(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 32 812 T2** 2005.08.11

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 785 496 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 32 812.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 300 158.9**
(96) Europäischer Anmeldetag: **13.01.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **23.07.1997**
(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **23.03.2005**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.08.2005**

(51) Int Cl.[7]: **G06F 1/20**

(30) Unionspriorität:
584317 **16.01.1996** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Compaq Computer Corp., Houston, Tex., US

(72) Erfinder:
Atkinson, Lee W., Houston, Texas 77070, US

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(54) Bezeichnung: **Thermische Verwaltung von Rechnern**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung betrifft eine Temperaturregelung für Personalcomputer und insbesondere eine Temperaturregelung für Desktop- und Notebook-Computer.

[0002] Herkömmliche Temperaturregelung für Personalcomputer beinhaltet gewöhnlich die Anwendung eines Einzel-Thermistors, der physisch an einem "ungünstigster Fall"-Ort im Computer angebracht ist. Passiert die Temperatur festgelegte Temperatur-Trip Points, löst das Regelungssystem eine festgelegte Reaktion, wie beispielsweise Ein- oder Ausschalten eines Lüfters, aus.

[0003] Das Wärmeprofil eines Computers hängt von seinem elektrischen und mechanischen Aufbau ab. Der tatsächliche Ort eines Gefahrenherdes wird sich ändern, wenn sich der Aufbau des Computers ändert. Beispielsweise kann ein Computer in einem Bereich in Abhängigkeit davon heißer laufen, ob als die Energiequelle Netzstrom oder Batteriestrom genutzt wird.

[0004] Ein System zum Regeln des Kühlens unter Verwenden von Temperatur- und Lüfterausfall-Eingabe ist aus EP-A-0 214 297 bekannt.

[0005] Während mehrere Thermistoren genutzt werden können, um alle möglichen Gefahrenherde eines Computers zu überwachen, verkompliziert dies stark die Schaltlogik. Diese Erfindung behandelt das Kompensieren mehrerer charakterisierter Konfigurationen mittels Abfragens des Systems nach indirekten Ursachen für Wärmeprofil-Änderungen. Das Temperaturregelungssystem berücksichtigt nicht nur die direktes Temperatur-Ablesen sondern andere indirekte Messungen des thermischen Zustands des Computers, beispielsweise, ob sich der Computer unter Netzstrom oder Batteriestrom befindet, sodass auf einen Anstieg in der Temperatur im Inneren eines Computers optimal reagiert wird, ermöglichend, dass die Reaktion an den Betriebszustand des Computers angepasst ist.

[0006] Im Allgemeinen betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Temperaturregelung eines Computers, wie in Anspruch 1 dargelegt.

[0007] Bei einzelnen Ausführungsformen der Erfindung weist das Verfahren das Einstellen von Kühloptionen in gewünschte Zustände auf. Um die gewünschten Zustände für die Kühloptionen zu ermitteln, wird basierend auf den indirekten Eingängen bzw. Eingaben ein Index gebildet, und der Index zeigt an, auf welche einer Mehrzahl von Tabellen gewünschter Zustände für die Kühloptionen zu verweisen ist. Die Tabellen weisen für die ermittelte Temperatur Temperaturbereiche auf, und in jeder Tabelle sind abhängig von den Temperaturbereichen die gewünschten Zustände für die Kühloptionen enthalten.

[0008] Bei einer bevorzugten dargestellten Ausführungsform weist der Schritt des Ermittelns der gewünschten Zustände für die Kühloptionen das Einstellen des Wertes für die basierend auf den indirekten Eingaben eingegebene Temperatur auf; die gewünschten Zustände für die Kühloptionen sind abhängig vom eingestellten Wert für die Temperatur.

[0009] Die indirekten Eingaben umfassen, ob sich der Computer unter Netzstrom oder Batteriestrom befindet, ob der Computer in eine Docking Station eingesetzt bzw. an eine Dockstation angedockt ist, ob ein Anzeigebildschirm geschlossen ist, ob eine Zusatzkarte installiert ist, ob ein Gerät vorhanden ist, das niedrigere Umgebungstemperatur erfordert oder überproportionale Wärme erzeugt, ob eine Audio-Funktion läuft, welcher Prozessor in dem Computer installiert ist, ein nutzereinstellbares Bit, das Kühl-Bedingungen anpassen kann, einen Status einer Ladung einer Batterie, einen Video-Modus des Computers, ob ein Video-Monitor genutzt wird, ob es einen plötzlichen und drastischen Anstieg in der Temperatur gegeben hat, ob ein Festplattenlaufwerk oder ein Diskettenlaufwerk beschleunigt bzw. angelaufen wird oder auf dieses zugegriffen wird, ob eine Batterie geladen wird, und ob sich der Computer in einem Energiesparmodus befindet.

[0010] Die Kühloptionen umfassen ein Gebläse bzw. einen Lüfter, eine Frequenzeinstellung für einen Prozessor, einen Vollständig- oder Teilweise-Standby-Zustand für den Prozessor, eine Zeitabschaltung bzw. einen Zeitablauf (Time Out) für ein Peripheriegerät, eine Frequenzeinstellung für ein Peripheriegerät und Ausschalten des Computers.

[0011] Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung weist eine Vorrichtung zur Temperaturregelung eines Computers einen Prozessor, ein Gerät zum Messen von Temperatur, eine Ausgabe von dem Gerät, die zum Prozessor übermittelt wird, zumindest eine Kühloption, eine Ausgabe vom Prozessor, der die zumindest eine Kühloption kontrolliert, und zumindest eine indirekte Eingabe in Bezug auf einen Modus des Computers auf, die zum Prozessor übermittelt wird, wobei die zumindest eine indirekte Eingabe die Ausgabe vom Prozessor zur Kühlressource beeinflusst.

