(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 072 820 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.07.2010 Patentblatt 2010/30

(51) Int Cl.:
F04B 49/06 *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **08018650.5**

(22) Anmeldetag: **24.10.2008**

(54) Verfahren zum Analysieren des Betriebs einer Dosierpumpe für Flüssigkeit, insbesondere einer Brennstoffdosierpumpe für ein Fahrzeugheizgerät

Method of analysing the operation of a dosing pump for liquid, especially a fuel dosing pump for a vehicle heater

Procédé destiné à l'analyse du fonctionnement d'une pompe de dosage pour liquides, notamment d'une pompe de dosage de carburant pour un appareil de chauffage pour véhicule

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **20.12.2007 DE 102007061478**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.06.2009 Patentblatt 2009/26

(73) Patentinhaber: **J. Eberspächer GmbH & Co. KG**
73730 Esslingen (DE)

(72) Erfinder:
- **Bächner, Stefan**
  73650 Winterbach (DE)
- **Burner, Erwin**
  73099 Adelberg (DE)
- **Eger, Johannes**
  73730 Esslingen (DE)

(74) Vertreter: **Ruttensperger, Bernhard**
Weickmann & Weickmann
Patentanwälte
Postfach 86 08 20
81635 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A5- 675 312
DE-A1- 10 152 782
DE-A1-102005 024 858

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).

EP 2 072 820 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Analysieren des Betriebs einer Dosierpumpe für Flüssigkeit, insbesondere Brennstoffdosierpumpe für ein Fahrzeugheizgerät, welche Dosierpumpe einen getaktet zwischen zwei Endstellungen hin- und herbewegbaren Kolben und eine diesem zugeordnete, durch Anlegen einer Spannung während Erregungszeitintervallen in jeweiligen Arbeitstakten des Kolbens elektrisch erregbare Antriebseinheit umfasst.

[0002] Aus der DE 10 2005 024 858 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Dosierpumpe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt. Bei diesem Verfahren wird eine Dosierpumpe grundsätzlich dadurch betrieben, dass ein zum Fördern von Flüssigkeit hin- und herbewegbarer Kolben durch eine elektrisch erregbare Antriebseinheit von einer ersten Endstellung zu einer zweiten Endstellung verschoben wird, wozu während eines Erregungszeitintervalls an die elektrisch erregbare Antriebseinheit eine Spannung in Form eines getakteten Spannungssignals angelegt wird. Durch diese getaktete, im Allgemeinen also pulsweitenmodulierte Spannung ergibt sich eine beispielsweise durch Bilden des arithmetischen Mittels repräsentierte mittlere Spannung, die im Wesentlichen dafür ausschlaggebend ist, wie schnell der Kolben sich von seiner ersten Endstellung zur zweiten Endstellung bewegt, also beispielsweise zum Minimieren des Volumens einer Pumpenkammer verschoben wird. In Zuordnung zu der durch bestimmte Daten spezifizierten Bauart einer derartigen Pumpe kann bestimmt werden, dass idealerweise der Zeitpunkt des Erreichens der zweiten Endstellung, im Allgemeinen also das Erreichen eines Anschlags, eine vorbestimmte Zeit nach dem Beginn eines jeweiligen Erregungszeitintervalls oder nach dem Beginn des Bewegens des Kolbens liegen sollte. Wird erkannt, dass diese zweite Endstellung zu früh oder zu spät erreicht wird, kann durch variieren der an die Antriebseinheit angelegten Spannung, also durch Verändern des Tastverhältnisses der getakteten Spannung, die mittlere anliegende Spannung angepasst werden und somit versucht werden, den Zeitpunkt, zu welchem die zweite Endstellung, also die Anschlagstellung, erreicht wird, so zu verschieben, dass sie bei oder nahe dem dafür vorgegebenen und als Referenz zu betrachtenden Sollzeitpunkt liegt.

[0003] Es ist die Zielsetzung der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, mit welchem der Betrieb einer Dosierpumpe für Flüssigkeit analysiert werden kann, um das Vorliegen von Fehlerzuständen zu erkennen.

[0004] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zum Analysieren des Betriebs einer Dosierpumpe für Flüssigkeit, insbesondere Brennstoffdosierpumpe für ein Fahrzeugheizgerät, welche Dosierpumpe einen getaktet zwischen zwei Endstellungen hin- und herbewegbaren Kolben und eine diesem zugeordnete, durch Anlegen einer Spannung während Erregungszeitintervallen in jeweiligen Arbeitstakten des Kolbens elektrisch erregbare Antriebseinheit umfasst, gemäß Anspruch 1. Das Verfahren umfasst die Maßnahmen: Ermitteln eines Startzeitpunktes der Bewegung des Kolbens als erste Analysegröße und Ermitteln eines Endzeitpunktes der Bewegung des Kolbens als zweite Analysegröße, Vergleichen wenigstens einer Analysegröße mit einer dieser zugeordneten Referenz und, beruhend auf dem Vergleichsergebnis, Erkennen auf Vorliegen eines Fehlerzustandes, wenn die Analysegröße von der Referenz abweicht.

[0005] Bei der vorliegenden Erfindung wird also beruhend auf demjenigen Zeitpunkt, zu welchem ein Kolben einer Dosierpumpe sich zu bewegen beginnt, oder/und beruhend auf demjenigen Zeitpunkt, zu welchem der Kolben seine Endposition, also beispielsweise eine Anschlagposition, erreicht, und beruhend auf jeweils zugeordneten Referenzwerten bestimmt, ob der Kolben sich in normaler Art und Weise, also korrekt bewegt hat, oder ob der Bewegungsverlauf von dem normal zu erwartenden abweicht, was sich dadurch erkennbar macht, dass auch die jeweilige Analysegröße von der zugeordneten Referenz abweicht. Es sei hier darauf hingewiesen, dass das Abweichen einer jeweiligen Analysegröße von einer Referenz so zu verstehen ist, dass beispielsweise ein als Referenz zu betrachtender Sollzeitpunkt nicht der jeweiligen Analysegröße entspricht oder dass die Analysegröße um ein vorbestimmtes Ausmaß von einem derartigen Zeitpunkt abweicht bzw. nicht innerhalb eines um einen derartigen Zeitpunkt definierten Zeitfensters liegt.

[0006] Erfindungsgemäß ist ferner vorgesehen, dass die erste Analysegröße nur dann ermittelt wird, wenn in einem oder mehreren vorangehenden Arbeitsakten der Vergleich der zweiten Analysegröße mit der ihr zugeordneten Referenz das Vorliegen eines Fehlerzustandes indiziert. Diese Vorgehensweise beruht auf der Erkenntnis, dass eine zweite Analysegröße zwangsweise nur dann auftreten kann, wenn der Kolben sich zu bewegen begonnen hat, also auch eine erste Analysegröße verfügbar wäre. Da dann, wenn eine zweite Analysegröße zur Auswertung vorliegt, nicht notwendigerweise die jeweils zugeordnete erste Analysegröße ausgewertet werden muss, kann auf deren Ermittlung verzichtet werden, was den Verarbeitungsaufwand reduziert.

