(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 150 491**
A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **84116249.8**

(22) Anmeldetag: **22.12.84**

(51) Int. Cl.⁴: **B 24 B 47/18**

(30) Priorität: **11.01.84 DE 3400672**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **07.08.85**
Patentblatt 85/32

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH, Postfach 50, D-7000 Stuttgart 1 (DE)**

(72) Erfinder: **Schädlich, Fritz. Dipl.-Ing.(FH), Panoramastrasse 4, D-7022 Leinfelden Echterdingen (DE)**

(54) Verfahren und Regelung der Drehzahl einer Schleifmaschine und Vorrichtung dazu.

(57) Es wird ein Verfahren vorgeschlagen, mittels dem die Umfangsgeschwindigkeit einer Schleifscheibe einer Schleifmaschine auch bei unterschiedlichen Durchmessern konstant gehalten werden kann. Zu diesem Zwecke wird das Massenträgsheitsmoment der Schleifscheibe beim Anlaufen des Werkzeuges ermittelt und wird zur Bestimmung der Drehzahl verwendet. Geeignete Meßgrößen sind beispielsweise der Anlaufstrom oder die Anlaufdrehzahl und deren Änderung.

EP 0 150 491 A2

R. 19 150
29.11.1983 Fd/Le

0150491

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Verfahren zur Regelung der Drehzahl
einer Schleifmaschine und Vorrichtung dazu

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Regelung der Drehzahl einer Schleifmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs. Aus der DE-OS 22 11 077 ist es bereits bekannt, daß es vorteilhaft ist, den Schleifscheibendurchmesser zu überwachen, und die Motordrehzahl bei verringertem Schleifscheibendurchmesser zu erhöhen, so daß sich eine annähernd konstante Umfangsgeschwindigkeit ergibt. In der Druckschrift ist daher vorgeschlagen, an der Schutzumrahmung der Schleifscheibe Leuchtdioden anzubrigen, mittels deren der Durchmesser der Schleifscheibe ermittelt werden kann. Der dort aufgezeigte Weg ist jedoch sehr kostspielig, so daß dieser Weg bei preisgünstigen Serienprodukten nicht gangbar ist. Weiterhin hat es sich gezeigt, daß im Betrieb durch Schleifstaub und herumgeschleuderte Partikel Fehlsteuerungen ausgelöst wurden, die sich in einem unruhigen Lauf des Handwerkzeugs äußern.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung mit den kennzeichenden Merkmalen des Hauptanspruchs haben demgegenüber den Vorteil, daß ohne mechanische Meß- und Prüfeinrichtungen eine Durchmesseränderung der Schleifscheibe zu erfasssen ist und daraus beispielweise in eine Regelung dergestalt eingegriffen werden kann, daß sich auch nach einem Scheibenverschleiß und bei verringertem Umfang der Scheibe eine konstante, optimale Umfanggeschwindigkeit einstellt.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. Besonders vorteilhaft ist es, das Integral über den Anlaufstrom über eine vorgegebene Zeit zu bilden und dieses zur Bestimmung des Massenträgheitsmomentes zu verwenden. Durch die Integralbildung werden Störeinflüsse weitgehend ausgesiebt, des weiteren lassen sich auch geringfügige Änderungen im Scheibendurchmesser sicher erkennen. Der Anlaufstrom ist eine Größe, die am Elektrowerkzeug leicht abgreifbar ist, so daß auch bereits vorhandene Schleifmaschinen leicht umrüstbar sind. Ebenso ist es vorteilhaft, die Anlaufdrehzahl zu verwenden, um mittels Integralbindung das Massenträgheitsmoment und damit den Durchmesser der Schleifscheibe zu erfassen.

Die erfindungsgemäße Schleifmaschine weist vorteilhafterweise eine Regeleinrichtung zur Regelung einer konstanten Drehzahl auf, die in Abhängigkeit vom Massenträgheitsmoment beeinflußbar ist. Auf diese Weise ist es möglich, bei geregelten Schleifmaschinen durch die Aufnahme einer Zusatzgröße auf einfache Weise den erwünschten Effekt zu erreichen.

...

