



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 647 901 A5

⑤① Int. Cl. 4: H 02 P 5/17

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 9407/79

㉔ Anmeldungsdatum: 19.10.1979

㉖ Patent erteilt: 15.02.1985

㉙ Patentschrift
veröffentlicht: 15.02.1985

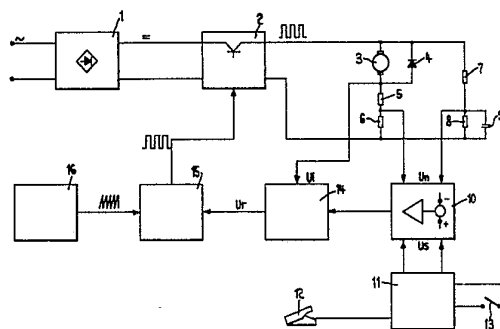
㉚ Inhaber:
Fritz Gegauf AG Bernina-Nähmaschinenfabrik,
Steckborn

㉛ Erfinder:
Stillhard, Otmar, Steckborn

㉜ Vertreter:
Ammann Patentanwälte AG Bern, Bern

⑤④ **Elektrische Antriebsvorrichtung mit einem aus dem Netz über einen Gleichrichter gespeisten Gleichstrommotor.**

⑤⑦ Die Antriebsvorrichtung weist einen Netzgleichrichter (1) auf, welcher über einen mit relativ hoher Frequenz arbeitenden Zerschneider (2) Gleichstromimpulse an den Antriebsmotor (3) liefert. Die Länge dieser Antriebsimpulse wird geregelt in Funktion eines durch die Motordrehzahl gesteuerten Sollwertgebers (11) und einer durch den Motorstrom gesteuerten Strombegrenzungsschaltung (14). Es wird damit ein ruhiger, vibrationsfreier Lauf des Motors, bzw. der angetriebenen Maschine bei hohem Motorwirkungsgrad erreicht. Ausserdem erfolgt eine drehzahlabhängige Strombegrenzung derart, dass bei hohen Drehzahlen ein geringer maximaler Strom fliesst, was zugleich auch eine Leistungsbegrenzung mit sich bringt. Die Antriebsvorrichtung eignet sich insbesondere für Nähmaschinen.



PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrische Antriebsvorrichtung für in weiten Grenzen ändernde Drehzahl und änderndes Drehmoment, mit einem aus dem Netz über einen Gleichrichter (1) gespeisten Gleichstrommotor (3) mit permanentem Feld, der über einen Zerkacker (2) mit einer Impulsfolgefrequenz gespeist wird und der durch eine Freilaufdiode (4) überbrückt ist, wobei ein Regelverstärker (10) eine erste Regelspannung ($U_n - U_s$) erzeugt, die der Differenz zwischen einer der Motordrehzahl proportionalen Spannung (U_n) und einer Drehzahl-Sollwertspannung (U_s) proportional ist und welche die Breite der an den Zerkacker (2) durch einen Impulsmodulator (15) gelieferten Impulse moduliert, und mit einer stromabhängigen Begrenzungsschaltung (14) für den Motorstrom, dadurch gekennzeichnet, dass der Begrenzungsschaltung (14) eine vom Motorstrom abhängige Spannung (U_i) zugeführt wird, welche die erste Regelspannung ($U_n - U_s$) auf einen Wert begrenzt, der mit steigendem Motorstrom abnimmt, wodurch eine stetige stromabhängige Drehzahlbegrenzung durch Impulsbreitenmodulation stattfindet und die Motorleistung bei allen Drehzahlen begrenzt ist.

2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die der Motordrehzahl entsprechende Regelspannung (U_n) und die Spannung eines Regelpotentiometers (12a) je einem Eingang eines als Integralregler geschalteten Regelverstärkers (10) zugeführt werden.

3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzungsschaltung (14) mit dem Ausgang des Regelverstärkers (10) durch eine Diode (29) verbunden ist, welche die Regelspannung dem Motorstrom entsprechend auf die Ausgangsspannung der Begrenzungsschaltung begrenzt.

4. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1-3, gekennzeichnet durch einen Umschalter (13) zur Wahl mindestens zweier Drehzahlbereiche.

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Antriebsvorrichtung für in weiten Grenzen ändernde Drehzahl und änderndes Drehmoment, insbesondere für Nähmaschinen, gemäss Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche elektrische Antriebsvorrichtung ist bekannt aus «Elektronik» 1977, Heft 5, Seiten 73 bis 78. Die hierbei verwendete Strombegrenzungsschaltung schaltet die Regelspannung für den die Länge der durch den Zerkacker dem Motor zugeführten Stromimpuls bestimmenden Regler beim Erreichen eines fest eingestellten Grenzstromes zurück oder aber der Strom wird überhaupt unterbrochen. Das führt dazu, dass der Strom gerade dann sprunghaft herabgesetzt oder überhaupt unterbrochen wird, wenn bei niedriger Drehzahl das Drehmoment des Motors zur Überwindung besonderer Widerstände, z.B. zum Durchstechen der Nadel einer Nähmaschine, besonders hoch sein sollte. Im weiteren schliesst die Begrenzung des Stromes auf einen vorgegebenen festen Wert sehr hohe Leistungen bei hohen Drehzahlen des Motors nicht aus, was eine entsprechend starke Bemessung des Stromversorgungsgerätes, insbesondere des Netzgleichrichters erfordert. Es ist zwar bekannt, bei einem thyristorgesteuerten Antrieb eine Begrenzungsschaltung vorzusehen, welche beim Überschreiten einer bestimmten Leistung den Motorstrom durch entsprechende Änderung des Zündwinkels sprunghaft herabsetzt oder unterbricht (DE-OS 27 50 782). Auch in diesem Falle ist das höchstmögliche Drehmoment durch eine festgelegte Strombegrenzung bestimmt und ander-

seits sind die Thyristoren für den vollen Motorstrom zu bemessen. Die Schaltung zur fortgesetzten Berechnung der Motorleistung ist umständlich und aufwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit einer einfachen Massnahme und Schaltung eine Leistungsbegrenzung zu erzielen, ohne den Strom im Motor und damit das Drehmoment auf einen bestimmten Wert zu begrenzen und trotzdem den Netzteil der begrenzten Motorleistung entsprechend für einen begrenzten Strom bemessen zu können. Die Lösung dieser Aufgabe ist im Kennzeichen des Anspruches 1 umschrieben. Sie beruht auf der Erkenntnis, dass eine Drehzahlbegrenzung in umgekehrtem Verhältnis zum Motorstrom sich etwa als Leistungsbegrenzung auswirkt. Da nicht eigentlich der Strom, sondern die Drehzahl begrenzt wird, kann der Strom im Motor ohne Begrenzung ansteigen und bei niedrigsten Drehzahlen bzw. bei Stillstand des Motors höchste Werte erreichen und höchste Drehmomente erzeugen. Es wurde festgestellt, dass man ohne eigentliche Begrenzung auf einen festgelegten Höchststrom auskommt, weil der Motorstrom bei kurzen Stromimpulsen im Zerkacker zu einem wesentlichen Teil aus dem induktiven, in den Impulspausen die Freilaufdiode durchfliessenden Strom besteht. Es fliesst daher bei zunehmendem Drehmoment und abnehmender Drehzahl etwa der Motorleistung entsprechend im Netzteil und im Zerkacker ein Strom, der nach Erreichen eines Maximalwertes wieder absinkt, obschon der Motorstrom weiter ansteigt.

Es wird somit eine optimale Motorcharakteristik bei begrenzter Bemessung der Leistungselektronik zur Speisung des Motors mit einfacher Regelschaltung erreicht. Regelsprünge oder gar Abschaltungen beim Überschreiten eines Grenzstromes und/oder einer Grenzleistung erfolgen nicht, sondern es wird eine stetige Regelung mit stetig ansteigendem Motormoment bei sinkender Drehzahl erreicht.

