

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 630 853 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94103149.4**

(51) Int. Cl.⁵: **B66F 9/24**, H02P 3/14,
H02P 3/18

(22) Anmeldetag: **03.03.94**

(30) Priorität: **28.05.93 DE 4317782**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.12.94 Patentblatt 94/52

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(71) Anmelder: **Jungheinrich Aktiengesellschaft**
Friedrich-Ebert-Damm 129
D-22047 Hamburg (DE)

(72) Erfinder: **Baginski, Ralf, Dipl.-Ing.**
Neu Neetze 51
D-21398 Neetze (DE)
Erfinder: **Claussen, Hans-Peter, Dipl.-Ing.**
Siegfriedstrasse 6

D-22851 Norderstedt (DE)

Erfinder: **Doss, Hans-Joachim, Dipl.-Ing.**

Moltrechtweg 22

D-22297 Hamburg (DE)

Erfinder: **Klatt, Andreas, Dipl.-Ing.**

Waldherrenallee 12

D-22359 Hamburg (DE)

Erfinder: **Körner, Jochen, Ing.**

Harburger Weg 130

D-22459 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Dipl.-Ing. H. Hauck, Dipl.-Ing. E.**
Graalfs, Dipl.-Ing. W. Wehnert, Dr.-Ing. W.
Döring
Neuer Wall 41
D-20354 Hamburg (DE)

(54) **Hydraulische Hubvorrichtung für batteriegetriebene Flurförderzeuge oder dergleichen.**

(57) Hydraulische Hubvorrichtung für batteriegetriebene Flurförderzeuge, mit mindestens einem hydraulischen Hubzylinder (18), mit einem im Lasthebebetrieb als Pumpe arbeitenden, den Hubzylinder mit Druckmittel beschickenden und im Lastsenkbetrieb als Motor arbeitenden, von dem vom Hubzylinder verdrängten Druckmittel angetriebenen Hydraulikaggregat (12), einer mit dem Hydraulikaggregat gekuppelten, im Lasthebebetrieb als Elektromotor und im Lastsenkbetrieb als Generator arbeitenden Gleichstrommaschine (10), einer im Lastsenkbetrieb von der Gleichstrommaschine gespeisten Nutzbremsschaltung, einer Ventilanordnung im Druckmittelweg zwischen dem Hubzylinder (18) und dem Hydraulikaggregat (12), einer die Ventilanordnung (14) steuernden Steuervorrichtung, die eine die Drehzahl der Gleichstrommaschine beeinflussenden Drehzahlregelung umfaßt, wobei die Ventilanordnung als Lasthalteventil (14) ausgebildet ist, die Gleichstrommaschine (10) für den Feldstrom ermittelt, der Feldwicklung und dem Anker von der Regelung stellbare Leistungsschalter (T1 bis T6) zugeordnet sind, deren Anordnung und Ansteuerung die Größe und die Richtung des Stroms durch Anker

und Feldwicklung (58) vorgeben und die Steuervorrichtung einen Richtungsgeber für Heben und Senken aufweist, dessen Signale auch das Lasthalteventil steuern.

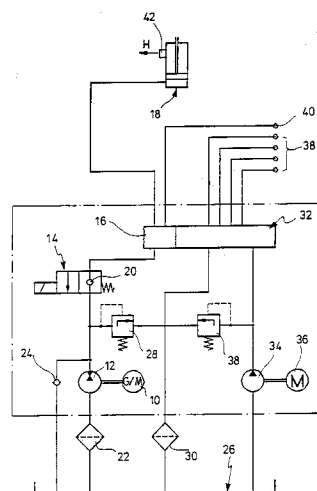


FIG. 1

EP 0 630 853 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine hydraulische Hubvorrichtung für batteriegetriebene Flurförderzeuge oder dergleichen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Für elektrisch betriebene Flurförderzeuge ist bekannt, hydraulische Hubvorrichtungen einzusetzen und den Förderdruck von einer über einen Elektromotor angetriebenen Konstantpumpe zu erzeugen. Die Drehzahl des Motors wird in Abhängigkeit von einem Ventilhebel gesteuert. Dadurch wird beim Heben der Last eine Änderung der Hubgeschwindigkeit ohne wesentliche Drosselverluste erreicht. Es ist in diesem Zusammenhang auch bekannt, die Senkgeschwindigkeit entsprechend über einen Ventilhebel einzustellen und über ein Wegeventil im Senkzweig zu realisieren. Dabei wird die potentielle Energie der Last einer Drosselstelle des Wegeventils in Wärme umgesetzt und mit dem Fluid in den Tank abgeführt. Es ist jedoch auch bekannt, die potentielle Energie der Last über den generatorisch arbeitenden Elektromotor in die Batterie zurückzuspeisen.

Aus der DE 20 14 605 ist bekanntgeworden, als Gleichstrommaschine einen Gleichstromnebenschlusmotor zu verwenden und als Pumpe eine Drehkolbenpumpe mit regelbarer Fördermenge. Durch Verstellung der Regelmittel der Pumpe wird die Fördermenge entsprechend der Auslenkung aus einer Mittelstellung heraus von Null unabhängig von der Bewegungsrichtung der Regelmittel auf einen Höchstwert gebracht, wobei die Pumpe unter Beibehaltung ihrer Drehrichtung in der einen Bewegungsrichtung der Regelmittel als Pumpe und in der anderen Bewegungsrichtung als Motor arbeitet.

Aus der DE 26 18 046 ist bekanntgeworden, für das Heben und das Senken getrennte Hydraulikzweige vorzusehen, denen jeweils ein Gleichstrommotor und eine Pumpe sowie ein Hydromotor und ein Generator zugeordnet sind. Beim Senken erzeugt ein Konstantstromventil eine feste Absenkgeschwindigkeit. Die Umschaltung zwischen Heben und Senken erfolgt durch ein Handsteuerventil.

Aus der DE 30 18 156 ist bekanntgeworden, zum Heben und Senken regelbare Magnetventile vorzusehen zur Realisierung von Anfahr- und Bremsrampen. Zur Regelung des Motors bzw. Generators erfolgt eine Volumenstrommessung. Als Antriebsmaschine wird ein Käfig-Induktionsmotor verwendet. Aus SE 84 04 088 ist bekanntgeworden, als Antriebsmaschine bzw. Generator eine Doppelschlusmaschine zu verwenden, wobei ein Teil der Reihenschlußwicklung herausgenommen wird, wenn sie als Generator im Senkbetrieb der Hubvorrichtung arbeitet. Die Steuerung des Hubzylinders erfolgt über ein hebelbetätigtes Ventil in der Druckmittelleitung.

Aus der US 3 947 744 ist bekannt, zur Energierückgewinnung beim Senken eines Hubwerks eine

separate Drehstrommaschine zu verwenden. Durch eine Steuerung des Feldes des Generators läßt sich die Bremskraft beim Absenken einstellen.

Schließlich ist aus der DE 36 02 410 bekanntgeworden, eine Reihenschlußmaschine mit einem Hydraulikaggregat zu koppeln. Im Druckmittelpfad ist eine Steuerventilanordnung vorgesehen, die ein Proportionalventil aufweist, wobei die Hubwerksteuerung im Lastsenkbetrieb das Proportionalventil entsprechend einer Rampenfunktion öffnet und abhängig vom Ausgangsstrom der als Generator arbeitenden Gleichstrommaschine die Nutzbremsschaltung wirksam schaltet, wenn der Generatorausgangsstrom hierbei einen vorbestimmten Wert übersteigt. Über einen eingeschränkten Bereich arbeitet mithin die beschriebene Vorrichtung ebenfalls über eine hydraulische Drosselstelle, so daß die potentielle Energie der Last nicht rückgewonnen werden kann. Ferner entstehen bei dem Wechsel von der hydraulischen Steuerung der Senkgeschwindigkeit über die Drosselstelle auf eine elektrische über den Elektromotor mit der Pumpe Übergänge, die sich in einer ruckartigen Änderung der Senkgeschwindigkeit bemerkbar machen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine hydraulische Hubvorrichtung für batteriegetriebene Flurförderzeuge zu schaffen, die auch ein feinfühliges Senken ermöglicht ohne wesentliche Hydraulikverluste sowie eine optimale Energierückgewinnung im Senkbetrieb.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. des Patentanspruchs 6.