[0012] Vorteile des Temperaturregelungssystems umfassen die Fähigkeit, mehrere Kühloptionen zu nutzen und die Reihenfolge des Ausführens der Kühloptionen in Abhängigkeit vom Betriebszustand des Computers einzustellen. Da der Lüfter selbst eine signifikante Menge an Energie erfordert, kann es beispielsweise vorteilhaft sein, während unter Batteriestrom die CPU zu verlangsamen, bevor der Lüfter aktiviert wird, allerdings unter Netzstrom die volle CPU-Leistung mit dem aktivierten Lüfter anzufor-

dern. Zusätzlich überwacht das System präzise das Wärmeprofil des Computers, ermöglichend die vorteilhafte Ausführung von Kühloptionen, selbst wenn sich der "ungünstigster Fall"-Ort im Computer innerhalb zulässiger Temperaturgrenzen befindet.

[0013] Andere Ziele, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung ersichtlich, wenn sie mit den Zeichnungen zusammen genommen wird, bei denen:

[0014] Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm eines Temperaturregelungssystems ist;

[0015] Fig. 2 ein Flussdiagramm eines Temperaturregelungsprozesses ist;

[0016] Fig. 3 eine Indextabelle gemäß der Erfindung ist;

[0017] Fig. 4 eine Ausgabereaktionstabelle gemäß der Erfindung ist;

[0018] Fig. 5 ein Flussdiagramm eines alternativen Temperaturregelungsprozesses ist; und

[0019] Fig. 6 und Fig. 7 mit dem Prozess von Fig. 5 verknüpfte Ausgabereaktionstabellen sind.

[0020] Bezug nehmend auf Fig. 1 weist ein Temperaturregelungssystem **10** eine CPU 12, im Allgemeinen den Computer-Prozessor, mit einem Eingangstaktgeber **14** variablen Arbeitstakts, einen Thermistor **16**, einen Lüfter **18** variabler Drehzahl unter Steuerung der CPU **12** und indirekte Eingaben **20** auf, die mittels der CPU **12** interpretierbar sind. Mittels Berücksichtigens des Status' der indirekten Eingaben **20** können Computerkonfigurationen, die in der „ungünstigster Fall"-Temperatur resultieren, die sich an einem Ort anders als der Ort des Thermistors **16** ergibt, ausgemacht werden. Der Status der indirekten Eingaben **20** und die unter Nutzen des Thermistors **16** bereitgestellte Temperatur-Ablesung werden verwendet, um die Reaktion für eine Anzahl von Kühloptionen **22** (die den Lüfter **18** aufweisen) abzustimmen. Da der Betrieb des Lüfters **18** Batterie-Leistung und Schallpegel beeinträchtigt, ist es vorteilhaft, zusätzlich zu oder anstelle des Lüfters **18** andere Kühloptionen zu nutzen.

[0021] Das Temperaturregelungssystem **10** weist einen Peripheriegeräte-Chip **24**, beispielsweise einen 8 Bit Intel 8051-Mikrocontroller, mit einem Analog-zu-Digital-Wandler zum Einlesen der Temperatur, die durch die Spannung über den Thermistor **16** angezeigt wird, und eines variable pulsbreitenmodulierten Takts auf, um die Drehzahl des Lüfters **18** einzustellen. Untere und Obere Spannung-Komparatoren **17** und **19** erfassen, wenn die gemessene Temperatur unter eine vorbestimmte untere Temperatur fällt oder über eine vorbestimmte obere Temperatur ansteigt. Ein Operationsverstärker **21** wird als ein Puffer genutzt, um die Komparatoren am Beeinflussen des Thermistors **16** zu hindern. Ein variabler Betriebsdauer (duty-width) -Impuls-Trigger-Ausgang **23** vom Chip **24** stellt den Komparatoren **17** und **19** die Referenzspannung bereit. Die Referenzspannung stellt den vorbestimmten unteren und oberen Temperatur-„Grenzwert (Trip Point)" ein. Die Trigger-Ausgabe **23** bei einer Frequenz von etwa 100 kHz ist hinsichtlich der Impulsbreite über 256 Stufen mit 0,4%-Schrittweiten von 0% bis 100% einstellbar, sodass die Referenzspannung und somit die Trip Points eingestellt werden. Die Trigger-Ausgabe **23** wird mittels einer Widerstand/Kapazität-Schaltung **25** gefiltert, sodass den Komparatoren eine proportionale Gleichspannung bereitgestellt wird.

[0022] Die Ausgabe von Komparatoren **17** und **19** signalisiert dem Chip **24**, wenn die Temperatur-Ablesung außerhalb des erwarteten Bereichs liegt. Der Chip **24** sendet dann über eine Leitung **25** an die CPU **12** eine Interrupt-Alarmmeldung. Indirekte Eingaben **20** werden über den Daten- und Steuerbus **27** der CPU eingelesen. Die Kühloptionen werden typischerweise über CPU-E/A-Anschlüsse ein- und ausgeschaltet, die von der CPU **12** über Leitungen **29** zugreifbar sind. Der Lüfter **18** kann vom Chip **24** entweder mittels Spannungsregelung oder vorzugsweise mittels Pulsbreitenmodulation mit einer Frequenz von etwa 30 bis 60 Hz geregelt werden.

[0023] Beispiele indirekter Eingaben **20** sind:

1. Ob sich die Einheit unter Netzstrom oder unter Batteriestrom befindet. Unter Batteriestrom ist das interne AC/DC-Netzteil inaktiv und gibt keine Energie ab. Unter Netzstrom kann ein interner 2-Spannungs-Netzstromadapter eine Kühleinrichtung bei 115 Volt anstelle von 230 Volt betreiben.
2. Ob die Einheit an eine Dockstation angedockt ist. Aufgrund der Docking Base kann es eine gewisse physische Einschränkung geben, welche Docking Base das Kühlen des Systems und daher das Wärmeprofil im Inneren der Einheit beeinflusst.
3. Ob der Anzeigebildschirm geschlossen ist. Das Schließen des Deckels beeinflusst beispielsweise aufgrund des Beschränkens des Luftstroms im Inneren der Einheit das Wärmeprofil.
4. Ob irgendwelche Zusatzkarten (beispielsweise PCMCIA oder internes Modem usw.) installiert sind. Zusatzkarten beeinflussen aufgrund des Behinderns des Luftstroms das Wärmeprofil. Zusatzkarten sind im Allgemeinen über Datenbusse, die zum Hauptprozessor führen, erfassbar.
5. Ob irgendein Gerät vorhanden ist, das niedrigere Umgebungstemperatur erfordert oder überproportionale Wärme erzeugt. Beispielsweise sollte ein sehr großes Festplattenlaufwerk kühler gehalten werden als ein kleines solches, ein optionaler

