



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
04.08.2010 Patentblatt 2010/31

(51) Int Cl.:
E05F 15/00^(2006.01) H02H 7/085^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10000759.0**

(22) Anmeldetag: **26.01.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

(71) Anmelder: **Tousek Ges M.B.H.**
1230 Wien (AT)

(72) Erfinder: **Tousek, Eduard**
1230 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Puchberger, Peter**
Puchberger, Berger & Partner
Reichsratsstrasse 13
1010 Wien (AT)

(30) Priorität: **29.01.2009 AT 1572009**

(54) **Antrieb für translatorische oder rotatorische Bewegung von Lasten**

(57) Die Erfindung betrifft einen Antrieb für translatorische oder rotatorische Bewegung von Lasten wie Schiebetore, Drehtüren und Drehtore, Hubtore, Schranken, insbesondere zur Sperre und Freigabe von Fahr-

wegen und Garagen etc., wobei ein Elektromotor mit Wechselstrom, Drehstrom, oder gepulstem Gleichstrom betrieben ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl des Elektromotors mittels Phasenanschnittsteuerung gesteuert ist.

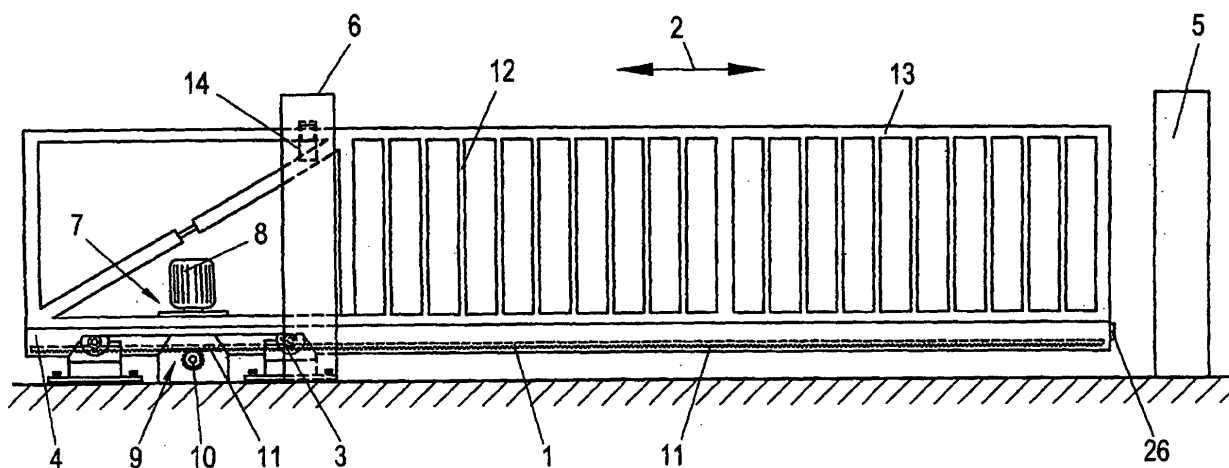


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Antrieb für translatorische oder rotatorische Bewegung von Lasten wie Schiebetore, Drehtüren, Hubtoren, Schranken und dergleichen, wobei ein Elektromotor mit Wechselstrom, Drehstrom oder gepulstem Gleichstrom betrieben ist und die Drehzahl des Elektromotors (8) mittels Phasenanschnittsteuerung gesteuert ist.

[0002] Für den elektrischen Antrieb der Bewegung der zuvor genannten Lasten ist es üblich, Asynchronmotoren zu verwenden. Beispielsweise kann ein Kurzschlussläufer mit vier Polen Verwendung finden, der mit 230 Volt bei 50 Hertz betrieben wird. Dadurch ergibt sich eine theoretische Drehzahl von 1500U/Min. In der Praxis ist durch den Schlupf die Leerlaufdrehzahl niedriger und stellt sich bei etwa 1450U/Min. ein.

[0003] Die Drehzahlregelung von Asynchronmotoren erfolgt üblicherweise mit Frequenzsteuerung, was jedoch aufwendig und teuer ist. Eine allgemeine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Drehzahlregelung von Asynchronmotoren oder auch von gepulsten Gleichstrommotoren unter Vermeidung einer Frequenzsteuerung vorzunehmen, ohne dabei die Vorteile einer elektronischen Drehzahlregelung einzubüßen.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, für den Zweck der Drehzahlregelung des Elektromotors eine Phasenanschnittsteuerung vorzusehen.

Demnach ist die vorliegende Erfindung **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drehzahl des Elektromotors mittels Phasenanschnittsteuerung gesteuert ist.

