

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

**EP 2 416 333 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

**08.02.2012 Patentblatt 2012/06**

(51) Int Cl.:

**H01H 9/00 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **11004221.5**(22) Anmeldetag: **21.05.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL 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 RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(30) Priorität: **03.08.2010 DE 102010033195**(71) Anmelder: **Maschinenfabrik Reinhausen GmbH  
93059 Regensburg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Schmeckebeer, Mario  
93057 Regensburg (DE)**
- **Stadelmayer, Manfred  
Deceased (DE)**
- **Viereck, Karsten  
93059 Regensburg (DE)**

(54) **Verfahren zur Überwachung eines Stufenschalters**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Stufenschalters mittels der "Fenster Technik". Zur Synchronisation wird der Drehmomentverlauf über die Zeit, der während einer Lastumschaltung ermit-

telt wird, differenziert. Nachfolgend wird das Minimum des differenzierten Drehmomentverlaufs ermittelt und als Zeitpunkt des Lastumschaltens bewertet, der zur Synchronisation dient.

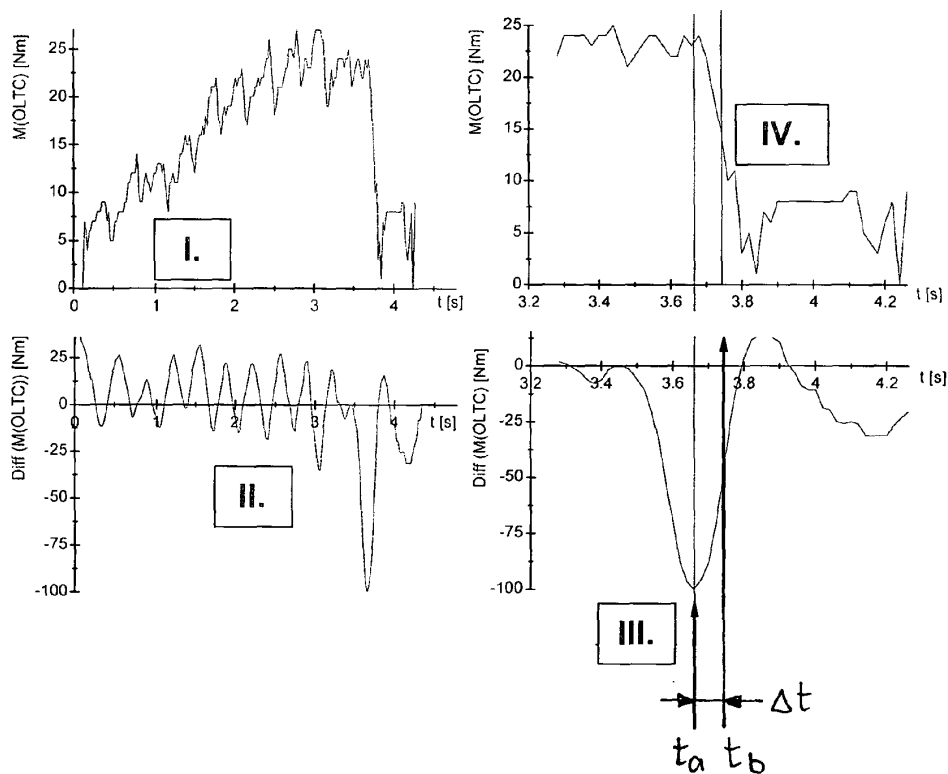


Fig. 4

**EP 2 416 333 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Stufenschalters, der zur unterbrechungslosen Umschaltung zwischen Anzapfungen eines Stufentransformators dient.

**[0002]** Ein solches Verfahren ist aus der DE 197 44 465 C1 bekannt. Das bekannte Verfahren geht aus von einer Ermittlung des Drehmomentes und des Drehmomentverlaufes während der Umschaltung. Gleichzeitig erfolgt eine Positionsbestimmung im Motorantrieb, d. h. es wird ermittelt, welcher Bereich der Schaltsequenz gerade aktuell bei der Umschaltung durchlaufen wird. Eine solche Positionserfassung erfolgt besonders vorteilhaft mittels eines Resolvers, der eine kontinuierliche Erfassung gestattet.

