

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Mai 2009 (28.05.2009)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/065540 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H05K 7/20 (2006.01) *H02P 29/02* (2006.01)
H02P 7/29 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/009702
- (22) Internationales Anmeldedatum:
17. November 2008 (17.11.2008)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2007 057 100.5
19. November 2007 (19.11.2007) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **EBM-PAPST ST. GEORGEN GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Hermann-Papst-Strasse 1, 78112 St. Georgen (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GUTMANN, Markus** [DE/DE]; Waldstrasse 21, 78232 March (DE). **KARWATH, Arno** [DE/DE]; Schwenninger Strasse 36, 78652 Deisslingen (DE). **DUFNER, Thomas** [DE/DE]; Belchenstrasse 8, 78136 Schonach (DE).
- (74) Anwalt: **RAIBLE, Tobias**; Raible & Raible, Schoderstrasse 10, 70192 Stuttgart (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FAN ARRANGEMENT IN WHICH THE CONSUMED ELECTRIC POWER IS INFLUENCED

(54) Bezeichnung: LÜFTERANORDNUNG MIT BEEINFLUSSUNG DER AUFGENOMMENEN ELEKTRISCHEN LEISTUNG

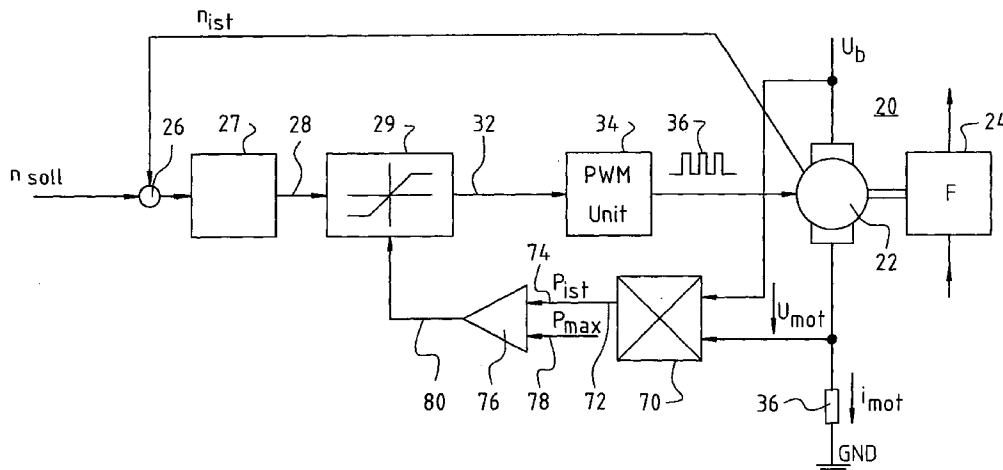


Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed is a fan arrangement (20) comprising a fan (24) that is driven by an electric motor (22), a device for continuously detecting an actual electrical value associated with the electric motor (22) during operation, an input device for entering a desired electrical value for operating the electric motor, a comparator (26) for comparing said desired electrical value with the actual electrical value, and a regulator which regulates said electrical value by means of a pulse width modulation process (36).

(57) Zusammenfassung: Eine Lüfteranordnung (20) hat einen von einem Elektromotor (22) angetriebenen Lüfter (24). Sie hat ferner eine Vorrichtung zur fortlaufenden Erfassung eines dem Elektromotor (22) im Betrieb zugeordneten tatsächlichen elektrischen Wertes, dazu eine Eingabevorrichtung zur Eingabe eines

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2009/065540 A2



ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

Erklärung gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Lüfteranordnung mit Beeinflussung der aufgenommenen elektrischen Leistung

Die Erfindung betrifft eine Lüfteranordnung mit Beeinflussung der von ihr aufgenommenen elektrischen Leistung.

Wenn ein Lüfter von einem Elektromotor angetrieben wird, ergibt sich eine Kombination der Eigenschaften des Lüfters und der Eigenschaften des Elektromotors.

Es gibt verschiedene Bauarten von Lüftern, z.B. Radiallüfter, Querstromgebläse, Axiallüfter und Diagonallüfter. Radiallüfter unterscheidet man in Radiallüfter mit rückwärts gekrümmten Schaufeln und Radiallüfter mit vorwärts gekrümmten Schaufeln. Ebenso gibt es bei den anderen Bauarten viele weitere Unterbauarten.

Die Eigenschaften eines Lüfters ergeben sich aus der sogenannten Luftleistungskennlinie, die angibt, welche Luftmenge pro Stunde (m^3/h) der Lüfter bei einem bestimmten Staudruck Δp_f [Pascal] fördert, und aus der Motorkennlinie, welche angibt, wieviel Leistung der Motor benötigt, um eine bestimmte Luftmenge pro Stunde zu fördern.

Die benötigte Leistung ergibt sich ferner aus den Betriebsbedingungen des Lüfters: Wenn z.B. ein Lüfter Luft von außen in einen Raum bläst, bei dem alle Türen und Fenster geschlossen sind, wird der Lüfter bei maximalem Staudruck betrieben. Frei ausblasend bedeutet dagegen, dass der Lüfter frei in einem Raum steht und keine räumliche Trennung und auch keine Druckdifferenz zwischen seiner Ansaug- und Auslassseite besteht. Dies bedeutet, dass ein frei ausblasender Lüfter einen anderen Leistungsbedarf hat als ein Lüfter, der in das Innere eines geschlossenen Raumes Luft fördert.

Betrachtet man den Verlauf der Aufnahmeleistung einer Lüfteranordnung über dem erzeugten Luft-Volumenstrom, so sieht man, dass diese Leistung stark vom eingestellten Arbeitspunkt bzw. vom Druckaufbau im Lüfter abhängig ist. Z.B. wird bei einem Radiallüfter

die maximale Leistung gewöhnlich frei ausblasend erreicht, also bei einer Druckerhöhung von $\Delta p_f = 0$, während sie bei einem Axiallüfter bei einer maximalen Druckerhöhung von $\Delta p_f = \text{Maximum}$ erreicht wird.

Radiallüfter werden normalerweise bei höherem Staudruck eingesetzt. Arbeiten sie ohne Staudruck, also frei ausblasend, so werden sie an ihrer Leistungsgrenze betrieben, d.h. ein Radiallüfter muss für diesen Betriebspunkt ausgelegt werden, obwohl dieser in der Praxis selten und eher durch Zufall vorkommt. Dies begrenzt die Leistung eines solchen Lüfters bei anderen Betriebsbedingungen.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine neue Lüfteranordnung bereit zu stellen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1.

Lüfteranordnungen sind normalerweise so ausgelegt, dass bei maximal zulässiger elektrischer Leistungsaufnahme die maximal zulässige Wicklungstemperatur des Elektromotors nicht überschritten wird. Dies bedeutet, dass bei vielen Anwendungen eine solche Lüfteranordnung "unterfordert" wird, d.h. an den meisten Arbeitspunkten arbeitet sie unterhalb ihrer maximal zulässigen Leistung.

Durch die Erfindung erreicht man, dass eine solche Lüfteranordnung an ihrer zulässigen Leistungsgrenze betrieben werden kann, d.h. mit demselben Lüfter erhält man eine verbesserte Luftleistungskennlinie. Die Überlegung ist dabei, die Lüfteranordnung immer im Bereich ihrer maximal zulässigen Leistung, also an der Leistungsgrenze, oder nahe bei dieser, zu betreiben, und dadurch mehr Volumenstrom bei gleichem Gegendruck zu erzielen, also die Luftleistung zu erhöhen, ohne dass man dazu eine größere Lüfteranordnung benötigt. Je nach Art der Lüfteranordnung können sich hierbei unterschiedliche Lösungen ergeben.

