



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 917 169 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
19.05.1999 Patentblatt 1999/20

(51) Int. Cl.⁶: **H01H 9/00**

(21) Anmeldenummer: **98116787.7**

(22) Anmeldetag: **05.09.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Dohnal, Dieter, Dr.-Ing.**
93138 Lappersdorf (DE)
• **Stadelmayer, Manfred**
93173 Wenzelnbach (DE)
• **Viereck, Karsten, Dr.-Ing.**
93128 Diesenbach (DE)

(30) Priorität: **08.10.1997 DE 19744465**

(71) Anmelder:
MASCHINENFABRIK REINHAUSEN GmbH
93059 Regensburg (DE)

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

(57) Die Erfindung betrifft Verfahren zur Überwachung eines Stufenschalters. Dabei wird aus den gemessenen Effektivwerten von Strom und Spannung das Drehmoment der Antriebswelle, die vom zugeordneten Motorantrieb zum Stufenschalter führt, gemessen und mittels unterschiedlicher Verfahrensschritte, die näher dargestellt sind, mit entsprechend voreinge-

stellten gerätetypischen Sollwerten verglichen. Je nach dem Ergebnis dieses Vergleiches werden Tendaussagen generiert oder es wird, bei gravierenden Abweichungen, ein sofortiges Abschalten des Motorantriebes erreicht.

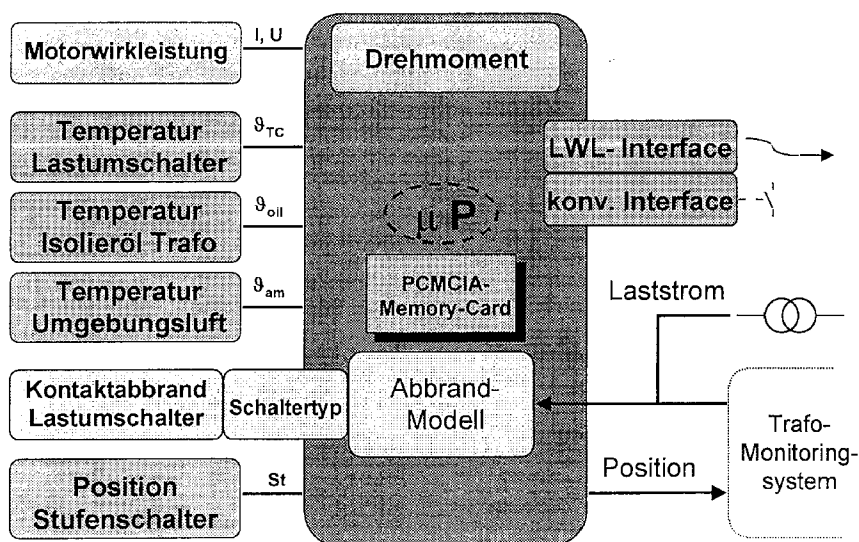


Fig. 3

EP 0 917 169 A2

Beschreibung

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

[0002] Es ist aus der DE-PS 42 14 431 bereits bekannt, daß der dem entsprechenden Stufenschalter zugeordnete Motorantrieb bestimmte Informationen liefert. Dies sind Informationen über die Stufenstellung, die jeweils aktuelle Stellung des Stufenschalters während eines Umschaltvorganges, über das Erreichen der jeweiligen oberen und unteren Endstellung, über die gewählte Betriebsart, die Auslösung des Motorschutzschalters usw. Diese Informationen sind jedoch nicht ausreichend, um den entsprechenden Stufenschalter auf Betriebsfähigkeit zu überwachen, d.h. Monitoringfunktionen abzuleiten.

[0003] Weiterhin bekannt ist ein mikroprozessorgesteuerter Spannungsregler vom Typ TCS (s.a. Firmenprospekt der Maschinenfabrik Reinhausen GmbH: Mikroprozessorgesteuerter Spannungsregler TCS, Druckvermerk VK34/96 de - 0896/1000), der ebenfalls gewisse Überwachungsfunktionen realisiert, wie z.B.

- ⇒ die Überwachung des Kreisblindstromes zwischen zwei parallel geschalteten Transformatoren
- ⇒ die Realisierung der Überstromblockierung des Stufenschalters
- ⇒ eine Unterspannungsüberwachung
- ⇒ eine Überspannungsüberwachung mit Sicherheitsabschaltung
- ⇒ ein Soll- und Istwertvergleich der geregelten Spannung.