Prozessor kann bei der ansonsten normalen Betriebstemperatur unzuverlässig werden, und ein bestimmter Typ von PCMCIA-Karte kann mehr Energie als normal abgeben.
6. Ob die Anwendung eine Audio-Funktion ausführt, wodurch Lüfter-Geräusche störend sein würden.
7. Welcher Prozessor im Gomputer installiert ist.
8. Der Status eines nutzereinstellbaren Bits, das Kühl-Bedingungen anpassen kann. Beispielsweise kann der Nutzer die Möglichkeit zum Verzögern des Lüfter-Einschaltens nach Herabsetzen der Prozessor-Frequenz haben.
9. Der Status der Batterieladung kann berücksichtigt werden, sodass Kühloptionen, die keine Energie benötigen, als erstes ausgeführt werden, wenn die Batterieladung niedrig ist.
10. Der Video-Modus und, ob ein Video-Monitor angeschlossen ist. Beispielsweise verursachen höhere Auflösung, Video-Modi höherer Leistung im Allgemeinen, dass der Videocontroller-Chip mehr Wärme erzeugt.
11. Ob es in der Temperatur einen plätzlichen und drastischen Anstieg gegeben hat.
12. Ob das Festplattenlaufwerk oder Diskettenlaufwerk „angelaufen" wurde oder darauf zugegriffen wurde. Das System kann den Prozessor-Takt drosseln, verringernd die Antriebsenergie, die eine interne Energieversorgung bereitstellen muss, damit reduzierend die gesamte interne Wärmeabgabe.
13. Ob das System eine Batterie lädt. Schnellladen kann überproportionales Aufheizen im Energieversorgungsbereich des Systems hervorrufen.
14. Ob sich das System im Energiesparmodus befindet, in welchem Fall bereits die Bedingung für bestimmte thermische Kühloptionen, wie beispielsweise Peripheriegeräte-Zeitabläufe, erzielt werden können.

[0024] Beispiele von Optionen **22** für thermische Kühlung umfassen:
1. Der Lüfter **18** kann eingeschaltet und seine Drehzahl verändert werden.
2. Die Frequenz der CPU **12** kann herabgesetzt werden, sodass sie weniger Energie verbraucht.
3. Die CPU **12** kann in einen Vollständig- oder Teilweise-Standby-Zustand gebracht werden. Der Vollständig-Standby findet statt, wenn die CPU **12** und alle ihre Peripheriegeräte inaktiv sind, und der Teilweise-Standby findet statt, wenn die Peripheriegeräte inaktiv sind, während die CPU **12** aktiv gehalten wird (beispielsweise Abschalten des Festplattenlaufwerks).
4. Für jedes Peripheriegerät, das für den Teilweise-Standby auf zeitgesteuerter Inaktivität basiert, kann sein Zeitablauf modifiziert werden.
5. Das System kann vollständig abgeschaltet werden.
6. Die CPU **12** kann jedes Peripheriegerät anweisen, bei einer niedrigeren Frequenz zu arbeiten, sodass es weniger Energie verbraucht, beispielsweise kann die Frequenz des Grafik-Controllers oder des Systembusses verringert werden.
7. Eine Funktion, beispielsweise Schnellladen einer Batterie, kann abgeschaltet werden.

[0025] Eine spezielle Ausführung des Temperaturregelungssystems nutzt, um eine erwünschte Reaktion zu ermitteln, Lookup-Tabellen (wie solche, wie in Fig. 4 dargestellt). Die mittels Überwachens des Thermistors **16** und des Status' jeder Eingabe **20** ermittelte Temperatur beeinflusst die Auswahl und den erwünschten Zustand für Kühloptionen **22**. Bezug nehmend auf Fig. 2 wird bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung im Betrieb der Thermistor **16**, um seine Temperatur zu ermitteln, bei **49** periodisch abgerufen (alternativ kann ein Thermostat eine Alarmmeldung senden, um eine Temperaturänderung anzuzeigen). Ändert sich bei **50** die Temperatur, wird bei **52** eine Anzahl N indirekter Eingaben **20** abgerufen (N = 3 im folgenden Beispiel), und bei **54** wird ein Index gebildet (wie nachstehend beschrieben). Bei **56** wird, um den erwünschten Zustand für Kühloptionen **22** zu ermitteln, in einer dem gebildeten Index entsprechenden Ausgabereaktionstabelle nachgesehen. Die Kühloptionen werden dann bei **58** auf diese gewünschten Zustände eingestellt.

[0026] Um alle möglichen Kombinationen von Eingaben N abzudecken, gibt es 2" Ausgabereaktionstabellen. Wie in Fig. 4 gezeigt, hängt der gewünschte Zustand für die jeweilige Kühloption in einer Ausgabereaktionstabelle **99** von der Temperatur-Ablesung aus dem Thermistor ab. Die Reaktionstabellen ergeben bei **60** ferner den nächsten oberen Temperatur-„Trip Point" zum Signalisieren einer Temperaturänderung bei **50** (der untere Temperatur-Trip Point folgt dem oberen Temperatur-Trip Point und ist 5°C kleiner als der obere Temperatur-Trip Point). Die Eingabetemperatur-Bereiche und nächsten Trip Points können in jeder Reaktionstabelle verschieden sein.

[0027] Bezug nehmend auf Fig. 3 und Fig. 4 ist ein Beispiel einer Ausführung des Temperaturregelungssystems unter Verwenden dreier indirekter Eingaben **32**, **34** und **36** gezeigt. Bei dem Beispiel wird vorausgesetzt, dass die folgenden Ablesungen und Aktionen stattfinden (Bezug nehmend auf die Schritte in Fig. 2).

