

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 906 239 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

02.11.2000 Patentblatt 2000/44

(21) Anmeldenummer: **98916956.0**

(22) Anmeldetag: **16.03.1998**

(51) Int Cl.7: **B65H 54/28**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP98/01504

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 98/42606 (01.10.1998 Gazette 1998/39)

(54) **VERFAHREN ZUM STEuern EINER CHANGIEREINRICHTUNG**

METHOD FOR CONTROLLING A CROSSWINDING DEVICE

PROCEDE DE COMMANDE D'UN DISPOSITIF D'ENSOUPLAGE CROISE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI

(30) Priorität: **20.03.1997 DE 19711546**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.04.1999 Patentblatt 1999/14

(73) Patentinhaber: **BARMAG AG**
D-42862 Remscheid (DE)

(72) Erfinder: **BAADER, Uwe**
D-42111 Wuppertal (DE)

(74) Vertreter: **Kahlhöfer, Hermann, Dipl.-Phys.**
Patent- und Rechtsanwälte
Bardehle, Pagenberg, Dost, Altenburg,
Geissler, Isenbruck
Uerdinger Str. 5
40474 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 453 622 DE-U- 8 915 275
DE-U- 29 616 651

- **DATABASE WPI Section EI, Week 7533 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class V06, AN 75-J3126W XP002075582 & NL 7 502 709 A (VDO SCHINDLING AG ADOLF)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 106 (E-726), 14. März 1989 & JP 63 277495 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 15. November 1988**

EP 0 906 239 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

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer mittels eines Schrittmotors angetriebenen Changiereinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Changiereinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

[0002] Ein derartiges Verfahren sowie eine derartige Vorrichtung ist aus der EP 0 453 622 bekannt. Hierbei wird ein Changierfadenführer einer Changiereinrichtung zum Verlegen eines Fadens durch einen Schrittmotor angetrieben. Um den Fadenführer innerhalb eines Changierhubes hin und her zu führen, wird direkt die Bewegung des Rotors des Schrittmotors an den Fadenführer übertragen. Die Übertragung erfolgt hierbei über einen Riemetrieb.

[0003] Bei der Changierung eines Fadens kommt es sehr darauf an, daß die Umkehrpunkte des Changierfadenführers an den Enden des Changierhubes immer an gleicher Stelle liegen. Desweiteren ist erforderlich, daß der Changierfadenführer an den Enden des Changierhubes in sehr kurzer Zeit aus einer Führungsgeschwindigkeit verzögert und wieder auf eine Führungsgeschwindigkeit beschleunigt wird.

[0004] Um diesen Anforderungen zu genügen, wird der Schrittmotor in den Hubumkehrbereichen mit einem höheren Nenn-Strom betrieben. Dadurch ist der Schrittmotor in der Lage, ein höheres Drehmoment zu erzeugen. Eine derartige Stromerhöhung führt in Verbindung mit einer zur Erzeugung der hohen Beschleunigung und Verzögerung erforderlichen Schrittfrequenz zu einem Überspringen des Rotors im Schrittmotor, was sich direkt auf die Changierfadenführer überträgt. Hierdurch gerät zudem der Rotor aus seiner Schrittfolge. Eine Stromerhöhung erfordert einen entsprechend leistungsstarken Schrittmotor. Die Drehmomenterhöhung bei einem größeren Motor hat in der Regel jedoch ein höheres Trägheitsmoment zur Folge, was zur Erreichung der hohen Beschleunigungs- und Bremszeiten nachteilig ist.

[0005] Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Steuern einer mittels eines Schrittmotors angetriebenen Changiereinrichtung sowie eine Vorrichtung zu schaffen, bei der der Changierfadenführer im Umkehrbereich bei optimaler Auslastung des Schrittmotors geführt wird. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, den Changierfadenführer im Hubumkehrbereich möglichst schwingungsfrei anzutreiben.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Changiereinrichtung gemäß den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst.

[0007] Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß direkt die im Schrittmotor erzeugten Feldgrößen zur Steuerung der Changiereinrichtung verwendet werden. Da das Verfahren an dem Ständerfluß des Schrittmotors orientiert ist, wird eine hochdynamische Regelung des Antriebes erreicht.

[0008] Das Prinzip des Schrittmotors basiert darauf,

daß ein als Permanentmagnet ausgeführter Rotor sich innerhalb eines Ständers mit mehreren Wicklungen dreht. Um den Rotor zu bewegen, werden die versetzt zueinander angeordneten Wicklungen nach einer Zeitfolge mit Strom beaufschlagt. Dabei werden magnetische Felder erzeugt, die in Verbindung mit dem magnetischen Feld des Rotors die Bewegung des Rotors ermöglichen. Der Ständer wird aus einer Vielzahl von Wicklungen gebildet, die als Polpaare die Schrittweite des Schrittmotors bestimmen. Das Drehmoment des Schrittmotors wird dabei durch den magnetischen Fluß im Ständer (Ständerfluß) und dem magnetischen Fluß im Rotor (Rotorfluß) bestimmt. Da der Rotor als Permanentmagnet ausgeführt ist, wird sich der Rotorfluß nicht verändern, so daß das Drehmoment des Schrittmotors im wesentlichen durch die Ständerflußamplitude und den Winkel zum Rotorfluß beeinflusst wird. Das erfindungsgemäße Verfahren nutzt nun diese Abhängigkeit, um die Bewegung des Rotors und damit des Changierfadenführers zu steuern. Zur Steuerung des Ständerflusses wird eine durch eine Flußsteuereinrichtung erzeugte Ständerspannung vorgegeben. Somit wird die Bewegung des Rotors durch wechselnde magnetische Erregungen mit jeweils vorgegebenem magnetischen Ständerfluß in den Wicklungen des Ständers gesteuert.

[0009] Dem Schrittmotor werden somit keine Ströme vorgegeben. Der Laststrom wird sich in Abhängigkeit von dem Betriebspunkt des Schrittmotors selbsttätig einstellen.