**[0003]** Anschließend erfolgt bei den bekannten Verfahren eine Zuordnung der entsprechenden Drehmomente über die Zeit, die wiederum mit dem bei der Lastumschaltung zurückgelegten Drehwinkel korrespondiert.

**[0004]** Anschließend erfolgt eine Synchronisation mittels eines Synchronimpulses. Ein solcher Synchronimpuls wird zu Beginn eines besonders charakteristischen Funktionsablaufes während der Umschaltsequenz erzeugt. Besonders vorteilhaft kann beispielsweise die Auslösung des Kraftspeichers, die ihrerseits wiederum die sprunghafte Betätigung des Lastumschalters auslöst, für die Erzeugung dieses Synchronimpulses verwendet werden.

**[0005]** Um mit der sogenannten "Fenster-technik" des bekannten Verfahrens zu arbeiten, besteht demnach die Notwendigkeit der Kenntnis des Zeitpunktes des tatsächlichen Lastumschaltersprunges zur zeitlichen Synchronisation der Lage der Fenster.

**[0006]** Eine Möglichkeit, den Lastumschaltersprung zu ermitteln, ist die Schaltüberwachung. Fällt diese aus oder ist keine Schaltüberwachung im Lastumschalter vorhanden, kann die "Fenster-technik" nach dem bekannten Verfahren nicht verwendet werden.

**[0007]** Eine weitere bekannte Möglichkeit zur Erfassung des Lastumschaltersprunges sind Resolver, die eine Erfassung über den Weg vornehmen.

**[0008]** Schließlich gibt es auch die Möglichkeit, die Selektion des Lastumschaltersprunges über eine Beschleunigungsmessung am Stufenschalterkopf vorzunehmen, da zum Zeitpunkt des Lastumschaltersprunges die maximale Beschleunigung während des gesamten Umschaltvorganges auftritt.

**[0009]** Alle diese Möglichkeiten zu einer zuverlässigen Erfassung des Lastumschaltersprunges benötigen zusätzliche Bauteile, dies ist teuer, zudem besteht die Gefahr des Ausfallens, wie oben beschrieben. Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das eine einfache Möglichkeit der Synchronisation durch eine elegante Erfassung des Lastumschaltersprunges ohne zusätzliche Bauteile gestattet.

**[0010]** Diese Aufgabe wird durch ein erfindungsgemäßes

Verfahren mit den Merkmalen des ersten Patentanspruches gelöst. Der Unteranspruch betrifft eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung.

**[0011]** Die Erfindung geht von der allgemeinen Idee aus, die Selektion des Lastumschaltersprunges mittels Auswertung der Drehmomentflanke zum Zeitpunkt des Lastumschaltersprunges durch Differenzierung des Drehmomentverlaufes zu erreichen. Dem liegt die Überlegung zu Grunde, dass der Lastumschaltersprung durch eine plötzliche Entspannung des Kraftspeichers und damit durch ein plötzliches Drehmomentabfall am Motorantrieb geprägt ist, wobei sich nach der Differenzierung des Drehmomentverlaufes zu diesem Zeitpunkt ein negatives Maximum bildet.

**[0012]** Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

**[0013]** Es zeigen:

Fig. 1: Den schematischen Ablaufplan eines erfindungsgemäßen Verfahrens

Fig. 2: Den typischen Drehmomentverlauf, jeweils oben dargestellt, sowie die entsprechenden Verläufe nach der Differenzierung, jeweils darunter dargestellt, und zwar

Fig 2a) Bei einer Umkehrschaltung eines Stufenschalters

Fig 2b) Bei einer Vorwählerschaltung eines Stufenschalters

Fig. 3: Einen Ausschnitt eines Weiterentwickelten Verfahrens im Rahmen der Erfindung

Fig. 4: Wiederum einen typischen Drehmomentverlauf, hier bei einer Umkehrschaltung vor und nach der Differenzierung, sowie die nachfolgende Ermittlung des Zeitpunktes eines definierten Lastumschaltersprunges.

