



(10)

(12)

(21) Anmeldenummer:

A 8019/2006

(22) Anmeldetag:

14.09.2006

(43) Veröffentlicht am:

15.02.2007

(51) Int. Cl.⁸: **F01P 5/14** (2006.01),
F01P 7/16 (2006.01),
F04D 15/00 (2006.01),
H02K 7/14 (2006.01),
H02P 7/00 (2006.01)

(30) Priorität:

23.07.1997 AT A 1251/97 beansprucht.

(73) Patentanmelder:

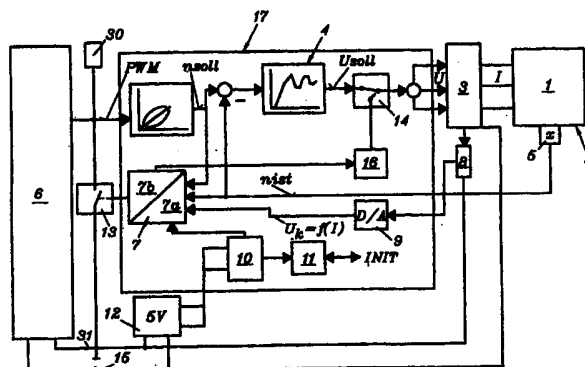
**TCG UNITECH GMBH
A-4560 KIRCHDORF/KREMS (AT)
PIERBURG GMBH
D-41460 NEUSS (DE)**

(72) Erfinder:

**BOBRETZKY PETER DIPL.ING.
ASCHACH (AT)
PASTLEITNER HARALD ING.
STEYR (AT)**

(54) STEUERUNG EINER KÜHLMITTELPUMPE

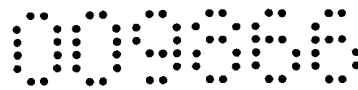
(57) Bei einer elektrisch angetriebenen K hlmit-
telpumpe mit einer Elektro-Motor-Pumpen-
einheit (2) erzeugt eine elektronische Steu-
ereinheit (6) ein pulsweitenmoduliertes
Steuersignal für die Pumpe in Abhängigkeit
zumindest eines Motorbetriebsparameters.
Um Unregelmäßigkeiten und Störungen im
Pumpenbetrieb rechtzeitig zu erkennen ist
vorgesehen, dass die vorzugsweise in das
Motormanagement integrierte Steuerein-
heit (6) mit einem Fehlerdetektor (7) zur Er-
kennung von abnormen Steuersignalen
und Pumpenbetriebszuständen und mit
einem Drehzahlregler (4) für die Pumpen-
drehzahl (n) verbunden ist, wobei der Feh-
lerdetektor (7) eine Notfalleinrichtung (7b)
für die Kühlmittelpumpe aufweist.



AT 502 321 A1 2007-02-15

ZUSAMMENFASSUNG

Bei einer elektrisch angetriebenen Kühlmittelpumpe mit einer Elektro-Motor-Pumpeneinheit (2) erzeugt eine elektronische Steuereinheit (6) ein pulsweitenmoduliertes Steuersignal für die Pumpe in Abhängigkeit zumindest eines Motorbetriebsparameters. Um Unregelmäßigkeiten und Störungen im Pumpenbetrieb rechtzeitig zu erkennen ist vorgesehen, daß die vorzugsweise in das Motormanagement integrierte Steuereinheit (6) mit einem Fehlerdetektor (7) zur Erkennung von abnormen Steuersignalen und Pumpenbetriebszuständen und mit einem Drehzahlregler (4) für die Pumpendrehzahl (n) verbunden ist, wobei der Fehlerdetektor (7) eine Notfalleinrichtung (7b) für die Kühlmittelpumpe aufweist.



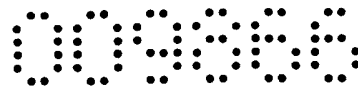
Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Kühlmittelpumpe einer Brennkraftmaschine, wobei die abzuführende Wärmemenge aus zumindest einem Motorbetriebsparameter bestimmt und mittels Pulsweitenmodulation ein Steuersignal für die Solldrehzahl der Kühlmittelpumpe in Abhängigkeit der abzuführenden Wärmemenge erzeugt wird, wobei

- a) das Signals durch Vergleichen mit einem vordefinierten Sollsignalbereich auf Fehler überprüft wird,
- b) ein Notfallprogramm für die Kühlmittelpumpe durchgeführt wird, wenn in Schritt a) ein Fehlwert des Signals festgestellt wurde,
- c) die Drehzahl der Kühlmittelpumpe aufgrund des erzeugten Signales für die Solldrehzahl geregelt wird, wenn in Schritt a) kein Fehlwert des Signales festgestellt wurde.