In der praktischen Ausführung wird hierzu vorteilhafterweise der Strom bzw. ein drehzahlproportionales Signal des Motors in der Anlaufphase in einem Integrierglied integriert und das Ergebnis in ein Speicherglied gespeichert. Das so gewonnene Signal wird in das Regelsystem eingespeist, so daß eine konstante Umfangsgeschwindigkeit erzielt wird. Durch eine solche Ausgestaltung wird die zusätzliche Elektronik besonders einfach und preisgünstig. Zur Signalgewinnung in der Anlaufphase wird mittels eines Schmitt-Triggers ein Zeitglied geschaltet, sobald der Strom bzw. die Drehzahl einem vorgegebenen Wert überschritten hat. Dadurch wird einerseits erreicht, daß auf einfache Weise eine Zeitkonstante für die Integration bzw. die Messung bestimmt ist und weiterhin die großen Toleranzen beim unmittelbaren Anlaufen des Motors durch das etwas spätere Einschalten des Schmitt-Triggers unterdrückt sind. Um eine besonders feinfühlige Regelung zu erzielen ist es vorteilhaft, während des Hochlaufs des Motors eine definiert reduzierte Versorgungsspannung zu verwenden.

Zeichnung

Zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel nach der Erfindung, Figur 2 ein Diagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise des ersten Ausführungsbeispiels, Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel nach der Erfindung und Figur 4 ein Diagramm zur Erläuterung der Wirkungsweise des zweiten Ausführungsbeispieles.

...

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die Figur 1 zeigt einen Netzanschluß 1, von dem eine Leitung direkt zu einem Motor 6 eine weitere Leitung zu einem Schalter 2 führt. Dem Schalter 2 schließt sich ein Widerstand 3 an, dessen weiterer Anschluß an die geräteinterne Masse 4 geführt ist. Des weiteren führt der Anschluß dieses Widerstandes an einen Triac 5, der wiederum mit dem Motor 6 in Verbindung steht. Zwischen Schalter 2 und Widerstand 3 ist ein Verstärker 8 angeschlossen, der gleichzeitig als aktiver Tiefpassfilter ausgebildet ist. Dem Verstärker 8 folgt ein Gleichrichter 9. Der Ausgang des Gleichrichters 9 führt zu einem Schalter 22. An den Gleichrichter 9 ist ebenfalls ein Schmitt-Trigger 10 angeschlossen, dessen Ausgang zu einem Monoflop 11 führt, das nach seinem Setzen nach einer vorgegebenen Zeit zurückschaltet. Durch das Monoflop 11 ist der Schalter 22 betätigbar. Dem Schalter 22 folgt ein Integrierer 12. Der Integrierer 12 wird durch die positive Flanke des Schmitt-Triggers 10 zurückgesetzt. Der Ausgang des Integrierers 12 führt zu einer Verknüpfung 14.

An die Verknüpfung 14, die beispielsweise als addierender Verstärker ausgeführt sein kann, ist des weiteren ein Schalter 17 angeschlossen, mittels dem zwischen einem Potentiometer 15 und einem Potentiometer 16 umschaltbar ist. Das Signal des Potentiometers 15 bzw. des Potentiometers 16 wird in der Verknüpfung 14 durch das Signal des Integrierers 12 vermindert. Das Ausgangssignal der Verknüpfung 14 führt zu einer Verknüpfung 18, zu der mit negativem Vorzeichen auch das Signal eines Gleichrichters 19 führt. Der Gleichrichter 19 steht weiterhin mit einem

...

19150
0150491

Tachogenerator 7 in Verbindung, der mit dem Motor 6 fest gekoppelt ist. Das Ausgangssignal der Verknüpfung 18 führt zu einem PI-Regler 20 und zu einer Ansteuerschaltung 21, an deren Ausgang Zündsignale für den Triac 5 abgegeben werden. Für die Bausteine 20 und 21 kann beispielsweise die integrierte Schaltung U 111B der Firma AEG-Telefunken verwendet werden.