Die abhängigen Ansprüche umschreiben vorteilhafte Weiterbildungen des Erfindungsgegenstandes.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert, welche ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemässen Antriebsvorrichtung zeigt.

Figur 1 zeigt ein vollständiges Blockschaltbild einer Antriebsvorrichtung.

Figur 2 zeigt Einzelheiten bestimmter Schaltungsteile der Antriebsvorrichtung und die

Figuren 3-5 sind Diagramme zur Erläuterung der Wirkungsweise der Antriebsvorrichtung.

Gemäss Figur 1 weist die Antriebsvorrichtung einen Gleichrichter 1 zum Anschluss an das Wechselstromnetz auf. Die geglättete Gleichspannung des Gleichrichters wird einem Zerkacker 2 zugeführt, dessen Schalttransistor schematisch dargestellt ist. Die zerhackte Gleichspannung wird vom Ausgang des Zerkackers 2 dem Antriebsmotor 3 zugeführt, dem eine Diode 4 parallelgeschaltet ist. Der Motorstrom fliesst über zwei in Serie geschaltete Widerstände 5 und 6, und der Serienschaltung des Motors mit diesen Widerständen sind brückenartig Widerstände 7 und 8 parallelgeschaltet, wobei dem Widerstand 8 noch ein Kondensator 9 zur Glättung der Spannung parallelgeschaltet ist. Die dem Motor 3 zugeordnete Schaltung, bestehend aus den Widerständen 6 bis 8, ist an sich bekannt, zum Beispiel aus der DE-PS 20 64 401, und liefert eine der Motordrehzahl praktisch proportionale, von der Belastung des Motors bzw. dem Motorstrom unabhängige Spannung. Vorausgesetzt ist hierbei die Verwendung eines Gleichstrommotors mit permanentem Feld.

Die der Motordrehzahl entsprechende Spannung U_n wird einem Regelverstärker 10 zugeführt, dem andererseits eine Sollwertspannung U_s zugeführt wird. Diese Sollwertspannung wird in einer Sollwertschaltung 11 in Abhängigkeit von der Stellung eines Fussreglers 12 mit Regelpotentiometer erzeugt. Es ist ferner ein Umschalter 13 vorgesehen, mit welchem zwei

Regelbereiche bzw. zwei Drehzahlbereiche vorgewählt werden können. Die Ausgangsspannung des Regelverstärkers 10 gelangt an den einen Eingang einer Strombegrenzungsschaltung 14, welcher an einem weiteren Eingang der Spannungsabfall über den Widerständen 5 und 6, d.h. eine dem Motorstrom proportionale Spannung U_i zugeführt wird. Am Ausgang der Strombegrenzungsschaltung 14 erscheint eine Regelspannung U_r , die einem Impulsmodulator 15 zugeführt wird. Dieser Impulsmodulator 15 erzeugt rechteckige Ausgangsimpulse aus einer ihm aus dem Oszillator 16 zugeführten Sägezahnspannung von beispielsweise 15 kHz. Bei gleichbleibender Frequenz wird die Impulsdauer entsprechend der Regelspannung U_r moduliert, und der Motorstrom ist schliesslich praktisch proportional der jeweiligen Impulsdauer. In dieser Weise erfolgt die Regelung des Motors.

