



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0811801-9 B1



(22) Data do Depósito: 26/06/2008

(45) Data de Concessão: 19/03/2019

(54) Título: INVÓLUCRO DE COMPRESSOR PARA UM TURBOCOMPRESSOR E TURBOCOMPRESSOR

(51) Int.Cl.: F02B 39/00; F02B 33/44.

(30) Prioridade Unionista: 26/06/2007 US 60/946,199; 26/06/2007 US 60/946,221.

(73) Titular(es): BORGWARNER INC..

(72) Inventor(es): PATRICK SWEETLAND; DAVID G. GRABOWSKA; ALEKXANDAR SEKULARAC; STEPHAN I. ROBY.

(86) Pedido PCT: PCT US2008068426 de 26/06/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/003140 de 31/12/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/12/2009

(57) Resumo: INVÓLUCRO DE COMPRESSOR PARA UM TURBOCOMPRESSOR E TURBOCOMPRESSOR É proporcionado um invólucro (410, 510, 610, 700, 800, 900) para um turbocompressor (400, 500, 600). O invólucro (410, 510, 610, 700, 800, 900) tem uma câmara do impulsor (403, 503,603) ,difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) e espiral (420, 520, 620, 720, 820, 920) em comunicação fluida uns com os outros. O di fuso r (4 5 0 ,5 5 0 , 6 5 0 , 7 5 0 , 8 5 0 , 9 5 0) pode ter um formato curvo e/ou uma curvatura (455) na proximidade de uma ponta (408, 508, 608, 609) do impulsor (405, 505, 605). O formato curvo pode ser definido por um ou mais raios de curvatura (Rc, Rc1, Rc2). O difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) pode se estender numa direção radial que é não-ortogonal à linha central do turbocompressor (400, 500,600). O invólucro (410, 510, 610, 700, 800, 900) pode ser para uma secção do compressor do turbocompressor (400,500, 600).

"INVÓLUCRO DE COMPRESSOR PARA UM TURBOCOMPRESSOR E TURBOCOMPRESSOR".

Campo da invenção

5 Esta invenção é dirigida a um sistema de turbocompressor para um motor de combustão interna e, mais particularmente, a um difusor de um sistema de turbocompressor.

Antecedentes da invenção

10 Os turbocompressores são um tipo de sistema de indução forçada. Eles comprimem o ar que flui para dentro do motor, deste modo aumentado a potência do motor sem aumentar o peso de forma significativa. Os turbocompressores usam a vazão de exaustão do motor para girar uma turbina que, por sua vez, aciona um compressor
15 de ar. Visto que a turbina gira cerca de 30 vezes mais rápido do que a maioria dos motores de carro e está acoplada ao escape, a temperatura na turbina é muito alta. Além disso, devido à alta velocidade de fluxo resultante, os turbocompressores estão sujeitos a barulho e vibração. Estas condições podem ter um efeito
20 prejudicial sobre os componentes do turbocompressor, particularmente sobre as partes giratórias, como por exemplo o rotor da turbina, o que pode levar a falha do sistema.

25 Os turbocompressores são amplamente usados em motores de combustão interna e, no passado, foram particularmente usados com grandes motores a diesel, especialmente para caminhões pesados e aplicações marítimas. Mais recentemente, além do uso em relação a grandes motores a
30 diesel, os turbocompressores se tornaram populares para uso em fábricas menores de carros de passageiros. O uso de um turbocompressor em aplicações de carros de passageiros permite a seleção de uma fábrica que desenvolve a mesma quantidade de cavalo-vapor de um motor
35 menor de menor massa. O uso de um motor de menor massa tem o efeito desejado de diminuir o peso do carro com um todo, aumentando o desempenho esportivo e aumentando a

economia de combustível. Além disso, o uso de um turbocompressor permite uma combustão mais completa do combustível fornecido ao motor, deste modo reduzindo as emissões do motor como um todo, o que contribui com o objetivo altamente desejável de um meio ambiente mais limpo. O desenho e a função de turbocompressores estão descritos em detalhe no estado da técnica anterior, por exemplo, nas Patentes U.S. Nos. 4,705,463, 5,399,064 e 6,164,931, cujas revelações são aqui dadas como incorporadas por citação.