[0005] Ein weiteres Problem tritt bei Lasten, die in definierter Weise bewegt werden sollen, dadurch auf, dass die Antriebssteuerung selbst erkennen soll, in welcher Stellung sich die Last befindet. Beispielsweise verfügen Schiebetore über Abstellmechanismen, die durch Sensoren wie Laserschranken oder Berührungssensoren den Antrieb des Tores unterbrechen. Bisher war es üblich, in den jeweiligen Endstellungen Endanschläge und/oder Endschalter vorzusehen, die zum Einen den Antrieb abstellen, wenn das Tor die Endstellung erreicht hat und die zum Anderen als Nullpunkt für den Antrieb dienen, wenn der Antrieb während der Bewegung der Last unterbrochen wurde. Derartige Endanschläge und Endschalter verteuern die Torkonstruktion und sind überdies störungsanfällig, da sie den Witterungseinflüssen und mechanischen Einflüssen unterworfen sind.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit auch, den Antrieb so auszugestalten, dass die Antriebssteuerung jederzeit die Stellung der bewegten Last erkennt und Endanschläge und Endschalter überflüssig werden. Bei einer Unterbrechung der Bewegung der Last soll die Position innerhalb des vorgesehenen Bewegungsbereiches ermittelbar sein, sodass danach die Bewegung der Last zu einem der Endpunkte wieder durchführbar ist.

[0007] Was im folgenden anhand eines Schiebetores beschrieben wird, gilt gleicherweise für translatorische

und auch rotatorische Bewegungen wie z.B. von Drehtüren, Hubtoren und Schranken. Derartige Absperrungen dienen zur Sperre und Freigabe von Fahrwegen, Garagen, Einfahrten zu Betriebsgeländen etc.

5 [0008] Die Erfindung ist **dadurch gekennzeichnet, dass** ein, die Ist-Drehzahl und die Drehstellung des Rotors des Elektromotors oder eines mit diesem auf Drehung verbundenen Sensorrades messender, Sensor vorgesehen ist.

10 [0009] Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung weist der Sensor einen direkt auf der Welle des Rotors angeordneten Sensorgeber und einen ortsfesten Sensorempfänger auf. Die Messtoleranz der Winkelstellung des Sensors ist bevorzugt $<15^\circ$ besonders bevorzugt $<5^\circ$. Die Steuerung kann in vorteilhafter Weise einen Zähler zum Zählen der Umdrehungen der mit dem Sensor verbundenen Welle oder eines Sensorrades aufweisen, wobei als Nullpunkt eine vorgegebene Endstellung der vom Antrieb bewegten Last festgelegt ist. Gemäß
15 20 einer weiteren Ausbildung der Erfindung kann zur Positionsermittlung der Last ein erstes Sensorrad und ein zweites auf Drehung verbundenes Sensorrad vorgesehen sein, die mit der Rotorwelle oder einer Abtriebswelle in schlupfloser Drehverbindung stehen, wobei das erste und zweite Sensorrad voneinander unterschiedliche Durchmesser haben und beide mit Sensorradgeber versehen sind, denen Sensorradempfänger zugeordnet sind.

25 [0010] Weitere vorteilhafte Merkmale sind den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen.

30 [0011] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0012] Hinsichtlich der Steuerung und Stromversorgung umfasst dieses Ausführungsbeispiel einen Asynchronmotor für 230 Volt bei 50 Hertz mit einer Nenndrehzahl von 1.500 U/Min. Das erste Anwendungsbeispiel bezieht sich auf ein motorbetriebenes Schiebetor. Ein weiteres Beispiel beschreibt ein Drehtor.

35 40 [0013] Figur 1 zeigt schematisch erfindungswesentliche Teile eines Schiebetors. Figur 2 erläutert die Funktionsweise der Phasenanschnittsteuerung eines Asynchronmotors gemäß Erfindung; Figur 3 ist das Schema für den Programmablauf der Antriebssteuerung. Figur 4 ist ein schematischer Schnitt durch einen Asynchronmotor mit Sensor. Figur 5 und 6 zeigen schematisch in zwei Ansichten die Anordnung von zwei Sensoren auf zwei miteinander auf Drehung verbundenen Sensorrädern. Figur 7 stellt in Aufsicht ein Drehtor dar.

45 50 [0014] Figur 1 zeigt schematisch die teilweise aufgeschnittene Seitenansicht eines Schiebetors. Als tragendes Element dient die Laufwerksschiene 1, die in die Richtungen des Pfeiles 2 verschiebbar ist und, wie hier dargestellt, auf einem vorderen Laufrad 3 und einem hinteren Laufrad 4 läuft. Alle diese Laufräder sind bevorzugt eine Einheit mit oder nahe der am Boden befestigten Standsäule 6. Die Standsäule weist weiters den Antrieb 7 auf, der den Motor 8, das Getriebe 9 und ein Abtriebs-

ritzel 10 aufweist. Dieses Abtriebsritzel 10 kämmt mit einer Zahnstange 11, die an der Laufwerksschiene 1 angeordnet und mit dieser fest verbunden ist. Üblicherweise ist die Laufwerksschiene C-förmig.

