

(19)



(11)

EP 1 525 349 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.12.2010 Patentblatt 2010/48

(51) Int Cl.:
D06F 37/20 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03766140.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2003/007388

(22) Anmeldetag: **09.07.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/013401 (12.02.2004 Gazette 2004/07)

(54) **VERFAHREN ZUM BESTIMMEN DER UNWUCHT EINER WÄSCHETROMMEL**

METHOD FOR DETERMINING UNBALANCE OF A CLOTHES DRUM

PROCEDE POUR DETERMINER LE BALOURD D'UN TAMBOUR DE LINGE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**

• **WEINMANN, Martin**
88339 Bad Waldsee (DE)

(30) Priorität: **26.07.2002 DE 10234053**

(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.04.2005 Patentblatt 2005/17

(73) Patentinhaber: **Diehl AKO Stiftung & Co. KG**
88239 Wangen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 275 862 EP-A2- 1 045 062
DE-A- 2 620 464 DE-A- 4 431 846

(72) Erfinder:
• **ZEH, Stefan**
88239 Wangen (DE)

EP 1 525 349 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist aus der EP 1 045 062 A2 bekannt. Als Maß für die Unwucht wird dort die über der Zeit entsprechend der Trommelumdrehung schwankende Leistungsaufnahme des Antriebsmotors aus dem Netz bei harter Drehzahlregelung, also auf möglichst konstante Drehzahl eingesetzt. Es hat sich jedoch gezeigt, daß die in der Praxis kleinen Schwankungen der aufgenommenen Netzleistung meßtechnisch sehr schwer reproduzierbar zu erfassen sind, weil den Spannungs- und Strommeßverläufen - insbesondere bei vergleichsweise hoher Leistungsaufnahme wegen gut gefüllter Wäschetrommel - außer der ohnehin schon störenden Netzfrequenz noch weitere Störeinflüsse überlagert sind, welche die Auswertung des eigentlich interessierenden Meßergebnisses unsicher bis unmöglich machen.

[0003] Das gängige Verfahren zur Bewertung der Unwucht einer beladenen Waschmaschinen-Trommel besteht deshalb darin, bei weicher Drehzahlregelung auf eine relativ niedrige Trommeldrehzahl die von der Unwucht im Zuge eines Umlaufes hervorgerufene Drehzahlschwankung zu messen. Nachteilig ist allerdings, daß bei hoher Trommelfüllung infolge entsprechend vergrößerten Massenträgheitsmomentes sowie bei höherer Nenndrehzahl die um die Nenndrehzahl auftretenden Drehzahlschwankungen so gering werden, daß sie meßtechnisch kaum noch zu erfassen sind.

[0004] Andererseits besteht ein Bedarf an Unwuchtmessung bei relativ hoher Schleuderdrehzahl, weil moderne Waschmaschinen derart hochtourig schleudern, daß vorsorglich vor Übergang in die höchste Schleuderdrehzahl noch einmal die momentan gegebene Unwucht der Trommel mit der schon angeschleuderten Wäschefüllung kontrolliert werden sollte, um belastungsabhängig gefährliche Betriebszustände bei Übergang auf die höchste Schleuderdrehzahl zu vermeiden, also erforderlichenfalls auf die höchstmögliche Schleuderdrehzahl zu verzichten.

[0005] Der Erfindung liegt deshalb die technische Problemstellung zugrunde, trotz der aufgezeigten grundsätzlichen Probleme ein Verfahren anzugeben, das aussagekräftige und reproduzierbare Meßwerte für die Trommelunwucht direkt vor dem Übergang von hohen zu höchsten Trommeldrehzahlen verspricht.

