

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3 EPÜ

21 Anmeldenummer: **87906039.0**

51 Int. Cl.⁴: **G 08 C 19/38, H 02 K 29/06**

22 Anmeldetag: **19.06.87**

Daten der zugrundeliegenden internationalen Anmeldung:

86 Internationale Anmeldenummer: **PCT/SU 87/00077**

87 Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 88/10482 (29.12.88 88/28)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **28.06.89**
Patentblatt 89/26

71 Anmelder: **BEORUSSKY GOSUDARSTVENNY**
UNIVERSITET IMENI V.I.LENINA, Leninsky pr., 4,
Minsk, 220080 (SU)

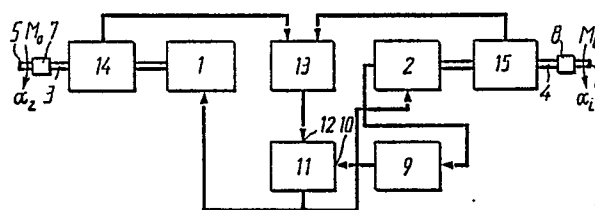
72 Erfinder: **MATJUKHINA, Ljudmila Ivanovna, ul.**
Kuznechnaya, 3-92, Minsk, 220039 (SU)
Erfinder: **MIKHALEV, Alexandr Sergeevich, ul.**
Kuznechnaya, 3-92, Minsk, 220039 (SU)
Erfinder: **CHUSHENKOV, Igor Mikhailovich, pr.**
Partizansky, 74-25, Minsk, 220021 (SU)

74 Vertreter: **Lehn, Werner, Dipl.-Ing. et al, Hoffmann, Eitle**
& Partner Patentanwälte Arabellastrasse 4,
D-8000 München 81 (DE)

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

54 VORRICHTUNG ZUR FERNÜBERTRAGUNG VON DREHWINKEL UND DREHMOMENT ZWISCHEN ANTREIBENDEN UND ANGETRIEBENEN WELLEN.

57 A device for remote transmitting of rotation angle and torque between a driving and a driven shaft in which a driving and a driven synchronous machine (1, 2) are connected through their shafts (3, 4) to a driving and a driven shaft (5, 6), one of them being provided with a position pick-up (9) the output of which is connected to the controlling input (10) of a unit (11) for generating the current in the windings of the driving and the driven synchronous machines. The controlling input (12) of the current-generating unit (11) is electrically connected to the output of a unit (13) for presetting the magnetic field amplitudes of the stators of the driving and the driven synchronous machines, the inputs of that unit being connected to two torque pick-ups (14, 15) connected, in turn, with the shafts (3, 4) of the driving and the driven synchronous machines (1, 2). The outputs of the current generating unit (11) are connected to the electrically interconnected corresponding windings of the driving and the driven synchronous machines (1, 2).



EINRICHTUNG ZUR DREHWINKEL-
UND KRAFT-FERNÜBERTRAGUNG ZWISCHEN
EINER FÜHRUNGS- UND EINER STELLWELLE

Anwendungsgebiet

5 Die Erfindung betrifft elektrische Maschinen und
bezieht sich insbesondere auf eine Einrichtung zur Dreh-
winkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Füh-
rungs- und einer Stellwelle.

10 Stand der Technik

Gegenwärtig werden Master-Slave-Manipulatoren
hauptsächlich unter extremalen Bedingungen verwendet,
die für den Bediener(Operator) lebensgefährlich sind.
Deshalb werden an die Einrichtungen zur Drehwinkel- und
15 Kraft-Fernübertragung zwischen der Führungs- und der
Stellwelle, die mit den zugehörigen Gliedern des Mas-
ter-Slave-Manipulators kinematisch gekoppelt sind und
ihre adequate räumliche Lage sichern, solche Forderun-
gen wie hohe Betriebszuverlässigkeit, lange Lebensdauer
20 und Übereinstimmung mit Parametern des Operators ge-
stellt, der über wesentliche adaptive Möglichkeiten
verfügt. Insbesondere ist das Vorhandensein eines sta-
tischen Fehlers bei der Übertragung des Winkels und ei-
ne verhältnismäßig nicht sehr hohe Genauigkeit bei der
25 Übertragung der Kräfte auf die Führungswelle zulässig.
Infolgedessen, daß zwischen Führungs- und Stellwelle
sowie Wellen, in denen Verluste auftreten, die durch
einen der Bewegung der genannten Wellen entgegenwirken-
den Widerstand hervorgerufen sind, wird jedoch die Ge-
30 nauigkeit der Kraft-Fernübertragung gesent. Bei einer
geringen Belastung kann der Widerstand in den kinemati-
schen Verbindungen mit der ersteren vergleichbar sein,

daher ist es ziemlich kompliziert, die Beurteilung des realen Belastungswertes in der Praxis vorzunehmen. Um eine hohe Genauigkeit der Kraftübertragung zu erzielen und für die Arbeit des Operateurs komfortablere Bedingungen zu schaffen sowie dessen Ermüdung zu mindern, müssen im Zusammenhang damit der Widerstand in den kinematischen Verbindungen und die Nichtlinearität der Kennlinien der Elektromotoren und andere Faktoren kompensiert werden.

10 So ist eine Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungswelle und einer Stellwelle bekannt, welche mit der Führungs- und der Stellwelle kinematisch verbundene Gleichstrom-Kommutatormotoren, deren Wicklungen mit den Ausgängen von Verstärkern zur Verstärkung von Signalen verbunden sind, mit denen der Führungs- und der Stell-Kommutatormotor gesteuert werden, Positionsgeber für die Wellen der elektrischen Kommutatormotoren, die mit den Eingängen einer Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude des Ständermagnetfeldes des Stell-Kommutatormotors verbunden sind, und Belastungsmomentgeber enthält, die mit den Wellen des Stell- und des Führungs-Kommutatormotors verbunden sind und deren Ausgänge an die Eingänge der Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude des Ständermagnetfeldes des Führungs-Kommutatormotors angeschlossen sind. Der Ausgang des letzteren ist über eine Einheit zur Korrektur der Amplitude des Ständermagnetfeldes des Führungs-Kommutatormotors an den Eingang des Signalverstärkers geschaltet, der zur Verstärkung des Signals für die Steuerung des Führungs-Kommutatormotors dient. Der Ausgang der Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude des Ständermagnetfeldes des Führungs-Kommutatormotors ist an den Eingang des Verstärkers geschaltet, der zur Verstärkung des Signals für die Steuerung des Stell-Kommutatormotors vorgesehen ist (Egorov I.N. u. a. "Projektierung

- 3 -

von bilateral wirkenden Nachführungssystemen", 1980, Verlag "Mashinostrojenie", Moskau, S. 140-143).

In der genannten Einrichtung gewährleisten die Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude des Ständermagnetfeldes des Stell-Kommutatormotors, die Positionsgeber und der Stellmotor mit dem Verstärker des Signals für dessen Steuerung die Fernübertragung des Winkels, während die Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude des Ständermagnetfeldes des Führungs-Kommutatormotors, die Belastungsmomentgeber, die Einheit zur Korrektur der Amplitude des Ständermagnetfeldes des Führungs-Kommutatormotors und der elektrische Führungsmotor mit dem Verstärker des Signals für dessen Steuerung die Übertragung der Kräfte auf die Stellwelle sichern. Solch eine Struktur mit zwei unabhängigen Kanälen zur Fernübertragung von Drehwinkel und Kräften, was durch die Besonderheiten der Bauarten der Gleichstrom-Kommutatormotoren bedingt ist, gewährleistet die Kompensation des Widerstandes in den kinematischen Verbindungen, der Nichtlinearität der Kennlinien der Elektromotoren und anderer Faktoren. Die Anwendung der Kommutatormotoren setzt jedoch die Betriebszuverlässigkeit und die Lebensdauer der beschriebenen Einrichtung dadurch herab, daß die Kommutatormotoren eine Bürsteneinheit enthalten, die besonders unter extremalen Bedingungen schnell ausfällt. Außerdem wird die Zuverlässigkeit ebenfalls dadurch vermindert, daß in der Einrichtung zwei Positionsgeber, von denen der eine unter extremalen Bedingungen betrieben wird, und zwei getrennte Kanäle zur Fernübertragung von Drehwinkel bzw. Kräften vorhanden sind, in welchen Kanälen eine Verdoppelung der Funktionseinheiten zu verzeichnen ist.

