



MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

PUBLICATIENUMMER : 1012944A3  
 INDIENINGSNUMMER : 09900699  
 Internat. klassif. : F04C  
 Datum van verlening : 05 Juni 2001

De Minister van Economische Zaken,

Gelet op de wet van 28 Maart 1984 op de uitvindingsoctrooien  
 inzonderheid artikel 22;  
 Gelet op het Koninklijk Besluit van 2 December 1986, betreffende het aanvragen,  
 verlenen en in stand houden van uitvindingsoctrooien, inzonderheid artikel 28;  
 Gelet op het proces-verbaal opgesteld door de Dienst voor Industriële Eigendom op  
 26 Oktober 1999 te 14u05

## BESLUIT :

ARTIKEL 1.- Er wordt toegekend aan : ATLAS COPCO AIRPOWER, naamloze vennootschap  
 Boomsesteenweg 957, B-2610 WILRIJK(BELGIË)

vertegenwoordigd door : DONNE Eddy, BUREAU M.F.J. BOCKSTAEL, Arenbergstraat, 13 - B  
 2000 ANTWERPEN.

een uitvindingsoctrooi voor de duur van 20 jaar, onder voorbehoud van de betaling van  
 de jaartaksen voor : MEERTRAPS-COMPRESSOREENHEID EN WERKWIJZE VOOR HET REGELEN VAN  
 EEN DER GELIJKE MEERTRAPS-COMPRESSOREENHEID.

ARTIKEL 2.- Dit octrooi is toegekend zonder voorafgaand onderzoek van zijn  
 octrooieerbaarheid, zonder waarborg voor zijn waarde of van de juistheid van  
 de beschrijving der uitvinding en op eigen risico van de aanvrager(s).

Brussel, 05 Juni 2001  
 BIJ SPECIALE MACHTIGING :

L. WUYTS  
 ADVISEUR

Meertraps-compressoreenheid en werkwijze voor het regelen van een dergelijke meertraps-compressoreenheid.

---

Deze uitvinding heeft betrekking op een meertraps-compressoreenheid die minstens twee compressorelementen bevat waarbij de uitlaat van een compressorelement van een trap met de inlaat van een volgend compressorelement van een volgende trap in verbinding staat, met elektrische stroom gevoede middelen om deze compressorelementen met variabele snelheid aan te drijven.

Het massadebiet van dergelijke meertraps-compressoreenheden is, in tegenstelling tot het volumedebiet en de drukverhouding, constant in elk van de trappen.

De snelheid van elk compressorelement is, door het verschillende volumedebiet en de verschillende drukverhouding, verschillend en wordt bepaald door de einddruk en het eindvolumedebiet.

Bij bekende tweetraps-compressoreenheden met variabele snelheid bevatten de middelen om de compressorelementen van de twee trappen aan te drijven één enkele grote elektrische standaardmotor die door een grote inverter of frequentieregelaar wordt bekrachtigd.

Deze motor drijft onder tussenkomst van één groot tandwiel de compressorelementen aan.

De compressorelementen hebben een ingebouwde drukverhouding en behoren tot een reeks van elementen die zo ontworpen werden dat ze zowel in één trap als in meerdere trappen kunnen worden ingezet waarbij dan een minimaal aantal compressorelementen een volledig gebied van luchtopbrengsten bestrijkt.

Bovendien is de inertie van een grote motor met een groot tandwiel relatief groot, waardoor de respons van de compressoreenheid relatief traag is, tenzij de motor is overgedimensioneerd.

Doordat er een vaste toerentalverhouding is tussen de compressorelementen van de verschillende trappen is de efficiëntie van de compressoreenheid over haar gehele werkingsgebied beperkt. De huidige compressoreenheden bezitten slechts één optimale efficiëntie voor één bepaalde einddruk en volumedebiet.

De uitvinding heeft een meertraps-compressoreenheid als doel die voornoemde nadelen niet vertoont en op een eenvoudige manier met een optimale efficiëntie kan werken.