Beispiel

[0028] Schritt **49**. Lies aktuelle Temperatur ein.
70°C (eine Temperaturänderung bei **50**)

[0029] Schritt **52**. Lies indirekte Eingaben **32**, **34** und **36** ein.
i. Ist der Energiesparmodus aktiviert?
NEIN

ii. Wird eine Batterie geladen?
JA
iii. Ist der CPU-Deckel geschlossen, oder gibt es eine andere Luftsperre, die das Kühlprofil ändern würde?

JA

[0030] Schritt **54**. Bilde einen Index **38**.
4 (Index entsprechend Eingabe-Stati **39**)

[0031] Schritt **56**. Suche die dem Index-Wert entsprechende Ausgabereaktionstabelle (Fig. 4).

[0032] Schritt **58**. Nutze die gegenwärtige Temperatur von 70°C, um den gewünschten Kühlbetrieb **40** in der Ausgabereaktionstabelle zu lokalisieren.

[0033] Schritt **60**. Nutze die gegenwärtige Temperatur, um die nächsten Temperatur-Trip Points **42** zu lokalisieren.
72°C (oberer Temperatur-Trip Point)
67°C (unterer Temperatur-Trip Point).

[0034] Steigt die Temperatur über den neuen oberen Temperatur-Trip Point von 72°C, und ändert sich der Status von Eingaben **20** nicht, wird erneut auf die Ausgabereaktionstabelle in Fig. 4 verwiesen. Die Lüfterdrehzahl wird auf 75% eingestellt, die CPU wird auf 12% der vollen Geschwindigkeit eingestellt, Batterie-Schnellladen wird deaktiviert, und Peripheriegeräte-Inaktivitätszeit vor dem Abschalten wird auf 2 Minuten verringert.

[0035] Fällt die Temperatur unter den neuen unteren Temperatur-Trip Point von 67°C, und ändert sich der Status von Eingaben **20** nicht, wird erneut auf die Ausgabereaktionstabelle in Fig. 4 verwiesen. Der Lüfter wird abgeschaltet, die CPU wird auf 50% der vollen Geschwindigkeit eingestellt, Batterie-Schnellladen wird aktiviert, und Peripheriegeräte-Inaktivitätszeit vor dem Abschalten wird auf 10 Minuten eingestellt.

[0036] Im Betrieb gibt es eine Indextabelle **97** (Fig. 3), die im (RAM- oder Platten-) Speicher der CPU gespeichert ist, welche Indextabelle **97** für alle N indirekten Eingaben **20** Einträge aufweist, sowie im (RAM- oder Platten-) Speicher der CPU 2^N Ausgabereaktionstabellen **99** (Fig. 4). Abhängig vom Status der Eingaben **20** zeigt die Indextabelle **97** auf eine spezielle Ausgabereaktionstabelle. Jede Ausgabereaktionstabelle **99** ist gestaltet, dass für eine gemessene Temperatur und für die Stati der indirekten Eingaben **20** eine optimale Kühlung bereitgestellt wird.

[0037] Die Parameter (Ausgabeergebnisse) in den Ausgabereaktionstabellen **99** sind experimentell und/oder empirisch ermittelt. Da die Bedingungen für indirekte Eingaben **20** das Wärmeprofil des Computers beeinflussen, kann ein an einem „ungünstigster Fall"-Ort positionierter Thermistor eine Ablesung innerhalb zulässiger Grenzen ergeben, während Komponenten in anderen Bereichen des Computers bei Temperaturen außerhalb ihrer zulässigen Grenzen arbeiten. Beispielsweise ist mit dem an der CPU **12** angeordneten Thermistor, wenn der Computer-Deckel geschlossen ist und eine interne Batterie schnell geladen wird, der heißeste Ort im Computer voraussichtlich bei der Energieversorgung.

[0038] Da der tatsächliche „ungünstigster Fall"-Ort nicht der Ort des Thermistors sein muss, wird der tatsächliche „ungünstigster Fall"-Ort experimentell ermittelt. Während des Aufzeichnens der Temperaturen an den Positionen hitzeempfindlicher Komponenten werden die Stati indirekter Eingaben **20** manipuliert, und die Temperatur, wie aus dem Thermistor **16** gelesen, wird vermerkt. Unter jeder Bedingung für indirekte Eingaben **20** werden die optimalen Kühlparameter für Kühloptionen **22** basierend auf den Temperaturmessungen ermittelt. Beispielsweise kann sich mit dem geschlossenen Computer-Deckel und einer Batterie-Schnellladung die Thermistor-Ablesung innerhalb ihrer zulässigen Grenze befinden, allerdings liegt die Temperatur der Energieversorgung außerhalb ihrer zulässigen Grenze. Abhängig von der tatsächlichen Ablesung des Thermistors sind die optimalen Kühlparameter für diesen Zustand, den Lüfter voll einzuschalten und das Batterieladen anzuhalten. Während des Betriebs ist, gegeben der Status indirekter Eingaben **20** und die Ablesung des Thermistors **16**, das Wärmeprofil des Computers effektiv bekannt, und optimales Kühlen kann durchgeführt werden.

[0039] Bezug nehmend nun auf Fig. 5 ermittelt bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung das Temperaturregelungssystem die erwünschten Zustände für die Kühloptionen mittels Modifizierung der gemessenen Temperatur gemäß dem Status jeder indirekten Eingabe **20**. Im Gegensatz zum oben beschriebenen Prozess wird jede indirekte Eingabe **20** unabhängig behandelt.

