

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 565 157 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93200732.1**

(51) Int. Cl.⁵: **D06F 37/20**

(22) Anmeldetag: **12.03.93**

(30) Priorität: **20.03.92 DE 4208989**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.10.93 Patentblatt 93/41

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(71) Anmelder: **Philips Patentverwaltung GmbH**
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg(DE)

(84) **DE**

(71) Anmelder: **N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken**

Groenewoudseweg 1
NL-5621 BA Eindhoven(NL)

(84) **FR GB IT**

(72) Erfinder: **Scholten, Lutz**
Vaalser Strasse 132
W-5100 Aachen(DE)

(74) Vertreter: **Erdmann, Anton, Dipl.-Ing. et al**
Philips Patentverwaltung GmbH
Wendenstrasse 35c
D-20097 Hamburg (DE)

(54) **Verfahren zur Detektion und Kompensation einer Unwucht bei einem durch einen Motor angetriebenen Rotor.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Detektion und Kompensation einer Unwucht bei einem durch einen Elektromotor (16) angetriebenen Rotor, z.B. bei einer Waschtrommel (15) einer Waschmaschine, mit einer Einrichtung zur Messung der Unwucht nach Lage und Größe und mit einer Elektronik (17, 18) zur Steuerung des Motors (16) aufgrund der gemessenen Werte, wobei das Drehmoment des Motors (16) zunächst, nach Beschleunigung

des Rotors (15) auf einen Mindestwert, konstant gehalten wird, so daß beim Vorhandensein einer Unwucht eine Drehzahländerung erfolgt, die zur Ermittlung der Größe und Lage der Unwucht ausgewertet wird (Detektionsphase), und daß sodann aufgrund dieser ermittelten Werte bei einer Erhöhung der Drehzahl eine Kompensation der Unwucht durch entsprechende Ansteuerung des Motors (16) erfolgt (Kompensationsphase).

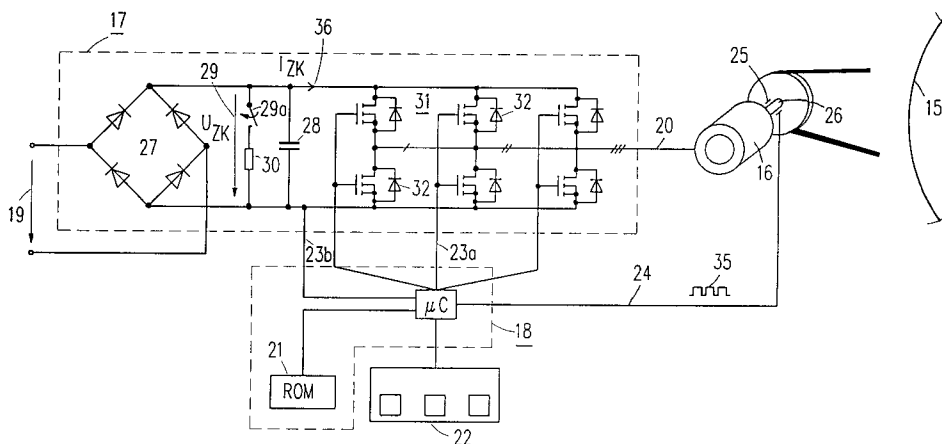


FIG.3

EP 0 565 157 A1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Detektion und Kompensation einer Unwucht bei einem durch einen Elektromotor angetriebenen Rotor, z.B. bei einer Waschtrommel einer Waschmaschine, mit einer Einrichtung zur Messung der Unwucht nach Lage und Größe und mit einer Elektronik zur Steuerung des Motors aufgrund der gemessenen Unwuchtwerte.

Durch die EP-OS 0 349 798 ist ein Verfahren zur Steuerung des Schleudervorganges einer Trommelwaschmaschine bekanntgeworden, die einen Laugenbehälter mit einer darin drehbar gelagerten Trommel, einen steuerbaren Elektromotor zum Antrieb der Trommel und eine Einrichtung zur Messung der Unwucht der Trommel aufweist. Bei dem bekannten Verfahren wird die Trommel unmittelbar vor oder beim Hochfahren auf die Schleuderdrehzahl aus einer von der Unwuchtmeßeinrichtung ermittelten Position der Unwucht heraus beschleunigt, wobei diese Position der Unwucht sich durch einen Drehzahlabfall, eine erhöhte Motorstromaufnahme und ein erhöhtes Drehmoment auszeichnet. Dabei kann die Position und die Größe der Unwucht während der Beschleunigungs- bzw. Hochlaufphase zum Schleudern im Wäscheverteil-Wäscheanlegedrehzahlbereich festgestellt werden. Bei diesen bekannten Verfahren wird die durch Unwucht bedingte Auslenkung des schwingenden Aggregates verringert. Ein Versatz der Maschine soll dadurch auch bei hohen Schleuderdrehzahlen nicht auftreten. Ebenso soll das schwingungsfähig aufgehängte Innenaggregat nicht mehr am Gehäuse anschlagen. Das bekannte Verfahren soll damit ein Schleudern auch dann ermöglichen, wenn eine unzulässig hohe Unwucht vorliegt. Als Indiz für eine eventuell vorliegende Unwucht können dabei die Schwankungen der Drehzahl, der Motorstromaufnahme und/oder des Drehmomentes ausgewertet werden. Bei der bekannten Bauart erzeugt ein mit der Motorwelle verbundener Tachogenerator eine der jeweiligen Drehzahl der Wäschetrommel entsprechende Istspannung, die mit einer der gewünschten Drehzahl entsprechenden Sollspannung verglichen wird. Je nach Regelabweichung erfolgt dabei eine entsprechende Steuerung des Motors. Dabei ist die Größe der Drehzahländerung ein Maß für die Größe der Unwucht, während die Drehzahl, die Motorstromaufnahme bzw. das Drehmoment Aufschluß über die Position der Unwucht der Trommel geben.