Weiters betrifft die Erfindung eine elektrisch angetriebene Kühlmittelpumpe für eine Brennkraftmaschine, mit einer Elektromotor-Pumpeneinheit und einer elektronischen Steuereinheit zur Erzeugung eines pulsweitenmodulierten Steuersignals für die Pumpe in Abhängigkeit zumindest eines Motorbetriebsparameters, wobei die vorzugsweise in das Motormanagement integrierte Steuereinheit mit einem Fehlerdetektor zur Erkennung von abnormen Steuersignalen und Pumpenbetriebszuständen und mit einem Drehzahlregler für die Pumpendrehzahl verbunden ist, wobei der Fehlerdetektor eine Notfalleinrichtung für die Kühlmittelpumpe aufweist.

Aus der US 4 836 147 A ist eine elektrisch angetriebene Kühlmittelpumpe der genannten Art bekannt, deren elektronisch kommutierter Gleichstrommotor durch Pulsweitenmodulation von einer elektronischen Steuereinheit in Abhängigkeit von der Temperatur der Brennkraftmaschine gesteuert wird. Dadurch kann der Kühlmitteldurchsatz durch Veränderung der Pumpendrehzahl den Erfordernissen angepasst werden. Weitere Kühlmittelpumpen, deren Drehzahlsteuerung auf Pulsweitenmodulation beruht, sind aus der US 5 529 114 A und der US 5 309 730 A bekannt. Notfalleinrichtungen im Falle eines Signalfehlwertes sind keine vorgesehen.

Ferner beschreibt die DE 37 38 412 A1 ein Kühlmittelsystem für einen Motor mit zwei elektrischen und einer mechanischen Kühlmittelpumpe. Die elektrischen Kühlmittelpumpen sind über ein elektronisches Schaltgerät steuerbar. Bei Ausfall einer Kühlmittelpumpe wird ein Notlaufbetrieb eingeleitet, um einen Notbetrieb



des Motors aufrecht zu erhalten. Dadurch ist nach Abgabe eines entsprechenden Warnsignals oder einem Eingriff in die Motorsteuerung ein Motorbetrieb mit reduzierter Leistung möglich.

In der DE 38 10 174 A1 wird eine Einrichtung zur Regelung der Kühlmitteltemperatur einer Brennkraftmaschine beschrieben, wobei die Regelung der Kühlmitteltemperatur in Abhängigkeit der Last und der Drehzahl der Brennkraftmaschine erfolgt. Es sind keine Anregungen zu entnehmen, um bei Störungen im Pumpenbetrieb ein Notfallprogramm für die Kühlmittelpumpe durchzuführen.

Die DE 37 02 947 A1 beschreibt eine Kühleinrichtung für eine Brennkraftmaschine mit einer Wasserpumpe und einem Ventilator, wobei ein Elektromotor den Ventilator oder die Wasserpumpe antreibt. Zur Ansteuerung des Elektromotors ist ein Notfallprogramm vorgesehen, das bei Ausfall des Temperaturfühlers oder einer ähnlichen Störung im Hinblick auf das Temperatursignal den Elektromotor mit voller Drehzahl betreibt. Dadurch soll die maximale Kühlleistung auf jeden Fall sichergestellt und das Kühlsystem vor einer Überhitzung geschützt werden. Maßnahmen für den Falle eines Steckenbleibens der Kühlmittelpumpe sind nicht vorgesehen.

Die JP 61-083423 A1 behandelt eine Diagnoseeinrichtung zur Erkennung von Abnormalitäten während des Betriebes einer Kühlwasserpumpe. Dabei wird das ungewöhnliche Ansteigen der Drehzahl und des vom Motor aufgenommenen Stromes als Anzeichen für das Auftreten einer Abnormalität, wie beispielsweise Kavitation, angesehen. Konkrete Maßnahmen für Betriebsstörungen der Wasserpumpe, wie Steckenbleiben, Trockenlauf oder mechanische Überlastung sind nicht vorgesehen.