[0007] Der Fehlerzustand, der zum nachfolgenden Ermitteln auch der ersten Analysegröße für folgende Arbeitstakte als Auslöser verwendet wird, ein Zustand ist, in welchem in einem Erregungszeitintervall keine zweite Analysegröße erkannt wurde.

[0008] Um insbesondere für spätere Analysevorgänge, die beispielsweise in einem Labor bzw. einer Werkstatt vorgenommen werden können, ausreichend Information zur Verfügung zu haben, wird vorgeschlagen, dass in Zuordnung zu einem jeweiligen Arbeitstakt des Kolbens wenigstens eine Analysegröße oder/und das Vergleichsergebnis des Vergleichs wenigstens einer Analysegröße mit der ihr zugeordneten Referenz gespeichert wird.

[0009] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann vorgesehen sein, dass dann, wenn die zweite Analysegröße vor der ihr zugeordneten Referenz liegt, auf Vorliegen eines das Fördern von Luft umfassenden Fehlerzustandes erkannt wird.

[0010] Weiter ist es möglich, dass dann, wenn die zweite Analysegröße in einem Erregungszeitintervall und nach der ihr zugeordneten Referenz liegt, auf Vorliegen eines ein erschwertes Fördern umfassenden Fehlerzustandes geschlossen wird.

[0011] Gemäß einem weiteren Aspekt kann vorgesehen sein, dass dann, wenn in einem Erregungszeitintervall keine zweite Analysegröße erkannt wird und eine erste Analysegröße erkannt wird, auf Vorliegen eines ein erschwertes Fördern umfassenden Fehlerzustandes geschlossen wird.

[0012] Weiter ist es möglich, dass dann, wenn in einem Erregungszeitintervall keine erste Analysegröße erkannt wurde, auf Vorliegen eines eine Bewegungsblockierung des Kolbens umfassenden Fehlerzustandes erkannt wird.

[0013] Bei einer besonders vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, dass dann, wenn die zweite Analysegröße in einem Erregungszeitintervall vor oder nach der ihr zugeordneten Referenz liegt, in wenigstens einem folgenden Arbeitstakt durch Variation der Erregungsspannung für die Antriebseinheit versucht wird, die zweite Analysegröße in Richtung Referenz zu verschieben, und dass dann, wenn eine Variation der Erregungsspannung nicht zu einer ausreichenden Verschiebung der zweiten Analysegröße führt, auf Vorliegen eines Fehlerzustandes erkannt wird. Gemäß diesem Aspekt kann also zunächst versucht werden, das Erzeugen einer auf das Vorliegen eines Fehlerzustands hinweisenden Anzeige bzw. Information zu vermeiden. Erst wenn auch erkennbar wird, dass eine Variation der Erregungsspannung nicht zu dem gewünschten Ergebnis führt, wird dann auf das Vorliegen eines Fehlerzustands erkannt.

[0014] Um in präziser Art und Weise ermitteln zu können, wann ein Kolben beginnt oder begonnen hat, sich zu bewegen, wird vorgeschlagen, dass die erste Analysegröße durch Bilden der ersten zeitlichen Ableitung des in einem Erregungszeitintervall fließenden elektrischen Stroms und Vergleichen derselben mit einer zugeordneten ersten Schwelle ermittelt wird.

[0015] Weiter kann zur präzisen Ermittlung des Erreichens der zweiten Endstellung, also der Anschlagposition vorgesehen sein, dass die zweite Analysegröße durch Bilden der zweiten zeitlichen Ableitung des in einem Erregungszeitintervall fließenden elektrischen Stroms und Vergleichen derselben mit einer zugeordneten zweiten Schwelle ermittelt wird.

[0016] Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend mit Bezug auf die beiliegenden Figuren detailliert beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung eines Fahrzeugheizgeräts mit einer durch elektrische Erregung betreibbaren Dosierpumpe;

Fig. 2 ein Diagramm, welches den zeitlichen Verlauf des Erregungs- stroms der Dosierpumpe in Zuordnung zu einem Erregungszeitin- tervall bei korrektem Betrieb der Dosierpumpe wiedergibt;

Fig. 3 in prinzipieller Darstellung die erste zeitliche Ableitung des Erre- gungsstroms;

Fig. 4 in prinzipieller Darstellung die zweite zeitliche Ableitung des Erre- gungsstroms;

Fig. 5 ein der Fig. 2 entsprechendes Diagramm für einen Fehlerzustand, in welchem die Dosierpumpe Luft fördert;

Fig. 6 ein der Fig. 2 entsprechendes Diagramm für einen Fehlerzustand, in welchem ein Kolben der Dosierpumpe klemmt;

Fig. 7 ein der Fig. 2 entsprechendes Diagramm für einen Fehlerzustand, in welchem der Kolben der Dosierpumpe sich zu langsam bewegt.

[0017] In Fig. 1 ist ein mit flüssigem Brennstoff zu betreibendes Heizgerät, wie es beispielsweise als Standheizung oder Zuheizer in einem Fahrzeug eingesetzt werden kann, allgemein mit 10 bezeichnet. Das Heizgerät 10 umfasst einen Brennerbereich 12 mit einer in einem Gehäuse 14 gebildeten Brennkammer 16. Über ein Verbrennungsluftgebläse 18 wird Verbrennungsluft in die Brennkammer 16 geleitet. Eine Dosierpumpe 20 fördert den zur Verbrennung mit der Verbrennungsluft erforderlichen Brennstoff in flüssiger Form aus einem Reservoir 22 zur Brennkammer 16, wo beispielsweise ein poröses Verdampfermedium diesen Brennstoff aufnehmen und in Dampfform in die Brennkammer 16 abgeben kann.

[0018] Eine Ansteuervorrichtung 24 steuert den Betrieb des Heizgeräts 10, indem sie entsprechende Erregungssignale für das Verbrennungsluftgebläse 18 und die Dosierpumpe 20 bzw. auch weitere hier nicht gezeigte Systembereiche, wie zum Beispiel ein Zündorgan oder ein zum Erwärmen eines Verdampfermediums dienendes elektrisch erregbares Heizelement erzeugt.

[0019] Die Dosierpumpe 20 ist prinzipiell mit einem Kolben 26 aufgebaut, der in einem Zylinder 28 zwischen einer Endstellung mit maximalem Volumen einer Pumpenkammer 30 und einer Endstellung mit minimalem Volumen der Pumpenkammer 30 hin- und herbewegbar ist. Im Allgemeinen ist der Kolben 26 durch eine Vorspannanordnung, also beispielsweise eine Feder, in Richtung seiner ersten Endstellung, also derjenigen mit maximalem Volumen der Pumpenkammer 30, vorgespannt. Eine elektrisch erregbare Antriebseinheit 32, also beispiels-

weise eine Elektromagnetanordnung, verschiebt bei elektrischer Erregung den Kolben 26, um durch Verringerung des Pumpenkammervolumens 30 den darin enthaltenen flüssigen Brennstoff in Richtung Brennkammer 16 zu fördern. Dabei ist für den Kolben 26 ein Anschlag vorgesehen, der bei minimalem Volumen der Pumpenkammer 30 die zweite Endstellung des Kolbens 26 definiert.