Für die Praxis ist ferner wichtig, dass die Benutzer daran gewöhnt sind, die Luftleistung eines Axiallüfters über eine Drehzahlregelung zu verändern. Dies kann aber zur Folge haben, dass bei maximaler Drehzahl die vom Lüfter aufgenommene Leistung zu hoch wird mit der Folge, dass der Elektromotor zu heiß wird. Dies ist bei einem Axiallüfter normalerweise erst dann der Fall, wenn der Staudruck Δp_f links des sogenannten Sattels sehr hoch wird. Der normale Arbeitsbereich eines Axiallüfters ist nämlich kurz unterhalb des Sattels, da es im

Bereich des Sattels zu Strömungsabrissen an den Lüfterflügeln kommt, die eine drastische Erhöhung des Lüftergeräusches mit sich bringen.

Aus diesem Grund wird ein solcher Lüfter in einem großen Teil seines Betriebsbereichs mit einer normalen Drehzahlregelung betrieben. Wenn jedoch die vom Lüftermotor aufgenommene elektrische Leistung zu hoch wird, wird diese bei der nachfolgend beschriebenen Ausführungsform auf einen zulässigen Wert begrenzt. Auf diese Weise ist es möglich, den Lüfter bis zu einem vorgegebenen Volumenstrom drehzahlregelt und anschließend bei noch höherem Druck leistungsbegrenzt zu betreiben. Dies hat den Vorteil, dass die Luftleistung des Lüfters wie gewohnt über die Drehzahlregelung verändert werden kann. Nur in Bereichen maximaler Drehzahl wird in diesem Fall die Leistungsbegrenzung bei hohem Staudruck aktiv. Bei einem Axiallüfter ist dies normalerweise erst bei einem Staudruck links des "Sattels" der Fall. Der normale Arbeitsbereich eines Axiallüfters ist kurz unterhalb des "Sattels", und in diesem Bereich kann der Lüfter mit seiner Drehzahlregelung normal betrieben werden.

Durch den Betrieb des Lüftermotors an seiner Leistungsgrenze kann mit dem gleichen Lüfter eine deutlich höhere Luftleistung erzielt werden, was bei der Kühlung wichtig sein kann, besonders an heißen Tagen.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen und in der Zeichnung dargestellten, in keiner Weise als Einschränkung der Erfindung zu verstehenden Ausführungsbeispielen. Es zeigt:

Fig. 1 eine Ausführungsform einer Lüfteranordnung mit einem leistungsbegrenzten Drehzahlregler,

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung eines Axiallüfters, hier in Form eines Gerätelüfters, wie er z.B. zur Kühlung von Desktops verwendet wird,

Fig. 3 eine beispielhafte Lüfterkennlinie einer Lüfteranordnung nach Fig. 1,

Fig. 4 eine Kennlinie der Leistungsaufnahme abhängig vom geförderten Luftvolumen pro Stunde [m^3/h] bei einer Anordnung nach Fig. 1,

- Fig. 5 ein Diagramm zur Erläuterung eines Problems, wie es bei Fig. 1 in der Praxis auftreten kann,
- Fig. 6 eine Variante zu Fig. 1,
- Fig. 7 ein Schaubild zur Erläuterung von Fig. 6,
- Fig. 8 Messkurven, welche mit der Variante nach Fig. 6 aufgenommen wurden; sie zeigen den Staudruck Δp_f in Abhängigkeit vom Volumenstrom V/t bei einer konstanten niedrigen Leistung und bei einer konstanten höheren Leistung,
- Fig. 9 Messkurven zu Fig. 6; diese zeigen die Drehzahl abhängig vom Volumenstrom bei niedriger konstanter Leistung und bei höherer konstanter Leistung,
- Fig. 10 den Motorstrom i_{mot} abhängig vom Volumenstrom V/t bei niedriger konstanter Leistung und bei höherer konstanter Leistung, und
- Fig. 11 die vom Motor 12 aufgenommene elektrische Leistung P (Watt) bei niedriger konstanter Leistung (Kurve 122) und bei höherer konstanter Leistung (Kurve 124); man erkennt, dass die Leistung im Betrieb praktisch konstant gehalten wird, so dass die Leistung des Motors voll ausgenutzt werden kann.

Fig. 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer Lüfteranordnung 20 mit einem Elektromotor 22 und einem von diesem angetriebenen Lüfter 24. Letzterer kann ein Axiallüfter, ein Radiallüfter, ein Diagonallüfter, ein Querstromgebläse etc. sein.

Die Drehzahl n_{ist} des Motors 22 kann auf einen Wert n_{soll} geregelt werden. Häufig wird n_{soll} durch die Temperatur in der Umgebung der Lüfteranordnung 20 bestimmt, z.B. mittels eines Temperatursensors 23, wie er in Fig. 2 dargestellt ist. Dieser Sensor kann auch außerhalb des Lüfters 24 angeordnet werden.

Für die Drehzahlregelung wird außerdem die aktuelle Drehzahl n_{ist} des Motors 22 fortlaufend erfasst und einem Vergleicher 26 zugeführt, ebenso die gewünschte Drehzahl n_{soll} , vgl. Fig. 1.

Das Ausgangssignal des Vergleichers 26 wird einem Regler 27 zugeführt, der je nach den Anforderungen z.B. ein P-Regler, ein PI-Regler oder ein PID-Regler sein kann. Der Regler 27 hat einen Ausgang 28, an dem man einen Stellwert erhält, der einem Begrenzer 29 zugeführt wird. Dieser begrenzt den Stellwert auf einen vorgegebenen Wert.

Das begrenzte Signal am Ausgang 32 des Begrenzers 29 wird einem PWM-Modul 34 zugeführt und dort in ein PWM-Signal 36 umgeformt, das dem Motor 22 zugeführt wird und den Strom i_{mot} in diesem steuert. Solche PWM-Module sind bekannt.

Eine Lüfteranordnung gemäß Fig. 1 wird im Normalfall so ausgelegt, dass ihre Lüfterkennlinie (Fig. 3) bei einem vorgegebenen Staudruck Δp_f , der in Fig. 3 z.B. 1400 Pa beträgt, die Förderleistung von 0 m³/h erreicht, ohne dass hierzu besondere Maßnahmen erforderlich wären, vgl. die Kurven 44 in Fig. 3 und 46 in Fig. 4.

Die Kurven 44, 46 eines Axiallüfters, wie er in Fig. 2 dargestellt ist, haben einen sogenannten Sattel, der in Fig. 4 mit 48 und in Fig. 3 mit 50 bezeichnet ist.

Im Normalfall werden solche Lüfter kurz unterhalb des Sattels 48 bzw. 50 und bei niedrigem Staudruck betrieben, also bei Fig. 3 und 4 z.B. bei einer Förderleistung von etwa 400 bis 500 m³/h. Der Grund ist, dass ein solcher Lüfter im Bereich des Sattels 48, 50 und oberhalb desselben sehr intensive Geräusche erzeugen kann.

Fig. 2 zeigt als Beispiel zur Erläuterung einen typischen Axiallüfter 24 mit einem Lüftergehäuse 56, das aufgeschnitten dargestellt ist und in dem mittels Stegen 58 eine Nabe 60 befestigt ist, an der ein Rotor 62 gelagert ist, auf dessen Außenseite Lüfterschaukeln 64 befestigt sind, die sich im Betrieb in Richtung eines Pfeiles 66 drehen und dadurch Luft in Richtung von Pfeilen 68 fördern.

Der Motor 22 eines solchen Axiallüfters ist im Normalfall darauf ausgelegt, dass er auf den Kurven 44, 46 der Fig. 3 und 4 arbeitet. Dies bedeutet z.B. in Fig. 4, dass bei einer maximalen Leistung von 340 W die Förderleistung 0 m³/h beträgt. Der Motor 22 eines normalen Lüfters begrenzt also die von ihm aufgenommene Leistung P_{ist} selbst und ist konstruktiv hierfür ausgelegt.