Bei der Erfindung ist lediglich ein Lasthalteventil im Druckmittelweg vorgesehen, das entweder geöffnet oder geschlossen ist und in der geöffneten Stellung keine Drosselverluste erzeugt.

Erfindungswesentlich ist ferner, daß eine fremderregte Gleichstrommaschine vorgesehen ist, die sowohl im motorischen als auch im generatorischen Betrieb ermöglicht, die Erreger- und die Ankerspannung unabhängig voneinander einzustellen. Zu diesem Zweck sieht die erfindungsgemäße Hubvorrichtung eine separate Feldstromregleinrichtung vor, mit einem Sollwertgeber, der aus vorgegebenen Beziehungen von Drehzahl und Ankerstrom den Sollwert für den Feldstrom ermittelt. Aus "Microprocessor-Based High-Efficiency Drive of a DC Motor" aus IEEE Transactions on Industrial Electronics Vol. IE 34 No. 4 November 1987, Seiten 433 bis 440, ist bekanntgeworden, Anker und Feld dadurch zu steuern bzw. regeln, daß der Sollwert für den Feldstrom aus vorgegebenen Beziehungen von Drehzahl und Ankerstrom, hier des Ankerstrom-Istwertes, ermittelt wird. Hierzu ist ein entsprechender Algorithmus bzw. eine entsprechende Tabelle vorzusehen.

Mit der beschriebenen Schaltung ist es möglich, die Gleichstrommaschine über den gesamten Arbeitsbereich, den die hydraulische Anlage beim Heben und Senken der Last erfordert, zu betreiben. Zusätzliche hydraulische Bauelemente sind nicht erforderlich. In der Senkphase wird ein Maximum rückgewinnbarer potentieller Energie erhalten. Außerdem entsteht während des Senkvorgangs kein Übergang von hydraulischer zu elektrischer Lasthaltung mehr, was die Senkfunktion für den Betreiber leichter beherrschbar macht.

Die Steuerung bzw. die Sollwertvorgabe für die Hubvorrichtung erfolgt durch ein elektrisches Signal, beispielsweise über ein handbetätigtes Potentiometer, wobei zusätzlich ein Richtungsgeber vorzusehen ist, dessen Signale den Betriebsvorgang Heben bzw. Senken anzeigen und die auch das Lasthalteventil steuern. In dem Augenblick, in dem das Lasthalteventil bei angehobener Last geöffnet wird, beginnt ein Hydraulikstrom zu fließen und treibt über das Hydraulikaggregat die als Generator wirkende Gleichstrommaschine an. Da jedoch der Sollwert noch Null ist, versucht die Regelung diesen Wert zu erreichen, wodurch der zugehörige Leistungsschalter für den Anker komplett durchgeschaltet wird. Die Leistungsschalter für die Feldwicklung werden so betrieben, daß der Strom maximal ist. Dadurch wird ein maximales Bremsmoment erzeugt, das ausreichend ist, die Last mit minimaler Geschwindigkeit abzusenken, falls dies gewünscht wird. Durch entsprechende Sollwertvorgabe für die Drehzahl läßt sich andererseits die Hebe- und Senkgeschwindigkeit auf den gewünschten Wert einstellen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Feldstrom-Sollwertgeber den Sollwert für den Feldstrom aus dem Ankerstromsollwert und der Istdrehzahl ermittelt. Dies hat den Vorteil, daß die Drehzahlregelung auch in dem Betriebsbereich arbeiten kann, in dem eine höhere Ankerspannung als die Batteriespannung notwendig ist, um mit optimalem Wirkungsgrad generatorisch zu senken.

Anstelle einer fremderregten Gleichstrommaschine kann auch eine Drehstromasynchronmaschine verwendet werden, die über Umrichter entsprechend gespeist ist. Eine Drehzahlregelung ermittelt mit Hilfe eines Drehzahlmessers die Istläuferfrequenz der Maschine und bildet eine Regelabweichung mit einem Drehzahlsollwert bzw. Frequenzsollwert, um sowohl für das Heben als auch das Senken die gewünschte Drehzahl zu erreichen. Je nachdem, ob die Differenz aus Ist- und Sollfrequenz einen positiven oder einen negativen Schlupf anzeigt, arbeitet die Asynchronmaschine als Motor oder Generator. Die Rückspeisung von elektrischer Energie in die Batterie erfolgt automatisch, ohne daß besondere Vorkehrungen zu treffen sind.

Bei einem Hubmast für Förderzeuge mit mindestens einem ausfahrbaren Mastteil, an dem das Lastaufnahmemittel höhenbeweglich angeordnet ist, unterscheidet man zwischen dem Masthub und dem sogenannten Freihub. Unter Freihub wird die Verstellung des Lastaufnahmemittels am beweglichen Mastteil verstanden und unter Masthub die Verstellung des beweglichen Mastteils. Es versteht sich, daß die Hubzylinder für die genannten Teile unterschiedliche Querschnitte aufweisen können und mithin auch unterschiedliche Volumina verdrängen. Falls daher für diesen Fall keine besonderen Vorkehrungen getroffen werden, kommt es im Senkbetrieb zu unterschiedlichen Senkgeschwindigkeiten. Daher sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, daß ein Sensor am Hubmast vorgesehen ist, der feststellt, ob ein Senkvorgang des verfahrbaren Mastteils oder des Lastaufnahmemittels erfolgt und dessen Signale auf den Drehzahlsollwertgeber gegeben werden zur Modifizierung des Drehzahlsollwerts.

Vom Hydraulikkreis der Hubvorrichtung werden bei bekannten Förderzeugen auch Nebenfunktionen wahrgenommen. Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist indessen ein separates aus Pumpe und Gleichstrommotor bestehendes Aggregat vorgesehen zur Versorgung der Nebenfunktionen. Andernfalls könnte keine Energierückgewinnung beim Senkvorgang stattfinden, wenn das hydraulische Aggregat gleichzeitig als Pumpe zur Versorgung der Nebenfunktionen dienen müßte. Der Zusatzaufwand für das zusätzliche Pumpenaggregat ist jedoch im Hinblick auf die optimale Energierückgewinnung während des Senkbetriebes gerechtfertigt.

In manchen Fällen erfordern die Nebenfunktionen einen relativ großen Volumenstrom bzw. einen hohen Druck. Da dies sehr selten auftritt, würde eine entsprechende Auslegung des zusätzlichen Pumpenaggregats für die meisten Anwendungsfälle nutzlos sein. Es kann daher daran gedacht werden, für diesen Fall das Hydraulikaggregat als Pumpe einzusetzen und bei Abruf dieser Nebenfunktion vorübergehend auf die Rückgewinnung beim Senkvorgang zu verzichten.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

- Fig. 1 zeigt eine hydraulische Hubvorrichtung nach der Erfindung.
- Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild zur Regelung der Hubvorrichtung nach Fig. 1.
- Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild des Leistungsteils der Gleichstrommaschine nach Fig. 1 bzw. Fig. 2.
- Fig. 4 bis 6 zeigen Diagramme von verschiedenen Steuersignalen der erfindungsgemäßen Hubvorrichtung.
- Fig. 7 zeigt eine Handbetätigung für

- die Hubvorrichtung nach der Erfindung.
- Fig. 8 zeigt ein Blockschaltbild zur Regelung einer Hubvorrichtung ähnlich der nach Fig. 1 mit einer Drehstromasynchronmaschine.
- Fig. 9 zeigt ein Blockschaltbild des Leistungsteils der Asynchronmaschine nach Fig. 8.

