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

(11) **EP 2 085 585 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.05.2017 Patentblatt 2017/21

(51) Int Cl.:
F01P 7/08 *(2006.01)* ***F01P 7/04*** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **09001135.4**

(22) Anmeldetag: **28.01.2009**

(54) **Kühlereinrichtung**

Cooling device

Dispositif de refroidissement

(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 MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **04.02.2008 DE 102008007628**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(73) Patentinhaber: **Friedrich Graepel AG**
49624 Löningen (DE)

(72) Erfinder:
- **Peter Henn**
  49624 Löningen (DE)
- **Klaus Mecking**
  49624 Löningen (DE)
- **Andreas Porsche**
  01169 Dresden (DE)

(74) Vertreter: **Busse & Busse**
Patent- und Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB
Postfach 12 26
49002 Osnabrück (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 406 377
EP-A1- 1 495 886
EP-A1- 1 703 101
FR-A1- 2 837 872

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 2 085 585 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Kühlereinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Entsprechende Kühlereinrichtungen sind aus dem Stand der Technik vielfach bekannt, insbesondere aus dem Fahrzeug-, Land- und Baumaschinenbau, um darin installierte Verbrennungsmotoren kühlen zu können. Dort werden Kühlereinrichtungen mit Gebläsen verwendet, die in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels ein- und ausgeschaltet werden, oder deren Luftförderleistung in Abhängigkeit von der Temperatur des Kühlmittels verändert wird, sei es, indem die Drehzahl des Lüfterrades oder der Anstellwinkel der Lüfterflügel verändert wird.

[0003] Im Normalfall kann mit den bekannten Kühlereinrichtungen ein zufrieden stellendes Kühlergebnis erzielt werden. Neuerdings müssen Kühleinrichtungen jedoch je nach Einsatzbedingungen erhöhte Kühlleistungen erbringen. Insbesondere bei modernen Verbrennungsmotoren, die mit Verdichtersystemen ausgestattet sind, wie beispielsweise Turboladern oder Kompressoren, ist es erforderlich, zusätzlich zum Motor selbst auch die verdichtete Ansaugluft zu kühlen, um gute Wirkungsgrade des Motors erzielen zu können. Werden solche Motoren in Einsatzbedingungen eingesetzt, in denen mit einem erhöhten Staub- und Schmutzanfall gerechnet werden muss, oder werden die Motoren in heißen Gegenden betrieben, erreichen die bekannten Kühlereinrichtungen ihre Leistungsgrenzen. Um Schäden an den Motoren zu verhindern, die mit der Kühleinrichtung betrieben werden, muss dann die genutzte Antriebsleistung des Motors verringert werden. Es ist auch möglich, dass sich der Wirkungsgrad des Motors verschlechtert, weil er nicht mehr unter optimalen Betriebsbedingungen betrieben werden kann.

[0004] Aus der Schrift FR 2 837 872 ist es bekannt, einen Verbrennungsmotor mit zwei Lüftern auszustatten, wobei der Lüfter für den Normalbetrieb ausgeschaltet wird, wenn sich der Kühlluftstrom wegen einer Verschmutzung des Kühlers verringert, und der zweite Lüfter eingeschaltet wird, um mit ihm einen Luftstrom in Gegenrichtung zu erzeugen, mit dem die Verschmutzung vom Kühler abgesaugt wird. Eine Steigerung der Kühlleistung der Kühlerbaugruppe in anderen Fällen als der Verschmutzung des Kühlers ist mit diesem System nicht möglich.

[0005] Aus der Schrift EP 1 495 886 A1 ist es bekannt, einen zweiten Lüfter einem ersten Lüfter zuzuschalten, wenn ein erhöhter Kühlluftbedarf festgestellt wird. Die Schrift EP 1 703 101 A1 offenbart, zwei Lüfter eines Kühlluftsystems mit verschiedenen Frequenzen zu betreiben, um Vibrationen zu vermeiden. Die Schrift EP 1 406 377 A1 offenbart ein Kühlluftsystem mit zwei Lüftern, die mit unterschiedlichen Drehzahlen betreibbar sind.

[0006] Um ausreichende Kühlleistungen verfügbar zu machen, werden die eingesetzten Kühlereinrichtungen immer größer. Dadurch wird jedoch ein immer größerer Bauraum, immer größere Kühlluftöffnungen, immer größere Antriebsleistungen und dergleichen benötigt, obwohl die Leistungsspitzen der Kühlereinrichtungen häufig nur zeitweise unter besonderen Betriebsbedingungen benötigt werden.

[0007] Demgemäß ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Kühlereinrichtung zu schaffen, die eine wahlweise erhöhte Kühlleistung ermöglicht.

[0008] Die Aufgabe wird für eine gattungsgemäße Kühleinrichtung mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Mit der erfindungsgemäßen Kühlereinrichtung ist es möglich, bedarfsweise mittels zweier Gebläse erhöhte Kühlleistungen zu bewirken, ohne zwangsläufig im Normalbetrieb auch insbesondere erhöhte Antriebsleistungen für die erhöhte Kühlleistung in Kauf nehmen zu müssen. Die erhöhte Kühlleistung wird nicht durch vergrößerte Kühler, größere Kühlluftöffnungen, dauerhaft erhöhte Antriebsleistungen und ähnliche Nachteile ermöglicht, sondern die Kühlleistung ist durch ein zweites Gebläse erhöht, das wahlweise von der Steuerung zuschaltbar und in seiner Wirkung mit dem ersten Gebläse auf eine geeignete Weise kombinierbar ist. Der für das zweite Gebläse erforderliche Bauraum ist im Verhältnis zu der damit erzielbaren Leistungssteigerung eher gering.

[0010] Der Normalbetrieb zeichnet sich aus, indem eines oder beide Gebläse mit einer dem normalen Kühlungsbedarf entsprechenden Luftförderleistung betrieben werden. Im Normalbetriebsmodus werden von der Steuerung nur Kenngrößen einer geeigneten Sensorik überwacht, aus denen erkennbar ist, ob eine zusätzliche Kühlleistung benötigt wird, die über die im Normalbetriebsmodus verfügbare Menge hinausgeht. Nur dann, wenn vorgegebene Schwellwerte überschritten werden oder ein besonderes Stellsignal vorliegt, verändert die Steuerung in einem ersten Sonderbetriebsmodus die Luftförderleistung eines oder beider Gebläse. So ist es zur Erhöhung der Kühlleistung insbesondere möglich, das zweite Gebläse überhaupt einzuschalten, die Luftförderleistung des ersten und/oder zweiten Gebläses zu erhöhen, aber auch bei einem Einschalten oder einer Erhöhung der Luftförderleistung des zweiten Gebläses die Luftförderleistung des ersten Gebläses abzusenken, da dieses unter Umständen nicht mehr mit der im Normalbetriebsmodus vorgesehenen Luftförderleistung betrieben werden muss.

[0011] Das Stellsignal kann manuell von einer Bedienperson vorgegeben werden, oder es wird automatisch beispielsweise von der Motorelektronik generiert. Bei der Nutzung des Stellsignals kann auf eine eigene Sensorik und Auswertung für die Kühlereinrichtung verzichtet werden, für die Aktivierung des Sonderbetriebsmodus wird auf eine externe Sensorik oder eine manuelle Schaltung zurückgegriffen.

[0012] In einem ersten Sonderbetriebsmodus ist das zweite Gebläse dem ersten Gebläse von der Steuerung

zuschaltbar. Durch die Zuschaltung des zweiten Gebläses steigt die Kühlleistung der Kühlereinrichtung nur dann, wenn dieses tatsächlich erforderlich ist, und nur dann wird für den Antrieb des zusätzlichen Gebläses auch zusätzliche Antriebsenergie verbraucht. Durch die Zuschaltung des zweiten Gebläses entstehen vielfältige Möglichkeiten, die Funktion der Kühlereinrichtung im Hinblick auf verschiedene Betriebsparameter hin zu optimieren, wie beispielsweise Kühlleistung, Energieverbrauch, Schallemission, Fremdkörperreinigung, und dergleichen.