Die Beschleunigung der Wäschetrommel kann auch beim Durchfahren der kritischen Drehzahlbereiche durch eine entsprechende Motor-Leistungsregelung im Verlauf einiger Trommelumdrehungen erreicht werden. Auch dadurch kann die Schwingungsamplitude des Innenaggregates verringert werden. Dabei kann, je nach Bedarf, die Beschleunigung in einem Winkelbereich von 60° bis 170°

(in Drehrichtung gemessen) größer als Null sein, während die Beschleunigung im übrigen Winkelbereich gegen Null gehen kann, gleich Null ist oder auch negativ werden kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit einfachen Mitteln ein wirkungsvolles, zuverlässiges und einfaches Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst,

- daß das Drehmoment des Motors zunächst, nach Beschleunigung des Rotors auf eine Mindestdrehzahl, konstant gehalten wird, so daß beim Vorhandensein einer Unwucht eine Drehzahländerung erfolgt, die zur Ermittlung der Größe und Lage der Unwucht ausgewertet wird (Detektionsphase) und
- daß sodann aufgrund dieser ermittelten Werte bei einer Erhöhung der Drehzahl eine Kompensation der Unwucht durch entsprechende Ansteuerung des Motors erfolgt (Kompensationsphase).

Der Mindestwert, auf den der Rotor in dieser Detektionsphase zunächst beschleunigt wird, ist der Wert, bei dem sich eine rotoreigene Unwucht bemerkbar macht. Bei Trommelwaschmaschinen wird die Trommel zunächst auf einen Wert von etwa 70 U/min beschleunigt. Dies ist der Wert, bei dem in der Trommel befindliche Wäsche sich an den Innenwänden anlegt, so daß sich eine durch ungleichmäßige Verteilung der Wäsche bedingte Unwucht nunmehr bemerkbar macht. Wichtig ist somit die Ansteuerung des Motorantriebes derart, daß sich ein konstantes Antriebsmoment ergibt. Im Gegensatz zu der eingangs genannten bekannten Bauart werden bei der erfindungsgemäßen Bauart somit weder Ströme, noch die Differenz zwischen Soll Drehzahl und Ist Drehzahl ausgewertet. Vielmehr werden, in Ausgestaltung der Erfindung, mit Hilfe eines in der Elektronik abgelegten Motorzustandsmodelles Steuergrößen erzeugt, die ein von der Drehzahl und von der Belastung (Unwucht vorhanden/nicht vorhanden) unabhängiges Motor-drehmoment erzeugen. Damit ist es möglich, auf einfache Weise ein konstantes Drehmoment für den Motorantrieb zu erzeugen, so daß die durch eine auftretende Unwucht erzeugten Drehzahländerungen in exakter Weise zur Ermittlung der Größe und der Lage der Unwucht ausgewertet werden können.

Die Ermittlung der Werte für die Größe und die Lage der Unwucht erfolgt vorzugsweise dadurch, daß eine von einem Drehgeber des Motors gelieferte Puls-kette von der Elektronik mit Hilfe eines Pulszählers derart ausgewertet wird, daß im Steuerprogramm für den Motor sowohl die jeweilige Drehzahl der Motorwelle als auch die jeweilige Lage eines fiktiven Punktes auf der Motorwelle

verfügbar ist und daß damit die Drehzahl des Rotors und die Lage und Größe einer möglichen Unwucht auf dem Rotor erfaßbar sind. Dabei wird bei Drehung der Welle der Pulszähler durch jede Flanke der Pulschette heraufgesetzt.

In Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß nach Erreichen eines zyklisch eingeschwungenen Betriebes mit konstantem Antriebsmoment und mit einer Mindestrotordrehzahl die Messung des Zählerstandes innerhalb von bestimmten kurzen Zeitabschnitten erfolgt, deren Dauer jeweils einem Bruchteil der Dauer eines Rotorumlaufes entspricht. Dabei wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung die Größe der Drehzahl vorzugsweise dadurch bestimmt, daß die Änderung des Zählerstandes pro Zeitabschnitt erfaßt und durch die zwischen den Zeitabschnitten verstrichene Zeit dividiert wird, wodurch sich eine der Drehzahl proportionale Meßgröße ergibt. Dabei wird die Differenz von maximaler und minimaler Rotordrehzahl erfaßt und zur Bemessung der Größe der Unwucht ausgewertet.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird die Lage der Unwucht dadurch bestimmt, daß die Änderung des Zählerstandes pro Zeitabschnitt erfaßt und durch die Anzahl der möglichen Pulse pro Rotordrehung dividiert wird, wodurch sich eine Meßgröße ergibt, die die Änderung der Lage eines fiktiven Punktes auf dem Rotor, z.B. der Unwucht, pro Zeitabschnitt beschreibt (relative Lage). Die absolute Lage der Unwucht wird bei Auftreten der maximalen bzw. der minimalen Rotordrehzahl erfaßt.

Die mit Hilfe des Drehzahlverlaufes ermittelte Position einer Unwucht wird in weiterer Ausgestaltung der Erfindung stets so nachgeführt, daß sie jederzeit im Steuerprogramm für den Motor verfügbar ist.

Damit ist die Detektionsphase abgeschlossen, in der bei einem zyklisch eingeschwungenem Betrieb bei konstantem Antriebsmoment und bei einer Mindestrotordrehzahl die Größe und die Lage der Unwucht ermittelt wurde. Nach Abschluß dieser Detektionsphase erfolgt nunmehr die eigentliche Prozeßsteuerung in der sogenannten Kompensationsphase, wobei eine aktive Unwuchtkompensation eingesetzt wird, wenn der Rotor auf eine höhere Drehzahl beschleunigt werden soll. Bei einer Waschmaschine, bei der die Trommel mit Wäsche gefüllt ist, setzt diese aktive Unwuchtkompensation dann ein, wenn die Trommel in den Schleuderbetrieb beschleunigt werden soll. Dabei werden, in Ausgestaltung der Erfindung, zur Kompensation einer nach Größe und Lage in der Detektionsphase ermittelten Unwucht in der Elektronik Steuergrößen erzeugt, welche ein Drehmoment an der Motorwelle entstehen lassen, das dem für eine mittlere Beschleunigung notwendigen Moment plus einem zur Kompensation erforderlichen Moment entspricht,

wobei das zur Kompensation erforderliche Moment von der Größe und Lage der Unwucht abhängig ist. Diese Steuergrößen werden in der Elektronik aufgrund der Werte ermittelt, die in der Detektionsphase für die Lage und Größe der Unwucht gefunden wurden. Je nach Lage der Unwucht muß daher entweder Energie zugeführt werden oder es muß Energie vernichtet werden, damit der Rotor die gewünschte Beschleunigung erhält.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die zur Erzeugung des Kompensationsmomentes erforderlichen Steuergrößen in einem Kennlinienfeld als Rechengröße in einem ROM abgespeichert sind. Dies bedeutet, daß bei der Beschleunigung des Rotors auf höhere Drehzahlen in jedem Moment der Elektronik angezeigt wird, wo die vorher nach Größe bereits ermittelte Unwucht sich befindet, und daß aufgrund dieser Werte anhand des gespeicherten Kennlinienfeldes Steuergrößen geliefert werden, die zur Erzeugung des Kompensationsmomentes erforderlich sind.

Vorzugsweise wird das oben genannte Verfahren angewendet bei einem mit Wäsche beladenen Haushaltgerät, z.B. bei einer Waschmaschine, wobei das Haushaltgerät vor Beginn des Detektions- und Kompensationsverfahrens auf eine Mindestumdrehung von etwa 70 U/min beschleunigt wird, so daß die eine Unwucht erzeugende Wäsche an der Trommelinnenwand haften bleibt. Damit wird, wie bereits oben erwähnt, erreicht, daß eine durch ungleichmäßige Verteilung der Wäsche erzeugte Unwucht wirksam wird und somit nach Lage und Größe detektiert werden kann.

Eine einfache und zuverlässige Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens der oben genannten Art ist vorzugsweise gekennzeichnet durch einen am Netz liegenden Umrichter zur Erzeugung einer Speisespannung für den Motor und durch einen Mikrokontroller zur Steuerung des Motors, der einen Speicher (ROM) und Anzeige- und Bedienelemente enthält und der mit einem Drehgeber und mit dem Umrichter verbunden ist.