In Figur 2 sind entsprechende Teile gleich bezeichnet wie in Figur 1. Der Fussregler 12 weist ein Potentiometer 12a und einen Endschalter 12b auf. Dieser Regler wird über einen Widerstand 17 von einer positiven Stromquelle gespeist, und die am Regelpotentiometer erscheinende Spannung gelangt an den einen Eingang eines Verstärkers 18, dessen anderer Eingang an einer konstanten positiven Spannung liegt. Das Regelpotentiometer ist ferner über Widerstände 19 und 20 mit dem einen Eingang eines Verstärkers 21 verbunden, in dessen Gegenkoppelungsstromkreis der Wählschalter 13 einem Widerstand 22 parallelgeschaltet ist. Die Verbindung zwischen den Widerständen 19 und 20 ist über einen weiteren Widerstand 23 und eine Diode 24 mit dem Ausgang des Verstärkers 18 verbunden. Der Ausgang des Verstärkers 21 ist mit dem einen Eingang des eigentlichen Regelverstärkers 10 verbunden, an dessen anderem Eingang über einen Widerstand 25 die drehzahlabhängige Spannung U_n angelegt wird. Der Regelverstärker 10 ist mit einem Kondensator 26 als Integralregler geschaltet. Die dem Motorstrom proportionale Spannung U_i gelangt über einen Widerstand 27 an den einen Eingang eines Verstärkers 28 der Strombegrenzungsschaltung 14, dessen anderer Eingang an einer konstanten positiven Spannung liegt. Der Ausgang des Verstärkers 28 bzw. der Strombegrenzungsschaltung 14 ist über eine Diode 29 mit dem einen Eingang des als Verstärker ausgebildeten Impulsmodulators 15 verbunden. Dieser Eingang ist über einen Widerstand 30 mit dem Ausgang des Regelverstärkers 10 verbunden. Der Verstärker 15 ist in der dargestellten Weise mit dem Sägezahnoszillator 16 verbunden, dessen Schaltung und Arbeitsweise nicht näher beschrieben ist. Der Ausgang des Verstärkers 15 bzw. Impulsmodulators ist über einen Verstärker 31 mit dem Eingang des Zerkhackers 2 verbunden.

Anhand der Figur 2 soll nun vorerst die Aufbereitung der Sollspannung U_s beschrieben werden. Im Betrieb ist der Schalter 12b des Regelpedals 12 geschlossen, und das Potentiometer 12a bildet mit dem Widerstand 17 einen Spannungsteiler. Die Spannung U_1 über dem Potentiometer 12a schwankt dabei beispielsweise zwischen 0 und 6,5 Volt, wenn das Potentiometer von der einen in die andere Endstellung gebracht wird. Diese Spannung bewirkt über die Widerstände 19 und 20 einen Strom I_1 . Da durch die Beschaltung des Operationsverstärkers 21 der Strom I_2 konstant ist, wird bei kleinerem Strom I_1 der Strom I_3 und somit auch die Ausgangsspannung U_s grösser. Die Schaltung ist nun so ausgelegt, dass bei einem maximalen Widerstand des Potentiometers 12a der Strom I_3 praktisch 0 ist. Somit verändert sich die Ausgangsspannung U_s kaum, wenn mit dem Schalter 13 der Widerstand 22 kurzgeschlossen und damit die Verstärkung des Operationsverstärkers 21 in diesem Arbeitspunkt reduziert wird.

Diese Reduktion entspricht bei einer Nähmaschine einer Reduktion der maximalen Stichzahl pro Minute bei einer nur sehr wenig reduzierten Anfangsstichzahl. Eine minimale Anfangsstichzahl darf nämlich nicht unterschritten werden, damit eine einwandfreie Schlingenbildung im Greifersystem der Nähmaschine garantiert bleibt.