[0040] Beim Einschalten des Computers wird bei **44** initial ein oberer Temperatur-Schwellenwert T_h auf beispielsweise 70°C gesetzt, und bei **45** wird ein unterer Temperatur-Schwellenwert T_L deaktiviert. Befindet sich das System bei **46** unter Netzstrom, und wird bei **46** eine Batterie schnell geladen, wird ein Lüfter **18** bei **47** auf niedrige Drehzahl eingestellt. Dann wird Schleife **70** betreten. Beträgt die gemessene Temperatur bei **64** 69°C oder weniger, werden alle der Kühloptionen abgeschaltet, und bei **74** wird der untere Temperatur-Schwellenwert deaktiviert. Die Routine verbleibt in Schleife **70**, bis die gemessene Temperatur T den oberen Schwellenwert überschreitet. Überschreitet die gemessene Temperatur T bei **72** den oberen Schwellenwert, wird bei **73** der Untere Tem-

peratur-Grenz-Schwellenwert bei 5°C unterhalb des oberen Schwellenwertes aktiviert, und mittels Ablesens indirekter Eingaben **20** wird die gemessene Temperatur eingestellt, um zu einer Betriebstemperatur zu werden. Der Prozess geht wie folgt weiter: Prüfe bei **76**, ob sich der Computer unter Netzstrom befindet (mit internem AC/DG-Wandler). Wenn ja, addiere bei **78** zur gemessenen Temperatur 2°C, sodass eine neue Betriebstemperatur gebildet wird.

[0041] Prüfe bei **80**, ob der Computer eine Batterie schnell lädt. Wenn ja, addiere bei **82** zur Betriebstemperatur 2°C.

[0042] Prüfe bei **84**, ob sich der Computer unter Netzstrom befindet und die Netzspannung **220** Volt beträgt oder höher ist. Wenn ja, addiere bei **86** zur Betriebstemperatur 3°C.

[0043] Prüfe bei **92**, ob es für den normalen Luftstrom irgendwelche Hindernisse gibt (Deckel geschlossen, Einheit angedockt oder PCMCIA-Karten in den Steckplätzen)? Wenn ja, subtrahiere bei **94** von der Betriebstemperatur 3°C.

[0044] Prüfe bei **96**, ob es irgendwelche Peripheriegeräte oder Komponenten gibt, die für einen zuverlässigen Betrieb eine besonders niedrige Temperatur erfordern. Wenn ja, addiere bei **98** (in Abhängigkeit von der Empfindlichkeit der Komponente) zur Betriebstemperatur „x" Grade.

[0045] Die Kühloptionen werden wie folgt ausgeführt:

1. Ist bei **102** die Betriebstemperatur höher als 95°C, schalte bei **104** die Einheit aus.
2. Ist bei **106** die Betriebstemperatur höher als 90°C, bringe die Einheit bei **108** in den Vollständig-„Standby"-Modus.
3. Ist bei **110** die Betriebstemperatur höher als 85°C, und wird bei **110** eine Batterie „schnell geladen", schalte bei **112** die Schnellladung der Batterie ab.
4. Ist die Betriebstemperatur niedriger als 90°C, und wird die Batterie nicht schnell geladen, wird bei **118** die in Fig. 6 dargestellte Tabelle genutzt, um den Zustand für die Kühloptionen zu ermitteln, wenn bei **113** irgendeine der folgenden Bedingungen erfüllt ist: 1) der Computer befindet sich im Energiesparmodus, 2) die Batteriespannung ist sehr gering, oder 3) eine Audio-Anwendung läuft. Anderenfalls wird bei **116** die Tabelle in Fig. 7 genutzt. Die Temperatureingabe in Fig. 6 und Fig. 7 ist die gemäß Fig. 5 ermittelte Betriebstemperatur.

[0046] Dann werden bei **120** neue obere und untere Schwellenwerte wie folgt eingestellt:

1. Ist bei **119** die gemessene Temperatur höher als die vorher gemessene Temperatur, d. h., wenn die Routine Schleife **70** aufgrund des Ablaufs **72** verlässt, addiere 3°C zum „oberen" Temperatur-Schwellenwert.
2. Ist bei **119** die gemessene Temperatur niedriger als die vorher gemessene Temperatur, d. h., wenn die Routine Schleife **70** aufgrund des Ablaufs **62** verlässt, addiere zum 3°C zum „unteren" Temperatur-Schwellenwert.

[0047] Nachdem die Temperatur-Schwellenwerte eingestellt sind, wird Schleife **70** erneut betreten. Steigt bei **72** die gemessene Temperatur über den oberen Temperatur-Schwellenwert, führt die Routine zusätzliche Kühloptionen aus. Fällt bei **62** die gemessene Temperatur unter den unteren Temperatur-Schwellenwert, deaktiviert die Routine die Kühloptionen in umgekehrter Reihenfolge.

[0048] Die Auswahl und Anwendung der Kühloptionen in Fig. 6 hängen von der erforderlichen Energie und dem aufgrund der jeweiligen Kühloption erzeugten Störgeräusch ab. Da ein Lüfter zusätzliche Energie verbraucht und Störgeräusch erzeugt, wird er beispielsweise nur unter den Bedingungen einer Betriebstemperatur über 82°C aktiviert. Die Auswahl und Anwendung der in Fig. 7 bestimmten Kühloptionen hängen von der Effektivität der Kühloptionen und der Wirkung der Kühloption auf die Betriebsparameter des Computers ab. Da ein Lüfter hocheffektiv ist und die Betriebsparameter des Computers nicht beeinflusst, wird er beispielsweise als ein erster Schutz gegen eine steigende Betriebstemperatur ausgeführt.

[0049] Es ist zu bemerken, dass ein Hindernis für normalen Luftstrom zu einer Absenkung der Betriebstemperatur **94** führt. Dies findet statt, da der Thermistor **16** unter Bedingungen konvektiver Kühlung eine Temperatur widerspiegelt, die niedriger als die tatsächliche Temperatur der Ungünstigster Fall-Chip-Position unter Bedingungen ist, die den Luftstrom einschränken, wobei die Thermistor-Ablesung der tatsächlichen Chip-Temperatur näher liegt.

[0050] Zusätze, Wegnahmen und andere Modifikationen der dargestellten Ausführungsformen der Erfindung werden entsprechenden Fachleuten klar sein und liegen innerhalb des Schutzumfangs der folgenden Ansprüche.