Anders im vorliegenden Fall: Wie Fig. 4 zeigt, begrenzt gemäß der Kurve 52 der Lüftermotor 22 im Bereich von 250 bis 800 m³/h durch seine Bauweise die von ihm aufgenommene Leistung P_{ist} auf einen Wert, der kleiner als P_{max} ist, d.h. in diesem Bereich kann der Motor 22 mit einer normalen Drehzahlregelung betrieben werden, weil seine Leistungsaufnahme P_{ist} kleiner als P_{max} ist, so dass hier keine zusätzlichen Eingriffe notwendig sind.

Geht man jedoch in Fig. 3 und 4 weiter nach links, also in den Bereich 0 bis 250 m³/h, so erkennt man, dass bei Werten unterhalb von etwa 250 m³/h die zulässige Leistung P_{max} des Motors 22 überschritten würde, weil der Motor 22 (anders als ein "normaler" Motor mit der Luftleistungskurve 46) eine niedrigere induzierte Spannung hat, d.h. er hat weniger Statorwindungen, die aus einem dickeren Draht hergestellt sind, so dass er in Fig. 4 gemäß der Kurve 52 im Bereich zwischen 0 und 250 m³/h die zulässige Leistung P_{max} überschreiten würde, die bei diesem Beispiel 340 W beträgt.

Dadurch bestünde die Gefahr, dass der Motor 22 überhitzt wird und als Folge hiervon beschädigt oder zerstört würde. Dies muss verhindert werden, und aus diesem Grund hat die Lüfteranordnung gemäß Fig. 1 eine Leistungsbegrenzung, welche das Überschreiten von P_{max} verhindert. Die Lüfteranordnung arbeitet also hier mit Power_CTL, wie in Fig. 4 angegeben.

Diese Leistungsbegrenzung erfasst die Spannung u_{mot} am Motor 22 und den Strom i_{mot} durch den Motor 22, letzteren z.B. an einem Messwiderstand 36. Diese beiden Werte werden in einem Multiplikator 70 miteinander multipliziert, und man erhält am Ausgang 72 des Multiplikators 70 die Leistung P_{ist} , die dem einen Eingang 74 eines Vergleichers 76 zugeführt wird, dessen anderem Eingang 78 ein Wert für die zulässige Leistung P_{max} zugeführt wird. Das Signal am Ausgang 80 des Vergleichers 76 wird dem Begrenzer 29 zugeführt und begrenzt dadurch den Stellwert am Ausgang 32 des Begrenzers 29, aber erst, wenn P_{ist} größer wird als P_{max} . Auf diese Weise kann die zulässige Leistung P_{max} nicht überschritten werden. Alternativ kann mit dem Signal am Ausgang 80 auch das Tastverhältnis des PWM-Signals 36 direkt in der erforderlichen Weise beeinflusst werden.

Durch die Erfindung wird also die Lüfteranordnung 22 so beeinflusst, so dass der Lüfter 24 (beliebiger Bauart) gerade bei hohen Staudrücken mit seiner vollen Leistung arbeitet und

dort mehr Luft fördert, natürlich bei höherer Leistungsaufnahme.

Sehr vorteilhaft ist, dass für die Drehzahlregelung ein Standard-Regelkreis verwendet werden kann, bei dem die Lüfterdrehzahl über Pulsweitenmodulation geregelt wird. Abweichend von der Standardlösung wird jedoch das Stellsignal für das PWM-Modul 34 begrenzt, sobald die maximale Motorleistung P_{\max} erreicht wird. Alternativ kann auch das Tastverhältnis des PWM-Signals 36 direkt bei Erreichen der Leistungsgrenze begrenzt werden.

Die Kennlinien 52 in Fig. 4 und 53 in Fig. 3 zeigen beispielhaft die Wirkungsweise. Die Lüfteranordnung 20 läuft bis zu einem Volumenstrom von ca. 250 m³/h drehzahlregelt, und wird dann bei noch höherem Druck in der Leistung begrenzt. Dies hat den Vorteil, dass die Luftleistung der Lüfteranordnung 20 wie gewohnt über die Drehzahlregelung n_{CTL} verändert werden kann. Nur bei maximaler Drehzahl wird in diesem Fall die Leistungsbegrenzung bei hohem Staudruck zusätzlich aktiv.

Die beschriebene Anordnung ist für alle Arten von Lüftern sehr vorteilhaft, da der Anwender das gewohnte Verhalten eines drehzahlregelteten Lüfters wiederfindet, aber bei erhöhter Luftleistung des Lüfters.

Durch den Betrieb des Lüftermotors 22 an seiner maximalen Leistungsgrenze (P_{\max} in Fig. 4) kann mit dem gleichen Lüfter eine deutlich höhere Luftleistung erzielt werden. Es wird also möglich, solche Lüfter immer mit der maximal zulässigen Leistung zu betreiben und dadurch mehr Volumenstrom bei gleichem Gegendruck zu erzielen, d.h. die Kennlinie des Lüfters wird elektronisch modifiziert, um den Lüfter besser auszunutzen.

Das gleiche Arbeitsprinzip ist z.B. auch bei Radiallüftern möglich, wo sich ebenfalls eine deutliche Erhöhung der Luftleistung ergibt. Auch solche Radiallüfter sollten dann bevorzugt eine reduzierte Wicklungszahl ihrer Statorwicklung haben, wobei der Drahtdurchmesser erhöht wird, um den gleichen Kupferfüllfaktor zu erzielen.

Wenn die Betriebsspannung U_b einer solchen Lüfteranordnung 20 schwankt, ergeben sich bei unterschiedlichen Spannungen U_b unterschiedliche Motorströme i_{mot} . Eine solche Anordnung 20 wird standardmäßig so ausgelegt, dass sie bei Nennspannung die maximal geforderte Leistung erreicht, und dass bei Überspannung der Motorstrom i_{mot} reduziert

wird. Deshalb wird der Motor 22 nicht schlechter ausgenutzt als bei vergleichbaren Anordnungen 20 nach dem Stand der Technik.

Bei der Anordnung nach Fig. 1 ist die Leistungsbegrenzung (Multiplizierer 70, Vergleicher 76) dem Drehzahlregler (Elemente 26, 27) übergeordnet. Dies bedeutet, dass keine Drehzahlerhöhung mehr möglich ist, wenn die gemessene Leistung P_{ist} den Wert P_{max} (am Eingang 78 des Vergleichers 76) überschreitet.

Dieser Fall ist in Fig. 5 schematisch dargestellt. Dort ist auf der Abszisse das Tastverhältnis am Ausgang des PWM-Moduls 34 dargestellt, und auf der Ordinate die gewünschte Drehzahl (Solldrehzahl) n_{soll} .

Ferner ist diejenige Solldrehzahl n_{soll^*} , hier als Beispiel 4000 U/min dargestellt, bei der der Motor 22 mit seiner maximalen Leistung P_{max} , hier als Beispiel 100 W, arbeitet. Diese Drehzahl n_{soll^*} ist kein konstanter Wert. Z. B. hängt sie bei einem Lüfter vom sog. Staudruck Δp_f ab, d. h. wenn der Lüfter ein Radiallüfter ist und der Luftstrom an seinem Auslass gedrosselt wird, nimmt der Staudruck zu, und die maximal zulässige Leistung, also im Beispiel 100 W, wird z. B. schon bei einer Solldrehzahl von $n_{\text{soll}} = 3500$ U/min erreicht. In diesem Fall wäre es also nicht möglich, eine Drehzahl über 3500 U/min einzustellen, weil dies durch den Leistungsregler verhindert würde.