[0013] Als erster Sonderbetriebsmodus kommen jedoch auch Einsatzbedingungen in Betracht, in denen eine im Verhältnis zum Normalbetriebsmodus verringerte Kühlleistung gefordert wird, oder in denen ein besonderes Kühlersieb und/oder der Kühler selbst gereinigt werden soll, die Kühlereinrichtung besonders leise betrieben werden soll, oder ähnliche besondere Einsatzbedingungen herrschen.

[0014] Die ersten und zweiten Gebläse sind von der Steuerung in einem zweiten Sonderbetriebsmodus betreibbar, in dem mindestens eines der beiden Gebläse mit einer Luftförderleistung betreibbar ist, die größer ist als die Luftförderleistung dieses Gebläses im Normalbetriebs- oder ersten Sonderbetriebsmodus. Durch die Stufung in einen ersten und zweiten Sonderbetriebsmodus ist es möglich, die Funktion der beiden Gebläse genauer auf den jeweiligen Betriebszustand anzupassen. Es können auch mehr als zwei Sonderbetriebsmodi vorgesehen sein.

[0015] In der Steuerung sind mehrere Regelungsstrategien gespeichert und eine bestimmte Regelungsstrategie ist auswählbar oder in Abhängigkeit eines oder mehrerer Betriebsparameter automatisch aktivierbar. So kann es beispielsweise vorteilhaft sein, nicht erst abzuwarten, bis die Temperatur des Kühlmittels ansteigt, sondern schon vor dem Temperaturanstieg die Kühlleistung der Kühlereinrichtung zu erhöhen, beispielsweise, wenn der von der Kühlereinrichtung gekühlte Verbrennungsmotor unter Volllast betrieben wird, eine Boost-Funktion aktiviert worden ist oder ein Fahrzeug in besonders staubigen oder heißen Umgebungsbedingungen betrieben wird. Die jeweiligen Bedingungen können von einer Bedienperson erkannt und von ihr die dazu passende Regelungsstrategie ausgewählt und durch einen Bedienvorgang aktiviert werden, oder die Erkennung erfolgt über entsprechende Sensoren, und die Regelungsstrategie wird automatisiert in Abhängigkeit von den vorliegenden Sensorsignalen aktiviert.

[0016] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung ist das erste Gebläse der Hauptlüfter, der im Normalbetriebsmodus mit einer konstanten Luftförderleistung betreibbar ist, die unter dem mit diesem ersten Gebläse möglichen Maximalwert der Luftförderleistung liegt, und das zweite Gebläse von der Steuerung in einem ersten Sonderbetriebsmodus bei festgestellter Über- und/oder Unterschreitung eines der Steuerung vorgegebenen Schwellwertes zuschaltbar und mit einer konstanten Luftförderleistung betreibbar, die unter dem mit diesem zweiten Gebläse möglichen Maximalwert der Luftförderleistung liegt. Durch die klare Definition des ersten Gebläses als Hauptlüfter und des zweiten Gebläses als Zusatzlüfter können in der Steuerung klare Funktionsbeziehungen zueinander für bestimmte Betriebszustände definiert werden.

[0017] Nach einer Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei den von der Steuerung überwachbaren Kenngrößen insbesondere um eine oder mehrere der Größen

- der Temperatur des Kühlmittels,
- des Drehmoments,
- der Drehzahl an der Antriebswelle eines oder beider Gebläse,
- der Luftgeschwindigkeit,
- des Luftdrucks, und/oder
- der elektrischen Antriebsleistung für eines oder beide Gebläse.

[0018] Diese Kenngrößen sind besonders dazu geeignet, im Rahmen einer Steuerung ausgewertet zu werden, da diese besonders leicht durch entsprechende Sensoren ermittelbar und auswertbar sind.

[0019] Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die vorstehend erläuterten bevorzugten Ausgestaltungen jeweils für sich mit dem Gegenstand des Anspruchs 1 kombinierbar sind, aber auch in beliebigen Kombinationen untereinander, wobei auch Teilmerkmale der in den bevorzugten Ausgestaltungen beschriebenen Lösungen jeweils für sich mit anderen Merkmalen der Erfindung kombinierbar sind.

[0020] Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen näher beschrieben werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht auf eine Kühlereinrichtung,

Fig. 2 ein Schema einer Regelstrecke mit der Temperatur des Kühlmittels als Führungsgröße,

Fig. 3 die Regelstrecke gem. Fig. 2, jedoch mit hoher Schmutzbelastung,

Fig. 4 eine Regelstrecke mit der Temperatur des Kühlmittels und dem momentanen Drehmoment an der Lüfterwelle des Hauptlüfters als Führungsgröße, und

Fig. 5 eine Regelstrecke mit der Temperatur des Kühlmittels und der momentanen Luftgeschwindigkeit hinter dem Kühler als Führungsgröße.

[0021] In Fig. 1 ist ein Beispiel für eine Kühlereinrichtung 1 mit Gebläsen 2, 4 gezeigt. Die Gebläse 2, 4 können unterschiedlich ausgestaltet sein, also unterschiedliche Antriebe, Lüfterräder, Drehzahlen, Einbaumaße, Förder-

leistungen und dergleichen haben, sie können aber auch baugleich sein. Das Gebläse 2 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel in Strömungsrichtung D der Kühlluft gesehen vor dem Kühler 3 angeordnet und ist somit ein Druckgebläse, das Gebläse 4 dahinter und ist somit ein Sauggebläse. Abweichend vom Ausführungsbeispiel können aber auch beide Gebläse 2, 4 vor oder hinter dem Kühler 3 angeordnet sein, oder bei mehreren Kühlern 3 können diese auch davor, dazwischen oder dahinter angeordnet sein. Die Gebläse 2, 4 verfügen im Ausführungsbeispiel über jeweils ein Lüfterrad 5 mit einer Anzahl daran angebrachter Lüfterflügel. Das Gebläse 2 verfügt außerdem über einen Lüftermotor 6, für das Gebläse 4 ist die Antriebsart nicht näher dargestellt. Der Antrieb des Gebläses 4 kann ebenfalls über einen Lüftermotor erfolgen, es kann aber auch antriebsmäßig mit dem zu kühlenden Verbrennungsmotor verbunden sein. In Fig. 1 ist dem Gebläse 2 noch eine Reinigungsvorrichtung vorgeordnet, die hier nicht näher beschrieben wird.

[0022] In der nachfolgenden beispielhaften Beschreibung sind das Gebläse 4 der Hauptlüfter und das Gebläse 2 der Frontlüfter. Die Rollen können jedoch auch miteinander vertauscht werden, wenn dies je nach Anwendungsfall sinnvoll erscheint, oder beide Gebläse 2, 4 arbeiten gleichberechtigt nebeneinander. Die Erfindung wird nachfolgend auch anhand einer Verstellung der Drehzahl der Gebläse 2, 4 beschrieben, die Luftförderleistung kann alternativ oder kumulativ aber auch durch eine Verstellung des Anstellwinkels der Lüfterflügel und/oder auch durch eine Verstellung der Größe der Luftzufuhröffnungen zu den Gebläsen verändert werden.

