



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 198 04 693 B4 2005.06.16**

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 04 693.6**  
 (22) Anmeldetag: **06.02.1998**  
 (43) Offenlegungstag: **19.08.1999**  
 (45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **16.06.2005**

(51) Int Cl.7: **H02M 7/00**  
**B60L 11/02**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**ICEMASTER GmbH Generatoren und**  
**Kältetechnik, 33104 Paderborn, DE**

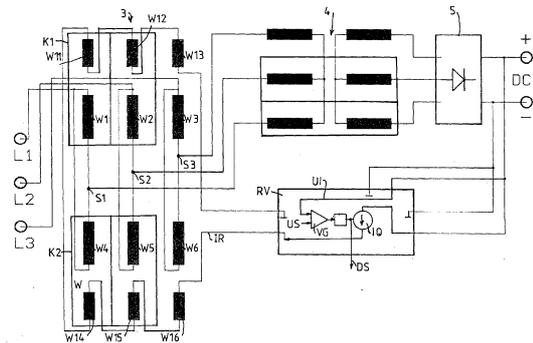
(74) Vertreter:  
**Hanewinkel, L., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 33102**  
**Paderborn**

(72) Erfinder:  
**Mertens, Jürgen, 33104 Paderborn, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:  
**DE-AS 12 71 213**  
**EP 06 63 057 B1**  
**DIN 42635, Transduktoren**  
**Schaltungsbezeichnungen,**  
**März 65;**  
**"Types of Magnetic Amplifiers-Survey", James G.**  
**Miles, AIEE Transactions, July 1952 S.229-238;**

(54) Bezeichnung: **Stromversorgungsaggregat**

(57) Hauptanspruch: Stromversorgungsaggregat mit einem Verbrennungsmotor (1), der einen Wechsel- oder Drehstromgenerator (2) antreibt, dessen Ausgangsspannung über einen Konverter (K), der einen ausgangsseitigen Transformator (4) enthält, dessen Sekundärwicklungen (W41 – W43) Gleichrichter (5) speisen, welcher mit einer stabilisierten Spannung verschiedenartige Verbraucher (V1, V2, V3) und ggf. einen Akkumulator (7) speist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung der stabilisierten Spannung der Konverter (K) eingangsseitig einen Transduktor (3A) enthält, dessen Ausgangsspannung konstant geregelt ist und der den Transformator (4) speist, und daß der Ausgang des Gleichrichters (5) direkt oder der Ausgang des Transduktors (3) über eine Spannungsmeßschaltung (UM) auf eine Regelvorrichtung (RV, RV1) geschaltet ist, die über einen Sollwertvergleicher (VG) einen Regelstrom (IR) in die Steuerwicklungen (W11 – W13) des Transduktors (3A) speist, der aus einem sättigbaren Transformator besteht, dessen Primärwicklung mit der Primärwicklung des Transformators (4) in Reihe geschaltet ist und dessen Sekundärwicklung (W21 – W23) mit der Sekundärwicklung (W41 – W43) des Transformators...



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Stromversorgungsaggregat mit einem Verbrennungsmotor, der einen Wechsel- oder Drehstromgenerator antreibt, dessen Ausgangsspannung über einen Konverter, der einen ausgangsseitigen Transformator enthält, dessen Sekundärwicklungen Gleichrichter speisen, welcher mit einer stabilisierten Spannung verschiedenartige Verbraucher und ggf. einen Akkumulator speist.

## Stand der Technik

**[0002]** Eine derartige Stromversorgungsaggregat ist aus der EP 066 30 57 B1 bekannt. Bei diesem wird von einem Verbrennungsmotor ein Wechselstromgenerator angetrieben, dessen drehzahlabhängige Generatorwechselspannung Wechselstromverbrauchern bereitgestellt wird und über einen elektronischen Konverter spannungsstabilisiert und gleichgerichtet einem Akkumulator mit daran anzuschließenden Gleichstromverbrauchern zugeführt ist. Abhängig von der jeweiligen Verbraucherleistung wird die Drehzahl des Verbrennungsmotors geregelt und damit die Generatorfrequenz und Generatorspannung verändert, und bei geringer Verbraucherleistung und ausreichender Akkumulatorladung werden nur die Akkumulator-Stromverbraucher gespeist und der Motor abgeschaltet; bei unkritischer Akkumulatorladung wird der Motor jedoch laufen gelassen oder wieder gestartet.