[0015] Auf der Laufwerksschiene 1 ist das Torgitter 12 angeordnet, wobei die obere Querstrebe 13 von einer Halterung 14 der Standsäule 6 am seitlichen Kippen gehindert werden kann. Mit 26 ist ein Endschalter bezeichnet, der den Antrieb abschaltet, wenn das Tor die rechte Endlage und den durch eine Standsäule gebildeten Endanschlag 5 erreicht hat.

[0016] Die geschilderte Konstruktion ist nur rein schematisch gehalten und beschrieben. Derartige Torkonstruktionen sind in vielfältiger Weise wandelbar und es existieren viele derartige Konstruktionen in der Praxis. So kann die Drehbewegung des Antriebsritzels 10 auch über einen Kettentrieb, Riementrieb oder Seiltrieb in die translatorische Bewegung des Schiebtors oder Drehbewegung eines Drehtors oder einer Drehtür umgesetzt werden. Für die exakte Funktion ist es vorteilhaft, wenn die Umsetzung ohne Schlupf erfolgt, sodass die Drehstellung des Abtriebsritzels 10 mit einer definierten Verschiebelage des Schiebetores korreliert. Selbstverständlich soll auch die Drehbewegung des Abtriebsritzels 10 mit der Drehung der Rotorwelle des Motors 8 korrelieren.

[0017] Die Figur 2 stellt im Diagramm Spannung gegen Zeit die Funktionsweise der Phasenanschnittsteuerung dar. Es wird vom Steuerelement zwischen zwei aufeinanderfolgenden Spannungsnulldurchgängen der Winkel und damit die Drehzahl ermittelt. Aus diesen Daten wird der Zündzeitpunkt für die Strombeaufschlagung in der nächsten Phase errechnet. Das heißt, wenn sich der Rotor des Elektromotors zu langsam dreht, wird der Phasenanschnitt erhöht und daher wird mehr elektrische Energie (schraffierter Bereich) zugeführt. Dreht der Rotor zu schnell, wird der Phasenanschnitt verkürzt und die zugeführte Energie wird reduziert.

[0018] Das dargestellte Beispiel veranschaulicht schematisch die Situation bei einer gewünschten Drehzahl von 750 Umdrehungen/Minute als Soll-Drehzahl. In der ersten Phase beträgt die gemessene Ist-Drehzahl 770 Umdrehungen/Minute und das Steuerelement gibt einen Zündzeitpunkt von 2,5 ms nach Nulldurchgang für die nächste Phase vor. Es ergibt sich eine zu hohe Drehzahl von 780 Umdrehungen/Minute, woraus das Steuerelement den Zündzeitpunkt 7ms nach Nulldurchgang berechnet, sodass die Zündung wesentlich später erfolgt und innerhalb dieser Phase nur mehr geringe Energie zugeführt wird. Daraus folgt die verringerte Umdrehungszahl von 740/Minute und für die nächste Phase berechnet das Steuerelement die jetzt gut passende Zeitverzögerung von 6ms nach Nulldurchgang, wodurch unter den gegebenen Belastungszuständen die Soll-Drehzahl von 750 Umdrehungen/Minute erreicht ist.

[0019] Gemäß Figur 3 ist der Funktionsablauf der Drehzahlregelung schematisch wiedergegeben.

[0020] Die Soll-Drehzahl ist dem Steuergerät vorge-

geben und die Ist-Drehzahl wird stets ermittelt und überprüft, wie nachstehend näher beschrieben ist. In weiterer Folge wird die Soll-Drehzahl mit der Ist-Drehzahl verglichen. Wenn Übereinstimmung gegeben ist, wird der Phasenanschnitt beibehalten. Wird hingegen eine Abweichung festgestellt, wird mit einem PID-Reglerprogramm der neue Phasenanschnittpunkt berechnet und solange geregelt, bis wieder die Soll-Drehzahl und Ist-Drehzahl übereinstimmen.

[0021] Wenn der Phasenanschnitt definiert ist, wartet die Steuerung auf den Phasen-Nulldurchgang und setzt den Zeitgeber gemäß berechnetem Zündzeitpunkt. Wenn der Zeitgeber abgelaufen ist, wird ein Triac gezündet und der Motor über den Rest der Phase mit Energie beaufschlagt.

[0022] Dieses System ist nicht nur für Asynchronmotoren für Wechselstrom- oder Drehstrom geeignet, sondern auch für pulsgespeiste Gleichstrommotoren. Auch dort kann die Fläche des Pulses beliebig gesteuert und daher die Energie für den Antrieb des Motors eingestellt werden.

[0023] Wie zuvor beschrieben, benötigt die Antriebssteuerung die Ermittlung der Ist-Drehzahl und bevorzugt zusätzlich auch noch die Ermittlung der jeweiligen Winkelstellung der Rotorwelle oder eines mit der Rotorwelle schlupfflos verbundenen Treibrades.