**[0014]** Zunächst soll das in Fig. 1 schematisch dargestellte erfindungsgemäße Verfahren in Verbindung mit

**[0015]** Fig. 2 beschrieben werden. Bei der Betätigung des Stufenschalters, d. h. dem Einleitung einer Umschaltung von einer Wicklungsanzapfung auf eine andere, wird zunächst das Drehmoment am Antriebsmotor des Motorantriebes ermittelt. Dies kann, muss aber nicht, wie nach dem Stand der Technik bekannt, durch Ermittlung des Wirkstromes aus den gemessenen Effektivwerten von Strom und Spannung geschehen.

**[0016]** Als nächstes erfolgt auf bekannte Weise die Positionserfassung des Stufenschalters.

**[0017]** Nachfolgend erfolgt eine Speicherung der über die Zeit ermittelten Werte des Drehmomentverlaufes. Wiederum nachfolgend erfolgt erfindungsgemäß eine Differenzierung des Drehmomentverlaufes und die Ermittlung des absoluten Minimums des Drehmomentverlaufes.

**[0018]** Erfindungsgemäß erfolgt die Definition des Zeitpunktes des Lastumschaltersprunges als der Zeitpunkt  $t$ , an dem das Minimum des differenzierten Verlaufes auftritt. Damit ist der Synchronisationszeitpunkt ermittelt.

**[0019]** Nachfolgend schließlich erfolgt — nach erfolg-

reicher Synchronisation — auf bekannte Weise die Zerlegung des Drehmomentverlaufes (nicht des differenzierten Drehmomentverlaufes!) ist typische Zeitbereiche, d. h. "Fenster".

**[0020]** Schließlich wird der bekannte Soll-/Istwert-Vergleich in jedem Fenster vorgenommen.

**[0021]** Fig. 3 beschreibt ein weiterentwickeltes Verfahren; die modifizierten Verfahrensschritte sind durch eckige Klammern symbolisiert, die die entsprechenden Verfahrensschritte in Fig. 1, die dort ebenso geklammert sind, ersetzen.

**[0022]** Das weiterentwickelte Verfahren geht von der Überlegung aus, dass das gefundene Minimum des differenzierten Drehmomentverlaufes am Motorantrieb erfasst wird, beispielsweise durch eine Strom- und Spannungsmessung am dortigen Antriebsmotor. Der Abstand des tatsächlichen Lastumschaltersprunges in Relation zum Abschaltzeitpunkt des Motorantriebes ist dabei abhängig vom Ausmitteln des Motorantriebes und vom Umkehrwert. Der Umkehrwert des Motorantriebes ist durch die Verbindung mit dem entsprechenden Stufenschalter definiert. Der Grad einer Verkopplung von Motorantrieb und Stufenschalter wird durch die Präzision der Montage vereinfacht. Aus diesem Grunde wird vorteilhafterweise zusätzlich dieser Versatz berücksichtigt und nicht das nach Differenzierung ermittelte Minimum selbst dem Lastumschaltersprung gleichgesetzt, sondern zusätzlich noch eine vorbestimmte Zahl von Messwerten dazugezählt.

**[0023]** In Fig. 4 ist dieser Ablauf nochmals dargestellt.

**[0024]** Die Berechnung erfolgt dabei z. B. auf folgende Weise:

I. ein Schaltschritt = 7 Drehmomentmesswerte:

$$M_{d\ 1.1}; M_{d\ 1.2}; M_{d\ 1.3}; M_{d\ 1.4}; M_{d\ 1.5}; M_{d\ 1.6}; M_{d\ 1.7}; M_{d\ 2.1}; M_{d\ 2.2}; \dots; \text{USW.}$$

II. Differenzbildung:

$$M_{d\ 1.1} - M_{d\ 1.7}, M_{d\ 2.1} - M_{d\ 2.7}, M_{d\ 3.1} - M_{d\ 3.7}, \dots$$

III. Suche der minimalen Differenz

IV. Definition des Lastumschaltersprunges durch Bestimmung des Zeitpunktes von vier Messwerten nach dem Zeitpunkt des berechneten Minimums des Differenzierung. (der 8. Messwert ist wieder der erste Wert der folgenden Subtraktion, deshalb vier Messwerte zusätzlich zum Zeitpunkt des Minimum)

**[0025]** Hierbei wird demnach zum Zeitpunkt  $t_a$  noch ein weiterer Zeitraum  $\Delta t$  addiert; der resultierende neue Zeitpunkt  $t_b$  wird dann als Zeitpunkt des Lastumschaltersprunges gewertet.