Die praktische Anwendung von elektrisch angetriebenen Kühlmittelpumpen zeigt, dass beim Betrieb Unregelmäßigkeiten und Störungen auftreten können, die, wenn sie nicht rechtzeitig erkannt und behoben werden, in weiterer Folge zu reparaturaufwendigen Schäden am Kühlsystem und an der Brennkraftmaschine führen können. So kann es nach längerem Stillstand zu einem Festfressen des Pumpenrotors kommen, was bei nicht rechtzeitiger Behebung zur mechanischen Zerstörung des Elektromotors und in weiterer Folge zur thermischen Überlastung der Brennkraftmaschine führen kann. Andererseits ist bei Kühlmittelpumpen, bei denen der Elektromotor und die Pumpe als Einheit ausgeführt ist, die Rotorwelle nicht ohne weiteres von außen zugänglich, um sie durch mechanische Krafteinwirkung zu lösen.

Kommt es zu einem Ausfall oder einem Fehlwert des Steuersignals für den Elektromotor, so kann dies ebenfalls zum Versagen des Kühlsystems durch Stillstand der Pumpe führen.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, diese Nachteile zu vermeiden und Maßnahmen gegen Unregelmäßigkeiten und Störungen im Pumpenbetrieb vorzusehen.

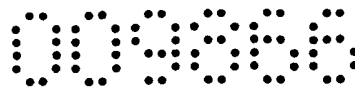
Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass das Notfallprogramm vorsieht, dass im Falle des Steckenbleibens der Kühlmittelpumpe ein Losbrechprogramm aktiviert wird. Dabei ist vorgesehen, dass der Fehlerdetektor mit einem Hall-Sensor an der Elektromotor-Pumpeneinheit verbunden ist. Die Kühlmittelpumpe wird dabei zumindest während des Startvorganges auf Steckenbleiben überwacht und im Falle des Steckenbleibens wird ein Losbrechprogramm aktiviert. Weiters kann vorgesehen sein, dass das Notfallprogramm vorsieht, dass bei Trockenlauf und/oder mechanischer Überlastung der Elektromotor für eine vordefinierte Zeitdauer abgeschaltet wird.

Von der Steuereinheit wird über Sensoren die abzuführende Wärmemenge ermittelt und ein pulsweitenmoduliertes Signal für die Solldrehzahl der Kühlmittelpumpe in Abhängigkeit der abzuführenden Wärmemenge erzeugt. Das Signal wird sodann auf Fehler durch Vergleichen mit einem vordefinierten Sollsignalbereich überprüft. Bei Feststellen eines Fehlwertes im Signal wird ein Notfallprogramm für die Kühlmittelpumpe gestartet, welches eine ausreichende Kühlung der Brennkraftmaschine gewährleistet. Wird kein Fehlwert des Signales festgestellt, wird das Signal als Sollwert dem Drehzahlregler zugeführt, und die Drehzahl der Kühlmittelpumpe abgeregelt. Diese Schritte werden kontinuierlich bzw. in vordefinierten Abständen wiederholt.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Notfallprogramm vorsieht, daß die Kühlmittelpumpe mit der die höchste Kühlleistung im Dauerbetrieb ermöglichenden Drehzahl betrieben wird, wobei es vorteilhaft ist, wenn die Notfalleinrichtung eine Kurzschlusschaltung für ein Notsteuersignal des Elektromotors aufweist.

Im Hinblick auf Wartungsfreundlichkeit, Minimierung der Störanfälligkeit und des Herstellungsaufwandes ist es vorteilhaft, wenn die elektronischen Schaltkreise für die Erzeugung des Steuersignals einerseits und für die Drehzahlregelung und Fehlerdetektion andererseits räumlich getrennt angeordnet sind, wobei vorzugsweise der Fehlerdetektor und der Drehzahlregler in die Elektromotor-Pumpeneinheit integriert sind.

Die Erfindung wird anhand des in der Figur gezeigten Blockschaltbildes näher erläutert.



Der mit Wickelschutzkontakt ausgestattete Elektromotor 1 der Motor-Pumpen-Einheit 2 wird über ein Gate 3 mit Strom I versorgt. Das Gate 3 erhält die Steuerspannung U von einem Drehzahlregler 4, welcher aufgrund eines Drehzahlsollwertes n_{soll} einen Spannungssollwert U_{soll} erzeugt. Über eine Hallsonde 5 wird dem Drehzahlregler 4 ein Drehzahlwert n_{ist} rückgemeldet. Aus der Differenz zwischen n_{soll} und n_{ist} wird eine neue Stellgröße U_{soll} gebildet.