[0010] Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß das vom Schrittmotor erzeugte Drehmoment geregelt wird. Ein Drehmomentenregler führt hierzu einen Ist-Soll-Vergleich zwischen einem Ist-Drehmoment und einem vorgegebenen Soll-Drehmoment durch. Bei Abweichung wird ein entsprechender Drehmomentkorrekturwert erzeugt, der zur Steuerung des Schrittmotors in die Ständerspannung umgewandelt wird. Damit läßt sich in der Changiereinrichtung jeweils ein zur Führung des Changierfadenführers in jeder Stellung des Changierfadenführers ausreichendes Drehmoment sowie Beschleunigung erzeugen. Durch die aus der Drehmomentregelung erzeugten Ständerspannung läßt sich die Phasenlage, d.h. die Winkelgeschwindigkeit, des Rotors regeln.

[0011] Der besondere Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Drehmomentenregelung liegt darin, daß in jeder Stellung des Rotors ein bestimmtes Drehmoment zugeordnet werden kann. Somit wird eine optimale Auslastung des Schrittmotors erreicht.

[0012] Das auf den Rotor wirkende Drehmoment ist im wesentlichen abhängig von der Lage des Rotors, dem Rotorfluß und dem Ständerfluß. Da der Rotor einen konstanten Rotorfluß aufweist, läßt sich gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung das Ist-Drehmoment allein aus den elektrischen Parametern Ständerstrom und Ständerfluß berechnen. Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten, den momentanen Ist-Ständerfluß des Schrittmotors zu ermitteln.

[0013] Die erste Möglichkeit besteht darin, daß die Rotorposition geberlos ermittelt wird. Hierbei werden die Ständerspannung und der Ständerstrom laufend gemessen und in einer Rechenschaltung derart verknüpft, daß sich ein von der Rotorlage abhängiger Ständerfluß ergibt. Mit dem Ständerfluß und dem Ständerstrom kann nun das Ist-Drehmoment bestimmt werden, so daß das ermittelte Ist-Drehmoment mit einem Soll-Drehmoment verglichen werden kann. Das Soll-Drehmoment ergibt sich aus dem Bewegungsgesetz des Changierfadenführers und ist in Abhängigkeit von den jeweiligen Wickelgesetzen bekannt. Hierbei läßt sich das Drehmoment aus der Lage und der Geschwindigkeit des Changierfadenführers für jede Stellung des Rotors vorher bestimmen und wird dem Drehmomentregler vorgegeben.

[0014] Bei einer besonders vorteilhaften Variante des Verfahrens wird die Winkellage des Rotors mittels eines Sensors erfaßt und in die Regelung des Schrittmotors mit einbezogen. Bringt man diese Lagesignale in Phasengleichgewicht mit dem Rotor, so verfügt man über ein normiertes Rotorflußsignal. Diese normierten Rotorflußsignale lassen sich vorteilhaft in entsprechende Ständerflußsignale überführen. Damit ist der Ständerfluß bekannt.

[0015] Bei einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens wird laufend der Ist-Ständerfluß ermittelt und einem Flußregler zum Ist-Soll-Vergleich aufgegeben. Durch eine derartige Regelung lassen sich vorteilhaft Störeinflüsse unmittelbar ausregeln. Dem Schrittmotor kann ein Soll-Ständerfluß-Profil vorgegeben werden, das exakt die Bewegung des Changierfadenführers wiedergibt.

[0016] Da die Phasenlage des Ständerflusses im wesentlichen den Anstieg des Drehmomentes beeinflusst, jedoch die Amplitude des Ständerflusses den Absolutwert des Drehmomentes bestimmt, wird eine optimale Auslastung des Schrittmotors erreicht, wenn neben der Drehmomentregelung auch eine Flußregelung erfolgt.

[0017] Die von den Reglern erzeugten Ständerspannungen lassen sich dabei direkt vorteilhaft auf einen Pulsweitenmodulator zur Ansteuerung eines Umrichters aufgeben. Damit können alle üblichen Wicklungsarten wie wilde Wicklung, Präzisionswicklung usw. sowie Changierhubveränderungen mit der Changiereinrichtung durchgeführt werden.

[0018] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen definiert.

[0019] Weitere Vorteile und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens werden anhand eines Ausführungsbeispiels unter Hinweis auf die beigegeführten Zeichnungen näher beschrieben.

[0020] Es stellen dar:

- Fig. 1 schematisch eine erfindungsgemäße Changiereinrichtung;
- Fig. 2 schematisch einen Schrittmotor mit zwei Ständerwicklungen;
- Fig. 3 den schematischen Aufbau einer Flußsteuer-

einrichtung;

Fig. 4 ein Ersatzschaltbild eines Schrittmotors;

Fig. 5 den Ständerfluß und Rotorfluß im ständerfesten Koordinatensystem;

5 Fig. 6 ein Blockschaltbild der Flußsteuereinrichtung.

[0021] In Fig. 1 ist schematisch eine Changiereinrichtung gezeigt. Hierbei wird der Changierfadenführer 8 mittels eines Schrittmotors 4 innerhalb eines Changierhubes hin- und herbewegt. Die Übertragung der Bewegung vom Schrittmotor 4 zum Fadenführer 8 erfolgt über einen Riemen 7. Der Riemen 7 umschlingt die Riemenscheiben 6, 9 und 11. Der Changierfadenführer 8 ist fest mit dem endlosen Riemen 7 verbunden und wird an dem Riemen 7 zwischen den Riemenscheiben 11 und 9 hin- und hergeführt. Die Riemenscheibe 11 ist drehbar an einer Achse 12 gelagert, die Riemenscheibe 9 ist drehbar an der Achse 10 gelagert. Die Riemenscheibe 6 ist an einer Rotorwelle 5 befestigt, die mittels eines Rotors des Schrittmotors 4 mit wechselndem Drehsinn angetrieben wird. Der Schrittmotor 4 wird über eine Steuereinheit 22 angesteuert. Hierzu weist die Steuereinheit 22 einen Umrichter 2 und eine Flußsteuereinrichtung 1 auf. Die Flußsteuereinrichtung 1 ist mit einer Steuerleitung 23 und einer Signalleitung 24 mit dem Umrichter 2 verbunden. Die Flußsteuereinrichtung 1 ist mit einem Sensor 3 verbunden, der die Lage des Rotors bzw. der Rotorwelle 5 sensiert. Die Flußsteuereinrichtung besitzt zudem einen Eingang zur Übertragung von Sollvorgaben für die Changierung.