**[0003]** Für ggf. weitere Verbraucher, die eine stabilisierte Wechselspannung benötigen, wird die stabile gleichgerichtete Spannung wieder in eine gewünschte Wechselspannung konvertiert. Dies bedeutet, daß eine doppelte Konversion erheblicher Leistung mit verlustbehafteten und ausfallträchtigen elektronischen Schaltern und -bauteilen stattfindet und außerdem eine Einschränkung der freien Wahl der Motordrehzahl gegeben ist, so daß dieser Motor u.a. nicht unmittelbar für einen Fahrtrieb einzusetzen ist.

**[0004]** Weiterhin ist aus der DE-AS 1 271 213 ein Spannungsregler bekannt, der eingangsseitig einen Transduktor enthält, der einen Transformator speist, dessen Sekundärwicklung einen Gleichrichter mit einem nachfolgenden Siebglied und Verbraucher speist. Die gesiebte Ausgangsspannung ist einem Vergleichler mit einer Sollspannung zugeführt, dessen Ausgangsstrom einer Transduktorsteuerwicklung zugeführt ist.

**[0005]** Weiterhin ist aus der DIN 42635, Transduktoren Schaltungsbezeichnungen, März 1965, 5.4, lfd.Nr. 2.15, unter "IDPTG" ein dreiphasiger Konverter bekannt, wobei ein Transduktor mit in Reihe geschalteten Steuerwicklungen, ein Transformator und ein Gleichrichter in Serie geschaltet sind.

**[0006]** Weiterhin ist aus James G. Miles, "Types of Magnetic Amplifiers – Survey", AIEE Transactions July 1952, S.229-238, in Fig. 2 ein gegenphasig arbeitender Transduktor, der als Transformator geschaltet ist, gezeigt, dessen Mittelschenkel eine Sättigungswicklung für einen Steuergleichstrom trägt.

**[0007]** Die vorbezeichneten Transduktoren weisen bei großen Regelverhältnissen einen schlechten Wirkungsgrad durch bei hoher Eigensättigung auftretende hohe ohmsche Wicklungsverluste auf.

## Aufgabenstellung

**[0008]** Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Konverter hoher Zuverlässigkeit und hohen Wirkungsgrades zu schaffen, auch wenn die Motordrehzahl über dem für die Erbringung der momentanen elektrischen Last notwendigen Maß liegt.

**[0009]** Die Lösung besteht darin, daß zur Erzeugung der stabilisierten Spannung der Konverter eingangsseitig einen Transduktor enthält, dessen Ausgangsspannung konstant geregelt ist und der den Transformator speist, und daß der Ausgang des Gleichrichters direkt oder der Ausgang des Transduktors über eine Spannungsmeßschaltung auf eine Regelvorrichtung geschaltet ist, die über einen Sollwertvergleichler einen Regelstrom in die Steuerwicklungen des Transduktors speist, der aus einem sättigbaren Transformator besteht, dessen Primärwicklung mit der Primärwicklung des Transformators in Reihe geschaltet ist und dessen Sekundärwicklung mit der Sekundärwicklung des Transformators entgegengepolt in Reihe geschaltet ist.

**[0010]** Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0011]** In einer Variante der Schaltungsanordnung ist neben dem Fahrzeugmotor mit dem ersten Generator mindestens ein weiterer Verbrennungsmotor mit einem zweiten Generator vorgesehen, der bei ruhendem Fahrzeug betrieben wird, wenn der Akkumulator nicht mehr zu Deckung der elektrischen Leistung ausreicht. Die beiden Generatoren werden wechselseitig an den Transduktor angeschlossen. Der zweite Generator wird abhängig von der benötigten elektrischen Leistung entsprechend seiner Leistungskurve in Verbindung mit der Transduktorregelcharakteristik auf eine für die Deckung des Leistungsbedarfs jeweils minimal notwendige Drehzahl gehalten, was die Verluste minimiert. Selbstverständlich kann das Aggregat auch nur mit einem Aggregat-Verbrennungsmotor und zugehörigem Generator betrieben werden, wobei der zuverlässige Transduktor und die Möglichkeit der Abzweigung der geregelten Wechselspannung vorteilhaft gegenüber der vorbekannten Vorrichtung sind.

