



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**10.03.93 Patentblatt 93/10**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : **G05F 1/46**

②① Anmeldenummer : **89911525.7**

②② Anmeldetag : **21.10.89**

⑧⑥ Internationale Anmeldenummer :  
**PCT/DE89/00670**

⑧⑦ Internationale Veröffentlichungsnummer :  
**WO 90/05330 17.05.90 Gazette 90/11**

⑤④ **STROMREGLER.**

③⑩ Priorität : **02.11.88 DE 3837215**  
**06.10.89 DE 3933433**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**21.08.91 Patentblatt 91/34**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**10.03.93 Patentblatt 93/10**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**DE FR GB IT**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**DE-A- 1 513 127**  
**DE-C- 2 147 179**  
**FR-A- 2 336 841**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE ET MICROE-  
LECTRONIQUE, Nr. 165, 15. Oktober 1972, Pa-  
ris, FR; Seiten 57-60, C. BOISARD: "Un CI  
régulateur de vitesse pour moteur à courant  
continu à aimant permanent"**  
**Winfried OPPELT, "Kleines Handbuch techni-  
scher Regelvorgänge", Verlag Chemie GmbH,  
Weinheim, DE, 5. Auflage, 1972; Seiten**  
**550-551, 564, 578-580, 605-606, 616**

⑦③ Patentinhaber : **ROBERT BOSCH GMBH**  
**Postfach 30 02 20**  
**W-7000 Stuttgart 30 (DE)**

⑦② Erfinder : **CONZELMANN, Gerhard**  
**Wilhelmstrasse 37**  
**W-7022 Leinfelden-Oberaichen (DE)**  
Erfinder : **FIEDLER, Gerhard**  
**Talstrasse 30**  
**W-7441 Neckartailfingen (DE)**

**EP 0 441 805 B1**

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).

## Beschreibung

### Stand der Technik

Die Erfindung betrifft einen Stromregler nach der Gattung des Anspruchs 1.

Stromregler für größere Ströme, deren Ausgangsstrom eine Funktion einer Eingangsgröße ist, sind bezüglich ihrer dynamischen Stabilität wegen den großen Steilheiten und den damit verbundenen hohen Verstärkungen von Open-Kollektor-Stufen nur schwer zu beherrschen. Insbesondere bei schnell arbeitenden Reglern, die universell einsetzbar sein sollen und die deshalb über Kabelbäume unterschiedlicher Länge mit Betriebsspannung, Steuergerät und Verbraucher verbunden sein können, sind hochfrequente Schwingungen über den gesamten Bereich des Betriebsstroms für alle Einsatzbedingungen nur schwer zu unterbinden.

Da die Transitfrequenz von Transistoren mit fallender Stromdichte abnimmt, müßte die obere Grenzfrequenz der Rückkopplungsschleife für den in der Nähe des Ausgangsstroms "Null" liegenden Bereich niedriger als für den Bereich höherer Ströme ausgelegt sein. Variable Grenzfrequenzen erfordern jedoch einen größeren Schaltungsaufwand.

Aus dem Lehrbuch von Winfried Oppelt, "Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge", Verlag Chemie GmbH, Weinheim, 5. Auflage, 1972 sowie aus der FR-A-2 336 841 sind bereits nichtlineare Regler bekannt, deren Beschreibungsfunktion beziehungsweise Übertragungsfunktion im Bereich um den Nullpunkt eine tote Zone aufweist.

Aus der DE-A-1 513 127 ist weiterhin eine Schaltungsanordnung zur Vermeidung von Fehlfunktionen eines elektrischen Hauptkreises bekannt, die verhindert, daß eine Einschaltung des Hauptkreises erfolgt, bevor die notwendige Speisespannung erreicht ist. Hierzu ist dem Hauptkreis eine Steuer- oder Verstärkereinheit vorgeschaltet, die den Hauptkreis erst einschaltet, wenn seine notwendige Speisespannung erreicht ist.

Aus dem Aufsatz von Claude Boisard, "Un CI régulateur de vitesse pour moteur à courant continu à aimant permanent", in der Zeitschrift "Electronique Industrielle et Microélectronique (EMI)", Nr. 162 vom 15. Oktober 1972, Seiten 57 bis 60 ist des weiteren ein Geschwindigkeitsregler für einen Elektromotor mit Permanentmagnet bekannt, der im Motorerregerkreis einen npn-Endstufentransistor enthält, dessen Emitter an eine negative Versorgungsspannung angeschlossen ist. Dem npn-Endstufentransistor ist hierbei ein Operationsverstärker vorgeschaltet, um den npn-Endstufentransistor in Abhängigkeit von der Regelgröße und einer Referenzspannung ein- und auszuschalten.

