

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 400 696 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
24.03.2004 Patentblatt 2004/13

(51) Int Cl.7: **F04C 29/10, F25B 49/02**

(21) Anmeldenummer: **03019248.8**

(22) Anmeldetag: **26.08.2003**

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

(30) Priorität: **20.09.2002 DE 10243854**

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft
65189 Wiesbaden (DE)**

(72) Erfinder: **Gassen, Heinz
53489 Sinzig (DE)**

(74) Vertreter: **Zahn, Christoph
LINDE AKTIENGESELLSCHAFT,
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)**

(54) **Verfahren zum Regeln eines Verdichter- und/oder Lüftersatzes**

(57) Es wird ein Verfahren zum Regeln eines Verdichtersatzes oder eines Lüftersatzes beschrieben; dieses ermöglicht die Optimierung der Schaltzeiten der Verdichter und Lüfter eines Verdichter- bzw. Lüftersatzes. Eine manuelle Optimierung der Schaltzeiten - wie sie bisher vorgenommen wird - erübrigt sich.

Die Optimierung der Schaltzeiten der Verdichter und Lüfter eines Verdichter- bzw. Lüftersatzes hat zur Folge, dass sich die Lebensdauer der Verdichter und Lüfter erhöht.

EP 1 400 696 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln eines Verdichtersatzes oder eines Lüftersatzes, aufweisend einen oder mehrere Verdichter bzw. einen oder mehrere Lüfter.

[0002] Bei gattungsgemäßen Verfahren, die in Kälteanlagen bzw. -maschinen zur Anwendung kommen, erfolgt die Regelung des Saugdruckes durch Zu- bzw. Abschalten eines oder mehrerer Verdichter. Die Regelung des Hochdruckes erfolgt durch Zu- bzw. Abschalten einer oder mehrerer Lüfterstufen.

[0003] Zur Erzielung der geforderten Leistung und zur Vermeidung einer zu hohen Schalthäufigkeit - diese würde die Verdichter bzw. die Lüfter unverhältnismäßig belasten -, werden die einzelnen Leistungsstufen zeitverzögert zu- und abgeschaltet. Hierbei setzt sich die Zeitverzögerung t_g aus einer Basiseinschaltzeit t_b - die als konstant angenommen wird - und eine von der Regelabweichung abhängigen variablen Schaltzeit t_v zusammen.

[0004] Die Ermittlung der Zeitverzögerung t_g erfolgt nach folgender Formel:

$$t_g = t_b + t_v$$

wobei für t_v gilt:

$$t_v = t_{v_max} - (t_{v_max} * dt) / dt_{max}$$

Hierbei sind:

t_v = variable Schaltzeit

t_{v_max} = maximale variable Schaltzeit

dt = Regelabweichung

dt_{max} = maximale Regelabweichung

wobei sofern $dt > dt_{max}$, dann gilt $dt = dt_{max}$

[0005] Aus der obigen Formel ist ersichtlich, dass sich die Zeitverzögerung t_g umgekehrt proportional zu der Regelabweichung dt verhält.

[0006] Zu lange Schaltzeiten führen zu vergleichsweise hohen Regelabweichungen. Zu kurze Schaltzeiten hingegen bewirken ein Überschreiten der zulässigen Schalthäufigkeit der Verdichter bzw. Lüfter. Zwar werden zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme einer Kälteanlage bzw. -maschine die Schaltzeiten eingestellt, jedoch sind diese nur für den bei der Inbetriebnahme herrschenden Anlagenzustand als optimal anzusehen.

[0007] Ändert sich der Leistungsbedarf - bspw. im Nachtbetrieb, wenn der oder einzelne Verbraucher abgedeckt und/oder abgeschaltet werden - und/oder variieren die Umgebungsbedingungen der Anlage - bspw. bei Änderungen der Außentemperatur und/oder der Temperatur im Verkaufsraum -, so weichen die aktuellen Schaltzeiten von den zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme eingestellten Optimalwerten ab.

[0008] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren anzugeben, das es ermöglicht, die Schaltzeiten der Verdichter bzw. Lüfter an die jeweils aktuellen Umgebungsbedingungen und/oder an den jeweils erforderlichen Leistungsbedarf anzupassen.

[0009] Dies wird erfindungsgemäß durch eine Verfahrensweise gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 gelöst.