Wenn also die maximale Leistung erreicht ist, kann die Drehzahl nicht weiter erhöht werden, d. h. obwohl der Benutzer eine höhere Drehzahl n_{soll} einstellt, hat diese Einstellung keinen Einfluss auf die tatsächliche Drehzahl n_{ist} des Motors 22.

Dies ist in Fig. 5 schematisch dargestellt. Dort sind nur die Drehzahlen in einem Bereich 90 bis herauf zur Drehzahl n_{soll^*} einstellbar, nicht aber die Drehzahlen in einem Bereich 92 von n_{soll^*} bis n_{max} . Deshalb ist dieser Teil der Kurve n_{soll} mit Kreuzen markiert.

Bei einer Bedienungsperson könnte dies den Eindruck hervorrufen, dass der Drehzahlregler 26, 27 defekt sei.

In Fig. 5 ist auch die Kurve für den tatsächlichen Wert n_{ist} der Drehzahl dargestellt. Bis zum Wert n_{soll^*} verlaufen die Kurven für n_{soll} und n_{ist} identisch, aber oberhalb von n_{soll^*} bleibt n_{ist} konstant, auch wenn n_{soll} weiter erhöht wird.

Dieses Problem wird vermieden durch die Anordnung nach Fig. 6. Dort werden für gleiche oder gleich wirkende Teile dieselben Bezugszeichen verwendet wie in Fig. 1.

Bei Fig. 7 wird ein Steuersignal U_{CTL} in ein Signal für einen zulässigen Leistungs-Sollwert P_{soll} umgewandelt, der z. B. zwischen $P_{min} = 5 \text{ W}$ und $P_{max} = 100 \text{ W}$ liegen kann, und die Drehzahl n des Motors 20 wird so lange verändert, bis dieser die mittels U_{CTL} eingestellte Leistung erzeugt. Es handelt sich also um einen Leistungsregler.

In Fig. 6 ist ein Regler 98 vorgesehen, der gleich aufgebaut sein kann wie der Regler 27 der Fig. 1. Sein Ausgang 100 ist mit dem Eingang der PWM-Einheit 34 verbunden, d. h. die Größe des Signals am Ausgang 100 bestimmt das Tastverhältnis des PWM-Signals 36 am Ausgang der PWM-Einheit 34. Dabei wird zur Erleichterung des Verständnisses angenommen, dass ein Anstieg des Signals am Ausgang 100 einem Anstieg des Tastverhältnisses und einem Anstieg des Motorstroms i_{mot} entspricht, wie das bei den meisten Motoren der Fall ist.

Im Multiplizierer 70 wird durch Multiplikation von i_{mot} und u_{mot} die vom Motor 22 aufgenommene Leistung P_{ist} berechnet, und dieser Wert P_{ist} wird einem Vergleicher 102 zugeführt.

Dem Vergleicher 102 wird ferner von einer Sollwerteinheit 104 der Leistungs-Sollwert P_{soll} zugeführt, und das Ausgangssignal 106 des Vergleichers 102 wird dem Regler 98 zugeführt, der über die PWM-Einheit 34 den Wert P_{ist} so lange verändert, bis $P_{ist} = P_{soll}$ ist.

Ferner zeigt Fig. 6 als Beispiel, wie aus einem PWM-Signal 160, das einem Anschluss 162 zugeführt wird, das Steuersignal U_{CTL} erzeugt werden kann, das einem Eingang der Sollwerteinheit 104 zugeführt wird.

Der Eingang 164 ist an die Katode einer Z-Diode 166 angeschlossen, deren Anode an Masse 168 liegt und zu der ein Kondensator 170 parallel geschaltet ist. Zwischen dem Eingang 164 und dem Anschluss 162 liegt ein Widerstand 172. Der Anschluss 162 ist über einen Widerstand 174 mit einer positiven Spannung verbunden, z.B. + 5 V.

Das PWM-Signal 160 wird durch das RC-Glied 172, 170 geglättet. Die Z-Diode 166

verhindert Spannungsspitzen im Steuersignal U_{CTL}. Dieses wird in der Sollwerteinheit 104 in einen Leistungs-Sollwert P_{soll} für den Motor 22 umgesetzt, der, wie beschrieben, dem Vergleicher 102 zugeführt wird. Auf diese Weise kann das PWM-Signal 160 in einen Leistungs-Sollwert für den Motor 22 umgesetzt werden, wobei dieser Sollwert mit zunehmendem Tastverhältnis des PWM-Signals 160 zunimmt.

Fig. 7 erläutert die Sollwerteinheit 104 der Fig. 6. Diese wandelt ein Steuersignal U_{CTL} in ein Signal P_{soll} für die gewünschte Leistung des Motors 22 um. Dabei kann der Wert P_{max} in geeigneter Weise eingestellt werden, z. B. durch Verwendung einer Z-Diode, mit deren Hilfe eine konstante Spannung erzeugt wird, die z. B. der maximalen Leistung P_{max} entsprechen kann. An diese Spannung wird dann ein Spannungsteiler angeschlossen, an dem ein Wert zwischen P_{min} und P_{max} eingestellt werden kann. Fig. 7 zeigt als Beispiel eine Spannung U₁, die in eine Soll-Leistung P₁ umgesetzt wird.

Die **Fig. 8 bis 11** zeigen Messwerte für die Leistungsregelung gemäß Fig. 6 bei einem Radiallüfter RER190 der Firma ebm-papst, bei zwei unterschiedlichen eingestellten Leistungen, nämlich einer niedrigen Leistung von etwa 135 W, und einer höheren Leistung von etwa 235 W.

Fig. 8 zeigt den Staudruck Δp_f als Funktion des Volumenstroms. Die Kurve 110 zeigt den Verlauf bei einer konstanten Leistung, die auf 135 W geregelt war, und die Kurve 112 zeigt den Verlauf bei einer konstanten Leistung von etwa 235 W. Die Kurven verlaufen etwa parallel zueinander. Der Volumenstrom wurde in der üblichen Weise mittels einer Messdüse verändert.

Fig. 9 zeigt die Drehzahl n_{ist} als Funktion des Volumenstroms. Die Kurve für 135 W ist mit 114 bezeichnet, die Kurve für 235 W mit 116. Der Volumenstrom wurde in üblicher Weise mittels einer Messdüse verändert.

Fig. 10 zeigt den Motorstrom i_{mot} als Funktion des Volumenstroms. Da in Fig. 6 die Gleichspannung U_b (hier 48 V) konstant gehalten wurde, wird durch den Leistungsregler 98 der Strom i_{mot} konstant gehalten. Die Kurve für 135 W ist mit 118 bezeichnet, wobei sich ein Strom von etwa 2,8 A ergab, und die Kurve für 235 W ist mit 120 bezeichnet, wobei der Strom etwa 5 A betrug. Der Volumenstrom wurde auch hier mit einer (nicht dargestellten) Messdüse verändert.

Fig. 11 zeigt die vom Motor 22 aufgenommene elektrische Leistung P_{ist} als Funktion des Volumenstroms. Die Kurve 122 zeigt den Verlauf für eine konstante Leistung von 135 W, und die Kurve 124 zeigt den Verlauf für eine konstante Leistung von 235 W. Der Volumenstrom wurde mittels einer nicht dargestellten Messdüse verändert.

Die Einstellung der konstanten Leistung erfolgte bei Fig. 6 bis 11 mittels der Steuerspannung U_{ctl} , die bei diesem Beispiel für die niedrigere Leistung (135 W) 5 V und für die höhere Leistung (235 W) 10 V betrug.

Naturgemäß sind im Rahmen der vorliegenden Erfindung vielfache Abwandlungen und Modifikationen möglich.