Tipicamente as unidades de turbocompressores incluem uma turbina operativamente conectada ao coletor de escape do motor, um compressor operativamente conectado ao coletor de admissão de ar do motor, e um eixo que conecta a turbina e o compressor de modo que a rotação da roda da turbina causa a rotação do impulsor do compressor. A turbina é acionada para girar por meio do gás de escape que flui no coletor de escape. O impulsor do compressor é acionado para girar por meio da turbina e, à medida que gira, aumenta a taxa de fluxo da massa de ar, a densidade do fluxo de ar e a pressão de ar fornecida aos cilindros do motor. À medida que os turbocompressores encontram uma maior aceitação em aplicações de carros de passageiros, três critérios de desenho passaram para o primeiro plano. Primeiro, o mercado exige que todos os componentes da fábrica, seja de carros de passageiros ou de caminhões, incluindo o turbocompressor, têm de proporcionar um funcionamento fiável durante um período de tempo muito mais prolongado do que era exigido no passado. Isto é, embora tenha sido aceitável no passado exigir uma revisão geral do motor depois de 80.000-100.000 milhas para carros de passageiros, é agora necessário desenhar componentes do motor para um funcionamento fiável em excesso de 200.000 milhas de funcionamento. É agora necessário desenhar componentes do motor em caminhões para um

funcionamento fiável em excesso de 1.000.000 milhas de funcionamento. Isto significa que um cuidado adicional tem de ser tomado para assegurar a fabricação apropriada e a cooperação de todos os dispositivos de
5 suporte.

O segundo critério de desenho que passou para o primeiro plano é que a fábrica tem de satisfazer ou exceder exigências muito rigorosas na área de NO_x minimizado e emissões de matérias em partículas.
10 Terceiro, com a produção em massa de turbocompressores, é altamente desejável desenhar um turbocompressor que satisfaz os critérios acima e que é compreendido de um número mínimo de partes. Além disso, estas partes devem ser fáceis de fabricar e
15 fáceis de montar, a fim de proporcionar um turbocompressor fiável e que ofereça uma boa relação custo-benefício. Devido ao fato do espaço no interior do motor ser escasso, é também desejável que a embalagem geométrica como um todo ou o envoltório do
20 turbocompressor seja minimizado.

No Pedido de Patente Japonesa N° 2000257437A2 de Hiroyuki, é apresentada uma secção de um compressor para um turbocompressor que tenta aumentar a carga de trabalho da conversão de pressão por meio do
25 alongamento do difusor. Na figura 1, um difusor prolongado 22 é formado num invólucro do compressor 18 que está em comunicação com o impulsor do compressor 17 a câmara do impulsor 21 e a espiral 23. O difusor 22 tem uma porção 22A reta, alongada que se estende
30 deste a entrada 25A do difusor. Uma extremidade 22B ao longo da porção 25B de saída do difusor é curva para proporcionar a comunicação fluida entre a espiral 23 e o difusor 22.

O sistema de Hiroyuki também sofre da desvantagem de
35 necessitar de um grande envoltório devido ao comprimento do difusor 22. O invólucro aumentado adiciona custos ao sistema ao necessitar de usar mais

material, como por exemplo, para o invólucro do compressor 18.