Dit doel wordt volgens de uitvinding bereikt doordat de middelen om de compressoreenheden met variabele snelheid aan te drijven een elektrische motor per compressorelement bevatten die gevoed wordt via een eigen frequentieregelaar, zodanig dat de frequentie en dus de snelheid afzonderlijk regelbaar is per motor.

Deze motoren zijn bij voorkeur hogesnelheidsmotoren.

Doordat het massadebiet en de drukverhouding in de trappen ongeveer gelijk is, is het vermogen van de verschillende motoren ongeveer gelijk.

De twee motoren kunnen dus gelijk zijn.

De uitvinding heeft ook betrekking op een werkwijze voor het regelen van een meertraps-compressoreenheid volgens een van de vorige uitvoeringsvormen, die dus een elektrische motor per compressorelement bevat die gevoed wordt via een eigen frequentieregelaar zodat de frequentie en dus de snelheid per motor afzonderlijk regelbaar is, welke werkwijze daardoor gekenmerkt is dat de snelheidsverhouding tussen de motoren van de verschillende trappen continu wordt ingesteld om een optimale efficiëntie te verkrijgen.

Een besparing van energie wordt verkregen door de snelheidsverhouding van de trappen, en dus de drukverhouding tussen de verschillende trappen, zodanig in te stellen dat, naast een gewenste einddruk, een optimale totale efficiëntie van de compressoreenheid wordt verkregen.

De optimale efficiëntie van de compressoreenheid wordt verkregen door de snelheid van en dus de drukverhouding over elke trap te optimaliseren.

Bij deze instelling van de snelheidsverhouding wordt de einddruk gemeten en in functie daarvan de snelheid van één

van de motoren onmiddellijk aangepast. Deze motor, meestal "master" genoemd, kan zowel de motor van de lagedruktrap als deze van de hogedruktrap zijn.

De optimale snelheid en dus drukverhouding in elke trap is gekend en aanwezig in een databank of kan door middel van een algoritme, bijvoorbeeld een fuzzy-regeling, real-time worden berekend.

Na wijziging van de snelheid van deze motor, wordt met behulp van een databank of een algoritme de optimale snelheidsverhouding bepaald in functie van de snelheid van voornoemde motor en de gemeten einddruk om zodoende de snelheid van de andere motoren aan te passen.

Bij voorkeur wordt de snelheidsverhouding tussen de motoren voor elke toestand van de compressoreenheid bepaald in functie van de gemeten einddruk en wordt genomen uit een databank of wordt berekend door middel van een werkelijke tijd algoritme.

Met het inzicht de kenmerken van de uitvinding beter aan te tonen is hierna, als voorbeeld zonder enig beperkend karakter, een voorkeurdragende uitvoeringsvorm van een meertraps-compressoreenheid en van een werkwijze voor het regelen van een dergelijke meertraps-compressoreenheid volgens de uitvinding beschreven met verwijzing naar de bijgaande tekening die schematisch een dergelijke compressoreenheid weergeeft.

In de figuur is een tweetraps-compressoreenheid weergegeven die in hoofdzaak een groot compressorelement 1 bevat voor de lage druk trap, en een kleiner compressorelement 2 voor de hoge druk trap, en twee elektrische motoren 3 en 4 die gevoed worden door frequentieregelaars 5, respectievelijk 6.

Beide compressorelementen 1 en 2 zijn volumetrische compressorelementen, namelijk schroefcompressorelementen.

In een variante kunnen het evenwel ook andere volumetrische compressorelementen zijn zoals spiraalcompressorelementen of kunnen het zelfs dynamische compressorelementen zijn.

Het compressorelement 1 bezit een inlaat 7 en een lage druk uitlaat 8 die over een koeler 9 aansluit op de inlaat 10 van de het compressorelement 2 dat van een hoge druk uitlaat 11 is voorzien.

In deze uitlaat is in het weergegeven voorbeeld een nakoeler 12 opgesteld.