[0024] Figur 4 zeigt schematisch einen Asynchronmotor mit dem Stator 15, dem Rotor 16, der Rotorwelle 17 und, an der Stirnseite der Rotorwelle 17 einen Sensor 18. Dieser Sensor 18 umfasst einen Sensorgeber 19 und einen Sensorempfänger 20. Im Handel erhältlich sind beispielsweise Sensorgeber auf Basis eines Magnet mit diametraler Magnetisierung. Der Sensorempfänger umfasst einen auf einer Platine 27 angeordneten Mikrochip, der das Magnetfeld des Sensorgebers abtastet. Derartige Sensoren sind sowohl zur Ermittlung der Umdrehungsgeschwindigkeit U/Min. als auch zum Zählen der durchgeführten Umdrehungen und weiters auch zur Ermittlung einer Winkelstellung der Welle geeignet, wenn die Welle zum Stillstand kommt. Die erreichbare Genauigkeit für die Ermittlung der Winkelstellung ist bei solchen Sensoren etwa bei 1,4° gelegen.

[0025] Selbstverständlich sind auch Sensoren anderer Bauart einsetzbar wie z.B. solche, die mit Laserlicht arbeiten. Grundsätzlich sind alle Sensorsysteme geeignet, die die gewünschten Daten liefern.

[0026] Für die in den Figuren 2 und 3 dargestellte Antriebstechnik dient der Sensor 18, wie er in Figur 4 dargestellt ist, um die erreichte Ist-Drehzahl der Rotorwelle 17 mit der Soll-Drehzahl vergleichen zu können. Dieses System ist insbesondere dadurch günstig, als beim Anfahren des Motors eine geringe Geschwindigkeit und damit geringe Drehzahl vorhanden ist, sodass die Steuerung die volle Energie zur Verfügung stellt. Sobald die Nenndrehzahl erreicht ist, wird nur die zum Aufrechterhalten der Geschwindigkeit notwendige Energie zugeführt. Der Sensor 18 zur Drehzahlmessung - und gegebenenfalls auch zur Zählung der Umdrehungen - muss

nicht an der Welle 17 direkt sitzen, sondern es können auch von der Welle angetriebene Räder (oder ein Rad) vorgesehen sein, z.B. ein Zahnrad im Getriebe, welches den Sensorgeber 19 trägt.

[0027] Verfügt ein Schiebetor zur Steuerung über den einen Sensor gemäß Figur 4, ist damit eine sehr feinfüh-
lige Steuerung des Antriebes über die Drehzahl des Elek-
tromotors möglich. Allerdings benötigt das Tor für die
Stellungen am jeweiligen Bewegungsende herkömmliche
Endanschläge, wie er mit dem Bezugszeichen 5 in
Figur 1 eingezeichnet ist.

[0028] Zwar ist es möglich, anhand der gezählten Um-
drehungen der Rotorwelle oder des Abtriebsritzel die
zurückgelegte Strecke der Last zu berechnen. Bei Strom-
ausfall würde diese Information jedoch verloren gehen
und die Nullstellung der Last und der Steuervorrichtung
müsste per Hand eingestellt werden.

[0029] Eine Lösung für das Vermeiden von Endan-
schlägen und für das jederzeitige Ermitteln des Standes,
also der Position der Last, ist in den Figuren 5 und 6
dargestellt.

[0030] Die Abtriebswelle 21 ist vom Elektromotor 18
schlupflos gedreht und kann beispielsweise auch das Ab-
triebsritzel 10 tragen. Damit auf schlupflose Drehung ver-
bunden sind zwei Räder, nämlich ein erstes Sensorrad
22 mit kleinem Durchmesser und ein zweites Sensorrad
23 mit größerem Durchmesser, wodurch die Umfangs-
geschwindigkeiten der beiden Sensorräder verschieden
sind. Beide Sensorräder sind stirnseitig mit Sensorge-
bern versehen, also mit einem ersten Sensorradgeber
24 und einem zweiten Sensorradgeber 25. Diese arbei-
ten mit dem ersten Sensorradempfänger 28 und dem
zweiten Sensorradempfänger 29 zusammen. Diese Sen-
soren sind geeignet, die Winkelstellung jedes Zahnrades
mit der notwendigen Genauigkeit zu messen. Wie zuvor
beschrieben ist handelsüblich eine Genauigkeit von 1,4°
erreichbar und ausreichend. Die Kombination der Win-
kelstellungen der beiden Zahnräder ist immer einmalig
und definiert exakt die zurückgelegte Umfangsstrecke
des Antriebsritzels für die Zahnstange und daher auch
die Vorschubstrecke für das Tor. Selbst nach einem
Stromausfall kann so anhand der Kombination der bei-
den Winkelstellungen der beiden Sensorräder die Tor-
position genau ermittelt und dementsprechend ein Steu-
erbefehl zum Bewegen der Last erteilt werden. Endan-
schläge können damit vermieden werden.