[0051] Was beansprucht wird, ist:

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einsatz bei der Temperaturregelung eines Computers, das umfasst:
Bestimmen (**49**) einer Temperatur (T) eines vorgegebenen Ortes in dem Computer;
Beziehen (**52**) eines indirekten Eingangs (**20**) von dem Computer, wobei der indirekte Eingang (**20**) ei-

nen Zustand wiederspiegelt, der die Betriebstemperatur des Computers beeinflussen kann; und gekennzeichnet durch:
Auswählen einer Kühloptions-Ausgabereaktionstabelle (**99**) aus möglichen Kühloptions-Ausgabereaktionstabellen (**97**) auf Basis des indirekten Eingangs (**20**), wobei jede der Kühloptions-Ausgabereaktionstabellen (**99**) wenigstens einen Kühloptions-Eintrag (**40**) hat, der einen Temperaturbereich und einen dazugehörigen Kühloptions-Status anzeigt,
Auswählen eines Kühloptions-Eintrags (**40**) aus der Kühloptions-Ausgabereaktionstabelle (**99**) und Herstellen des Kühloptions-Status des ausgewählten Kühloptions-Eintrags;
entsprechendes Wiederholen der Auswählschritte, wenn sich der indirekte Eingang (**20**) und die Temperatur (T) ändern.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei mehrere indirekte Eingänge (**30**, **32**, **34**) bezogen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Kühloptions-Ausgabereaktionstabelle (**99**) mehrere Kühloptions-Einträge hat.

4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die mehreren indirekten Eingänge (**30**, **32**, **34**) verwendet werden, um einen Index (**38**) herzustellen und der Index (**38**) verwendet wird, um die Kühloptions-Ausgabereaktionstabelle (**99**) auszuwählen.

5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob der Computer in eine Dockingstation eingesetzt ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob ein Anzeigebildschirm geschlossen ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob eine Zusatzkarte installiert ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob eine Vorrichtung vorhanden ist, die niedrigere Umgebungstemperatur erfordert oder überproportionale Wärme erzeugt.

9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob eine Audio-Funktion läuft.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, welcher Prozessor in dem Computer installiert ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob ein vom Benutzer zu setzendes Bit, das Kühlanforderungen anpassen kann, gesetzt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) einen Ladezustand einer Batterie anzeigt.

13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) einen Video-Modus des Computers anzeigt.

14. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob ein plötzlicher und drastischer Temperaturanstieg (T) erfolgt ist.

15. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob ein Plattenlaufwerk "beschleunigt" oder darauf zugegriffen wird.

16. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der indirekte Eingang (**20**) anzeigt, ob sich der Computer in einem Energiesparmodus befindet.

17. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kühloptions-Status einen gewünschten Zustand eines Gebläses (**18**) angibt.

18. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kühloptions-Status einen vollständigen oder teilweisen Standby-Zustand des Prozessors angibt.

19. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kühloptions-Status eine gewünschte Zeitabschaltung eines Peripheriegerätes angibt.

20. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kühloptions-Status eine gewünschte Frequenzeinstellung eines Peripheriegerätes angibt.

21. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Kühloptions-Status das Abschalten des Computers angibt.

22. Verfahren nach Anspruch 1, wobei wenigstens eine der Kühloptions-Ausgabereaktionstabellen (**97**) in einem Plattenspeicher gespeichert ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