A Patente U.S. N° 6,679,057 de Arnold apresenta um turbocompressor com uma secção de compressor tendo uma
5 roda de compressor e lâminas guia móveis. Conforme ilustrado na figura 2, o sistema de Arnold tem um turbocompressor 110 com um invólucro da turbina 112 adaptado para receber gás de escape do motor de
10 combustão interna e distribuir o gás de escape para uma roda de turbina de gás de escape ou turbina 114 disposta de forma rotativa no interior do invólucro da turbina 112 e acoplada a uma extremidade de um eixo comum 116. O invólucro da turbina 112 encerra um sistema de geometria variável que compreende uma
15 pluralidade de lâminas que se movem de forma articulada 118. Um anel sincronizador da turbina 119 encaixa as lâminas 118 para executar o movimento radial para dentro e para fora das mesmas. O anel sincronizador da turbina 119 compreende uma
20 pluralidade de fendas 120 que correspondem com abas 122 e uma fenda eclíptica 123 que é configurada para acomodar a colocação de um pino acionador 124 dentro da mesma com a finalidade de mover o anel sincronizador. O pino 124 é ligado a um braço de
25 alavanca acionador 126 e uma manivela acionadora 128 que são dispostas no interior de uma porção do centro do invólucro do turbocompressor 130. A manivela acionadora 128 está disposta de forma rotativa axialmente através do centro do invólucro do
30 turbocompressor 130 e está configurada para mover o braço de alavanca 126 para trás e para frente à volta do eixo longitudinal da manivela acionadora, cujo movimento funciona para girar o pino acionador 124 e executar a rotação do anel sincronizador 119 no
35 interior do invólucro da turbina.

O turbocompressor 110 também compreende um invólucro do compressor 131 que é adaptado para receber ar de

uma entrada de ar 132 e distribuir o ar para um impulsor do compressor 134 disposto de forma rotativa no interior do invólucro do compressor 131 e acoplado a uma extremidade oposta do eixo comum 116. O
5 invólucro do compressor 131 também encerra um elemento de geometria variável 136 interposto entre o impulsor do compressor 134 e uma saída de ar. O elemento de geometria variável 136 é posicionado num difusor radial, reto 175 e compreende uma pluralidade de lâminas articuladas 138. O difusor 175 é conectado com
10 a voluta 180 que é formada ao longo de uma região externa e radialmente distante do impulsor 134.

Um anel sincronizador do compressor 140 é disposto de forma rotativa no interior do invólucro do compressor
15 131 e é configurado para encaixar e mover de forma rotativa todas as lâminas do compressor 138 de forma sincronizada. O anel sincronizador do compressor 140 compreende uma pluralidade de fendas 142 que correspondem com abas 144 que se projetam a partir de
20 cada respectiva lâmina do compressor. O anel de ajuste do compressor 140 compreende uma fenda e um pino de acionamento 146 que é disposto de forma rotativa no interior da fenda. Um braço de alavanca acionador 148 é ligado ao pino de acionamento 146 e à manivela
25 acionadora 128. O pino de acionamento 146 e o braço de alavanca 148 são dispostos através de uma placa de reforço 150 que é interposta entre o invólucro do compressor do turbocompressor 131 e o invólucro central 130. A rotação do pino de acionamento 146 faz
30 com que o anel sincronizador do compressor 140 gire ao longo da placa de reforço 150.

O sistema de Arnold também sofre da desvantagem de necessitar de um grande envoltório devido ao comprimento do difusor 175 e das lâminas guia móveis
35 138 posicionados dentro do mesmo. O invólucro aumentado adiciona custos ao sistema ao necessitar de usar mais material, tal como para o invólucro do

compressor 131.

Na figura 3, é ilustrada uma porção de um invólucro de compressor contemporâneo 200 tendo uma espiral 220 e um difusor radial plano 250. O difusor 250 fica
5 situado ao longo do plano do difusor P_{FD} , que é formado ao longo de uma circunferência externa da espiral 220. Para aumentar o comprimento do difusor, o turbocompressor contemporâneo necessita que o envoltório geométrico do turbocompressor seja
10 aumentado. O envoltório aumentado adiciona custos ao sistema ao necessitar de usar mais material, como por exemplo, para o invólucro do compressor.

Assim, há uma necessidade de um sistema de turbocompressor e de métodos para fabricar este
15 sistema que eficaz e eficientemente controle o fluxo de fluido da roda do compressor. Há também uma necessidade de um sistema como este que maximize a difusão sem aumentar o tamanho do envoltório geométrico. Há ainda uma necessidade adicional deste
20 sistema e método de fabricação deste sistema que seja fiável e que ofereça uma boa relação custo-benefício.