[0022] Parallel zu dem zwischen der Riemenscheibe 9 und 11 gespannten Riemen 7 ist eine Spulspindel 15 unterhalb des Riemetriebes angeordnet, auf der eine Hülse 14 befestigt ist. Auf der Hülse 14 wird eine Spule 13 gewickelt. Hierzu wird ein Faden vom Changierfadenführer 8 entlang der Spulenoberfläche hin- und herverlegt. Hierbei ist jede Stellung des Changierfadenführers 8 einer bestimmten Winkellage des Rotors im Schrittmotor zugeordnet. Somit können über die Flußsteuereinrichtung 1 dem Schrittmotor 4 zu jeder Changierfadenführerposition die erforderlichen Feldgrößen zur Beeinflussung des Rotors vorgegeben werden.

[0023] Die Funktionsweise des Schrittmotors läßt sich anhand der in Fig. 2 gezeigten schematischen Abbildung wie folgt beschreiben. Der Schrittmotor 4 besitzt zumindest zwei um 90° versetzt zueinander angeordnete Wicklungen 16 und 17. Die Wicklungen 16 und 17 werden über einen Umrichter 2 nach einer vorgegebenen Zeitfolge wechselweise angesteuert. Dabei baut sich jeweils in den Wicklungen ein magnetisches Feld mit einem magnetischen Fluß Ψ_S auf. In Wicklungen fließt ein Laststrom (Ständerstrom) i_S . Nun wird sich ein in der Mitte der Wicklungen gelagerter Rotor (hier nicht gezeigt) mit seinem Permanentmagnetfeld bewegen. Zur Lageerfassung des Rotors ist ein Sensor 3 an dem Schrittmotor angebracht. Der Sensor 3 ist so ausgelegt,

daß die Schrittzahl des Sensors durch die Polpaarzahl des Schrittmotors ganzzahlig teilbar ist. Damit kann sein Signal sowohl für eine Lageregelung des Rotors als auch für die Ständerflußbestimmung benutzt werden. Besonders einfache Verhältnisse ergeben sich dann, wenn ein Zahnrad verwendet wird, dessen Zähnezahl identisch mit der Polpaarzahl des Motors ist. Mittels zweier Feldplatten, die diesbezüglich der Zahnteilung einen Versatz von 90° aufweisen, erhält man ein Sinussignal und ein Cosinussignal. Bringt man diese Signale in Phasengleichgewicht mit dem Rotor, so erhält man normiertes Rotorflußsignal.

[0024] Der momentane Ständerstrom i_S und das Sensorsignal ϕ werden dann - wie in Fig. 3 gezeigt - einem Wandler 18 der Flußsteuerung aufgegeben. Die Flußsteuereinrichtung ist schematisch in Fig. 3 dargestellt. Hierbei sind Vektorgrößen durch einen Pfeil gekennzeichnet.

[0025] Der Wandler 18 ermittelt aus dem Ständerstrom und dem Sensorsignal ϕ einen Istwert des Ständerflusses Ψ_S . Der Istwert des Ständerflusses wird sodann einem Flußregler 20 und gleichzeitig einem Drehmomentenregler 19 zugeführt. In dem Flußregler 20 erfolgt direkt am Reglereingang ein Vergleich zwischen einem vorgegebenen Sollwert des Ständerflusses mit momentanen Istwert des Ständerflusses. Im Fall einer Abweichung, wird der Flußregler 20 ein Spannungssignal erzeugen, welches einem Pulsweitenmodulator 21 aufgegeben wird, der mit dem Umrichter 2 verbunden ist. Parallel zur Flußreglung erfolgt in dem Drehmomentenregler 19 ein Vergleich zwischen einem vorgegebenen Sollwert des Drehmomentes sowie dem Istwert des Drehmomentes des Schrittmotors. Das Ist-Drehmoment wird hierbei aus den aufgegebenen Größen des Ständerstroms i_S und des Ständerflusses Ψ_S ermittelt. Der Drehmomentenregler 19 erzeugt bei Abweichung ebenfalls ein Spannungssignal, das dem Pulsweitenmodulator 21 zugeführt wird. Die Ständerspannung u_S setzt sich hierbei aus einer Drehmoment bildenden Komponente u_M und einer Fluß bildenden Komponente u_Ψ zusammen, auf dessen Zusammenhang später noch genauer eingegangen wird.

[0026] Zur Beschreibung des Schrittmotors wird weiterhin das in Fig. 4 gezeigte Ersatzschaltbild und das in Fig. 5 gezeigte Zeigerdiagramm verwendet. Die Maschinengrößen werden als Raumzeiger in einem ständerfesten Koordinatensystem verstanden, wobei die α -Achse des Koordinatensystems mit der Wicklungsachse der Maschine zusammenfällt und die β -Achse zur α -Achse orthogonal ist. Das Drehmoment eines zweiphasigen Schrittmotors läßt sich dann nach folgender Gleichung berechnen:

$$M = p \cdot 1/L \cdot |\Psi_S| \cdot |\Psi_R| \cdot \sin \delta.$$

Hierbei ist p die Polpaarzahl des Schrittmotors und δ der Winkel zwischen dem Ständer- und Rotorflußraumzei-

ger. Der Ständerfluß Ψ_S kann direkt aus der Ständerspannung u_S aus folgender Gleichung ermittelt werden:

$$\Psi_S = \int (u_S - i_S \cdot R) \cdot dt$$

[0027] Demgegenüber kann der Rotorfluß wegen der Permanenterregung nicht in seiner Amplitude beeinflusst werden. Seine Lage ist nur von der Stellung des Rotors abhängig. Um die Maschine möglichst gut ausnutzen zu können, sollte die Spitze des Ständerflußraumzeigers auf einer Kreisbahn geführt werden. Dies kann dadurch erreicht werden, daß ein Spannungsraumzeiger u_M auf die Wicklung geschaltet wird, dessen Richtung orthogonal zur Ständerflußrichtung liegt. Da der Ständerfluß Ψ_S im wesentlichen ein Integral der Ständerspannung ist, versetzt ein solcher Spannungsraumzeiger den Ständerflußraumzeiger Ψ_S in Rotation. Dieser Spannungsraumzeiger allein kann aber nur die Winkelgeschwindigkeit ω , nicht aber die Amplitude des Ständerflusses beeinflussen. Es wird deshalb ein weiterer Spannungsraumzeiger u_Ψ benötigt der in Richtung des Ständerflußraumzeigers Ψ_S zeigt. Die Ständerspannung u_S ergibt sich damit als Summe aus beiden Komponenten u_M und u_Ψ .