[0010] Erfindungsgemäß wird nunmehr zur Begrenzung der Schalthäufigkeit der Verdichter bzw. Lüfter zunächst die maximale Anzahl der Schaltungen je Stunde je Verdichter bzw. je Lüfter vorgegeben. Mittels dieses Parameters wird festgelegt, in welchen minimalen Zeitabständen ein Verdichter bzw. Lüfter eingeschaltet werden kann bzw. darf.

[0011] Beträgt bspw. die maximale Schalthäufigkeit 10 Schaltungen pro Stunde, kann ein Verdichter bzw. Lüfter folglich frühestens alle 6 Minuten erneut eingeschaltet werden; Voraussetzung hierfür ist selbstverständlich, dass der Verdichter bzw. Lüfter zuvor ausgeschaltet wurde.

[0012] Bei Kälte- bzw. Wärmebedarf erfolgt das Zu- und Abschalten von Verdichtern bzw. Lüftern in Abhängigkeit von der Abweichung von einem voreingestellten Sollwert. Hieraus ergibt sich eine Bedarfszykluszeit t_{Bz} ; diese ist definiert als Zeitintervall zwischen dem Einschalten eines Verdichters bzw. Lüfters und dem nächstfolgenden Zeitpunkt, zu dem erneut ein Kälte- bzw. Wärmebedarf besteht und zeitverzögert ein Verdichter bzw. Lüfter zugeschaltet wird.

[0013] Das Zuschalten eines oder mehrerer Verdichter bzw. Lüfter erfolgt nach einer Verzögerungszeit t_{v_EIN} , das

EP 1 400 696 A1

Abschalten eines oder mehrerer Verdichter bzw. Lüfter nach einer Verzögerungszeit t_{V_Aus} .

[0014] Zur Einhaltung der geforderten maximalen Schalthäufigkeit ist ein erneutes Zuschalten eines oder mehrerer Verdichter bzw. Lüfter erst nach Ablauf der Einschaltverzögerungszeit t_E möglich. Die Einschaltverzögerungszeit t_E wird mittels der maximal vorgegebenen Schaltungen pro Stunde berechnet; somit gilt:

$$t_E = 60 \text{ Minuten} / \text{maximale Anzahl der Schaltungen pro Stunde}$$

[0015] Durch die Einschaltverzögerungszeit t_E ergibt sich je Verdichter bzw. Lüfter eine Einschaltsperrzeit t_{S_EIN} . Diese Einschaltsperrzeit wird wie folgt berechnet:

$$t_{S_EIN} = t_E - t_{BZ} - t_{V_EIN}$$

[0016] Bei zu langen Ein- und Ausschaltverzögerungszeiten ist das Ergebnis negativ, bei zu kurzen Zeiten positiv. Bei mehreren Verdichtern bzw. Lüftern ergeben sich im Regelfall unterschiedliche Einschaltsperrzeiten; bei der nachfolgenden Berechnung wird lediglich die kürzeste Einschaltsperrzeit herangezogen.

[0017] Zur Vermeidung der Einschaltsperrzeit werden die Ein- und Ausschaltverzögerungszeiten t_{V_EIN} und t_{V_AUS} je Verdichter bzw. Lüfter jeweils für den nächsten Bedarfszyklus neu berechnet.

[0018] Wie oben beschrieben, setzen sich die Ein- und Ausschaltverzögerungszeiten aus einer Basiseinschaltzeit t_b und einer variablen Schaltverzögerung bzw. Schaltzeit t_v zusammen. Die (kürzeste) Einschaltsperrzeit t_{S_EIN} wird prozentual auf beide Verzögerungszeiten verteilt.

P_{V_EIN} = Prozentualer Anteil auf die variable Einschaltverzögerung

(z. B. 0,8 = 80 % der Abweichung auf Einschaltverzögerung, 20 % auf Ausschaltverzögerung)

P_{B_EIN} = Prozentualer Anteil auf die Basiseinschaltverzögerung

(z. B. 0,5 = 50 % der Abweichung auf Basiseinschaltverzögerung, 50 % auf variable)

[0019] Berechnung der neuen Basiseinschaltzeit $t_{V_EIN_B}$:

$$t_{V_EIN_B} = t_{V_Ein_B} + (t_{S_EIN} * P_{V_EIN} * P_{B_EIN}) * P$$

wobei P ein Proportionalitätsfaktor ist, mittels dessen eine Verstärkung oder Dämpfung des Reglers erfolgen kann.