Sumário da invenção

As modalidades exemplificativas do turbocompressor difundem fluido por uma extensão desejada de um
25 difusor ao mesmo tempo que mantêm a embalagem geométrica ou envoltório. O difusor pode ter um formato curvo ou outra curvatura para manter a extensão desejada para difusão e/ou para permitir que um fluxo de baixo momentum acelere até uma velocidade
30 substancialmente a mesma que o resto do fluxo. O aumento da extensão da difusão proporciona uma difusão maior e/ou mais lenta do fluido, o que aumenta a eficiência e/ou a estabilidade na compressão do fluido.

35 Em um aspecto da invenção, é proporcionado um invólucro para um turbocompressor tendo um impulsor. O invólucro compreende uma câmara do impulsor que aloja

o impulsor de forma rotativa; uma espiral; e um difusor tendo uma entrada na proximidade do impulsor e uma saída conectada à espiral. A câmara do impulsor, o difusor e a espiral estão em comunicação fluida e a entrada tem uma forma curva.

Em um outro aspecto, é proporcionado um turbocompressor que compreende um impulsor; e um invólucro que define uma câmara do impulsor, um difusor e uma espiral. O impulsor é montado de forma rotativa no invólucro. A câmara do impulsor, o difusor e a espiral estão em comunicação fluida e o difusor se estende radialmente para fora numa direção que é não-ortogonal a uma linha central do turbocompressor.

Em um outro aspecto, é proporcionado um método para fabricar um turbocompressor. O método compreende proporcionar um invólucro do compressor tendo uma espiral, um difusor e uma câmara do impulsor em comunicação fluida uns com os outros; determinar um perfil de velocidade no difusor para o fluxo de fluido acionado por um impulsor montado de forma rotativa no invólucro do compressor; e formar uma curva no difusor se o perfil de velocidade for não-uniforme.

As modalidades exemplificativas do turbocompressor difundem fluido por uma extensão suficiente de um difusor ao mesmo tempo que mantêm uma embalagem geométrica ou envoltório reduzido. O difusor pode ter um formato ou trajeto curvo para manter a extensão suficiente para a difusão e/ou a entrada do difusor pode ser radialmente para fora da circunferência interna da espiral. A espiral pode ser movida para mais perto da câmara do impulsor enquanto posicionada axialmente mais distante do impulsor para manter a extensão do difusor e tirar proveito do espaço não utilizado no interior do envoltório geométrico.

Em um aspecto da invenção é proporcionado um invólucro para um turbocompressor tendo um impulsor. O invólucro tem um corpo que abriga o impulsor de forma rotativa e

define uma câmara do impulsor, um difusor e uma espiral. A câmara do impulsor, o difusor e a espiral estão em comunicação fluida e o difusor tem um trajeto ou formato curvo.

5 Em outro aspecto, é proporcionado um turbocompressor que compreende um impulsor; e um invólucro que define uma câmara do impulsor, um difusor e uma espiral. O impulsor é montado de forma rotativa no invólucro e a câmara do impulsor, o difusor e a espiral estão em
10 comunicação fluida. O difusor tem uma entrada radialmente para fora de uma circunferência interna da espiral.

Em outro aspecto, é proporcionado um método para fabricar um turbocompressor. O método compreende
15 formar um invólucro para o compressor que define uma câmara do impulsor, um difusor e uma espiral; e montar de forma rotativa um impulsor no invólucro do compressor para comprimir e fornecer um fluido através do difusor e espiral para um motor de combustão
20 interna. A câmara do impulsor, o difusor e a espiral estão em comunicação fluida e o difusor tem um trajeto curvo.