[0020] Um den Kolben 26 zu bewegen, gibt die Ansteuervorrichtung 24 für jeden Arbeitstakt des Kolbens 26 ein gepulstes Spannungssignal U, also im Allgemeinen ein pulsweitenmoduliertes (PWM) Signal ab. Dieses Signal U kann von der Versorgungsspannung abgegriffen werden, wobei durch Einstellung des Tastverhältnisses die während des Anliegens des Spannungssignals U sich einstellende mittlere Spannung, beispielsweise repräsentiert durch das arithmetische Mittel, eingestellt werden kann. Der bei Anliegen des Spannungssignals U fließende elektrische Strom I kann durch einen Strommesser 34 erfasst werden, der ein entsprechendes Signal in die Ansteuervorrichtung 24 eingibt. Selbstverständlich kann der Strommesser 34 auch Bestandteil der Ansteuervorrichtung 24 selbst sein.

[0021] Die Fig. 2 zeigt prinzipiell den zeitlichen Verlauf des Stroms I während eines Arbeitstaktes und bei normaler Betriebsweise. Ein Arbeitstakt des Kolbens 26 ist definiert durch eine vollständige Hin- und Herbewegung und beginnt beispielsweise jeweils zu einem Zeitpunkt t_e, also dem Zeitpunkt des Beginns eines Erregungszeitintervalls I_e, während welchem das in der Fig. 2 symbolisch durch Strichlinie angedeutete gepulste Spannungssignal U an der Antriebseinheit 32 anliegt. Ein Arbeitstakt I_A des Kolbens 26 endet mit dem Beginn des nächsten Erregungszeitintervalls I_e, also dem nächsten Zeitpunkt t_e.

[0022] Wird also zum Zeitpunkt t_e das gepulste Spannungssignal U an die Antriebseinheit 32 angelegt, so steigt der Strom I zunächst an, bis die auf den Kolben 26 bzw. einen damit gekoppelten Anker oder dergleichen einwirkende Magnetkraft so groß ist, dass zu einem Zeitpunkt t_s der Kolben 26 beginnt, sich zu bewegen. Durch die Bewegung des Kolbens 26 und die dabei auftretende Rückinduktion geht der Stromverlauf in einen flacheren Abschnitt über. Zu einem Zeitpunkt t_{an} ist die Anschlagstellung, also die zweite Endstellung, erreicht, über welche hinaus der Kolben 26 sich nicht weiterbewegen kann. Da ab dem Zeitpunkt t_{an} der Kolben 26 sich also nicht mehr weiterbewegt, entsteht auch keine Gegeninduktion, so dass der Strom I zunächst wieder ansteigt, bis zum Zeitpunkt t_a das Ende des Erregungszeitintervalls I_e erreicht ist und der Strom I dann beispielsweise exponentiell abklingt. Ab dem Zeitpunkt t_a beginnt der Kolben 26 sich dann wieder in seine erste Endstellung zurückzubewegen.

[0023] Derartige Dosierpumpen werden so betrieben, dass mit einer Arbeitstaktfrequenz im Bereich von 3-10Hz, also 3 bis 10 Arbeitstakten pro Sekunde, gearbeitet wird. Innerhalb eines derartigen Arbeitstaktes I_A kann das Erregungszeitintervall I_e eine Zeitspanne von etwa 40 ms einnehmen. Idealerweise sollte dabei der Zeitpunkt t_{an}, zu welchem die zweite Endstellung, also der Bewegungsanschlag, erreicht wird, etwa 35 ms nach dem Beginn t_e des Erregungszeitintervalls I_e liegen, so dass die Zeitspanne, über welche bei nicht mehr bewegtem Kolben 26 die Antriebseinheit 32 weiterhin bestromt wird, so kurz als möglich gehalten wird, gleichwohl jedoch sichergestellt werden kann, dass der Kolben 26 diese zweite Endstellung erreicht.

[0024] Die Fig. 3 zeigt in Zuordnung zur Fig. 2 die erste zeitliche Ableitung des in Fig. 2 repräsentierten Stromverlaufs. Zum Zeitpunkt t_e steigt der Strom zunächst sprungartig an. Die Steigung des Stromverlaufs nimmt dann bis zum Erreichen des Zeitpunkts t_s wieder ab. Ab diesem Zeitpunkt t_s sinkt die Steigung weiter bzw. fällt der Stromverlauf, so dass sich ein negativer Gradient, also eine negative erste zeitliche Ableitung ergibt. Zum Zeitpunkt des Endanschlags, also zum Zeitpung t_{an}, nimmt der Gradient wieder sprungartig zu und fällt dann wieder ab, bis zum Zeitpunkt t_a, also zu demjenigen Zeitpunkt, zu dem die Bestromung tatsächlich beendet wird, der Strom wieder abfällt und somit auch der Gradient einen negativen Wert annimmt.

[0025] In Zuordnung zur in Fig. 2 gezeigten Stromkurve zeigt die Fig. 4 die zweite zeitliche Ableitung, also die erste zeitliche Ableitung des in Fig. 3 gezeigten Gradienten. Hier ist charakteristisch in Zuordnung zu den beiden zu den Zeitpunkten t_e und t_{an} der sprunghafte Anstieg der zweiten zeitlichen Ableitung.

[0026] Dieses Verhalten der ersten zeitlichen Ableitung und der zweiten zeitlichen Ableitung kann dazu genutzt werden, die beiden Zeitpunkte t_s und t_{an}, also den Beginn der Bewegung des Kolbens 26 und das Erreichen der Anschlagstellung des Kolbens 26, zu ermittelt. In Zuordnung zur ersten zeitlichen Ableitung und zur zweiten zeitlichen Ableitung sind jeweilige Schwellen S_1 bzw. S_2 vorgegeben. Unterschreitet die erste zeitliche Ableitung des Stromverlaufs die erste Schwelle S_1, wird dies als Indiz für den in Fig. 2 erkennbaren Übergang in einen deutlich flacheren Stromverlauf, also den Bewegungsbeginn, gewertet. Der so ermittelte Zeitpunkt t_s kann, wie im Folgenden dargelegt, dann als erste Analysegröße für die weitere Auswertung berücksichtigt werden. Entsprechend kann der Zeitpunkt t_{an} erkannt werden, wenn die zweite zeitliche Ableitung die zugeordnete Schwelle S_2 überschreitet, und zwar ab Beginn des Erregungszeitintervalls I_e zum zweiten mal überschreitet. Der so ermittelte Zeitpunkt t_{an} kann dann als zweite Analysegröße für die weitere Verarbeitung genutzt werden.

[0027] Es sei hier darauf hingewiesen, dass grundsätzlich diese beiden Analysegrößen bzw. Zeitpunkte auch in anderer Weise bestimmt werden können. So könnte beispielsweise nur mit dem Gradienten, also der ersten zeitlichen Ableitung gearbeitet werden, wobei der Zeitpunkt t_{an} als der Zeitpunkt bestimmt werden könnte, in welchem der Gradient die zugeordnete Schwelle S_1 zum zweiten mal innerhalb eines Erregungszeitintervalls

bzw. zum ersten mal nach dem Zeitpunkt t_s überschreitet.