Het compressorelement 1 is via een kleine tandwielkast 13 gekoppeld aan de motor 3, terwijl het compressorelement 2 via een kleine tandwielkast 14 gekoppeld is aan de motor 4. Beide motoren 3 en 4 zijn in het weergegeven voorbeeld hogesnelheidsmotoren en gelijk aan elkaar.

Doordat in deze opstelling het kleinste compressorelement 2 sneller draait dan het grootste compressorelement 3,

wordt het ontwerptoerental van de motoren 3 en 4 gekozen tussen de ontwerptoerentallen van de twee compressorelementen 1 en 2. De juiste snelheid van deze compressorelementen 1 en 2 wordt verkregen door middel van de tandwielkasten 13 en 14.

Verder bevat de compressoreenheid een besturingsinrichting 15, bijvoorbeeld een PLC-sturing, die, enerzijds, met zijn uitgangen via elektrische leidingen 16 en 17 in verbinding staat met de twee frequentieregelaars 5 en 6 en, anderzijds, met een eerste ingang aansluit via een leiding 18 op een drukmeter 19 op de uitlaat 11 van het compressorelement 2, met een tweede ingang via een leiding 20 aansluit op middelen 21 voor het instellen van de gewenste einddruk.

In een variante is een derde ingang van de besturingsinrichting 15 via een leiding 22 met een drukmeter 23 verbonden met de verbinding tussen de twee compressorelementen 1 en 2, bijvoorbeeld zoals weergegeven met de koeler 9.

Door de aandrijving van elk compressorelement 1 en 2 door een eigen motor 3 of 4, is het toerental van elk van deze compressorelementen 1 en 2 afzonderlijk te regelen.

De regeling kan geschieden door inwerking van de besturingsinrichting 15 op de frequentieregelaars 5 en 6 in functie van de door de drukmeter 19 gemeten druk in de uitlaat 11 en van de door de middelen 21 ingestelde gewenste of gevraagde einddruk, bijvoorbeeld met behulp

van een algoritme, bijvoorbeeld een fuzzy-regeling, zodanig dat steeds een optimale efficiëntie van de compressoreenheid kan worden bereikt via continue, optimale instelling van de snelheidsverhouding van de motoren 3 en 4 van de trappen.

Bij deze regeling kan ook gebruik worden gemaakt van de tussendruk gemeten door de drukmeter 23, waarbij deze tussendruk gebruikt wordt in combinatie met de einddruk gemeten door de drukmeter 19.

De frequentieregelaars 5 en 6 bezitten een vermogen dat, wanneer de motoren 3 en 4 gelijk zijn, slechts de helft is van het vermogen nodig wanneer er maar één motor is. De tandwielkasten 13 en 14 zijn relatief klein en ook de motoren 3 en 4 kunnen relatief klein zijn zodat de compressoreenheid zeker niet groter en zwaarder is dan met één enkele grote motor met een grote en dure tandwielkast.

Door gebruik te maken van hogesnelheidsmotoren die kleiner en lichter zijn dan standaardmotoren van hetzelfde vermogen, kan de compressoreenheid compacter en lichter worden gebouwd waardoor minder materiaal vereist is en deze goedkoper is terwijl minder grondoppervlakte ervoor nodig is en de transportkosten dalen. Een bijkomend voordeel van het gebruik van compactere hogesnelheidsmotoren is de lagere inertie waardoor de respons sneller is.

De twee compressorelementen 1 en 2 moeten niet noodzakelijk verschillend zijn. De motoren 3 en 4 moeten

niet noodzakelijk gelijk zijn alhoewel dit bijkomende voordelen met zich meebrengt.

Door twee gelijke motoren 3 en 4 te gebruiken, kan de prijs van de compressoreenheid nog verminderd worden. Minder types van motoren zijn nodig waardoor een kleinere voorraad nodig is en de motoren in grotere reeksen en dus goedkoper kunnen geproduceerd worden.

Het aantal trappen is niet beperkt tot twee. Voor elke trap of elk compressorelement is een afzonderlijke motor met regelbare snelheid aanwezig.

De compressoreenheid moet niet noodzakelijk een koeler 9 tussen de compressorelementen 1 en 2 bevatten en ook de nakoeler 12 is evenmin absoluut noodzakelijk.