[0028] Bei idealem Leerlauf der Maschine $M=0$ müssen Ψ_S und Ψ_R deckungsgleich umlaufen. Soll nun das Drehmoment schnell wachsen, so muß der Spannungsraumzeiger u_M stark vergrößert werden. Hierdurch vergrößert sich sofort die Winkelgeschwindigkeit ω_S des Ständerflußraumzeigers, während der Rotorflußraumzeiger aufgrund seiner festen Bindung an die Rotorlage zunächst noch mit seiner alten langsameren Winkelgeschwindigkeit umläuft. Mit der Differenzwinkelgeschwindigkeit vergrößert sich jetzt der Winkel δ zwischen Ständer- und Rotorflußraumzeiger und damit auch das Drehmoment. Ist der gewünschte Drehmoment-Sollwert erreicht, muß die Spannungsamplitude von u_M wieder auf einen niedrigeren Wert verringert werden. Gleichzeitig muß u_Ψ verstellt werden, da sich die Komponente des Spannungsabfalls ($i_S \cdot R$) am Ständerwiderstand R entgegen der Richtung von Ψ_S aufgrund des Laststromanstieges vergrößert hat. Damit kann der Ständerfluß im Schrittmotor in seiner Amplitude und in seiner Phasenlage durch die Ständerspannung u_S bestimmt bzw. gesteuert werden. Das Ausgangssignal der Ständerspannung kann nach entsprechender Normierung direkt als Eingangssignal eines Pulsbreitenmodulators genutzt werden. Dabei ist zu beachten, daß der Spannungsraumzeiger nur noch in den Zeitabschnitten beeinflusst werden kann, in denen der Umrichter überhaupt noch taktet.

[0029] Ist die Ständerflußbestimmung mit einer Lageregelung gekoppelt, so läßt sich der Ständerfluß Ψ_S aus folgender Gleichung berechnen:

$$\Psi_S = \Psi_R + i_S \cdot L$$

[0030] Mit Hilfe der - wie in Fig. 2 gezeigt - ermittelten Sinus- und Cosinus-Rotorsignale und einem konstanten Rotorfluß-Nennwert ergeben sich bezogen auf das Ständerkoordinatensystem folgende Ständerflüsse:

$$\Psi_{S,\alpha} = \Psi_0 \cdot \cos \varphi + i_{S,\alpha} \cdot L$$

$$\Psi_{S,\beta} = \Psi_0 \cdot \sin \varphi + i_{S,\beta} \cdot L$$

[0031] Diese Istwerte des Ständerflusses können nun einem Flußregler oder einem Drehmomentregler aufgegeben werden.

[0032] In Fig. 6 ist ein Blockschaltbild einer kombinierten Regelung eines Ständerflusses und des Drehmoments gezeigt. Hierbei wird zunächst aus den Ist-Ständerflüssen und den Ständerströmen ein Ist-Drehmoment wie folgt berechnet:

$$M = p(\Psi_{S,\alpha} \cdot i_{S,\beta} - \Psi_{S,\beta} \cdot i_{S,\alpha})$$

[0033] Der bestimmte Istwert des Drehmomentes wird einem Drehmomentregler zugeführt, der einen Ist-Soll-Vergleich durchführt. Bei Feststellung einer Abweichung wird ein Drehmomenten-Korrekturwert k_M erzeugt. Aus der Beziehung $u_M = jk_M \cdot \Psi_S$ wird der Korrekturwert in eine Ständerspannung umgewandelt und einem Pulsweitenmodulator zur Ansteuerung des Umrichters aufgegeben. Parallel zur Drehmomentregelung wird gleichzeitig eine Flußregelung durchgeführt. Hierbei wird der Ständerfluß nach der Normierung mit einem Sollständerfluß-Reglereingang verglichen. Bei Abweichung wird der Flußregler einen Fluß-Korrekturwert k_Ψ erzeugen. Über die Beziehung $u_\Psi = jk_\Psi \cdot \Psi_S$ ergibt sich ein Spannungswert, der ebenfalls dem Pulsweitenmodulator aufgegeben wird.

[0034] Mittels dieser Regelung gelingt es, bei dem Schrittmotor häufig auftretende Schwingungen bei schnellen Reversiervorgängen durch die direkte Kontrolle des Motormoments zu beseitigen, so daß der Changierfadenführer in den Endbereichen des Changierhubes sicher und schwingungsfrei geführt wird. Hierdurch kann der Motor weit besser ausgenutzt werden als dies in dem meist nur gesteuerten Betrieb möglich ist.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0035]

- 1 Flußsteuerung
- 2 Umrichter
- 3 Sensor
- 4 Schrittmotor
- 5 Rotorwelle
- 6 Riemenscheibe

- 7 Riemen
- 8 Changierfadenführer
- 9 Riemenscheibe
- 10 Achse
- 5 11 Riemenscheibe
- 12 Achse
- 13 Spule
- 14 Hülse
- 15 Spulspindel
- 10 16 Wicklung
- 17 Wicklung
- 18 Wandler
- 19 Drehmomentregler
- 20 Flußregler
- 15 21 Pulsweitenmodulator
- 22 Steuereinheit
- 23 Steuerleitung
- 24 Signalleitung

20

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Changiereinrichtung, bei welchem ein Changierfadenführer (8) der Changiereinrichtung durch einen steuerbaren Schrittmotor (4) oszillierend innerhalb eines Changierhubes angetrieben wird und bei welchem der Changierfadenführer (8) in seiner Position und seiner Geschwindigkeit durch einen Rotor des Schrittmotors (4), bestimmt ist, wobei der Rotor sich innerhalb eines Ständers des Schrittmotors (4) mit mehreren Wicklungen bewegt, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ständerspannung (u_S) mittels einer Flußsteuereinrichtung laufend erzeugt und dem Schrittmotor (4) aufgegeben wird, so daß die Bewegung des Rotors durch einen durch die Ständerspannung (u_S) bestimmten Ständerfluß (Ψ_S) gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein auf den Rotor wirkendes Ist-Drehmoment (M_{ist}) laufend ermittelt wird, daß das Ist-Drehmoment (M_{ist}) einem Drehmomentenregler aufgegeben wird, daß der Drehmomentenregler nach einem Ist-Soll-Vergleich zwischen dem Ist-Drehmoment (M_{ist}) und einem vorgegebenen Soll-Drehmoment (M_{soll}) einen Drehmomentkorrekturwert (k_M) erzeugt und daß der Drehmomentenkorrekturwert (k_M) in die Ständerspannung (u_M) umgewandelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ist-Drehmoment (M_{ist}) bei einem konstanten Rotorfluß (Ψ_R) aus einem laufend gemessenen