Bekannt ist ferner eine Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle, welche eine Führungs- und eine Stell-

synchronmaschine enthält, deren Wellen mit der Führungs- bzw. Stellwelle kinematisch verbunden sind, wobei eine der Wellen dieser Maschinen mit einer Positionsgeber versehen ist, dessen Ausgang an den Sollwertvorgabeeingang einer Einheit zur Erzeugung eines Stroms in den Wicklungen der Führungs- und der Stellsynchronmaschine geschaltet ist, deren Steuereingang mit dem Ausgang der Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und Stellsynchronmaschine elektrisch verbunden ist und die eingangsseitig mit der Führungs- und der Stellsynchronmaschine in Verbindung steht und deren Ausgänge an die miteinander elektrisch gekoppelten entsprechenden Wicklungen der Führungs- und der Stellsynchronmaschine (SU, A, 1176425) angeschlossen sind.

Diese Einrichtung enthält auch einen zweiten Positionsgeber, der mit der anderen Welle verbunden ist. Also sind mit den Positionsgebern sowohl die Führungs- als auch die Stellwelle versehen. Die Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine ist als Vergleichselement ausgeführt, an dessen Eingänge die Ausgänge der Positionsgeber angeschlossen sind.

Die beschriebene Einrichtung zeichnet sich durch eine höhere Zuverlässigkeit und eine längere Lebensdauer gegenüber der vorbeschriebenen dank der Verwendung von Synchronmaschinen aus, die keine Kommutator- und Bürsteinheit enthalten und dadurch eine höhere Betriebszuverlässigkeit unter extremalen Bedingungen besitzen. Die Einrichtung hat eine solche Struktur, daß nur ein gemeinsamer Kanal zur Übertragung von Drehwinkel und Kraft vorgesehen ist, deshalb hängt das Verhältnis zwischen den Kräften an den Wellen der Führungs- und der Stellsynchronmaschine von der Größe dieser Kräfte an, was die Genauigkeit der Kraftübertragung auf die Führungswelle herabsetzt. Außerdem werden auf die Führungswelle Kräfte über-

tragen, die den für das Überwinden des Widerstandes in den kinematischen Verbindungen notwendigen Kräften gleich sind, was die Genauigkeit der Kraftübertragung zusätzlich senkt. Als Folge davon wird die Arbeitsgenauigkeit des Master-Slave-Manipulators herabgesetzt, die Ermüdung des Operateurs vergrößert und der Änderungsbereich der Belastung an der Stellwelle eingeengt, die mit ausreichender Genauigkeit auf die Führungswelle übertragen werden kann.

10

Offenbarung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle zu schaffen, bei der die Erzeugung der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine, deren jeweilige Wicklungen miteinander elektrisch gekoppelt sind, in Abhängigkeit von einem solchen Parameter erfolgt, der mit auf die Einrichtung einwirkenden äußeren Kräften verknüpft ist und der eine Erhöhung der Genauigkeit der Kraft-Fernübertragung ohne Herabsetzung der Genauigkeit der Drehwinkel-Fernübertragung ermöglicht.

Die gestellte Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Fernübertragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle, welche eine Führungs- und eine Stellsynchronmaschine enthält, deren Wellen mit der Führungs- bzw. Stellwelle kinematisch gekoppelt sind und von denen eine mit einem Positionsgeber versehen ist, dessen Ausgang an den Sollwertvorgabeeingang einer Einheit zur Erzeugung eines Stroms in der Wicklung der Führungs- und der Stellsynchronmaschine geschaltet ist, deren Steuereingang mit dem Ausgang einer Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und Stellsynchronmaschine elektrisch verbunden ist und die eingangseitig mit der Führungs- und der Stellsynchronma-

schine in Verbindung steht und deren Ausgänge an die miteinander elektrisch gekoppelten entsprechenden Wicklungen der Führungs- und der Stellsynchronmaschine angeschlossen sind, erfindungsgemäß Belastungsmomentgeber
5 enthält, die mit den Wellen der Führungs- und der Stellsynchronmaschine verbunden sind und die ausgangsseitig an die Eingänge der Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine gelegt sind.

10 Es ist zweckmäßig, daß die Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle mit einer Einheit zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine versehen ist, deren Eingang
15 am Ausgang der Einheit zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine liegt und deren Ausgang an den Steuerungseingang der Einheit zur Erzeugung eines Stroms in den Wicklungen der Führungs- und Stellsynchronmaschine angeschlossen ist.
20

Es ist nützlich, daß die Einheit zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine einen Integrator enthält.

Es ist zweckdienlich, daß die Einheit zur Korrektur
25 der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und Stellsynchronmaschine einen Summator zusätzlich enthält, dessen einer Eingang an den Eingang des Integrators und dessen anderer Eingang an den Ausgang des letzteren angeschlossen ist.

30 Die Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle ermöglicht eine Erhöhung der Genauigkeit bei der Fernübertragung von Kräften auf die Führungswelle ohne Herabsetzung der Genauigkeit der Drehwinkelübertragung, insbesondere durch Kompensation eines der Bewegung dieser
35

Welle entgegenwirkenden Widerstandes in den kinematischen Verbindungen, wodurch für die Arbeit des Operateurs komfortablere Bedingungen geschaffen werden, welche die Ermüdung des Operateurs verringern. Darüber hinaus wird
5 der Änderungsbereich der Belastung an der Stellwelle erweitert, in welchem eine hohe Effektivität des biotechnischen Systems Operateur-Master-Slave-Manipulator sichergestellt wird. Als Folge davon wird die Zeit verkürzt, die für die Ausführung einer Operation benötigt
10 wird, steigt die Qualität der Ausführung der Operationen und erweitert sich die Klasse von Aufgaben, zu deren Lösung die erfindungsgemäße Einrichtung verwendet werden kann.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

15 Im weiteren wird die Erfindung an Hand von konkreten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigelegten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Funktionsschaltbild einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung
20 gung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle;

Fig. 2 dito wie in Fig. 1 mit einer Einheit zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder der Synchronmaschinen und mit einer Verbindung eines Positionsgebers mit der Welle der Führungssynchronmaschine, gemäß
25 der Erfindung;

Fig. 3 dito wie in Fig. 2 mit Funktionsschaltbildern der Einheit zur Erzeugung eines Stromes in den Wicklungen der Synchronmaschinen und der Einheit zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder der Synchronmaschinen:
30

Fig. 4 (a, b, c, d) Zeigerdiagramme der Magnetfelder der Ständer und Läufer der Führungs- und der Stellsynchronmaschine (bei gleichsinniger Schaltung der Wicklungen dieser Maschinen) für die in Fig. 1 gezeigte
35 Ausführungsform der Einrichtung;

Fig. 5 (a, b, c, d) dito wie in Fig. 4 für die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform der Einrichtung;

Fig. 6 (a, b, c, d) dito wie in Fig. 5 bei gegen-sinniger Schaltung der Wicklungen der Synchronmaschinen.

5 Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle enthält eine Führungs- und Stellsyn- chronmaschine 1 bzw. 2 (Fig. 1), deren Wellen 3, 4 mit
10 einer Führungs- und einer Stellwelle 5 bzw. 6 (in der zu betrachtenden Ausführungsform über Kupplungen 7, 8) ver- bunden sind. Zur Verminderung der Drehzahl der Führungs- und der Stellwelle 5 bzw. 6 wird ihre Verbindung mit den Wellen 3, 4 der Führungs- und Stellsynchronmaschine 1 bzw.
15 2 über Getriebe (nicht gezeigt) hergestellt.