Eine Gleichstrommaschine 10 treibt ein Hydraulikaggregat 12, das wahlweise als Motor bzw. Pumpe arbeitet. Im Pumpenbetrieb fördert die Pumpe 12 über ein Lasthalteventil 14 und einen Ventilblock 16 auf einen Hubzylinder 18. Der Hubzylinder 18 kann ein einziger Zylinder sein oder eine Mehrzahl von Hubzylindern repräsentieren, mit denen die beweglichen Mastschüsse und/oder das Lastaufnahmemittel angehoben und abgesenkt werden können (letzteres ist nicht dargestellt). Das Lasthalteventil 14 weist ein Rückschlagventil 20 auf. Ein Bypass zu dem Hydraulikaggregat 12 und einem Filter 22 enthält ein Rückschlagventil 24. Hydraulisches Medium befindet sich im Tank 26. Über ein Überdruckventil 28 ist ein weiterer Bypass zum Tank 26 gebildet, der ein weiteres Filter 30 enthält. Er ist außerdem mit einem Ventilblock 32 verbunden, der von einer Hydraulikpumpe 34 gespeist ist, die ihrerseits von einem Gleichstrommotor 36 angetrieben ist. Über den Ventilblock 32 wird eine Reihe von Nebenfunktionen 38 versorgt. Das Leistungsvermögen des Aggregats 34, 36 ist relativ klein im Verhältnis zu dem des Hydraulikaggregats 12 bzw. Gleichstrommaschine 10. Ein Überdruckventil 38 ist mit dem beschriebenen Bypass verbunden.

Der Ventilblock 16 ist so ausgebildet, daß er wahlweise das Lasthalteventil 14 mit dem Hubzylinder 18 oder mit einem Nebenverbraucher 40 verbindet.

Im Hebenbetrieb des Hubzylinders 18 treibt der fremderregte Gleichstrommotor 10 die Pumpe 12 an und fördert Fluid aus dem Tank 26 über das Filter 22 und das Kugelventil 20 und den Ventilblock 16 in den Hubzylinder 18. Nach Beendigung des Hubvorgangs stützt sich die Last auf dem Kugelventil 20 des Lasthalteventils 14 ab, so daß ein Durchsacken der Last verhindert wird.

Der über ein Schütz an Batteriespannung geschaltete Reihenschlußmotor 36 treibt die Pumpe 34 an, die das Fluid aus dem Tank 26 über den handgesteuerten Ventilblock 32 zu den Nebenfunktionen 38 fördert. Der Rückfluß erfolgt über den Filter 30 in den Tank 26. Die Funktion Heben und die Nebenfunktionen beeinflussen sich gegenseitig nicht.

Im Senkbetrieb wird das Lasthalteventil 14 elektrisch geschaltet und leitet den im Hubzylinder gespeicherten Lastdruck auf das Hydraulikaggregat

12, das als Motor in zur Hubfunktion entgegengesetzter Drehrichtung betrieben wird. Die fremderregte Gleichstrommaschine 10 arbeitet im Generatorbetrieb, wobei die Drehzahl direkt proportional zur Senkgeschwindigkeit ist, die Leckverluste im Hydraulikaggregat 12 einmal vernachlässigt. Im Senkzweig liegen außer dem Lasthalteventil 14, dem Umschaltventil 16 und den zu- und abführenden Schläuchen keine weiteren hydraulischen Bauelemente, die zu zusätzlichen Druckverlusten und damit zur Herabsetzung des Wirkungsgrades führen können. Weist das Hubgerüst einen Freihubzylinder und zwei Masthubzylinder auf, wird das Ölvolumen des Masthubzylinders beim Senkvorgang zuerst entleert. Dem Hubzylinder bzw. dem Mast ist ein Sensor 42 zugeordnet, durch den angezeigt ist, wenn beim Senkvorgang vom Masthub in den Freihub umgeschaltet wird.

Im Nebenbetrieb kann zum Beispiel ein Anbaugerät über 40 mit dem Druckmittelstrom der Pumpe 12 parallel zum Hubzylinder 18 versorgt werden. Die Aufteilung des Volumenstroms erfolgt über Ventil 16, das als Load-Sensing-Ventil ausgeführt werden kann.

Wird während des Senkbetriebs die Zusatzfunktion 40 angefordert, muß die Senkfunktion unterbrochen werden. Das Ventil 16 sperrt den Volumenstrom vom Hubzylinder 18. Die fremderregte Gleichstrommaschine 10, die während der Senkfunktion als Generator betrieben wurde, reversiert und treibt nun das Hydraulikaggregat 12 an, etwa mit konstanter Drehzahl. Das Hydraulikaggregat 12 liefert den für die Versorgung der Zusatzfunktion 40 notwendigen Volumenstrom.

Die Drehzahlregelung der fremderregten Gleichstrommaschine 10 der Vorrichtung nach Fig. 1 wird anhand der Figuren 2 bis 7 näher erläutert.

Fig. 7 zeigt einen Handhebel 44, der nach links und rechts verschwenkbar ist, wobei das Ausmaß der Verschwenkung mit -X bzw. +X angegeben ist. Er betätigt ein bei 46 angedeutetes Potentiometer, das in Abhängigkeit von der Auslenkung ein Signal P erzeugt. Das Signal P ist in Fig. 4 angegeben. Die auslenkungsabhängigen Signale in Fig. 4 unterscheiden sich nicht durch das Vorzeichen, daher ist dem Hebel 44 ein Paar Mikroschalter (nicht gezeigt) zugeordnet, welche das Vorzeichen des Signals P vorgeben. Dies ist durch die Signale S1 und S2 in Fig. 5 bzw. Fig. 6 angedeutet. Ein Drehzahlsollwertgeber 44 errechnet aus den Signalen P, S1 und S2 einen Drehzahlsollwert n_{Soll} , wobei der Absolutwert von P den Absolutwert von n_{Soll} bestimmt und die Signale S1 bzw. S2 das entsprechende Vorzeichen. Falls vom Geber 42 ein Signal erhalten wird, wird der Drehzahlsollwert entsprechend modifiziert, um eine konstante Senkgeschwindigkeit beizubehalten. (Hierauf wird weiter unten noch näher eingegangen). Ein mit der

Gleichstrommaschine 10 verbundener Drehzahlsensor 46a liefert einen Drehzahlwert n_{Ist} auf einen Sollwertvergleich 48, und die Regelabweichung wird auf einen Drehzahlregler 50 gegeben. Er bildet einen Sollwert für den Ankerstrom I_{ASoll} , der in einem Sollwertvergleich 52 mit dem Ankerstromwert I_{Aist} verglichen wird. Die Regelabweichung gelangt auf einen Ankerstromregler 56 und von dort auf einen mit 58 angedeuteten Stellwertgeber.

In einer Wertetabelle 60 sind Beziehungen zwischen Drehzahl und Ankerstrom gespeichert. In einer entsprechenden Rechenstufe 62 wird aus den Daten der Tabelle 60 der Sollwert für die Feldwicklung I_{FSoll} errechnet. Wesentlich ist dabei, daß zur Berechnung der Ankerstromsollwert I_{ASoll} herangezogen wird. Der Sollwert I_{FSoll} wird in einem Ist-sollwert-Vergleich 64 mit dem Feldstromwert verglichen, wobei die Regelabweichung auf einen Feldstromregler 66 gegeben wird, der ein entsprechendes Stellsignal im Stellwertgeber 68 erzeugt. Die Regler 56, 66 sind als digitale Regler ausgebildet und erzeugen über nachgeschaltete Leistungsteile 58, 68 pulsweitenmodulierte Spannungen, über die die vorgegebenen Stromwerte I_{ASoll} und I_{FSoll} eingeregelt werden. Dadurch, daß als Eingangsgröße zur Errechnung des Feldstromsollwerts I_{FSoll} neben dem Drehzahlwert n_{Ist} der Ankerstromsollwert I_{ASoll} herangezogen wird, kann auch in einem Betriebsbereich gearbeitet werden, in dem eine höhere Ankerspannung als die Batteriespannung U_{Batt} notwendig wäre, um mit optimalem Wirkungsgrad generatorisch zu senken, wie noch beschrieben wird.

Wie aus Fig. 3 hervorgeht, liegt der Anker der fremderregten Gleichstrommaschine 10 über eine aus den Mosfets T1 und T2 bestehende Halbbrücke 50 an einer Batterie 52. Dioden 54, 56 liegen antiparallel zu den Mosfets T1 und T2. Die Feldwicklung 58 liegt im Diagonalzweig der Brückenschaltung 60 an den Klemmen der Batterie 52, wobei die Brückenschaltung aus den Mosfets T3 bis T6 besteht, zu denen Dioden 62 bis 68 antiparallel liegen.