Ständerstrom (i_S) und einem Ist-Ständerfluß (Ψ_S) berechnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Ist-Ständerfluß (Ψ_S) aus einer Ständerspannung (u_S) und dem Ständerstrom (i_S) mittels einer Rechenschaltung ermittelt wird. 5
5. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Ist-Ständerfluß (Ψ_S) aus der Winkellage (φ) des Rotors und dem Ständerstrom (i_S) bestimmt wird, wobei die Winkellage (φ) des Rotors durch einen Lagesensor gemessen wird und daß aus dem Sensorsignal, dem Rotorfluß (Ψ_R) und dem Ständerstrom (i_S) der Ist-Ständerfluß (Ψ_S) berechnet wird. 10 15
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Soll-Drehmoment (M_{soll}) aus der Lage und der Geschwindigkeit des Changierfadenführers innerhalb des Changierhubes bestimmt wird. 20
7. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Ist-Ständerfluß (Ψ_S) einem Flußregler aufgegeben wird, daß der Flußregler nach einem Ist-Soll-Vergleich zwischen dem Ist-Ständerfluß (Ψ_S) und einem Soll-Ständerfluß (Ψ_{soll}) einen Flußkorrekturwert (k_Ψ) erzeugt und daß der Flußkorrekturwert (k_Ψ) in die Ständerspannung (u_Ψ) zur Steuerung des Schrittmotors gewandelt wird. 25 30
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Ist-Ständerfluß (Ψ_S) dem Flußregler aufgegeben wird, daß der Flußregler nach einem Ist-Soll-Vergleich zwischen dem Ist-Ständerfluß (Ψ_S) und einem Soll-Ständerfluß (Ψ_{soll}) einen Flußkorrekturwert (k_Ψ) zur Steuerung des Schrittmotors erzeugt und daß der Flußkorrekturwert (k_Ψ) und der Drehmomentenkorrekturwert (k_M) in eine Ständerspannung (u_S) gewandelt wird. 35 40 45
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Ständerspannung einem Pulsweitenmodulator aufgegeben wird. 50
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Regler jeweils einen proportionalen und einen integralen Anteil aufweisen. 55
11. Changiereinrichtung zum Verlegen eines Fadens mit einem innerhalb eines Changierhubes hin- und herbewegten Changierfadenführers (8), mit einem

den Changierfadenführer (8) antreibenden Schrittmotor (4) und mit einer mit dem Schrittmotor (4) verbundenen Steuereinheit (22), welche den Schrittmotor (4) derart steuert, daß die Position und die Geschwindigkeit des Changierfadenführers (4) durch einen Rotor (5) des Schrittmotors (4) bestimmt ist,

dadurch gekennzeichnet, daß
die Steuereinheit (22) eine Flußsteuereinrichtung (1) und einen Umrichter (2) aufweist, daß die Flußsteuereinrichtung (1) mit dem Umrichter (2) verbunden ist und daß die Flußsteuereinrichtung (1) eine Ständerspannung erzeugen und die Ständerspannung dem Umrichter (2) zur Steuerung des Schrittmotors (4) aufgeben kann.

12. Changiereinrichtung nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Flußsteuereinrichtung (1) einen Drehmomentenregler (19) und/oder einen Flußregler (20) aufweist, deren Ausgangssignale mittels eines Pulsweitenmodulator (21) dem Umrichter (2) aufgegeben werden.

13. Changiereinrichtung nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Flußsteuereinrichtung (1) mit einem am Schrittmotor (4) angeordneten Lagesensor (3) verbunden ist, welcher die Winkellage des Rotors (5) erfaßt.

Claims

1. Method for controlling a traversing device in which a traversing thread guide (8) of the traversing device is driven to and fro within a traversing stroke by a controllable stepping motor (4) and in which the position and the speed of the traversing thread guide (8) is determined by a rotor of the stepping motor (4), the rotor moving within a stator of the stepping motor with several windings, characterized in that
a stator voltage u_S is continuously generated by means of a flux control device and supplied to the stepping motor (4), so that the movement of the rotor is controlled by stator flux ψ_S which is determined by the stator voltage u_S .
2. Method according to Claim 1,
characterized in that

an actual torque (M_{actual}) acting on the rotor is continuously determined,
that the actual torque (M_{actual}) is supplied to a torque regulator,
that, following an actual/required-value comparison between the actual torque (M_{actual}) and a predefined required torque (M_{required}), the

torque regulator generates a torque correction value (k_M) and that the torque correction value (k_M) is converted into the stator voltage (u_M).

3. Method according to Claim 2, characterized in that the actual torque (M_{actual}) is calculated, for a constant rotor flux (ψ_R), from a continuously measured stator current (i_S) and an actual stator flux (ψ_S). 5
4. Method according to Claim 3, characterized in that the actual stator flux (ψ_S) is determined from a stator voltage (u_S) and the stator current (i_S) by means of a computing circuit. 10
5. Method according to Claim 3, characterized in that the actual stator flux (ψ_S) is determined from the angular position (φ) of the rotor and the stator current (i_S), the angular position (φ) of the rotor being measured by a position sensor, and that the actual stator flux (i_S) is calculated from the sensor signal, the rotor flux (ψ_R) and the stator current (i_S). 15
6. Method according to any one of Claims 2 to 5, characterized in that the required torque (M_{required}) is determined from the position and the speed of the traversing thread guide within the traversing stroke. 20
7. Method according to Claim 1, characterized in that the actual stator flux (ψ_S) is supplied to a flux regulator, that, following an actual/required-value comparison between the actual stator flux (ψ_S) and a required stator flux (ψ_{required}), the flux regulator generates a flux correction value (k_ψ) and that the flux correction value (k_ψ) is converted into the stator voltage (u_ψ) for the purpose of controlling the stepping motor. 25
8. Method according to any one of Claims 1 to 7, characterized in that the actual stator flux (ψ_S) is supplied to the flux regulator, that, following an actual/required-value comparison between the actual stator flux (ψ_S) and a required stator flux (ψ_{required}), the flux regulator generates a flux correction value (k_ψ) for the purpose of controlling the stepping motor and that the flux correction value (k_ψ) and the torque correction value (k_M) are converted into a stator voltage (u_S). 30
9. Method according to any one of Claims 1 to 8, characterized in that the stator voltage is supplied to a pulse-width modulator. 35

10. Method according to any one of Claims 1 to 9, characterized in that the regulators each comprise a proportional and an integral portion.