Die Wirkungsweise der Schaltungsanordnung sei anhand der Figur 2 näher erläutert. In der Figur 2 ist der Stromverlauf in der Anlaufphase eines Schleifenwerkzeuges dargestellt. Mit a ist dabei der Stromverlauf gekennzeichnet, wenn die Scheibe einen kleinen Durchmesser hat, mit b der Stromverlauf, wenn die Scheibe einen großen Durchmeser hat. Da bei einem kleinen Durchmesser die Scheibe schneller zu beschleunigen ist, sinkt der Strom in der Anfangsphase schneller auf seinen Endwert ab. Dies wird in der Schaltungsanordnung zum Konstanthalten der Umfangsgeschwindigkeit benutzt. Der Stromverlauf, der über den sehr niederohmigen Widerstand 3 abgegriffen wird, wird in dem Tiefpass des Verstärkers 8 von hochfrequenten Störungen befreit und das so gewonnene Signal gleichgerichtet. Am Ausgang des Gleichrichters 9 liegt daher eine Spannung an, die dem aufgenommenen Strom proprotional ist. Unterschreitet diese Spannung einen vorgegebenen Wert, so kippt der Schmitt-Trigger 10 um. Dies ist in der Figur 2 links mit strichlierten Linien dargestellt. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß der Anlaufstrom nicht zum Einschaltzeitpunkt sondern etwas später erfaßt wird. Dadurch können Ungenauigkeiten, die sich durch ein unterschiedliches Anlaufverhalten bemerkbar machen, auf leichte Art und Weise unterdrückt werden. In der ersten Anlaufphase macht sich das unterschiedliche Trägheitsmoment der Scheiben noch nicht

...

19 150
0150491 0

bemerkbar, so daß der Schaltzeitpunkt des Schmitt-Triggers 10 unabhängig vom Schleifscheibendurchmesser nahezu konstant ist. Durch den Schmitt-Trigger 10 wird das Monoflop 11 gesetzt und damit der Schalter 22 geschlossen. Während der Anlaufzeit t_1, die durch das Monoflop 11 fest vorgegeben wird, wird nunmehr die dem Strom proportionale Spannung aufintegriert und gespeichert. Nach Ablauf der Anlaufzeit t_1 wird der Schalter 22 geöffnet und das Integrationsergebnis steht zur Verfügung. Durch das so gewonnene Signal wird der Sollwert, der entweder durch das Potentiometer 15 oder das Potentiometer 16 eingestellt ist, um einen Wert reduziert, der abhängig ist vom Schleifscheibendurchmesser. Die beiden Potentiometer 15 und 16 sind dafür vorgesehen, daß unterschiedliche Geschwindigkeiten, beispielsweise für Trennen oder Schruppen, eingestellt werden können.

Die aktuelle Drehzahl wird durch den Tachogenerator 7 ermittelt, dessen Signal gleichgerichtet wird, so daß sich eine drehzahlproportionale Spannung am Ausgang des Gleichrichters 19 abgreifen läßt. Die Verknüpfung 18 ist die Verknüpfung für den nachfolgenden PI-Regler 20, aufgrund dessen Signale die Zündimpulse für den Triac 5 abgegeben werden. Wie der Figur 2 ohne weiteres zu entnehmen ist, ist das Integral unter der Kurve a kleiner als das Integral unter der Kurve b. Dies hat zur Folge, daß in der Verknüpfung 14 eine fest vorgegebene Drehzahl umso mehr verringert wird, je größer der Scheibenumfang ist. Dies bedeutet jedoch, daß bei einem großen Scheibenumfang eine geringere Drehzahl auf-

...

19 150
0150491

tritt. Dadurch läßt sich die Umfanggeschwindigkeit konstant halten.

In Figur 3 ist eine weitere Regelschaltung für eine konstante Umfangsgeschwindigkeit der Schleifscheibe dargestellt. Hierbei wird jedoch nur das Signal des Tachogenerators ausgewertet. Vom Netzanschluß 1 wird wiederum eine Leitung zum Motor 6 geschaltet, während die andere Leitung über den Schalter 2 und den Triac 5 zum Motor 6 geführt ist. Am Motor 6 ist ein Tachogenerator 7 angeflanscht. Das Ausgangssignal des Tachogenerators 7 gelangt zu einem Gleichrichter 25, dem ein Tiefpassfilter nachgeschaltet ist. An den Gleichrichter 25 ist ein Schalter 22 sowie ein Mittelwertbildner 26 angeschlossen. Des weiteren führt eine Leitung zu einem Schmitt-Trigger 10, dem ein Monoflop 11 folgt. Der Ausgang des Monoflops 11 wirkt auf dem Schalter 22 ein. Dem Schalter 22 folgt ein Integrierglied 12. Der Integrierer wird durch die positive Flanke des Schmitt-Trigger 10 zurückgesetzt. Der Ausgang des Integriergliedes 12 führt zu einem Verknüpfungsglied 14, das weiterhin das Signal eines Schalters 17 zugeführt erhält. An den Schalter 17 sind die Potentiometer 15 und 16 angeschlossen, mit denen eine Drehzahl vorgebbar ist. Mit dem einen Potentiometer ist beispielsweise die Drehzahl für Schruppen, mit dem anderen Potentiometer die Drehzahl für Trennen einstellbar. In der Verknüpfung 27 werden das Ausgangssignal des Mittelwertbilders 26 und der Verknüpfung 14 miteinander verknüpft. Ein Signal wird dabei mit einem inversen Vorzeichen zugeführt. Am Ausgang der Verküpfung 27 ist wiederum der PI-Regler 20 und die Ansteuerschaltung 21 für den Triac 5 angeschlossen. Der PI-Regler 20 und die Ansteuerschaltung 21 ist beispielsweise mit der Verknüpfung 27 als integrierte