Die Mosfets T1 und T2 werden zyklisch angesteuert, d.h. Mosfet T1 ist ausgeschaltet, wenn T2 eingeschaltet ist und umgekehrt. Die Größe des Stromflusses ergibt sich somit aus dem Tastverhältnis der Impulse für die Mosfets T1 und T2. Gleiches gilt für die Mosfets T3 bis T6, die über Kreuz geöffnet bzw. geschlossen werden. Mosfet T1 arbeitet im motorischen Hubbetrieb als sogenannter Tiefsetzsteller und Mosfet T2 im generatorischen Senkbetrieb als Hochsetzsteller.

Wird der Hebel 44 aus der Ruhelage in Richtung Senken so weit ausgelenkt, daß die Anforderung der Senkfunktion über das Signal S2 erzeugt wird, andererseits das Signal P noch einen Drehzahlsollwert von $n_{\text{Soll}} = 0$ meldet, bewirkt das Si-

gnal S2 ein Öffnen des Lasthalteventils 14, wodurch Hydraulikvolumen durch das Hydraulikaggregat 12 strömt und die Gleichstrommaschine 10 antreibt. Durch die auf diese Weise auftretende ständige Regelabweichung wird ein I_{ASoll} auf den Sollwertvergleich 52 gegeben, und der Ankerstromregler 56 sorgt dafür, daß der Anker über Mosfet T2 kurzgeschlossen ist. Außerdem wird die Feldwicklung 58 mit maximalem Feldstrom versorgt. Der sich nun einstellende Drehzahlwert ist so klein, daß die sich einstellende kleinstmögliche Senkgeschwindigkeit ausreicht, um ein feinfühliges Fahren des Hubzylinders 18 zu gewährleisten.

In diesem Betriebspunkt der Gleichstrommaschine 10 wird indessen keine Energie in die Batterie 52 zurückgespeist.

Wird indessen durch eine weitere Auslenkung des Ventilhebels ein Drehzahlsollwert $n_{\text{Soll}} > 0$ eingestellt, nimmt der Regler 56 die Pulsweite des Mosfets T2 von der 100%igen Ansteuerung zurück, bis sich die gewünschte Drehzahl n_{Soll} einstellt. Der Mosfet T2 arbeitet nun bei jeder Pulsweite $< 100\%$ im Hochsetzstellerbetrieb, und es wird Energie in die Batterie 52 zurückgespeist.

In Fig. 8 erzeugt ein Drehzahlsollwertgeber 44a aus den Signalen P, S1 und S2 einen Läuferfrequenzsollwert $f_{2\text{Soll}}$ für eine Drehstromasynchronmaschine 10a, die anstelle der fremderregten Gleichstrommaschine nach Fig. 1 in die dort gezeigte Schaltung eingesetzt werden kann. Das in den Sollwertgeber 44a eingespeiste Signal P entspricht dem Ausmaß der Auslenkung z.B. des Handhebels nach Fig. 7. Das Vorzeichen des Signals wird durch Mikroschalter (nicht gezeigt) angegeben, die dem Handhebel 44 zugeordnet sind. Das Vorzeichen wird mithin durch die Signale S1 und S2 bestimmt. Ein mit der Maschine 10a verbundener Drehzahlsensor 46a liefert einen Drehzahlwert n_{Ist} , der auf eine Rechenstufe 84 gegeben wird, die entsprechend der Polpaarzahl p der Maschine 10a den Istwert $f_{2\text{Ist}}$ der Läuferfrequenz errechnet. Der Frequenzwert wird auf den Sollwertvergleich 48a gegeben, und die Regeldifferenz gelangt auf einen Drehzahlregler 70.

Der Drehzahlregler 70 erzeugt einen Sollwert für den Wirkanteil i_{qsoll} des komplexen Stromraumzeigers i . Der Wirkanteil i_{qsoll} ist proportional zum Drehmoment der Asynchronmaschine 10a. Der Wert i_{dsoll} ist der Sollwert des Blindanteils des Stromraumzeigers i , der dem Magnetisierungsstrom der Asynchronmaschine proportional ist. Aus dem Sollwert des Wirkanteils i_{qsoll} des Stromraumzeigers i wird der Sollwert für die Schlupffrequenz f_{ssoll} bei 86 ermittelt. In 86 kann eine Tabelle abgelegt sein, welche die Beziehung herstellt zwischen dem Wirkstrom und der Schlupffrequenz. Es ist auch denkbar, in 86 ein Ersatzschaltbild der Asynchronmaschine abzulegen und mit dessen Hilfe

relativ genau die jeweilige Schlupffrequenz zu ermitteln.

Die ermittelte Schlupffrequenz f_{ssoll} wird bei 85 dem Läuferfrequenzistwert f_{2ist} hinzuaddiert. Daraus ergibt sich der Ständerfrequenzsollwert f_{1soll} , der einer Drehtransformation 74 zugeführt wird. Der sich aus i_{qsoll} , i_{dsoll} und f_{1soll} ergebende Stromraumzeiger i wird auf die Stranggrößen transformiert, und es ergeben sich die Sollwerte für die Strangströme i_{usoll} und i_{vsoll} . Die jeweiligen Regeldifferenzen, die sich durch Subtraktion der jeweiligen Stromistwerte i_{uist} und i_{vist} an den Additionsstellen 75 und 77 ergeben, werden auf die Stromregler 76 und 78 gegeben, die die Stellgrößen für die Strangspannungen U_{usoll} und U_{vsoll} ausgeben. Der Sollwert der dritten Strangspannung U_{wsoll} kann aus der Bedingung, daß die Summe aller drei Spannungen zu Null ergeben muß, an der Additionsstelle 79 errechnet werden.

Die drei Spannungsstellwerte werden nun in Pulsweitenmodulationssignale umgesetzt im Block 82, welche einen Leistungsteil 81 so ansteuern, daß sich die gewünschten Stromwerte in der Asynchronmaschine 10a ergeben.

Einzelheiten des Leistungsteils 81 gehen aus dem Blockschaltbild nach Fig. 9 hervor.

In Fig. 9 ist zu erkennen, daß jeweils ein Strang der Asynchronmaschine 10a an einem Verbindungspunkt eines Paares von in Serie geschalteten und an Batteriespannung U_{Batt} liegenden Mosfets liegt, die mit T1 bis T6 bezeichnet sind. Die Transistoren T1 bis T6 werden mit einer sinusbewerteten Pulsweite betrieben und paarweise antizyklisch angesteuert. Die Ansteuerung der drei Transistorpaare ist so gestaltet, daß die sinusbewerteten Pulsbreiten, mit denen die Transistorpaare gesteuert werden, in der Frequenz der Sinusbewertung um je 120° phasenverschoben auf die Transistorpaare gegeben werden. Bei dieser Ansteuerung wird in der Asynchronmaschine 10a ein umlaufendes Drehfeld erzeugt, das frequenz- und spannungsvariabel ist.

Aus dem Vergleich der Frequenzen f_{ssoll} und f_{2ist} ergibt sich aus dem Vorzeichen der Sollfrequenz f_{ssoll} , ob die Asynchronmaschine 10a im Motor- oder Generatorbetrieb arbeitet. Mithin erfolgt automatisch ohne weitere Vorkehrungen eine Rückspeisung in die Batterie nach Fig. 9, wenn die Asynchronmaschine 10a generatorisch betrieben wird.