Auch hierbei werden keine Daten erfaßt, die eine direkte Überwachung des Betriebszustandes des entsprechenden Stufenschalters gestatten. Als Eingangsgrößen treten hierbei nur Strom und Spannung in Erscheinung, die ohne zusätzliche Informationen und ohne spezielle Verfahren zur Informationsverarbeitung keine geeigneten Aussagen über den Betriebszustand liefern können.

[0004] Weiterhin ist es aus der japanischen Patentanmeldung JP-60-176213 A bereits bekannt, das Drehmoment der Antriebswelle, die vom Motorantrieb zum Stufenschalter führt, zu erfassen und zu speichern, um diesem tatsächlichen Drehmomentverlauf einen charakteristischen typenspezifischen Soll-Drehmomentverlauf gegenüber zu stellen. Ein ähnliches Verfahren ist später noch einmal im DDR-Patent DD 246 409 beschrieben; danach soll ebenfalls der zeitliche Drehmomentenverlauf bei einer Umschaltung gemessen und das Ergebnis mit dem für den jeweiligen Stufenschalter typischen zeitlichen Drehmomentenverlauf verglichen werden. Tritt hierbei eine unzulässige Abweichung des Ist-Verlaufes vom Soll-Verlauf auf, soll eine Abschaltung erfolgen. Wegen der schwierigen

Erfassung der Drehmomente hat sich dieses Verfahren jedoch bisher nicht durchsetzen können.

[0005] Schließlich ist auch bereits vorgeschlagen worden, das jeweilige Drehmoment nicht direkt mit mechanischen Meßmitteln, sondern indirekt durch Erfassung der Wirkleistung des das jeweilige Drehmoment erzeugenden Antriebsmotors zu ermitteln. Auch dies ist, soweit ersichtlich, bisher nicht realisiert worden.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Überwachung eines Stufenschalters anzugeben, das, ausgehend von einfach zu ermittelnden elektrischen Meßgrößen, eine zuverlässige Überwachung des Stufenschalters ermöglicht und beim Auftreten von detektierten Fehlfunktionen entsprechende Reaktionen auf diese Abweichung von der Norm gestattet.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die in den nebengeordneten Patentansprüchen 1 und 2 charakterisierten erfindungsgemäßen Verfahren gelöst.

Beide Verfahren stehen als gleichwertige alternative Lösungen der gleichen Aufgabe zur Verfügung.

Die Unteransprüche betreffen besonders vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Verfahren.

[0008] Diese erfindungsgemäßen Verfahren gestatten auf einfache Weise eine Überwachung des Stufenschalters während des gesamten Zeitraumes der Lastumschaltung, d.h. der Betätigung des angeschlossenen Motorantriebes. Es ist durch die erfindungsgemäßen Verfahren auf einfache Weise möglich, anhand der ermittelten Drehmomentverläufe jeweils bestimmte Teile dieser Drehmomentverläufe den entsprechenden Zeiträumen des Umschaltvorganges zuzuordnen. Damit können Rückschlüsse über die Funktion der einzelnen Baugruppen des Stufenschalters, wie Vorwähler bzw. Wender, Feinwähler und Lastumschalter, getroffen werden, die bei jeder Lastumschaltung in einer bestimmten schaltertypischen Sequenz nacheinander betätigt werden.

[0009] Die Erfindungen sollen nachfolgend anhand von Figuren beispielhaft noch näher erläutert werden.

[0010] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Abläufe, die den in den Patentansprüchen 1 und 2 beschriebenen Verfahren zugrundeliegen

Fig. 2 zwei typische erfaßte Drehmomentverläufe, wobei a) und b) jeweils einen solchen Verlauf in entgegengesetzter Drehrichtung des Motorantriebes, d.h. einmal bei Betätigung des Stufenschalters in Richtung "Höher", das andere mal bei Betätigung des Stufenschalters in Richtung "Tiefer" darstellen

Fig. 3 eine weitere schematische Darstellung, die gegenüber Fig. 1 um weitere, zusätzlich berücksichtigte Meßgrößen und Modelle erweitert ist

Fig. 4 eine schematische Darstellung der generell bei den erfindungsgemäßen Verfahren angewand-

ten Monitoring-Schritte

[0011] Zunächst soll die Figur 1 näher erläutert werden.