11. Traversing device for laying a thread by means of a traversing thread guide (8) moved to an fro within a traversing stroke, with a stepping motor (4) which drives the traversing thread guide (8) and with a control unit (22) which is connected to the stepping motor (4) and controls the stepping motor (4) in such a way that the position and the speed of the traversing thread guide (4) is determined by a rotor (5) of the stepping motor (4), characterized in that the control unit (22) has a flux control device (1) and a converter (2), that the flux control device (1) is connected to the converter (2) and that the flux control device (1) generates a stator voltage and supplies the stator voltage to the converter (2) for the purpose of controlling the stepping motor (4).

12. Traversing device according to Claim 11, characterized in that the flux control device (1) comprises a torque regulator (19) and/or a flux regulator (20) whose output signals are supplied to the converter (2) by means of a pulse-width modulator (21).

13. Traversing device according to either of Claims 11 or 12, characterized in that the flux control device (1) is connected to a position sensor (3), disposed on the stepping motor (4), which detects the angular position of the rotor (5).

Revendications

1. Procédé de commande d'un dispositif d'ensouplage croisé, dans lequel un guide-fil va-et-vient (8) du dispositif d'ensouplage croisé est entraîné oscillant à l'intérieur d'une course d'ensouplage par un moteur pas à pas (4) commandable et dans lequel le guide-fil va-et-vient (8) a sa position et sa vitesse déterminées par un rotor du moteur pas à pas (4), le rotor se déplaçant à l'intérieur d'un stator du moteur pas à pas (4) avec plusieurs enroulements, caractérisé en ce qu'on produit en continu une tension statorique (u_S) au moyen d'un dispositif de commande de flux et on la fournit au moteur pas à pas (4) de telle sorte que le mouvement du rotor est commandé par un flux statorique (Ψ_S) déterminé par la tension statorique (u_S). 40
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on détermine en continu un couple réel (M_{ist}) agissant sur le rotor, 45

- en ce qu'on fournit le couple réel (M_{ist}) à un régulateur de couple,
 en ce que le régulateur de couple produit une valeur de correction de couple (k_M) après une comparaison valeur réelle - valeur de consigne entre le couple réel (M_{ist}) et un couple de consigne prescrit (M_{soll}) et en ce qu'on transforme la valeur de correction de couple (k_M) en une tension statorique (u_M).
3. Procédé selon la revendication 2,
 caractérisé en ce qu'on calcule le couple réel (M_{ist}) pour un flux rotorique constant (Ψ_R) à partir d'un courant statorique (i_S) mesuré en continu et à partir d'un flux statorique réel (Ψ_S).
4. Procédé selon la revendication 3,
 caractérisé en ce qu'on détermine le flux statorique réel (Ψ_S) à partir d'une tension statorique (u_S) et à partir du courant statorique (i_S) au moyen d'un circuit de calcul.
5. Procédé selon la revendication 3,
 caractérisé en ce qu'on détermine le flux statorique réel (Ψ_S) à partir de la position angulaire (φ) du rotor et à partir du courant statorique (i_S), la position angulaire (φ) du rotor étant mesurée par un capteur de position, et en ce qu'on calcule le flux statorique réel (Ψ_S) à partir du signal de capteur, à partir du flux rotorique (Ψ_R) et à partir du courant statorique (i_S).
6. Procédé selon l'une des revendications 2 à 5,
 caractérisé en ce qu'on détermine le couple de consigne (M_{soll}) à partir de la position et de la vitesse du guide-fil va-et-vient à l'intérieur de la course d'ensouplage.
7. Procédé selon la revendication 1,
 caractérisé en ce qu'on fournit le flux statorique réel (Ψ_S) à un régulateur de flux, en ce que le régulateur de flux produit une valeur de correction de flux (k_Ψ) après une comparaison valeur réelle - valeur de consigne entre le flux statorique réel (Ψ_S) et un flux statorique de consigne (Ψ_{soll}) et en ce qu'on transforme la valeur de correction de flux (k_Ψ) en une tension statorique (u_Ψ) pour la commande du moteur pas à pas.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7,
 caractérisé en ce qu'on fournit le flux statorique réel (Ψ_S) au régulateur de flux, en ce que le régulateur de flux produit pour la commande du moteur pas à pas une valeur de correction de flux. (k_Ψ) après une comparaison valeur réelle - valeur de consigne entre le flux statorique réel (Ψ_S) et un flux statorique de consigne (Ψ_{soll}) et en ce qu'on transforme la valeur de correction de flux (k_Ψ) et la valeur
- de correction de couple (k_M) en une tension statorique (u_S).
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8,
 caractérisé en ce qu'on fournit la tension statorique à un modulateur de largeur d'impulsion.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9,
 caractérisé en ce que les régulateurs comportent chacun une composante proportionnelle et une composante intégrale.
11. Dispositif d'ensouplage croisé pour le déplacement d'un fil, comportant un guide-fil va-et-vient (8) se déplaçant en va-et-vient à l'intérieur d'une course d'ensouplage, un moteur pas à pas (4) entraînant le guide-fil va-et-vient (8) et une unité de commande (22) qui est reliée au moteur pas à pas (4) et qui commande le moteur pas à pas (4) de telle sorte que la position et la vitesse du guide-fil va-et-vient (4) sont déterminées par un rotor (5) du moteur pas à pas (4),
 caractérisé en ce que l'unité de commande (22) comporte un dispositif de commande de flux (1) et un convertisseur (2), en ce que le dispositif de commande de flux (1) est relié au convertisseur (2) et en ce que le dispositif de commande de flux (1) peut produire une tension statorique et peut fournir la tension statorique au convertisseur (2) pour la commande du moteur pas à pas (4).
12. Dispositif d'ensouplage croisé selon la revendication 11,
 caractérisé en ce que le dispositif de commande de flux (1) comporte un régulateur de couple (19) et/ou un régulateur de flux (20) dont les signaux de sortie sont fournis au convertisseur (2) au moyen d'un modulateur de largeur d'impulsion (21).
13. Dispositif d'ensouplage croisé selon la revendication 11 ou 12,
 caractérisé en ce que le dispositif de commande de flux (1) est relié à un capteur de position (3) qui est agencé sur le moteur pas à pas (4) et qui détecte la position angulaire du rotor (5).

