

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 83109187.1

51 Int. Cl.³: **F 04 D 29/42**

22 Anmeldetag: 16.09.83

30 Priorität: 29.09.82 DE 3236154

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, Berlin und München Wittelsbacherplatz 2, D-8000 München 2 (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 02.05.84
Patentblatt 84/18

84 Benannte Vertragsstaaten: BE CH DE FR GB IT LI NL SE

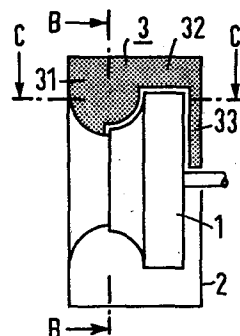
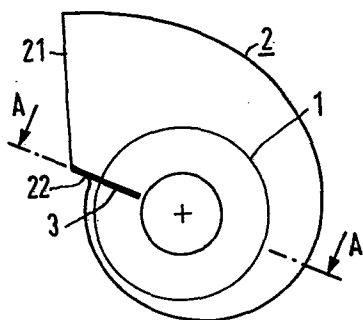
72 Erfinder: **Thomzik, Lothar, Dipl.-Ing., Nordenhamer Weg 1, D-2874 Lemwerder (DE)**

54 Radialventilator.

57 Bei einem unter stark veränderlichen Betriebsbedingungen arbeitenden Radialventilator sollen trotz hoher Leistungsdichte die an sich zu erwartende Kennlinien-Unstetigkeit (Hysterese-Verlauf) in der Nähe des Optimalpunktes verhindert und die jeweils günstigeren Kennlinien-Werte erreicht werden; dazu wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, im Bereich der Zunge (22) am Spiral-Gehäuse (2)

zwischen dessen Innenwandung und dem Laufrad (1) eine Sperrwand (3 bzw. 4) anzuordnen, durch die ein Wiedereintritt der zur Austrittsöffnung (21) geförderten Luft in den Spiralkreislauf des Spiral-Gehäuses (2) verhindert ist.

Eine Anwendung eignet sich insbesondere bei geregelten Radialventilatoren mit veränderlicher Drosselung, z.B. zum Einsatz in der Klima- und Belüftungstechnik.



SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 82 P 3304 E

5 Radialventilator

Die Erfindung bezieht sich auf einen Radialventilator gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1; ein derartiger Radialventilator mit ausschließlich rückwärts gekrümmten
10 Schaufeln ist aus dem Abschlußbericht des Forschungsvorhabens "Kennlinienstabilität bei Radialventilatoren" des Instituts für Strömungslehre und Strömungsmaschinen der Universität Karlsruhe, April 1975, bekannt.

- 15 In vielen Anwendungsfällen sind Radialventilatoren bei stark veränderlichen Betriebsbedingungen, z.B. in der Klima- und Belüftungstechnik, im Einsatz. In jedem Arbeitspunkt muß ein einwandfreier Betrieb gewährleistet sein; dazu ist es notwendig, daß in jedem Betriebspunkt des
20 Ventilators dem Volumenstrom V eine Druckerhöhung Δp eindeutig zugeordnet werden kann, d.h. der Ventilator muß gemäß einer stetigen Kennlinie $\Delta p = f(V)$ arbeiten können. Im einzelnen hat sich gezeigt, daß Radialventilatoren mit hoher Ausnutzung des Bauvolumens, d.h. hoher
25 Leistungsdichte Instabilitätspunkte in den Kennlinien $\Delta p = f(V)$, $P = f(V)$, $\eta = f(V)$ derart aufweisen, daß bei abnehmender Drosselung die den Ventilator charakterisierenden Größen wie z.B. Volumenstrom, Druck und Wirkungsgrad schlagartig auf höhere Werte springen und
30 bei wiederansteigender Drosselung erst mit einer deutlichen Hysterese-Wirkung der Drosselungsänderung folgen.