**[0026]** Der zusätzliche Zeitraum  $\Delta t$  wird spezifisch festgelegt; er ist abhängig von der üblichen Zeit einer

Lastumschaltung beim entsprechenden Stufenschalter und der Zahl der individuell gewählten Schaltschritte.

**[0027]** Umfasst, wie oben dargestellt, beispielsweise ein Schaltschritt 7 Drehmomentmesswerte, wird der Zeitpunkt  $t_b$  des Lastumschaltersprunges besonders vorteilhaft durch den Zeitpunkt von 4 Messwerten nach dem Zeitpunkt des tatsächlichen Minimums  $t_a$  definiert. Da der 8. Messwert wieder der erste Messwert des nächsten Schaltschrittes ist, ergibt  $\Delta t = 4$  Messwerte gerade die Hälfte der Dauer eines Schaltschrittes.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Stufenschalters, wobei während der Betätigung des Stufenschalters das Drehmoment am Antriebsmotor erfasst wird, wobei gleichzeitig eine Positionserfassung der jeweils aktuellen Position des Stufenschalters erfolgt, wobei danach eine Speicherung der über die Zeit ermittelten Werte des Drehmomentverlaufs erfolgt, wobei nachfolgend eine Synchronisation durch einen Synchronimpuls erfolgt und wobei der Drehmomentverlauf in typischen Zeitbereiche zerlegt wird, in denen jeweils ein separater Soll-/Ist-Wertvergleich vorgenommen wird,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zur Erzeugung des Synchronimpulses der erfasste Drehmomentverlauf differenziert wird, dass nachfolgend das Minimum des differenzierten Drehmomentverlaufes ermittelt wird, und **dass** der Zeitpunkt ( $t$ ) des ermittelten Minimums als Zeitpunkt des Lastumschaltersprunges gewertet wird und damit den Synchronimpuls bildet.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zum Zeitpunkt des ermittelten Minimums ( $t_a$ ) noch ein Zeitabschnitt ( $\Delta t$ ) einer bestimmten vorab festgelegten Zahl von Messwerten addiert wird und **dass** dieser neue Zeitpunkt ( $t_b$ ) als Zeitpunkt des Lastumschaltersprunges gewertet wird.