[0023] Die Leistungskennlinien von Gebläsen folgen in Abhängigkeit der Drehzahl einer Potenzfunktion. Das bedeutet, dass eine Erhöhung des Luftdurchsatzes, der linear mit der Lüfterdrehzahl steigt, einen überproportional erhöhten Leistungsbedarf erfordert. Um im Normalbetriebsmodus bei einem hohen Luftdurchsatz einen energieeffizienten Betrieb der Luftkühlung zu realisieren, ist es möglich, die Drehzahl NH des Hauptlüfters zu begrenzen und diesen somit in einem günstigen unteren Drehzahlbereich NH NH1 der Leistungskennlinie zu betreiben. Zur Realisierung eines höheren Luftdurchsatzes kann der Frontlüfter in einem ersten Sonderbetriebsmodus zugeschaltet werden und ebenfalls in einem günstigen unteren Drehzahlbereich NF NF1 der Leistungskennlinie betrieben werden. Dadurch erhöht sich der Druck vor dem Sieb und der Luftdurchsatz durch den Kühler steigt. In der Summe bleibt der Leistungsbedarf beider Lüfter geringer als beim Einzelbetrieb des Hauptlüfters im oberen Drehzahlbereich. Der ungünstige obere Drehzahlbereich der Leistungskennlinien kann auf diese Weise ausgeschlossen werden.

[0024] Im Extrembetrieb, beispielsweise zur Reinigung des Kühlluftsiebes und/oder für eine kurzzeitige weitere Erhöhung des Luftdurchsatzes über den bisher konzipierten Bereich hinaus, können beide Lüfter im zweiten Sonderbetriebsmodus bis zu ihrer technisch zulässigen Drehzahlgrenze NH3 und NF3 betrieben werden.

[0025] Die Luftförderleistung der Gebläse 2, 4 kann durch eine Steuerung geregelt werden. Als Führungsgrößen zur Regelung der beiden Lüfter können folgende Messgrößen einzeln oder kombiniert miteinander eingesetzt werden:

- die Temperatur (T) des Kühlmittels,
- das Drehmoment (MH),
- die Drehzahl (NH, NF) an der Antriebswelle eines oder beider Gebläse (2, 4),
- die Luftgeschwindigkeit (VH),
- der Luftdruck (DG, DS), und/oder
- die elektrische Antriebsleistung (PH) für eines oder beide Gebläse (2, 4).

[0026] Regelgrößen können beispielsweise die Drehzahl NH des Hauptlüfters und/oder die Drehzahl NF des Frontlüfters oder der Anstellwinkel der Lüfterflügel eines oder beider Lüfterräder sein.

[0027] Bei direkter Verbindung von Hauptlüfter und Motorabtriebswelle eröffnet der unabhängig, beispielsweise elektrisch oder hydraulisch oder durch eine betätigbare Kupplung zum Ein- und Ausschalten, angetriebene zusätzliche Frontlüfter überhaupt erst die Möglichkeit zur individuellen Regelung der Temperatur des Kühlmittels. Bei unabhängig von der Motordrehzahl individuell regelbarem Hauptlüfter eröffnet der unabhängig angetriebene zusätzliche Frontlüfter eine große Breite an möglichen Betriebseinstellungen. Fig. 2 zeigt eine mögliche Regelstrecke. Im Normalbetriebsmodus läuft in dieser Regelstrecke eines oder beide Gebläse 2, 4 mit einer Normaldrehzahl als Ausgangsdrehzahl, zunächst wird nur die Temperatur T des Kühlmittels als eine beispielhafte Kenngröße als Hauptführungsgröße permanent überwacht und mit einem Sollwert ST verglichen. Hierbei kann mit den Werten T1 und T2 ein entsprechender zulässiger Temperaturbereich definiert werden.

[0028] Steigt die Temperatur T des Kühlmittels, verändert sich also die Kenngröße, und wird dabei ein Schwellwert über- oder unterschritten, wird die Drehzahl NH des Hauptlüfters erhöht. Fällt die Temperatur T des Kühlmittels, wird die Drehzahl NH des Hauptlüfters vermindert. Die hierbei maximal zulässige Drehzahl NH1 im günstigen unteren Drehzahlbereich des Hauptlüfters wird entweder fest vorgegeben oder ist individuell einstellbar. Diese Art der Regelung der Luftdurchsatzleistung des Hauptlüfters fällt schon in den Bereich des ersten Sonderbetriebsmodus, in dem versucht wird, die gewünschten Parameter der Kühlung noch mit der Änderung der Luftförderleistung nur eines einzigen Gebläses 2, 4 aufrecht zu erhalten. Bei dieser Regelung wird das zweite Gebläse 2, 4 insoweit berücksichtigt, als es noch nicht in die Steuerungsvorgänge einbezogen wird, weil die Regelung des ersten Gebläses 2, 4 noch für sich ausreichen könnte.

[0029] Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin oberhalb des Sollbereiches, können die gewünsch-

ten Parameter nicht mehr mit der Regelung nur eines Gebläses 2, 4 eingehalten werden. Dies ist ein Fall, in dem die Steuerung im ersten Sonderbetriebsmodus auch das zweite Gebläse 2, 4 einschaltet und aktiv in die Regelung einbezieht. Der Frontlüfter wird zugeschaltet und die Drehzahl NF entsprechend erhöht, wobei eine maximal zulässige Drehzahl des Frontlüfters NF1 im günstigen unteren Drehzahlbereich nicht überschritten wird. Wahrscheinlich wird dann die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Normalwert ST erreichen. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin oberhalb des Sollbereiches, so befindet sich die Maschine im Extrembetrieb. Dieser ist charakterisiert durch Verschmutzung des Kühlluftsiebes oder durch eine Überlastung der Maschine. Ein Signal S1 kann gegeben werden.

[0030] Zur Beseitigung von Verschmutzungen am Kühlluftsieb wird in einem zweiten Sonderbetriebsmodus die Drehzahl NF des Frontlüfters kurzzeitig oder auch längerfristig auf eine Mindestdrehzahl NF2 im oberen Drehzahlbereich erhöht, bei der anhaftende Schmutzpartikel mit hoher Wahrscheinlichkeit beseitigt werden. Erreicht die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Sollbereich, bleiben die Drehzahlen NH und NF zunächst unverändert. Sinkt die Temperatur T des Kühlmittels weiter bis unterhalb des Sollbereiches, ist die Verschmutzung beseitigt und die Drehzahl NF des Frontlüfters kann wieder herabgesetzt werden, oder ein Abschalten des Frontlüfters ist möglich. Ein mögliches Signal S1 kann zurückgenommen werden.

[0031] Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels jedoch weiterhin oberhalb des Sollbereiches, so liegt eine permanente Überlastung der Maschine vor. Die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter können im zweiten Sonderbetriebsmodus auf eine maximal technisch zulässige Drehzahl NH3 und NF3 erhöht werden, um die Kühlleistung zu maximieren und so die Überlastung kurzzeitig zu überbrücken. Bei permanenter Überlastung ist ein Signal S2 zu aktivieren, um eine manuelle oder automatisierte Entlastung der Maschine anzumahnen oder die Maschine automatisch abzuschalten. Erreicht die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Sollbereich, bleiben die Drehzahlen NH und NF zunächst unverändert hoch.

[0032] Sinkt die Temperatur T des Kühlmittels anschließend unterhalb des Sollbereiches, werden die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter wieder herabgesetzt, wobei die Drehzahl NF des Frontlüfters zunächst auf NF2 gehalten wird, um eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes auszuschließen. Erreicht die Drehzahl NH des Hauptlüfters den unteren energieeffizienten Drehzahlbereich NH?NH1 so ist eine permanente Überlastung der Maschine auszuschließen. Ein Signal S2 kann deaktiviert werden. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin unterhalb des Sollbereiches, wird die Drehzahl NF des Frontlüfters herabgesetzt. Erreicht die Drehzahl FH des Frontlüfters den unteren energieeffizienten Drehzahlbereich NF?NF1, so ist eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes auszuschließen. Ein mögliches Signal S1 kann zurückgenommen werden und ein Abschalten des Frontlüfters ist möglich. In diesem Fall schaltet die Steuerung vom Sonderbetriebsmodus wieder auf den Normalbetriebsmodus um.