[0020] Berechnung der neuen variablen Einschaltzeit $t_{V_EIN_V}$:

$$t_{V_EIN_V} = t_{V_Ein_V} + (t_{S_EIN} * P_{V_EIN} * (1 - P_{B_EIN})) * P$$

[0021] Berechnung der neuen Basisausschaltzeit $t_{V_AUS_B}$:

$$t_{V_AUS_B} = t_{V_AUS_B} + (t_{S_EIN} * (1 - P_{V_EIN}) * P_{B_EIN}) * P$$

[0022] Berechnung der neuen variablen Ausschaltzeit $t_{V_AUS_V}$:

$$t_{V_AUS_V} = t_{V_AUS_V} + (t_{S_EIN} * (1 - P_{V_EIN}) * (1 - P_{B_EIN})) * P$$

[0023] Die vier angeführten Formeln gelten jedoch nur dann, wenn lediglich ein Verdichter bzw. Lüfter vorgesehen ist. Kommen mehrere Verdichter bzw. Lüfter zur Anwendung, so sind die in den Klammern angeführten Produkte durch einen Faktor N zu teilen,

wobei N für die Anzahl der Verdichter bzw. Lüfter, die während einer Bedarfszykluszeit eingeschaltet sind, steht. Die vier vorgenannten Formeln lauten dann:

$$t_{V_EIN_B} = t_{V_Ein_B} + (t_{S_EIN} * P_{V_EIN} * P_{B_EIN} / N) * P$$

$$t_{V_EIN_V} = t_{V_EIN_V} + (t_{S_EIN} * P_{V_EIN} * (1-P_{B_EIN}) / N) * P$$

$$t_{V_AUS_B} = T_{V_AUS_B} + (t_{S_EIN} * (1-P_{V_EIN}) * P_{B_EIN} / N) * P$$

$$t_{V_AUS_V} = t_{V_AUS_V} + (t_{S_EIN} * (1-P_{V_EIN}) * (1-P_{B_EIN}) / N) * P$$

[0024] Nach der bereits angeführten Formel $t_g = t_b + t_v$ für die Zeitverzögerung kann nunmehr die Zeitverzögerung t_{g_EIN} , mit der ein Verdichter bzw. Lüfter zugeschaltet wird, nach folgender Formel ermittelt werden: $t_{g_EIN} = t_{V_EIN_B} + t_{V_EIN_V}$.

[0025] Die Zeitverzögerung t_{g_AUS} , mit der ein Verdichter bzw. Lüfter abgeschaltet wird, berechnet sich nach folgender Formel: $t_{g_AUS} = t_{V_AUS_B} + t_{V_AUS_V}$

[0026] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Regeln eines Verdichtersatzes oder eines Lüftersatzes ermöglicht eine Optimierung der Schaltzeiten der Verdichter und Lüfter eines Verdichter- bzw. Lüftersatzes. Eine manuelle Optimierung der Schaltzeiten - wie sie bisher vorgenommen wird - erübrigt sich dank des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0027] Die Optimierung der Schaltzeiten der Verdichter und Lüfter eines Verdichter- bzw. Lüftersatzes hat zur Folge, dass sich die Lebensdauer der Verdichter und Lüfter erhöht.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln eines Verdichtersatzes oder eines Lüftersatzes, aufweisend einen oder mehrere Verdichter bzw. einen oder mehrere Lüfter, **dadurch gekennzeichnet, dass**

a) den Verdichtern bzw. Lüftern die maximale Anzahl der Schaltungen pro Stunde vorgegeben und daraus die Einschaltverzögerungszeit t_E errechnet wird, wobei gilt: $t_E = 60 \text{ Minuten} / \text{maximale Anzahl der Schaltungen pro Stunde}$,

b) die Bedarfszykluszeit t_{BZ} , die als Zeitintervall zwischen dem Einschalten eines Verdichters bzw. Lüfters und dem nächstfolgenden Zeitpunkt, zu dem erneut ein Kälte- bzw. Wärmebedarf besteht und zeitverzögert ein Verdichter bzw. Lüfter zugeschaltet wird, definiert ist, ermittelt wird,

c) eine Einschaltsperrzeit t_{S_EIN} je Verdichter bzw. Lüfter ermittelt wird, wobei gilt: $t_{S_EIN} = t_E - t_{BZ} - t_{V_EIN}$ und die Verzögerungszeit t_{V_EIN} , mit der ein Verdichter bzw. Lüfter zugeschaltet wird, vorgegeben wird,