Der Drehzahlsollwert n_{soll} wird aufgrund eines durch eine einen Pulsweitenmodulator aufweisende elektronische Steuereinheit 6 erzeugten pulsweitenmodulierten Steuersignales PWM ermittelt. Die Steuereinheit 6 kann in das Motormanagement der Brennkraftmaschine integriert sein. Die Steuereinheit 6 berechnet aufgrund von Motorbetriebsparametern der Brennkraftmaschine, wie Kühlmitteltemperatur, Kurbelwellendrehzahl, Zylinderdruck oder ähnliches, die erforderliche Wärmeabfuhr und erzeugt daraus das pulsweitenmodulierte Signal PWM, welches als Drehzahlsollwert n_{soll} dem Drehzahlregler 4 zugeführt wird. Das Signal PWM steht weiters mit einem Spannungsniveau 30 („pull-up-Klemme“) in Verbindung.

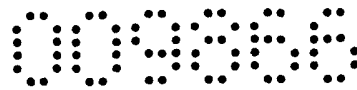
Das pulsweitenmodulierte Signal PWM bzw. der daraus ermittelte Drehzahlsollwert n_{soll} wird weiters dem Diagnoseteil 1 eines Fehlerdetektors 7 zugeführt, welcher darüberhinaus noch den Drehzahlwert n_{ist} von der Hallsonde 5, sowie über einen Nebenschluß 8 und einen Digital/Analogwandler 9 noch eine Kontrollsteuerspannung U_k als Funktion des Steuerstromes I empfängt. Der Fehlerdetektor 7 überprüft in durch einen Taktgeber 10 vordefinierten Zeitabschnitten, ob Fehler im pulsweitenmodulierten Signal PWM, im Drehzahlwert n_{ist} oder der Steuerspannung U vorliegen. Der Taktgeber 10 wird über eine Überwachungsschaltung 11 initiiert und überwacht und über eine Niederspannungsquelle 12 mit Energie versorgt, welche an die Masse 31 des Fahrzeuges und die Klemme 15 (Pluspol) des Fahrzeuges angeklemmt ist.

Eine Notfalleinrichtung 7b des Fehlerdetektor 7 steht mit einem ersten Kurzschlußstellglied 13 in Verbindung, welches bei Ausfall des pulsweitenmodulierten Signales PWM oder bei fehlerbehaftetem Signal ein Notfallprogramm durchführt und eine Kurzschlußschaltung herstellt und dabei den Elektromotor 1 mit der Steuerspannung U versorgt, welche die höchste Kühlleistung im Dauerbetrieb ermöglicht.

Weiters wird über den Fehlerdetektor 7 durch den Nebenschluß 8 und den Digital/Analogwandler 9 mittels der Kontrollsteuerspannung U_k in Abhängigkeit der Stromstärke I durch Vergleichen mit der Belastungskennlinie des Motors ein Trockenlaufen der Pumpe festgestellt und in diesem Falle über den Steller 16 und das Stellglied 14 der Spannungssollwert $U_{\text{soll}} = 0$ gesetzt und der Motor 1

heruntergefahren. Darüber hinaus wird über die Notfalleinrichtung 7b des Fehlerdetektors 7 und den Hallsender 5 ein Festfressen der Motor-Pumpen-Einheit 2 festgestellt. In diesem Falle wird über den Fehlerdetektor 7 ein Losbrechprogramm gestartet, welches über die Stellglieder 13 und 14 die Steuerspannung in geeigneter Weise zwischen einem Minimal- und einem Maximalwert oszillierend modifiziert, so daß der Motor 1 ein ausreichend hohes Losbrechmoment erzeugt. Ein hohes Losbrechmoment ist insbesondere dann möglich, wenn der Elektromotor 1 ein synchronlaufender Motor ist. Dadurch wird auch die Regelung vereinfacht.

Um eine einfache Wartung zu ermöglichen und den Herstellungsaufwand zu minimieren, ist zumindest der Drehzahlregler 4 und der Fehlerdetektor 7 in eine elektronische Schaltung 17 in der Motor-Pumpen-Einheit 2 integriert. Dies ermöglicht es, die Motor-Pumpen-Einheit 2 samt Steuerelektronik in einem Modul auszutauschen.



ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Steuerung einer Kühlmittelpumpe einer Brennkraftmaschine, wobei die abzuführende Wärmemenge aus zumindest einem Motorbetriebsparameter bestimmt und mittels Pulsweitenmodulation ein Steuersignal für die Solldrehzahl der Kühlmittelpumpe in Abhängigkeit der abzuführenden Wärmemenge erzeugt wird, wobei
 - a) das Signals durch Vergleichen mit einem vordefinierten Sollsignalbereich auf Fehler überprüft wird,
 - b) ein Notfallprogramm für die Kühlmittelpumpe durchgeführt wird, wenn in Schritt a) ein Fehlwert des Signals festgestellt wurde,
 - c) die Drehzahl der Kühlmittelpumpe aufgrund des erzeugten Signales für die Solldrehzahl geregelt wird, wenn in Schritt a) kein Fehlwert des Signales festgestellt wurde,

dadurch gekennzeichnet, dass das Notfallprogramm vorsieht, dass im Falle des Steckenbleibens der Kühlmittelpumpe ein Losbrechprogramm aktiviert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schritte a) bis c) in vordefinierten Abständen wiederholt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Notfallprogramm vorsieht, dass die Kühlmittelpumpe mit der die höchste Kühlleistung im Dauerbetrieb ermöglichenden Drehzahl betrieben wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Notfallprogramm vorsieht, dass bei Trockenlauf und/oder mechanischer Überlastung der Elektromotor für eine vordefinierte Zeitdauer abgeschaltet wird.
5. Elektrisch angetriebene Kühlmittelpumpe für eine Brennkraftmaschine, mit einer Elektromotor-Pumpeneinheit (2) und einer elektronischen Steuereinheit (6) zur Erzeugung eines pulsweitenmodulierten Steuersignales (PWM) für die Pumpe in Abhängigkeit zumindest eines Motorbetriebsparameters, wobei die vorzugsweise in das Motormanagement integrierte Steuereinheit (6) mit einem Fehlerdetektor (7) zur Erkennung von abnormen Steuersignalen und Pumpenbetriebszuständen und mit einem Drehzahlregler (4) für die Pumpendrehzahl (n) verbunden ist, wobei der Fehlerdetektor (7) eine Notfalleinrichtung (7b) für die Kühlmittelpumpe aufweist, **dadurch gekenn-**

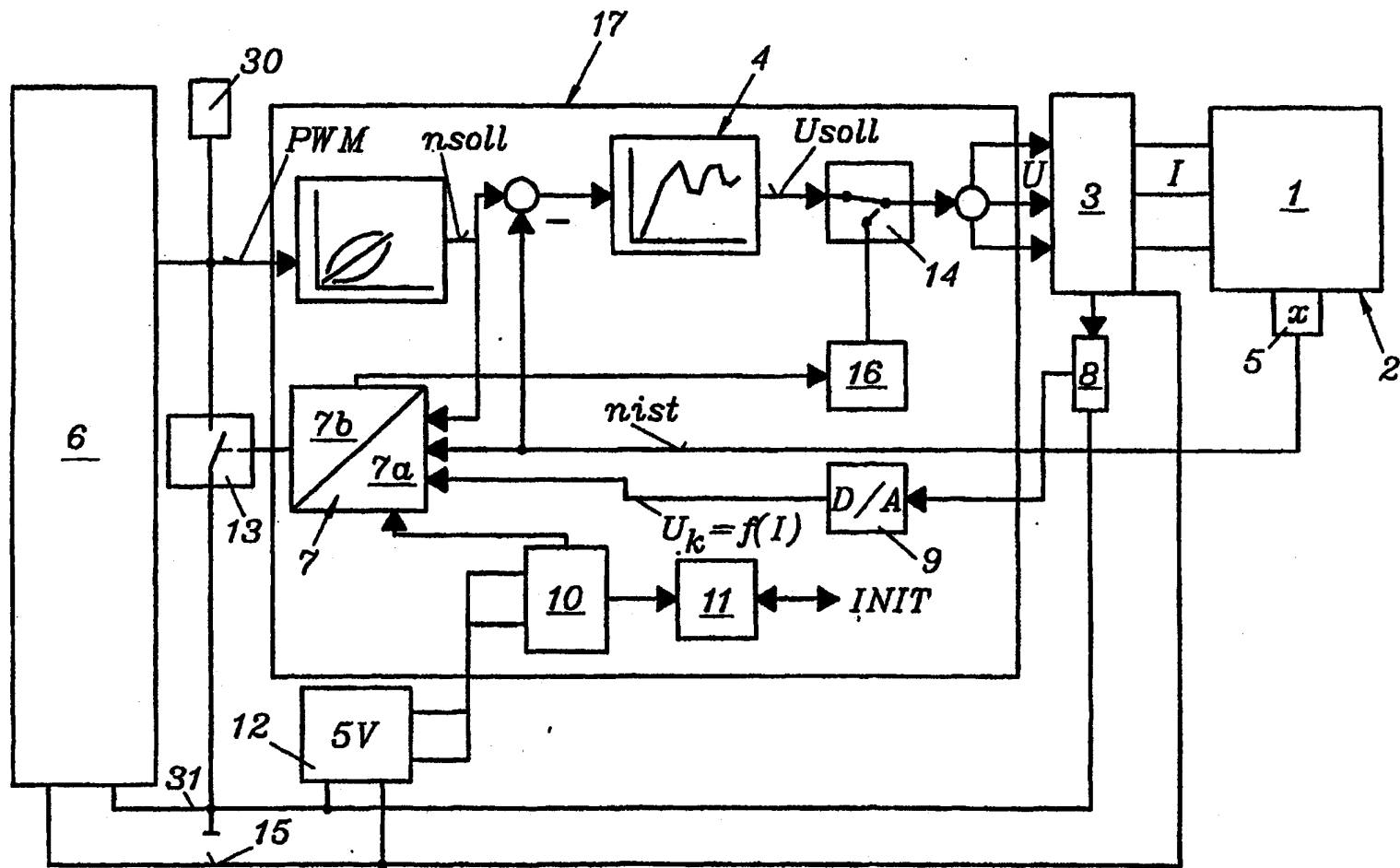
zeichnet, dass die Notfalleinrichtung (7b) eine Losbrechschaltung aufweist, welche bei Steckenbleiben der Kühlmittelpumpe den Elektromotor (1) mit modulierten und/oder oszillierenden Steuersignalen versorgt.