Im demjeweiligen Stufenschalter zugeordneten Motorantrieb werden bei jeder Lastumschaltung der Effektivwert des Stromes und der Spannung ermittelt, daraus wird auf an sich bekannte Weise die Wirkleistung und daraus wiederum das entsprechende Drehmoment berechnet.

Gleichzeitig erfolgt eine Positionsbestimmung im Motorantrieb, d.h. es wird ermittelt, welcher Bereich der Schaltsequenz gerade aktuell bei der Umschaltung durchlaufen wird. Daraus läßt sich ableiten, in welcher aktuellen Position sich gerade die einzelnen Baugruppen, wie Vorwähler, Wähler und Lastumschalter innerhalb der insgesamt zu durchlaufenden Schaltsequenz befinden. Diese Positionserfassung erfolgt besonders vorteilhaft mittels eines Resolvers, der eine kontinuierliche Erfassung gestattet.

Nach dem im Patentanspruch 1 beschriebenen ersten erfindungsgemäßen Verfahren werden anschließend aus den jeweiligen Positionen während der Lastumschaltung, die praktisch beliebig fein gestuft, d.h. gestert werden können, einerseits und den bei diesen Positionen jeweils ermittelten Drehmomentwerten andererseits Wertepaare gebildet.

Diese ermittelten Wertepaare werden mit vorab gespeicherten schalterspezifischen Wertepaaren, den Sollwerten und Grenzwerten, verglichen.

Je nach dem Ergebnis dieses Vergleiches werden bestimmte Statusmeldungen ausgegeben. Ergibt der Vergleich eine Übereinstimmung der jeweils korrespondierenden Ist- mit den Soll-Wertepaaren, wird eine "o.k." -Meldung erzeugt, die jedoch auch unterdrückt werden kann. Ergeben sich beim vorstehend beschriebenen Vergleich Abweichungen innerhalb gewisser, voreingestellter Grenzen und/oder nur bei einer ebenfalls voreingestellten Zahl von Wertepaaren, wird eine Meldung erzeugt, die auf eine fälligwerdende Wartung hinweist, ohne den normalen Betrieb des Stufenschalters zu unterbrechen.

Ergeben sich Abweichungen, die über das eben beschriebene Maß hinausgehen, wird eine Fehlermeldung erzeugt, die den Motorantrieb stilllegt.

[0012] Das in Patentanspruch 2 beschriebene weitere erfindungsgemäße Verfahren beinhaltet dieselben ersten Verfahrensschritte: Auch hierbei werden die Effektivwerte von Strom und Spannung ermittelt, und es erfolgt gleichzeitig eine Positionsbestimmung, wie sie bereits erläutert wurde.

[0013] Anschließend erfolgt bei diesem Verfahren eine Zuordnung der entsprechenden Drehmomente über die Zeit, die wiederum mit dem bei der Lastumschaltung zurückgelegten Drehwinkel korrespondiert. Dabei wird ein Istwert des Drehmomentes in regelmäßigen kurzen Zeitabständen, beispielsweise alle 20 ms, erzeugt und in einem Ringpuffer abgespeichert.

Anschließend erfolgt eine Synchronisation mittels eines Synchronimpulses. Ein solcher Synchronimpuls wird auf dem Beginn eines besonders charakteristischen Funktionsablaufes während der Umschaltsequenz zu einem Zeitpunkt t_{syn} erzeugt. Besonders vorteilhaft kann beispielsweise die Auslösung des Kraftspeichers, die wiederum die sprungartige Betätigung des Lastumschalters auslöst, für die Erzeugung dieses Synchronimpulses verwendet werden. Es erfolgt also eine Meßwertaufzeichnung nach dem an sich bekannten Prinzip eines Transientrekorders.

Die Vorteile dieses Verfahrens sollen anhand der Figur 2 nachfolgend näher erläutert werden. Figur 2a zeigt einen gemessenen Drehmomentverlauf während der Zeit t der Umschaltung bzw. über den Weg s , den der Stufenschalter bei einer Umschaltung zurücklegt. Die darunterliegende Figur 2b zeigt einen weiteren gemessenen Drehmomentenverlauf bei entgegengesetztem Drehsinn der Antriebswelle, d.h. entgegengesetzter Schaltrichtung. Es ist daraus zu erkennen, daß aufgrund von mechanischen Toleranzen im Getriebezug, sogenannten Losmomenten und anderen Einflüssen sich, abhängig von der Drehrichtung, unterschiedliche Zeiten nach dem Starten des Motorantriebes zum Zeitpunkt t_s bis zum ersten charakteristischen Punkt des Drehmomentverlaufes zu einem Zeitpunkt t_o ergeben. Die entsprechenden Verläufe wären also nicht ohne weiteres vergleichbar und müssen erst zeitlich normiert werden. Eben dies geschieht durch die bereits erläuterte Synchronisation.