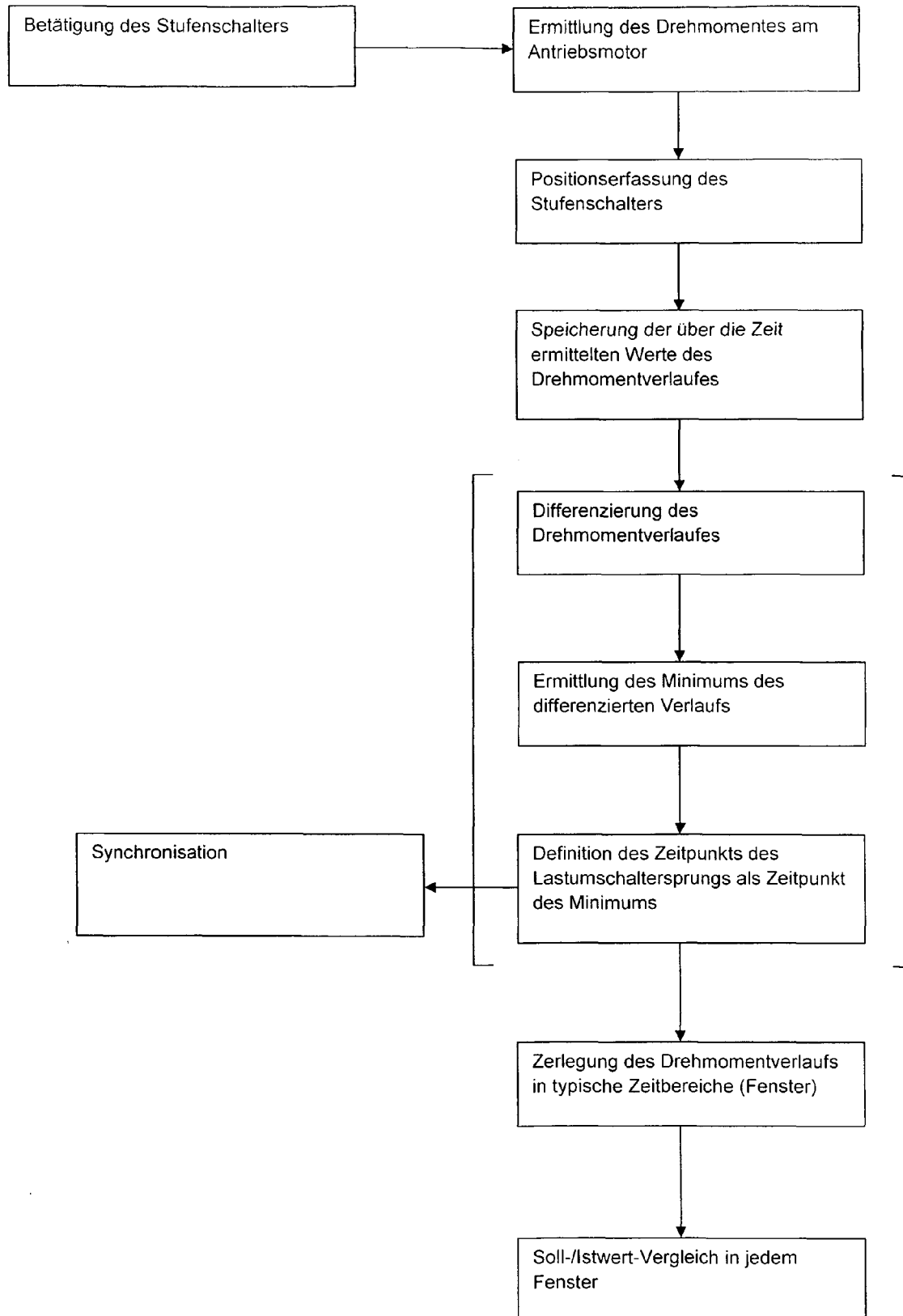


Fig. 1

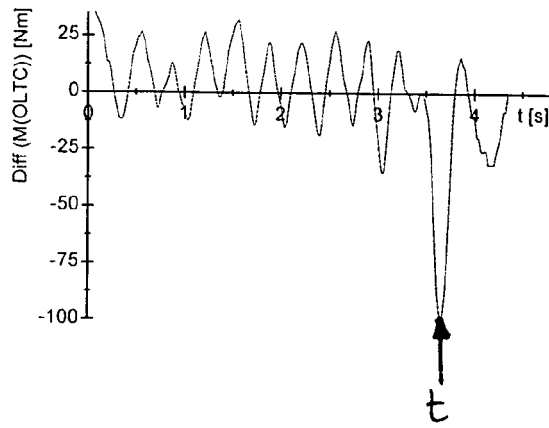
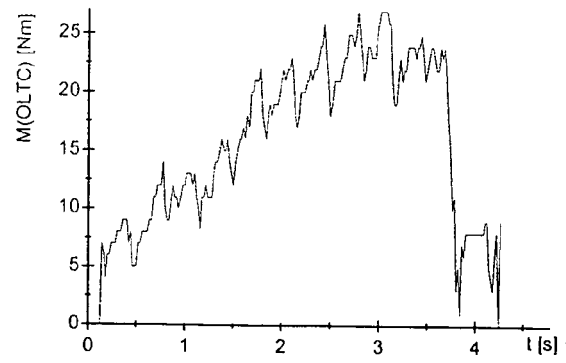


Fig. 2a)