Dabei enthält der Umrichter

- a) eine Gleichrichterbrücke zur Gleichrichtung der Netzspannung,
- b) einen nachgeschalteten Glättungskondensator zum Glätten einer anstehenden Zwischenkreispannung auf einen konstanten Wert,
- c) einen automatisch zuschaltbaren Bremswiderstand zur Umwandlung von aus kinetischer Bremsenergie des Motors gewonnener elektrischer Energie in thermische Energie und
- d) einen Wechselrichter mit durch den Mikrokontroller steuerbaren Leistungstransistoren zur Erzeugung einer blockförmigen Zwischenkreispannung für den Motor.

Der Umrichter besitzt vorzugsweise eine Schaltfrequenz von 20 kHz. Der erfindungsgemäße

Aufbau der Anordnung besitzt den Vorteil, daß kurzzeitig ein Drehmoment in Höhe des drei- bis vierfachen Nennmomentes erreichbar ist, ohne daß der Antrieb Schaden nimmt. Ein möglichst hohes Drehmoment aber ermöglicht erst ein zufriedenstellendes Resultat, besonders im Bereich der mechanischen Resonanzdrehzahl. Gerade in diesem Drehbereich soll die aktive Unwuchtkompensation angewendet werden. Da das Produkt aus Drehmoment und Winkelgeschwindigkeit die Leistung ergibt und da während der Kompensation ein hohes Drehmoment bei relativ großer Drehzahl gefordert wird, ergibt sich ein kurzzeitig großer Leistungsbedarf, welcher durch den überlastbaren Antrieb gedeckt wird.

In der Zeichnung ist in den Fig. 1 bis 4 ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes gemäß der Erfindung schematisch dargestellt. Fig. 1 und 2 zeigen eine schematische Vorder- und Seitenansicht einer Waschmaschine, Fig. 3 zeigt ein Schaltbild zur Steuerung eines Motors zum Antrieb der Waschmaschine und Fig. 4 zeigt den Verlauf der Steuerspannung für den Motor.

Die Waschmaschine enthält ein Gehäuse 10, in dem ein schwingbeweglich gelagerter Laugenbehälter 11 angeordnet ist, der einerseits über Stoßdämpfer 12 am Boden 13 abgestützt und andererseits über Federn 14 an der Decke des Gehäuses aufgehängt ist. Innerhalb des Laugenbehälters 11 ist eine einseitig drehbar gelagerte Trommel 15 angeordnet, die im weiteren Verlauf der Beschreibung auch als Rotor bezeichnet wird und die von einem am Laugenbehälter 11 befestigten Motor 16 angetrieben wird. In Fig. 2 sind die Federn 14 als eine Feder und die Stoßdämpfer 12 als ein Stoßdämpfer schematisch dargestellt.

Fig. 3 zeigt einen Umrichter 17 und einen Mikrokontroller 18 enthaltende Elektronik zur Steuerung des Antriebsmotors 16. Der Umrichter 17 liegt eingangsseitig an einem Netz 19 und dient zur Erzeugung einer ausgangsseitigen Speisespannung 20 für den Motor 16. Der Mikrokontroller 18 enthält einen Speicher 21 und Anzeige- bzw. Bedienelemente 22 und ist einerseits über Leitungen 23a, b mit dem Umrichter 17 und andererseits über eine Leitung 24 mit einem Drehgeber 25 verbunden, der auf der Motorwelle 26 sitzt.

Der Umrichter 17 enthält eine Gleichrichterbrücke 27 zur Gleichrichtung der Netzspannung 19, einen nachgeschalteten Glättungskondensator 28 zum Glätten einer anstehenden Zwischenkreisspannung 29 auf einen konstanten Wert, einen automatisch zuschaltbaren Bremswiderstand 30 zum Umwandeln von aus kinetischer Bremsenergie des Motors 16 gewonnener elektrischer Energie in thermische Energie, einen Wechselrichter 31 mit durch den Mikrokontroller 18 steuerbaren Leistungstransistoren 32 zur Erzeugung einer block-

förmigen Speisespannung 20 bzw. 34 für den Motor 16. Der Bremswiderstand 30 wandelt im Bremsmodus des Motors 16 die elektrische Energie, welche aus der Umwandlung der kinetischen Energie aus der Trommelbewegung gewonnen wurde, in thermische Energie um. Der Bremszweig wird automatisch, z.B. durch Detektieren einer Zwischenkreisspannung 29 oberhalb einer vorgegebenen Grenze, solange zugeschaltet, bis die Zwischenkreisspannung 29 wieder unter die vorgegebene Grenze fällt.

Durch Ansteuerung der Leistungstransistoren 32 durch den Mikrokontroller 18 wird die Zwischenkreisspannung 29 blockförmig auf die Klemmen des Motors 16 geschaltet, und zwar derart, daß die Grundsicherungen 33 dieser blockförmigen Spannungssignale 34 an den Motorklemmen ein symmetrisches, dreiphasiges Spannungssignal ergeben. Die Form der Wechselrichter Ausgangssignale ist in Fig. 4 schematisch dargestellt. Der Umrichter besitzt eine Schaltfrequenz von 20 kHz, d.h., daß der Zeitraum zwischen zwei aufeinanderfolgenden Flanken der Spannungsblöcke 34 50 µsec beträgt. Somit ist das Umrichtergeräusch unhörbar und das Motorgeräusch sehr gering.