Der Spannungsteiler, bestehend aus der Widerstände 17 und 12a, ist so ausgelegt, dass bei einer linearen Verkleinerung des Widerstandes 12a eine progressiv wachsende Ausgangsspannung U_s resultiert. Bei freigegebenem Fusspedal 12 ist der Schalter 12b geöffnet, in welchem Falle die Spannung U_1 auf etwa 10,5 Volt ansteigt, und die Ausgangsspannung U_s würde sehr klein durch den vergrösserten Strom I_1 . Der Vergleichsverstärker 18 schaltet aber seinen Ausgang auf 0 und verkleinert den Strom I_1 wieder um den Strom I_4 . So kann erreicht werden, dass die Sollspannung U_s auch bei ausgeschaltetem Schalter 12b noch der Anfangsdrehzahl entspricht. Bei Nähmaschinen mit Nadelpositionierung nach dem Ausschalten des Fussanlassers muss nämlich während des Positioniervorgangs ein Sollwert bereitgestellt werden. Die Strombegrenzung durch die Schaltung 14 wird anhand des Diagramms in Figur 3 erläutert. Am Ausgang des Verstärkers 28 erscheint eine Spannung U_r , die der Eingangsspannung U_i proportional ist. Über die Diode 29 begrenzt diese Ausgangsspannung die maximal am einen Eingang des Verstärkers 15 auftretenden Regelspannung, d.h. diese Regelspannung kann im dargestellten Beispiel höchstens 0,7 Volt höher liegen als die Ausgangsspannung am Verstärker 28. Figur 3 zeigt die maximale Drehzahl $N_{\max}$ für verschiedene Motorströme i , wobei diese Drehzahl eine Funktion des Stromes und der Begrenzungsspannung U_r ist. Bei Belastung des Motors, d.h. bei Anstieg des Motorstroms, wird die Regelspannung jeweils auf einen Maximalwert begrenzt und damit wird auch die Drehzahl begrenzt. In Figur 3 sind zwei Beispiele A und B eingezeichnet, welche zeigen, wie bei grossem Motorstrom die Drehzahl auf einen kleinen Wert, bei geringerem Motorstrom dagegen auf einen höheren Wert begrenzt wird.

Figur 4 zeigt die entsprechende graphische Darstellung der Motorcharakteristik. Bis zur Begrenzung des Stromes ist die Drehzahl N für verschiedene Drehmomente M praktisch konstant und fällt dann infolge der Strombegrenzung relativ steil ab. Dieser Verlauf der Charakteristik entspricht etwa demjenigen der Leistungshyperbel P , d.h. die Motorleistung wird für alle Drehzahlen etwa konstant gehalten.

Figur 5 zeigt den Verlauf der Drehzahlen für die beiden wählbaren Drehzahlbereiche in Funktion des Tritt winkels α des Fusspedals 12. Wie dieses Diagramm zeigt, sind die Anfangsdrehzahlen annähernd gleich, und bei höheren Drehzahlen ist der Unterschied zwischen der ersten und zweiten Stufe immer ausgeprägter.

Die beschriebene Strombegrenzung hat nicht nur den Vorteil, die Leistung zu begrenzen und damit eine relativ kleine Dimensionierung des Gleichrichters und Zerkhackers zu erlauben, sondern es stehen dann bei niedrigen Drehzahlen höhere Drehmomente zur Verfügung. Das ist ganz besonders wichtig beim Antrieb von Maschinen mit stark variablem Drehmomentbedarf, beispielsweise bei Nähmaschinen, wo bei niedrigen Drehzahlen die Gefahr besteht, dass die Nadel bei hohem Widerstand nicht durch das Nähgut durchgestossen wird. Diese Gefahr wird durch das hohe verfügbare Drehmoment des Motors bei niedrigen Drehzahlen behoben oder bedeutend herabgesetzt.