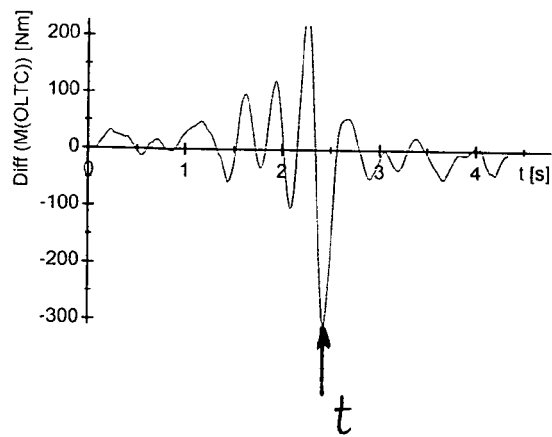
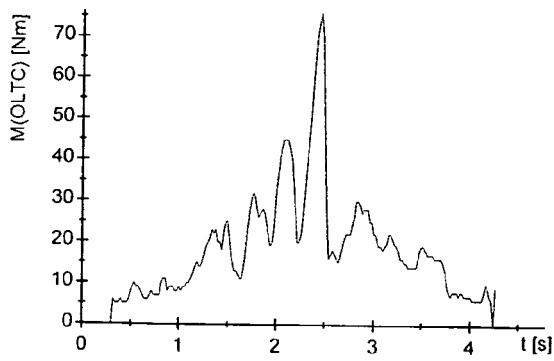


Fig. 2b)