[0028] Während des Betriebs der Dosierpumpe 20 können die beiden Zeitpunkte t_s und t_{an} jeweils als erste Analysegröße und als zweite Analysegröße beispielsweise in der vorangehend beschriebenen Art und Weise ermittelt werden. Beruhend auf diesen Größen können dann, wie im Folgenden mit Bezug auf die Fig. 5 bis 7 erläutert, verschiedene Fehlerzustände im Betrieb der Dosierpumpe 10 erkannt werden.

[0029] Die Fig. 5 zeigt den Verlauf des Stroms I, aufgetragen über der Zeit, für den Fall, dass beispielsweise auf Grund von Erschütterungen oder auf Grund einer nahezu vollständigen Entleerung des Reservoirs 22 die Dosierpumpe 20 zumindest kurzzeitig Luft an Stelle des flüssigen Brennstoffs fördert. Der Zeitpunkt t_s, zu welchem der Kolben 26 sich zu bewegen beginnt, wird in diesem Falle näherungsweise zur gleichen Zeit auftreten, wie dies bei korrekter Betriebsweise ist. Bedingt dadurch, dass bereits von Anfang an ein geringerer Bewegungswiderstand vorhanden sein wird, ist es möglich, dass der Kolben 26 sich geringfügig früher zu bewegen beginnt.

[0030] Da im Verlaufe dieser Bewegung der Widerstand, gegen welchen der Kolben 26 verschoben werden muss, deutlich geringer ist, da keine Flüssigkeit aus der Pumpenkammer 30 verdrängt werden muss, wird der Kolben 26 seine zweite Bewegungsendstellung deutlich früher erreichen, so dass der als zweite Analysegröße verwendete Zeitpunkt t_{an} im Vergleich zur normalen Funktionalität, wie sie in Fig. 2 repräsentiert ist, deutlich früher auftreten wird. Hier kann beispielsweise beruhend auf dem in Fig. 2 dargestellten Diagramm für diesen Zeitpunkt t_{an} ein für normale Betriebszustände zu erwartender Referenzwert t_{an}' oder ein Referenzwertebereich vorgegeben sein, in welchem normalerweise, also bei korrekter Betriebsweise, die Endposition erreicht sein sollte. Liegt, wie dies die Fig. 5 zeigt, der tatsächlich ermittelte Zeitpunkt t_{an} vor bzw. ein übermäßiges Ausmaß vor dem Referenzwert t_{an}', so ist dies ein klarer Hinweis auf eine überschnelle Bewegung des Kolbens 26, die grundsätzlich nur auftreten kann, wenn Luft gefördert wird. Durch einen Vergleich der zweiten Analysegröße t_{an} mit der ihr zugeordneten Referenz t_{an}' kann also dieser Fehlerzustand erkannt werden. In einem beispielsweise in der Ansteuervorrichtung 24 vorhandenen Datenspeicher kann ein diesen Fehlerzustand "Fördern von Luft" repräsentierender Code gespeichert werden. Ebenso ist es selbstverständlich möglich, in Zuordnung zu den aufeinander durchgeführten Arbeitstakten nicht nur derartige einen Fehlerzustand oder den normalen Betrieb indizierende Codes abzuspeichern, sondern beispielsweise auch die tatsächlich jeweils erfassten Analysegrößen.

[0031] Tritt bei einem derartigen System dann eine Betriebsstörung, beispielsweise in Form eines Flammabrisses auf, da nicht mehr ausreichend Brennstoff zur Verfügung steht, so kann in einer nachfolgenden Auswertung der Grund dafür erkannt werden, da bereits vor dem Auftreten des Flammabrisses Arbeitstakte aufgetreten sind, denen ein den Flammabriss indizierender Fehlercode zugeordnet und abspeichert ist. Wird lediglich die zweite Analysegröße an sich abgespeichert, so kann durch spätere Auswertung, also durch späteren Vergleich derselben mit der zugeordneten Referenz, erkannt werden, dass der aufgetretene Flammabriss durch das Fördern von Luft bedingt oder zumindest begünstigt war.

[0032] Da derartige Fehlerzustände im Allgemeinen innerhalb vergleichsweise kurzer Zeit zu Betriebsstörungen führen, kann zum möglichst effizienten Nutzen des vorhandenen Speichervolumens so vorgegangen werden, dass lediglich in Zuordnung zu einer bestimmten Anzahl, beispielsweise 100, in der Vergangenheit liegender Arbeitstakte I_A diese Daten gespeichert werden, so dass jeweils für die letzten beispielsweise 100 Arbeitsakte I_A diese Information vorliegt.

[0033] Um die Genauigkeit bei der Fehlerindizierung zu erhöhen, kann beispielsweise weiterhin so vorgegangen werden, dass dann, wenn zunächst erkannt wird, dass der durch die zweite Analysegröße, also den Zeitpunkt t_{an}, indizierte Anschlag, zu früh auftritt, zunächst durch Variation des Tastverhältnisses des Spannungssignals U versucht werden, diesen Zeitpunkt t_{an} in Richtung zu seiner Referenz t_{an}' zu verschieben. Ein zu frühes Auftreten der zweiten Analysegröße kann möglicherweise dadurch kompensiert werden, dass das Tastverhältnis in Richtung Verringerung der mittleren anliegenden Spannung verschoben wird. Bewegt sich auf diese Maßnahme hin die zweite Analysegröße t_{an} nicht bzw. nicht ausreichend schnell oder ausreichend nahe an die Referenz t_{an}' heran, so konnte also auch durch Verringern der Spannung und mithin Verringern der den Kolben 26 antreibenden Kraft dessen zu schnelle Bewegungen nicht ausreichend abgebremst werden, so dass dann beispielsweise der entsprechende Fehlercode gesetzt bzw. abgespeichert werden kann, z.B. auch in Verbindung mit Information, welche die anliegende Spannung charakterisiert.

[0034] Ein weiterer Fehlerzustand ist in Fig. 6 gezeigt. Man erkennt in Fig. 6, dass innerhalb des Erregungszeitintervalls I_e, also während des Zeitraums, während welchem das gepulste Spannungssignal U anliegt, des Strom I stetig ansteigt. Es kann hier also weder eine erste Analysegröße, also der Zeitpunkt t_s, noch eine zweite Analysegröße, also der Zeitpunkt t_{an}, ermittelt werden. Dieser Zustand kann tatsächlich nur dann auftreten, wenn der Kolben 26 innerhalb des Erregungszeitintervalls I_e sich nicht zu bewegen beginnt. Dies bedeutet, dass der Kolben 26 auf Grund irgendeines Defekts gegen Bewegung blockiert ist. Wird also weder die erste Analysegröße, noch die zweite Analysegröße erkannt, so kann wieder ein diesen Fehlerzustand, also Bewegungsblockierung des Kolbens 26, indizierender Code gesetzt bzw. abgespeichert werden bzw. ein das Nichtauftreten der jeweiligen Analysegröße indizierender Zahlenwert als die entsprechende Zeit gespeichert werden.