FIG.1

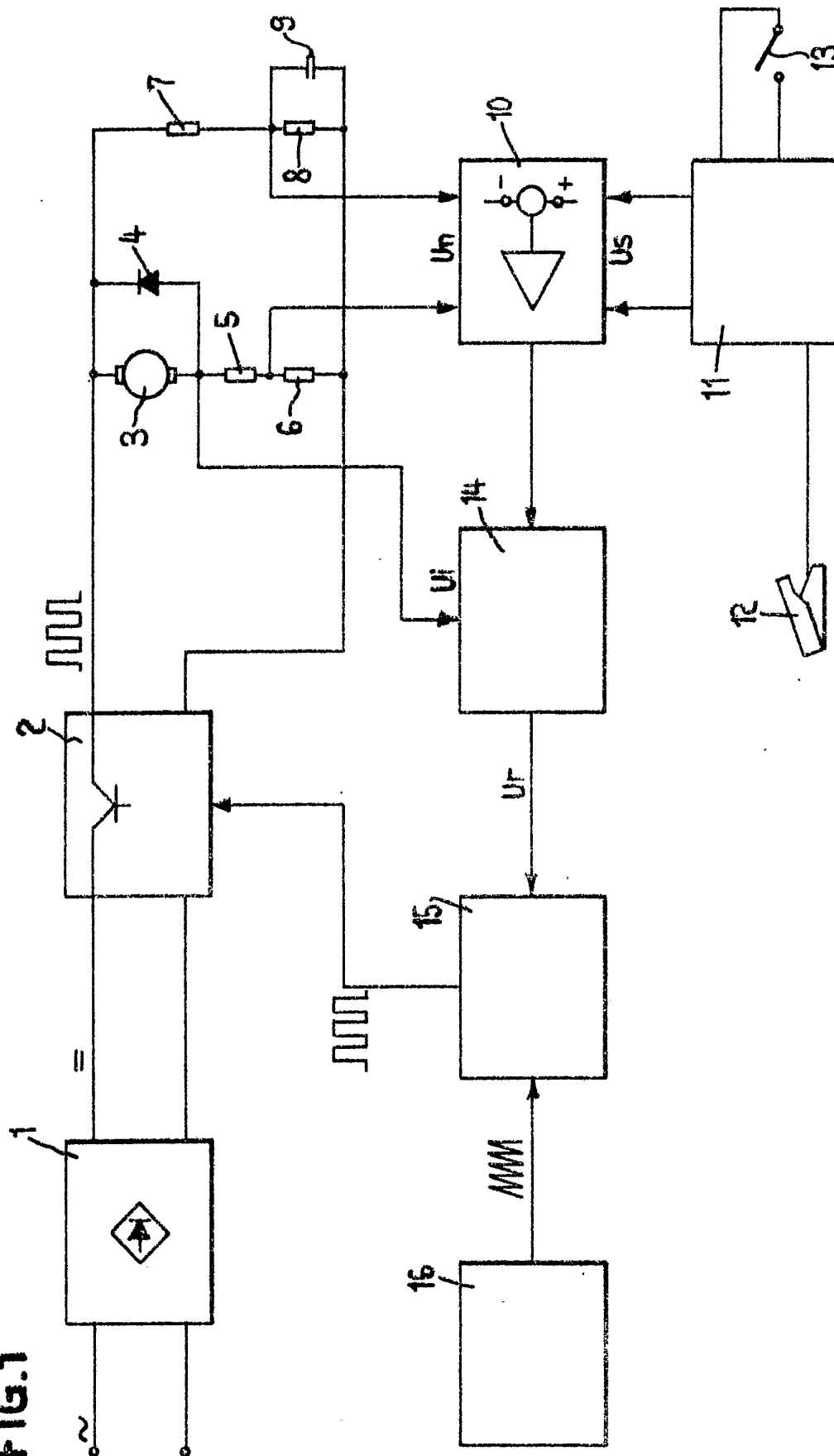


FIG. 2

The diagram illustrates a control system for a motor. It features a feedback loop where the motor's output is measured and compared with a reference. The error signal is integrated and then drives a motor driver stage. The driver stage includes a differential amplifier and a power MOSFET to control the motor's current.

Key components and labels include:

- 11**: Reference input signal.
- 12a, 12b**: Potentiometer for setting the reference voltage.
- 13**: Feedback signal from the motor output.
- 14**: Feedback signal from the motor's back-EMF.
- 15**: Summing junction where the reference, feedback, and back-EMF signals are combined.
- 16**: Integrator block that processes the error signal.
- 17**: Driver stage consisting of a differential amplifier and a MOSFET.
- 18**: MOSFET driver circuit.
- 19**: MOSFET gate drive circuit.
- 20**: MOSFET gate drive circuit.
- 21**: MOSFET gate drive circuit.
- 22**: MOSFET gate drive circuit.
- 23**: MOSFET gate drive circuit.
- 24**: MOSFET gate drive circuit.
- 25**: MOSFET gate drive circuit.
- 26**: MOSFET gate drive circuit.
- 27**: MOSFET gate drive circuit.
- 28**: MOSFET gate drive circuit.
- 29**: MOSFET gate drive circuit.
- 30**: MOSFET gate drive circuit.
- 31**: MOSFET gate drive circuit.

