



(11) **EP 2 416 333 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
25.09.2013 Patentblatt 2013/39

(51) Int Cl.:
H01H 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11004221.5**

(22) Anmeldetag: **21.05.2011**

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

Method for monitoring a step switch

Procédé destiné à la surveillance d'un commutateur à gradins

(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**

(30) Priorität: **03.08.2010 DE 102010033195**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.02.2012 Patentblatt 2012/06

(73) Patentinhaber: **Maschinenfabrik Reinhausen
GmbH
93059 Regensburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Schmeckeber, Mario
93057 Regensburg (DE)**
• **Stadelmayer, Manfred
Deceased (DE)**
• **Viereck, Karsten
93059 Regensburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 884 965 WO-A1-97/34161
DE-C1- 19 744 465 DE-C1- 19 746 574**

EP 2 416 333 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 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 Umschaltvorgangs auftritt.

[0009] Alle diese Möglichkeiten zur 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 plötzliche 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 Verlaufs 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:

$$M_{d1.1}; M_{d1.2}; M_{d1.3}; M_{d1.4}; M_{d1.5}; M_{d1.6}; M_{d1.7}; M_{d2.1}; M_{d2.2}; \dots; \text{USW.}$$

II. Differenzbildung:

$$M_{d1.1} - M_{d1.7}, M_{d2.1} - M_{d2.7}, M_{d3.1} - M_{d3.7}, \dots$$

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 Δt addiert; der resultierende neue Zeitpunkt t_b wird dann als Zeitpunkt des Lastumschaltersprunges gewertet.

[0026] Der zusätzliche Zeitraum Δt 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 Drehmomentverlaufes 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 (Δt) einer bestimmten vorab festgelegten Zahl von Messwerten addiert wird und **dass** dieser neue Zeitpunkt (t_b) als Zeitpunkt des Lastumschaltersprunges gewertet wird.

Claims

1. Method of monitoring a tap changer, wherein the torque is detected at the drive motor during actuation of the tap changer, wherein a position detection of the respective current position of the tap changer is carried out at the same time, wherein storage of the values of the torque plot ascertained over time is carried out thereafter, wherein synchronisation by a synchronising pulse is carried out subsequently and wherein the torque plot is broken down into typical time ranges in each of which a separate target/actual

value comparison is undertaken,

characterised in that

the detected torque plot is differentiated for generation of the synchronising pulse,

the minimum of the differentiated torque plot is subsequently ascertained and

the time instant (t) of the ascertained minimum is taken as the time instant of the load changeover switch throw and thus forms the synchronising pulse.

2. Method according to claim 1, **characterised in that** at the time instant of the ascertained minimum (ta) a time segment (Δt) of a specific previously established number of measurement values is additionally added and this new time instant (tb) is taken as the time instant of the load changeover switch throw.

Revendications

1. Procédé permettant de surveiller un commutateur à gradins, selon lequel, pendant l'actionnement du commutateur à gradins on détecte le couple de rotation au niveau du moteur d'entraînement, simultanément on effectue une détection de la position du commutateur à gradins actuelle respective, puis, on effectue un stockage des valeurs des variations du couple de rotation déterminées en fonction du temps, puis, on effectue une synchronisation par une impulsion de synchronisation, les variations du couple de rotation étant décomposées dans des plages chronologiques standards dans lesquelles on effectue respectivement une comparaison valeur de consigne/valeur réelle respective, **caractérisé en ce que** pour obtenir l'impulsion de synchronisation, on différencie les variations du couple de rotation détectées puis on détermine le minimum des variations du couple de rotation différencié et, l'instant (t) du minimum déterminé est évalué en tant qu'instant du saut du commutateur de réglage en charge et forme ainsi l'impulsion de synchronisation.
2. Procédé conforme à la revendication 1, **caractérisé en ce qu'** à l'instant du minimum (ta) déterminé on additionne encore un intervalle de temps (Δt) d'un nombre de valeurs de mesure déterminées auparavant et on évalue ce nouvel instant (tb) en tant qu'instant du saut du commutateur de réglage en charge.