6. Kühlmittelpumpe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fehlerdetektor (7) und der Drehzahlregler (4) in die Elektromotor-Pumpeneinheit (2) integriert sind.
7. Kühlmittelpumpe nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fehlerdetektor (7) mit einem Hall-Sensor (5) am Elektromotor (1) verbunden ist.
8. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Notfalleinrichtung (7b) eine Kurzschlusschaltung (13) für ein Notsteuersignal des Elektromotors aufweist, um die Kühlmittelpumpe mit der die höchste Kühlleistung im Dauerbetrieb ermöglichenden Drehzahl betreiben zu können.
9. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Notfalleinrichtung (7b) eine Abschaltvorrichtung (14) aufweist, die bei Trockenlauf und/oder mechanischer Überlastung den Elektromotor (1) für eine vordefinierte Zeitdauer abschaltet.
10. Kühlmittelpumpe nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Elektromotor (1) ein synchronlaufender Motor ist.

2006 09 14
Ik


Patentanwalt

Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk
A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17
Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333
e-mail: patent@babeluk.at



3
 2
 1
 0



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : F01P 5/14 (2006.01); F01P 7/16 (2006.01); F04D 15/00 (2006.01); H02K 7/14 (2006.01); H02P 7/00 (2006.01)		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: F01P5/14, F01P7/16C, F04D15/00G, H02K7/14, H02P7/00		
Recherchierte Prüfsubstanz (Klassifikation): F01P, F04D, H02K, H02P		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPI		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 14. September 2006 eingereichten Ansprüchen 1 -10 erstellt.		
Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	DE 3702947 A1 (BEHR-THOMSON), 11. August 1988 (11.08.1988) <i>ganzes Dokument, insbesondere Ansprüche</i>	1 - 6, 8, 9
	--	
Y	US 4026480 A (MEYERS), 31. Mai 1977 (31.05.1977) <i>ganzes Dokument</i>	1 - 6, 8, 9
	--	
A	US 3970907 A (MEYERS), 20. Juli 1976 (20.07.1976) <i>ganzes Dokument</i>	1 - 6, 8, 9
	--	
A	DE 4230873 A1 (LEICA), 17. März 1994 (17.03.1994) <i>ganzes Dokument</i>	1 - 5, 8, 9
	--	
A	EP 137263 A2 (ALLEN-BRADLEY), 17. April 1985 (17.04.1985) <i>ganzes Dokument</i>	1 - 5, 8, 9
	--	
A	EP 56294 A2 (ROTRON), 21. Juli 1982 (21.07.1982) <i>Ansprüche</i>	7

Datum der Beendigung der Recherche: 3. November 2006		☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dr. THALHAMMER
⁷ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		