Anschließend wird bei diesem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren der solcherart synchronisierte Drehmomentverlauf in charakteristische Teile, sogenannte Fenster, zerlegt. Dabei entspricht jedes Fenster einem charakteristischen Teil der jeweils ablaufenden Umschaltsequenz. Solche Fenster können z.B. den Zeitraum der Betätigung des Vorwählers, des Feinwählers oder auch des Lastumschalters umfassen. Jedes Fenster ist dabei jeweils durch zwei charakteristische Zeitpunkte begrenzt, die Beginn und Ende des Fensters zeitlich festlegen: $t_0 - t_1, \dots, t_{syn} - t_n$.

Jedes dieser Fenster wird mit vorab gespeicherten charakteristischen Sollwerten verglichen. Durch diese selektive Vergleichsmethode läßt sich nicht nur ein Abweichen der Ist- von den Sollwerten des Drehmomentes und damit ein Fehler detektieren, sondern es läßt sich auch ein auftretender Fehler einer bestimmten Baugruppe, die ihn verursacht, zuordnen.

Neben der beschriebenen selektiven Fehlerdetektion wird gleichzeitig eine Trendanalyse der mechanischen Komponenten ermöglicht.

Zusätzlich ist es natürlich bei beiden erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich, einen Maximalwert für das Drehmoment vorzugeben, bei dessen Überschreitung, unabhängig von weiteren Kriterien, sofort eine Stillsetzung des Motorantriebes erfolgt.

[0014] In Weiterbildung der Erfindung ist es möglich, in die erfindungsgemäßen Verfahren auch die Überwa-

chung weiterer Größen zusätzlich einzubeziehen. In Figur 3 ist dies dargestellt; dabei werden zusätzlich zur beschriebenen Erfassung von Motorwirkleistung und damit Drehmoment einerseits und der Positionserfassung des Stufenschalters andererseits noch die gemessenen Temperaturen des Isoliermediums im Lastumschalter, des Transformatoröles, in dem sich üblicherweise auch der Wähler des Stufenschalters befindet, sowie der Umgebungsluft berücksichtigt. Weiterhin kann zusätzlich auch der Kontaktabbrand des Lastumschalters ermittelt und über ein Abbrandmodell zur Bestimmung des Betriebszustandes herangezogen werden.

[0015] Das Wesen der erfindungsgemäßen Verfahren läßt sich anhand Figur 4 nochmals zusammenfassen: Es werden charakteristische Meßwerte während des Umschaltvorganges erfaßt, hier Strom und Spannung, daraus wird eine Information über den jeweils herrschenden Wirkstrom und damit das aktuelle Drehmoment erzeugt. Anschließend erfolgen Vergleich mit Sollgrößen und Auswertung des Vergleiches. Im Ergebnis werden Informationen bzw. Meldungen erzeugt, die unterschiedliche Priorität zum Ausdruck bringen können. Bei erheblichen Abweichungen vom jeweiligen Sollwert kann ein sofortiges Abschalten erforderlich sein, z.B., wenn das Drehmoment während der Lastumschaltung einen gerade noch zulässigen absoluten (extremen) Sollwert übersteigt. Bei Abweichungen in einen unkritischen Bereich, die die Sicherheit nicht sofort in Frage stellen, können Informationen ausgegeben werden, die eine baldige Wartung empfehlen, auf ein zu erwartendes Lebensdauerende hinweisen oder andere Trendaussagen machen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Stufenschalters, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- ⇒ während der Lastumschaltung, d.h. der Betätigung des Stufenschalters, werden die Effektivwerte von Spannung und Strom am Antriebsmotor des zugeordneten Motorantriebes gemessen
- ⇒ aus diesen Werten wird die Wirkleistung berechnet und daraus wiederum das Drehmoment ermittelt
- ⇒ gleichzeitig erfolgt eine Positionserfassung der jeweils aktuellen Stellung des Stufenschalters
- ⇒ die jeweils ermittelten Drehmomente werden der zugehörigen Position, bei der sie aufgetreten sind, zugeordnet, und es werden entsprechende Wertepaare gebildet
- ⇒ diese Wertepaare werden mit vorab gespeicherten und gegebenenfalls an der gemessenen Umgebungstemperatur korrigierten, gerätespezifischen Soll-Wertepaaren verglichen

⇒ bei Abweichungen der verglichenen Wertepaare voneinander, die bestimmte, voreingestellte Schwellen überschreiten, werden Meldungen generiert, die den Motorantrieb und damit den Stufenschalter stillsetzen oder auf Wartungen hinweisen.