[0033] Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin unterhalb des Sollbereiches, kann die Drehzahl NH des Hauptlüfters weiter herabgesetzt werden, am Ende ist auch ein Abschalten des Hauptlüfters möglich.

[0034] In stark mit Schmutz belasteter Umgebungsluft kann es sinnvoll sein, von vornherein eine Regelungsstrategie im Sonderbetriebsmodus zu benutzen, die eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes verhindert, und auf diese umzuschalten. Eine solche Regelstrecke ist in Fig. 3 dargestellt. Eine solche Regelstrecke kann entsprechend auch bei vorhersehbarem Überlastbetrieb des zu kühlenden Motors oder bei verschärften klimatischen Bedingungen gewählt werden.

[0035] Zunächst wird auch hier die Temperatur T des Kühlmittels im Sonderbetriebsmodus als Hauptführungsgröße permanent überwacht und mit einem Sollwert ST verglichen. Auch hier kann mit den Werten T1 und T2 ein entsprechender zulässiger Temperaturbereich definiert werden. Steigt die Temperatur T des Kühlmittels, wird im Rahmen des Sonderbetriebsmodus zunächst die Drehzahl NF des Frontlüfters erhöht, und zwar bis zu einem Wert NF2, so dass bei dieser Regelungsstrategie beispielsweise zunächst primär eine zuverlässige Vermeidung und Beseitigung von Verunreinigungen am Kühlersieb gewährleistet ist. Dabei wird bewusst in Kauf genommen, dass der Frontlüfter im oberen Drehzahlbereich betrieben wird und somit weniger energieeffizient arbeitet. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels oberhalb des Sollbereiches, so kann ein Signal S1 aktiviert werden und die Drehzahl NH des Hauptlüfters wird bis auf eine Drehzahl NH1 erhöht. Erreicht die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Sollbereich, bleiben die Drehzahlen NH und NF zunächst unverändert. Sinkt die Temperatur T des Kühlmittels weiter bis unterhalb des Sollbereiches, kann die Drehzahl NH des Hauptlüfters wieder herabgesetzt werden und ein Abschalten des Hauptlüfters ist möglich. Die Drehzahl NF des Frontlüfters bleibt zunächst unverändert hoch bei NF2. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels jedoch weiter oberhalb des Sollbereiches, so liegt eine permanente Überlastung der Maschine vor. Die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter können auf eine maximal technisch zulässige Drehzahl NH3 und NF3 erhöht werden, um die Kühlleistung zu maximieren und so die Überlastung kurzzeitig zu überbrücken.

[0036] Bei permanenter Überlastung ist ein Signal S2 zu aktivieren, um eine manuelle Entlastung der Maschine anzumahnen oder die Maschine automatisch abzuschalten. Erreicht die Temperatur T des Kühlmittels wieder den Sollbereich, bleiben die Drehzahlen NH und NF zunächst unverändert hoch. Sinkt die Temperatur T des Kühlmittels anschließend unterhalb des Sollbereiches, werden die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter wieder herabgesetzt, wobei die Drehzahl NF des Frontlüfters zunächst auf NF2 gehalten wird, um eine

Verschmutzung des Kühlluftsiebes auszuschließen. Erreicht die Drehzahl NH des Hauptlüfters den unteren energieeffizienten Drehzahlbereich NH?NH1, so ist eine permanente Überlastung der Maschine auszuschließen. Ein Signal S2 kann deaktiviert werden. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels weiterhin unterhalb des Sollbereiches, wird die Drehzahl NH des Hauptlüfters herabgesetzt und ein Abschalten des Hauptlüfters ist möglich. Die Drehzahl NF des Frontlüfters bleibt weiterhin unverändert hoch bei NF2. Bleibt die Temperatur T des Kühlmittels jedoch weiter unterhalb des Sollbereiches, so wird nun auch die Drehzahl NF des Frontlüfters reduziert und ein Signal S1 kann deaktiviert werden. Am Ende ist auch ein Abschalten des Frontlüfters möglich.

[0037] Eine direkte funktionelle Kopplung der Drehzahl NF in Abhängigkeit der Drehzahl NH des Hauptlüfters in Form von NF=f(NH) ist ebenfalls möglich. Hierbei können Parameter den Funktionsverlauf verändern. Durch weitere zusätzliche Führungsgrößen MH und/oder VH und/oder PH und/oder der beiden Messgrößen DG und DS kann ein Extrembetrieb und dessen Ursache schneller erkannt und darauf reagiert werden. Die permanente Messung des Drehmoments MH an der Lüfterwelle des Hauptlüfters bei gleichzeitiger Kenntnis der momentanen Drehzahl NH lässt einen Vergleich zwischen dem momentanen Drehmoment MH und einer vorher ermittelten und somit bekannten Drehmomentkennlinie MHS=f(NH) im Normalbetrieb zu. Fig. 4 zeigt eine mögliche Regelstrecke.

[0038] Ist das momentane Drehmoment MH um einen Faktor MF (MF > 1) größer als MHS im Normalbetrieb, so ist mit hoher Wahrscheinlichkeit das Kühlluftsieb verschmutzt. Ein Warnsignal S1 kann aktiviert werden. Die Drehzahl des Frontlüfters NF kann dementsprechend zielgerichtet und kurzfristig auf NF2 erhöht werden, ohne dass die Temperatur T des Kühlmittels bereits außerhalb des Sollwertbereiches ist.

[0039] Die permanente Messung der Luftgeschwindigkeit VH hinter dem Kühler lässt ebenfalls im Vergleich mit einer vorher ermittelten und somit bekannten Luftgeschwindigkeitskennlinie VHS=f(NH) im Normalbetrieb einen Schluss auf eine mögliche Verschmutzung des Kühlluftsiebes zu. Fig. 5 zeigt eine mögliche Regelstrecke. Ist die momentane Luftgeschwindigkeit VH um einen Faktor VF (VF < 1) geringer als VHS im Normalbetrieb, so ist mit hoher Wahrscheinlichkeit das Kühlluftsieb verschmutzt. Ein Warnsignal S1 kann aktiviert werden. Die Drehzahl des Frontlüfters NF kann dementsprechend zielgerichtet und kurzfristig auf NF2 erhöht werden, ohne dass die Temperatur T des Kühlmittels bereits außerhalb des Sollwertbereiches ist.

[0040] Liegen momentanes Drehmoment MH und/oder Luftgeschwindigkeit VH hinter dem Kühler im bekannten Bereich der Kennlinien MHS=f(NH) und VHS=f(NH), so kann eine Verschmutzung des Kühlluftsiebes ausgeschlossen werden. Somit kann schneller auf eine permanente Überlastung der Maschine bei T>ST+ T2 reagiert und die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter kurzzeitig auf eine maximal technisch zulässige Drehzahl NH3 und NF3 erhöht werden. Ein Warnsignal S2 kann abgegeben werden. Liegt die Temperatur T des Kühlmittels im Sollbereich ST-T1<T<ST+ T2 so wird bei vorhandenem Signal S1 die Drehzahl NF des Frontlüfters auf NF2 gehalten. Unterhalb des Sollbereiches T<ST- T1 werden die Drehzahlen NH und NF von Haupt- und Frontlüfter heruntergefahren, wobei zunächst NF bei NF2 gehalten wird, solange NH nicht NH1 erreicht hat, und demzufolge das Signal S2 noch aktiv ist. Unterhalb des Sollbereiches T<ST- T1 wird im weiteren Verlauf bei vorhandenem Signal S1 die Drehzahl NF des Frontlüfters auf NF2 gehalten. Eine weitere Reduzierung der Drehzahl NH des Hauptlüfters ist möglich.

[0041] Um eventuellen unerwünschten Schwankungen der Kühlmitteltemperatur T in stark schmutzbelasteter Umgebung vorzubeugen, kann es von Vorteil sein, das Signal S1 manuell zu aktivieren und somit die Drehzahl NF des Frontlüfters von vorn herein mindestens auf NF2 zu halten.