Aus der DE-PS 21 47 179, Figur 4, ist des weiteren ein dort als steuerbare Stromquelle bezeichneter

Stromregler nach der Gattung des Anspruchs 1 bekannt, der für kleine Ausgangsströme ausgelegt ist.

### Aufgabe, Lösung und Vorteile der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei einem für große Ströme ausgelegten Stromregler nach der Gattung des Hauptanspruchs die niedrigen Ströme auszublenden.

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Hauptanspruchs gelöst.

Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn der Ausgang des Komparators mit dem Ausgang des Operationsverstärkers über die Kollektor-Basis-Strecke eines npn-Hilfstransistors verbunden ist, dessen Emitter mit Masse verbunden ist.

In Weiterbildung der Erfindung kann der Komparator ein Komparator mit Hysterese sein. Dadurch wird erreicht, daß der Ausgangsstrom des Stromreglers im stromziehenden Bereich mit fallender Eingangsspannung bei einem niedrigeren Wert der Eingangsspannung ausgeschaltet wird als er eingeschaltet wird.

### Zeichnung

Die Erfindung wird anhand der Figuren 1 und 2 erläutert. Figur 1 zeigt die Transferkennlinie, Figur 2 das Blockschaltbild des Stromreglers.

### Beschreibung der Erfindung

In Figur 1 ist die Transferkennlinie 13 des Ausgangsstroms  $I$  eines Stromreglers für  $I_{\text{nenn}} = 30 \text{ A}$  als Funktion einer Eingangsgröße  $E$  mit 5 Einheiten dargestellt. Der Einfachheit halber wurde ein linearer Zusammenhang angenommen. Die Eingangsgröße  $E$  kann eine von außen zugeführte elektrische Spannung oder ein elektrischer Strom sein; sie kann aber auch, wie etwa im Fall eines monolithisch integrierten Stromreglers, im Innern der Schaltung selbst erzeugt werden wie etwa durch eine Temperatur für einen Temperaturregler mit einem Kühlgebläse oder auch durch andere Größen wie etwa mechanische Verspannungen, einen Lichtstrom oder dergleichen. Bei einem linearen Zusammenhang zwischen Ausgangsstrom und Eingangsgröße wie in diesem Beispiel kann der Bereich, in dem der Ausgangsstrom Null ist, durch den Ausgangsstrom oder die Eingangsgröße definiert werden. Da der Ausgangsstrom für die dynamische Instabilität maßgebend ist, ist es vorteilhaft, diesen Bereich auch mittels des Ausgangsstroms zu definieren.

In diesem Beispiel wird der Ausgangsstrom durch eine von Null aus ansteigende Eingangsgröße erst eingeschaltet, nachdem sie bei 11 einen Stromwert von ca. 4 A ergibt; entsprechend wird bei fallender

Eingangsgröße der Ausgangsstrom erst ausgeschaltet, wenn bei 12 ein Stromwert von ca. 3 A unterschritten wird. Diese Hysterese ist erforderlich, um definierte Verhältnisse zu schaffen und so ein Schwingen um den Schaltpunkt zu verhindern. Außerdem ist wie üblich die Anstiegsgeschwindigkeit des Ausgangsstroms beim Einschalten den Verhältnissen anzupassen, was möglich ist, ohne die obere Grenzfrequenz des Regelkreises zu beeinflussen. Als vorteilhaft für den Einschaltpunkt hat sich ein Stromwert von bis zu ca. 20 % vom maximalen Ausgangsstrom erwiesen mit einer Hysterese von ca. 50 % bis 80 % dieses Werts. Je mehr sich der Ausgangsstrom beim Einschaltpunkt dem Wert "Null" nähert, desto kritischer wird die dynamische Stabilität des Stromreglers bzw. desto tiefer ist seine obere Grenzfrequenz zu legen. Der Gegenstand der Erfindung ist also besonders für schnelle Stromregler mit kurzen Übergangszeiten vorteilhaft, insbesondere auch für monolithisch integrierte Schaltungen, da dort der Aufwand für frequenzabsenkende Kapazitäten große Chipflächen erfordert.

Im Blockschaltbild der Figur 2 ist mit 1 der masseseitige Anschluß, mit 2 der Eingang und mit 3 der Ausgang des Stromreglers bezeichnet. Ferner bilden die Widerstände 4 und 5 einen Spannungsteiler mit dem Verbindungspunkt 16 zur Anpassung der Transferkennlinie an den geforderten Eingangsspannungsbereich, 6 ist der Meßwiderstand für den Ausgangsstrom; 7 ist der Operationsverstärker im Regelkreis mit seinem Ausgang 18. Mit 8 ist ein nachgeschalteter Transistor als Emitterfolger zur weiteren Stromverstärkung und mit 9 der Leistungstransistor bezeichnet. Die positive Eingangsklemme des Operationsverstärkers 7 liegt am Punkt 16 des Widerstandsteilers, die negative am Punkt 17 des Meßwiderstands 6; damit ist der Regelkreis geschlossen. Auf die Darstellung von Maßnahmen zum Erreichen der dynamischen Stabilität wurde verzichtet.