2. Verfahren zur Überwachung eines Stufenschalters, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- ⇒ während der Lastumschaltung, d.h. der Betätigung des Stufenschalters, werden die Effektivwerte von Spannung und Strom am Antriebsmotor des zugeordneten Motorantriebes gemessen
- ⇒ aus diesen Werten wird die Wirkleistung berechnet und daraus wiederum das Drehmoment ermittelt
- ⇒ gleichzeitig erfolgt eine Positionserfassung der jeweils aktuellen Stellung des Stufenschalters
- ⇒ die über die Zeit ermittelten Werte für das Drehmoment werden gespeichert
- ⇒ anschließend erfolgt eine Synchronisation durch einen Synchronimpuls, der beim Erreichen eines charakteristischen Zustandes bei der Lastumschaltung zu einem bestimmten Zeitpunkt (t_{syn}), beispielsweise beim Auslösen des Kraftspeichers, erzeugt wird
- ⇒ anschließend wird der normierte Verlauf des Drehmomentes in typische Zeitbereiche ($t_0 - t_1, \dots, t_{syn} - t_n$) zerlegt, die bestimmten, schalter-spezifischen Teilen der Umschaltsequenz entsprechen
- ⇒ die Werte dieser Zeitbereiche ($t_0 - t_1, \dots, t_{syn} - t_n$), die sogenannten Fenster, werden mit vorab gespeicherten charakteristischen Sollwerten jeweils verglichen
- ⇒ bei Abweichungen der verglichenen Wertepaare voneinander, die bestimmte, voreingestellte Schwellen überschreiten, werden Meldungen generiert, die den Motorantrieb und damit den Stufenschalter stillsetzen oder auf Wartungen hinweisen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionserfassung kontinuierlich mittels eines Resolvers erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Meßgrößen, wie die Temperaturen des Lastumschalteröles, des umgebenden Transformatoröles und der Umgebungsluft und/oder der Kontaktabbrand mechanischer Schaltkontakte zusätzlich in die Auswertung, d.h. den Sollwert-Istwertvergleich einbezogen werden.