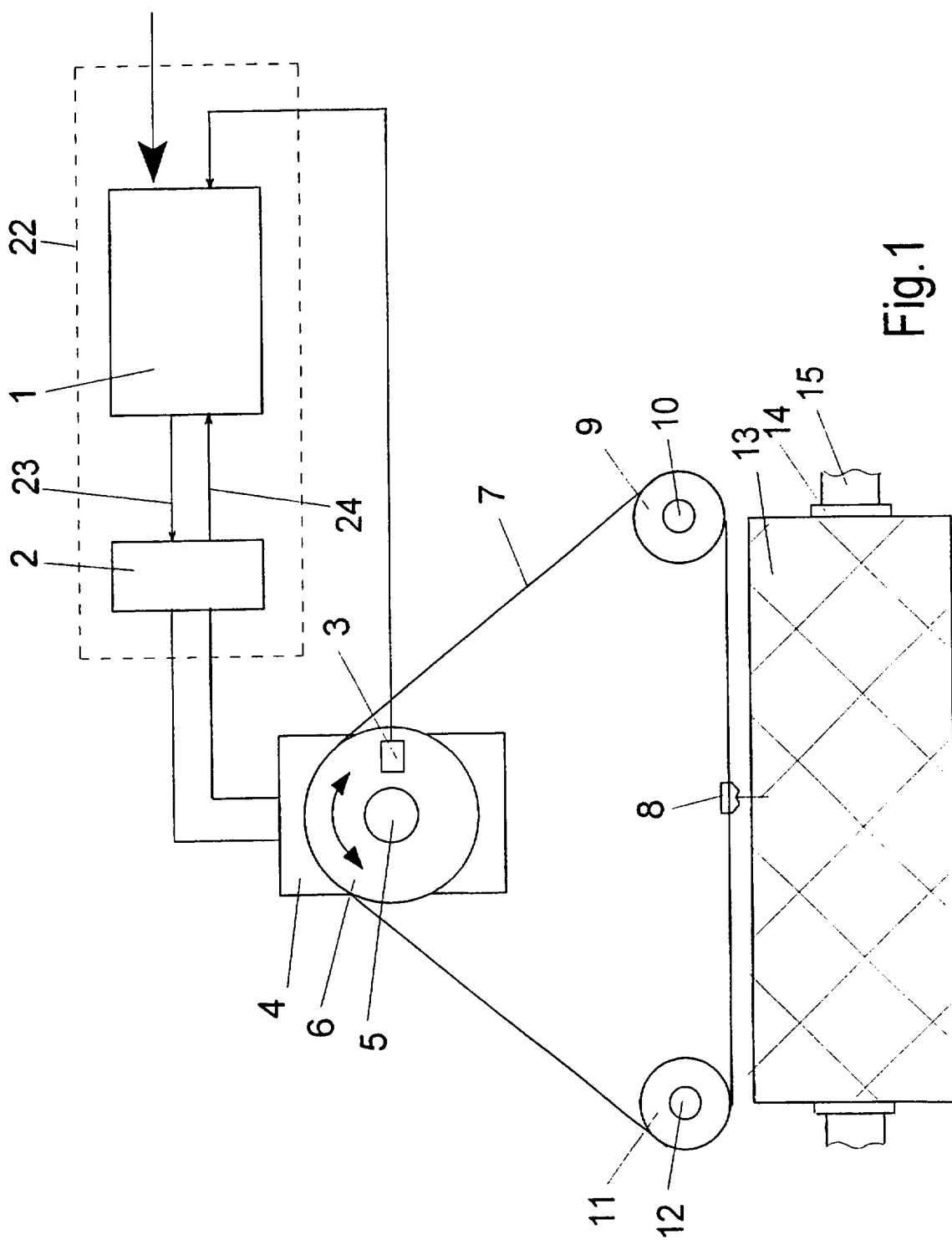


Fig.1

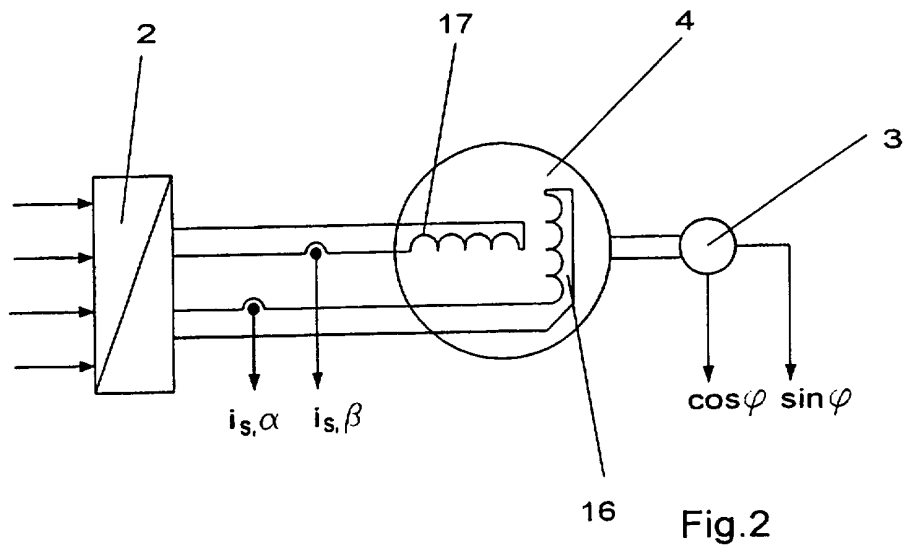


Fig.2

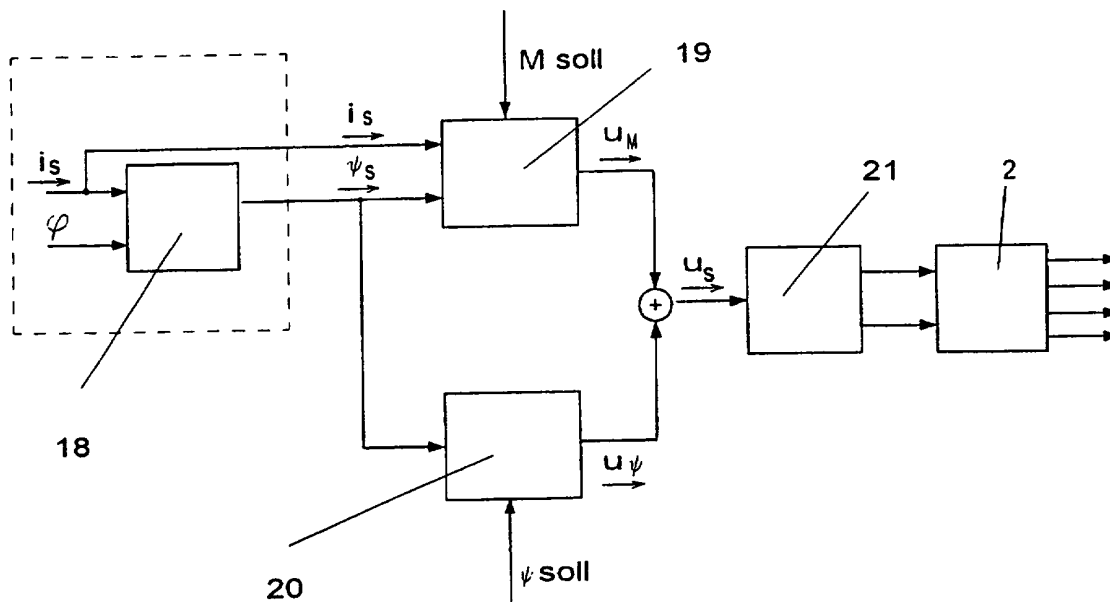


Fig.3