FIG. 3

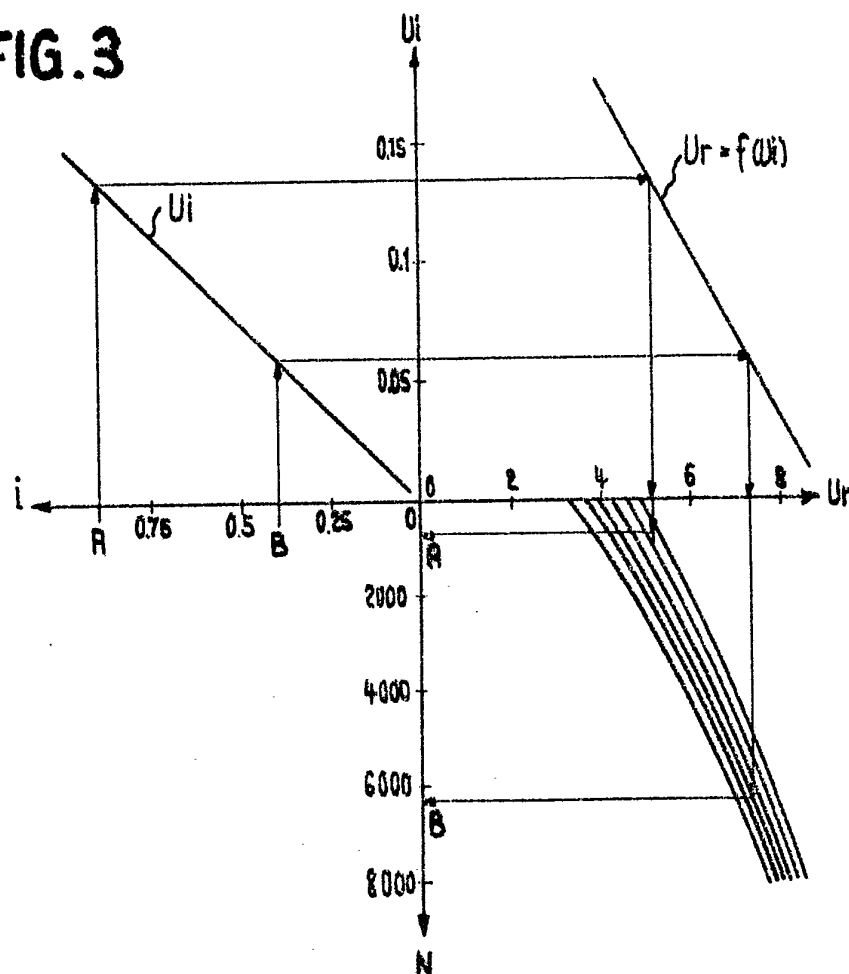


FIG. 4

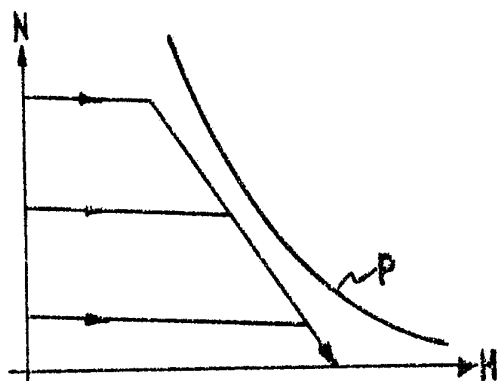


FIG. 5