Patentansprüche

1. Lüfteranordnung mit einem von einem Elektromotor (22) angetriebenen Lüfter (24), welche Lüfteranordnung (20) aufweist:
Eine Vorrichtung zur Erfassung der vom Elektromotor (22) im Betrieb aufgenommenen elektrischen Leistung (P_{ist});
eine Eingabevorrichtung (28) zur Eingabe einer gewünschten Drehzahl (n_{soll}) dieses Elektromotors;
eine Vergleichsvorrichtung (26) zum Vergleich der gewünschten Drehzahl (n_{soll}) mit der tatsächlichen Drehzahl (n_{ist}) dieser Lüfteranordnung (20);
einen Regler (27), welcher die Drehzahl des Elektromotors (22) mittels einer Pulsweitenmodulation (34) regelt;
einen Vergleicher (76), welcher die von der Lüfteranordnung (20) aufgenommene elektrische Leistung (P_{ist}) mit einem vorgegebenen, für die Lüfteranordnung (20) charakteristischen Wert (P_{max}) vergleicht, welcher charakteristisch für eine maximal zulässige Motorleistung ist;
und eine Begrenzungsanordnung (29) zum Begrenzen der Ausgangssignale (36) der Pulsweitenmodulation (34), wenn die von der Lüfteranordnung (20) aufgenommene elektrische Leistung (P_{ist}) die maximal zulässige Motorleistung (P_{max}) überschreitet.
2. Lüfteranordnung nach Anspruch 1, bei welcher zur Erfassung der vom Elektromotor (22) aufgenommenen elektrischen Leistung (P_{ist}) eine Vorrichtung (70) zur Multiplikation einer von einem erfassten Motorstrom (i_{mot}) abhängigen Größe mit einer von der erfassten Motorspannung (u_{mot}) abhängigen Größe vorgesehen ist.
3. Lüfteranordnung nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher zur Erzeugung des Steuersignals (36) für den Strom (i_{mot}), der dem Elektromotor (22) im Betrieb zugeführt wird, ein PWM-Generator (34) vorgesehen ist.
4. Lüfteranordnung nach Anspruch 3, bei welcher bei Erreichen einer maximal zulässigen Motorleistung (P_{max}) die PWM-Signale (36) modifiziert werden, um die Motorleistung (P_{max}) zu begrenzen.

5. Lüfteranordnung nach Anspruch 4, bei welcher zur Leistungsbegrenzung ein Eingangssignal des PWM-Generators (34) begrenzt wird.
6. Lüfteranordnung nach Anspruch 4, bei welcher zur Leistungsbegrenzung die Ausgangssignale (36) des PWM-Generators (34) entsprechend beeinflusst werden.
7. Lüfteranordnung nach Anspruch 4 oder 5, bei welcher der PWM-Generator (34) vom Ausgang des Reglers (27) über einen Begrenzer (29) gesteuert ist, und die Begrenzung des PWM-Signals (36) durch eine entsprechende Ansteuerung des Begrenzers (29) erfolgt.
8. Lüfteranordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei welcher der Motor (22) für eine höhere Drehzahl ausgelegt ist als für die Drehzahl, bei der er betrieben wird.
9. Lüfteranordnung nach Anspruch 8, bei welcher der Motor zum Erzeugen einer reduzierten induzierten Spannung mit einer reduzierten Anzahl von Windungen versehen ist, wobei der Drahtdurchmesser erhöht ist, um einen normalen Kupferfüllfaktor zu erhalten.
10. Lüfteranordnung mit einem von einem Elektromotor (22) angetriebenen Lüfter (24), welche Lüfteranordnung (20) aufweist:
Eine Vorrichtung zur Erfassung der vom Elektromotor (22) im Betrieb aufgenommenen elektrischen Leistung (P_{ist});
eine Eingabevorrichtung (28) zur Eingabe eines Signals (U_{ctl}) für die gewünschte Leistung (P_{soll}) des Elektromotors (22);
eine Vergleichsvorrichtung (26) zum Vergleich der gewünschten Leistung (P_{soll}) mit der im Betrieb vom Elektromotor (22) aufgenommenen elektrischen Leistung (P_{ist});
einen Regler (98), welcher dazu ausgebildet ist, die Leistungsaufnahme des Elektromotors (22) mittels Pulsweitenmodulation (34) auf die gewünschte Leistung (P_{soll}) zu regeln.
11. Lüfteranordnung nach Anspruch 10, welche so ausgebildet ist, dass die Einstellung der gewünschten Leistung (P_{soll}) nur bis zu einem vorgegebenen Maximalwert (P_{max}) möglich ist.