[0006] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß durch die im Hauptanspruch angegebene Kombination der wesentlichen Merkmale gelöst. Danach wird direkt aus einer hohen Trommeldrehzahl heraus bei harter Drehzahlregelung, also konstanter Drehzahl die Gleichstromaufnahme des Motors im Stromkreis vom Gleichstromzwischenkreis zum Inverter zugrundegelegt. Dieses Gleichstrom-Meßergebnis ist infolge der Gleichrichterschaltung vor dem Gleichstromzwischenkreis gegenüber dem Netz gut abgeblockt, also praktisch nicht mehr von netz-

seitigen Störungen überlagert, und erlaubt deshalb auch die reproduzierbare Messung sehr kleiner zeitlicher Schwankungen der unwuchtabhängig aufgenommenen Motorleistung.

[0007] Bezüglich weiterer Vorteile sowie zusätzlicher Weiterbildungen und Alternativen zur erfindungsgemäßen Lösung wird auf die weiteren Ansprüche und auf nachstehende Beschreibung eines in der Zeichnung unter Beschränkung auf das Wesentliche blockschaltmäßig stark abstrahiert skizzierten bevorzugten Realisierungsbeispiels zur erfindungsgemäßen Lösung verwiesen. Die einzige Figur der Zeichnung veranschaulicht den Ort der Leistungsmessung im Zuge der Speisung eines Antriebsmotors für eine unwuchtbehaftete Wäschetrommel.

[0008] Eine Waschmaschine 11 ist zur Behandlung von Wäsche 12 in ihrem Laugenbehälter mit einer gelochten Trommel 13 ausgestattet, die in diesem Falle von einem Drehfeld-Motor 14 um eine annähernd horizontale Achse 15 in Drehbewegung versetzbar ist. Das Drehfeld dafür wird dem Motor 14 über die abwechselnde Durchflutung von typischerweise drei Ständerwicklungssystemen 16 eingeprägt, die jedes an eine Halbbrückenschaltung 17 für das Schalten und Umpolen einer Ständer-Durchflutung angeschlossen sind. Die Gesamtheit der Brückenschaltungen 17 wirkt deshalb als Wechselrichter oder Inverter 18, dessen Schaltstrecken zur Vorgabe von Drehrichtung und Drehzahl des Trommelantriebsmotors 14 aus einer übergeordneten Steuerung 19 in zyklischer Folge getaktet werden. Diese Steuerung 19 fungiert als Drehzahlregler, wenn auf sie die Ist-Drehzahl 20 zurückgeführt wird, um sie mit einer manuell oder aus einem Waschprogramm vorgegebenen Soll-Drehzahl 21 zu vergleichen.

[0009] Die Speisung des Waschmaschinenmotors 14 und damit des ihm vorgeschalteten Inverters 18 erfolgt aus dem Wechselstrom-Haushaltsnetz 22 über einen Konverter 23 mit Gleichrichterschaltung, die zur Last hin durch die große Kapazität 25 eines sogenannten Gleichstromzwischenkreises 26 gepuffert ist.

[0010] Wenn die vom Motor 14 gedrehte Trommel 13 mit einer Unwucht in Form exzentrisch, also über den Trommelumfang ungleich verteilter Wäsche 12 betrieben wird, dann hat das beim Drehen der Trommel 11 zur Folge, daß während der Aufwärtsbewegung dieser Unwucht vom Motor 14 aus dem Netz 22 eine größere Leistung aufgenommen wird, als eine halbe Umdrehung weiter bei der Abwärtsbewegung der Unwucht - sofern nur diese Rotation hochtourig genug ist, um die Wäsche 12 zentrifugalbedingt beim Hochfahren nicht in die Trommel zurückfallen zu lassen, sondern zuverlässig gegen die Trommelwandung anzudrücken. So ist diese Schwankung der aufgenommenen Leistung dP über der Zeit dt , nämlich im Zuge eines Trommelumlaufer, ein Maß für die momentane Unwucht der Trommel 13 und damit ein Kriterium dafür, ob eine weitere Steigerung der Trommeldrehzahl (insbesondere zur effektiveren Entfeuchtung im höhertourigen Schleudergang) von der Steue-

rung 19 zugelassen oder unterbunden wird.

