, daß bei Bedarf in einstellbaren Zeitintervallen die Belüftung und/oder die Zusatzheizung unterbrochen wird.
15
8. Einrichtung zur automatischen Steuerung der Belüftung landwirtschaftlicher Schüttgüter, insbesondere von Körnerfrüchten und kompaktiertem Trockenfutter, gekennzeichnet dadurch, daß der Ausgang eines Differenzverstärkers zur Bestimmung der Temperaturdifferenz zwischen den Temperaturfühlern (1) und dem Temperaturfühler (2) und der Ausgang eines Gutfeuchtegebers (7) mit den Eingängen eines Summierverstärkers (8) verbunden ist, dessen Ausgangssignal mit einem Eingang eines Komparators (10) verbunden ist, an dessen anderem Eingang die Signale eines Luftfeuchtegebers (9) anliegen und dessen Ausgang über den Zustandspeicher (15) und den Schaltverstärker (16) die Lüfter (17) ansteuert.
20
25
30

9. Einrichtung zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß die temperaturproportionalen Signale der Temperaturfühler (1) und ein einstellbares Referenzsignal mit den Eingängen eines Komparators (18) verbunden sind, dessen Ausgang über die ODER-Verknüpfung (13) mit dem Zustandsspeicher (15) gekoppelt ist.
10. Einrichtung zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß die temperaturproportionalen Signale der Temperaturfühler (1) und ein einstellbares Referenzsignal mit den Eingängen eines Komparators (19) verbunden sind, dessen Ausgang über die UND-Verknüpfung (14) mit dem Zustandsspeicher (15) und einem Signalisierungssystem (20) Verbindung hat.
11. Einrichtung zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 7 und 8, gekennzeichnet dadurch, daß der Ausgang einer UND-Verknüpfung (23), deren Eingänge mit dem Komparator (10), einer UND-Verknüpfung (27), einem Schalter (21) und dem Ausgang eines Komparators (26), dessen Eingänge mit dem Signal eines Temperaturfühlers (3) und einem einstellbaren Referenzsignal verbunden ist, gekoppelt sind, über einen Zustandsspeicher (24) und einen Schaltverstärker (25) mit einer Zusatzheizeinrichtung (22) und der ODER-Verknüpfung (13) in Verbindung steht.
12. Einrichtung zur automatischen Steuerung der Belüftung nach Punkt 7, gekennzeichnet dadurch, daß ein Schalter (12) der mit dem Ausgang eines Zeitschalters (28) verbunden ist einerseits über die UND-Verknüpfung (27) mit der UND-Verknüpfung (23) in Verbindung steht und andererseits über eine UND-Verknüpfung (11) mit der ODER-Verknüpfung (13) gekoppelt ist.

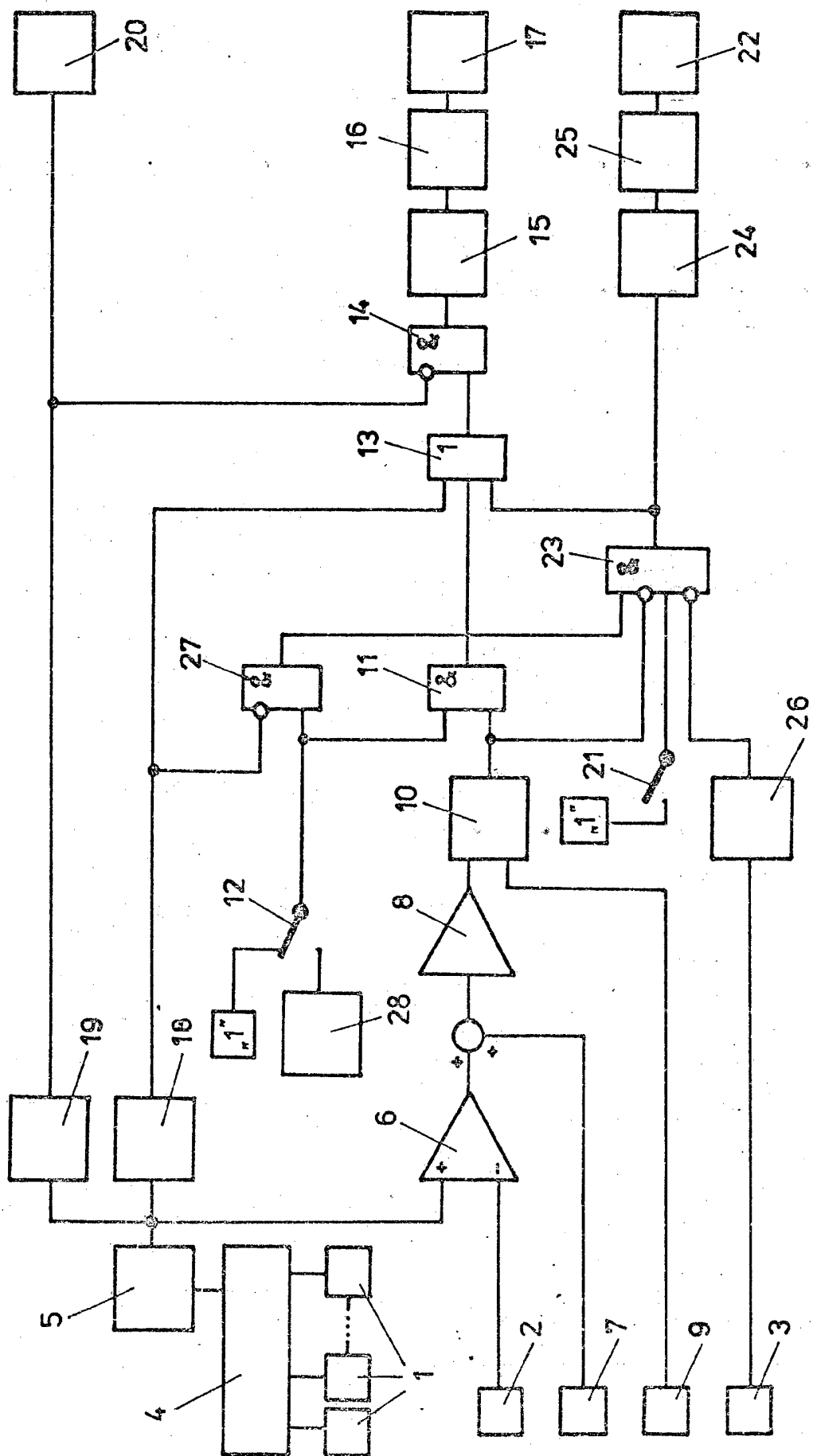


Fig. 1