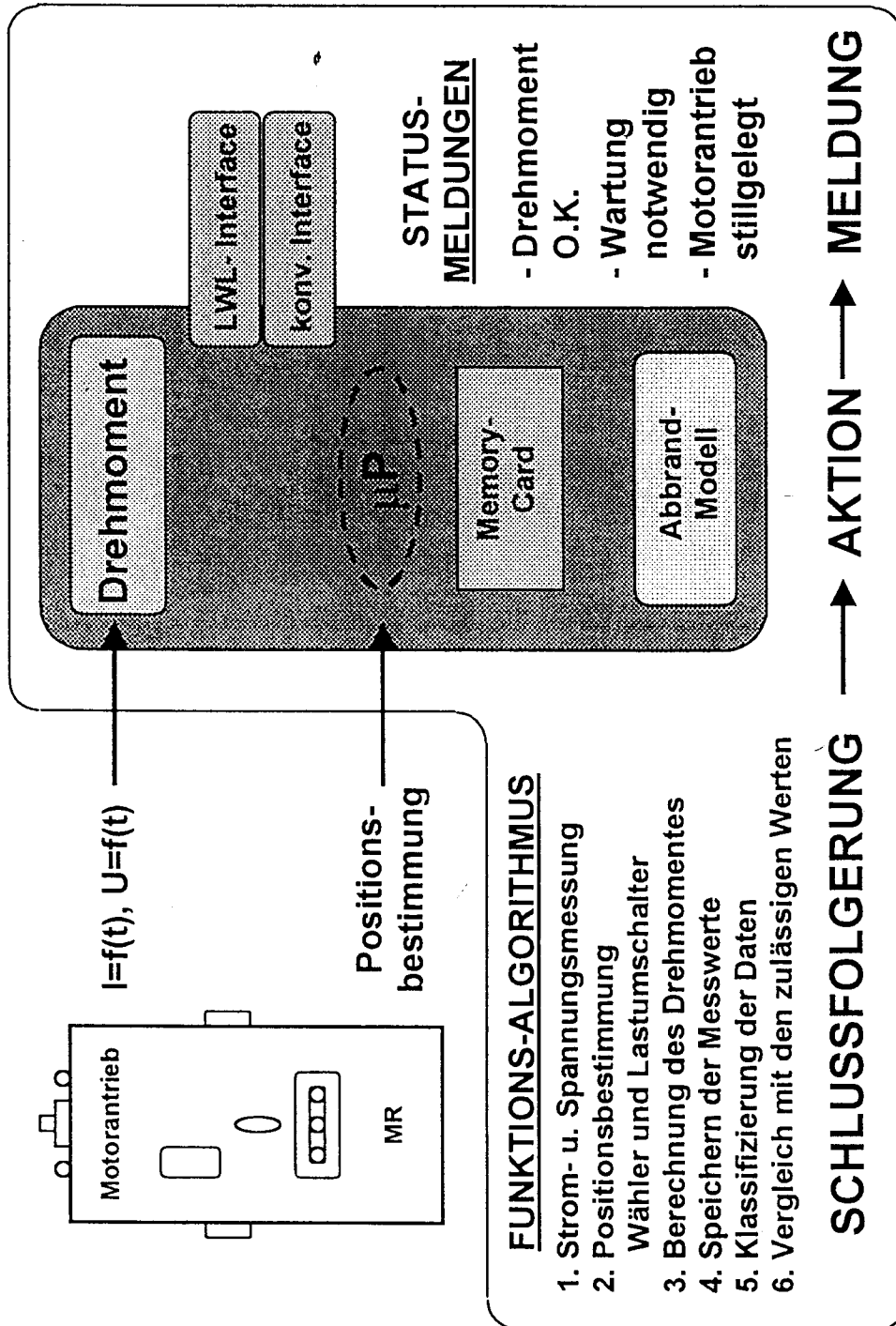


Fig. 1