Eine der Synchronmaschinen 1, 2 (bei der zu besch- reibenden Ausführungsform die Stellsynchronmaschine 2) ist mit einem Wellenpositionsgeber 9 versehen, dessen Ausgang am Sollwertvorgabeeingang 10 einer Einheit 11
20 zur Erzeugung eines Stromes in den Wicklungen der Füh- rungs- und Stellsynchronmaschine liegt, deren Steuerein- gang 12 mit dem Ausgang einer Einheit 13 zur Sollwert- vorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Füh- rungs- und der Stellsynchronmaschine in elektrischer Ver-
25 bindung steht. In der zu behandelnden Ausführungsform ist der Ausgang der Einheit 13 unmittelbar an den Steuer- eingang 12 geschaltet. Die Eingänge der Einheit 13 zur Sollwertvorgabe der Magnetfelder der Ständer sind mit der Führungs- und Stellsynchronmaschine 1 bzw. 2 verbunden.
30 Diese Verbindung wird mittels Belastungsmomentgeber 14, 15 aufgebaut, die jeweils mit den Wellen der Führungs- und Stellsynchronmaschine 1 bzw. 2 verbunden sind und de- ren Ausgänge an den Eingängen der Einheit 13 zur Soll- wertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder liegen.

Die Ausgänge der Einheit 11 zur Erzeugung eines Stromes in Wicklungen, deren Zahl der Wicklungszahl von Synchronmaschinen 1, 2 gleich ist, sind an die elektrisch verbundenen entsprechenden Wicklungen der Synchronmaschinen 1, 2 angeschlossen. Da die Wicklungszahl der Synchronmaschine 1 gleich der Wicklungszahl der Synchronmaschine 2 ist und diese Zahl bei verschiedenen Typen von Synchronmaschinen verschieden sein kann, sind die Wicklungen selbst in Fig. 1 nicht gezeigt, und die Verbindung der Einheit 11 zur Erzeugung eines Stroms mit den Wicklungen und die elektrische Verbindung zwischen den Wicklungen schematisch durch eine Linie angedeutet.

Zur Erhöhung der Genauigkeit der Kraftübertragung auf die Führungswelle 5 (Fig. 2) ist der Ausgang der Einheit 13 zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder an den Eingang einer Einheit 16 zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine geschaltet, deren Ausgang seinerseits am Steuereingang 12 der Einheit 11 zur Erzeugung eines Stromes in den Wicklungen liegt. Außerdem ist in der zu behandelten Ausführungsform der Einrichtung die Führungssynchronmaschine 1 mit einem Wellenpositionsgeber 9 versehen.

Um die Genauigkeit der Kraftübertragung auf die Führungswelle 5 bei Änderungen der Belastungsmomentgröße aufeinanderfolgend erhöhen zu können, ist die Einheit 16 zur Korrektur der Amplitude mit einem Integrator 17 (Fig. 3) und einem zusätzlichen Summator 18 versehen, dessen einer Eingang an den Eingang des Integrators 17 angeschlossen ist und dessen anderer Eingang am Ausgang des Integrators 17 liegt. Dabei wird der Ausgang des Summators 18 als Ausgang der Korrektureinheit 16 benutzt.

In der zu behandelnden Ausführungsform sind die entsprechenden Wicklungen der Ständer der Synchronmaschinen 1, 2 sind gegensinnig geschaltet, wobei diese Schaltungs-

art sowohl parallel als auch seriell sein kann. Außerdem ist, wie in Fig. 3 gezeigt, in der Einrichtung dreiphasige Synchronmaschine 1, 2, d. h. mit drei Wicklungen benutzt. Dabei wird die in Fig. 3 dargestellte Struktur der
5 Einheit 11 zur Erzeugung eines Stroms in den Wicklungen dadurch bestimmt, daß an deren Steuer- und Sollwertvorgabeeingang 12 bzw. 10 eine als Codes repräsentierte Information über die Amplitude und über die Orientierung der Ständermagnetfelder der Synchronmaschinen 1, 2 ein-
10 trifft. Als Sollwertvorgabeeingang 10 der Einheit 11 zur Erzeugung eines Stroms in den Wicklungen wird ein Adresseneingang eines Festwertspeichers 19 mit in diesem abgelegten Codes der Dauern und Polarität der Stromversorgungsimpulse der Wicklungen der Synchronmaschinen 1, 2
15 benutzt. Der Ausgabebus des Festwertspeichers 19 ist an die Steuereingänge 20 von Umsetzern 21 für das Umsetzen eines Codes in eine Impulsdauer angeschlossen, deren Anzahl der Wicklungszahl jeder Synchronmaschine 1, 2 gleich ist. Jeder Umsetzer 21 enthält in der zu beschreibenden
20 Ausführungsform der Einrichtung einen Rückwärtszähler 22, dessen Setzeingang als Steuereingang 20 des Umsetzers 21 dient, und ein 2-Eingangs-UND-Glied 23, dessen Ausgang am Subtraktionseingang 24 des Rückwärtszählers 22 liegt. Der invertierende Borgausgang des Rückwärtszählers 22 ist
25 an den Eingang 25 des UND-Gliedes 23 angeschlossen und dient als Ausgang des Umsetzers 21. Zur Vereinfachung der Struktur der Einheit 11 ist in Fig. 3 das Prinzipschaltbild nur eines Umsetzers 21 gezeigt.

Die Ausgänge aller Umsetzer 21 sind an die Impulsdauer-Sollwertvorgabeeingänge 26 der Umschalter 27 an-
30 geschlossen, deren Zahl gleich der Zahl der Wicklungen in jeder Synchronmaschine 1,2 ist. Jeder Umschalter 27 enthält in der zu betrachtenden Ausführungsform zwei 2-Eingangs-UND-Glieder 28, 29, deren erste Eingänge vereinigt
35 sind und als Eingang 26 des Umschalters 27 fungieren. Der zweite Eingang des UND-Gliedes 28 liegt am Ausgang eines

Exklusiv-ODER-Gliedes 30, das auch an den Eingang eines Negators 31 angeschlossen ist. Der Ausgang des letzteren ist an den zweiten Eingang des UND-Gliedes 29 geschaltet. Die Ausgänge der UND-Glieder 28, 29 sind an die Steuerungseingänge der Schalter 32, 33 angeschlossen, deren Leistungseingänge an eine Spannungsquelle 34 gelegt und deren Ausgänge zusammengeschaltet sind und als Ausgang des Umschalters 27 benutzt werden, der, wie oben angegeben, an die entsprechenden Wicklungen der Führungs- und der Stellsynchronmaschine 1 bzw. 2 angeschlossen ist.

Der erste Eingang des Exklusiv-ODER-Gliedes 30 dient als Impulspolaritäts-Sollwertvorgabeeingang 35 des Umschalters 27 und ist an den zugehörigen Ausgang des Festwertspeichers 19 geschaltet, während der zweite Eingang als Sollwertvorgabeeingang 36 dient, der an den Ausgang einer Schaltung 37 zur Ermittlung der Polarität des Steuersignals gelegt ist, deren Eingang an den Eingang einer Schaltung 38 zur Ermittlung des Absolutbetrags des Steuersignals angeschlossen ist. Dabei dienen die zusammengeschalteten Eingänge der Schaltungen 37, 38 als Steuereingang 12 der Einheit 11 zur Erzeugung eines Stroms in den Wicklungen. Die Eingänge 36 sämtlicher Umschalter 27 sind zusammengeschaltet. Zur Vereinfachung der Struktur der Einheit 11 ist in Fig. 3 das Prinzipschaltbild nur eines Umschalters 27 gezeigt.