Wird der Hebel 44 in Fig. 7 aus der Ruhelage in Richtung Senken so weit ausgelenkt, daß die Anforderung der Senkfunktion über das Signal S_2 erzeugt wird, andererseits das Signal P noch einen Läuferfrequenzsollwert $f_2 = \text{Null}$ meldet, bewirkt das Signal S_2 ein Öffnen des Lasthalteventils 14 (Fig. 1), wodurch Hydraulikmedium durch das Hydraulikaggregat strömt und dieses die Asynchron-

maschine 10a antreibt. Der Regler regelt nun auf die untere Regelgrenze, die kleinste mögliche Ständerfeldfrequenz, die ungefähr bei 0,2 Hz liegt, ein. Durch den Schlupf in der Asynchronmaschine 10a ergibt sich eine ständige Regelabweichung. Der sich einstellende Drehzahlwert ist so klein, daß die sich einstellende kleinstmögliche Senkgeschwindigkeit ausreicht, um ein feinfühliges Fahren des Hubzylinders 18 (Fig. 1) zu gewährleisten.

Patentansprüche

1. Hydraulische Hubvorrichtung für batteriegetriebene Flurförderzeuge, mit mindestens einem hydraulischen Hubzylinder, mit einem im Lasthebebetrieb als Pumpe arbeitenden, den Hubzylinder mit Druckmittel beschickenden und im Lastsenkbetrieb als Motor arbeitenden, von dem vom Hubzylinder verdrängten Druckmittel angetriebenen Hydraulikaggregat, einer mit dem Hydraulikaggregat gekuppelten, im Lasthebebetrieb als Elektromotor und im Lastsenkbetrieb als Generator arbeitenden Gleichstrommaschine, einer im Lastsenkbetrieb von der Gleichstrommaschine gespeisten Nutzbremsschaltung, einer Ventilanordnung im Druckmittelweg zwischen dem Hubzylinder und dem Hydraulikaggregat, einer die Ventilanordnung steuernden Steuervorrichtung, die eine die Drehzahl der Gleichstrommaschine beeinflussenden Drehzahlregeleinrichtung umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilanordnung als Lasthalteventil ausgebildet ist, die Gleichstrommaschine (10) fremderregt ist, eine separate Feldstromregeleinrichtung (66, 68) vorgesehen ist mit einem Sollwertgeber (62), der aus vorgegebenen Beziehungen von Drehzahl (n_{ist}) und Ankerstrom (I_{ASoll}) den Sollwert für den Feldstrom (I_{FSoll}) ermittelt, der Feldwicklung (58) und dem Anker von der Regeleinrichtung stellbare Leistungsschalter (T1 bis T6) zugeordnet sind, deren Anordnung und Ansteuerung die Größe und die Richtung des Stroms durch Anker und Feldwicklung vorgeben und die Steuervorrichtung einen Richtungsgeber für Heben und Senken aufweist, dessen Signale auch das Lasthalteventil (14) steuern.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehzahlsollwertgeber für die Drehzahlregeleinrichtung ein Potentiometer (46) ist, dessen Stellglied (44) Richtungssignale (S_1 , S_2) erzeugende Mikroschalter zugeordnet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Feldstromsollwertge-

ber (62) den Sollwert für den Feldstrom (I_{FSoll}) aus dem Ankerstromsollwert (I_{ASoll}) und der Ist-drehzahl n_{Ist} ermittelt.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Anker über eine Halbbrücke (50) aus Mosfets (T1, T2) an die Batterie (52) angeschlossen ist, wobei den Mosfets (T1, T2) Dioden (54, 56) antiparallel geschaltet sind und die Mosfets (T1, T2) zyklisch angesteuert werden. 5
10
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Feldwicklung (58) im Diagonalzweig einer aus vier Mosfets (T3 bis T6) bestehenden Brückenschaltung geschaltet ist, wobei den Mosfets (T3 bis T6) Dioden (62 bis 68) antiparallel liegen und paarweise zyklisch angesteuert werden. 15
20
6. Hydraulische Hubvorrichtung für batteriebetriebene Flurförderzeuge, mit mindestens einem hydraulischen Hubzylinder, mit einem im Lasthebebetrieb als Pumpe arbeitenden, den Hubzylinder mit Druckmittel beschickenden und im Lastsenkbetrieb als Motor arbeitenden, von dem vom Hubzylinder verdrängten Druckmittel angetriebenen Hydraulikaggregat, einer mit dem Hydraulikaggregat gekuppelten, im Lasthebebetrieb als Motor und im Lastsenkbetrieb als Generator arbeitenden elektrischen Maschine, einer im Lastsenkbetrieb von der Maschine gespeisten Nutzubremsschaltung, einer Ventilanordnung im Druckmittelweg zwischen dem Hubzylinder und dem Hydraulikaggregat, einer die Ventilanordnung steuernden Steuervorrichtung, die eine die Drehzahl der Maschine beeinflussende Drehzahlregeleinrichtung umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilanordnung als Lasthalteventil ausgebildet ist, die Maschine (10) eine über einen Frequenzumrichter betriebene Drehstromasynchronmaschine (10a) mit einer Drehzahlregeleinrichtung zur Regelung der Ständerfrequenz in Abhängigkeit von der aus dem Drehzahlwert und dem vorgegebenen Drehzahlsollwert ermittelten Regelabweichung und die Steuervorrichtung einen Richtungsgeber (44) für Heben und Senken aufweist, dessen Signale auch das Lasthalteventil steuern. 25
30
35
40
45
50
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, für einen Hubmast, mit mindestens einem verfahrbaren Mastteil, dessen Lastaufnahmemittel am verfahrbaren Mastteil höhenverstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sensor (42) am Hubmast vorgesehen ist, der feststellt, ob ein Senkvorgang des verfahrbaren 55

Mastteils (Masthub) oder des Lastaufnahmemittels (Freihub) erfolgt und dessen Signale auf den Drehzahlsollwertgeber (44) gegeben wird zur Modifizierung des Drehzahlsollwertsignals (n_{Soll}).