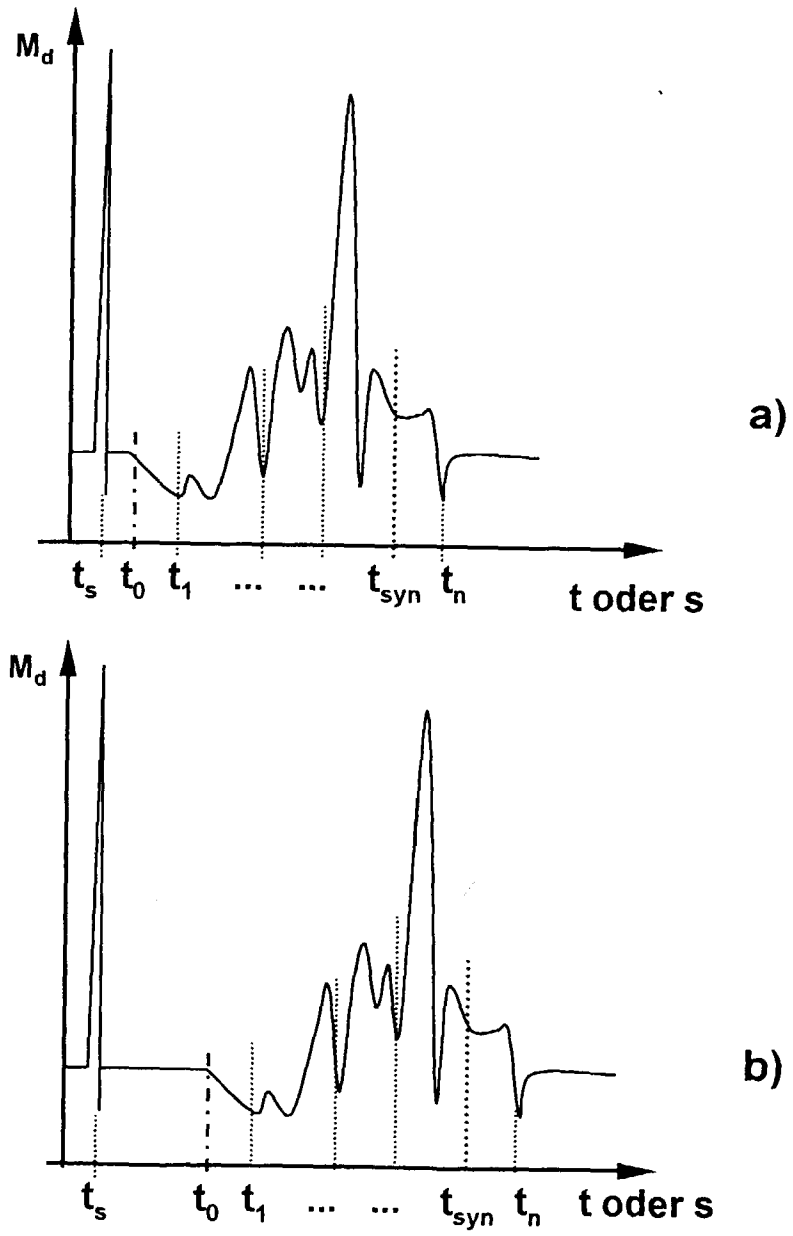


Fig. 2

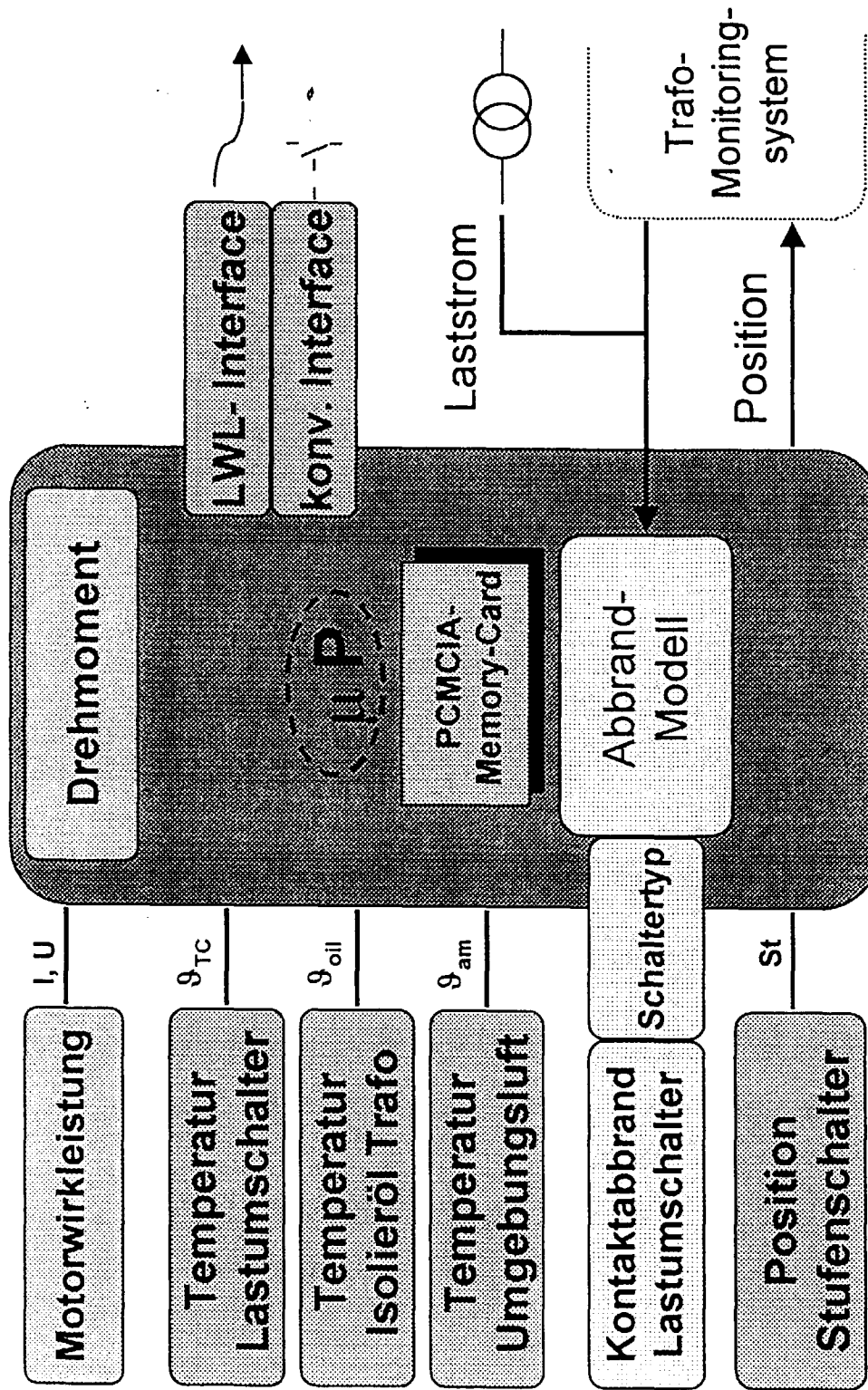