[0031] Alle diese Räder und Sensorräder können mit
dem Antrieb 7 als Baueinheit ausgeführt werden. Die
Sensorräder 22, 23 können miteinander kämmende
Zahnräder oder auch über Ketten oder Zahnriemen ver-
bundene Räder sein.

[0032] Die Figur 7 zeigt in Aufsicht von oben ein Dreh-
tor mit dem Torflügel 30, der gemäß Pfeil 31 um die
Torangel 32 der Standsäule 33 schwenkbar ist. Der An-
schlagpfosten ist mit 34 bezeichnet.

[0033] Der Antrieb 35 umfasst den Elektromotor 8 mit
dem Rotor 16, der über das Getriebe 9 eine Spindel 36
in Drehung versetzt. Die auf der Spindel aufgesetzte

Spindelmutter 37 ist mit dem Torflügel 30 verbunden. Je
nach Drehrichtung der Spindel 36 erfolgt das Öffnen oder
Schließen des Tores.

[0034] Die erfindungsgemäße Steuerung erfolgt auf
analoge Weise wie beim zuvor beschriebenen Schiebe-
tor. Der Sensor für die Ist-Drehzahl des Motors sitzt an
der Motorwelle oder einer der Getrieberäder. Ebenfalls
können auf zwei miteinander auf Drehung verbundenen
Sensorrädern die Sensorradgeber vorgesehen sein.

Bezugszeichenliste

[0035]

1. Laufwerksschiene
2. Pfeil
3. vorderes Laufrad
4. hinteres Laufrad
5. Endanschlag
6. Standsäule
7. Antrieb
8. Motor
9. Getriebe
10. Abtriebsritzel
11. Zahnstange
12. Torgitter
13. obere Querstrebe
14. Halterung
15. Stator
16. Rotor
17. Rotorwelle
18. Sensor
19. Sensorgeber
20. Sensorempfänger
21. Abtriebswelle
22. erstes Sensorrad
23. zweites Sensorrad
24. erster Sensorradgeber
25. zweiter Sensorradgeber
26. Endschalter
27. Platine
28. Erster Sensorradempfänger
29. Zweiter Sensorradempfänger
30. Torflügel
31. Pfeil
32. Torangel
33. Standsäule
34. Anschlagpfosten
35. Antrieb
36. Spindel
37. Spindelmutter

Patentansprüche

1. Antrieb für translatorische oder rotatorische Bewe-
gung von Lasten wie Schiebetore, Drehtüren und
Drehtore, Hubtore, Schranken, insbesondere zur

- Sperre und Freigabe von Fahrwegen und Garagen etc., wobei ein Elektromotor (8) mit Wechselstrom, Drehstrom, oder gepulstem Gleichstrom betrieben ist und die Drehzahl des Elektromotors (8) mittels Phasenanschnittsteuerung gesteuert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein, die Ist-Drehzahl und gegebenenfalls auch die Drehstellung des Rotors (16) oder der Rotorwelle (17) des Elektromotors (8) oder eines mit diesem drehverbundenen Sensorrades messender, Sensor (18) vorgesehen ist.
2. Antrieb nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Steuerung des Elektromotors (8) ein Steuerelement zum Vergleich der Ist-Drehzahl mit einer vorgegebenen Soll-Drehzahl und zur Berechnung des erforderlichen Phasenanschnittpunktes vorgesehen ist.
 3. Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (18) einen direkt auf der Welle (17) des Rotors (16) angeordneten Sensorgeber (19) und einen ortsfesten Sensorempfänger (20) aufweist.
 4. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Meßtoleranz der Winkelstellung des Sensors (18) kleiner 15° , bevorzugt kleiner 5° ist.
 5. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Zähler zum Zählen der Umdrehungen der mit dem Sensor (18) verbundenen Rotorwelle (17) oder eines damit verbundenen Sensorrades vorgesehen ist, wobei als Nullpunkt eine vorgegebene Endstellung der vom Antrieb bewegten Last festgelegt ist.
 6. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Positionsermittlung der Last ein erstes Sensorrad (22) und ein auf Drehung verbundenes zweites Sensorrad (23) vorgesehen sind, die mit der Rotorwelle (17) oder mit einer, mit der Rotorwelle (17) verbundenen, Abtriebswelle (21) in schlupfloser Drehverbindung stehen, wobei das erste Sensorrad (22) und das zweite Sensorrad (23) voreinander unterschiedliche Durchmesser haben und beide mit Sensorradgebern (24, 25) versehen sind, denen Sensorradempfänger (28, 29) zugeordnet sind.
 7. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensorräder (23, 24) miteinander kämmende Zahnräder oder über Ketten oder Zahnriemen verbundene Räder sind.
 8. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zur Drehzahlregelung des Motors vorgesehene Sensor (18) auf einem mit der Rotorwelle (17) auf Drehung verbundenen Sensorrad angeordnet ist.
 9. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Umsetzung der Drehbewegung des Abtriebsritzels (10) ein Zahnstangenantrieb, Kettentrieb, Seiltrieb oder Spindeltrieb vorgesehen ist.
 10. Antrieb nach einem der Ansprüche 3 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensorgeber (19) einen Magnet mit diametraler Magnetisierung aufweist, und der Sensorempfänger (20) einen, das Magnetfeld des Sensorgebers (19) abtastenden, Mikrochip umfasst.
 11. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (18) nicht direkt am Rotor (16) oder an der Rotorwelle (17) befestigt ist, sondern mit diesem über ein oder mehrere angetriebene Räder, insbesondere ein Zahnrad oder ein Getriebe, verbunden ist.
 12. Antrieb nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchmesser der Sensorräder (22) und (23) derart gewählt sind, dass die Kombination der Winkelstellungen stets einmalig ist und exakt die zurückgelegte Vorschubstrecke des Tors kennzeichnet.