[0011] Die Leistungsmessung erfolgt gemäß vorliegender Erfindung aber nicht am Anschluß des Verbrauchers an das Wechselstromnetz 22, sondern in der Gleichstromversorgung des Inverters 18 hinter dem Gleichstromzwischenkreis 26. Dort wird aus der Gleichspannung 27 und dem Gleichstrom 28 zur Speisung des Motors 14 über den Inverter 18 das vektorielle Produkt gebildet und als zeitabhängig schwankende Leistung 29 auf die Steuerung 19 geschaltet. Diese Messung läßt sich auch noch bei sehr hoher Trommeldrehzahl 13 und entsprechend hochfrequent schwankender Leistungsaufnahme störungsfrei und reproduzierbar durchführen, weil etwa störende Netzeinflüsse durch den Konverter 23 und die Tiefpasswirkung des Gleichstromzwischenkreises 26 zuverlässig von der vektoriellen Produktbildung in der Leistungsmeßschaltung 30 ferngehalten werden.

[0012] Zur Vereinfachung dieses auch noch bei hoher Trommeldrehzahl hervorragend funktionierenden Unwuchtmessverfahrens reicht es sogar aus, allein die Stromaufnahme 28 aus dem Gleichstromzwischenkreis 26 zu messen, weil der aufgrund der Speicherwirkung seiner großen Kapazität 25 eine im Mittel gut konstante Ausgangsgleichspannung 27 führt und deshalb die zeitabhängige Leistungsaufnahme dP/dt des Waschmaschinenmotors 14 der aktuellen Stromaufnahme 28 über alle drei Ausgangsphasen des Inverters 18 proportional ist.

[0013] Als besonders vorteilhaft hat sich eine erfindungsgemäße Weiterbildung dahingehend erwiesen, daß die Strommessung hinter dem Gleichstromzwischenkreis 26 zur Bestimmung der Unwucht bei hohen Trommeldrehzahlen vorgenommen wird, wenn die Motorspannung 27 dabei vorübergehend angehoben ist, vorzugsweise vorübergehend auf den größten Wert (also auf Netzspannung) geschaltet ist. Denn bei höheren Motorspannungen und somit kleinerem Schlupf fällt die Kennlinie des Drehmomentes und damit die aufgenommene elektrische Leistung P bzw. der Motorstrom 28 über der Drehzahl steiler ab; und das desto steiler, je höher die angelegte Motorspannung 27 ist. Wenn also die Drehzahl unwuchtbedingt schwankt, tritt die davon hervorgerufene Schwankung des vom Antriebsmotor 14 der Trommel 13 aufgenommenen Stromes 28 desto stärker auf, je höher momentan die angelegte Motorspannung 27 ist. So führt die vorübergehende Spannungserhöhung bei hoher Drehzahl zu einer deutlichen, reproduzierbar erfassbaren Stromschwankung di/dt trotz nur geringer - aber für eine weitere Steigerung der Drehzahl vielleicht doch schon konstruktiv kritischer - Unwucht in der Trommelbeladung.

[0014] Ehe also im Zuge der Schleuderprogramme einer Waschmaschine 11 auf höchste Schleuderdrehzahl umgeschaltet wird, sollte aus der momentanen Schleuderdrehzahl heraus die gegebene Unwucht aufgrund ungleichmäßiger Wäscheverteilung 12 in der Trommel 13 noch einmal überprüft und gegebenenfalls das Schleu-