Das vorbeschriebene Hysterese-Verhalten ist umso unerwünschter, als es sich in der Nähe des Auslegungspunktes
35 des Radialventilators abspielt. Die Regelungsmöglichkeiten des Systems "Ventilator-Anlage" werden dadurch

stark eingeschränkt. Der Betrieb auf dem unteren Niveau der Kennlinie ist außerdem mit spezifisch starker Geräuscentwicklung verbunden; außerdem nimmt gleichzeitig mit dem plötzlichen Druckabfall der Wirkungsgrad stark ab, was den Betrieb auf dem unteren Kennlinienast der Hysterese auch noch unwirtschaftlich macht.

Im bekannten Fall wird nun als wirksamstes Mittel zur Beseitigung einer Unstetigkeit in der Kennlinie von Radialventilatoren eine Verringerung der Schaufelzahl und damit eine spezielle Konstruktion des Laufrades empfohlen (S.3 des genannten Abschlußberichtes); die im bekannten Fall auf das Auftreten der instationären Ablösung: "Rotating Stall" zurückgeführte Unstetigkeit der Kennlinie kann gemäß dem genannten Abschlußbericht (S.62 unten) durch Maßnahmen an der Gehäusekontur nicht verhindert werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bei Radialventilatoren mit hoher Ausnutzung des Bauvolumens, d.h. hoher Leistungsdichte, mit einfacheren konstruktiven Maßnahmen eine Stetigkeit der Kennlinie derart zu erreichen, daß auch bei unterschiedlichen Drosselwerten der Radialventilator unabhängig vom jeweiligen Arbeitsbereich auf dem höheren, durch die bekannte Hysterese-Kennlinie vorgegebenen Niveau arbeitet. Unter Leistungsdichte ist im vorgenannten Sinne das Produkt aus dimensionsloser Volumenstromziffer und dimensionsloser Druckziffer verstanden, wie es z.B. durch die Veröffentlichung: "Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Radialventilatoren hoher Leistungsdichte" in der Zeitschrift HLH 30, 1979, Nr.11, Seiten 443 bis 447 beschrieben ist.

Ausgehend von der Erkenntnis, daß die Instabilität der Kennlinien durch eine mehrfach kreisende Strömung des Fördermediums im Spiral-Gehäuse aufgrund von Druckunterschieden und insbesondere der Schleppwirkung des rotieren-

den Laufrades verursacht werden, wird als Lösung dieser Aufgabe bei einem Radialventilator der eingangs genannten Art erfindungsgemäß eine Maßnahme gemäß Kennzeichen des Patentanspruchs 1 vorgeschlagen; vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Erfindung sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche.

Es hat sich gezeigt, daß durch die einfache Maßnahme der auch nachträglich ohne weitere konstruktive Änderung des Radialventilators anzubringenden Sperrwände bei unterschiedlicher Drosselung die gewünschte hohe Leistungsdichte gewährleistet werden kann. Zweckmäßigerweise werden die Sperrwandteile mit einer entsprechend dem Strömungsverlauf gekrümmten Sperrfläche in das Innere des Spiral-Gehäuses hineinragend ausgeführt. Eine noch weitere Verbesserung hinsichtlich eines niedrigen Geräuschverhaltens sowie besseren Wirkungsgrades kann dadurch erreicht werden, daß die freien Anströmkanten der Sperrwand mit wulstartigen Abrundungen versehen werden, die entweder einstückig an die Anströmkanten der Sperrwände angeformt oder als getrennte Bauteile nachträglich auf die Anströmkanten der Sperrwände aufgesteckt und an dieser gehalten werden.

Die erfindungsgemäße Lösung wird vorzugsweise bei Laufrädern mit rückwärts gekrümmten Schaufeln eingesetzt, zeigt die erstrebte Verbesserung jedoch auch bei Laufrädern mit vorwärts oder radial endenden Schaufeln.