Der Ausgang des Pulsgebers 25 auf der Welle 26 des Asynchronmotors 16 liefert bei Drehung der Welle eine Pulsreihe 35, die von dem Mikrokontroller 18 derart ausgewertet wird, daß im Steuerprogramm sowohl die mechanische Drehzahl der Motorwelle 26 als auch die Position eines fiktiven Punktes auf der Motorwelle 26 verfügbar sind, so daß damit auch die Drehzahl der Trommel 15 und die Lage und Größe einer möglichen Unwucht auf der Trommel 15 erfaßbar sind.

Der Mikrokontroller 18 hat folgende Aufgaben:

- a) Erzeugung der pulswidenmodulierten (PWM)-Signale zur Ansteuerung der Leistungstransistoren 32,
- b) Auswertung der pulsförmigen Drehgebersignale 35 vom Drehgeber 25,
- c) Messen der Zwischenkreisspannung 29 oder des Zwischenkreisstromes 36 zur Aktivierung des Bremswiderstandes 30 im Bremszweig mittels eines Schalters 29a und
- d) die eigentliche Prozeßsteuerung.

Bei der unter d) erwähnten Prozeßsteuerung wird die aktive Unwuchtkompensation eingesetzt, wenn die durch den Motor 16 angetriebene Trommel (Rotor) 15 in den Schleuderbetrieb beschleunigt werden soll. Hierbei unterscheidet der Mikrokontroller 18 zwei unterschiedliche Phasen, und zwar einmal die Detektionsphase und zum anderen die Kompensationsphase.

In der Detektionsphase wird die Trommel 15 beschleunigt, so daß bei Antrieb mit einem konstanten Drehmoment die Mindestdrehzahl der Trommel etwa 70 U/min beträgt. Dabei ist wichtig,

daß die Ansteuerung des Antriebes so erfolgt, daß sich ein konstantes Antriebsmoment ergibt. Dabei werden mit Hilfe eines im Mikrokontroller 18 abgelegten Motorzustandsmodelles zunächst Steuergrößen erzeugt, die ein von der Drehzahl und von der Belastung unabhängiges Motordrehmoment erzeugen. Des weiteren werden die von dem Drehgeber 25 erzeugten Drehgebersignale 35 ausgewertet, wobei jede Flanke der pulsförmigen Signale 35 einen Zähler im Mikrokontroller 18 heraufsetzt. Die Auswertung der Motordrehzahl dient zur Bestimmung der Größe und der Lage der Unwucht. Nachdem ein zyklisch eingeschwungener Betriebszustand bei konstantem Antriebsmoment und der Mindestdrehzahl erreicht ist, wird die Differenz von maximaler und minimaler Trommeldrehzahl zur Bemessung der Größe der Unwucht herangezogen. Außerdem wird die Lage der Unwucht mit Hilfe des Drehzahlverlaufs detektiert und durch den Zähler stets so nachgeführt, daß die Lage der Unwucht jederzeit im Steuerprogramm verfügbar ist. Zur Bestimmung der Lage der Unwucht wird die Änderung des Zählerstandes für einen bestimmten Auswertzyklus, d.h. für einen bestimmten Zeitabschnitt, untersucht. Dabei entspricht die Änderung des Zählerstandes pro Zeitabschnitt dividiert durch die Anzahl der möglichen Pulse pro Rotordrehung der Änderung der Lage eines fiktiven Punktes auf dem Rotor, z.B. der Unwucht.

Nach Abschluß der Detektionsphase folgt die Kompensationsphase. Hier werden ab einer gewissen Trommeldrehzahl im Mikrokontroller 18 Steuergrößen erzeugt, die ein Drehmoment an der Motorwelle entstehen lassen, das dem für eine mittlere Beschleunigung notwendige Moment plus einem zur Kompensation erforderlichen Moment entspricht. Das zur Kompensation erforderliche Moment ist von der Unwuchtmasse sowie der Unwuchtposition abhängig und die dazu notwendigen Steuergrößen sind in einem Kennlinienfeld als Rechengröße in dem ROM-Speicher 21 abgespeichert.