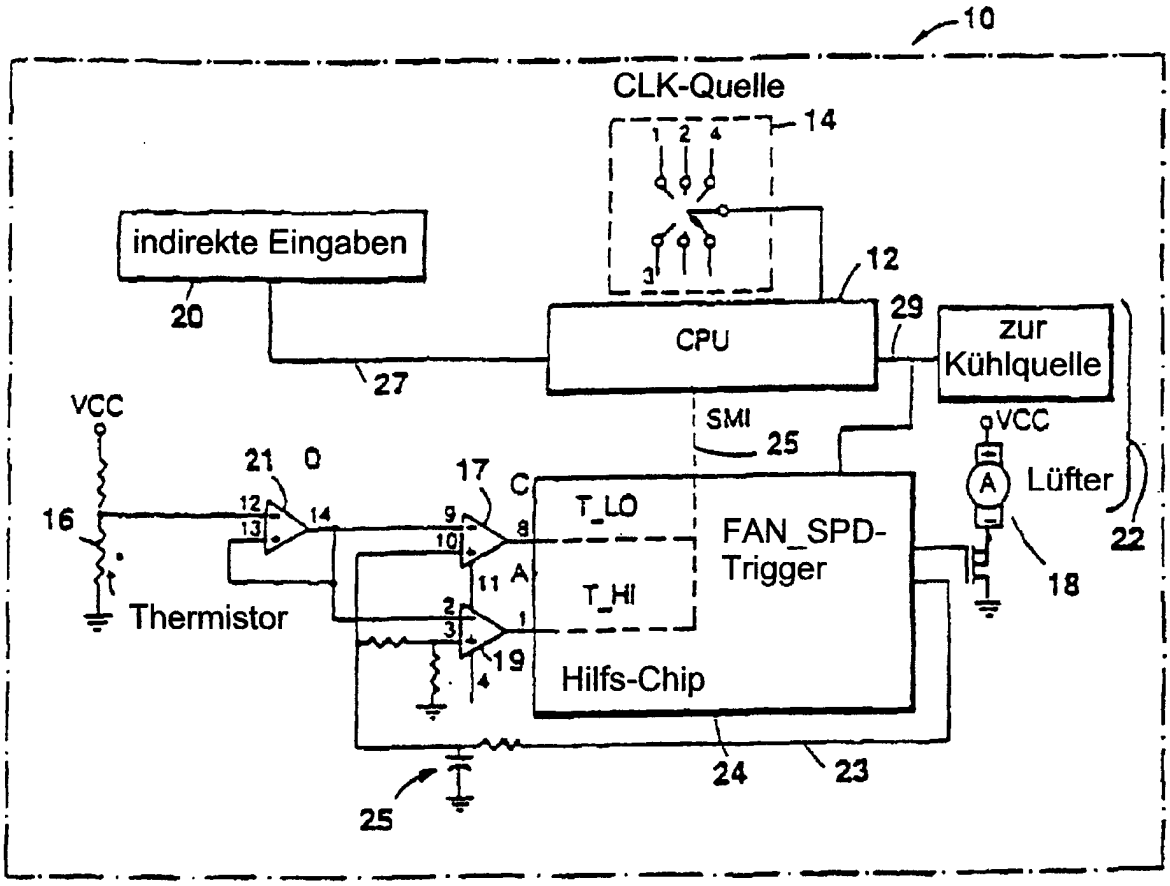

FIG. 1

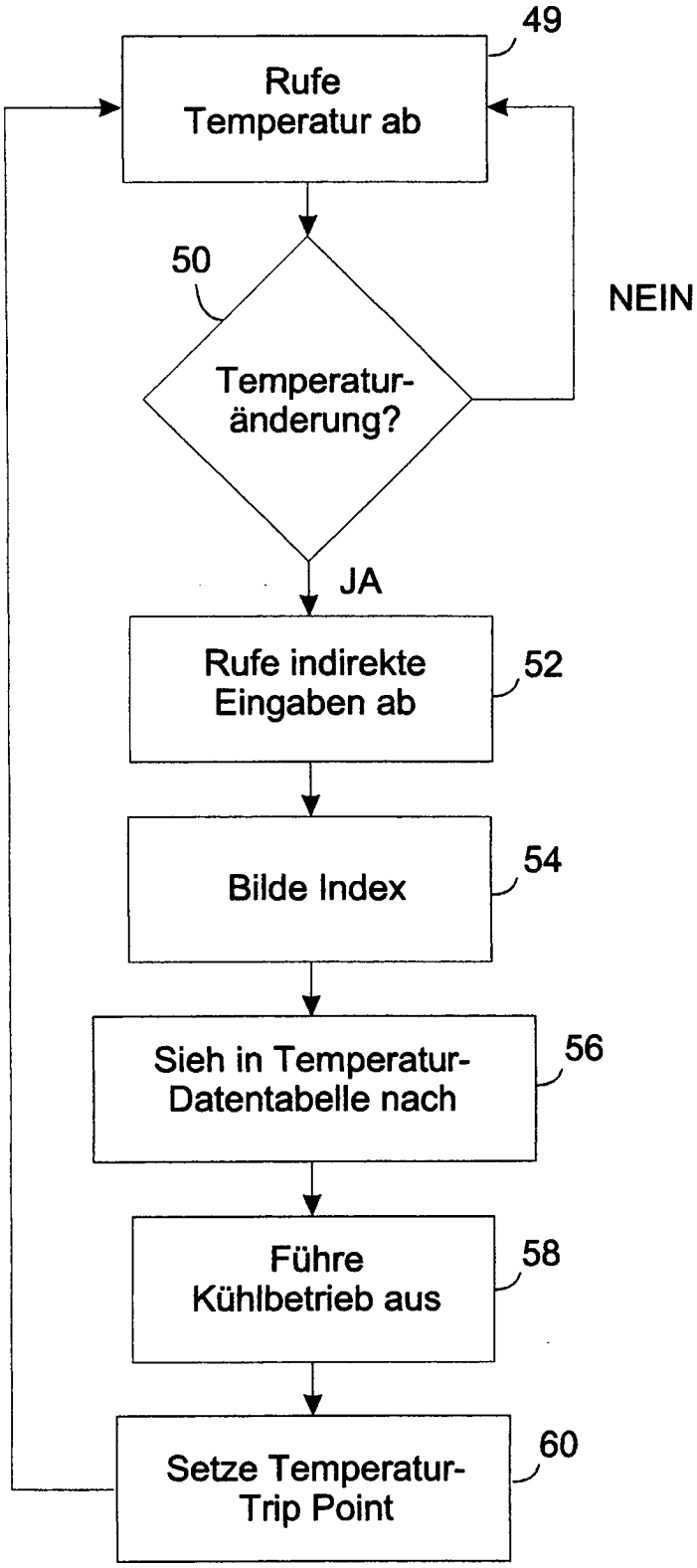
49
Rufe Temperatur ab
50
Temperatur-änderung?
NEIN
JA
Rufe indirekte Eingaben ab
52
Bilde Index
54
Sieh in Temperatur-Datentabelle nach
56
Führe Kühlbetrieb aus
58
Setze Temperatur-Trip Point
60

FIG. 2

97

39

32 Stromsparen ein?	34 Laden der internen Batterie?	36 Deckel geschlossen oder Luftsperre?	38 Index
nein	nein	nein	1
nein	nein	ja	2
nein	ja	nein	3
nein	ja	ja	4
ja	nein	nein	5
ja	nein	ja	6
ja	ja	nein	7
ja	ja	ja	8

FIG. 3

99

40

42

Eingabe	Ausgabe-Ergebnisse				
Eingabe-Temperatur	Lüfter-drehzahl	CPU-Geschwin-digkeit	Deaktiviere Schnellladen?	Peripherie-geräte-Inaktivitäts-zeit	nächster Trip-Point bei:
T ≤ 60°C	aus	voll	nein	10 Min.	65°C
60°C < T ≤ 68°C	aus	50%	nein	10 Min.	68°C
68°C < T ≤ 72°C	50%	25%	nein	7 Min.	72°C
72°C < T ≤ 74°C	75%	12%	ja	2 Min.	74°C
74°C < T ≤ 76°C	voll	12%	ja	1 Min.	76°C
T >76°C		Standby			