Die Erfindung wird im folgenden anhand verschiedener, schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele in der Zeichnung näher erläutert; darin zeigen:

- Fig.1,2 im Axialschnitt zwei verschiedene Ausführungen einer zwischen Innenwandung des Spiral-Gehäuses und Laufrad angeordneter Sperrwand;
- Fig.3 bis 6 jeweils im Merianschnitt vier verschiedene
- 5 Ausführungen der Sperrwand gemäß Schnittverlauf A-A in Fig.1;
- Fig.7 bis 10 jeweils im Merianschnitt vier verschiedene Sperrwandausführungen mit unterschiedlichen Wulstabweckungen ihrer Anströmkanten;
- 10 Fig.11 bis 13 jeweils im Axialschnitt drei verschiedene Sperrwandausführungen;
- Fig.14 die Kennlinienverläufe der Druckziffer, total: γ_t ; der Druckziffer dynamisch: γ_d ; des Wirkungsgrades, total, am Laufradeingang: η_{t1} sowie der Leistungsdichte: $(\varphi \cdot \gamma_t)$
- 15 in Abhängigkeit von der Volumenstromziffer: φ .
- Fig.1 und 2 zeigen im Axialschnitt zwei verschiedene Ausführungen eines zwischen der Innenwandung eines Spiral-Gehäuses 2 und dem darin drehbar gelagerten Laufrad 1 im
- 20 Bereich der Zunge 22 angeordneten Sperrwand 3 bzw.4. Als Zunge bezeichnet man üblicherweise die engste Stelle zwischen dem spiralförmig sich von dieser Stelle zur Austrittsöffnung 21 erweiternden Spiral-Gehäuse 2 und dem Laufrad 1. Während in Fig.1 die Sperrwand 3 in konstruktiv
- 25 besonders einfacher Weise lediglich aus einem ebenen Blech besteht, weist die Sperrwand 4 gemäß Fig.2 eine entsprechend dem Strömungsverlauf gekrümmte, in das Innere des Spiral-Gehäuses 2 ragende Sperrfläche auf.
- 30 Die Figuren 3 bis 6 zeigen jeweils im Merianschnitt vier verschiedene Ausführungsformen der ebenen Sperrwand 3 gemäß Schnittverlauf A-A in Fig.1 jeweils mit dem Unterschied, daß der Zwischenraum zwischen dem Laufrad und der Ausströmöffnung des Spiral-Gehäuses vollkommen oder nur
- 35 teilweise gegen einen Wiedereintritt der an sich zum Austritt aus der Austrittsöffnung 21 bestimmten Luft in den Spiralkreislauf des Spiral-Gehäuses 2 verhindern soll.

Im einzelnen zeigt Fig.4 eine Sperrwand 3, die sich aus einem ersten, den Zwischenraum zwischen der Ausströmöffnung und der Außenwandung des Spiral-Gehäuses im Bereich der Zunge 22 verschließenden Sperrwandteil 31, 5 einem zweiten, den Zwischenraum zwischen dem gesamten Laufrad 1 und der Außenwandung des Spiral-Gehäuses 2 im Bereich der Zunge 22 abschließenden Sperrwandteil 32 und einem dritten, den Zwischenraum zwischen der wellenseitigen Rückseite des Laufrades 1 und der rechten Stirnseite des Spiral-Gehäuses 1 abschließenden Sperrwandteil 10 33 zusammensetzt. Die einzelnen Sperrwandteile 31,32,33 können entweder als getrennte Bauteile oder als zusammenhängende Sperrwand 3 ausgebildet und montiert sein. Fig.4 unterscheidet sich von der Ausführung gemäß Fig.3 15 dadurch, daß ein geringfügig vergrößerter Zwischenraum zwischen dem Laufrad 1 und der Sperrwand, insbesondere dem zweiten Sperrwandteil 32, vorgesehen ist; Fig.5 und Fig.6 zeigen noch weiter vereinfachte Sperrwände, bei denen lediglich gemäß Fig.5 das erste Sperrwandteil 31 20 und das dritte Sperrwandteil 33 und gemäß Fig.6 allein das erste Sperrwandteil 31 vorgesehen sind.

Die größte Wirkung hinsichtlich der Vermeidung der Hysterese wird mit einer sehr weitgehenden Absperrung 25 erreicht; eine demgegenüber geringere Teilabspernung stellt einen optimaleren Kompromiß zwischen einem geringen Drehklanganteil im Geräuschspektrum und einer weitgehenden Vermeidung der unerwünschten Kennlinien-Hysterese dar.