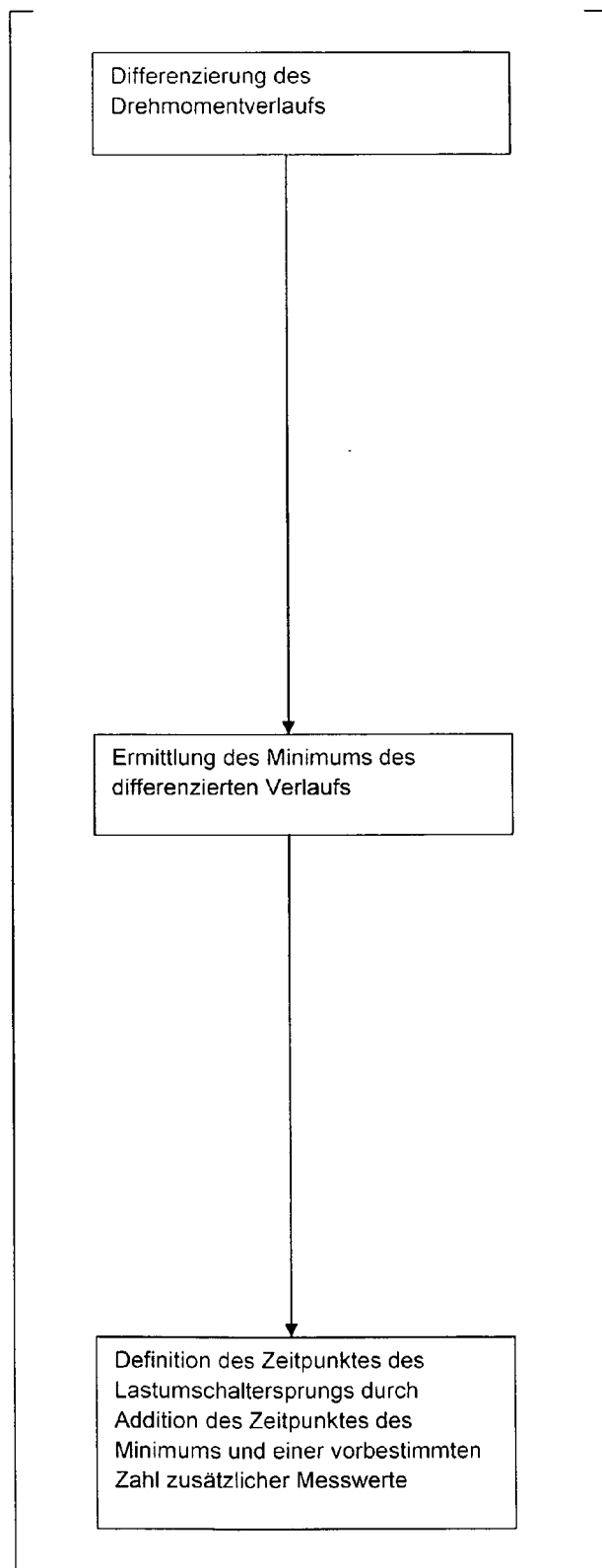


Fig. 3

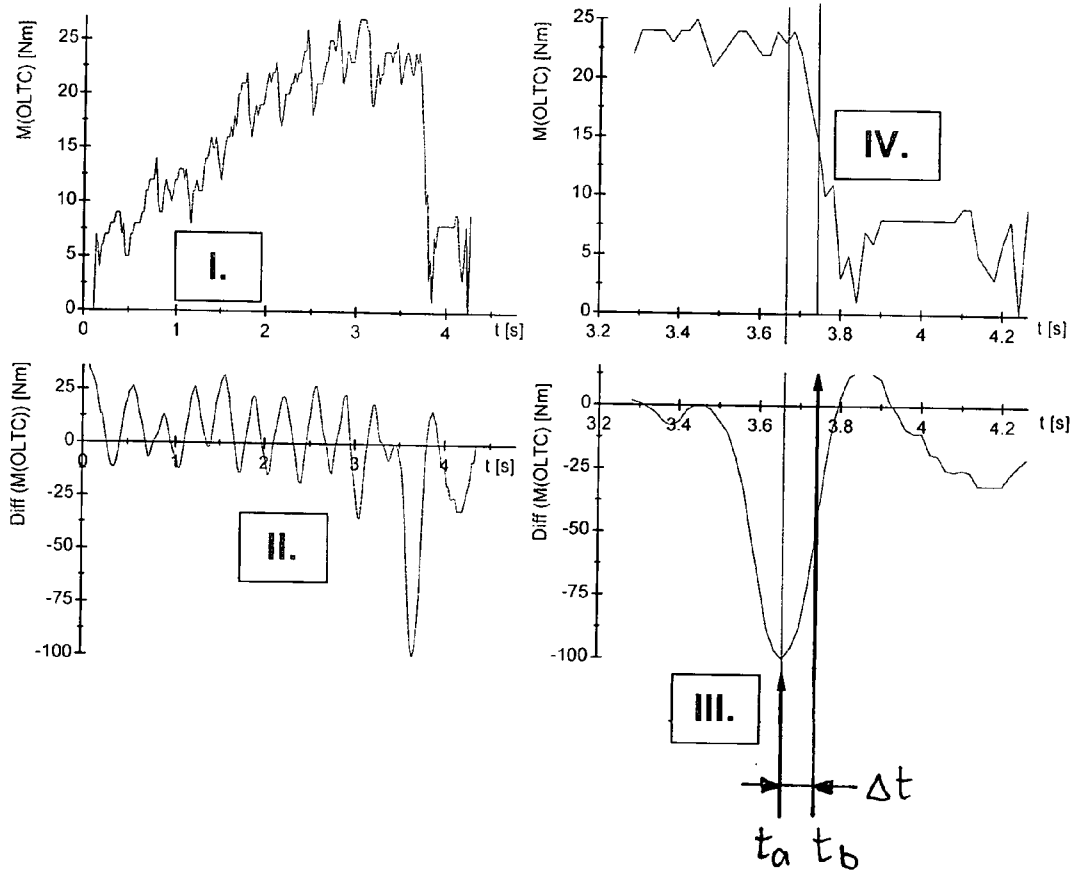


Fig. 4



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 11 00 4221

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                         |                                                  |                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                     | Betrifft Anspruch                                | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | DE 197 44 465 C1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE]) 11. März 1999 (1999-03-11)<br>* Spalte 2, Zeile 40 - Spalte 3, Zeile 64;<br>Abbildungen 2,3 *                                       | 1,2                                              | INV.<br>H01H9/00                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | WO 97/34161 A1 (ABB RESEARCH LTD [SE]; BENGTSOON TORD [SE]; KOLS HAAKAN [SE]; MARTINSS) 18. September 1997 (1997-09-18)<br>* Seite 5, Zeile 6 - Seite 7, Zeile 16;<br>Abbildungen 1-3 * | 1,2                                              |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 197 46 574 C1 (REINHAUSEN MASCHF SCHEUBECK [DE])<br>4. Februar 1999 (1999-02-04)<br>* Seite 3, Zeile 49 - Seite 4, Zeile 32;<br>Abbildungen 1,2 *                                    | 1,2                                              |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | EP 1 884 965 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 6. Februar 2008 (2008-02-06)<br>* Zusammenfassung; Abbildungen 4-6 *                                                                    | 1,2                                              |                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                         |                                                  | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                         |                                                  | H01H                               |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                         |                                                  |                                    |
| Recherchenort<br>München                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                         | Abschlußdatum der Recherche<br>22. November 2011 | Prüfer<br>Pavlov, Valeri           |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                                                         |                                                  |                                    |