...

19 150
0150491

Schaltung erhältlich. Hierzu kann beispielsweise der integrierte Baustein U 111B der Firma AEG-Telefunken verwendet werden.

Die Funktionsweise der Schaltungsanordnung sei anhand der Figur 4 näher erläutert. In Figur 4 ist die Drehzahlerhöhung in der Anlaufphase der Schleifmaschine näher dargestellt. Mit a ist der Drehzahlverlauf einer Schleifmaschine mit einer Schleifscheibe kleinen Durchmessers, mit b der Drehzahlverlauf mit einem großen Scheibendurchmesser dargestellt. Nach dem Einschalten des Gerätes läuft der Motor 6 langsam an, was sich durch ein Steigen des Signals am Ausgang des Tachogenerators 7 bemerkbar macht. Dieses Signal wird im Gleichrichter 25 gleichgerichtet und gesiebt, so daß hochfrequente Störimpulse keinen Einfluß auf die Schaltungsanordnung nehmen können. Da ähnlich wie beim Strom, beim unmittelbaren Anlauf des Motors noch Störungen zu erwarten sind, wird das Signal mittels eines Schmitt-Triggers 10 erst dann weitergeschaltet, wenn die Drehzahl einen gewissen Wert erreicht hat. In der Anfangsphase unterscheiden sich die Drehzahlen kurz nach dem Einschalten nur in so geringem Maße, daß eine Störung der Messung dadurch nicht bewirkt wird. Durch das Ausgangssignal des Schmitt-Triggers 10 wird das Monoflop 11 gesetzt, so daß der Schalter 22 geschlossen wird. Dieser bleibt während der Schaltzeit t_1 des Monoflops geschlossen. Während dieser Zeit wird die am Gleichrichter anliegende Spannung im Integrator 12 integriert. Nach Beendigung der Meßzeit wird die Integration beendet und das letzte Integrationsergebnis liegt an der Verknüpfung 14 an. Das gewonnene Signal wird additiv

...

dem Drehzahlvorgabesignal hinzugefügt. Das so entstandene Signal wird mit der aktuellen Drehzahl verglichen, von der, um Störungen auszuschließen, ein Mittelwert über mehrere Perioden gebildet worden ist. Mittels des Reglers 20 und der Ansteuerschaltung 21 wird nunmehr in bekannter Art und Weise der Triac 5 so gezündet, daß sich die Motordrehzahl in Abhängigkeit vom vorgegebenen Wert und vom Scheibenumfang stabilisiert.

Wie der Figur 4 zu entnehmen ist, wird das Integral über der Zeit t_1 mit geringeren Scheibenumfang immer größer. Da dieser Wert additiv mit dem Drehzahlsollwert verglichen wird, bedeutet dies, daß sich mit abnehmenden Scheibendurchmesser die Drehzahl des Motors so erhöht, daß die Scheibenumfangsgeschwindigkeit immer konstant bleibt. Auch diese Schaltungsanordnung ist daher besonders dazu geeignet, die Umfangsgeschwindigkeit der Scheibe beständig konstant zu halten.

Durch die gezeigten Schaltungsanordnungen ist es insbesondere bei Winkelschleifern möglich, den Scheibenverschleiß zu erfassen und damit einen Regelprozess einzuleiten, der die Scheibe immer im optimalen Drehzahlbereich hält. Solchermaßen ausgestatter Schleifmaschinen haben daher auch bei einer Abnutzung der Schleifscheibe und entsprechender Durchmesser-Verringerung immer eine optimale Umfangsgeschwindigkeit.