30 Fig.7 bis Fig.10 zeigen, unter Bezugnahme auf die Schnittverläufe C-C in Fig.3 bis 6 und bei Weglassung des Spiral-Gehäuses 2, verschiedene Ausführungen der Sperrwand 3 mit jeweils an ihren Anströmkanten zur Vermeidung von 35 geräuschbildenden Luftverwirbelungen vorgesehenen wulstartigen Abrundungen. Fig.7 und Fi.8 zeigen derartige Abrundungen 321,331 bzw. 322,332, die zusätzlich an den

Sperrwänden 3 gemäß den Ausführungsbeispielen nach Fig.3 und Fig.4 angebracht sind. Gemäß Fig.7 sind die wulstartigen Abrundungen 321 bzw. 331 an die Sperrwandausführung gemäß Fig.3 bzw. Fig.4 und bei der Ausführung
 5 gemäß Fig.9 an eine Sperrwandausführung gemäß Fig.5 bzw. Fig.6 einstückig angeformt; Fig.8 zeigt unter Bezugnahme auf die Sperrwandausführung gemäß Fig.3 und Fig.4 bzw. Fig.10 zeigt unter Bezugnahme auf die Sperrwandausführung gemäß Fig.5 und Fig.6 jeweils wulstartige Abrundungen
 10 322 bzw. 332 in Form von getrennten, auf die Anströmkannten der Sperrwand jeweils aufgesetzten und an diesen gehaltenen Bauteilen.

Die Fig.12 bzw.13 bzw.14 zeigen jeweils in einem Axial-
 15 schnitt gemäß dem Schnittverlauf B-B in Fig.4 die Sperrblechteile 32 und 33 in ebener glattflächiger Ausführung ohne wulstartige Abrundung (Fig.11), mit als getrenntes Bauteil aufgesetzter wulstartiger Abrundung 322 bzw.332 (Fig.12) und mit einstückig angeformter wulstartiger
 20 Abrundung 321 bzw.331 (Fig.13).

Fig.15 zeigt die Kennlinienverläufe für die totale Druckziffer γ_t , die dynamische Druckziffer γ_d , den totalen Wirkungsgrad am Laufradeingang η_{tL} sowie die
 25 Leistungsdichte ($\varphi \cdot \gamma_t$) in Abhängigkeit von der Volumstromziffer φ jeweils im gestrichelten Kennlinienverlauf für einen herkömmlichen, nicht erfindungsgemäß ausgebildeten Radialventilator und im ausgezogenen Kennlinienverlauf für den gleichen herkömmlichen, jedoch mit zu-
 30 sätzlich einfach anzubringender Sperrwand ausgestatteten Radialventilator unter Zugrundelegung der eingezeichneten Drosselparabel DP und entsprechenden Drosselungsänderungen in Richtung einer geringeren Drosselung (-) bzw. einer stärkeren Drosselung (+). In den Kennlinien der
 35 totalen Druckziffer γ_t , der dynamischen Druckziffer γ_d , des Wirkungsgrades η_{tL} der Leistungsdichte ($\varphi \cdot \gamma_t$)

- jeweils als Funktion der Volumenstromziffer $f(\varphi)$ sind jeweils die Hysterese-Kennlinienverläufe eingezeichnet, die sich bei einem herkömmlichen Radialventilator bei einer bestimmten Drosselminderung und anschließenden
- 5 Drosselsteigerung ergeben. Im Gegensatz dazu wird bei dem erfindungsgemäß ausgebildeten Radialventilator vor-
teilhafterweise gewährleistet, daß bei gleichbleibend hoher Leistungsdichte keine Instabilitätspunkte mit Hysterese-Kennlinie auftreten, sondern vielmehr der
- 10 Radialventilator bei unterschiedlicher Drosselung immer auf dem durch die Hysterese vorgegebenen höheren, günstigeren Niveau arbeitet.