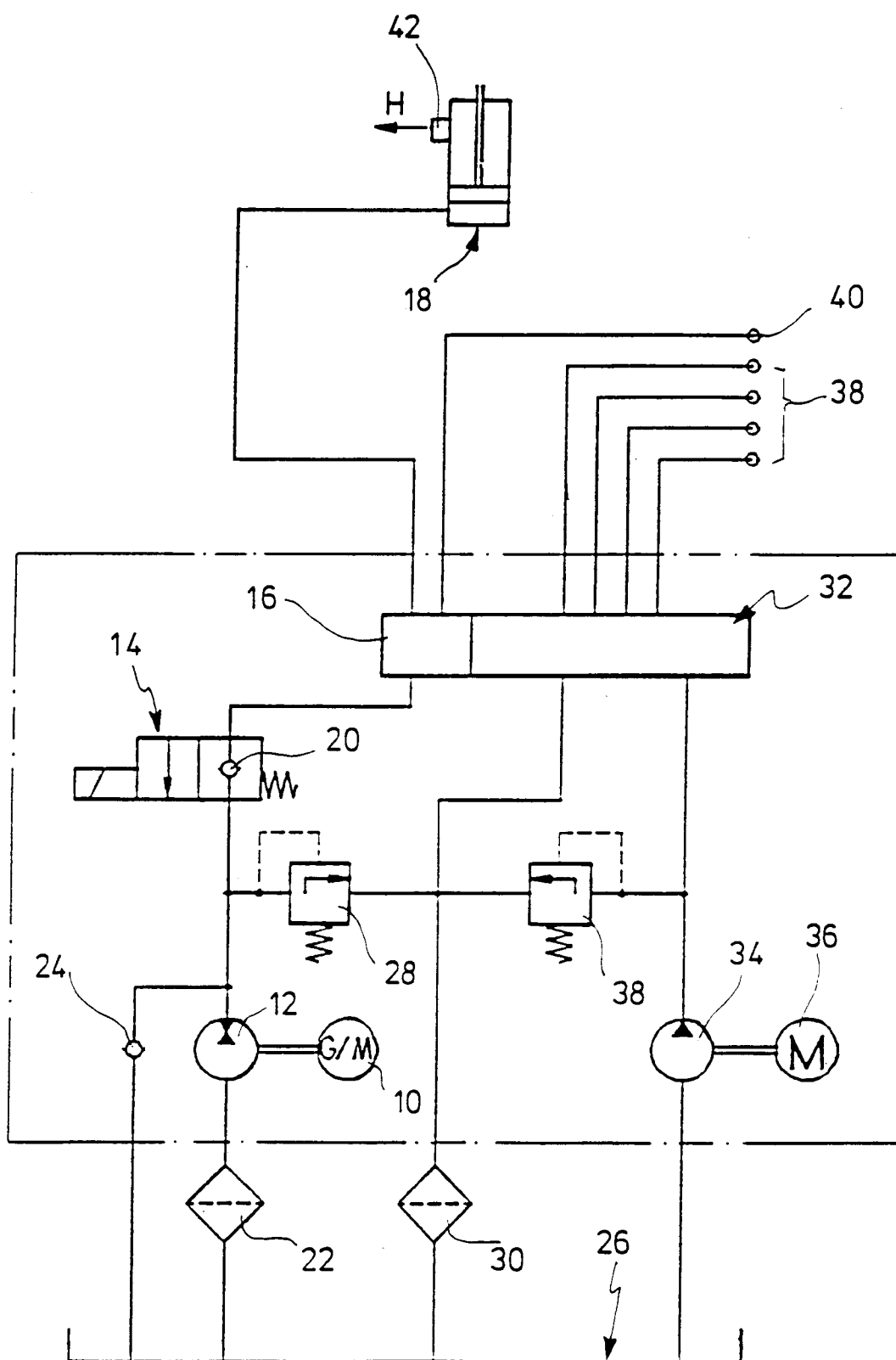
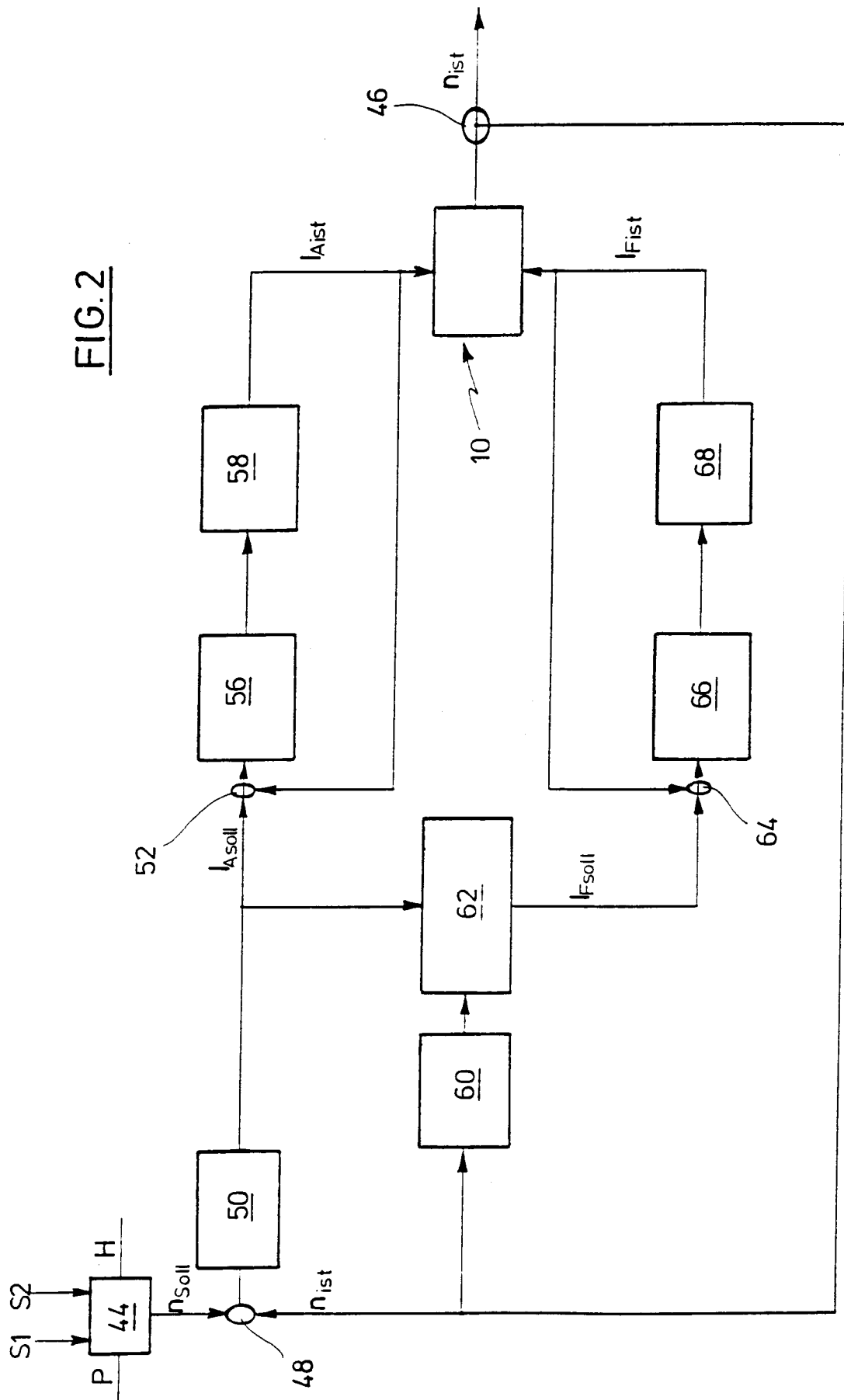