Der Ausgang der Schaltung 38 zur Ermittlung des Absolutbetrags des Steuersignals ist an den Setzeingang 39 eines Rückwärtszählers 40 angeschlossen, dessen Borgausgang an den Schreibeingang und an die Eingänge für die Vorgabe der Impulsfrequenz der Kode-Impulsdauer-Umsetzer 21 Impulsdauer angeschlossen ist. Als Eingang 41 dient der zweite Eingang des UND-Gliedes 23. An den Subtraktionseingang 42 des Rückwärtszählers 40 ist der Ausgang eines Steuergenerators 43 geschaltet, der auch an den Eingang eines Frequenzteilers 44 angeschlossen ist. Der

Ausgang des Frequenzteilers 44 ist an die Schreibeingänge 45 der Kode-Impulsdauer-Umsetzer 21 gelegt. Als Schreibeingang 45 fungiert der Eingang des Rückwärtszählers 22.

Zum besseren Verständnis der Arbeitsweise der Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungs- und Stellwelle sind in Fig. 4, 5 und 6 Zeigerdiagramme a, b, c, d, e, f der Magnetfelder $\bar{\Phi}_{rz}$, $\bar{\Phi}_{ri}$ der Läufer der Führungs- und der Stellsynchronmaschine 1 bzw. 2 und der Magnetfelder $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$ der Ständer der Führungs- und Stellsynchronmaschine 1 bzw. 2 bei verschiedenen Betriebsarten der erfindungsgemäßen Einrichtung gezeigt.

Die Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle arbeitet wie folgt. Der Positionsgeber 9 (Fig. 1) gibt eine Orientierung der Magnetfelder $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$ der Ständer der Führungs- und der Stellsynchronmaschine 1 bzw. 2 derart vor, daß der Winkel zwischen einem der Magnetfelder $\bar{\Phi}_{rz}$, $\bar{\Phi}_{ri}$ der Läufer und dem zugehörigen Magnetfeld $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$ des Ständers konstant bleibt (bzw. sich in einem Bereich ändert, der durch das Vorhandensein einer elektromagnetischen Zeitkonstante bei Synchronmaschinen 1, 2 bedingt ist). Bei der zu beschreibenden Ausführungsform der Einrichtung ist der Winkel $(\bar{\Phi}_{ri} \wedge \bar{\Phi}_{si})$ konstant. Dies ist z. B. dadurch erreichbar, daß man an den Wicklungen des Ständers der Synchronmaschinen 1, 2 Spannungen erzeugt, deren Vektorsumme einen betragsmäßig konstanten Winkel mit $\bar{\Phi}_{rs}$ oder $\bar{\Phi}_{ri}$ bildet. Zur Steigerung des Wirkungsgrades ist es insbesondere vorteilhaft, diesen Winkel gleich 90° vorzugeben. Für die Drehmomente der Führungs- und der Stellsynchronmaschine 1 bzw. 2, die nachstehend mit M_1 bzw. M_2 bezeichnet werden, kann man folgende Ausdrücke

$$\begin{aligned} M_1 &= K_1 \Phi_{rz} \Phi_{sz} \sin(\bar{\Phi}_{rz} \wedge \bar{\Phi}_{si}) \\ M_2 &= K_2 \Phi_{ri} \Phi_{si} \sin(\bar{\Phi}_{ri} \wedge \bar{\Phi}_{si}) \quad (1) \end{aligned}$$

schreiben, wobei K_1 , K_2 Faktoren sind, die durch die Bauarten der Synchronmaschinen 1, 2 bestimmt sind, insbesondere durch die Form des Läufers und Ständers, die Größe des Luftspaltes zwischen diesen, die Abmessungen der Synchronmaschine. Wird das Ausgangssignal der Einheit 13 zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder vergrößert oder verkleinert, so führt dies zur Erhöhung bzw. zur Verminderung der Amplitude der Magnetfelder $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$ der Ständer. Eine Vergrößerung z. B. des durch die Belastung zu entwickelnden Momentes M_1 führt zur Zunahme des Ausgangssignals der Einheit 13 und damit zur Vergrößerung von M_1 , M_2 nach (1), d. h. in der Einrichtung findet eine Kraftübertragung auf die Führungswelle 5 statt. Wird im Gegenteil M_0 vergrößert, dann geschieht eine Vergrößerung von M_1 gleichzeitig mit der Drehung von $\bar{\Phi}_{rz}$ in der Wirkungsrichtung des Momentes M_0 . Eine Zunahme von M_2 bei unveränderlichem M_1 bewirkt dabei eine Drehung der Welle 4 der Stellsynchronmaschine 2 in der gleichen Richtung, d. h. die Fernübertragung des Drehwinkels findet statt.

Beim Vorhandensein der Einheit 16 (Fig. 2) zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder wird der Gleichgewichtszustand in der Einrichtung einer geringeren Differenz zwischen M_0 und M_1 . Es sei bemerkt, daß je nach der Bauart der Belastungsmomentgeber 14, 15 sowie der Synchronmaschinen 1, 2 und der Struktur der Einheit 13 zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder die Korrektur auch auf die Verminderung der Differenz zwischen nM_0 und M_1 gerichtet werden kann, wobei n einen Maßstabkoeffizienten der Kraft bedeutet.

Ist die Korrektureinheit 16 z. B. als Integrator 17 (Fig. 3) oder als Kombination des Integrators 17 mit dem Summator 18 ausgebildet, dann wird der Gleichgewichtszustand (d. h. die Konstanz des Ausgangssignals des Integrators 17) nur bei der Gleichheit von nM_0 und M_1 erreicht, d. h. bei solchen Amplituden $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{sz}$ und Winkeln ($\bar{\Phi}_{rz} \wedge \bar{\Phi}_{sz}$)

($\bar{\Phi}_{ri}$, $\bar{\Phi}_{si}$), bei denen das Verhältnis zwischen den an die Stellwelle 6 und Führungswelle 5 angelegten Momenten $n:1$ beträgt. Dabei werden durch mögliche Änderung des Winkels ($\bar{\Phi}_{rz}$, $\bar{\Phi}_{sz}$) oder ($\bar{\Phi}_{ri}$, $\bar{\Phi}_{si}$) (der letztere gilt für die zu beschreibende Ausführungsform der Einrichtung) in den kinematischen Verbindungen zwischen der Führungswelle 5 und der Stellwelle 6 bzw. zwischen den Wellen 3,4 der führungs- und Stellsynchronmaschine 1 bzw. 2 entstehende Widerstände und andere Faktoren kompensiert, und es erfolgt die Fernübertragung eines Belastungsmomentes auf die Führungswelle 5 mit hoher Genauigkeit. Hierbei wird die Genauigkeit der Fernübertragung des Winkels dadurch nicht herabgesetzt, daß eine elektrische Verbindung zwischen den entsprechenden Wicklungen der Ständer der Synchronmaschinen 1,2 hergestellt ist und das Signal am Ausgang der Einheit 13 zur Sollwertvorgabe der Amplitude bei einer Vergrößerung der Differenz zwischen nM_0 und M_1 vergrößert wird.

Ein der Lage der Welle 3 der Führungssynchronmaschine 1 zugeordneter Kode trifft vom Positionsgeber 9 an den Adresseneingängen des Festwertspeichers ein, in dem Codes geschrieben sind, die den Dauern und der Polarität der Stromversorgungsimpulse für drei Wicklungen der Synchronmaschinen 1,2 entsprechen, welche Wicklungen die Magnetfelder ihrer Ständer senkrecht zur Richtung des $\bar{\Phi}_{rz}$ orientieren, die durch den Winkelkode an den Adresseneingängen des Festwertspeichers 19 vorgegeben ist. Die der Dauern der Stromversorgungsimpulse entsprechenden Codes werden aus dem Festwertspeicher 19 in die Rückwertszähler 22 über die Eingänge 20 der für das Umsetzen eines Codes in eine Impulsdauer bestimmten Umsetzer 21 (in der Zeichnung ist nur ein Zähler 22 gezeigt) eingetragen. Die Frequenz, mit der diese Codes eingetragen werden, ist unveränderlich, wobei die Eintragung auf Impulse erfolgt, die vom Ausgang des Frequenzteilers 44, der die Teilung der Frequenz des Steuergenerators 43 übernimmt, ankommen und den Eingängen

45 der Umsetzer 21 zugeführt werden. Nach dem Schreiben der Nullkodes erscheinen an den invertierenden Borgausgängen der Zähler 22 logische Einsen, die den Anfang der Stromversorgungsimpulse der Wicklungen vorbestimmen.