5 Patentansprüche

14 Figuren

Patentansprüche

1. Radialventilator mit einem sich von der Zunge an der Unter-
kante seiner Luftaustrittsöffnung zu deren Oberkan-
5 te spiralförmig um ein Laufrad erweiternden Spiral-
Gehäuse, der trotz stark veränderlichen Betriebsbedin-
gungen mit weitgehend stetiger Kennlinie $\Delta p = f(V)$
arbeitet, g e k e n n z e i c h n e t durch zumin-
dest eine im Bereich der Zunge (22) am Spiral-Gehäuse
10 (2) zwischen dessen Innenwandung und dem Laufrad (1)
angeordnete Sperrwand (3 bzw.4), durch die ein Wieder-
eintritt der zur Austrittsöffnung (21) geförderten Luft
in den Spiralkreislauf des Spiral-Gehäuses (2) verhin-
dert ist.
- 15 2. Radialventilator nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Sperrwand (4)
mit einer entsprechend dem Strömungsverlauf der Luft-
strömung gekrümmten Sperrfläche in das Innere des
20 Spiral-Gehäuses (2) ragt (Fig. 2).
3. Radialventilator nach Anspruch 1 oder 2, d a -
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
freien Anströmkanten der Sperrwand (3 bzw.4) mit wulst-
25 artigen Abrundungen (321;331; 322;332) versehen sind
(Fig.7-10; Fig.12,13).
4. Radialventilator nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
30 wulstartigen Abrundungen (321;331) einstückig an die
Sperrwand (3) angeformt sind (Fig.7,9,12).
5. Radialventilator nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die
35 wulstartigen Abrundungen (322;332) als getrennte Bau-
teile auf die Sperrwand (3) aufgesetzt und an dieser ge-
haltet sind (Fig.8,10,12).