Der Meßeffekt kann noch erhöht werden und damit die Auswertung erleichtert werden, wenn der Hochlaufs des Motors bei einer definiert reduzierten Spannung erfolgt. Dies ist beispielweise in einfacher Weise dadurch zu erreichen,

...

daß in den Versorgungstromkreislauf ein abschaltbarer Vorwiderstand eingeschaltet wird oder daß ein bestimmter Zündwinkel für den Triac 5 während des Messvorganges am Baustein 21 eingestellt wird.

R. 19 150
29.11.1983 Fd/Le

0150491

ROBERT BOSCH GMBH, 7000 STUTTGART 1

Ansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Drehzahl einer Schleifmaschine in Abhängigkeit vom Umfang einer von der Maschine angetriebenen Schleifscheibe, dadurch gekennzeichnet, daß der Einfluß des Massenträgheitsmomentes der Schleifscheibe ermittelt wird und zur Bestimmung der Drehzahl Verwendung findet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Integral über den Anlaufstrom über eine vorgegebene Zeit zur Bestimmung des Massenträgheitsmomentes dient.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Integral über die Anlaufdrehzahl über eine vorgegebene Zeit zur Bestimmung des Massenträgheitmomentes dient.

4. Schleifmaschine, insbesondere Winkelschleifer mit einer Schleifscheibe, die von einem Elektromotor mit

...

veränderlicher Drehzahl antreibbar ist und bei der die Umfangsgeschwindigkeit konstant gehalten ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung in Abhängigkeit vom Massenträgheitsmoment erfolgt.

5. Schleifmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Strom durch den Motor (6) in der Anlaufphase in einem Integrierer (12) integriert wird und dieses Ergebnis als Regelgröße Verwendung findet.

6. Schleifmaschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des Motors (6) in der Anlaufphase in einen Integrierglied (12) integriert wird und dieses Ergebnis als Regelgröße Verwendung findet.

7. Schleifmaschine nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Schmitt-Trigger (10) ein Zeitglied (11) für die Meßzeit setzt, sobald der Strom bzw. die Drehzahl einen vorgegebenen Wert überschritten hat.

8. Schleifmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochlauf des Motors (6) bei reduzierter Versorgungsspannung erfolgt.

FIG. 1

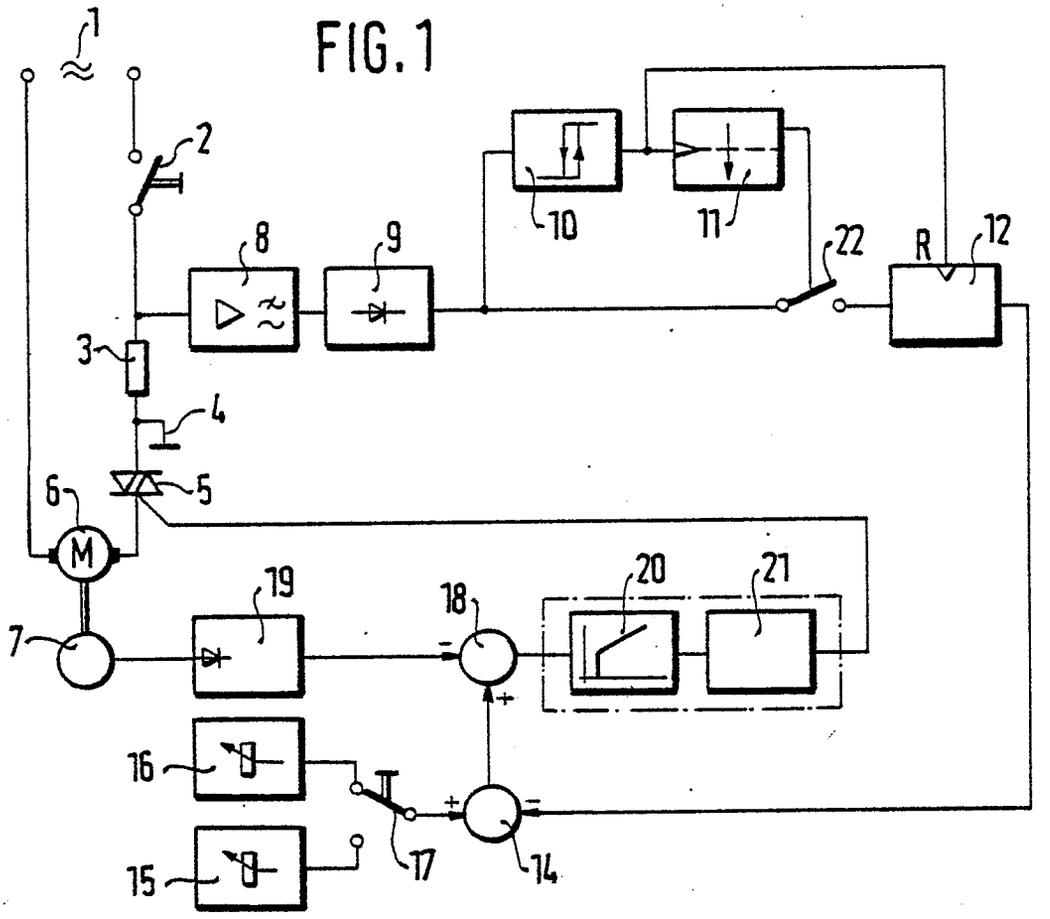
1
2
3
4
5
6
M
7
8
9
10
11
12
R
22
19
18
20
21
16
17
15
14