FIG.1



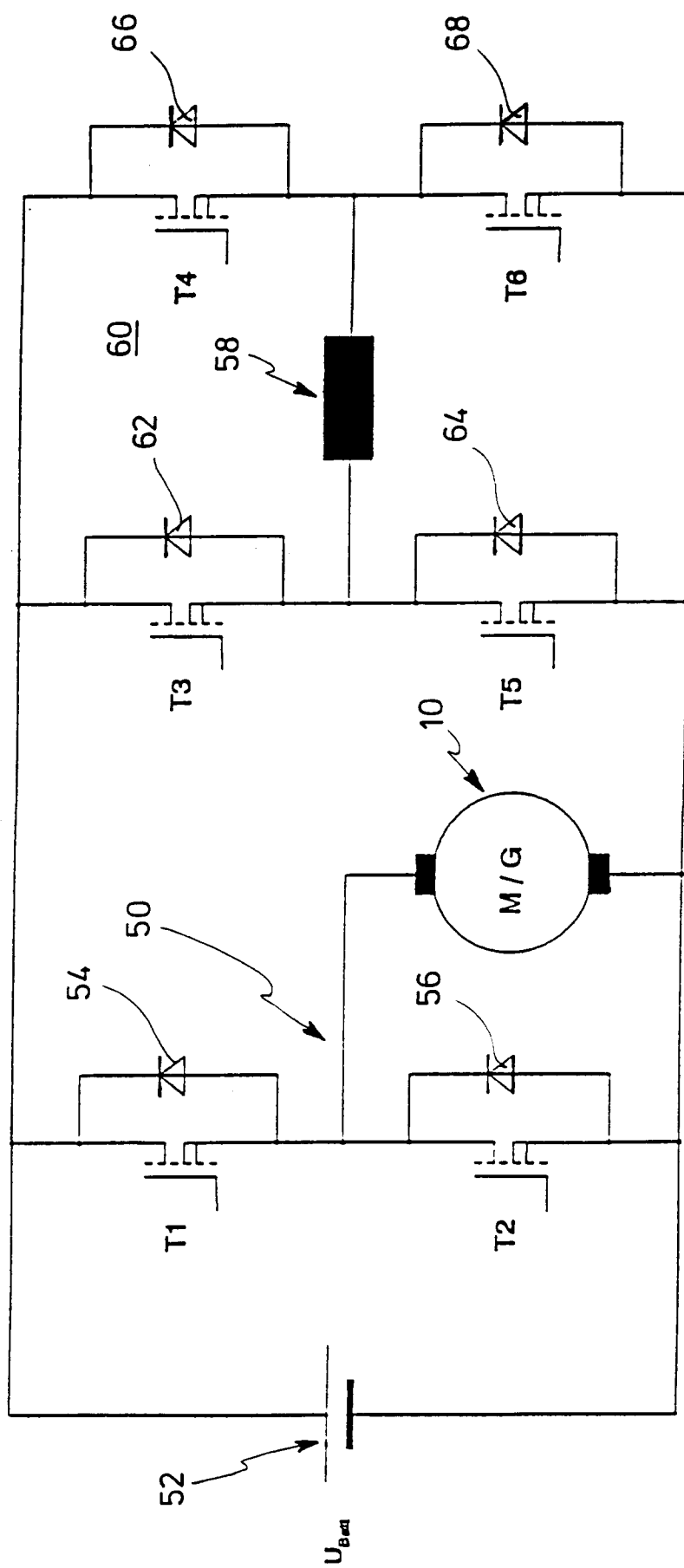
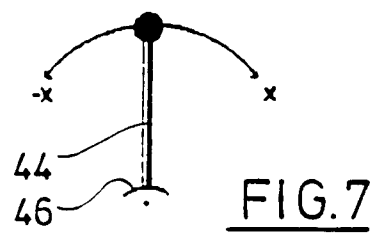
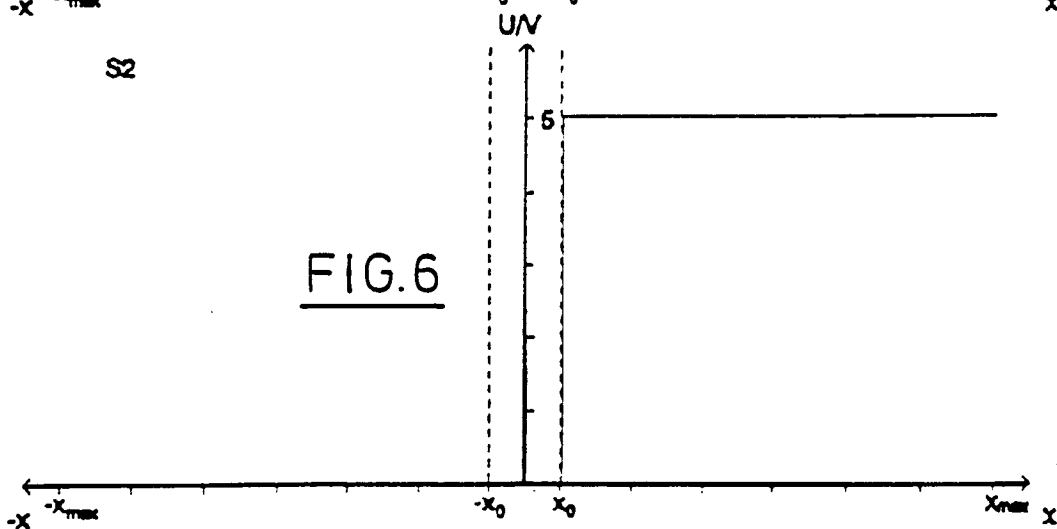
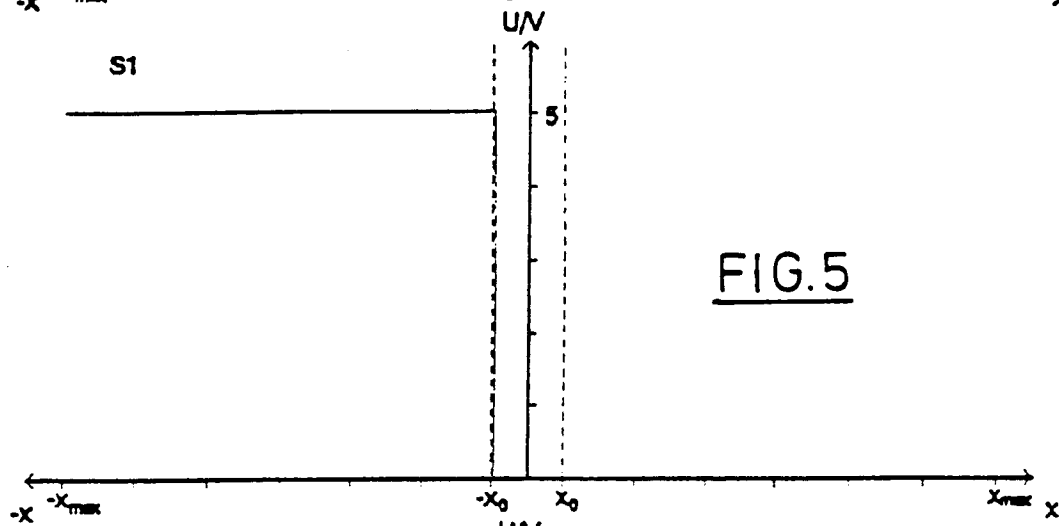
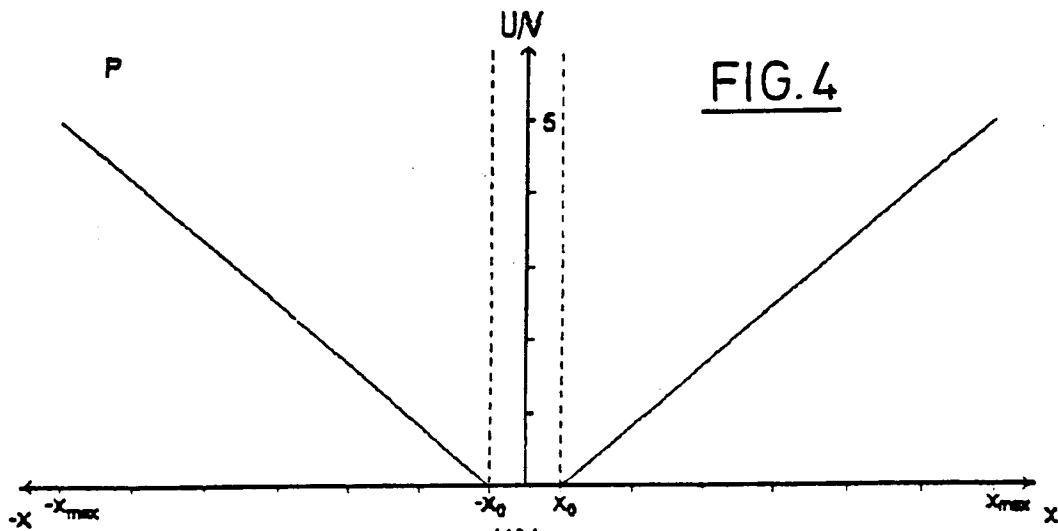
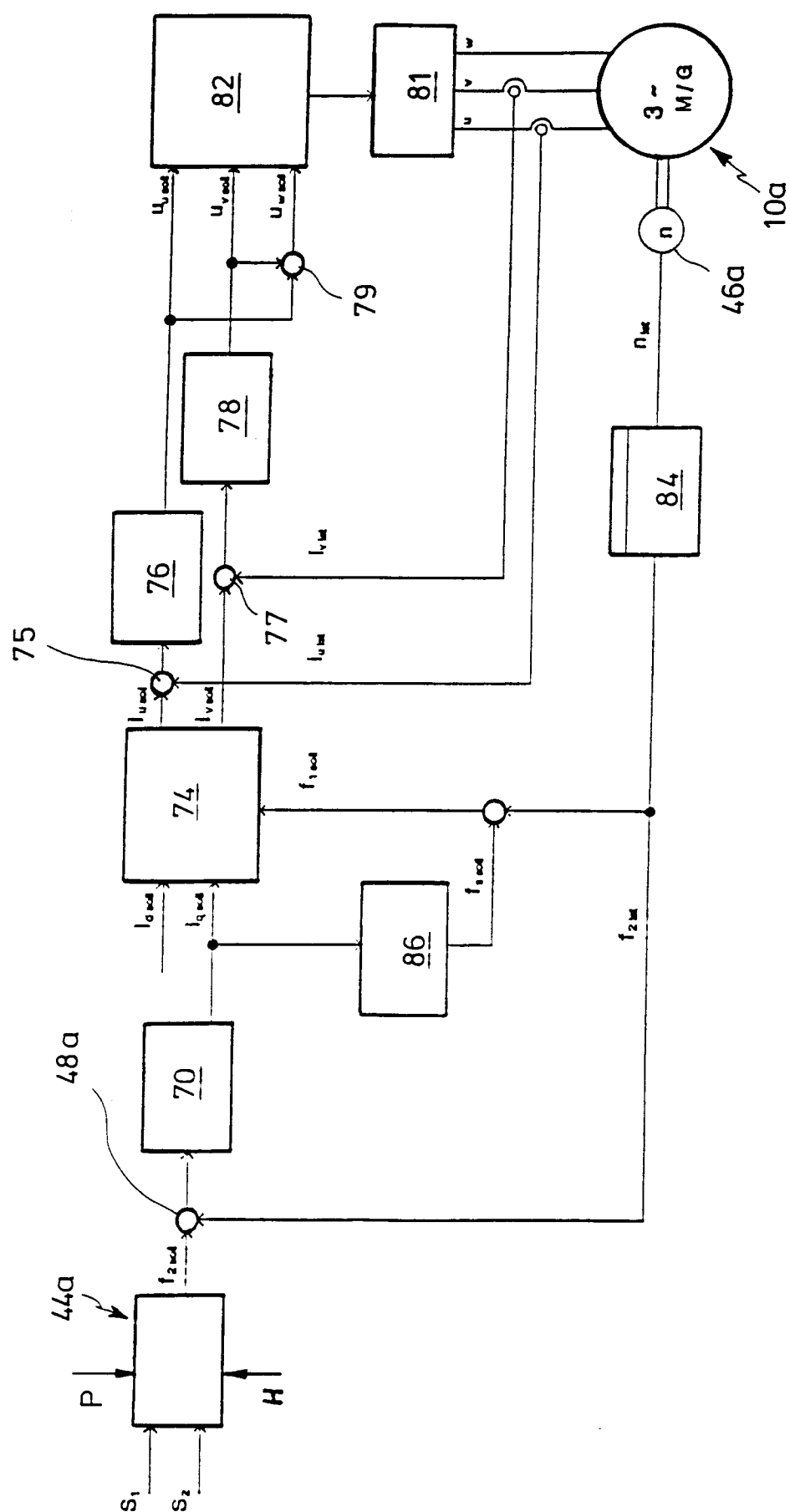