Fig. 3

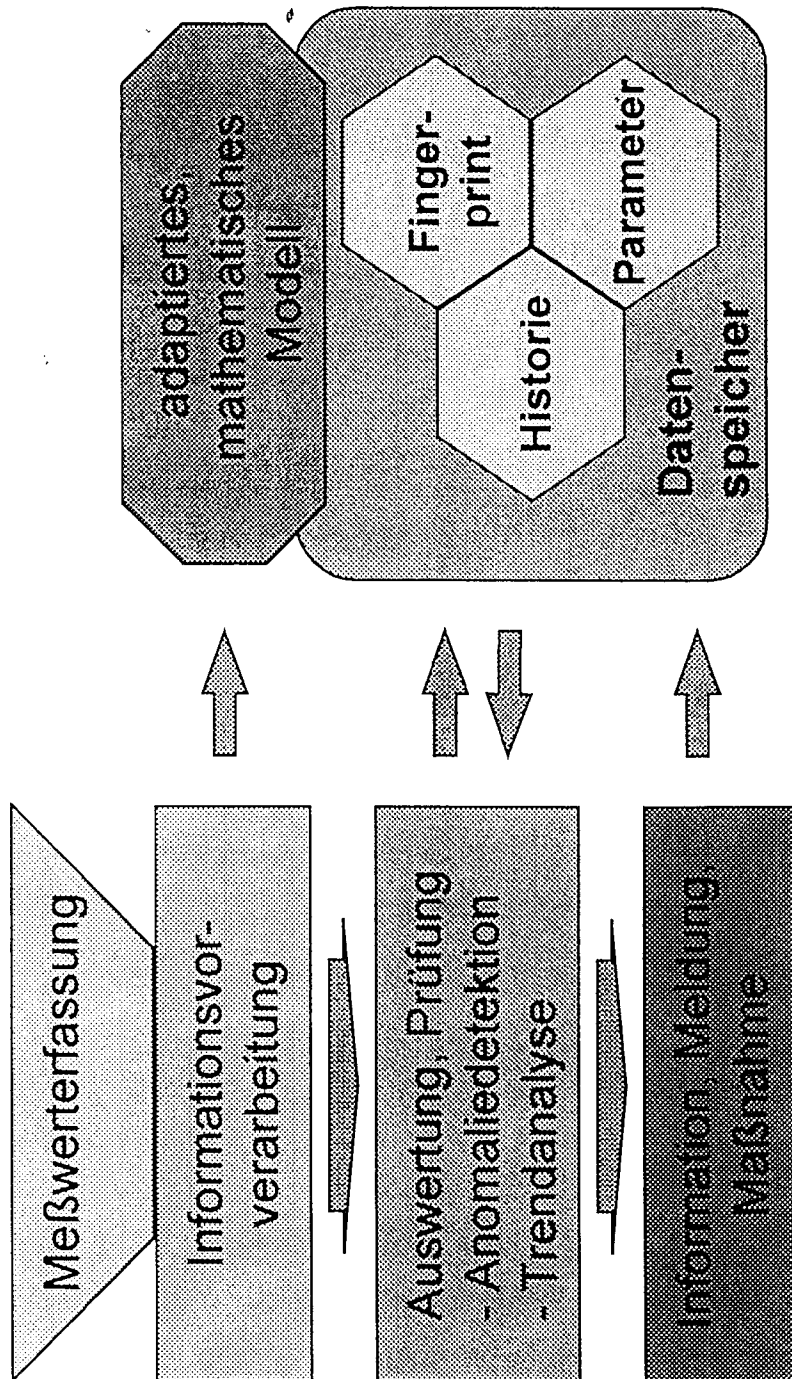


Fig. 4