5 Hierbei erscheinen die logischen Einsen auch an den Eingängen 25 der UND-Glieder 23, wodurch der Durchgang der Impulse vom Borgausgang des Rückwärtszählers 40 über die logischen UND-Glieder 23 zu den Subtraktionseingängen 24 der Zähler 22 freigegeben wird. Die Folgeperiode

10 der Impulse des Steuergenerators 43, multipliziert mit einem dem Absolutbetrag des Steuersignals entsprechenden Kode, der vom Ausgang der Schaltung 38 zur Ermittlung des Absolutbetrags am Setzeingang 39 des Rückwärtszählers 40 eintrifft, und somit ist diesem Kode auch die Dauer der

15 Impulse an den Borgausgängen der Rückwärtszähler 22 proportional. Die Impulse an den genannten Borgausgängen enden, wenn die Zahlen in den Zählern 22 gleich Null sind, dabei erscheint an den Borgausgängen ein logisches 0-Signal, das das Eintreffen der Impulse vom Borgausgang des

20 Rückwärtszählers 40 an den Subtraktionseingängen 24 des Zählers 22 über die UND-Glieder 23 sperrt. Das vom Ausgang der Schaltung 37 zur Ermittlung der Polarität an den Sollwertvorgabeeingängen 36 der Umschalter 27 ankommende Steuersignal gibt den Durchgang der Ausgangsimpulse der

25 Umsetzer 21 über die UND-Glieder 28 oder 29 frei. Dabei werden die Wicklungen je nach der Polarität der an den Sollwertvorgabeeingängen 35 eintreffenden Signale an den einen oder den anderen Pol der Spannungsquelle 34 mit Hilfe der Schalter 32 oder 33 angeschlossen. Das Exklusiv-

30 ODER-Glied 30 führt je nach dem Ausgangssignal der Schaltung 37 zur Ermittlung der Polarität eine Umkehr der Polarität der Speiseimpulse der Wicklungen aus. Somit wird sichergestellt, daß die Effektivwerte der Spannung an den Wicklungen der Ständer der Synchronmaschinen 1, 2 dem am

35 Steuereingang 12 der Einheit 11 zur Erzeugung eines Stroms

in den Wicklungen liegenden Kode proportional sind.

Nachstehend wird die Arbeitsweise der in Fig. 1 dargestellten Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung mit Hilfe von Zeigerdiagrammen, die in Fig. 4
5 gezeigt sind, bei gleichsinniger Schaltung der Ständerwicklungen der Synchronmaschinen 1 (Fig. 1), 2 betrachtet.

Es sei angenommen, daß die Orientierung der Magnetfelder der Läufer und Ständer der Synchronmaschinen 1, 2 im Anfangszeitpunkt durch ausgezogene Linien angedeutet
10 ist. Bei der Vergrößerung von M_1 nimmt das Signal am Ausgang der Einheit 13 zur Sollwertvorgabe der Amplitude und folglich $\bar{\Phi}_{sz}$ und $\bar{\Phi}_{si}$ zu, was zur Vergrößerung von M_1 , M_2 führt, und der Operateur muß dabei zur Konstanthaltung eines gleichbleibenden Drehwinkels α_i , der Welle 4 der
15 Stellsynchronmaschine 2 das Moment M_0 vergrößern. Der neue Gleichgewichtszustand wird wie folgt aussehen: $\bar{\Phi}_{rz}'$, $\bar{\Phi}_{sz}'$, $\bar{\Phi}_{ri}'$, $\bar{\Phi}_{si}'$. Steigt aus irgendwelchen Ursachen auch der Widerstand in den kinematischen Verbindungen an, so wird seine Kompensation bei der Änderung der Orientierung des
20 $\bar{\Phi}_{rz}$ bis auf $\bar{\Phi}_{rz}'$ vorgenommen, wie es in Fig. 4a gestrichelt angedeutet ist. Nimmt man aber an, daß die Magnetfelder der Synchronmaschinen 1, 2 die in Fig. 4a gestrichelt angedeutete Anfangsorientierung haben sowie sich M_1 und der Widerstand in den kinematischen Verbindungen vermin-
25 derte, so werden M_1 , M_2 ähnlicherweise nach (1) vermindert, und der Operateur muß daher zur Erhaltung des Gleichgewichtes das Moment M_0 vermindern.

Haben die Magnetfelder der Läufer und Ständer der Synchronmaschinen 1,2 die in Fig. 4b ausgezogen angedeutete
30 Anfangsorientierung und dreht der Operateur durch Vergrößerung von M_0 die Welle 3 der Führungssynchronmaschine 1 aus der Position α_z in die Position α_z , so werden infolge der Vergrößerung von M_0 auch $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$ und damit M_1 , M_2 vergrößert. Da sich aber M_1 nicht ändert, wird die Welle 4
35 der Stellsynchronmaschine 2 entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht, bis sie die Orientierung von $\bar{\Phi}_{ri}'$ erreicht hat, die in Fig. 4b gestrichelt angedeutet ist. Dabei werden um den gleichen Winkel $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$ gedreht, M_1 vermindert, deshalb

ist der Operateur gezwungen, M_0 zu verkleinern. Alsdann werden neue Gleichgewichtszustände der Magnetfelder eingestellt, die auch in Fig. 4b gestrichelt gezeigt sind.

Sind M_1 und M_0 zueinander entgegengesetzt gerichtet, dann kann die Geometrie der Magnetfelder der Synchronmaschinen 1, 2 eine Form haben, die in Fig. 4c durch ausgezogene Linien gezeigt ist. Bei Verminderung von M_0 wird unter der Wirkung von M_1 das Magnetfeld $\bar{\Phi}_{rz}$ entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht. Dabei werden dadurch, daß die Einheit 13 die Amplitude der Magnetfelder $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$ herabsetzt, M_1 , M_2 vermindert, und unter der Wirkung von M_1 drehen sich um einen Winkel α'_{si} in der gleichen Richtung $\bar{\Phi}_{ri}$ und folglich $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$. Um die Drehung des $\bar{\Phi}_{rz}$ zu unterbinden, vergrößert der Operateur das Moment M_0 , worauf sich ein neuer Gleichgewichtszustand in der Konfiguration der Magnetfelder einstellt, die in Fig. 4c gestrichelt angedeutet ist. Ein ähnlicher Prozes läuft auch bei Verminderung von M_1 ab.

Es sei nun die Konfiguration der Magnetfelder $\bar{\Phi}_{rz}$, $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{ri}$, $\bar{\Phi}_{si}$ der Synchronmaschinen 1, 2 im Anfangszeitpunkt in Fig. 4d durch ausgezogene Linien dargestellt und eine Änderung in der Wirkungsrichtung des M_1 eingetreten. Dabei sind die von den Belastungsmomentgebern 14, 15 ankommenden Signale von umgekehrter Polarität, so daß das von deren Differenz abhängige Ausgangssignal der Einheit 13 zur Sollwertvorgabe der Amplitude zunimmt, wobei unter der Wirkung des größer gewordenen Momentes M_2 und des in der gleichen Richtung orientierten Momentes M_1 das Magnetfeld $\bar{\Phi}_{ri}$ entgegen dem Uhrzeigersinn und zusammen mit diesem auch $\bar{\Phi}_{sz}$, $\bar{\Phi}_{si}$ in Drehung versetzt werden. Nach einer gewissen Zeit ändert wegen gegenläufiger Bewegung von $\bar{\Phi}_{rz}$ und $\bar{\Phi}_{ri}$, $\bar{\Phi}_{sz}$ die Richtung von M_1 ihr Vorzeichen (bei der Konfiguration von $\bar{\Phi}''_{rz}$, $\bar{\Phi}''_{sz}$), wobei auch das Ausgangssignal der Einheit 13 zur Sollwertvorgabe der Amplitude sein Vorzeichen ändert, so daß sich