12. Lüfteranordnung nach Anspruch 11, bei welcher der vorgegebene Maximalwert (P_{\max}) veränderbar ist.

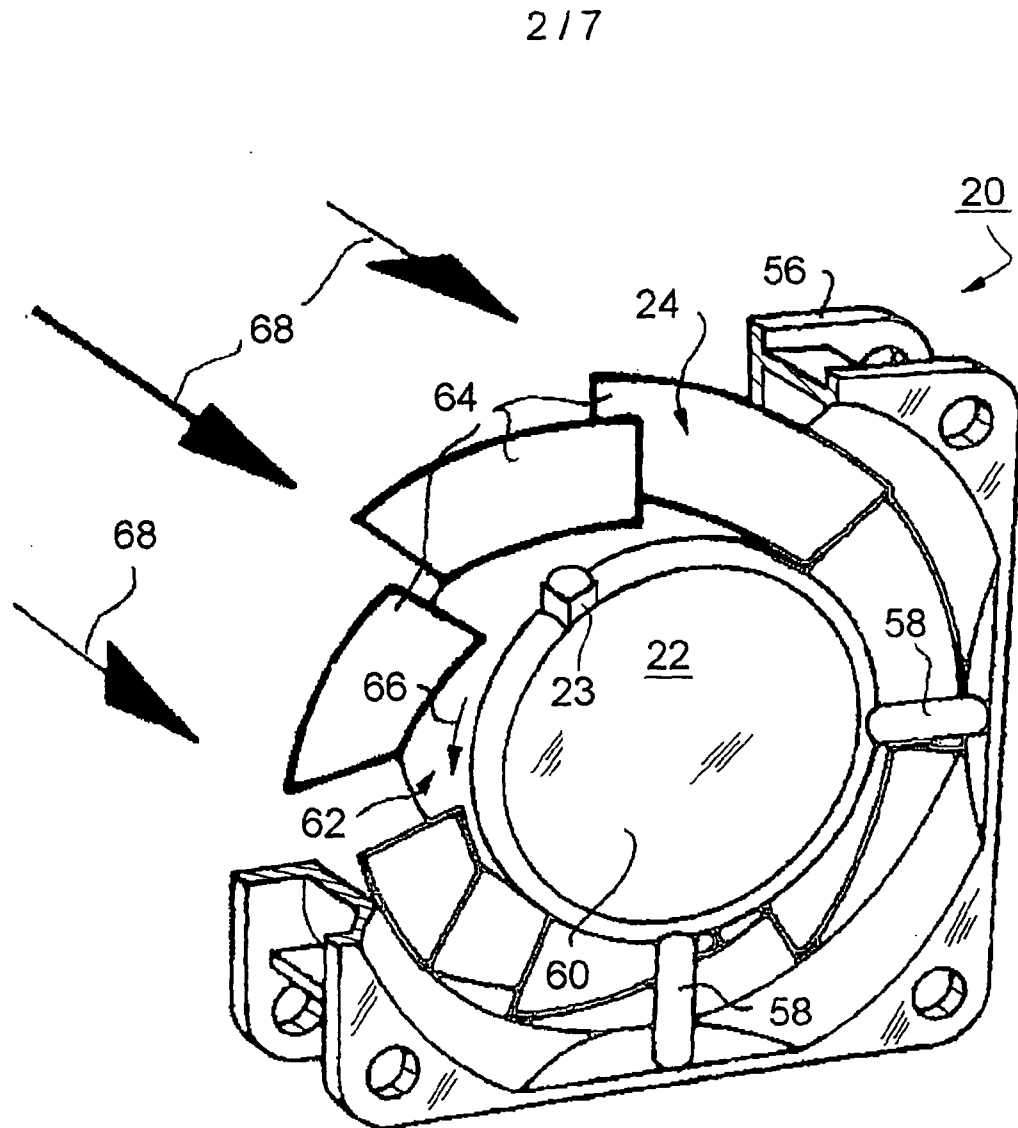


Fig. 2

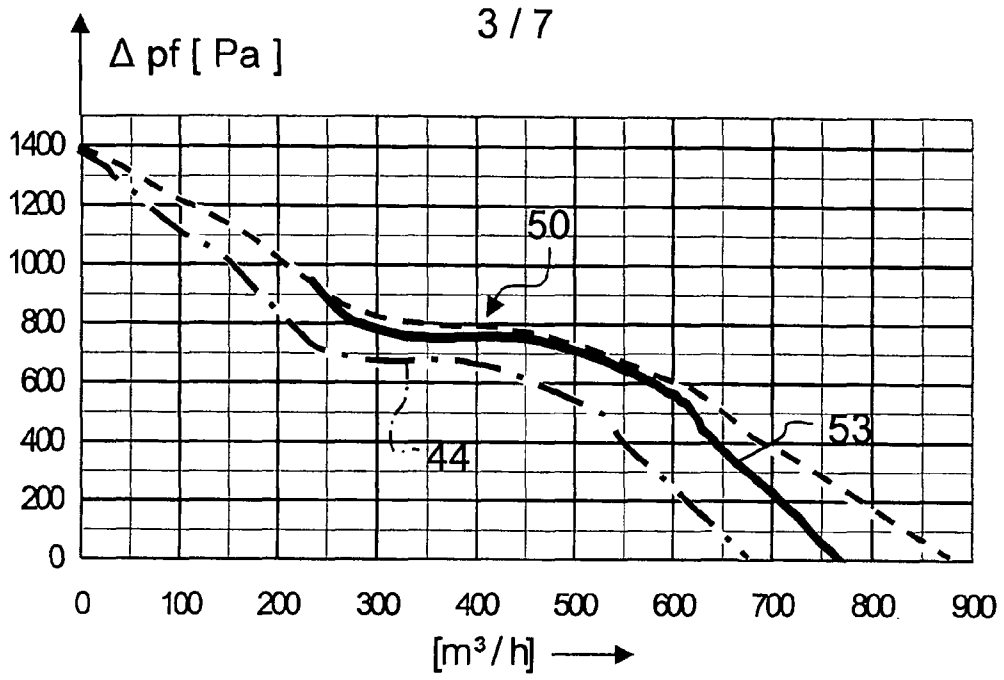


Fig.3