[0042] Auch die Verwendung der elektrischen Antriebsleistung PH des Hauptlüfters als Führungsgröße ist denkbar, wenn diese mit der tatsächlichen mechanischen Antriebsleistung korrespondiert.

[0043] Eine Kombination der Führungsgrößen MH und/oder PH und/oder VH und/oder DG/DS in einer Regelstrecke ist ebenfalls möglich.

[0044] Die vorstehende gegenständliche Beschreibung dient nur der beispielhaften Erläuterung der Erfindung.

Patentansprüche

1. Kühlereinrichtung (1) mit einem mit einem Kühlmittel beaufschlagbaren Kühler und einem ersten Gebläse (2, 4), das mittels einer Steuerung mit veränderbarer Luftförderleistung betreibbar ist, die Kühleinrichtung ein zweites Gebläse (2, 4) aufweist und auch das zweite Gebläse (2, 4) mittels der Steuerung mit veränderbarer Luftförderleistung betreibbar ist, von der Steuerung in einem Normalbetriebsmodus mittels einer geeigneten Sensorik zumindest eine oder mehrere Kenngrößen überwachbar und die ermittelten Sensorwerte von der Steuerung mit Vergleichswerten vergleichbar sind, und bei festgestellter Über- und/oder Unterschreitung eines der Steuerung vorgegebenen Schwellwertes oder dem Vorliegen eines Stellsignals von der Steuerung ein erster Sonderbetriebsmodus aktivierbar ist, in dem die Luftförderleistung eines oder beider Gebläse (2, 4) von der Steuerung veränderbar ist, wobei in einem ersten Sonderbetriebsmodus das zweite Gebläse (2, 4) dem ersten Gebläse (2, 4) von der Steuerung zuschaltbar ist, **dadurch gekennzeichnet dass** die ersten und zweiten Gebläse (2, 4) von der Steuerung in einem zweiten Sonderbetriebsmodus betreibbar

sind, in dem mindestens eines der beiden Gebläse (2, 4) mit einer Luftförderleistung betreibbar ist, die größer ist als die Luftförderleistung dieses Gebläses (2, 4) im Normalbetriebs- oder ersten Sonderbetriebsmodus, und in der Steuerung mehrere Regelungsstrategien gespeichert sind und eine bestimmte Regelungsstrategie auswählbar oder in Abhängigkeit eines oder mehrerer Betriebsparameter automatisch aktivierbar ist.

2. Kühlereinrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste Gebläse (2, 4) der Hauptlüfter ist, der im Normalbetriebsmodus mit einer konstanten Luftförderleistung betreibbar ist, die unter dem mit diesem ersten Gebläse (2, 4) möglichen Maximalwert der Luftförderleistung liegt, und das zweite Gebläse (2, 4) von der Steuerung in einem ersten Sonderbetriebsmodus bei festgestellter Über- und/oder Unterschreitung eines der Steuerung vorgegebenen Schwellwertes zuschaltbar und mit einer konstanten Luftförderleistung betreibbar ist, die unter dem mit diesem zweiten Gebläse (2, 4) möglichen Maximalwert der Luftförderleistung liegt.

3. Kühlereinrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den von der Steuerung überwachbaren Kenngrößen insbesondere handelt um eine oder mehrere der Kenngrößen

- der Temperatur (T) des Kühlmittels,
- des Drehmoments (MH),
- der Drehzahl (NH, NF) an der Antriebswelle eines oder beider Gebläse (2, 4),
- der Luftgeschwindigkeit (VH)
- des Luftdrucks (DG, DS), und/oder
- der elektrischen Antriebsleistung (PH) für eines oder beide Gebläse (2, 4).

Claims

1. Cooling device (1) comprising a cooler which can be supplied with a coolant, and a first fan (2, 4) which is operable by means of a controller at an adjustable air flow rate, the cooling device comprising a second fan (2, 4) and the second fan (2, 4) also being operable by means of the controller at an adjustable air flow rate, it being possible, in a normal operating mode, for at least one or a plurality of characteristic variables to be monitored by the controller by means of a suitable sensor system and for the measured sensor values to be compared with comparative values by the controller, and it being possible, if it is determined that the measured values exceed and/or fall below a threshold specified for the controller or if a control signal is present, for a first special operating mode to be activated by the controller, in which operating mode the air flow rate of one or both fans (2, 4) can be adjusted by the controller, it being possible in a first special operating mode to connect the second fan (2, 4) to the first fan (2, 4) by means of the controller, **characterised in that** the first and second fans (2, 4) are operable by means of the controller in a second special operating mode, in which at least one of the two fans (2, 4) is operable at an air flow rate that is greater than the air flow rate of said fan (2, 4) in the normal operating mode or the first special operating mode, and a plurality of control strategies are stored in the controller and a particular control strategy can be selected or automatically activated on the basis of one or more operating parameters.

2. Cooling device (1) according to claim 1, **characterised in that** the first fan (2, 4) is the main fan, which in the normal operating mode is operable at a constant air flow rate that is below the maximum possible value for the air flow rate of said first fan (2, 4), and the second fan (2, 4) can be connected and operated at a constant air flow rate that is below the maximum possible value for the air flow rate of said second fan (2, 4) by means of the controller in a first special operating mode when it is determined that the values for characteristic variables exceed and/or fall below a threshold specified for the controller.

3. Cooling device (1) according to either claim 1 or claim 2, **characterised in that** the characteristic variables that can be monitored by the controller are in particular one or more of the following characteristic variables

- the temperature (T) of the coolant,
- the torque (MH),
- the rotational speed (NH, NF) of the drive shaft of one or both of the fans (2, 4),
- the air speed (VH),
- the air pressure (DG, DS), and/or
- the electrical output power (PH) for one or both of the fans (2, 4).

Revendications

1. Dispositif de refroidissement (1) comprenant un refroidisseur, pouvant être alimenté en fluide de refroidissement, et un premier ventilateur (2, 4) qui peut fonctionner avec un débit d'air variable au moyen d'une commande, le dispositif de refroidissement comprenant un second ventilateur (2, 4) et le second ventilateur (2, 4) pouvant également fonctionner avec un débit d'air variable au moyen de la commande, au moins un ou plusieurs paramètres pouvant être surveillés par la commande dans un mode de fonctionnement normal au moyen d'un ensemble de

capteurs appropriés et les valeurs de capteurs déterminés pouvant être comparées par la commande à des valeurs comparatives et en cas de détection d'un dépassement vers le haut et/ou vers le bas d'une valeur de seuil prédéterminée par la commande ou en cas de présence d'un signal de réglage la commande pouvant activer un premier mode de fonctionnement spécial dans lequel la commande peut faire varier le débit d'air d'un ventilateur ou des deux ventilateurs (2, 4), le second ventilateur (2, 4) pouvant être mise dans un premier mode de fonctionnement spécial conjointement avec le premier ventilateur (2, 4) par la commande, **caractérisé en ce que** les premier et second ventilateurs (2, 4) peuvent être commandés par la commande dans un second mode de fonctionnement spécial dans lequel au moins un des deux ventilateurs (2, 4) peut fonctionner avec un débit d'air supérieur au débit d'air de ce ventilateur (2, 4) dans le mode de fonctionnement normal ou dans le premier mode de fonctionnement spécial et plusieurs stratégies de régulation sont mémorisées dans la commande et une stratégie de régulation déterminée peut être sélectionnée ou automatiquement activée en fonction d'un ou de plusieurs paramètres de fonctionnement.