die Richtungen der Magnetfelder der Ständer der Synchronmaschinen 1, 2 umkehren. Folglich kehrt sich die Richtung von M_2 um, die Stellwelle wird gebremst (die Richtung von M_1 bleibt schon unverändert). Nach einem Übergangsprozeß stellt sich ein Gleichgewichtszustand mit folgender in Fig. 4d gestrichelt angedeuteten Geometrie der Magnetfelder der Synchronmaschinen 1, 2 ein $\bar{\Phi}'_{rz}$, $\bar{\Phi}'_{sz}$, $\bar{\Phi}'_{ri}$, $\bar{\Phi}'_{si}$. Kehrt sich die Richtung von M_1 wieder um, dann laufen die Prozesse in umgekehrter Richtung ab, und der Operateur führt die Änderung der Wirkungsrichtung von M_1 . Wenn bei der Änderung der Richtung des Momentes M_1 dieses größer als nM_0 wird, werden die Magnetfelder der Ständer der Synchronmaschinen 1, 2 gleichzeitig mit der Vorzeichenumkehr der Differenz zwischen nM_0 und M_1 invertiert.

Zur Veranschaulichung der Wirkungsweise der Einrichtung, deren Strukturschaltbild in Fig. 2 dargestellt ist, sind in Fig. 5 (a, b, c, d) Zeigerdiagramme gezeigt. Dabei entspricht Fig. 5 (a, b) der einen Wirkungsrichtung von M_1 , Fig. 5c aber der anderen entgegengesetzten Wirkungsrichtung von M_1 , während Fig. 5d Prozesse veranschaulicht, die bei der Änderung der Wirkungsrichtung von M_1 vor sich gehen. In diesem Fall ist der Winkel ($\bar{\Phi}'_{rz}$, $\bar{\Phi}'_{sz}$) konstant und gleich 90° , weil hierzu der Positionsgeber 9 (Fig. 2) der Welle der Führungssynchronmaschine 1 verwendet wird. Sämtliche, in den Diagrammen von Fig. 5 a, b, c, d gezeigten Änderungen gehen ähnlich den in Fig. 4 (a, b, c, d) dargestellten vor sich.

Zur Erläuterung der Wirkungsweise der erfindungsgemäßen Einrichtung, deren Strukturschaltbild in Fig. 3 gezeigt ist (mit gegensinniger Schaltung der Wicklungen der Ständer der Synchronmaschinen 1, 2), sind in Fig. 6 (a, b, c, d) Zeigerdiagramme angeführt. Die Zeigerdiagramme in Fig. 6(a, b) zeigen eine Konfiguration der Magnetfelder der Synchronmaschinen 1 (Fig. 3), 2 bei gleicher Wirkungsrichtung von M_1 und in Fig. 6c bei gegenläufiger Wirkungsrichtung von M_1 . Dabei stellt Fig. 6c Prozesse

- 19 -

dar, die bei der Änderung der Richtung von M_1 ablaufen. Alle Änderungen, die durch die Zeigerdiagramme veranschaulicht sind, gehen ähnlich den für Fig. 4, 5 beschriebenen vor sich. Ein Unterschied besteht nur darin, daß sich eine
 5 geringe Verstimmungsgröße der Wellen 3, 4 der Synchronmaschinen 1, 2 ergibt, was in Fig. 6 durch eine Differenz $(\alpha_z - \alpha_1) < 90^\circ$ abgebildet wird.

Somit schafft die erhöhte Genauigkeit der Kraftübertragung auf die Führungswelle komfortablere Bedingungen
 10 für die Arbeit des Operateurs, mindert dessen Ermüdung und erweitert den Änderungsbereich der Belastung an der Stellwelle, in dem eine hohe Effektivität des biotechnischen Systems Operateur -Master-Slave-Manipulator erzielt wird.

15 Industrielle Anwendbarkeit

Die Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungswelle und einer Stellwelle kann in Master-Slave-Manipulatoren verwendet werden.

PATENTANSPRÜCHE

1. Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernübertragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle, welche eine Führungs- und eine Stellsynchronmaschine (1 bzw. 2) enthält, deren Wellen (3, 4) jeweils mit der Führungs- und Stellwelle (5 bzw. 6) kinematisch gekoppelt sind und von denen eine mit einem Positionsgeber (9) versehen ist, dessen Ausgang an den Sollwertvorgabeeingang (10) einer Einheit (11) zur Erzeugung eines Stroms in den Wicklungen der Führungs- und der Stellsynchronmaschine geschaltet ist, deren Steuereingang (12) mit dem Ausgang einer Einheit (13) zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine elektrisch verbunden ist und die eingangsseitig mit der Führungs- und der Stellsynchronmaschine (1 bzw. 2) in Verbindung steht und deren Ausgänge an die miteinander elektfisch gekoppelten entsprechenden Wicklungen der Führungs- und der Stellsynchronmaschine (1 bzw. 2) angeschlossen sind, gekennzeichnet durch Belastungsmomentgeber (14, 15), die den Wellen (3, 4) der Führungs- und der Stellsynchronmaschine (1 bzw. 2) verbunden sind und die ausgangsseitig an die Eingänge der Einheit (13) zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine angeschlossen sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Einheit (16) zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine, deren Eingang am Ausgang der Einheit (13) zur Sollwertvorgabe der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und der Stellsynchronmaschine liegt und deren Ausgang an den Steuereingang (12) der Einheit (11) zur Erzeugung eines Stroms in den Wicklungen der Führungs- und Stellsynchronmaschine angeschlossen ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Einheit (16) zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und Stellsynchronmaschine einen Integrator (17) enthält.

- 5 4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einheit (16) zur Korrektur der Amplitude der Ständermagnetfelder der Führungs- und Stellsynchronmaschine einen Summator zusätzlich enthält, dessen einer Eingang an
10 den Eingang des Integrators (17) und dessen anderer Eingang an den Ausgang des Integrators (17) angeschlossen ist.

EINRICHTUNG ZUR DREHWINKEL- UND KRAFT-FERNÜBERTRAGUNG ZWISCHEN EINER FÜHRUNGS- UND EINER STELLWELLE

ZUSAMMENFASSUNG

Die Einrichtung zur Drehwinkel- und Kraft-Fernüber-
5 tragung zwischen einer Führungs- und einer Stellwelle,
in welcher eine Führungs- und eine Stellsynchronmaschine
(1 bzw. 2) über ihre Welle (3 bzw. 4) mit der Führungs-
welle (5) bzw. der Stellwelle (6) kinematisch gekoppelt
sind, wobei eine dieser Wellen (3, 4) mit einem Positions-
10 geber (9) versehen ist, dessen Ausgang am Sollwertvor-
gabeeingang (10) einer Einheit (11) zur Erzeugung eines
Stromes in den Wicklungen der Führungs- und Stellsyn-
chronmaschine liegt. Der Steuereingang (12) der Einheit
(11) ist elektrisch mit dem Ausgang einer Einheit (13)
15 zur Sollwertvorgabe der Ständermagnetfelder der Führungs-
und der Stellsynchronmaschine verbunden, an deren Ein-
gänge zwei Belastungsmomentgeber (14, 15) angeschlossen
sind, die mit den Wellen (3, 4) der Führungs- und der
Stellsynchronmaschine (1 bzw. 2) gekoppelt sind. Die Aus-
20 gänge der Einheit (11) sind an die miteinander elektrisch
verbundenen Wicklungen der Führungs- und der Stellsyn-
chronmaschine (1, 2) angeschlossen.