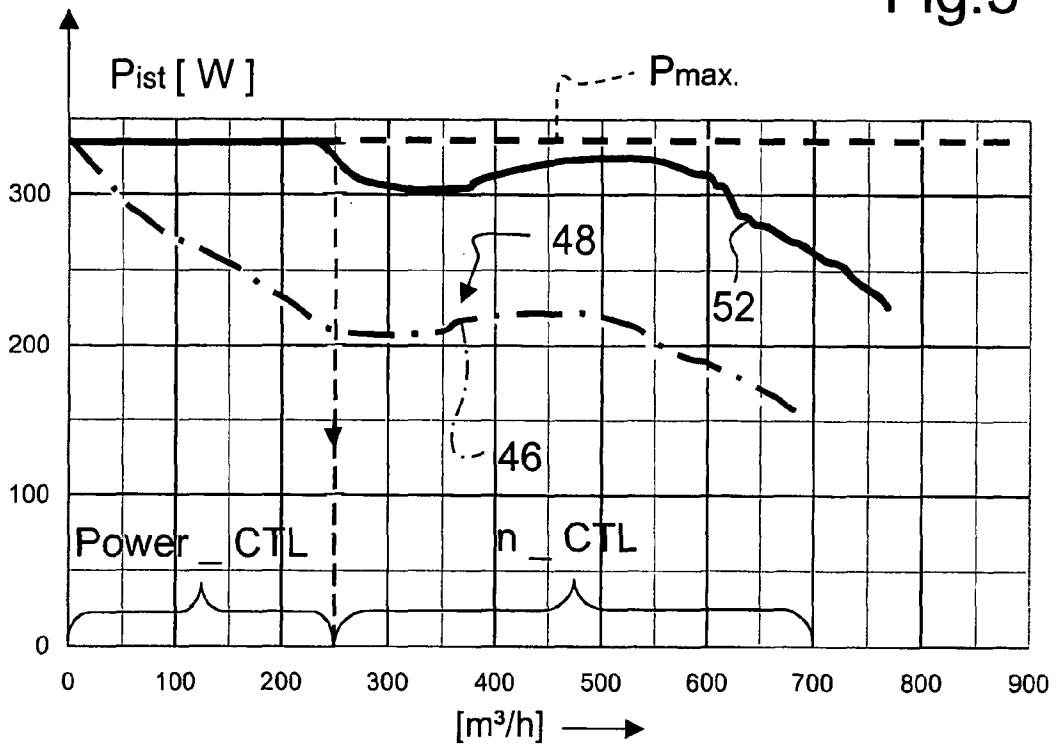


Fig. 4

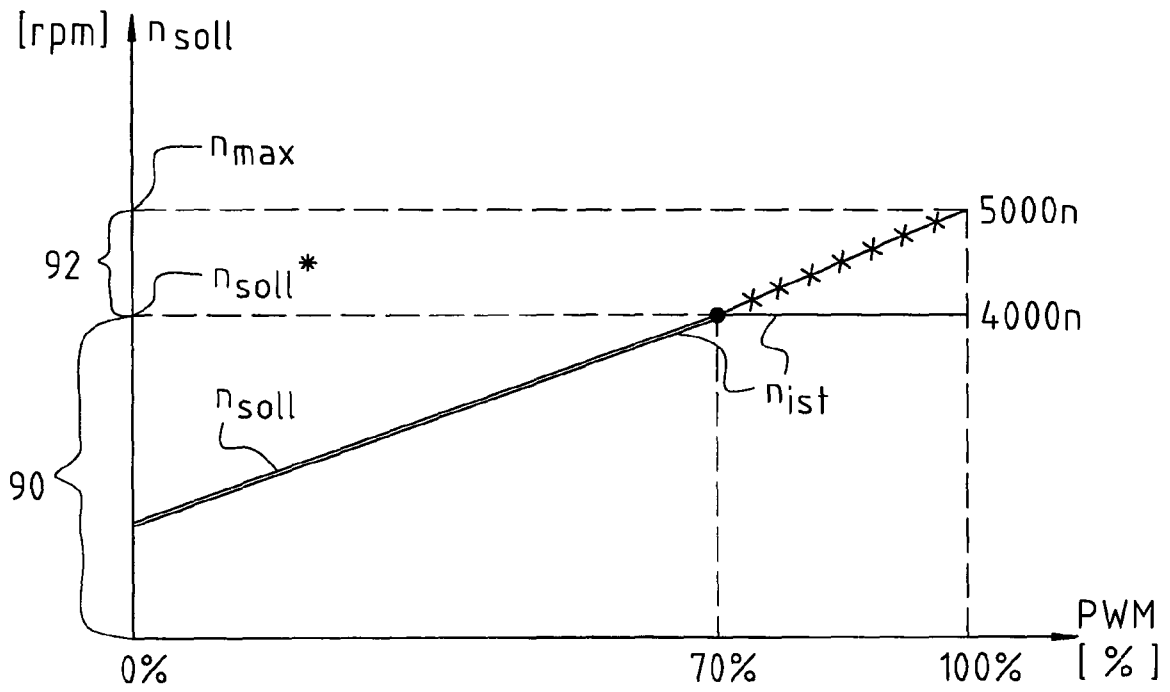


Fig. 5

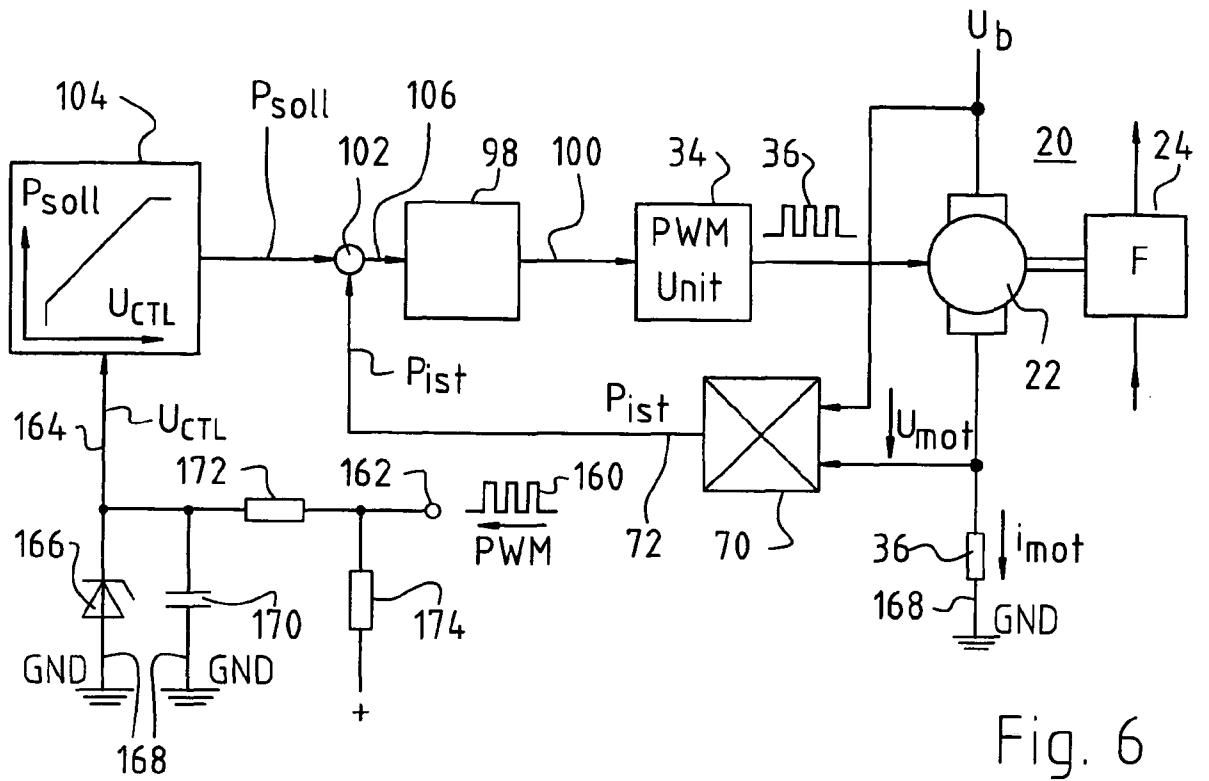


Fig. 6

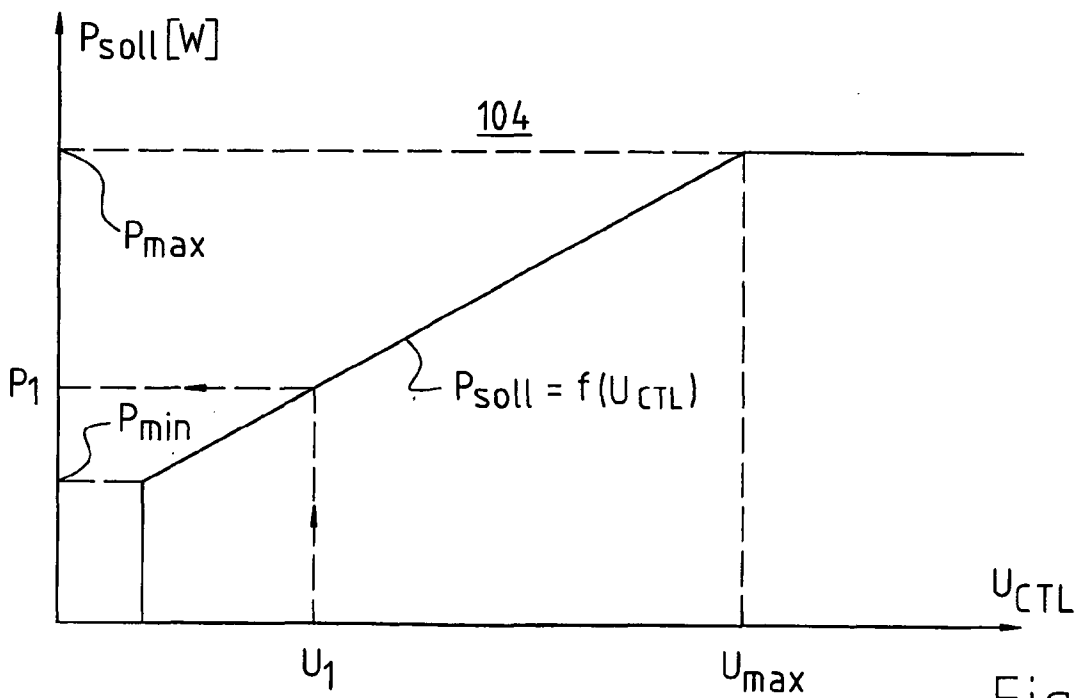


Fig. 7