[0035] Die Fig. 7 zeigt einen Fehlerzustand, bei welchem innerhalb des Erregungszeitintervalls I_e zwar die

erste Analysewert t_s auftritt, also zum Zeitpunkt t_s der Kolben 26 beginnt, sich zu bewegen, bis zum Endzeitpunkt t_a des Erregungszeitintervalls das Auftreten oder Erreichen des Endanschlags nicht erkannt werden konnte, also keine zweite Analysegröße ermittelt werden konnte. Dies ist also ein Zustand, in welchem auf die Erregung hin der Kolben 26 zwar begonnen hat, sich zu bewegen, sich aber offensichtlich zu langsam bewegt. Dies kann beispielsweise dadurch verursacht werden, dass der zu fördernde Brennstoff zu zäh ist, oder dass im Förderweg des Brennstoffs stromabwärts der Dosierpumpe 20 ein Förderstau, beispielsweise durch die Verstopfung einer Förderleitung aufgetreten ist. Auch in diesem Falle kann ein entsprechender Fehlercode gesetzt werden, welcher indiziert, dass ein Problem beim Fördern des Brennstoffs durch die Leitungen hindurch vorhanden ist, dass grundsätzlich jedoch die Dosierpumpe 20 dazu in der Lage wäre, den Brennstoff zu fördern. Auch hier kann die tatsächlich anliegende Spannung als weitere Analysegröße mitgewertet bzw. gespeichert werden.

[0036] Bei den in den Fig. 6 und 7 vorhandenen Fehlerzuständen erkennt man, dass jeweils gleichermaßen keine zweite Analysegröße ermittelt werden kann. Auf Grund der möglichst einfachen Datenverarbeitung kann es daher vorteilhaft sein, grundsätzlich während des Betriebs der Dosierpumpe 20 in den einzelnem Arbeitstakten I_A nur die zweite Analysegröße t_{an} zu ermitteln. Kann eine zweite Analysegröße ermittelt werden, so muss zwangsweise auch eine erste Analysegröße vorhanden sein. Da hinsichtlich der beschriebenen Fehlerzustände jedoch die zeitliche Lage der ersten Analysegröße von untergeordneter Bedeutung ist und lediglich die Frage, ob bzw. ob nicht innerhalb eines Erregungszeitintervalls I_e eine erste Analysegröße ermittelt werden kann, ist es dann, wenn eine zweite Analysegröße t_{an} ermittelt werden konnte, ausreichend, deren Lage zu bestimmen bzw. mit der zugeordneten Referenz t_{an}' zu vergleichen. Ist jedoch innerhalb eines Erregungszeitintervalls I_e keine zweite Analysegröße aufgetreten, kann dann so vorgegangen werden, dass in einem bzw. in mehreren dann folgenden Arbeitstakten I_A versucht wird, auch die erste Analysegröße zu ermitteln. Kann eine erste Analysegröße ermittelt werden, obgleich keine zweite Analysegröße ermittelt werden konnte, deutet dies auf den in Fig. 7 dargestellten Fall der zu langsamen Bewegung des Kolbens 26 hin. Kann keine erstes Analysegröße ermittelt werden, deutet dies auf den in Fig. 6 gezeigten Fall hin. Es kann somit der Verarbeitungsaufwand dadurch gering gehalten werden, dass die erste Analysegröße tatsächlich nur dann ermittelt wird, wenn dies für die weitere Auswertung auch hilfreich ist.

[0037] Wie vorangehend dargelegt, kann unter Berücksichtigung der ermittelten Analysegrößen bzw. der in Zuordnung dazu generierten Fehlercodes dann, wenn eine Betriebsstörung aufgetreten ist, nachvollzogen werden, welches Problem zur Betriebsstörung geführt hat, um möglicherweise in einem Reparaturbetrieb entsprechende Korrekturen vorzunehmen. Hierzu kann der vorangehend bereits beschriebene Speicher ausgelesen und hinsichtlich der darin gespeicherten Daten ausgewertet werden. Grundsätzlich besteht jedoch auch die Möglichkeit, unmittelbar im Betrieb zu erkennen, wenn Fehlerzustände auftreten, die in naher Zukunft zu einer Betriebsstörung führen könnten. Zeigt sich beispielsweise, dass der in Fig. 5 gezeigte Fall vorliegt, also offenbar Luft gefördert wird, so kann die Arbeitstaktfrequenz, mit welcher die Dosierpumpe 20 betrieben wird, erhöht werden, um, bereits bevor es zu einem Flammabriss kommen kann, schneller Brennstoff nachzufördem, sofern noch Brennstoff im Reservoir 22 verfügbar ist. Auf diese Art und Weise kann das Auftreten der Betriebsstörung dann möglicherweise vollständig verhindert werden. Auch bei den in den Fig. 6 bzw. 7 gezeigten Fehlerzuständen kann unmittelbar dann, wenn diese bei einem oder mehreren aufeinander folgenden Arbeitstakten erkannt worden ist, beispielsweise durch Erhöhen der mittleren anliegenden Spannung versucht werden, den Kolben schneller bzw. überhaupt zu bewegen. Befindet sich das System in einer Startphase, bei welcher also zunächst die Brennstoffleitung wieder befüllt werden muss, kann die Information auch dazu genutzt werden, diese Startphase entsprechend zu verlängern, bis sichergestellt ist, dass ausreichend Brennstoff in der Leitung vorhanden ist, um mit dem Einspeisen in die Brennkammer 16 zu beginnen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Analysieren des Betriebs einer Dosierpumpe für Flüssigkeit, insbesondere Brennstoffdosierpumpe für ein Fahrzeugheizgerät, welche Dosierpumpe (20) einen getaktet zwischen zwei Endstellungen hin- und herbewegbaren Kolben (26) und eine diesem zugeordnete, durch Anlegen einer Spannung (U) während Erregungszeitintervallen (I_e) in jeweiligen Arbeitstakten (I_A) des Kolbens (26) elektrisch erregbare Antriebseinheit (32) umfasst, wobei das Verfahren die Maßnahmen umfasst:

   - Ermitteln eines Startzeitpunktes (t_s) der Bewegung des Kolbens (26) als erste Analysegröße und
     Ermitteln eines Endzeitpunktes (t_{an}) der Bewegung des Kolbens (26) als zweite Analysegröße,
   - Vergleichen wenigstens einer Analysegröße (t_s, t_{an}) mit einer dieser zugeordneten Referenz (t_{an}'), **gekennzeichnet** duch das, beruhend auf dem Vergleichsergebnis, Erkennen auf Vorliegen eines Fehlerzustandes, wenn die Analysegröße (t_s, t_{an}) von der Referenz (t_{an}') abweicht, und

   dadurch, dass die erste Analysegröße (t_s) nur dann ermittelt wird, wenn in einem oder mehreren voran-