Der Abschnitt 11, 12 der Transferkennlinie wird erreicht mittels des Komparators 10 mit Hysterese, dessen negative Eingangsklemme ebenfalls mit der Eingangsspannung (Klemme 16) und dessen positive Eingangsklemme mit einer Referenzspannung 14 verbunden ist. Anstelle des Komparators 10 mit Referenzspannung 14 kann auch ein Schmitt-Trigger eingesetzt sein. Der Ausgang des Komparators 10 ist mit der Basis des Transistors 15 verbunden, dessen Kollektor am Ausgang 18 des Operationsverstärkers 7 eingreift.

Ist das Eingangspotential 16/1 (Potential der Klemme 16 gegen die Masse 1) kleiner als die Referenzspannung 14, so ist der Ausgang 19 des Komparators hoch, der Transistor 15 erhält Basisstrom, sein Kollektor zieht den Ausgang 18 des Operationsverstärkers 7 gegen Massepotential, die Transistoren 8, 9 erhalten keinen Basisstrom, der Ausgangsstrom bleibt so lange Null, bis das Potential 16/1 größer wird

als das von 14; von diesem Punkt ab schlägt der Komparator 10 um, sein Ausgang 19 geht gegen Massepotential, der Transistor 15 wird stromlos und ermöglicht so die Ansteuerung des Endverstärkers mit den Transistoren 8, 9.

Gegenstand der Erfindung ist eine Schaltung zum Ausblenden eines an "Null" grenzenden Abschnitts der Transferkennlinie eines Stromreglers für relativ große Ausgangsströme. Da diese Regler wegen der stromdichteabhängigen Transitfrequenz der Leistungstransistoren besonders bei kleinen Strömen zu dynamischer Instabilität neigen, ist es vorteilhaft, den Bereich der nicht benötigten kleinen Ströme auszublenden. Das Ziel, die Stromregler für beliebige in einem Kraftfahrzeug auftretende Kabelbäume dynamisch stabil zu machen, läßt sich so mit einem geringeren Schaltungsaufwand erreichen, was sich besonders bei monolithisch integrierten Schaltungen kostensenkend auswirkt. Darüber hinaus wird so eine etwa vorhandene Offsetspannung des Operationsverstärkers und ein etwa am Eingang vorhandener Potentialversatz eliminiert.

## Patentansprüche

1. Stromregler, der einen npn-Endstufentransistor (9) enthält, dessen Emitter (17) mit Masse (1) verbunden ist, wobei in der Emitterzuleitung des Endstufentransistors (9) ein Meßwiderstand (6) für den Ausgangsstrom des Stromreglers vorgesehen und die Basis des Endstufentransistors (9) mit dem Ausgang (18) eines Operationsverstärkers (7) verbunden ist, dessen invertierender Eingang mit dem Emitter (17) des Endstufentransistors (9) und dessen nicht invertierender Eingang mit der positiven Eingangsspannung (E) des Stromreglers verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verwendung des Reglers für große Ausgangsströme unter Verwendung eines Leistungstransistors als Endstufentransistor (9) ein Komparator (10) vorgesehen ist, der mit seinem nicht invertierenden Eingang mit einer Referenzspannung (14), mit seinem invertierenden Eingang mit der positiven Eingangsspannung (E) des Stromreglers und mit seinem Ausgang (19) so mit dem Ausgang (18) des Operationsverstärkers (7) verbunden ist, daß der Endstufentransistor (9) in einem von Null verschiedenen Bereich der positiven Eingangsspannung (E) ausgeschaltet ist.
2. Stromregler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang (19) des Komparators (10) mit dem Ausgang (18) des Operationsverstärkers (7) über die Kollektor-Basis-Strecke eines npn-Hilfstransistors (15) verbunden ist, dessen Emitter mit Masse (1) verbunden ist.

3. Stromregler nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Komparator (10) ein Komparator mit Hysteresis ist.

## Claims

1. Current regulator, which contains an npn output-stage transistor (9) whose emitter (17) is connected to earth (1), a measuring resistor (6) for the output current of the current regulator being provided in the emitter supply lead of the output-stage transistor (9), and the base of the output-stage transistor (9) being connected to the output of an operational amplifier (7) whose inverting input is connected to the emitter of the output-stage transistor (9) and whose non-inverting input is connected to the positive input voltage (E) of the current regulator, characterised in that, in order to use the regulator for large output currents while using a power transistor as the output-stage transistor (9), a comparator (10) is provided, whose non-inverting input is connected to the reference voltage (14), whose inverting input is connected to the positive input voltage (E) of the current regulator, and whose output (19) is connected to the output (18) of the operational amplifier (7) such that the output-stage transistor is switched off in a region of the positive input voltage (E) other than zero.
2. Current regulator according to Claim 1, characterised in that the output (19) of the comparator (10) is connected to the output (18) of the operational amplifier (7) via the collector-base junction of an npn auxiliary transistor (15) whose emitter is connected to earth (1).
3. Current regulator according to Claim 1 or 2, characterised in that the comparator (10) is a comparator having hysteresis.