derprogramm abgebrochen werden, wenn zu starke Lagerkräfte aufzutreten drohen. Weil aber bei hoher Drehzahl und bei hoher Masseträgheit infolge hoher Trommelbeladung die Drehzahlschwankung im Zuge einer Umdrehung der Trommel 13 kaum noch meßbar ist und die Aufnahme der periodischen Schwankung der vom Trommelantrieb 14 aus dem Hausnetz 22 aufgenommenen Wechselstromleistung dP/dt von der Netzfrequenz und anderen Netzstöreinflüssen dominierend überlagert ist, wird die drehzahlabhängige Schwankung der Stromaufnahme di/dt des Waschmaschinenmotors 14 aus dem Gleichstromzwischenkreis 26, vor der Einspeisung in den Inverter 18 zur Drehfelderzeugung im Motor 14, vorgenommen, wo die unwuchtabhängige Stromschwankung di/dt Netzstörungen gegenüber durch die hohe Kapazität 25 des Gleichstromzwischenkreises 26 abgeblockt ist. Diese zur Unwuchtbestimmung bei hoher Drehzahl zu messende Stromschwankung di/dt läßt sich noch verdeutlichen, wenn sie bei dafür vorübergehend erhöhter Motorspannung 27 erfaßt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen eines Kennwertes für die Unwucht der elektromotorisch um eine wenigstens annähernd horizontale Achse angetriebenen Trommel (13) in einer Waschmaschine (11) durch Messen der periodischen Schwankung der elektrischen Leistungsaufnahme (dP/dt) ihres Antriebsmotors (14),
dadurch gekennzeichnet,
daß die Leistungsaufnahme (dP/dt) zwischen einem Gleichstromzwischenkreis (26) und einem gesteuerten Inverter (18) für das Einprägen eines Drehfeldes in den Motor (14) gemessen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß in einer Leistungsmeßschaltung (30) das Produkt aus Gleichspannung (27) am Ausgang des Gleichstromzwischenkreises (26) und Gleichstrom (28) aus dem Gleichstromzwischenkreis (26) in den Inverter (18) hinein bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß nur das Maß der periodischen Schwankung des vom Motor (14) über den Inverter (18) aus dem Gleichstromzwischenkreis (26) aufgenommenen Gleichstromes (28) als der aufgenommenen elektrischen Gleichstromleistung bei konstanter Gleichspannung (27) proportional erfaßt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Stromschwankung (di/dt) bei vorübergehend angehobener Spannung (27) erfaßt wird.

5. Verfahren nach dem vorangehenden Anspruch, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stromschwankung (di/dt) bei vorübergehend auf Netzspannung angehobener Spannung (27) erfaßt wird.
6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Leistungs- bzw. Strommessung im Schleuderbetrieb bei erhöhter Trommeldrehzahl vor eventuellem Übergang auf maximale Trommeldrehzahl erfolgt.