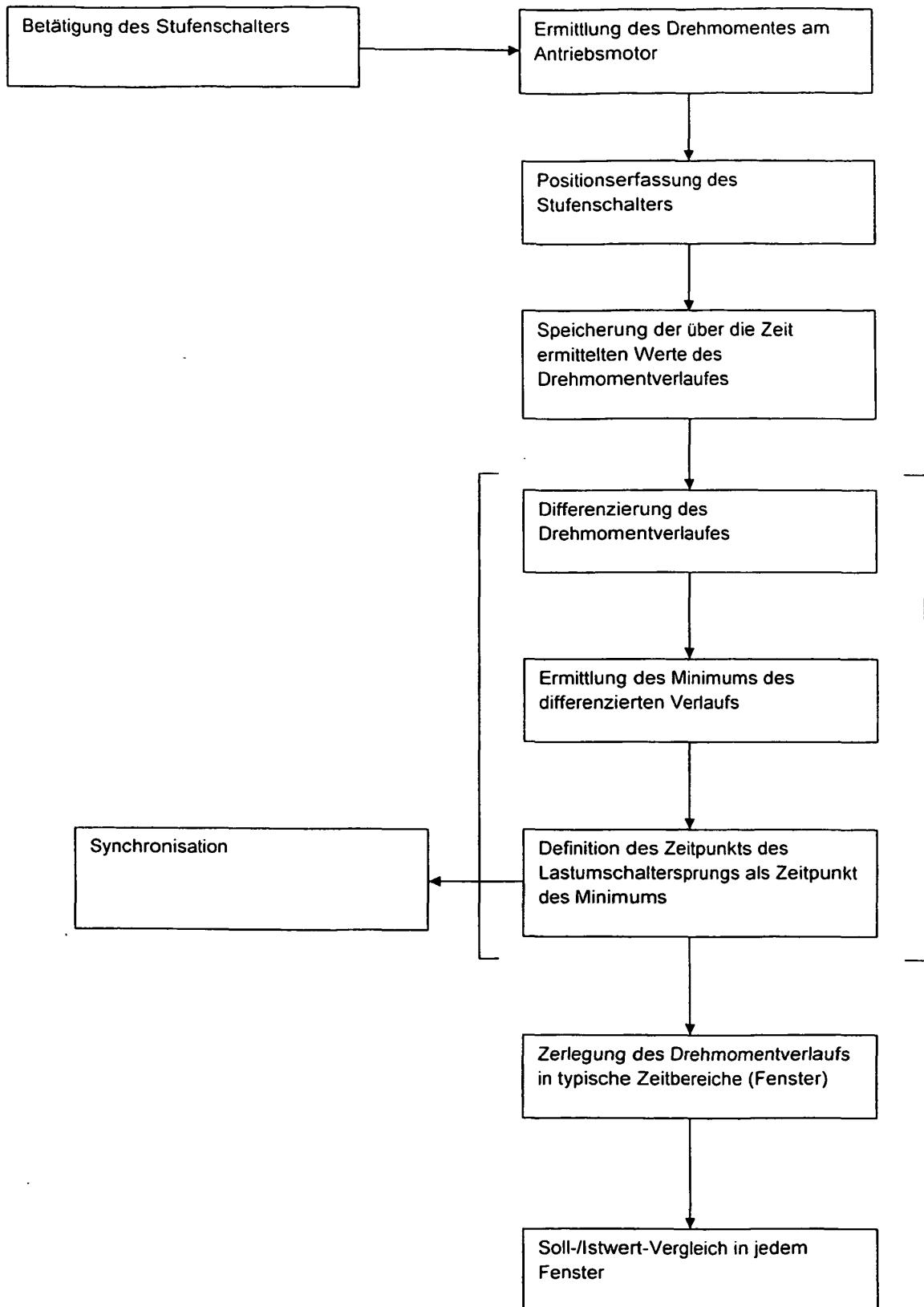


Fig. 1

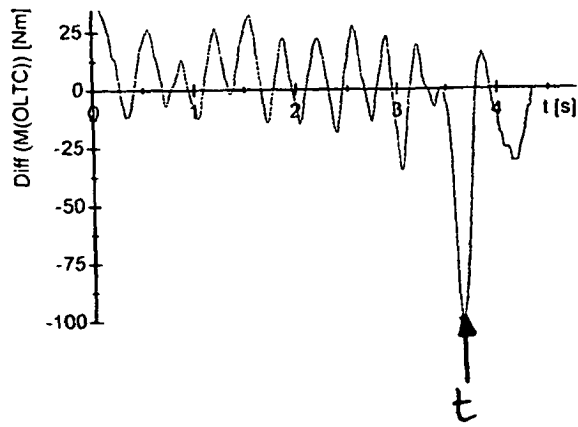
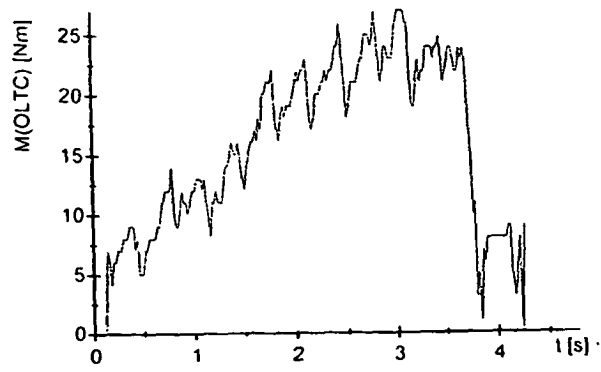