FIG. 3

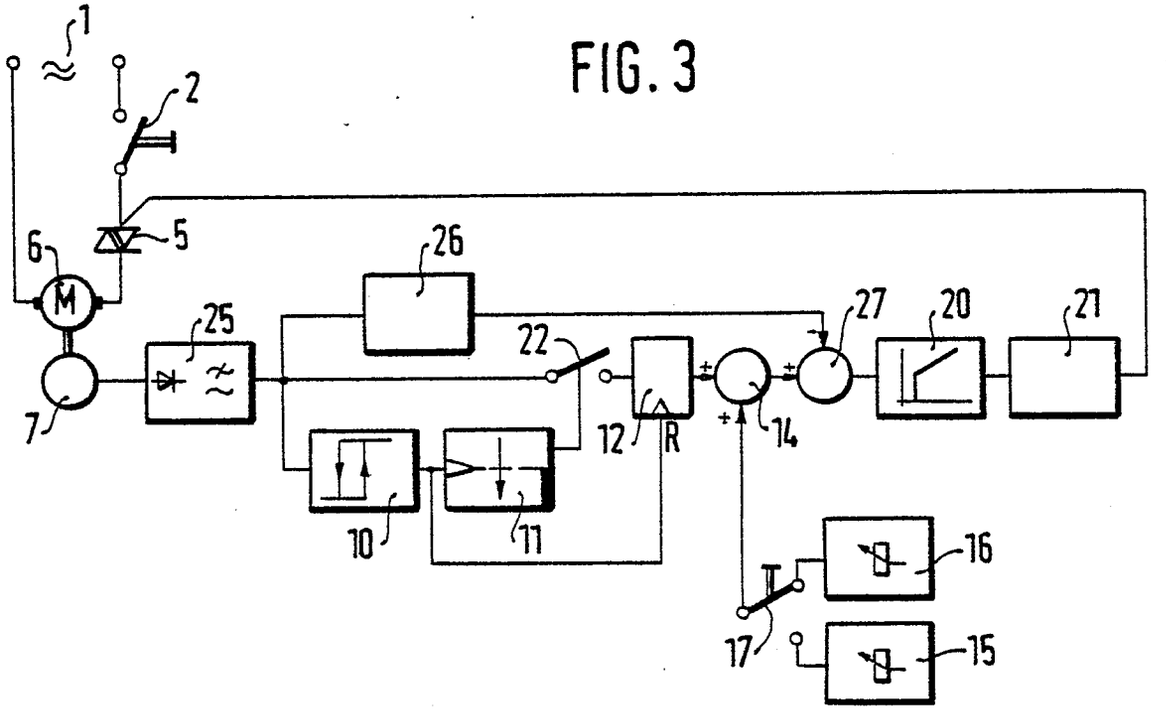
1
2
5
6
M
7
25
26
22
27
20
21
12
R
14
10
11
16
17
15