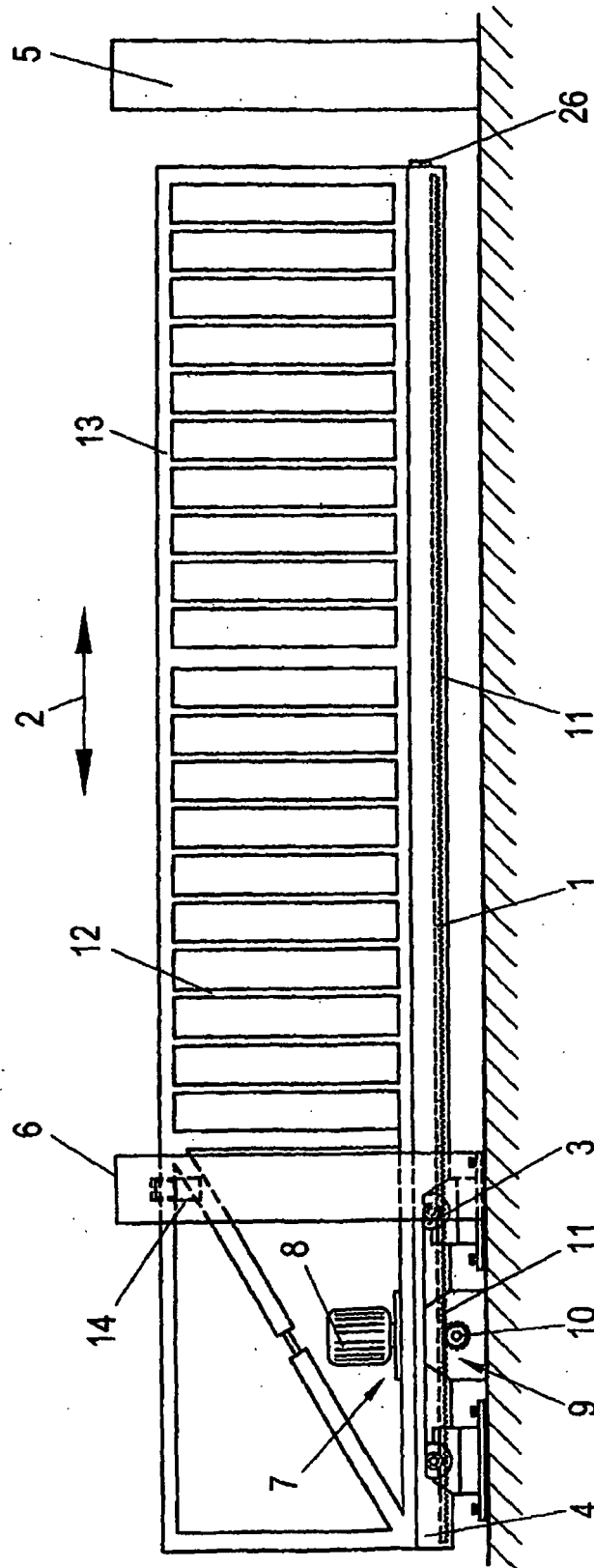


Fig. 1

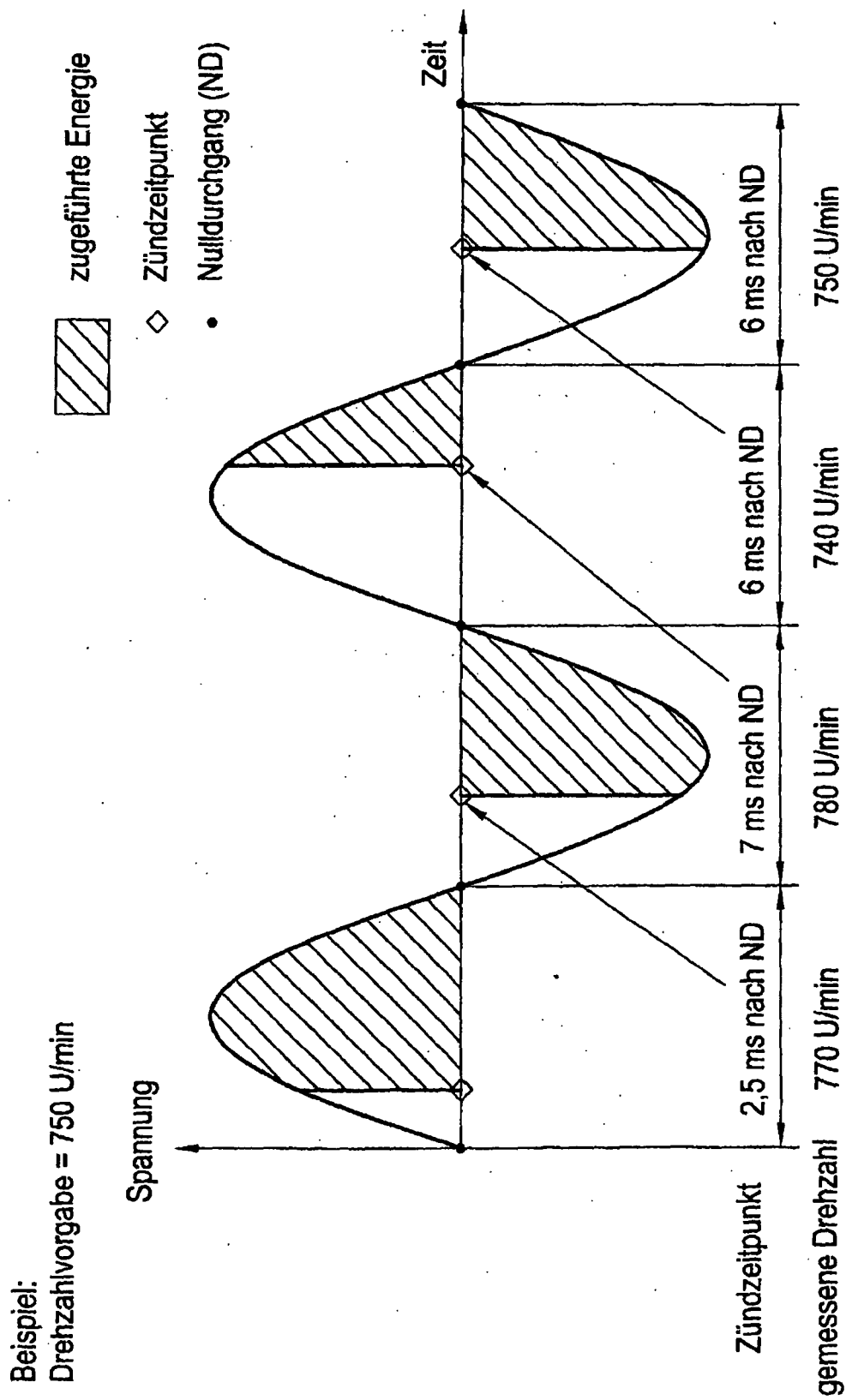


Fig. 2