1/2

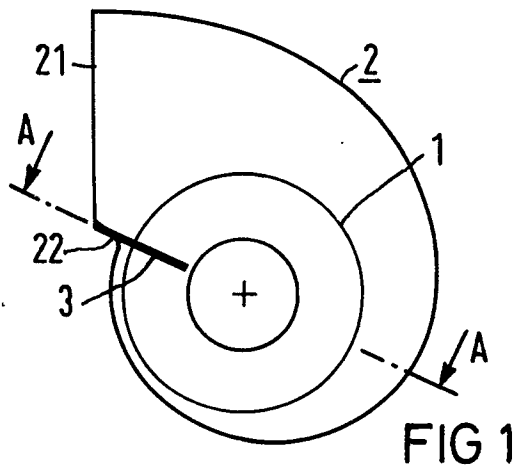


FIG 1

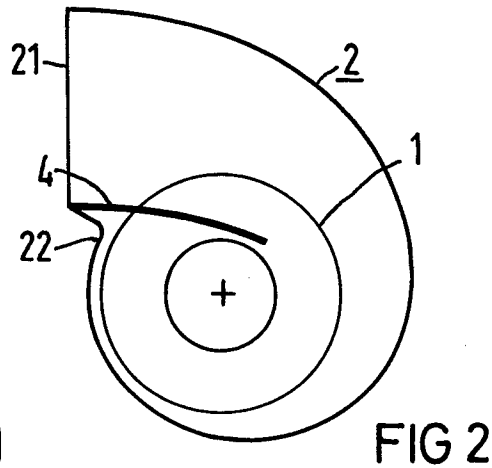


FIG 2

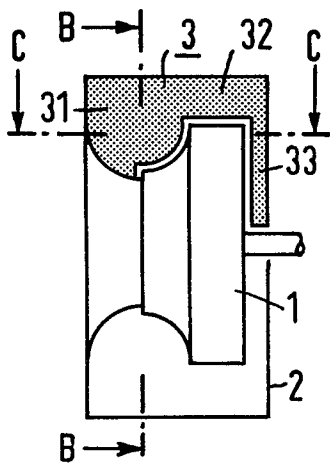


FIG 3

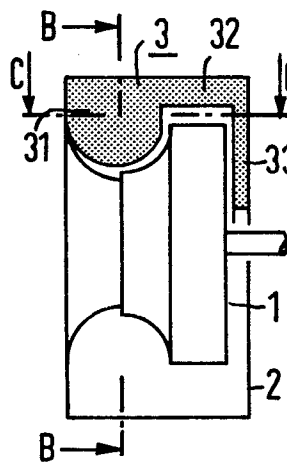


FIG 4

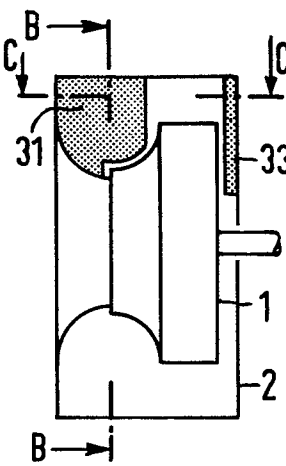


FIG 5

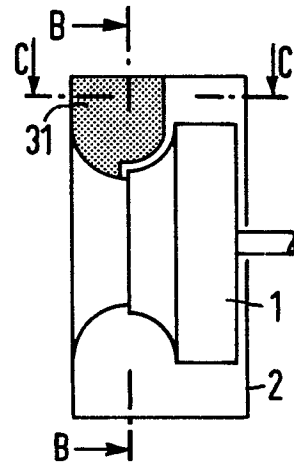


FIG 6

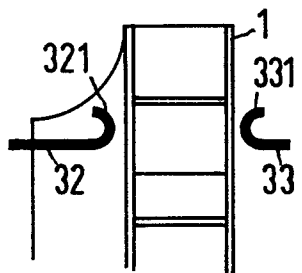


FIG 7