Fig. 2a)

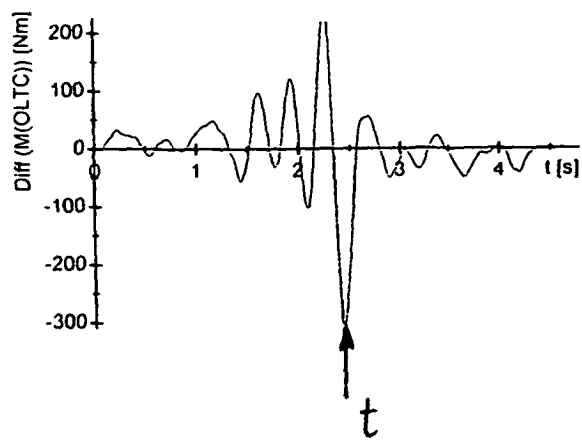
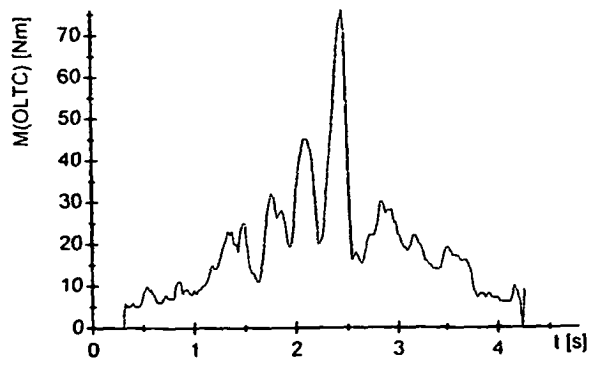


Fig. 2b)

