



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 505 303 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
11.10.2006 Patentblatt 2006/41

(51) Int Cl.:
F04D 29/66 ^(2006.01) **F04B 39/00** ^(2006.01)
F04B 49/00 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04018592.8**

(22) Anmeldetag: **05.08.2004**

(54) **Verfahren zur Geräuschreduzierung eines Maschinensatzes**

Procedure for noise reduction for a machine group

Procédé de réduction de bruit d'un groupe de machines

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **08.08.2003 DE 10336498**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.02.2005 Patentblatt 2005/06

(73) Patentinhaber: **Linde Kältetechnik GmbH & Co.KG
50999 Köln (DE)**

(72) Erfinder:
• **Ernst, Franz-Josef
53894 Mechernich-Kommern (DE)**

• **Gassen, Heinz
53489 Sinzig (DE)**
• **Olejniak, Janusz
50670 Köln (DE)**
• **Schierhorn, Uwe
50389 Wesseling (DE)**

(74) Vertreter: **Klunker . Schmitt-Nilson . Hirsch
Winzererstrasse 106
80797 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 1 286 056 DE-A- 3 520 538
US-A- 5 203 178

EP 1 505 303 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung von Geräuschen an einem Maschinensatz, der wenigstens einen Frequenzumrichter aufweist.

[0002] Unter dem Begriff "Maschinensatz" seien nachfolgend alle bekannten Anordnungen von Verdichtern, Pumpen, Ventilatoren und ähnlichen Aggregaten, denen wenigstens ein Frequenzumrichter zugeordnet ist, zu verstehen. Insbesondere seien darunter drehzahlregelte Verdichtersätze sowie drehzahlregelte Verflüssiger und Rückkühler, wie sie in Kälte- und Klimaanlage zur Anwendung kommen, zu verstehen.

[0003] Bei derartigen Maschinensätzen entstehen oftmals störende Geräusche, weil beispielsweise gepulste Spannungen von im Pulsweitenverfahren arbeitenden Frequenzumrichtern die Blechpakete der nachgeschalteten bzw. zugeordneten Motoren zur Resonanz anregen. Durch diese Geräusche werden beispielsweise die Anwohner von Supermärkten immer dann belästigt, wenn die Lüfterbetriebenen Rückkühler und Verflüssiger - wie dies der Regelfall ist - außen an bzw. auf den Dächern der Supermärkte angeordnet sind. Aber auch das Personal derartiger Supermärkte, das in der unmittelbaren Umgebung von Maschinensätzen tätig ist, wird durch die von ihnen ausgehenden Geräusche belästigt.

[0004] Es wurde bereits vorgeschlagen, in derartigen Fällen die Taktfrequenz der Frequenzumrichter zu verändern bzw. zu erhöhen, also beispielsweise von 2 bzw. 4 kHz auf 12 bzw. 15 kHz. Dies führt dazu, dass ein von einem Motor erzeugte Geräuschpegel gesenkt werden kann. Mit der Erhöhung der Taktfrequenz muss jedoch der zulässige Strom der Frequenzumrichter begrenzt bzw. verkleinert werden. Dies geschieht, um einer zu hohen thermischen Belastung der Motorbauteile vorzubeugen.

[0005] Ferner haben höhere Taktfrequenzen den Nachteil, dass die Lebensdauer der Motorwicklungen sinkt; aus diesen Gründen gehen einige Hersteller von Motoren zu entsprechend teuren Speziallösungen im Hinblick auf die Drahtqualität und -isolierung der Wicklungen über.

[0006] Bei der in US 5,203,178 beschriebenen Klimaanlage wird in einem Zeitraum, zu dem sich keine Personen in der Nähe der Anlage befinden, die Drehzahl des von einem Frequenzwandler angesteuerten Elektromotors variiert und der vom Motor erzeugte Lärmpegel in Abhängigkeit von der Drehzahl analysiert. Bei der in DE 35 20 538 A1 beschriebenen Kreiselpumpe wird zur Vermeidung von Kavitäten die Drehzahl der Kreiselpumpe variiert.

[0007] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren zur Reduzierung von Geräuschen an einem Maschinensatz anzugeben, das gegenüber dem bekannten Stand der Technik Vorteile aufweist.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein gattungsgemäßes Verfahren vorgeschlagen, das dadurch ge-

kennzeichnet ist, dass

- mittels entsprechender Sensoren der durch den Maschinensatz verursachte Geräuschpegel ermittelt und/oder
- mittels entsprechender Sensoren die Anwesenheit von Personen in der Umgebung des Maschinensatzes ermittelt wird,
- geprüft wird, ob eine Änderung der Parameter des Maschinensatzes vorgenommen werden kann, und,
- falls dies bejaht wird und ein voreingestellter Geräuschpegel überschritten und/oder die Anwesenheit wenigstens einer Person detektiert wird, eine Änderung der Taktfrequenz des oder der Frequenzumrichter vorgenommen wird.