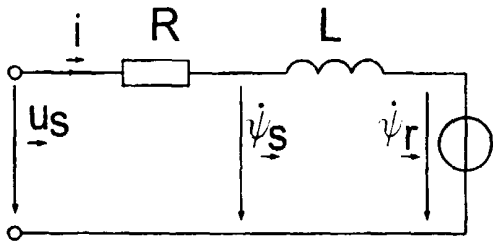


Fig.4

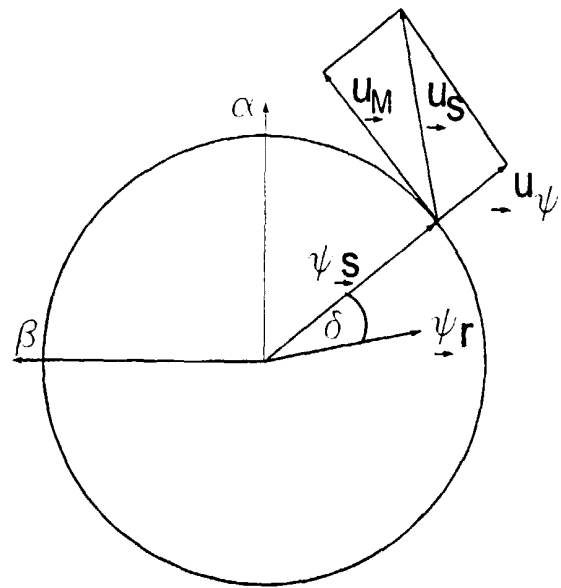


Fig.5

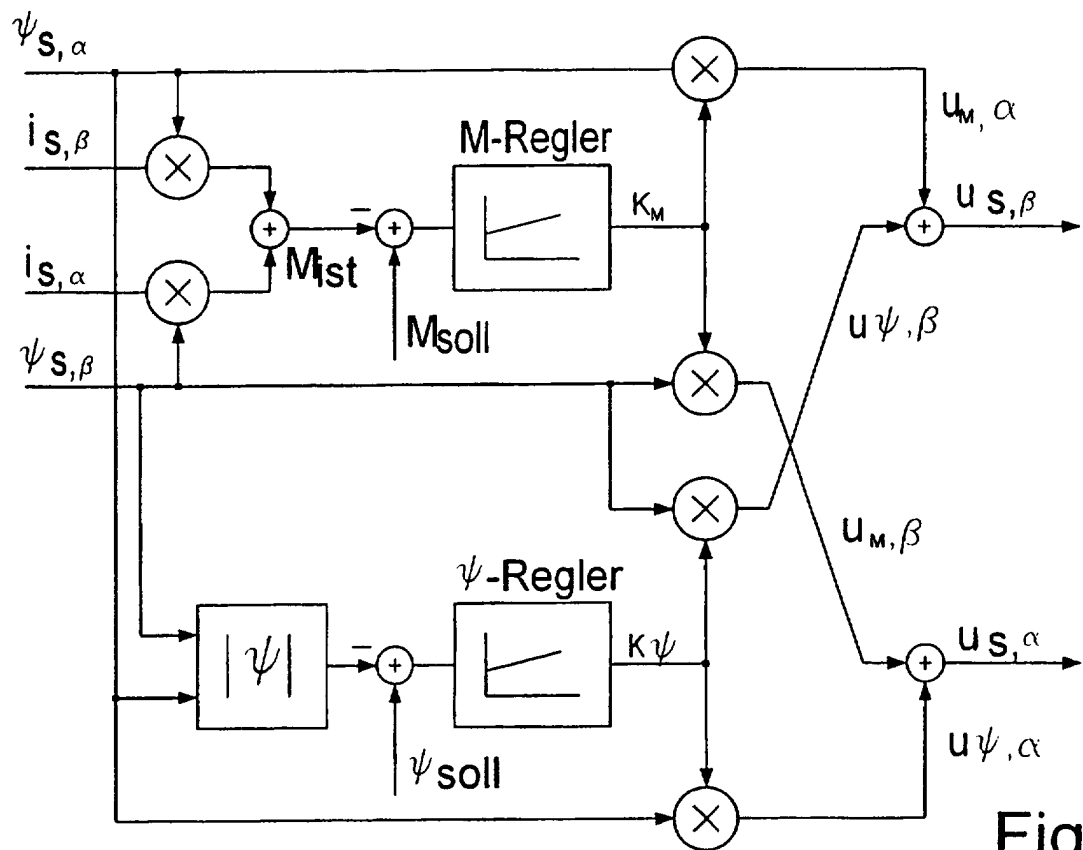


Fig.6