2. Dispositif de refroidissement (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier ventilateur (2, 4) est le ventilateur principal qui peut fonctionner dans le mode de fonctionnement normal avec un débit d'air constant qui est situé au-dessous de la valeur maximale du débit d'air qui est possible avec ce premier ventilateur (2, 4) et le second ventilateur (2, 4) peut être mis en marche par la commande dans un premier mode de fonctionnement spécial en cas de détection d'un dépassement vers le haut et/ou vers le bas d'une valeur de seuil prédéterminée par la commande et peut fonctionner avec un débit d'air constant qui est situé au-dessous de la valeur maximale du débit d'air qui est possible avec ce second ventilateur (2, 4).

3. Dispositif de refroidissement (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les paramètres, qui peuvent être surveillés par la commande, sont en particulier un ou plusieurs des paramètres suivants

- la température (T) du fluide de refroidissement,
- le couple (MH)
- la vitesse de rotation (NH, NF) de l'arbre d'entraînement d'un ventilateur ou des deux ventilateurs (2, 4),
- la vitesse (VH) de l'air,
- la pression (DG, DS) de l'air, et/ou
- la puissance d'entraînement électrique (PH) d'un ventilateur ou des deux ventilateurs (2, 4).

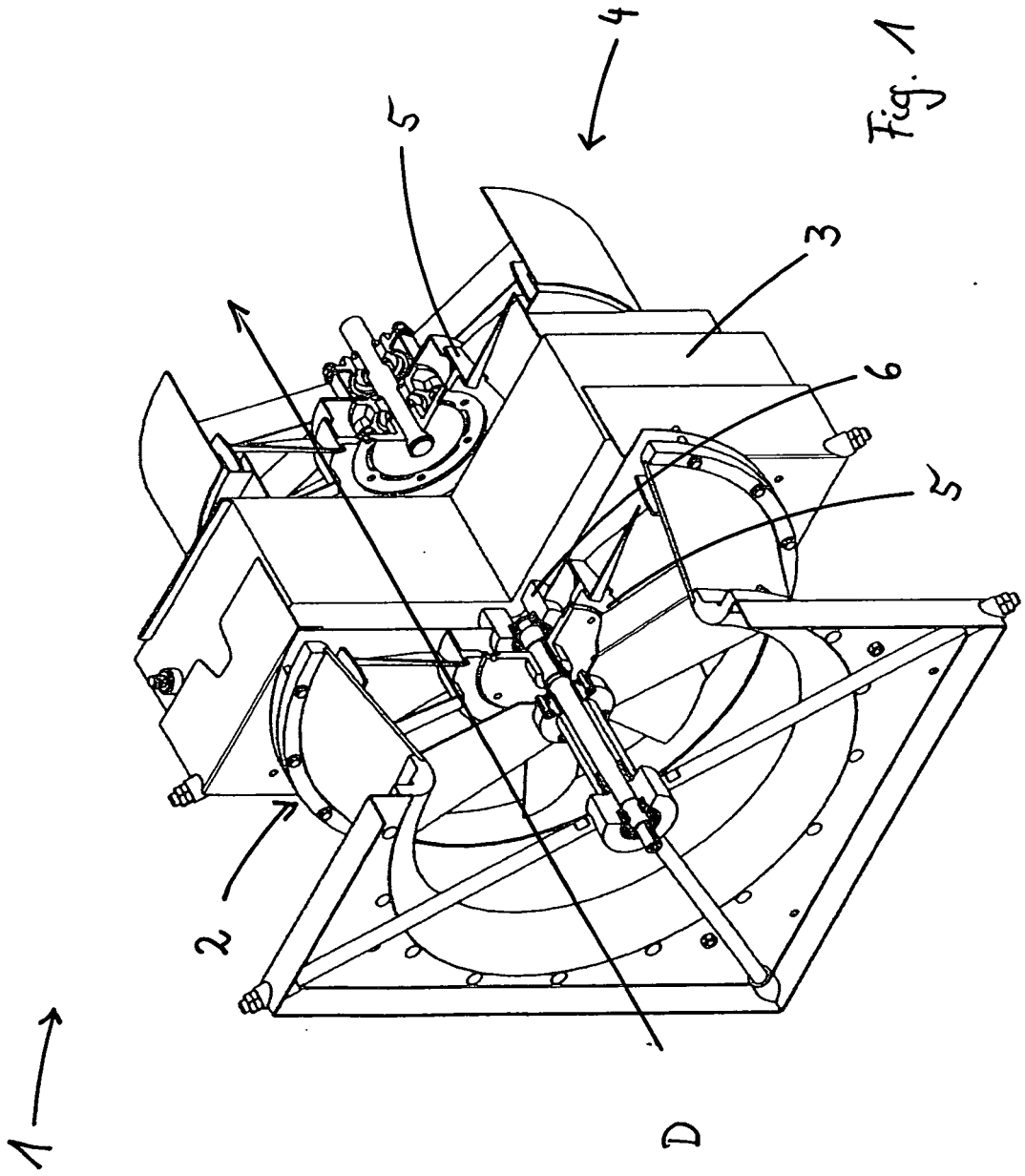


Fig. 1

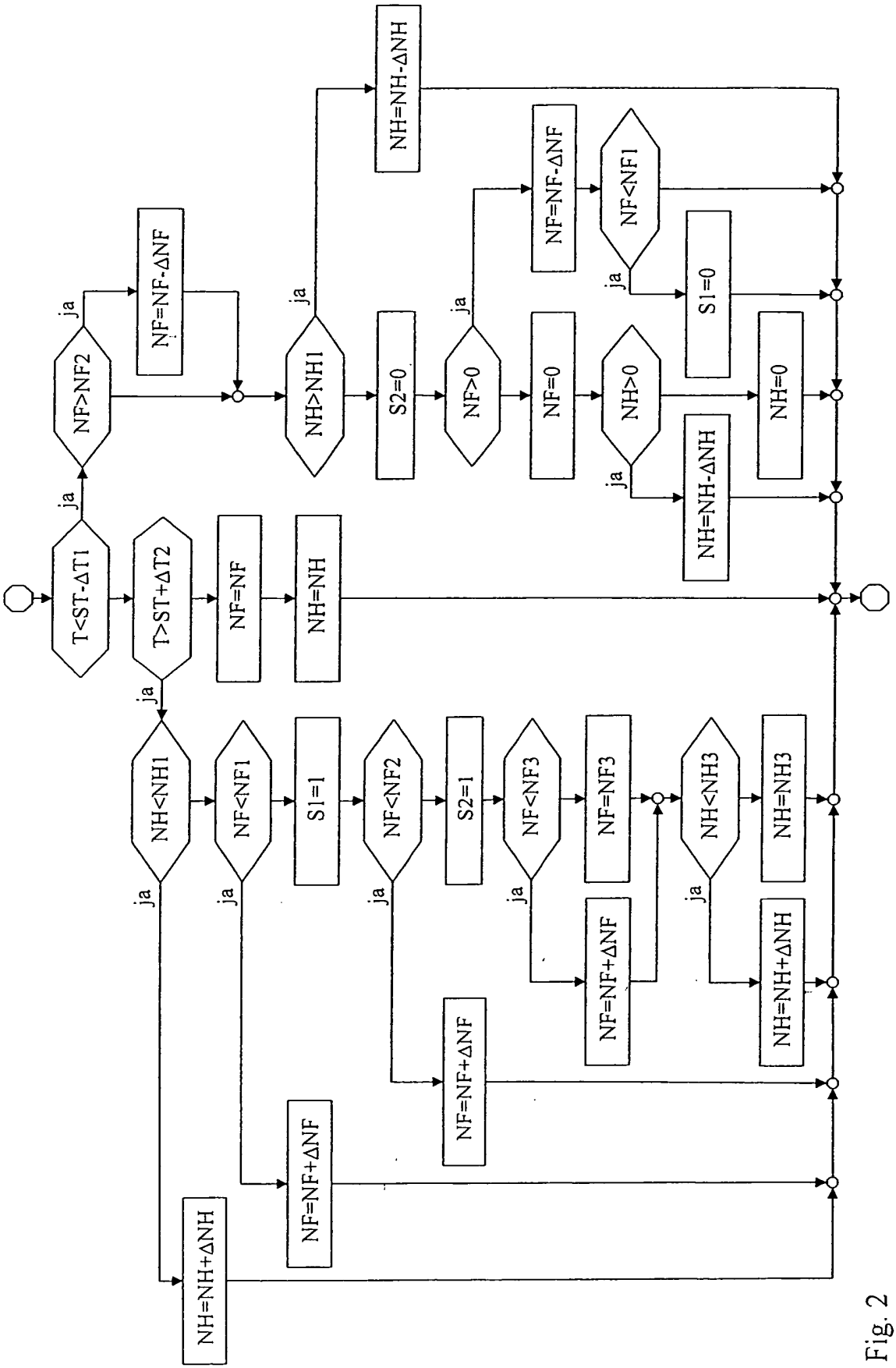

T<ST-ΔT1
T>ST+ΔT2
NF=NF
NH=NH
NF>NF2
NF=NF-ΔNF
NH>NH1
NH=NH-ΔNH
S2=0
NF>0
NF=0
NF=NF-ΔNF
NF<NF1
S1=0
NH>0
NH=NH-ΔNH
NH=0
NH<NH1
NF<NF1
S1=1
NF<NF2
S2=1
NF<NF3
NF=NF3
NF=NF+ΔNF
NH<NH3
NH=NH3
NH=NH+ΔNH
NF=NF+ΔNF
NF=NF+ΔNF
NH=NH+ΔNH
ja

Fig. 2

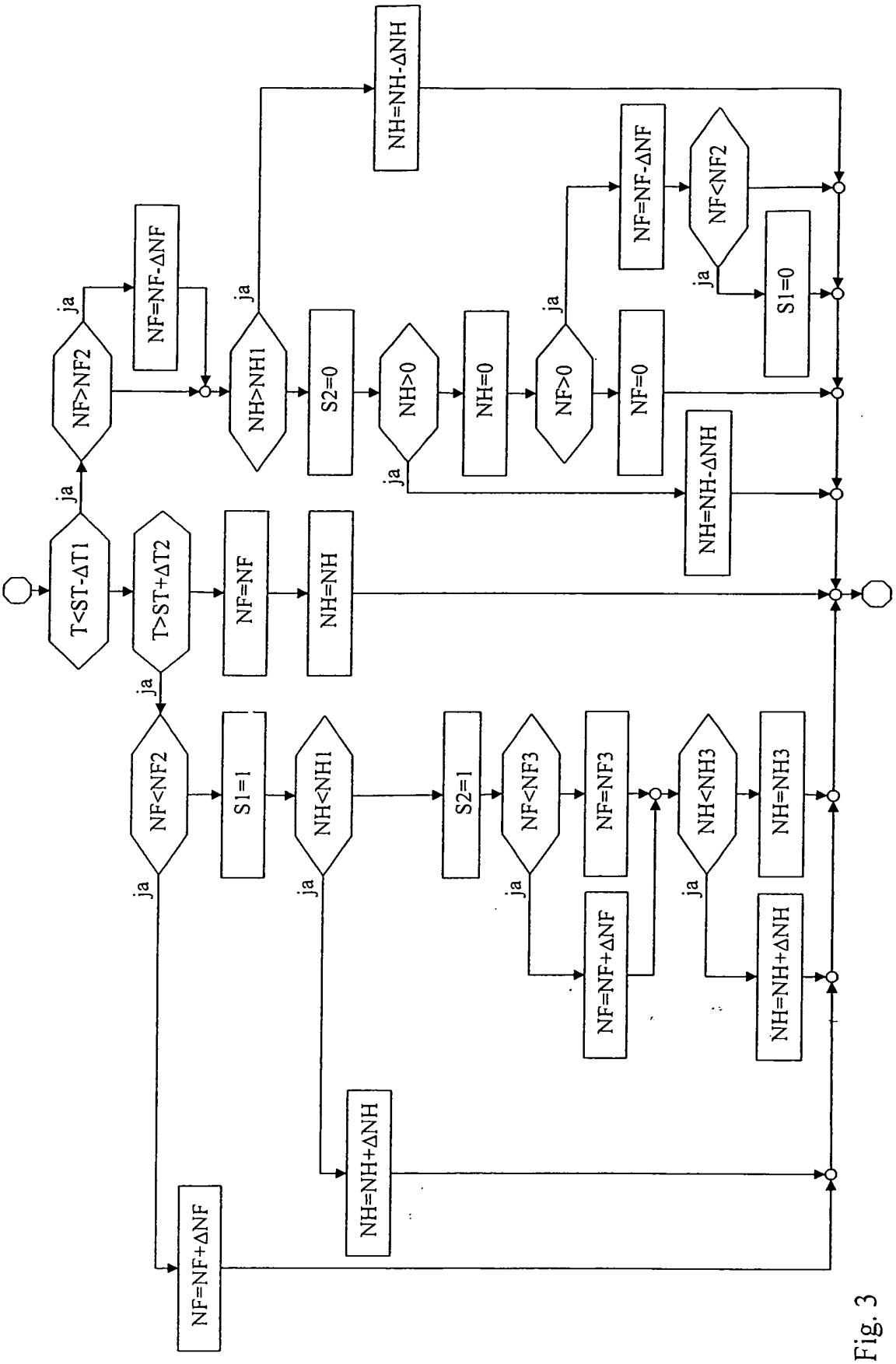

T<ST-ΔT1
T>ST+ΔT2
NF=NF
NH=NH
NF<NF2
S1=1
NH<NH1
S2=1
NF<NF3
NF=NF3
NH<NH3
NH=NH3
NF=NF+ΔNF
NH=NH+ΔNH
NF>NF2
NF=NF-ΔNF
NH>NH1
S2=0
NH>0
NH=0
NF>0
NF=0
NF<NF2
S1=0
NH=NH-ΔNH
ja