[0009] Entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst ermittelt, ob der durch den Maschinensatz verursachte Geräuschpegel einen voreingestellten bzw. voreinstellbaren Geräuschpegel überschreitet. Alternativ oder zusätzlich wird mittels entsprechender Sensoren die Anwesenheit von Personen in der (unmittelbaren) Umgebung des Maschinensatzes selektiert. Als Sensoren kommen hierbei beispielsweise IR-Sensoren, stufenlose Näherungsschalter oder herkömmliche Bewegungsmelder zum Einsatz.

[0010] Des Weiteren wird geprüft, ob überhaupt eine Änderung der Parameter des Maschinensatzes vorgenommen werden kann. Dieser Verfahrensschritt ist erforderlich, da unter bestimmten Betriebsbedingungen eine Änderung der Parameter des Maschinensatzes unter Umständen nicht möglich ist, da der Maschinensatz ansonsten bestimmte Vorgaben nicht mehr einhalten bzw. erfüllen könnte. Eine derartige Situation kann beispielsweise dann auftreten, wenn der Maschinensatz einer Kälte- oder Klimaanlage gerade die maximal mögliche Leistung zur Verfügung stellen muss und der Betriebsstrom bereits sein Maximum erreicht hat.

[0011] Wurde nun festgestellt, dass der durch den Maschinensatz verursachte Geräuschpegel über einem voreingestellten Geräuschpegel liegt und/oder sich eine Person in der Umgebung des Maschinensatzes aufhält und darüber hinaus eine Änderung der Parameter des Maschinensatzes vorgenommen werden kann, so wird erfindungsgemäß nunmehr eine Änderung der Taktfrequenz des oder der Frequenzumrichter vorgenommen. Durch dies Änderung der Taktfrequenz des oder der Frequenzumrichter wird erreicht, dass das störende Geräusch verringert und damit die Belästigung von Personen verringert wird.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren weiterbildend wird vorgeschlagen, dass dann, wenn der voreingestellte Geräuschpegel wieder unterschritten und/oder die Anwesenheit wenigstens einer Person nicht mehr festgestellt wird, die Taktfrequenz des oder der Frequenzumrichter wieder verändert, vorzugsweise wieder die ursprüngliche Taktfrequenz eingestellt wird.

[0013] Mittels dieser Ausgestaltung des erfindungsge-

mäßigen Verfahrens wird sichergestellt, dass die Änderung der Taktfrequenz nur so lange aufrechterhalten wird, wie dies unbedingt erforderlich ist. Verlässt also beispielsweise eine Person, die sich in der Umgebung des Maschinensatzes aufgehalten hat, dessen Umgebung, so kann die Taktfrequenz des oder der Frequenzumrichter wieder entsprechend verändert werden.

[0014] Entsprechend einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Taktfrequenz nicht über einen voreingestellten und/oder voreinstellbaren Wert angehoben.

[0015] Wie bereits erwähnt, können zu hohe Taktfrequenzen dazu führen, dass die Lebensdauern der dem bzw. den Frequenzumrichtern zugeordneten Maschinen verringert wird. Es ist daher ggf. eine Wichtung von Geräuschreduzierung und Lebensdauer vorzunehmen. Hierbei handelt es sich um eine unscharfe Regelung zu deren Verarbeitung eine sog. Fuzzy-Logik-Funktion erforderlich ist.

[0016] Auch kann beispielsweise eine Mindestlebensdauer, die nicht unterschritten werden darf, definiert werden, wobei eine Aufsummierung der bereits geleisteten Laufzeiten jeweils den aktuellen Stand der Lebensdauer wiedergibt.

[0017] Entsprechend einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine kontinuierliche und/oder diskontinuierliche Änderung der Taktfrequenz realisierbar.

[0018] Ferner wird die Taktfrequenz vorzugsweise fließend oder in einem abgegrenzten Bereich - also zwischen einem eingestellten oder einstellbaren Minimal- und Maximalwert - verändert.

[0019] Neben den vorgenannten Parametern können weitere Parameter, wie beispielsweise die Tonhaltigkeit des störenden Geräusches, die Tageszeit, zu der das störende Geräusch auftritt, die Taktfrequenz des Bauteiles bzw. Aggregates, das das störende Geräusch verursacht, etc. berücksichtigt werden.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, störende Geräusche zumindest immer dann zu vermeiden, wenn ein voreingestellter bzw. voreinstellbarer Geräuschpegel überschritten wird und/oder wenigstens eine Person sich dem Maschinensatz nähert. Gleichzeitig wird der Parameter Lebensdauer des jeweiligen Maschinensatzes bzw. seiner Aggregate, wie Verdichter, Verflüssiger, etc. berücksichtigt.