FIG.3





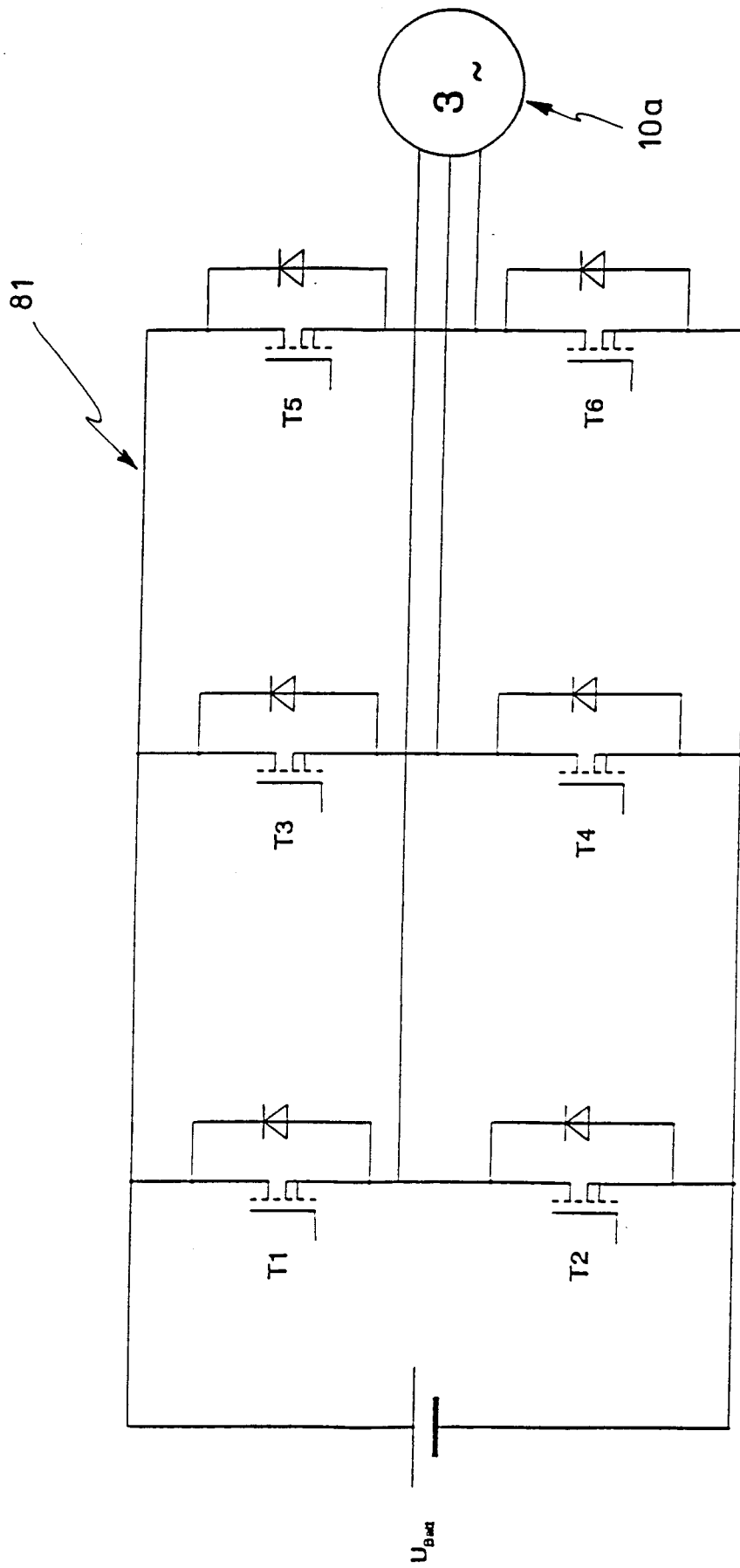


FIG. 9



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 3149

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
Y	EP-A-0 230 884 (STEINBOCK G.M.B.H.) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Seite 4, Zeile 15 - Zeile 22 * * Seite 4, Zeile 35 - Seite 5, Zeile 35 * * Seite 6, Zeile 1 - Zeile 2 * ---	1	B66F9/24 H02P3/14 H02P3/18
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 154 (E-325) 28. Juni 1985 & JP-A-60 032 586 (TOSHIBA K.K.) 19. Februar 1985 * Zusammenfassung * * Abbildung * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 402 (E-673) 25. Oktober 1988 & JP-A-63 140 689 (NIPPON YUSOKI CO. LTD.) 13. Juni 1988 * Zusammenfassung * * Abbildung * ---	1	
P,A	WO-A-93 19949 (SOLARIA RESEARCH ENTERPRISES LTD.) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 * * Seite 8, Zeile 4 - Seite 9, Zeile 9 * * Seite 11, Zeile 3 - Zeile 18 * ---	1,4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5) B66F H02P
A	GB-A-1 576 435 (SHINKO ELECTRIC CO. LTD.) * Seite 3, Zeile 52 - Zeile 54 * * Seite 3, Zeile 73 - Zeile 76 * * Abbildung 2 * ---	1	
A	US-A-3 488 521 (SMITH) * Abbildungen * ---	6	
		-/--	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	8. September 1994	Guthmuller, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 10 3149

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
P,A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 555 (M-1492) 6. Oktober 1993 & JP-A-05 155 551 (MITSUBISHI ELECTRIC. CORP.) 22. Juni 1993 * Zusammenfassung * * Abbildung * ---	6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 12, no. 447 (E-685) 24. November 1988 & JP-A-63 174 591 (FUJITEC CO. LTD.) 19. Juli 1988 * Zusammenfassung * * Abbildung * ---	6	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no. 108 (E-495) 4. April 1987 & JP-A-61 254 086 (MITSUBISHI ELECTRIC. CORP.) 11. November 1986 * Zusammenfassung * * Abbildung * ---	6	
A	US-A-3 675 099 (JOHNSTON) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Spalte 4, Zeile 49 - Zeile 65 * -----	6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
Recherchenart DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 8. September 1994	Prüfer Guthmuller, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	