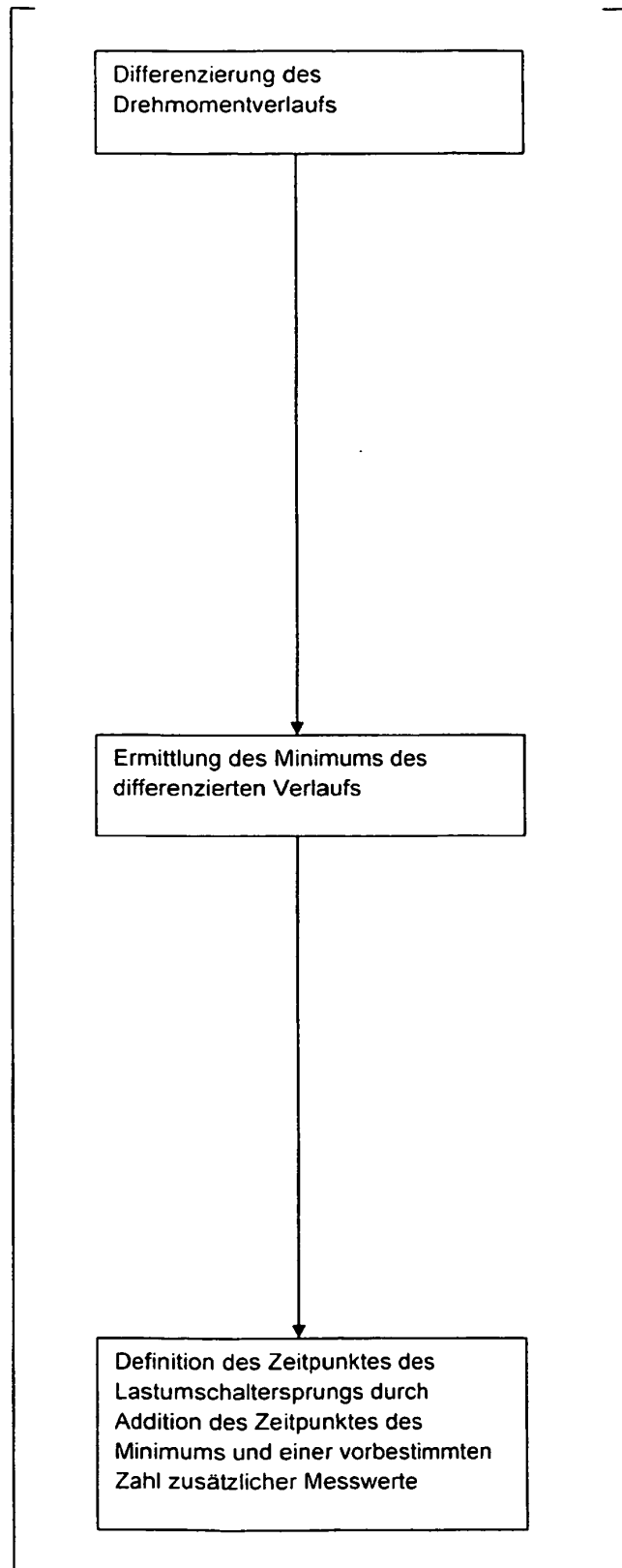


Fig. 3

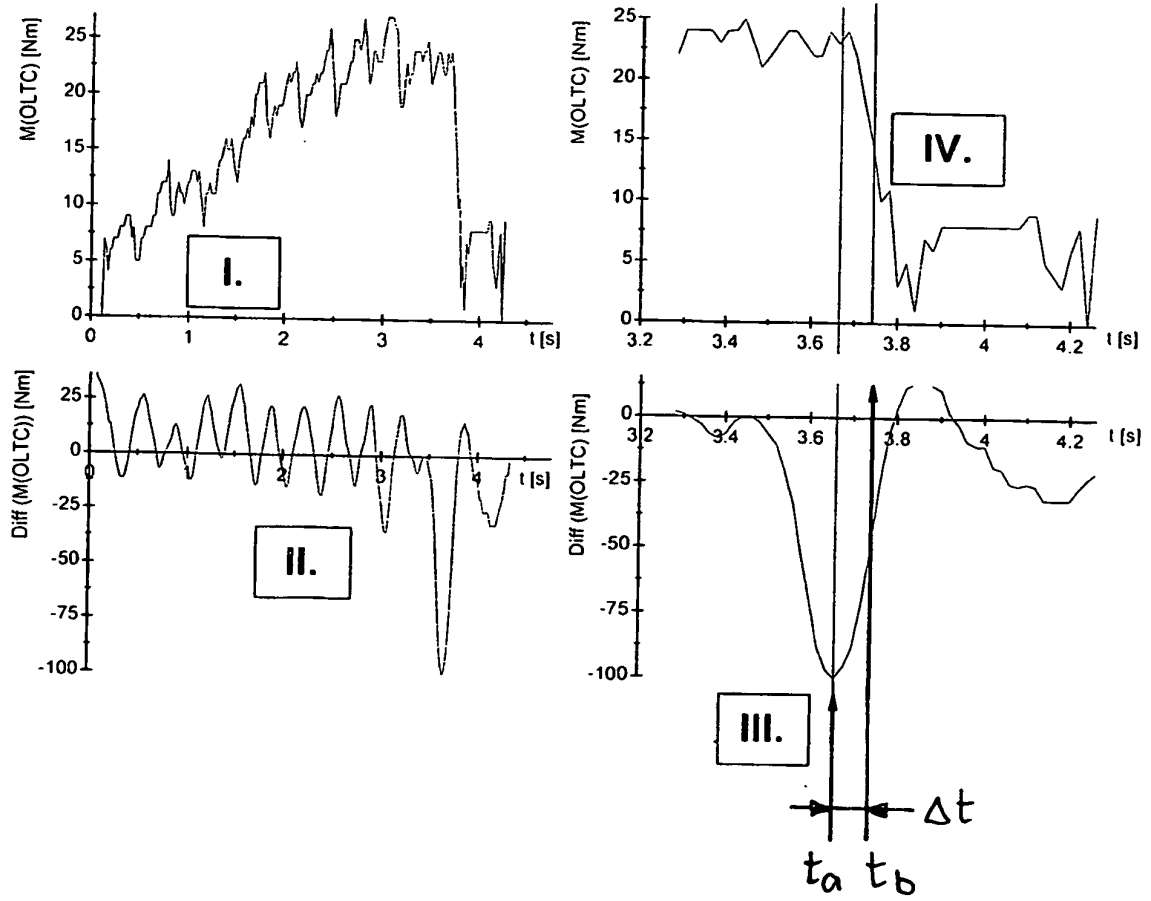


Fig. 4

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]