FIG. 4

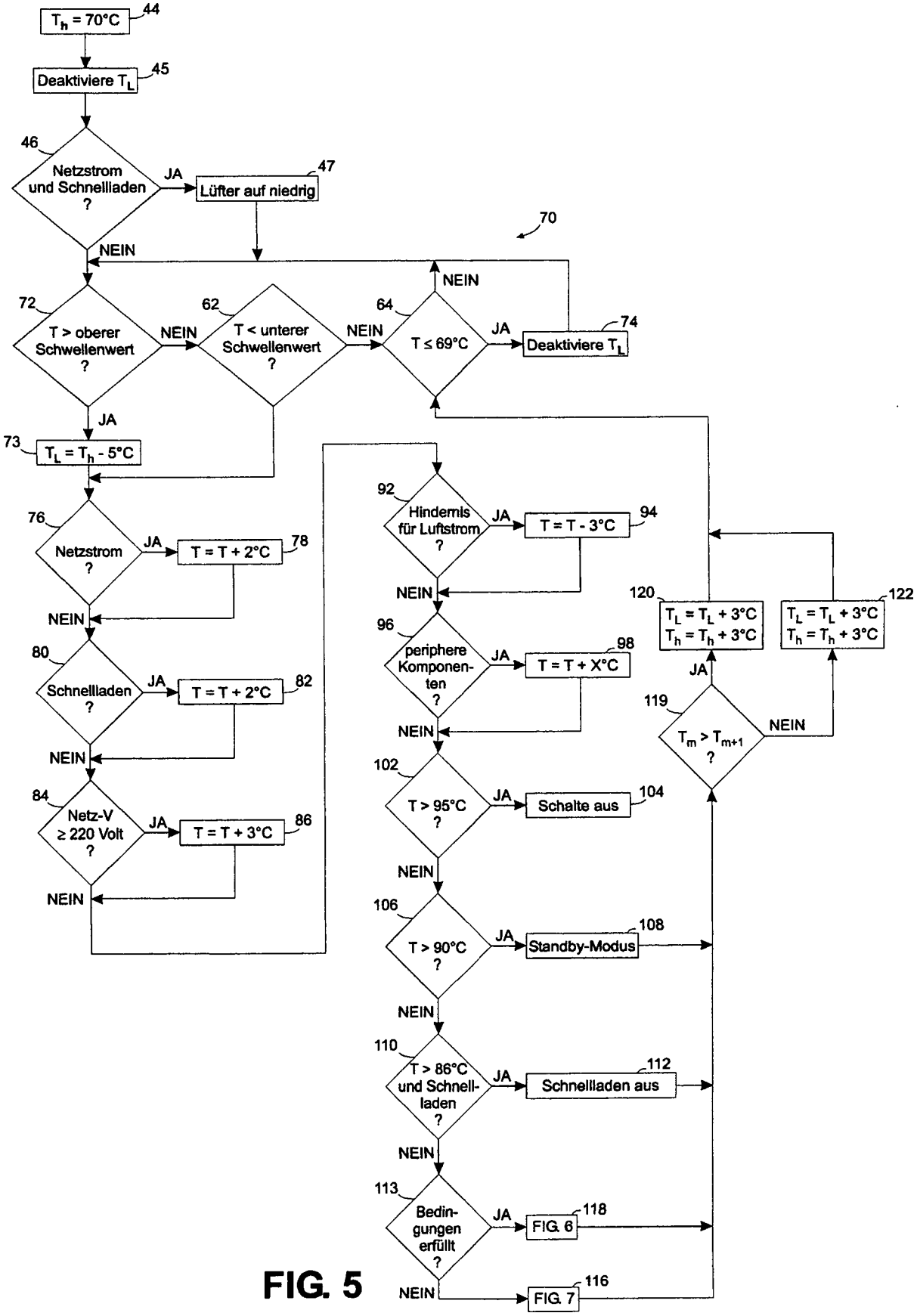
T_h = 70°C
44
Deaktiviere T_L
45
46
Netzstrom und Schnellladen ?
JA
47
Lüfter auf niedrig
NEIN
70
72
T > oberer Schwellenwert ?
NEIN
62
T < unterer Schwellenwert ?
NEIN
64
T ≤ 69°C
JA
74
Deaktiviere T_L
NEIN
JA
73
$T_L = T_h$ - 5°C
76
Netzstrom ?
JA
78
T = T + 2°C
NEIN
80
Schnellladen ?
JA
82
T = T + 2°C
NEIN
84
Netz-V ≥ 220 Volt ?
JA
86
T = T + 3°C
NEIN
92
Hindernis für Luftstrom ?
JA
94
T = T - 3°C
NEIN
96
periphere Komponenten ?
JA
98
T = T + X°C
NEIN
102
T > 95°C ?
JA
104
Schalte aus
NEIN
106
T > 90°C ?
JA
108
Standby-Modus
NEIN
110
T > 86°C und Schnellladen ?
JA
112
Schnellladen aus
NEIN
113
Bedingungen erfüllt ?
JA
118
FIG. 6
NEIN
116
FIG. 7
120
$T_L = T_L + 3°C$
$T_h = T_h + 3°C$
122
$T_L = T_L + 3°C$
$T_h = T_h + 3°C$
JA
119
$T_m > T_{m+1}$?
NEIN

FIG. 5

Eingabe	Ausgabe-Ergebnisse				
Eingabe-Temperatur	Lüfter-drehzahl	CPU-Geschwin-digkeit	Videotakt-Geschwin-digkeit	Peripherie-geräte-Inaktivitäts-zeit	Prozessor-Verlangsamung während Anlaufens
T ≤ 70°C	aus	voll	voll	10 Min.	aus
70°C < T ≤ 73°C	aus	voll	voll	2 Min.	aus
73°C < T ≤ 76°C	aus	voll	voll	2 Min.	ein
76°C < T ≤ 79°C	aus	voll	50%	2 Min.	ein
79°C < T ≤ 82°C	aus	50%	50%	2 Min.	ein
82°C < T ≤ 86°C	niedrig	25%	50%	2 Min.	ein
T > 86	hoch	25%	50%	2 Min.	ein

FIG. 6

Eingabe	Ausgabe-Ergebnisse		
Eingabe-Temperatur	Lüfterdrehzahl	CPU-Geschwindigkeit	Videotakt-Geschwindigkeit
T ≤ 70°C	aus	voll	voll
70°C < T ≤ 73°C	niedrig	voll	voll
73°C < T ≤ 76°C	mittel	voll	voll
76°C < T ≤ 80°C	hoch	voll	50%
80°C < T ≤ 83°C	hoch	75%	50%
83°C < T ≤ 87°C	hoch	50%	50%
87°C < T ≤ 90°C	hoch	25%	50%

FIG. 7