## Revendications

1. Régulateur de courant comportant un transistor npn (9) dans l'étage de sortie, transistor dont l'émetteur (17) est relié à la masse (1), une résistance de mesure (6) prévue dans la ligne allant vers l'émetteur du transistor de sortie (9) pour le courant de sortie du régulateur de courant, la base de ce transistor de l'étage de sortie (9) étant reliée à la sortie (18) d'un amplificateur opérationnel (7) dont l'entrée inversée est reliée à l'émetteur (17) du transistor (9) de l'étage de sortie et dont l'entrée non inversée est reliée à la tension d'entrée positive (E) du régulateur de courant, régulateur caractérisé en ce que pour utili-

ser ce régulateur pour des courants de sortie importants en utilisant un transistor de puissance comme transistor (9) de l'étage de sortie, il est prévu un comparateur (10) qui est relié, par son entrée non inversée à une tension de référence (14), par son entrée inversée à la tension d'entrée positive (E) du régulateur de courant et par sa sortie (19) avec la sortie (18) de l'amplificateur opérationnel (7) pour que le transistor (9) de l'étage de sortie coupe la tension d'entrée positive (E) dans une plage différente de zéro.

2. Régulateur de courant selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sortie (19) du comparateur (10) est reliée à la sortie (18) de l'amplificateur opérationnel (7) par le chemin collecteur-base d'un transistor npn auxiliaire (15) dont l'émetteur est relié à la masse (1).
3. Régulateur de courant selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le comparateur (10) est un comparateur à hystérésis.

FIG. 1

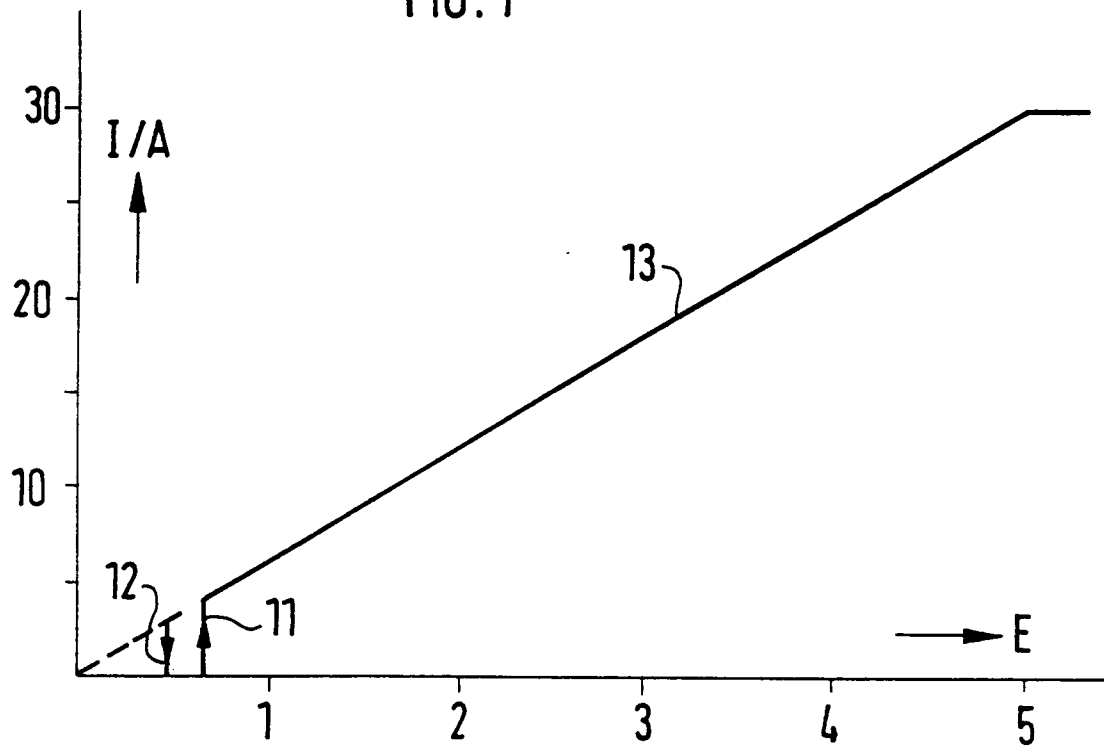


FIG. 2