d) eine Basiseinschaltzeit $t_{V_EIN_B}$ ermittelt wird, wobei gilt:

$$t_{V_EIN_B} = t_{V_EIN_B} + (t_{S_EIN} * P_{V_EIN} * P_{B_EIN} / N) * P,$$

wobei P ein Proportionalitätsfaktor ist, mittels dessen eine Verstärkung oder Dämpfung des Reglers erfolgen kann, N für die Anzahl der Verdichter bzw. Lüfter, die während einer Bedarfszykluszeit eingeschaltet sind, steht und die ermittelte Einschaltsperrzeit t_{S_EIN} prozentual auf die Basiseinschaltverzögerung und die variable Einschaltverzögerung verteilt wird,

e) eine variable Einschaltzeit $t_{V_EIN_V}$ ermittelt wird, wobei gilt:

$$t_{V_EIN_V} = t_{V_EIN_V} + (t_{S_EIN} * P_{V_EIN} * (1-P_{B_EIN}) / N) * P$$

f) eine Basisausschaltzeit $t_{V_AUS_B}$ ermittelt wird, wobei gilt:

$$t_{V_AUS_B} = t_{V_AUS_B} + (t_{S_EIN} * (1-P_{V_EIN}) * P_{B_EIN} / N) * P$$

g) eine variable Ausschaltzeit $t_{V_AUS_V}$ ermittelt wird, wobei gilt:

EP 1 400 696 A1

$$t_{V_AUS_V} = t_{V_AUS_V} + (t_{S_EIN} * (1-P_{V_EIN}) * (1-P_{B_EIN}) / N) * P$$

h) die Zeitverzögerung t_{g_EIN} , mit der ein Verdichter bzw. Lüfter zugeschaltet wird, nach folgender Formel ermittelt wird: $t_{g_EIN} = t_{V_EIN_B} + t_{V_EIN_V}$ und

i) die Zeitverzögerung t_{g_AUS} , mit der ein Verdichter bzw. Lüfter abgeschaltet wird, nach folgender Formel ermittelt wird: $t_{g_AUS} = t_{V_AUS_B} + t_{V_AUS_V}$



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 03 01 9248

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 35 00 636 A (HITACHI LTD) 18. Juli 1985 (1985-07-18) * Seite 13, Zeile 14 - Seite 18, Zeile 9; Anspruch 2; Abbildung 4 *	1	F04C29/10 F25B49/02
A	US 5 231 846 A (GOSHAW CRAIG M ET AL) 3. August 1993 (1993-08-03) * Spalte 3, Zeile 56 - Spalte 5, Zeile 61; Abbildung 2 *	1	
A	US 6 419 454 B1 (CHRISTIANSEN LEO P) 16. Juli 2002 (2002-07-16) * Spalte 4, Zeile 50 - Zeile 67 * * Spalte 5, Zeile 57 - Spalte 9, Zeile 52; Anspruch 3; Abbildung 1 *	1	
A	DE 35 43 707 A (LINDE AG) 19. Juni 1987 (1987-06-19) * Spalte 3, Zeile 9 - Spalte 4, Zeile 25; Abbildung 1 *	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 250 (P-882), 12. Juni 1989 (1989-06-12) & JP 01 050102 A (SHINKO ELECTRIC CO LTD), 27. Februar 1989 (1989-02-27) * Zusammenfassung *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F04C F25B F04B F04D G05B
A	EP 0 593 225 A (INGERSOLL RAND CO) 20. April 1994 (1994-04-20) * Spalte 9, Zeile 28 - Spalte 12, Zeile 38; Abbildung 7 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 2. Dezember 2003	Prüfer Di Giorgio, F
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 03 01 9248

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-12-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3500636 A	18-07-1985	JP 1775172 C	28-07-1993
		JP 4052396 B	21-08-1992
		JP 60147585 A	03-08-1985
		DE 3500636 A1	18-07-1985
		US 4580947 A	08-04-1986
US 5231846 A	03-08-1993	KEINE	
US 6419454 B1	16-07-2002	KEINE	
DE 3543707 A	19-06-1987	DE 3543707 A1	19-06-1987
JP 01050102 A	27-02-1989	KEINE	
EP 0593225 A	20-04-1994	US 5343384 A	30-08-1994
		DE 69310079 D1	28-05-1997
		DE 69310079 T2	28-08-1997
		EP 0593225 A1	20-04-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82