Bei dem Verfahren gemäß der Erfindung wird also keine Leistungs-, sondern eine Spannungsregelung durchgeführt. Die dem System zugeführte Leistung stellt sich als Funktion mehrerer Parameter ein. Eine direkte Leistungsregelung ist für das erfindungsgemäße Antriebskonzept nicht einsetzbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion und Kompensation einer Unwucht bei einem durch einen Elektromotor (16) angetriebenen Rotor, z. B. bei einer Waschtrommel (15) einer Waschmaschine, mit einer Einrichtung zur Messung der Unwucht nach Lage und Größe und mit einer Elektronik (17, 18) zur Steuerung des Motors (16) auf-

grund der gemessenen Werte, dadurch gekennzeichnet,

- daß das Drehmoment des Motors (16) zunächst, nach Beschleunigung des Rotors (15) auf eine Mindestdrehzahl, konstant gehalten wird, so daß beim Vorhandensein einer Unwucht eine Drehzahländerung erfolgt, die zur Ermittlung der Größe und Lage der Unwucht ausgewertet wird (Detektionsphase), und
- daß danach aufgrund der ermittelten Werte bei einer Drehzahlerhöhung eine Kompensation der Unwucht durch entsprechende Ansteuerung des Motors (16) erfolgt (Kompensationsphase).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit Hilfe eines in der Elektronik (17, 18) abgelegten Motorzustandsmodells Steuergrößen erzeugt werden, die das von der Drehzahl und von der Belastung unabhängige Motordrehmoment erzeugen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine von einem Drehgeber (25) des Motors (16) gelieferte Pulskette (35) von der Elektronik (17, 18) mit Hilfe eines Pulszählers derart ausgewertet wird, daß im Steuerprogramm für den Motor (16) sowohl die jeweilige Drehzahl der Motorwelle (26) als auch die jeweilige Lage eines fiktiven Punktes auf der Motorwelle (26) verfügbar ist und daß damit die Drehzahl des Rotors (15) und die Lage und Größe einer möglichen Unwucht auf dem Rotor erfaßbar sind.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach Erreichen eines zyklisch eingeschwungenen Betriebes mit konstantem Antriebsmoment und mit einer Mindestrotordrehzahl die Messung des Zählerstandes innerhalb von bestimmten Zeitabschnitten erfolgt, deren Dauer jeweils einem Bruchteil der Dauer eines Rotorumlafes entspricht.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung des Zählerstandes pro Zeitabschnitt erfaßt und durch die zwischen den Zeitabschnitten verstrichene Zeit dividiert wird, wodurch sich eine der Drehzahl proportionale Meßgröße ergibt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenz von maximaler und minimaler Rotordrehzahl erfaßt und zur Bemessung der Größe der Unwucht

ausgewertet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung des Zählerstandes pro Zeitabschnitt erfaßt und durch die Anzahl der möglichen Pulse (35) pro Rotordrehung dividiert wird, wodurch sich eine Meßgröße ergibt, die die Änderung der Lage eines fiktiven Punktes auf dem Rotor, z.B. der Unwucht, pro Zeitabschnitt beschreibt (relative Lage). 5 10
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die absolute Lage der Unwucht bei Auftreten der maximalen bzw. der minimalen Rotordrehzahl erfaßt wird. 15
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Unwucht stets so nachgeführt wird, daß sie jederzeit im Steuerprogramm verfügbar ist. 20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Kompensation einer nach Größe und Lage ermittelten Unwucht in der Elektronik (17, 18) Steuergrößen erzeugt werden, welche ein Drehmoment an der Motorwelle (26) entstehen lassen, das dem für eine mittlere Beschleunigung notwendigen Moment plus einem zur Kompensation erforderlichen Moment entspricht, wobei das zur Kompensation erforderliche Moment von der Größe und Lage der Unwucht abhängig ist. 25 30
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Erzeugung des Kompensationsmoments erforderlichen Steuergrößen in einem Kennlinienfeld als Rechengröße in einem ROM (21) abgespeichert sind. 35 40
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch die Anwendung bei einem mit Wäsche beladenen Haushaltgerät, z. B. Waschmaschine, welches vor Beginn der Detektions- und Kompensationsphase auf eine Mindestumdrehung von etwa 70 U/min beschleunigt wird, so daß die eine Unwucht erzeugende Wäsche an der Trommelinnenwand haften bleibt. 45 50
13. Anordnung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12, mit einer Elektronik (17, 18) zur Steuerung des Motors (16), gekennzeichnet 55
 - durch einen am Netz (19) liegenden Umrichter (17) zur Erzeugung einer Speisespannung (20) für den als Asynchronmo-

tor ausgebildeten Antriebsmotors (16), und

- durch einen Mikrokontroller (18) zur Steuerung des Motors (16), welcher Mikrokontroller einen Speicher (ROM) (21) und Anzeige- und Bedienelemente (22) enthält und mit einem Drehgeber (25) auf der Motorwelle (26) und mit dem Umrichter (17) verbunden ist.