Ook de tandwielkasten 13 en 14 kunnen eventueel worden weggelaten en in een variante kan de drukmeter 23 voor het meten van de tussendruk worden weggelaten.

De uitvinding is geenszins beperkt tot de hiervoor beschreven en in de bijgaande tekening weergegeven uitvoeringsvorm, doch dergelijke meertraps-compressoreenheid en werkwijze voor het regelen ervan kunnen in verschillende varianten worden uitgevoerd zonder buiten het kader van de hieraan toegevoegde conclusies te treden.

Conclusies.

---

- 1.- Meertraps-compressoreenheid die minstens twee compressorelementen (1 en 2) bevat waarbij de uitlaat (8) van een compressorelement (1) van een trap over met de inlaat (10) van een volgend compressorelement (2) van een volgende trap in verbinding staat, en met elektrische stroom gevoede middelen om deze compressorelementen (1 en 2) met variabele snelheid aan te drijven, daardoor gekenmerkt dat de middelen om de compressorelementen (1 en 2) met variabele snelheid aan te drijven een elektrische motor (3,4) per compressorelement (1 en 2) bevatten die gevoed wordt via een eigen frequentieregelaar (5,6) zodat de frequentie en dus de snelheid per motor (3 of 4) afzonderlijk regelbaar is.
- 2.- Meertraps-compressoreenheid volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat de motoren (3 en 4) hogesnelheidsmotoren zijn.
- 3.- Meertraps-compressoreenheid volgens conclusie 1 of 2, daardoor gekenmerkt dat de twee motoren (3 en 4) gelijk zijn.
- 4.- Meertraps-compressoreenheid volgens een van de vorige conclusies, daardoor gekenmerkt dat zij een besturingsinrichting (15) bevat die gekoppeld is aan een drukmeter (19) voor het meten van de druk aan de uitlaat (11) van de laatste trap en aan middelen (21) voor het instellen van de gewenste einddruk, en die in functie van

de waarde gemeten door deze drukmeter (19) en de door de middelen (21) ingestelde gewenste einddruk de frequentieregelaars (5 en 6) bestuurt.

5.- Meertraps-compressoreenheid volgens een van de vorige conclusies, daardoor gekenmerkt dat de besturingsinrichting (15) gekoppeld is aan een drukmeter (23) voor het meten van de tussendruk tussen de compressorelementen (1 en 2).

6.- Meertraps-compressoreenheid volgens een van de vorige conclusies, daardoor gekenmerkt dat tussen de compressorelementen (1 en 2) een koeler (9) opgesteld is.

7.- Meertraps-compressoreenheid volgens een van de vorige conclusies, daardoor gekenmerkt dat in de uitlaat van het laatste compressorelement (2) een nakoeler (12) opgesteld is.

8.- Werkwijze voor het regelen van een meertraps-compressoreenheid volgens een van de vorige conclusies, die dus een elektrische motor (3,4) per compressorelement (1 en 2) bevat die gevoed wordt via een eigen frequentieregelaar (5,6) zodat de frequentie en dus de snelheid per motor afzonderlijk regelbaar is, daardoor gekenmerkt dat de snelheidsverhouding tussen de motoren (3 en 4) van de verschillende trappen continu wordt ingesteld om een optimale totale efficiëntie te verkrijgen.

9.- Werkwijze volgens conclusie 8, daardoor gekenmerkt dat de snelheidsverhouding tussen de motoren (3 en 4) voor

elke toestand van de compressoreenheid wordt bepaald in functie van de gemeten einddruk en wordt genomen uit een databank of wordt real-time berekend door middel van een algoritme of fuzzy-regeling.

10.- Werkwijze volgens conclusie 9, daardoor gekenmerkt dat de snelheidsverhouding tussen de motoren (3 en 4) mede wordt bepaald in functie van de tussendruk gemeten tussen twee trappen.