gehenden Arbeitsakten der Vergleich der zweiten Analysegröße (t_{an}) mit der ihr zugeordneten Referenz (t_{an}') das Vorliegen eines Fehlerzustandes indiziert,
keine zweite Analysegröße (t_{an}) erkannt wurde.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in Zuordnung zu einem jeweiligen Arbeitstakt (I_A) des Kolbens (26) wenigstens eine Analysegröße (t_s, t_{an}) oder/und das Vergleichsergebnis des Vergleichs wenigstens einer Analysegröße mit der ihr zugeordneten Referenz (t_{an}') gespeichert wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** dann, wenn die zweite Analysegröße (t_{an}) vor der ihr zugeordneten Referenz (t_{an}') liegt, auf Vorliegen eines das Fördern von Luft umfassenden Fehlerzustandes erkannt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** dann, wenn die zweite Analysegröße (t_{an}) in einem Erregungszeitintervall (I_e) und nach der ihr zugeordneten Referenz (t_{an}') liegt, auf Vorliegen eines ein erschwertes Fördern umfassenden Fehlerzustandes geschlossen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** dann, wenn in einem Erregungszeitintervall (I_e) keine zweite Analysegröße (t_{an}) erkannt wird und eine erste Analysegröße (t_s) erkannt wird, auf Vorliegen eines ein erschwertes Fördern umfassenden Fehlerzustandes geschlossen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** dann, wenn in einem Erregungszeitintervall (I_e) keine erste Analysegröße (t_s) erkannt wird, auf Vorliegen eines eine Bewegungsblockierung des Kolbens (26) umfassenden Fehlerzustandes erkannt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** dann, wenn die zweite Analysegröße (t_{an}) in einem Erregungszeitintervall (I_e) vor oder nach der ihr zugeordneten Referenz (t_{an}') liegt, in wenigstens einem folgenden Arbeitstakt (I_A) durch Variation der Erregungsspannung (U) für die Antriebseinheit (32) versucht wird, die zweite Analysegröße (t_{an}) in Richtung Referenz (t_{an}') zu verschieben, und dass dann, wenn eine Variation der Erregungsspannung (U) nicht zu einer ausreichenden Verschiebung der zweiten Analysegröße (t_{an}) führt, auf Vorliegen eines Fehlerzustandes erkannt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Analysegröße (t_s) durch Bilden der ersten zeitlichen Ableitung des in einem Erregungszeitintervall (I_e) fließenden elektrischen Stroms (I) und Vergleichen derselben mit einer zugeordneten ersten Schwelle (S_1) ermittelt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Analysegröße (t_{an}) durch Bilden der zweiten zeitlichen Ableitung des in einem Erregungszeitintervall (I_e) fließenden elektrischen Stroms (I) und Vergleichen derselben mit einer zugeordneten zweiten Schwelle (S_2) ermittelt wird.

Claims

1. A procedure for analyzing the operation of a dosing pump for fluid, in particular a fuel dosing pump for a vehicle heating device, with the dosing pump (20) comprising a piston (26), moveable in a clocked manner between two final positions, and in association to the piston comprising a drive unit (32), excitable by applying a voltage (U) during excitation time intervals (I_e) in respective duty cycles (I_A) of the piston (26), the procedure comprising the following steps:

- determining a starting time (t_s) of the movement of the piston (26) as a first parameter of analysis and
determining a final time (t_{an}) of the movement of the piston (26) as a second parameter of analysis,
- comparing at least one parameter of analysis (t_s, t_{an}) with an associated reference (t_{an}'), **characterized in that**

an error condition is recognized on the basis of the result of comparison, if the parameter of analysis (t_s, t_{an}) deviates from the reference (t_{an}'), and that the first parameter of analysis (t_s) is only determined if in one or more preceding duty cycles the comparison of the second parameter of analysis (t_{an}) with the associated reference (t_{an}') indicates the presence of an error condition, wherein in an excitation time interval (I_e) no second parameter of analysis (t_{an}) is recognized.

2. A procedure according to claim 1, **characterized in that** in association to a respective duty cycle (I_A) of the piston (26), at least one parameter of analysis (t_s, t_{an}) or/and the reference result of the comparison of at least one parameter of analysis with the associated reference (t_{an}') is stored.

3. A procedure according to claim 1 or 2, **characterized in that**, if the second parameter of analysis (t_{an}) precedes the reference (t_{an}'), an error condition is recognized indicating the transport of air.

4. A procedure according to one of claims 1 to 3, **characterized in that**, if the second parameter of analysis (t_{an}) lies within an excitation time interval (I_e) and is succeeding its reference ($t_{an'}$), an error condition is recognized indicating an impeded transport.

5. A procedure according to one of claims 1 to 4, **characterized in that**, if within an excitation time intervals (I_e) no second parameter of analysis (t_{an}) is recognized and a first parameter of analysis (t_s) is recognized, an error condition is recognized comprising an impeded transport.

6. A procedure according to one of claims 1 to 5, **characterized in that**, if within an excitation time intervals (I_e) no first parameter of analysis (t_s) is recognized, an error condition is recognized comprising obstructed movement of the piston (26).

7. A procedure according to one of claims 1 to 6, **characterized in that**, if the second parameter of analysis (t_{an}) precedes or succeeds the associated reference (t_{an}') in an excitation time interval (I_e), the second parameter of analysis (t_{an}) should, if possible, be adjusted towards the reference (t_{an}) during at least one following duty cycle (I_A) by varying the excitation voltage (U) for the drive unit (32) and **in that**, if a variation of the excitation voltage (U) does not result in efficiently adjusting the second parameter of analysis (t_{an}), an error condition is recognized.

8. A procedure according to one of claims 1 to 7, **characterized in that** the first parameter of analysis (t_s) is determined by establishing the first derivation in time of the current (I) flowing during an excitation interval (I_e) and by comparing the latter with an associated first threshold (S_1).

9. A procedure according to one of claims 1 to 8, **characterized in that** the second parameter of analysis (t_{an}) is determined by establishing the second derivation in time of the current (I) flowing during an excitation interval (I_e) and by comparing the latter with an associated second threshold (S_2).

Revendications

1. Une méthode pour analyser l'opération d'une pompe de dosage pour un liquide, en particulier une pompe de dosage de carburant pour un dispositif de chauffage d'un véhicule, la pompe de dosage (20) comprenant un piston (26) cadencé et mobile entre deux positions finales, et un ensemble de commande (32), associé au piston et electriquement excitable par l'application d'un voltage (U) pendant des intervalles d'excitation (I_e) pendant des cadences de travail (I_A) respectifs du piston (26), la méthode comprenant les mesures suivantes :

   - déterminer un moment départ (t_s) du mouvement du piston (26) en tant que premier paramètre d'analyse
   et
   déterminer un moment de fin (t_{an}) du mouvement du piston (26) en tant que deuxième paramètre d'analyse,
   - comparer au moins un paramètre d'analyse (t_s, t_{an}) avec une référence associée (t_{an}'), **caractérisée en ce que**

   une condition d'erreur est reconnue sur la base du résultat de la comparaison, si le paramètre d'analyse (t_s, t_{an}) dévie de la référence (t_{an}'), et par le premier paramètre d'analyse (t_s) étant seulement établi si pendant une ou plusieurs cadences précédentes la comparaison du deuxième paramètre d'analyse (t_{an}) avec la référence associée (t_{an}') indique la présence d'une condition d'erreur, aucun deuxième paramètre d'analyse (t_{an}) étant déterminé pendant un intervalle d'excitation (I_e).

2. Une méthode selon la revendication 1, **caractérisée par** au moins un paramètre d'analyse (t_s, t_{an}) ou/et le résultat de la comparaison d'au moins un paramètre d'analyse avec la référence associée (t_{an}') étant sauvegardé, associé à une cadence de travail (I_A) respective du piston (26).