 1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 4221

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-11-2011

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 19744465 C1                                     | 11-03-1999                    | AT 251794 T                       | 15-10-2003                    |
|                                                    |                               | BG 63480 B1                       | 28-02-2002                    |
|                                                    |                               | BG 102768 A                       | 30-04-1999                    |
|                                                    |                               | BR 9803833 A                      | 28-12-1999                    |
|                                                    |                               | CA 2249975 A1                     | 08-04-1999                    |
|                                                    |                               | CN 1215215 A                      | 28-04-1999                    |
|                                                    |                               | CZ 9803233 A3                     | 14-04-1999                    |
|                                                    |                               | DE 19744465 C1                    | 11-03-1999                    |
|                                                    |                               | DK 917169 T3                      | 16-02-2004                    |
|                                                    |                               | EP 0917169 A2                     | 19-05-1999                    |
|                                                    |                               | ES 2203861 T3                     | 16-04-2004                    |
|                                                    |                               | HK 1021068 A1                     | 06-02-2004                    |
|                                                    |                               | HU 9802216 A2                     | 28-05-1999                    |
|                                                    |                               | JP 11191998 A                     | 13-07-1999                    |
|                                                    |                               | RU 2209500 C2                     | 27-07-2003                    |
|                                                    |                               | US 6124726 A                      | 26-09-2000                    |
| WO 9734161 A1                                      | 18-09-1997                    | AT 253733 T                       | 15-11-2003                    |
|                                                    |                               | CA 2248760 A1                     | 18-09-1997                    |
|                                                    |                               | DE 69725970 D1                    | 11-12-2003                    |
|                                                    |                               | DE 69725970 T2                    | 02-09-2004                    |
|                                                    |                               | EP 0886785 A1                     | 30-12-1998                    |
|                                                    |                               | JP 2000508830 A                   | 11-07-2000                    |
|                                                    |                               | SE 510450 C2                      | 25-05-1999                    |
|                                                    |                               | SE 9600932 A                      | 12-09-1997                    |
|                                                    |                               | US 6157196 A                      | 05-12-2000                    |
|                                                    |                               | WO 9734161 A1                     | 18-09-1997                    |
| DE 19746574 C1                                     | 04-02-1999                    | AT 251793 T                       | 15-10-2003                    |
|                                                    |                               | BG 63481 B1                       | 28-02-2002                    |
|                                                    |                               | BG 102769 A                       | 30-04-1999                    |
|                                                    |                               | BR 9805104 A                      | 09-11-1999                    |
|                                                    |                               | CA 2250625 A1                     | 22-04-1999                    |
|                                                    |                               | CN 1222695 A                      | 14-07-1999                    |
|                                                    |                               | CZ 9803289 A3                     | 12-05-1999                    |
|                                                    |                               | DE 19746574 C1                    | 04-02-1999                    |
|                                                    |                               | DK 911842 T3                      | 16-02-2004                    |
|                                                    |                               | EP 0911842 A2                     | 28-04-1999                    |
|                                                    |                               | ES 2203862 T3                     | 16-04-2004                    |
|                                                    |                               | HK 1020800 A1                     | 06-02-2004                    |
|                                                    |                               | HU 9802215 A2                     | 28-05-1999                    |
|                                                    |                               | JP 11225437 A                     | 17-08-1999                    |
|                                                    |                               | RU 2199809 C2                     | 27-02-2003                    |
|                                                    |                               | US 6100674 A                      | 08-08-2000                    |
| EP 1884965 A1                                      | 06-02-2008                    | EP 1884965 A1                     | 06-02-2008                    |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 11 00 4221

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

22-11-2011

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
|                                                    |                               | JP 4680261 B2                     | 11-05-2011                    |
|                                                    |                               | US 2008129524 A1                  | 05-06-2008                    |
|                                                    |                               | WO 2006120919 A1                  | 16-11-2006                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |
|                                                    |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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**

- DE 19744465 C1 [0002]