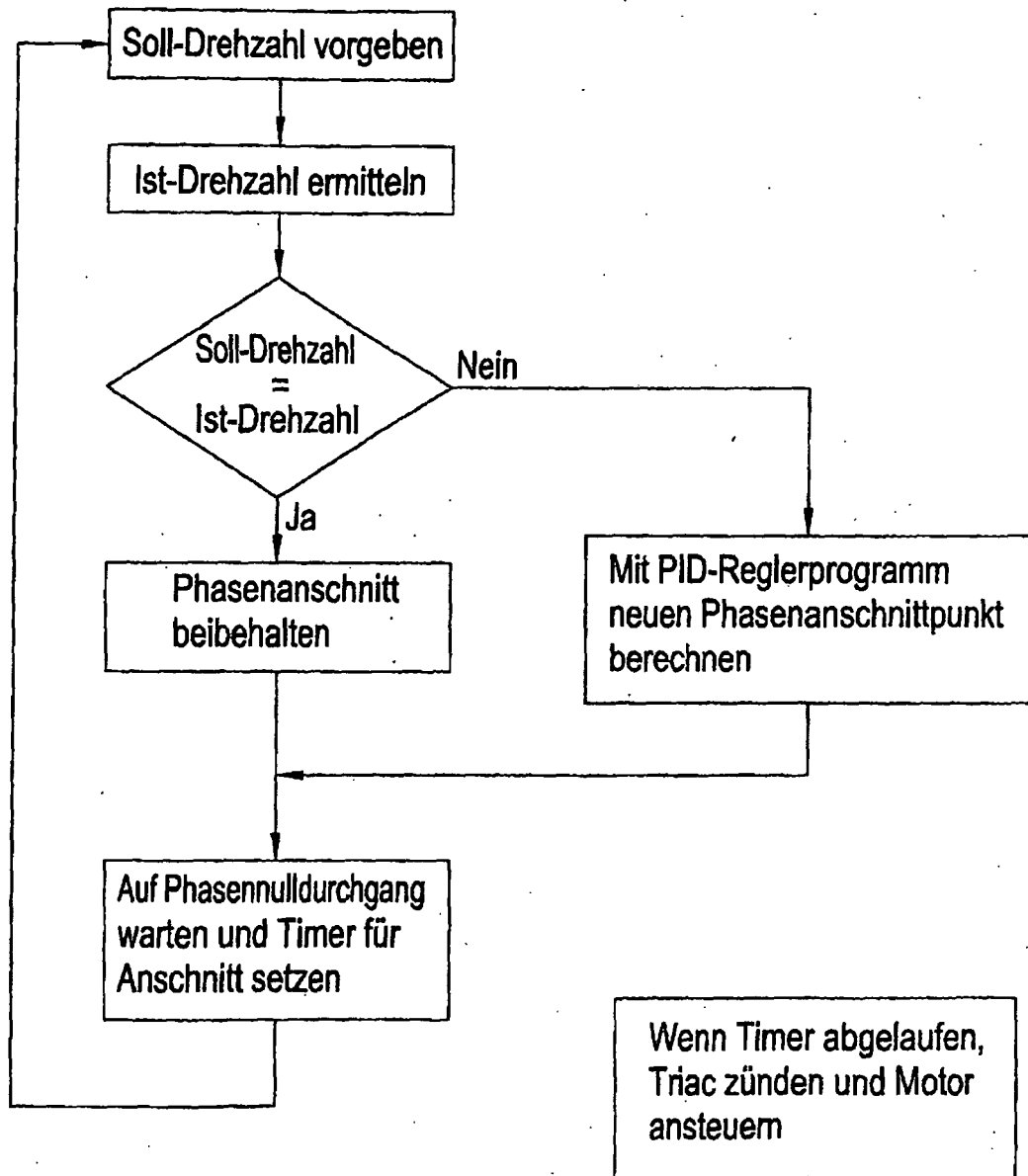


Fig. 3

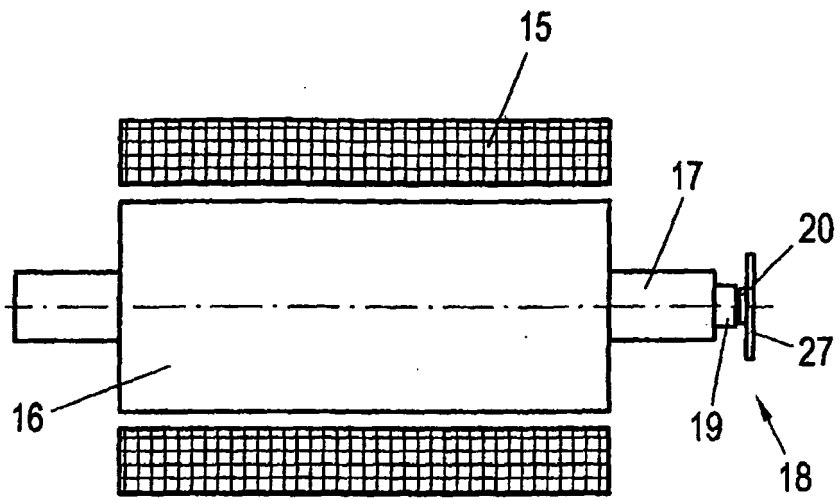


Fig. 4