1/5

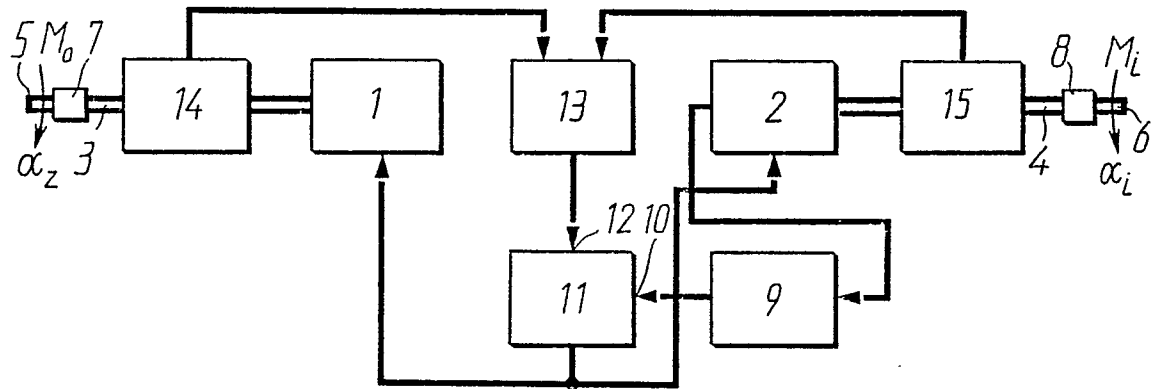


FIG.1

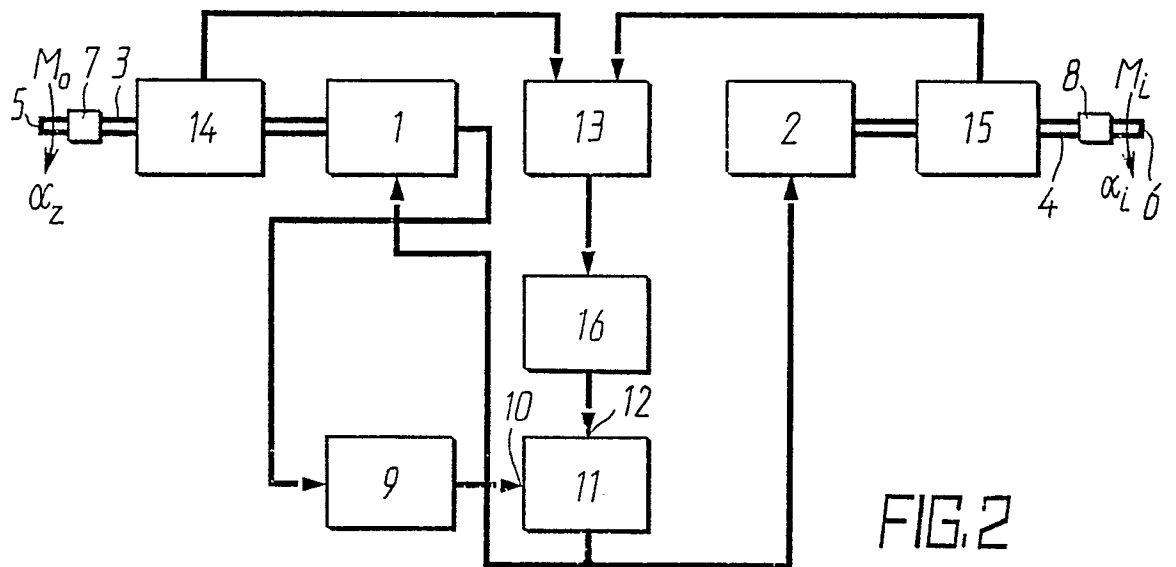
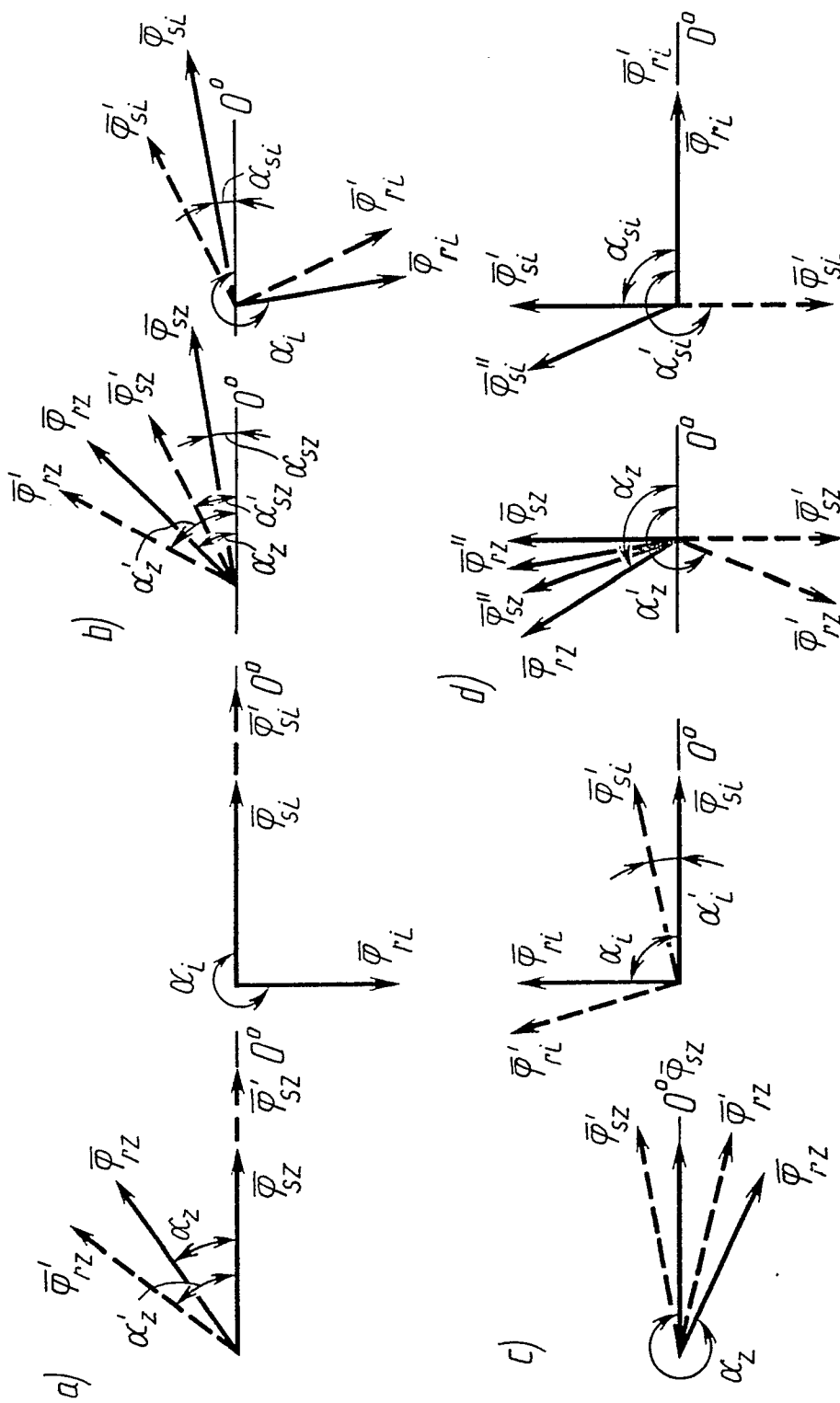