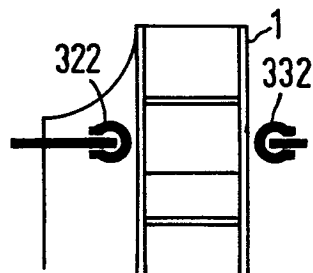


FIG 8

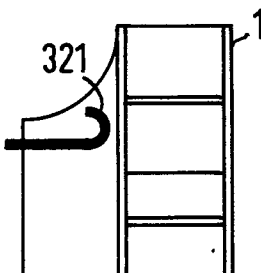


FIG 9

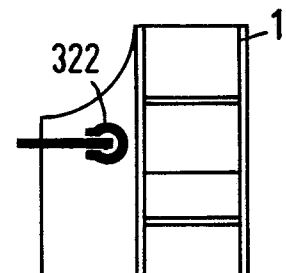


FIG 10

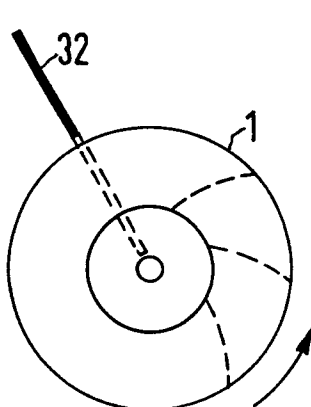


FIG 11

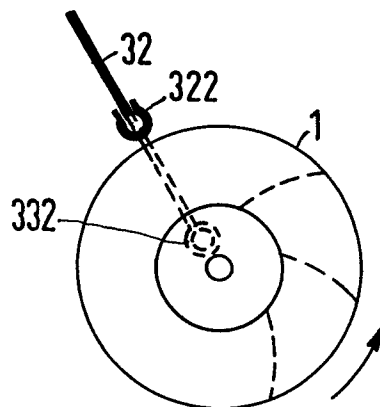


FIG 12

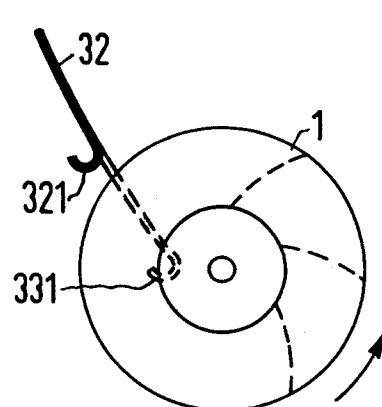


FIG 13

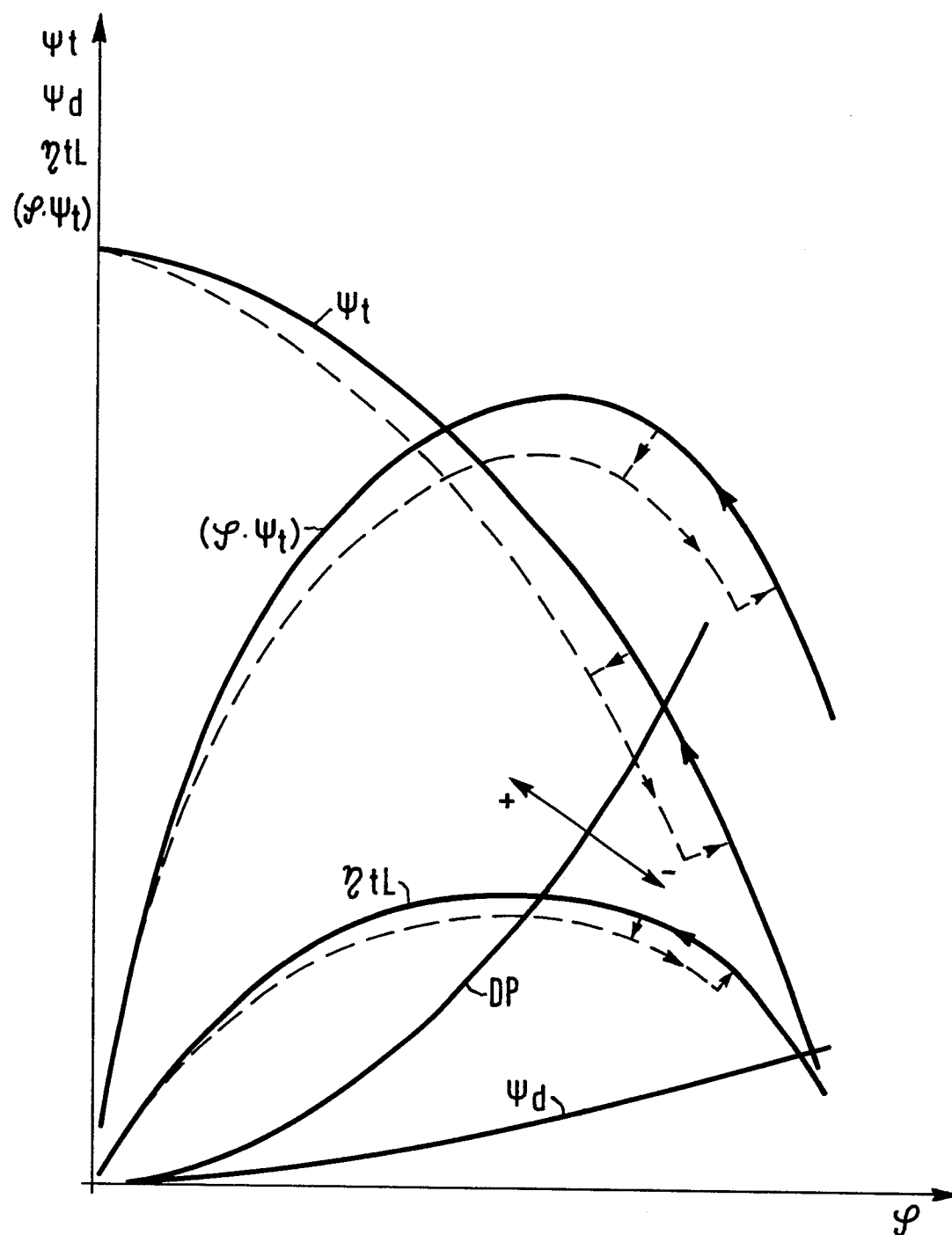


FIG 14