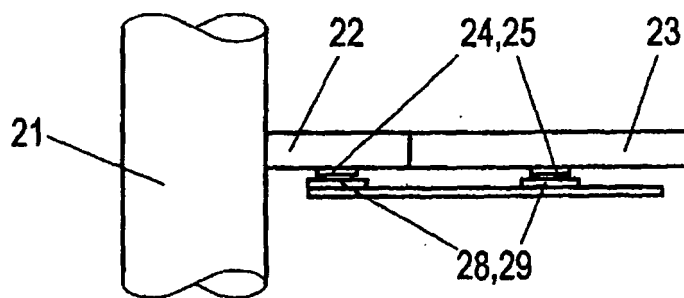


Fig. 5

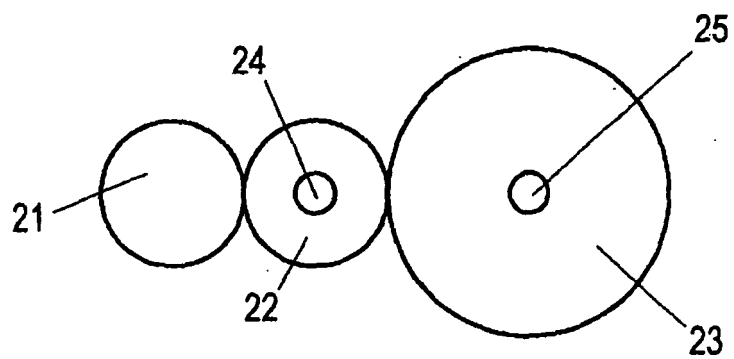


Fig. 6