**[0012]** Treten sprungartige Laständerungen auf, so lassen sich diese vorteilhaft durch die schnelle Reaktion des Transduktors abfangen, wenn die Generatordrehzahl ausreichend hoch über der jeweils zur laufenden Leistungsdeckung notwendigen Drehzahl gehalten wird, und dem Motor steht danach ein angemessener Zeitraum zur jeweiligen Drehzahlanpassung zur Verfügung.

#### Ausführungsbeispiel

**[0013]** Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) dargestellt.

**[0014]** [Fig. 1](#) zeigt ein Blockschaltbild eines Konverters mit einem Dreiphasentransduktor;

**[0015]** [Fig. 2](#) zeigt ein Gesamtschaltbild;

**[0016]** [Fig. 3](#) zeigt ein Blockschaltbild mit umschaltbaren Generatoren;

**[0017]** [Fig. 4](#) zeigt eine alternative Transduktorschaltung.

**[0018]** [Fig. 4](#) zeigt eine Variante der Grundsaltung des Transduktors **3A**. Dieser besteht aus einem Transformator mit dem sättigbaren ferromagnetischen Kern K3, der je Phase eine Sekundärwicklung W21 – W23 trägt, die entgegengepolt mit den Sekundärwicklungen W41 – W43 des Transformators **4** in Serie geschaltet sind. Falls nur ein kleiner Regelstrom IR die Steuerwicklungen W11 – W13 durchfließt, kompensieren sich die Sekundärspannungen gemäß deren Wicklungsverhältnis in dem Transduktor **3A** und dem Transformator **4** weitgehend, und bei hohem Regelstrom IR ist der Transduktor **3A** gesättigt, so daß keine Kompensation der Transformatorausgangsspannungen auftritt und außerdem die Primärspannung vom Generator praktisch nur mit geringen ohmschen Wicklungsverlusten behaftet den Transformator **4** beaufschlagt. Somit unterstützt die Kompensation im Sekundärkreis die Regelwirkung.

**[0019]** [Fig. 1](#) zeigt einen Konverter mit einem symmetrischen dreiphasigen Transduktor **3**, dessen sechs Durchgangswicklungen W1 – W6 an die drei Generatorspeiseleitungen L1 – L3 paarweise angeschlossen sind und deren paarweisen Sammelpunkte S1 – S3 die Ausgänge für die stabilisierten Spannungen bilden, die dem Dreiphasentransformator **4** zugeführt sind, der ausgangsseitig mit einem Dreiphasen-Doppelweg- oder Brückengleichrichter **5** verbunden ist, der beispielsweise eine Kleinspannung von 24 V liefert.

**[0020]** Die gleichgerichtete Spannung ist einer Regelvorrichtung RV zugeführt, die die Ist-Spannung UI mit einer Sollspannung US in einem Vergleichs VG vergleicht, der eine Regelstromquelle IQ so steuert,

daß der Regelstrom IR über die Steuerwicklungen W11 – W16 den Transduktor **3** um so höher sättigt, je niedriger die Ist-Spannung ist, so daß eine annähernd konstante Ist-Spannung unabhängig von der eingangsseitigen Generatorspannung auftritt.

**[0021]** Außerdem steht die Vergleichs-Ausgangsspannung als Drehzahlsteuersignal DS zur Motordrehzahl-Steuerung zur Verfügung.

**[0022]** Die beiden Kerne K1, K2 des Transduktors **3** bestehen aus hochwertigem Transformatorblech und sorgen für eine symmetrische Verzerrung der Wechselstromwellenform am Ausgang S1 – S3 der jeweils parallelgeschalteten Wicklungen W1, W4 – W3, W6. Vorteilhaft für die Gleichrichtung ist, daß die stabilisierte Spannung an den Spitzen abgeflacht ist und daher die Stromflußzeiten im Gleichrichter und in den Wicklungen des Generators, des Transduktors und des Transformators erhöht sind, was die Verluste verringert, die quadratisch von dem Strom abhängig sind.

**[0023]** Die Steuerwicklungen W11 – W16 auf den Transduktorschenkeln sind jeweils so in Serie geschaltet und gepolt, daß die induzierte Gesamtwechselspannung darin praktisch Null ist.