FIG.2

FIG. 3



4/5

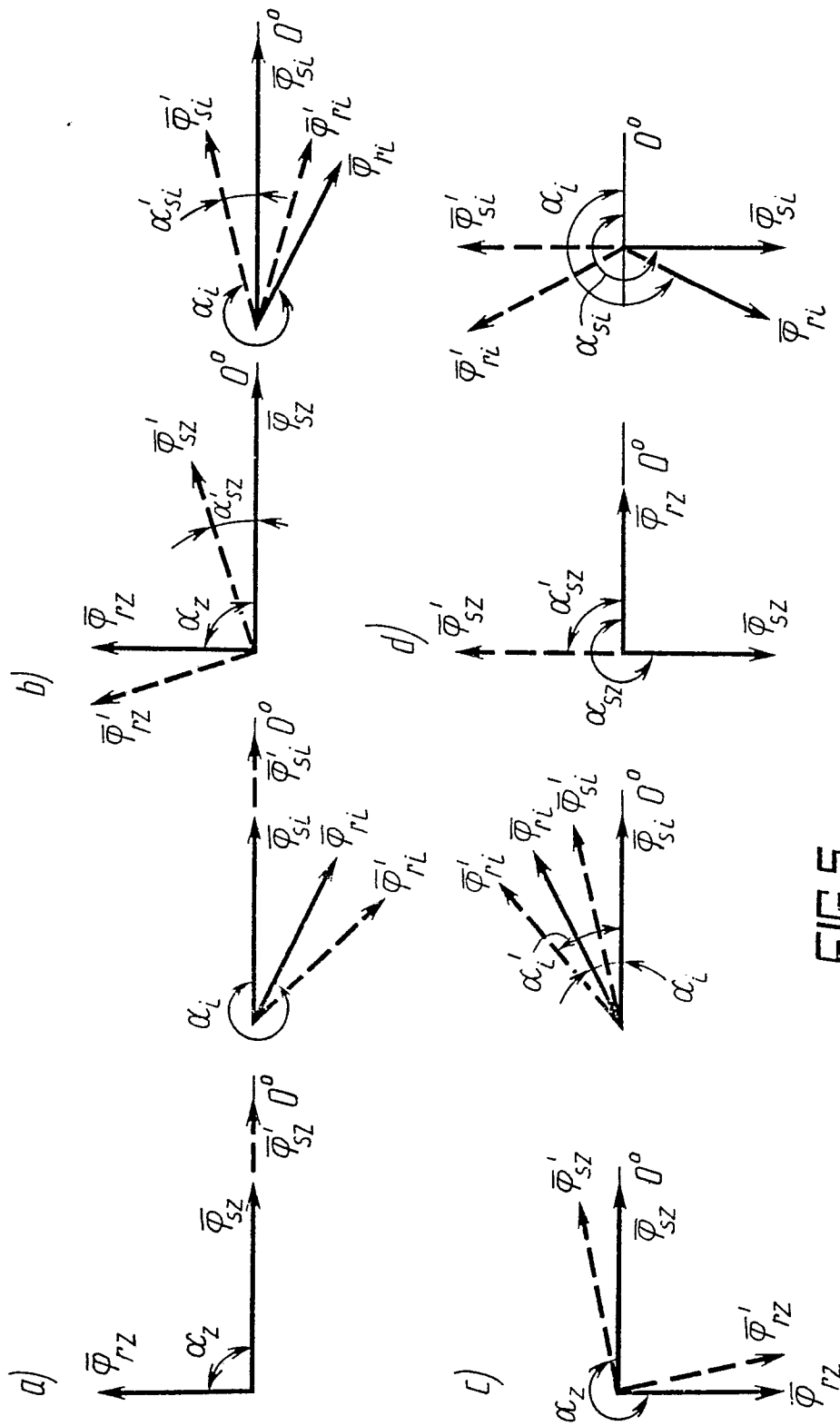


FIG. 5

5/5

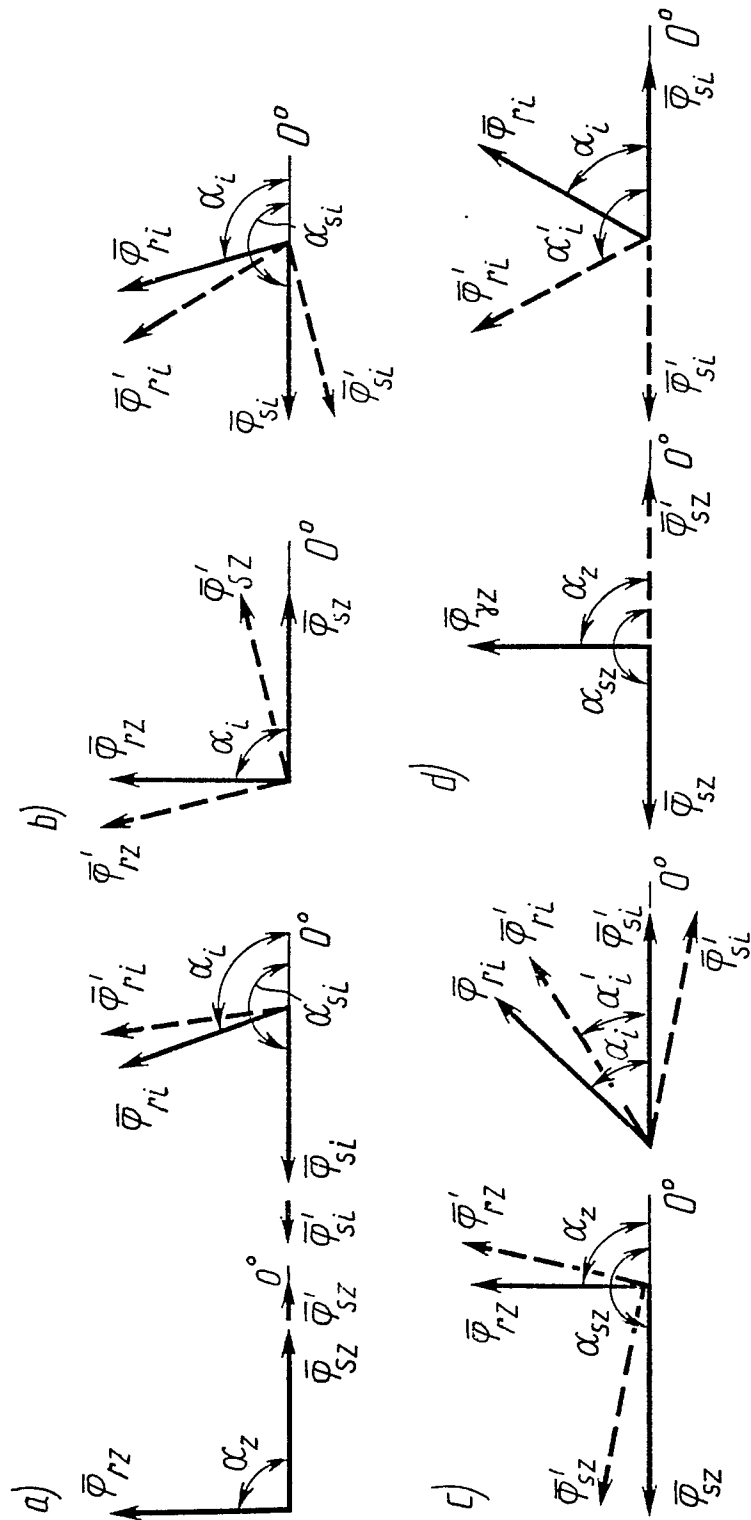


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/SU 87/00077

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC		
IPC ⁴ G08C 19/38, H02K 29/06		
II. FIELDS SEARCHED		
Minimum Documentation Searched ⁷		
Classification System	Classification Symbols	
IPC ⁴	H02K 29/00, 29/06, 29/12, G08C 19/00, 19/38, G05G 7/00, 7/04, 7/08, B25J 3/00, B63H 21/00, 21/22	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *		
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT *		
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³
A	US, A, 4302138 (Alain Zarudiansky) 24 November 1981 (24.11.81) see the abstract	1-4
A	GB, A, 1273782 (SPERRY RAND CORPORATION) 10 May 1972 (10.05.72) see page 2, lines 23-51	1-4
A	"Proektirovanie sledyaschikh sistem dvustoronnego deistvia" pod red. V.S. Kuleshova, 1980, Mashinostroenie, Moscow, see page 141, figures IV.21	1-4
* Special categories of cited documents: ¹⁰ "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
IV. CERTIFICATION		
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	
15 December 1987 (15.12.87)	24 February 1988 (24.02.88)	
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	
ISA/SU		