14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Umrichter (17) enthält:
 - a) eine Gleichrichterbrücke (27) zur Gleichrichtung der Netzspannung (19),
 - b) einen nachgeschalteten Glättungskondensator (28) zum Glätten einer anstehenden Zwischenkreisspannung (29) auf einen konstanten Wert,
 - c) einen automatisch zuschaltbaren Bremswiderstand (30) zur Umwandlung von aus kinetischer Bremsenergie des Motors (16) gewonnener elektrischer Energie in thermische Energie und
 - d) einen Wechselrichter (31) mit durch den Mikrokontroller (18) steuerbaren Leistungstransistoren (32) zur Erzeugung einer blockförmigen Speisespannung (34) für den Motor (16).
15. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die automatische Zu- und Abschaltung des Bremswiderstandes (30) durch den Mikrokontroller (18) erfolgt, und zwar beim Überschreiten eines bestimmten, festlegbaren Grenzwertes der Zwischenkreisspannung (29).
16. Anordnung nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die blockförmige Speisespannung (34) derart auf den Asynchronmotor (16) geschaltet ist, daß die Grundschwingung (33) dieser Spannungssignale an den Motorklemmen ein symmetrisches, dreiphasiges Spannungssystem ergibt (umlaufendes Drehfeld).

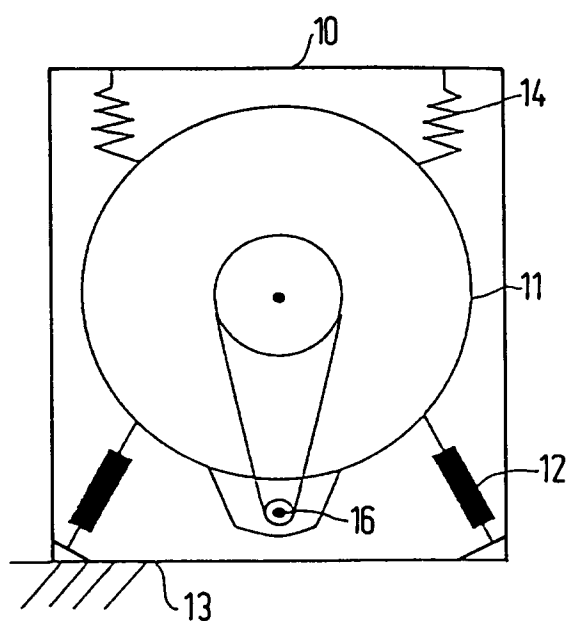


FIG. 1

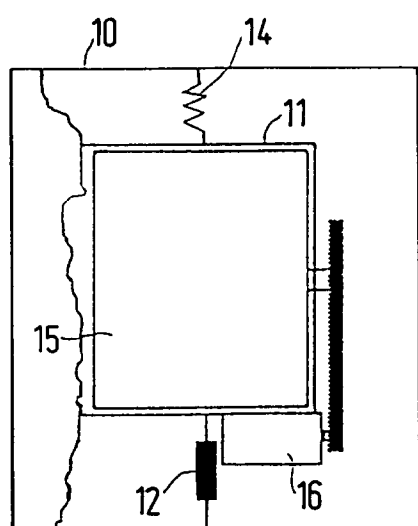


FIG. 2

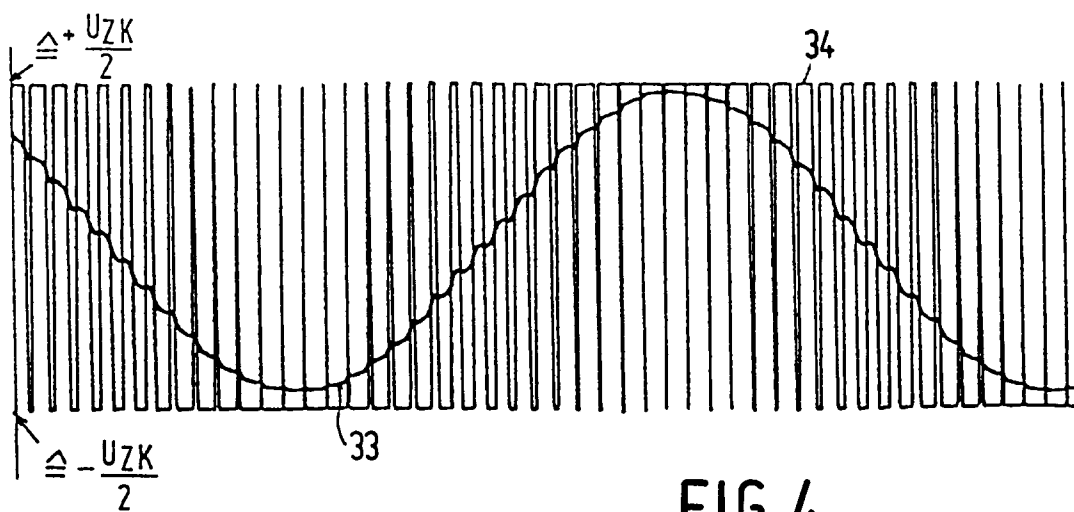


FIG. 4

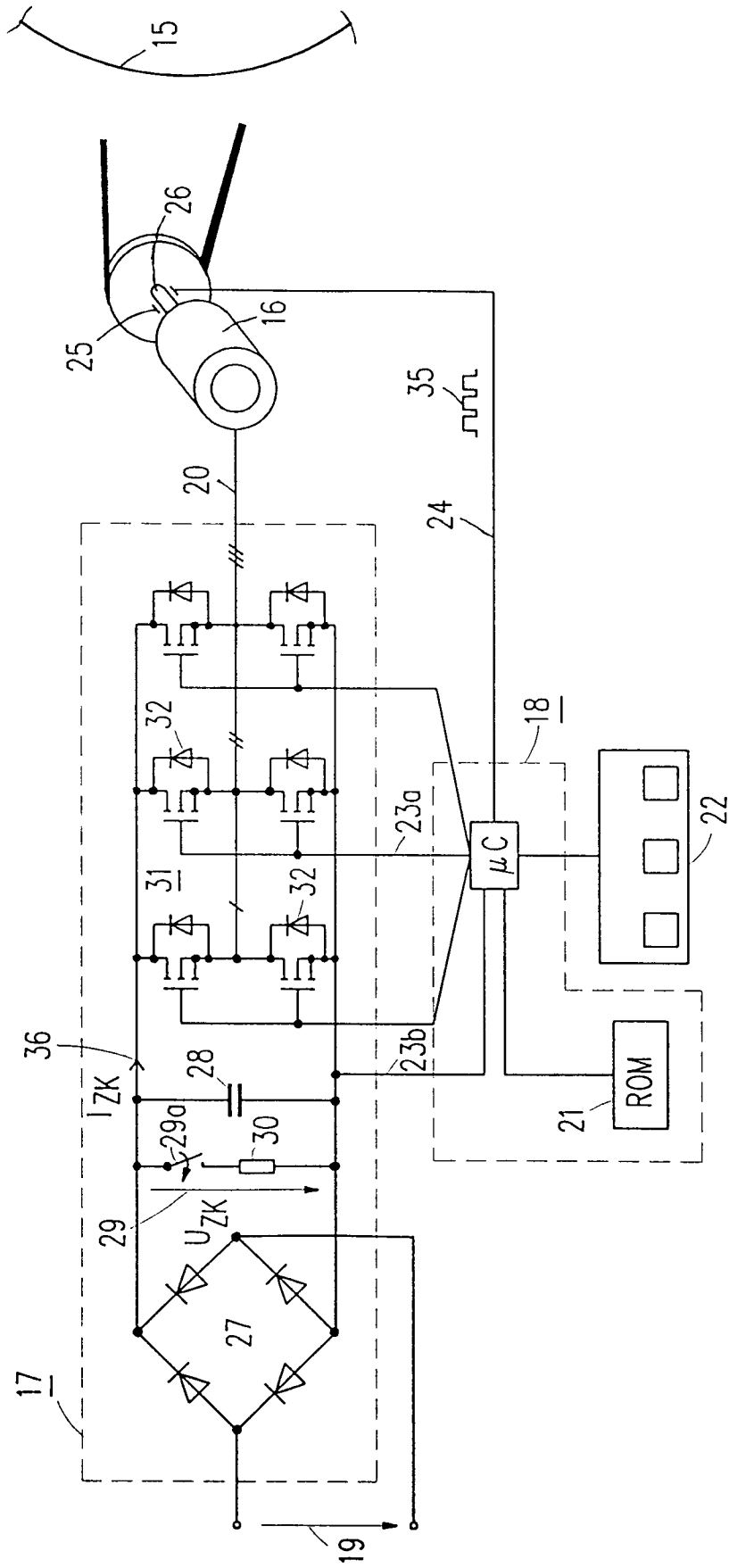


FIG. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 20 0732

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A,D	EP-A-0 349 798 (MIELE & CIE. GMBH & CO.) * Ansprüche; Abbildungen * ---	1-3,10, 11,13	D06F37/20
A	EP-A-0 394 177 (EMERSON ELECTRIC CO.) * Spalte 5, Zeile 26 - Spalte 6; Abbildungen * ---	1,10, 12-14,16	
A	US-A-4 765 161 (AMERICAN LAUNDRY MACHINERY INC.) * Zusammenfassung; Abbildungen * ---	1,10, 12-14,16	
A	FR-A-2 311 883 (N.V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIEKEN) * Ansprüche; Abbildungen * ---	1,4,12	
A	FR-A-2 630 137 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) * Ansprüche; Abbildungen * -----	1,3,6,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			D06F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abchlußdatum der Recherche 20 JULI 1993	Prüfer COURRIER G.L.A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mchtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			