**[0024]** [Fig. 2](#) zeigt einen Verbrennungsmotor **1**, insbesondere Fahrzeugmotor, mit einem angeschlossenen Generator **2**, insbesondere Drehstromgenerator, der den Transduktor **3** am Eingang des Konverters K speist. An diesen sind ausgangsseitig Verbraucher V1 der stabilisierten Wechsel- oder Drehstromspannung angeschlossen sowie der Transformator **4**, der eine Kleinspannung von z.B. 24 V an den Gleichrichter **5** abgibt, der die Gleichspannungsverbraucher V2 und den Akkumulator **7** über eine Ladeschutzschaltung LS speist, der als Puffer und Starterbatterie dient. Zum Starten dient eine Starterschaltung ST, die durch einen Vergleich der Akkumulatortenspannung UI mit einer Lade-Sollspannung UL bei deren Unterschreitung und, wenn ein Starterlaubnischalter SS eingeschaltet ist, den Startermotor SM kurzzeitig bestromt. Die Ladeschaltung LS verhindert einen Rückfluß des gespeicherten Stromes in den Transduktor **3**, wenn keine Wechselspannung vom Generator **2** geliefert wird. Aus diesem Grund ist der Wechselstrompfad des Transduktors **3** während des Anlassens hochohmig, und der Generator **2** stellt nur eine kleine Last dar. Der Transduktor ist vorzugsweise eingangsseitig mit einer Generatorspannung von 400 – 1200 V beaufschlagt und stabilisiert die Ausgangsspannung durch die entsprechend gesteuerte Sättigung auf 380 V. Die Generator- und die Ausgangsfrequenz liegen beispielsweise bei 150 – 480 Hz oder auch noch höher, z.B. bei 1000 Hz. Bei der Auslegung der maximalen Generatorfrequenz ist die maximale Hystereseverlustleistung in den Blechpaketen der Stromführenden Bauteile zu beachten. Die ver-

gleichsweise zur üblichen Netzfrequenz relativ hohe Frequenz, die bei der relativ hohen Spannung vorliegt, ermöglicht die dabei für die Spannungsreduzierung am Ausgang notwendige Induktivität des Transduktors mit einem relativ geringen Eisenvolumen zu erbringen, da der induktive Widerstand proportional zur Frequenz ansteigt. Außerdem sind die Generatorleistung und die Übertragungsleistung des Transformators proportional zur Frequenz, wodurch diese relativ klein gehalten werden können.

**[0025]** Vorzugsweise werden der Generator, der Transduktor und der nachfolgende Transformator dreiphasig ausgelegt. Die relativ hohe Frequenz und die Mehrphasigkeit erbringen hinter den Gleichrichtern einen Gleichstrom geringer Welligkeit, der insbes. gut für Ladezwecke geeignet ist.

**[0026]** Auch viele Wechselstromverbraucher sind mit der höherfrequenten stabilisierten Spannung gut zu betreiben; insbes. Leuchtstofflampen zeigen ein entsprechend verringertes Flimmern. Auch die ohmschen Verbraucher sind unmittelbar hinter dem Transduktor anzuschließen.

**[0027]** Falls der Generator von einem Fahrzeugmotor angetrieben und daher nahe zu diesem angeordnet ist und die übrigen Vorrichtungsteile in größerer Entfernung, z.B. am anderen Fahrzeugende, in einer Steuerzentrale installiert sind, erweist sich die hohe Spannung als vorteilhaft, da die Leitungsquerschnitte entsprechend gering dimensioniert werden können, wobei die Leitungsverluste gering sind.

**[0028]** Der Transduktor erhält seinen Regelstrom vorzugsweise aus dem Gleichrichter, indem die Akkumulatortension oder die Gleichrichterspannung mit einer Sollspannung verglichen werden und die Differenzspannung geglättet eine Stromquelle des Transduktor-Regelstroms steuert, so daß bei sinkender Ausgangsspannung dieser Regelstrom erhöht wird und umgekehrt. Ein erhöhter Transduktor-Regelstrom sättigt das Eisen des Transduktors stärker, wodurch dieser jeweils nur für einen geringeren Wechselstrombereich als Induktivität wirkt und einen entsprechend geringeren Wechselspannungsabfall hat. Das Drehzahlsteuersignal DS ist der Drehzahlsteuerung des Motors **1** als Eingangsgröße zugeführt.

**[0029]** In Fällen, in denen eine konstante Frequenz und Spannung von einer dritten Verbraucherart V3 benötigt wird, ist nur für diese ein Wechselrichter **6** an die Gleichspannung des Akkumulators **7** angeschlossen.