Breve descrição dos desenhos

A presente invenção é ilustrada a título de exemplo e
25 não de limitação nos desenhos associados em que numerais de referência iguais indicam partes similares e, em que:

A Figura 1 é uma representação esquemática de um sistema de turbocompressor contemporâneo com um
30 difusor;

A Figura 2 é uma representação esquemática de um outro sistema de turbocompressor contemporâneo com um difusor;

A Figura 3 é uma representação esquemática em corte
35 transversal de um difusor plano radial contemporâneo;

A Figura 4 é uma vista em corte transversal de uma porção de um turbocompressor de acordo com uma

modalidade exemplificativa da invenção;

A Figura 5 é uma vista em corte transversal de uma porção de um turbocompressor de acordo com uma outra modalidade exemplificativa da invenção;

5 A Figura 6A é uma vista em corte transversal de uma porção de um turbocompressor de acordo com uma outra modalidade exemplificativa da invenção;

A Figura 6B é uma vista ampliada de uma porção do turbocompressor da Figura 6 com uma ponta do
10 compressor alternativa;

A Figura 6C é uma vista ampliada de uma porção do turbocompressor da Figura 6 com outra ponta do compressor alternativa;

A Figura 7 é uma representação esquemática de um
15 invólucro do turbocompressor de acordo com uma modalidade exemplificativa da invenção;

A Figura 8 é uma representação esquemática em corte transversal de um invólucro do turbocompressor de acordo com uma outra modalidade exemplificativa da
20 invenção;

A Figura 9 é uma representação esquemática em corte transversal de um invólucro do turbocompressor de acordo com uma outra modalidade exemplificativa da invenção;

25 A Figura 10 é uma vista em corte transversal de uma porção de um turbocompressor de acordo com uma outra modalidade exemplificativa da invenção;

A Figura 11 é uma representação gráfica dos dados de desempenho que comparam o turbocompressor da Figura 3 com um turbocompressor contemporâneo que tem um
30 difusor reto; e

A Figura 12 é outra representação gráfica dos dados de desempenho que comparam o turbocompressor da Figura 10 com um turbocompressor contemporâneo que tem um
35 difusor reto.

Descrição detalhada da invenção

As modalidades da invenção são dirigidas à difusão num

turbocompressor para o fornecimento de um fluido comprimido a um motor de combustão interna. Os aspectos da invenção serão explicados em relação a uma secção do compressor que tem um difusor particular e espiral, contudo a descrição detalhada pretende ser apenas exemplificativa. As modalidades exemplificativas da invenção estão ilustradas nas Figuras 4-9, mas a presente invenção não está limitada à estrutura ou aplicação ilustrada.

Com referência à figura 4, um turbocompressor 400 tem um invólucro do compressor 410 conectado aos invólucros do centro e da turbina (não ilustrado). O invólucro do compressor 410 tem uma roda do compressor ou impulsor 405 montado de forma rotativa no interior de uma câmara do impulsor 403. O turbocompressor 400 tem várias outras características que não estão ilustradas na figura 4, como por exemplo, uma turbina ligada operativamente ao coletor de escape do motor, o invólucro do compressor 410 sendo conectado operativamente ao coletor de admissão de ar do motor e um eixo que conecta o impulsor da turbina e o impulsor do compressor 403 de modo que a rotação do impulsor da turbina causa a rotação do impulsor do compressor. O impulsor da turbina é acionado para girar por meio do gás de escape que flui no coletor de escape. O impulsor do compressor 405 é acionado para girar por meio do impulsor da turbina e, à medida que gira, aumenta a taxa de fluxo da massa de ar, a densidade do fluxo de ar e a pressão do ar fornecido aos cilindros do motor. Vários outros componentes e configurações também podem ser usados no turbocompressor 400.

Na modalidade exemplificativa do turbocompressor 400, o invólucro do compressor 410 tem uma voluta com uma espiral 420 e um difusor 450 para comunicação fluida entre a câmara do impulsor 403 e o motor de combustão interna (não ilustrado). Uma entrada 453 do difusor 450, de preferência, está na proximidade de uma ponta