Claims

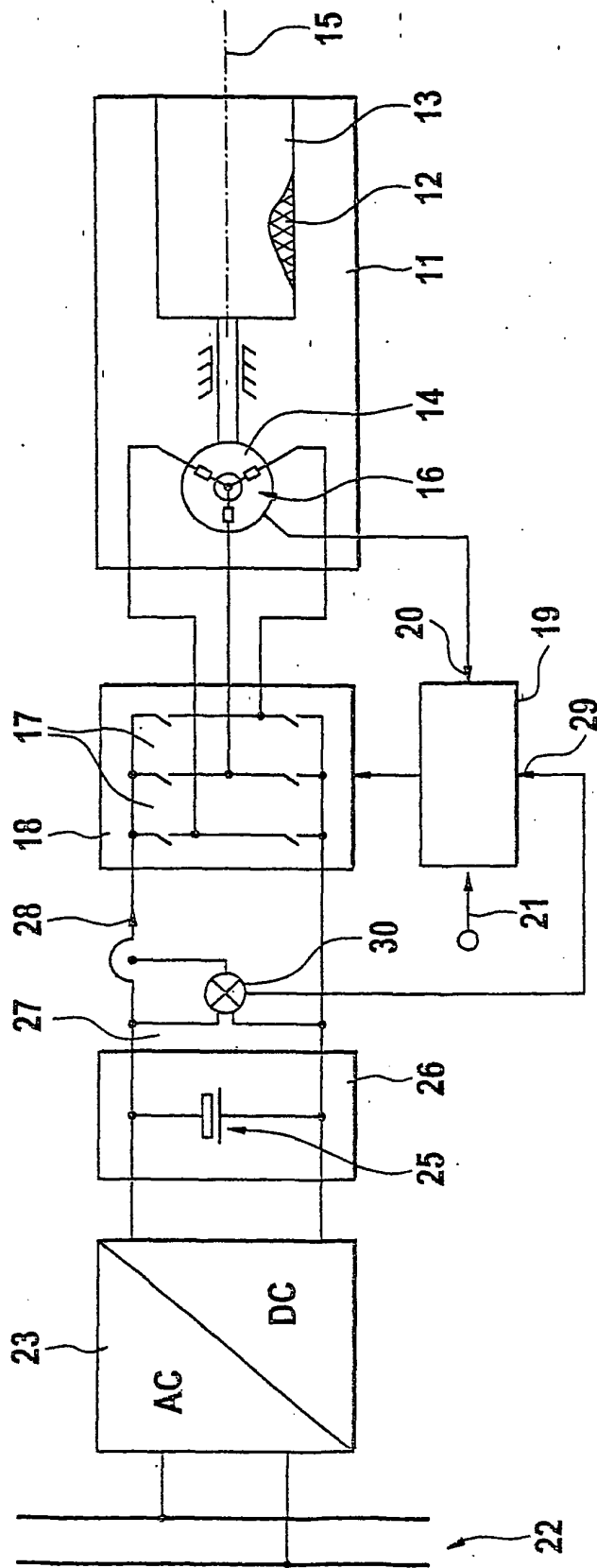
1. Method for determining a characteristic value for the unbalance of the drum (13) which is driven by electric motor about an at least approximately horizontal axis, in a washing machine (11) by measuring the periodic fluctuation of the electrical power consumption (dP/dt) of its drive motor (14), **characterized in that** the power consumption (dP/dt) is measured between a direct-current intermediate circuit (26) and a controlled inverter (18) for applying a rotating field to the motor (14).
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the product of the DC voltage (27) at the output of the direct-current intermediate circuit (26) and the direct current (28) from the direct-current intermediate circuit (26) to the inverter (18) is determined in a power measurement circuit (30).
3. Method according to Claim 1, **characterized in that** only the measurement of the periodic fluctuation of the direct current (28) drawn by the motor (14) via the inverter (18) from the direct-current intermediate circuit (26) is detected proportionally as the recorded electrical direct-current power at a constant DC voltage (27).
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the current fluctuation (di/dt) with a temporarily raised voltage (27) is detected.
5. Method according to the preceding claim, **characterized in that** the current fluctuation (di/dt) with a voltage (27) raised temporarily to the mains voltage is detected.
6. Method according to one of the preceding claims,

characterized

in that the power measurement or current measurement is carried out in the overspeed mode at an increased drum rotation speed before a possible transition to the maximum drum rotation speed.

Revendications

1. Procédé de détermination d'une valeur caractéristique du balourd d'un tambour (13) de lave-linge (11), entraîné par un moteur électrique autour d'un axe sensiblement horizontal, par mesure de la variation périodique de la puissance électrique consommée (dP/dt) par son moteur d'entraînement (14), la puissance consommée (dP/dt) étant mesurée entre un circuit intermédiaire (26) à courant continu et un inverseur asservi (18) qui applique un champ tournant dans le moteur (14).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le produit de la tension continue (27) à la sortie du circuit intermédiaire (26) à courant continu et du courant continu (28) qui s'écoule entre le circuit intermédiaire (26) à courant continu et l'inverseur (18) est déterminé dans un circuit (30) de mesure de puissance.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** seule la mesure de la variation périodique du courant continu (28) consommé par le moteur (14) et provenant du circuit intermédiaire (26) à courant continu par l'intermédiaire de l'inverseur (18) est détectée de manière proportionnelle comme puissance électrique consommée en courant continu à tension continue (27) constante.
4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les variations de courant (di/dt) sont détectées en supprimant temporairement la tension (27).
5. Procédé selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la variation de courant (di/dt) est détectée en supprimant temporairement la tension (27) du réseau.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la mesure de puissance ou de courant s'effectue lors de l'essorage à haute vitesse de rotation du tambour avant l'éventuel passage à la vitesse de rotation maximale du tambour.



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1045062 A2 [0002]