11.- Werkwijze volgens conclusie 8 of 9, daardoor gekenmerkt dat, bij een drukverschil tussen de gemeten einddruk en een gewenste einddruk onmiddellijk de snelheid van één van de motoren (3 en 4) wordt aangepast, waarbij in functie van de snelheid van deze motor en de gemeten einddruk de optimale snelheidsverhouding wordt ingesteld om de snelheid van de andere motoren te wijzigen en zodoende te komen tot een optimale totale efficiëntie van de compressoreenheid.





Europees  
Octrooibureau

**VERSLAG BETREFFENDE HET ONDERZOEK**

opgesteld krachtens artikel 21 § 1 en 2  
van de Belgische wet op de uitvindingsoctrooien  
van 28 maart 1984

Nummer van de  
nationale aanvraag:

B0 7640  
BE 9900699

VAN BELANG ZIJNDE LITERATUUR			
Categorie	Vermelding van literatuur met aanduiding voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde tekstgedeelten of tekeningen	Van belang voor conclusie(s) Nr.:	CLASSIFICATIE VAN DE AANVRAAG (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 09, 31 Oktober 1995 (1995-10-31) -& JP 07 158576 A (KOBE STEEL LTD), 20 Juni 1995 (1995-06-20) * samenvatting; figuren 1-5 * ---	1-8	F04C29/10 F04C23/00
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 379 (M-1012), 16 Augustus 1990 (1990-08-16) & JP 02 140477 A (HITACHI LTD), 30 Mei 1990 (1990-05-30) * samenvatting *	1-3	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 08, 30 Juni 1998 (1998-06-30) & JP 10 082391 A (ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD), 31 Maart 1998 (1998-03-31) * samenvatting *	1-3,6	
A	GB 2 023 731 A (PUMPEN & VERDICHTER VEB K) 3 Januari 1980 (1980-01-03) * conclusies 1-5; figuur 1 *	1	
A	EP 0 658 730 A (CARRIER CORP) 21 Juni 1995 (1995-06-21) * conclusies 1,2; figuur 1B *	1-5,8, 10,11	
			ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK (Int.Cl.7)
			F04C
Datum waarop het onderzoek werd voltooid		Vooronderzoeker	
13 Juni 2000		Dimitroulas, P	
CATEGORIE VAN DE VERMELDE LITERATUUR			
X : op zichzelf van bijzonder belang Y : van bijzonder belang in samenhang met andere documenten van dezelfde categorie A : achtergrond van de stand van de techniek O : verwijzend naar niet op schrift gesteld stand van de techniek P : literatuur gepubliceerd tussen voorrang- en indieningsdatum		T : niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding E : eerdere octrooipublicatie maar gepubliceerd op of na indieningsdatum D : in de aanvraag genoemd L : om andere redenen vermelde literatuur & : lid van dezelfde octroofamilie, corresponderende literatuur	

1

EOB FORM 02.93 (P04C47)

**AANHANGSEL BEHORENDE BIJ HET RAPPORT BETREFFENDE  
HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK,  
UITGEVOERD IN DE BELGISCHE OCTROOIAANVRAGE NR.**

BO 7640  
BE 9900699

Het aanhangsel bevat een opgave van elders gepubliceerde octrooiaanvragen of octrooien (zogenaamde leden van dezelfde octroofamilie), die overeenkomen met octrooischriften genoemd in het rapport.  
De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per  
De juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door de Octrooiraad gegarandeerd ;  
de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

13-06-2000

In het rapport genoemd octrooigeschrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
JP 07158576 A	20-06-1995	GEEN	
JP 02140477 A	30-05-1990	GEEN	
JP 10082391 A	31-03-1998	GEEN	
GB 2023731 A	03-01-1980	DD 136759 A FR 2427491 A JP 55064185 A	25-07-1979 28-12-1979 14-05-1980
EP 0658730 A	21-06-1995	BR 9404977 A DE 69414077 D DE 69414077 T JP 2614702 B JP 7198216 A KR 135018 B US 5582022 A	08-08-1995 26-11-1998 10-06-1999 28-05-1997 01-08-1995 28-04-1998 10-12-1996