[0021] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht ferner die Realisierung von Maschinensätzen, die mit herkömmlichen Verdichtern, Verflüssigern bzw. Rückkühlern arbeiten können. Es sind also keine, speziell an höhere Taktfrequenzen angepassten Aggregate, wie beispielsweise spezielle Motoren, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt sind, erforderlich. Des Weiteren ist nunmehr auch nicht mehr erforderlich, Bauteile bzw. Aggregate eines Maschinensatzes über das eigentlich erforderliche Maß hinaus zu dimensionieren.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung von Geräuschen an einem Maschinensatz, der wenigstens einen Frequenzumrichter aufweist, wobei
 - mittels entsprechender Sensoren der durch den Maschinensatz verursachte Geräuschpegel ermittelt wird und/oder
 - mittels entsprechender Sensoren die Anwesenheit von Personen in der Umgebung des Maschinensatzes ermittelt wird,
 - geprüft wird, ob eine Änderung der Parameter des Maschinensatzes vorgenommen werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - falls dies bejaht wird und ein voreingestellter Geräuschpegel überschritten und/oder die Anwesenheit wenigstens einer Person detektiert wird, eine Änderung der Taktfrequenz des oder der Frequenzumrichter vorgenommen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** dann, wenn der voreingestellte Geräuschpegel wieder unterschritten und/oder die Anwesenheit wenigstens einer Person nicht mehr festgestellt wird, die Taktfrequenz des oder der Frequenzumrichter wieder verändert, vorzugsweise wieder die ursprüngliche Taktfrequenz eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren, die die Anwesenheit von Personen erfassen, als IR-Sensor, als stufenlose Näherungsschalter, als Bewegungsmelder o. ä. ausgebildet sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Taktfrequenz nicht über einen voreingestellten und/oder voreinstellbaren Wert angehoben wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Veränderung der Taktfrequenz auch der Parameter Lebensdauer der dem oder den Frequenzumrichtern zugeordneten Maschinen berücksichtigt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine kontinuierliche und/oder diskontinuierliche Änderung der Taktfrequenz realisierbar ist.

Claims

1. Method of reducing noise in a machine group which comprises at least one frequency converter, wherein

- the noise level caused by the machine group is determined by means of corresponding sensors and/or
- the presence of personnel in the vicinity of the machine group is determined by means of corresponding sensors,
- an investigation is carried out as to whether a change can be made to the parameters of the machine group,

characterised in that

- if the answer to this is in the affirmative and a preset noise level is being exceeded and/or the presence of at least one person is detected, a change is made to the timing frequency of the frequency converter or converters.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** when the noise level has fallen back below the preset noise level and/or the presence of at least one person is no longer detected, the timing frequency of the frequency converter or converters is changed again, preferably the original timing frequency is reestablished.
 3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the sensors which detect the presence of personnel are designed as IR sensors, as infinitely variable proximity switches, as motion detectors or the like.
 4. Method according to one of the preceding claims 1 to 3, **characterised in that** the timing frequency is not raised above a preset and/or pre-selectable value.
 5. Method according to one of the preceding claims 1 to 4, **characterised in that** when the timing frequency is changed the parameter of the life of the machines associated with the frequency converter or converters is also taken into consideration.
 6. Method according to one of the preceding claims 1 to 5, **characterised in that** the timing frequency can be changed continuously and/or discontinuously.

Revendications

1. Procédé de réduction des bruits émis par un ensemble de machine, comprenant au moins un convertisseur de fréquence,
 - dans lequel le niveau de bruit émis par l'ensemble de machine est saisi au moyen de capteurs appropriés et/ou
 - dans lequel la présence de personnes à proxi-

mité de l'ensemble de machine est détectée au moyen de capteurs appropriés,
 - dans lequel il est contrôlé s'il est possible de procéder à une variation des paramètres de l'ensemble de machine,

caractérisé en ce que, dans l'affirmative, et si un niveau de bruit défini est dépassé, et/ou si la présence d'au moins une personne est détectée, il est procédé à une modification de la fréquence de base du ou des convertisseurs de fréquence.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la fréquence de base du ou des convertisseurs de fréquence est à nouveau modifiée, la fréquence initiale étant préférentiellement rétablie, quand le niveau de bruit retombe sous le niveau défini et/ou si la présence d'au moins une personne n'est plus constatée.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les capteurs détectant la présence de personnes sont réalisés en tant que capteurs à infrarouges, en tant que détecteurs progressifs de proximité, en tant que détecteurs de mouvement, ou similaires.
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la fréquence de base n'est pas élevée au-dessus d'une valeur pré-réglée et/ou pré-réglable.
5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**en cas de variation de la fréquence de base, il est aussi tenu compte du paramètre de durée de vie des machines affectées au(x) convertisseur(s) de fréquence.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**une variation continue et/ou discontinue de la fréquence de base est réalisable.