3. Une méthode selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que**, si le deuxième paramètre d'analyse (t_{an}) précède la référence associée (t_{an}'), une condition d'erreur est reconnue comprenant le transport d'air.

4. Une méthode selon une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que**, si le deuxième paramètre d'analyse (t_{an}) succède à la référence associée (t_{an}') dans un intervalle d'excitation (I_e), une condition d'erreur est reconnue comprenant un transport entravé.

5. Une méthode selon une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que**, si aucun deuxième paramètre d'analyse (t_{an}) est reconnu dans un intervalle d'excitation (I_e) mais un premier paramètre d'analyse (t_s) est reconnu, une condition d'erreur est reconnue comprenant un transport entravé.

6. Une méthode selon une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce que**, si aucun premier paramè-

tre d'analyse (t_s) est reconnu dans un intervalle d'excitation (I_e), une condition d'erreur est reconnue comprenant un blocage du mouvement du piston (26).

7. Une méthode selon une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que**, si le deuxième paramètre d'analyse (t_{an}) précède ou succède à la référence associée (t_{an}') dans un intervalle d'excitation (I_e), on essaye pendant au moins une cadence de travail (I_A) de décaler le deuxième paramètre d'analyse (t_{an}) envers la référence (t_{an}') en variant le voltage d'excitation (U) de l'ensemble de commande (32), et **en ce que** si une variation du voltage d'excitation (U) ne résulte pas dans un décalage suffisant du deuxième paramètre d'analyse (t_{an}), une condition d'erreur est reconnue.

8. Une méthode selon une des revendications 1 à 7, **caractérisée par** le premier paramètre d'analyse (t_s) étant établi en déterminant la première déduction sur le temps du courant (I) circulant pendant un intervalle d'excitation (I_e) et en comparant la déduction avec un premier seuil (S1) correspondant.

9. Une méthode selon une des revendications 1 à 8, **caractérisée par** le deuxième paramètre d'analyse (t_{an}) étant déterminé en déterminant la deuxième déduction sur le temps du courant (I) circulant pendant un intervalle d'excitation (I_e) et en comparant la déduction avec un deuxième seuil (S1) correspondant.