FIG. 2

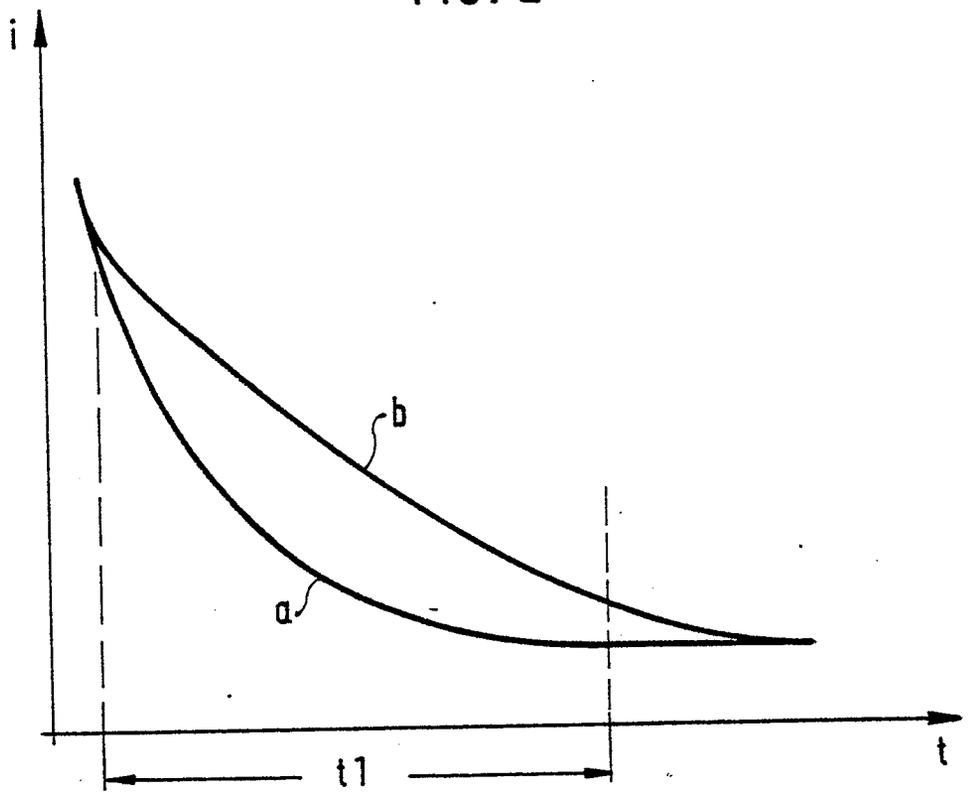
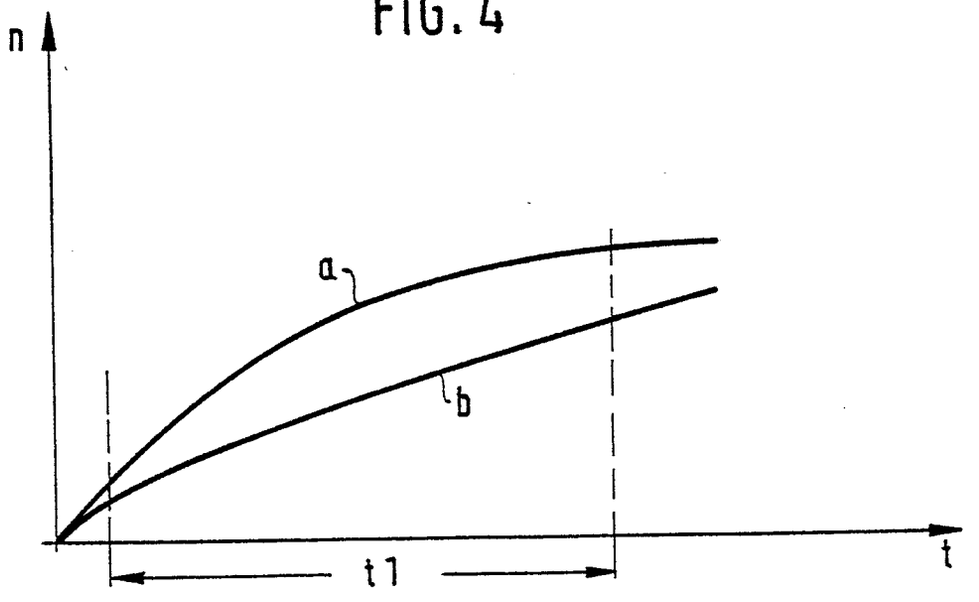
FIG. 4