**[0030]** **Fig. 3** zeigt eine Stromversorgungsvorrichtung mit zwei Motoren **1**, **8**, die jeweils einen Generator **2**, **9** antreiben, von denen jeweils der eine oder der andere über einen Umschalter SU an den Ein-

gang des Transduktors **3** geschaltet wird. Auch die Anlassersteuerungen AS1, AS8 werden mit dem Umschalter SU umgeschaltet. Die Anlassersteuerung nutzt bevorzugt das Drehzahlsteuersignal DS, womit beim Überschreiten eines vorgegebenen Drehzahlwertes ein Startzyklus in einer entsprechenden Schaltung STZ eingeleitet wird. Zwei Generatoren kommen häufig auf Fahrzeugen, z.B. Omnibussen und Kühltransportern, zum Einsatz, wovon der eine am Fahrzeugmotor mit starken Drehzahländerungen vom Fahrbetrieb abhängig betrieben ist und der andere im Stillstand lastabhängig mit entsprechender Drehzahl N geregelt betrieben ist. Die Drehzahl am Fahrzeugmotor **8** wird lediglich auf eine für die jeweilige elektrische Last notwendige minimale Drehzahl N<sub>min</sub> durch das Drehzahlsteuersignal DS nach unten begrenzt.

**[0031]** Außer dem Transformator **4** ist gegebenenfalls an den Transduktorausgang ein elektronischer Frequenzwandler **10** unmittelbar angeschlossen, der eine konstante Ausgangsfrequenz erzeugt. Dieser ist wegen der eingangs angebotenen konstanten Wechselspannung relativ einfach zu dimensionieren und mit Bauteilen geringerer Spannungsfestigkeit aufzubauen als bei variabler Eingangsspannung.

**[0032]** Die Regelvorrichtung RV1 entspricht der von **Fig. 1**, sie ist jedoch über eine gesonderte Spannungsmeßschaltung UM vom Ausgang des Transduktors **3** gespeist, wobei die Belastungen des Generators und des Transduktors durch alle Verbraucherarten V1 – V3 berücksichtigt sind.

### Patentansprüche

1. Stromversorgungsaggregat mit einem Verbrennungsmotor (**1**), der einen Wechsel- oder Drehstromgenerator (**2**) antreibt, dessen Ausgangsspannung über einen Konverter (K), der einen ausgangsseitigen Transformator (**4**) enthält, dessen Sekundärwicklungen (W41 – W43) Gleichrichter (**5**) speisen, welcher mit einer stabilisierten Spannung verschiedenartige Verbraucher (V1, V2, V3) und ggf. einen Akkumulator (**7**) speist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Erzeugung der stabilisierten Spannung der Konverter (K) eingangsseitig einen Transduktor (**3A**) enthält, dessen Ausgangsspannung konstant geregelt ist und der den Transformator (**4**) speist, und daß der Ausgang des Gleichrichters (**5**) direkt oder der Ausgang des Transduktors (**3**) über eine Spannungsmeßschaltung (UM) auf eine Regelvorrichtung (RV, RV1) geschaltet ist, die über einen Sollwertvergleicher (VG) einen Regelstrom (IR) in die Steuerwicklungen (W11 – W13) des Transduktors (**3A**) speist, der aus einem sättigbaren Transformator besteht, dessen Primärwicklung mit der Primärwicklung des Transformators (**4**) in Reihe geschaltet ist und dessen Sekundärwicklung (W21 – W23) mit der Sekundärwicklung (W41 – W43) des Transformators (**4**)

entgegengepolt in Reihe geschaltet ist.

2. Stromversorgungsaggregat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Generatorspannung drehzahlabhängig in einem Bereich zwischen 400 und 1200 V liegt und die Generatorfrequenz dabei in einem Bereich zwischen 150 und 800 Hz liegt und die Ausgangsspannung des Transduktors (**3A**) auf 380 V stabilisiert ist.

3. Stromversorgungsaggregat nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausgangssignal des Soll – wertvergleichers (VG) als ein Drehzahlsteuersignal (DS) zur Vorgabe einer für die jeweilige elektrische Last benötigten minimalen Drehzahl  $N_{min}$  oder einer Drehzahl  $N$  des Verbrennungsmotors (**1, 8**) genutzt ist.