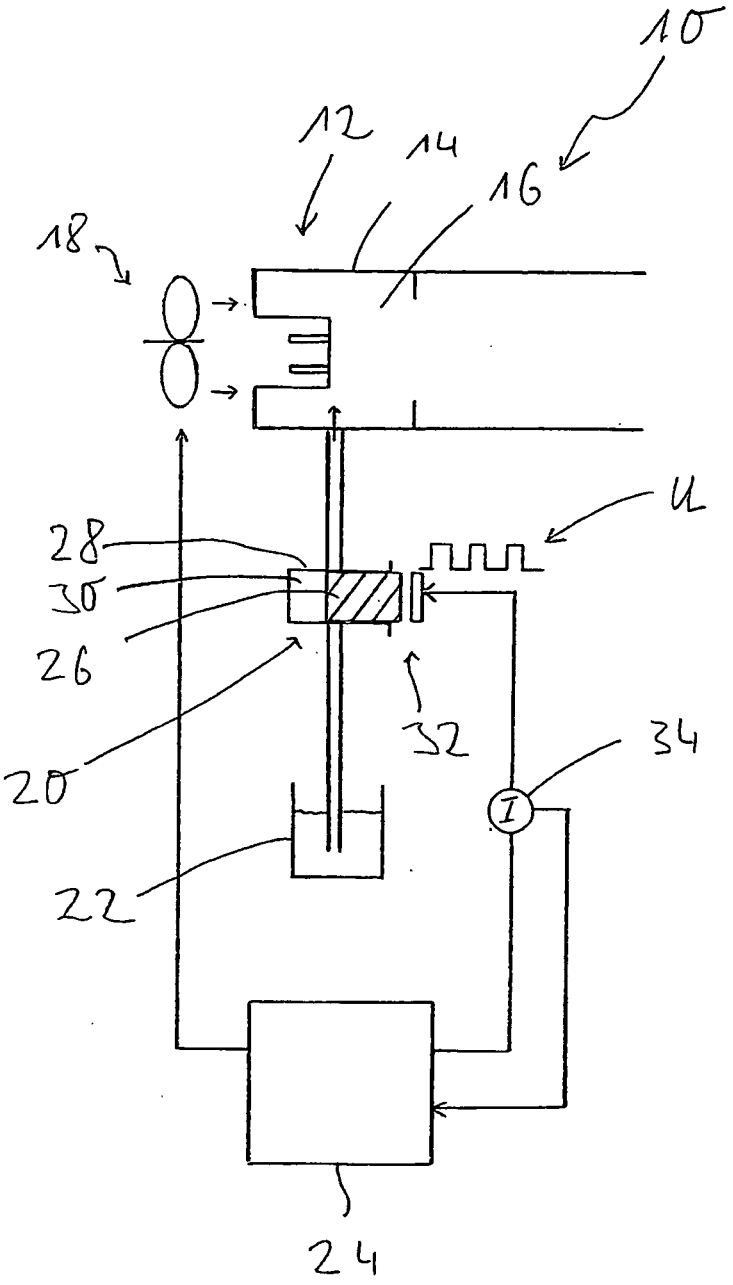


Fig. 1

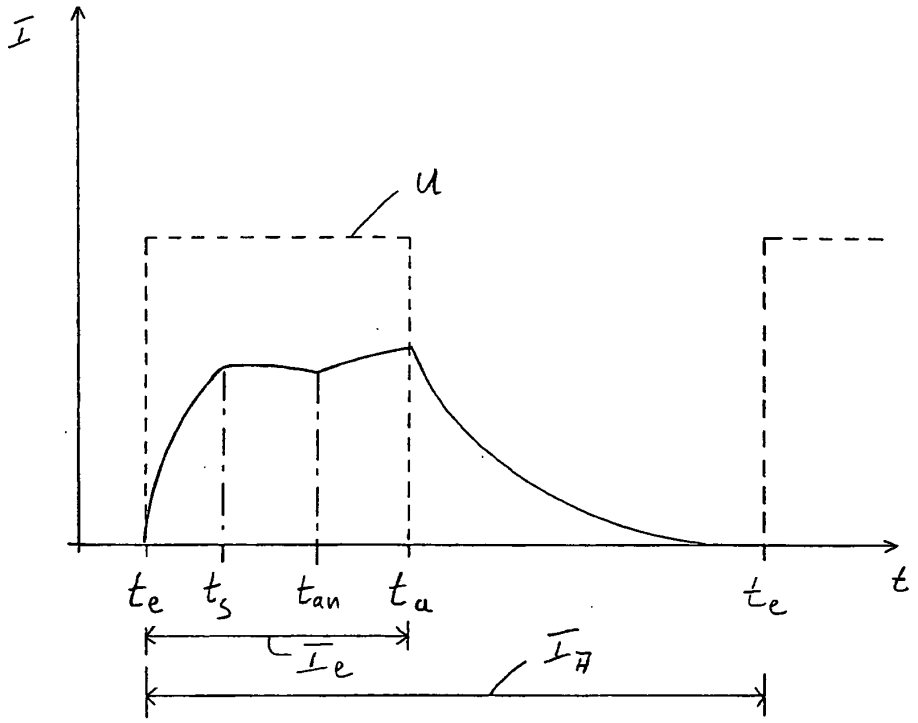


Fig. 2

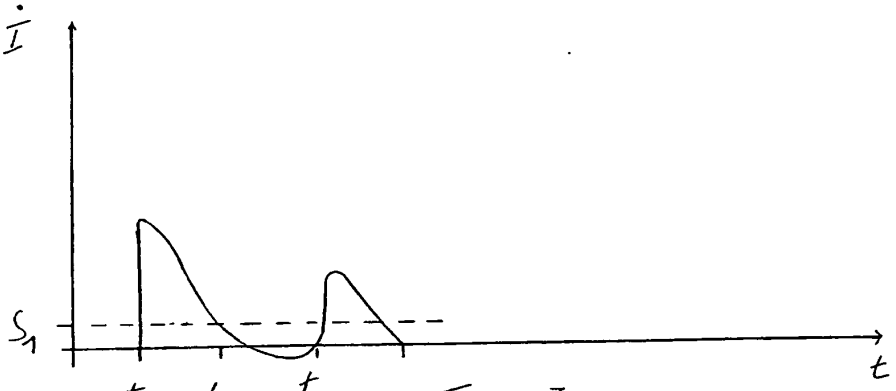


Fig. 3

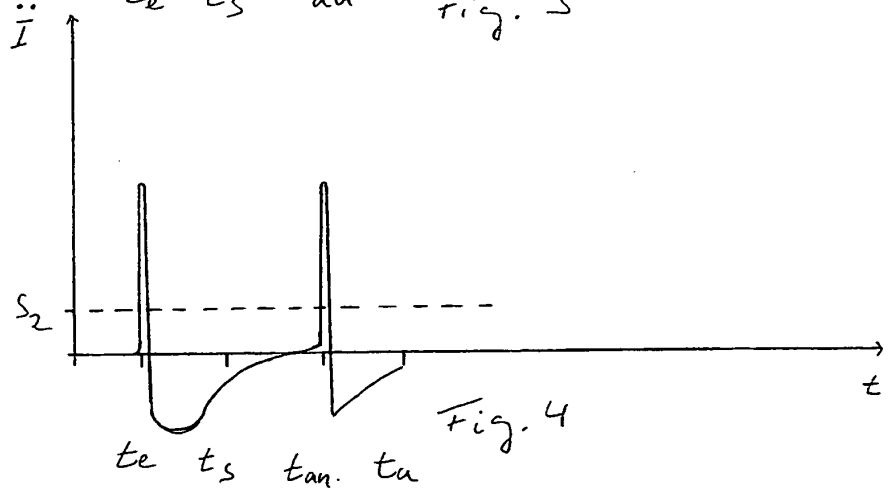


Fig. 4

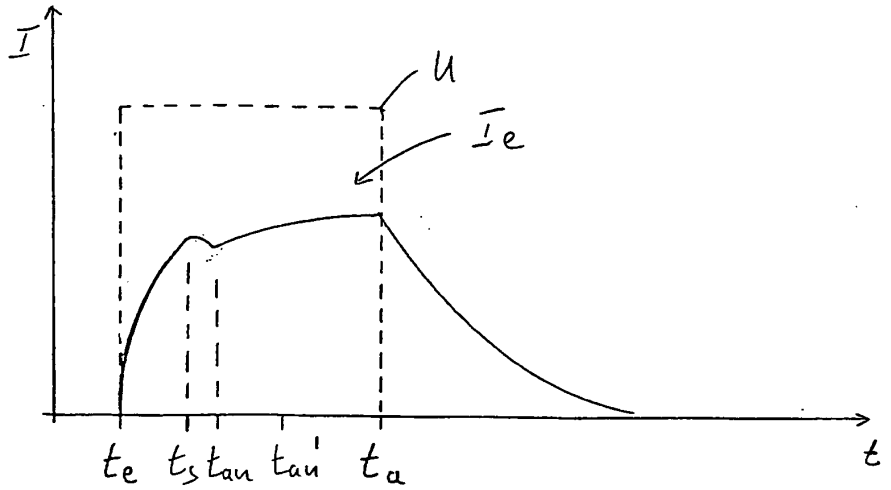


Fig. 5

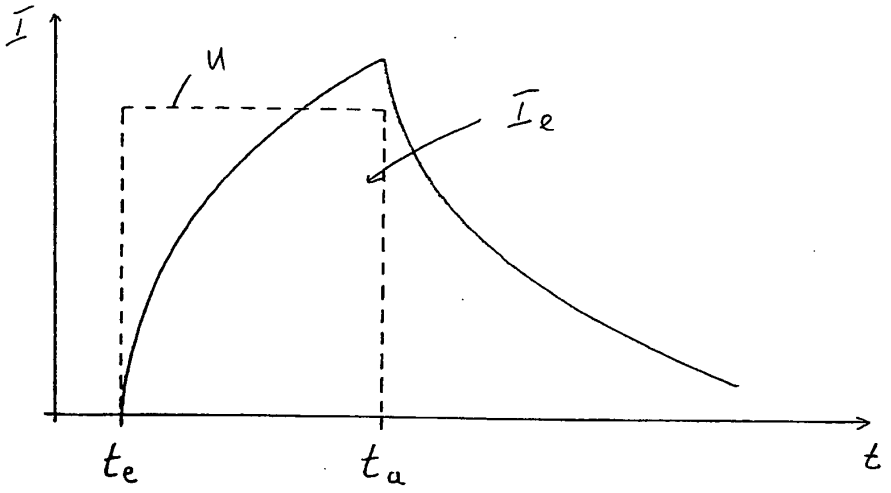


Fig. 6

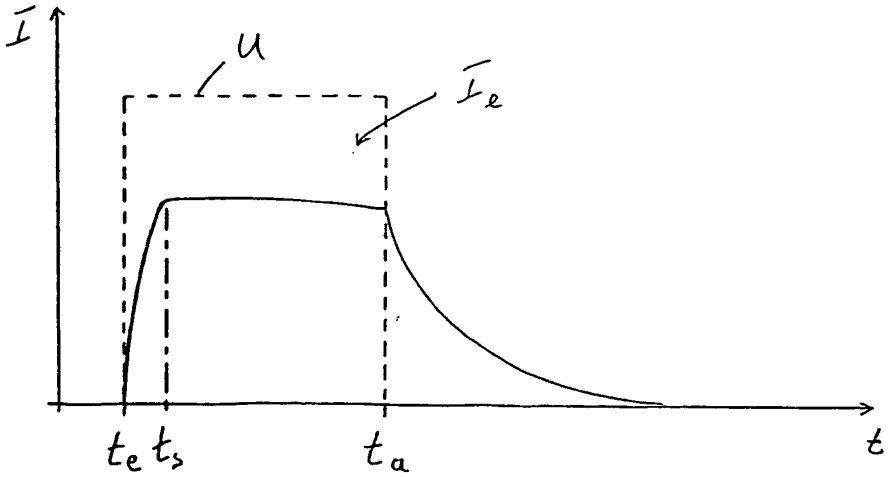


Fig. 7

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 102005024858 A1 **[0002]**