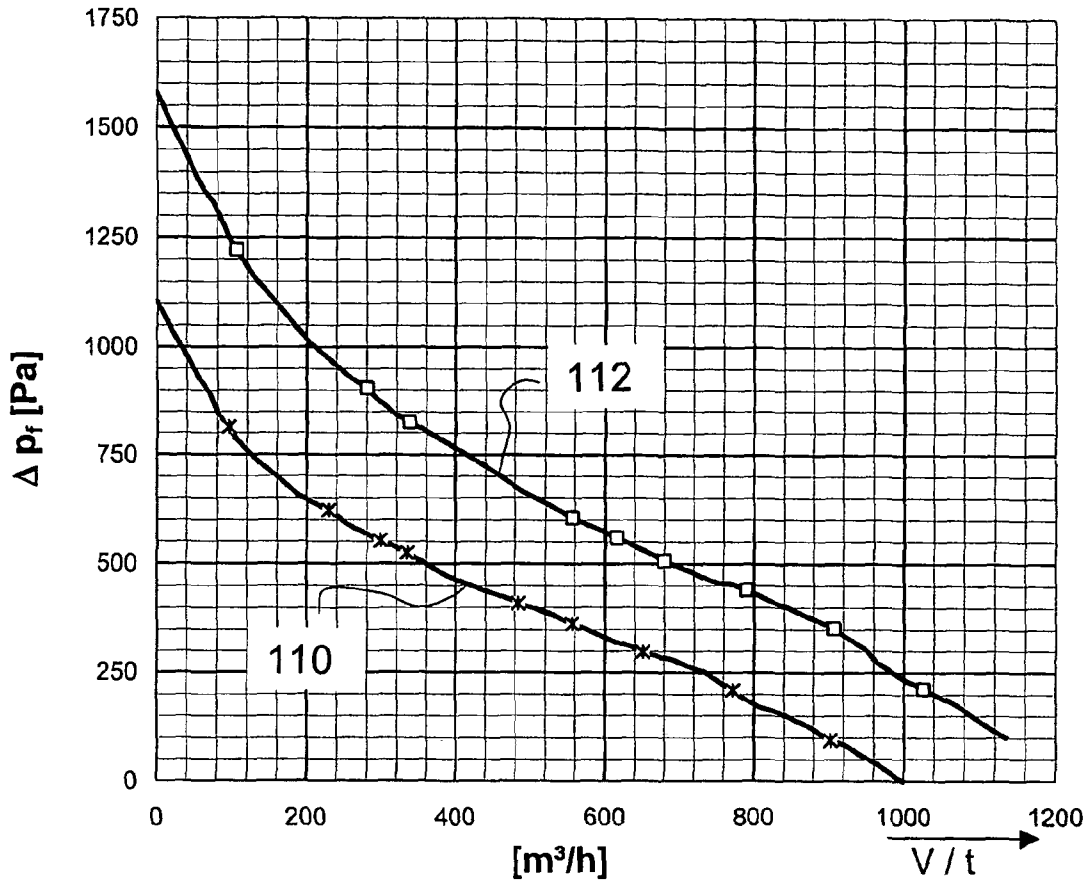


Fig. 8

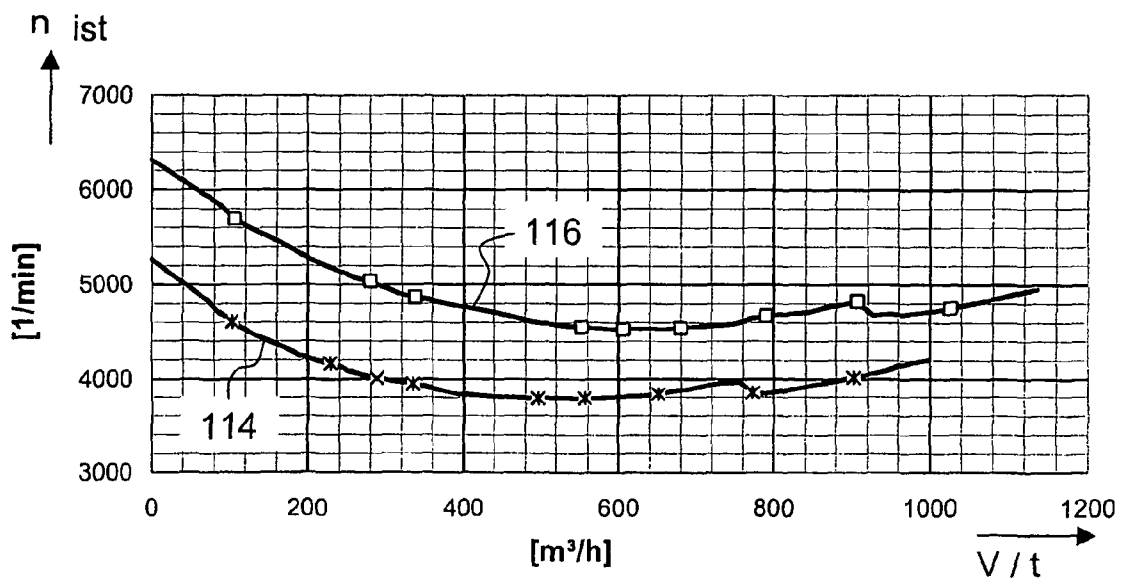


Fig. 9

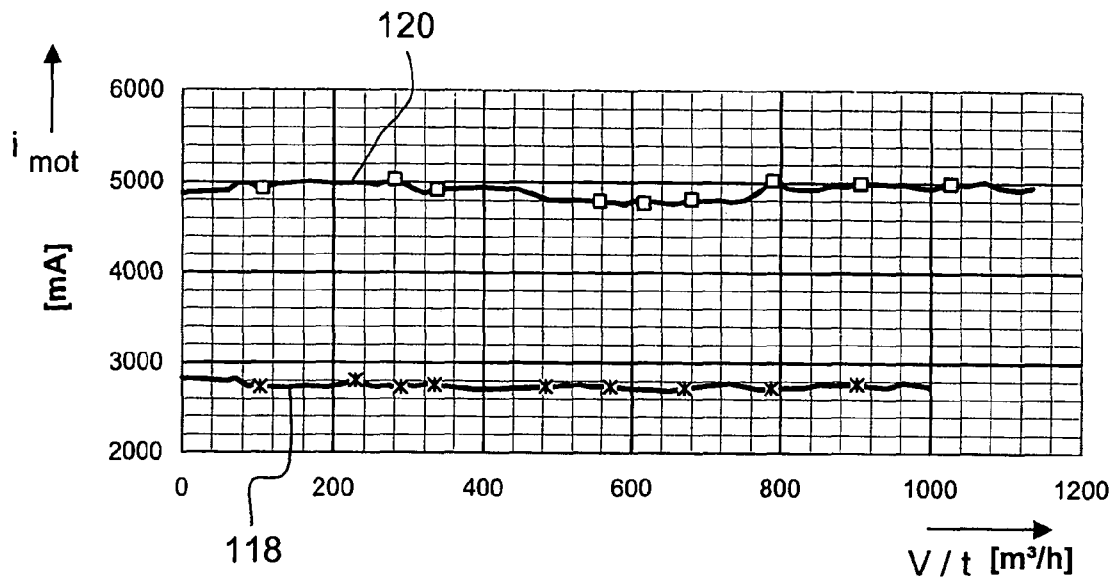


Fig. 10

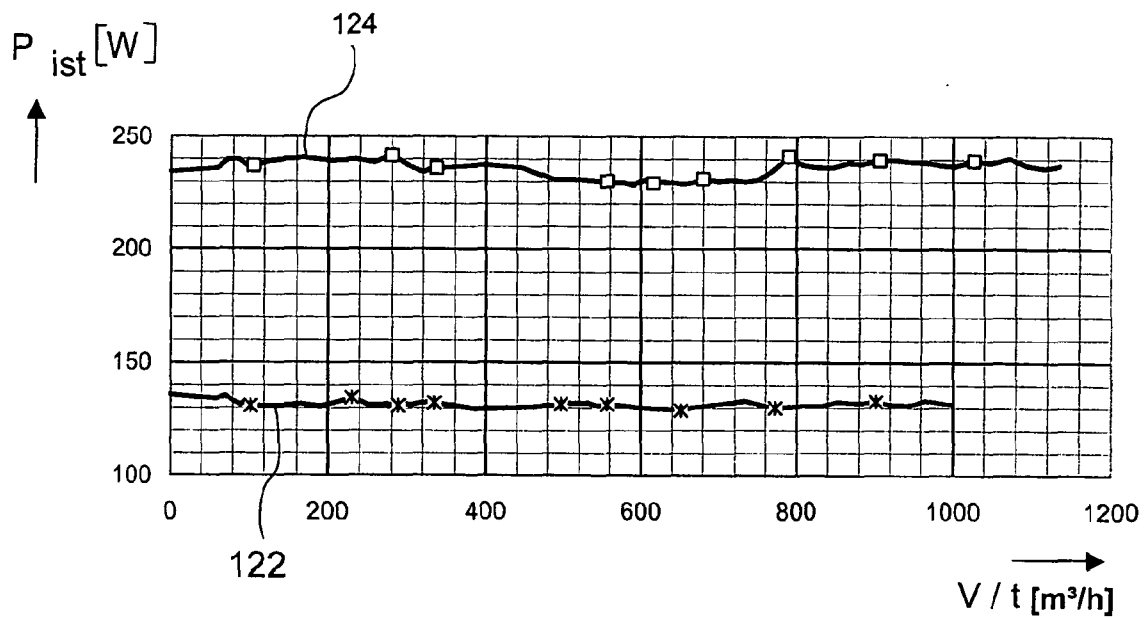


Fig. 11