4. Stromversorgungsaggregat nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Verbrennungsmotoren (**1, 8**) je einen zugeordneten Generator (**2, 9**) wechselweise betreiben und der jeweils angetriebene Generator (**2, 9**) über einen Umschalter (SU) mit dem Konverter (K) verbunden ist.

5. Stromversorgungsaggregat nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Umschalter (SU) ein Startersignal durch eine Startzyklussignalschaltung (STZ) auf den Anlasser des jeweils zu nutzenden Motors (**1, 8**) schaltet.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

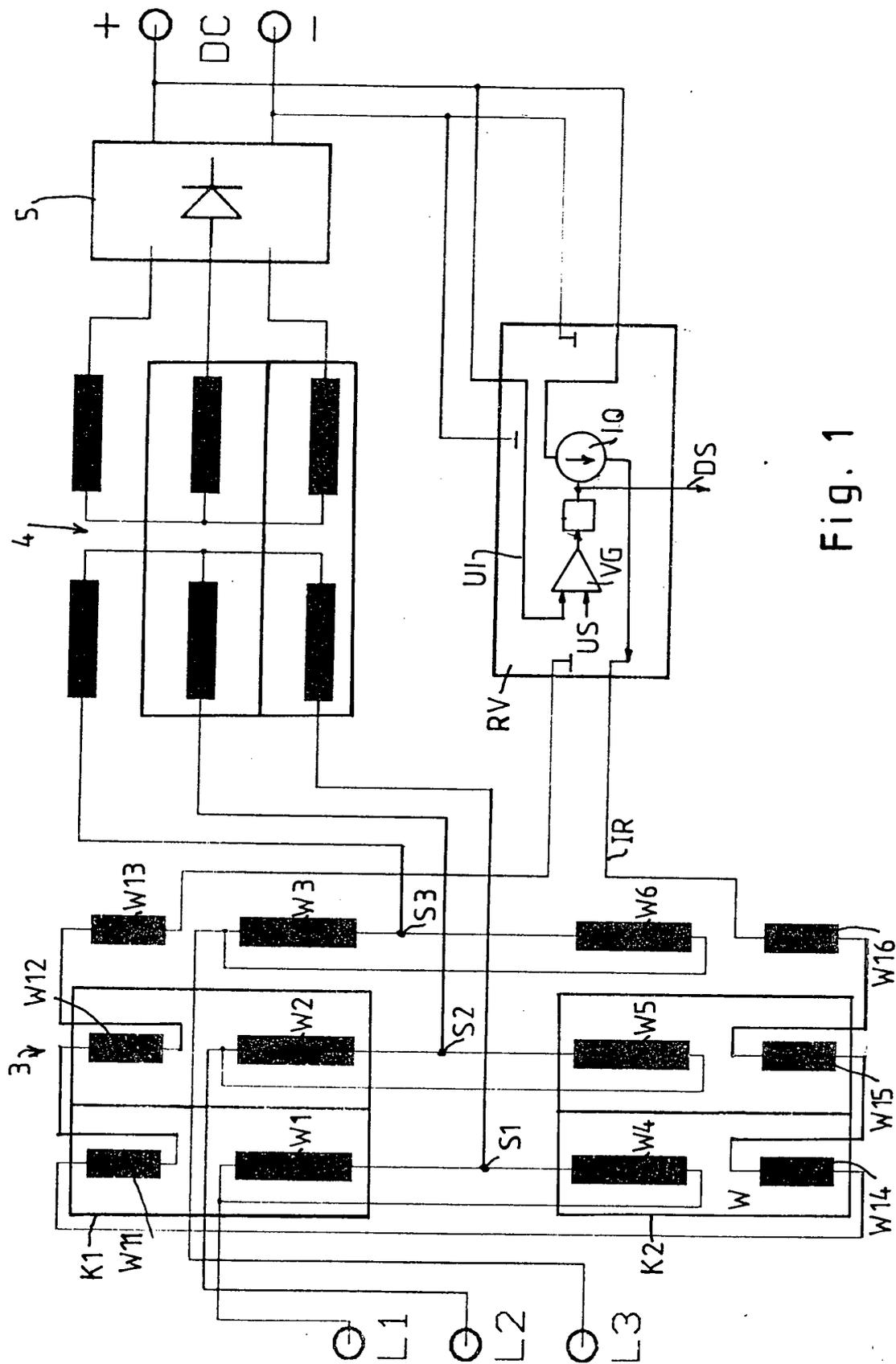


Fig. 1