Fig. 3

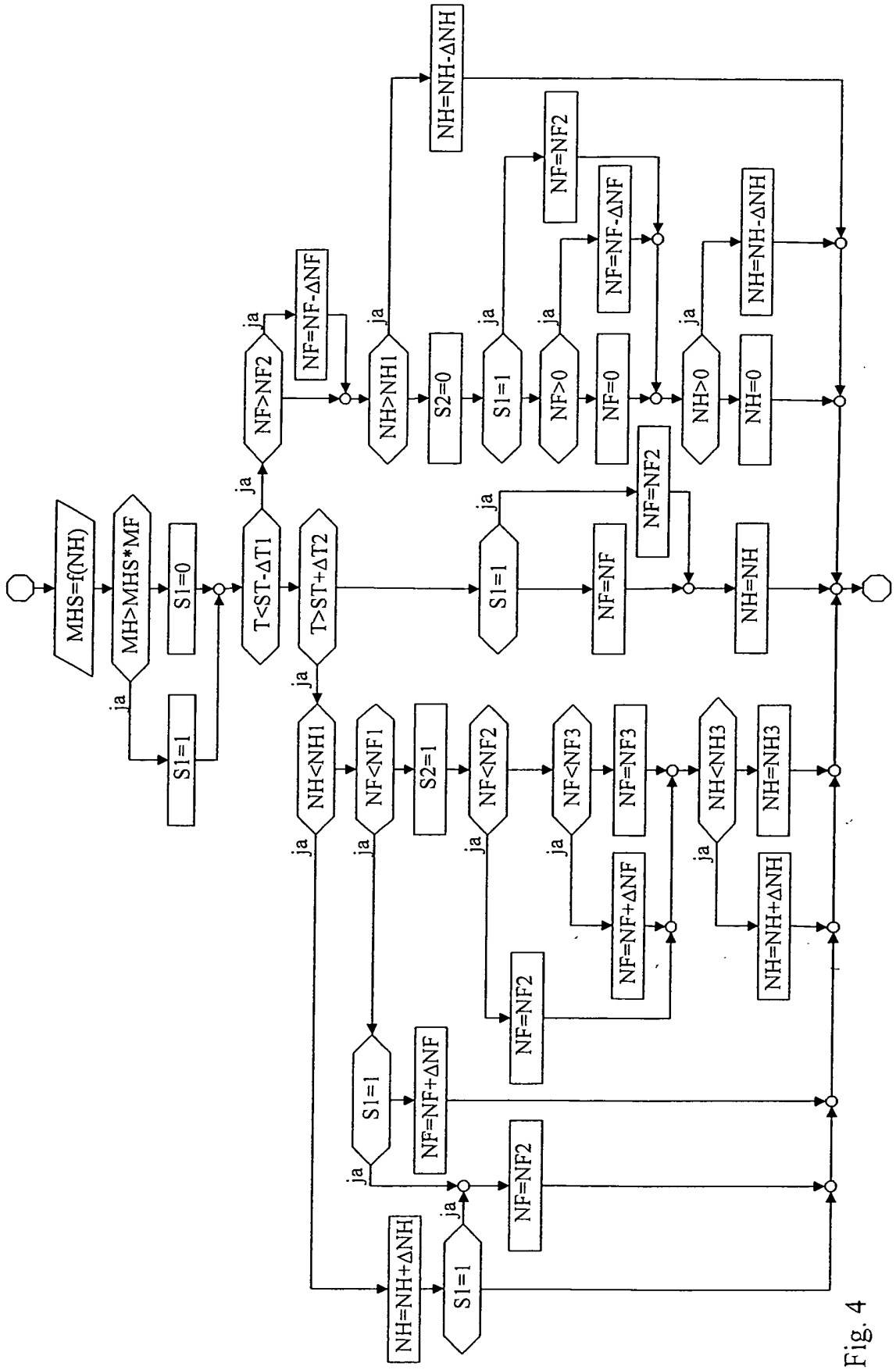

MHS=f(NH)
MH>MHS*MF
ja
S1=1
S1=0
T<ST-ΔT1
ja
NF>NF2
ja
NF=NF-ΔNF
NH>NH1
ja
NH=NH-ΔNH
S2=0
S1=1
ja
NF=NF2
NF>0
ja
NF=NF-ΔNF
NF=0
NH>0
ja
NH=NH-ΔNH
NH=0
T>ST+ΔT2
S1=1
ja
NF=NF2
NF=NF
NH=NH
NH<NH1
ja
NF<NF1
ja
S2=1
NF<NF2
ja
NF=NF2
NF<NF3
ja
NF=NF3
NF=NF+ΔNF
NH<NH3
ja
NH=NH3
NH=NH+ΔNH
S1=1
ja
NF=NF+ΔNF
NF=NF2
NH=NH+ΔNH
S1=1
ja
NF=NF2

Fig. 4

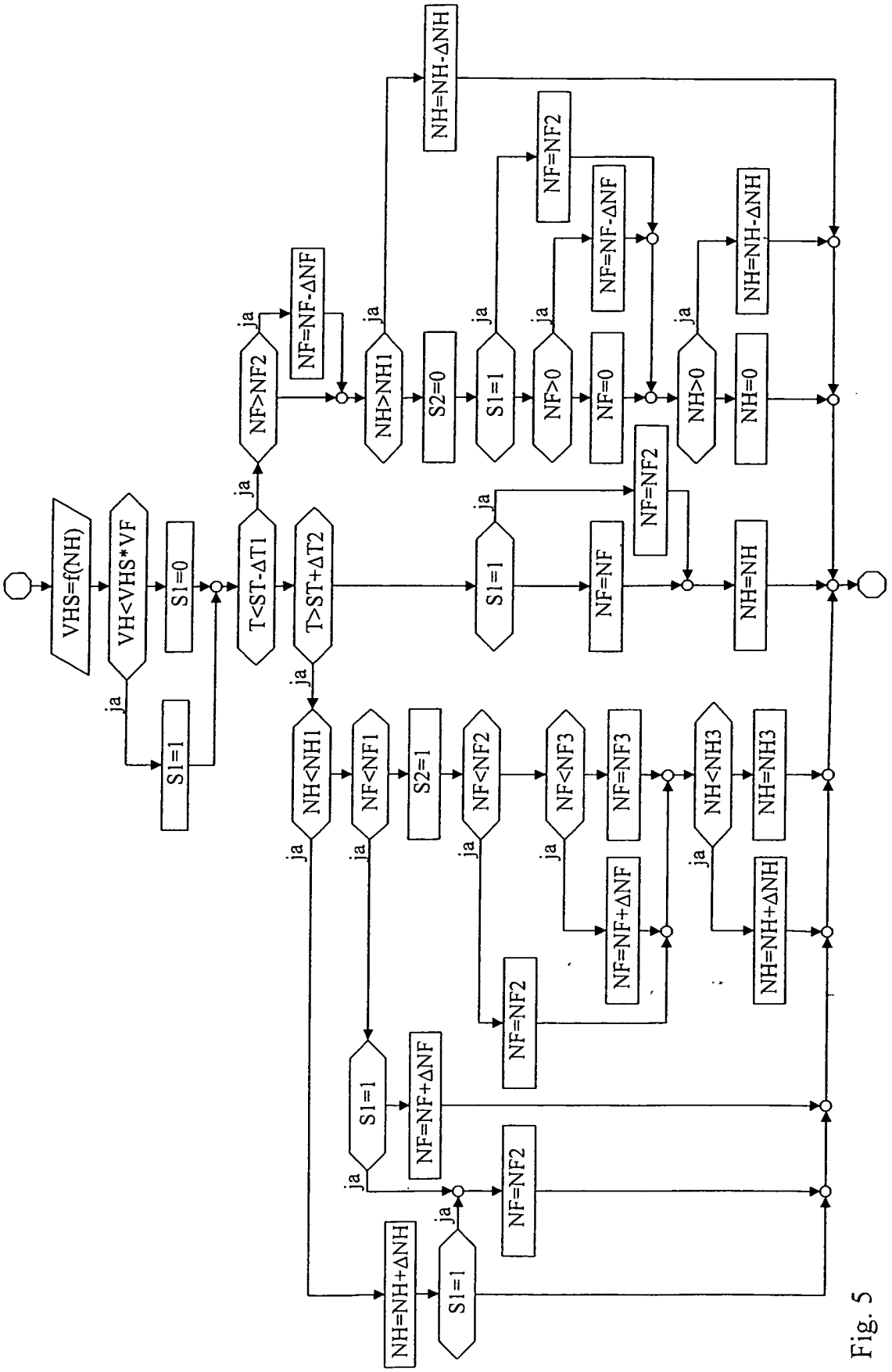

VHS=f(NH)
VH<VHS*VF
ja
S1=1
S1=0
T<ST-ΔT1
ja
NF>NF2
ja
NF=NF-ΔNF
T>ST+ΔT2
ja
NH<NH1
ja
NF<NF1
ja
S1=1
ja
NH=NH+ΔNH
S1=1
ja
NF=NF+ΔNF
S2=1
NF<NF2
ja
NF=NF2
NF<NF3
ja
NF=NF+ΔNF
NF=NF3
NH<NH3
ja
NH=NH+ΔNH
NH=NH3
S1=1
ja
NF=NF2
NH>NH1
ja
NH=NH-ΔNH
S2=0
S1=1
ja
NF=NF2
NF>0
ja
NF=NF-ΔNF
NF=0
NH>0
ja
NH=NH-ΔNH
NH=0
S1=1
ja
NF=NF2
NF=NF
NH=NH

Fig. 5

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

- FR 2837872 **[0004]**
- EP 1495886 A1 **[0005]**
- EP 1703101 A1 **[0005]**
- EP 1406377 A1 **[0005]**