408 do impulsor do compressor 405. O invólucro 410 pode ser formado de porções múltiplas, como por exemplo o primeiro e o segundo invólucros 411 e 412 ligados por um mecanismo de ligação 415, por exemplo, 5 um ou mais parafusos. O invólucro 410 pode ser formado por vários métodos incluindo fundição, usinagem e uma combinação de fundição e usinagem. O invólucro 410 pode ser feito de vários materiais incluindo alumínio. O difusor 450 pode ter um formato curvo ou então não- 10 linear. Em uma modalidade, o difusor 250 tem uma curvatura substancialmente suave, conforme definido pelo primeiro e segundo raios de curvatura R_{c1} e R_{c2} . Embora a modalidade exemplificativa do turbocompressor 400 tenha a curvatura do difusor 450 sendo definida 15 por um par de raios de curvatura R_{c1} e R_{c2} , a presente curvatura leva em consideração o difusor tendo outras formas curvas ou não-lineares incluindo sendo definido por um único raio de curvatura ou mais de dois raios de curvatura. A presente revelação também leva em 20 consideração uma ou mais porções do difusor 450 sendo retas com as porções restantes sendo curvas para proporcionar um formato não-linear para o difusor. O difusor 450 tem uma saída 458 que é conectada à espiral 420. De preferência, a entrada 453 é 25 proporcionada com uma curvatura ou porção curva 455 que está na proximidade da ponta do compressor 408. A curvatura 455 permite que um fluxo de baixo momentum do impulsor do compressor 405 seja acelerado até uma velocidade igual ou similar ao restante do fluxo ao 30 longo da curvatura proporcionando estabilidade ao fluxo do fluido. O difusor curvo ou então não-linear 450 permite um aumento na extensão do difusor sem a necessidade de aumentar o envoltório geométrico para o 35 turbocompressor 400. A extensão aumentada do difusor 450 proporciona mais difusão e difusão mais lenta, o que aumentará a eficiência e a estabilidade no fluxo.

Para reduzir perdas ao longo do trajeto do fluxo do difusor 450, a curvatura é, de preferência, lisa sem quaisquer curvas apertadas ou pronunciadas. Numa modalidade, as paredes do difusor 450 são angulares, como por exemplo convergentes ou divergentes para aumentar ou diminuir a taxa de difusão.

Com referência à figura 5, um turbocompressor 500 tem um invólucro do compressor 510 com uma roda do compressor ou impulsor 505 montado de forma rotativa no interior de uma câmara do impulsor 503. Vários componentes e configurações podem ser usados no turbocompressor 500, como por exemplo aqueles descritos acima em relação ao turbocompressor 400.

Na modalidade exemplificativa do turbocompressor 500, o invólucro do compressor 510 tem uma voluta com uma espiral 520 e um difusor 550 para comunicação fluida entre a câmara do impulsor 503 e o motor de combustão interna (não ilustrado). Uma entrada 553 do difusor 550 está, de preferência, na proximidade da uma ponta

508 do impulsor do compressor 505. O invólucro 510 pode ser formado de porções múltiplas, como por exemplo o primeiro e o segundo invólucros 511 e 512 ligados por um mecanismo de ligação 515, por exemplo, um ou mais parafusos. O invólucro 510 pode ser formado por vários métodos incluindo fundição, usinagem e uma combinação de fundição e usinagem. O invólucro 510 pode ser feito de vários materiais incluindo alumínio.

O difusor 550 pode ter um formato reto ou linear que está a um ângulo α do difusor em relação ao eixo axial do turbocompressor 500. Em outras palavras, o difusor 550 pode estar não-ortogonal à linha central C_L do turbocompressor 500. O ângulo α do difusor particular pode ser selecionado com base em inúmeros fatores incluindo a extensão desejada do difusor 550, a eficiência de fluxo e o envoltório geométrico desejado para o turbocompressor 500. De preferência, o ângulo α do difusor tem entre cerca de 5 a 75 graus, mais

preferencialmente, entre cerca de 10 a 60 graus e, mais preferencialmente, entre 20 e 50 graus. Ao proporcionar um difusor substancialmente reto ou linear 550, o turbocompressor 500 pode reduzir as
5 perdas associadas com as curvas, como por exemplo, devido à fricção.

O difusor 550 tem uma saída 558 que está conectada à espiral 520. Devido ao ângulo α do difusor, a entrada 553 é proporcionada com uma mudança de direção ou
10 curvatura que está na proximidade da ponta do compressor 508. A curvatura permite que um fluxo de momentum baixo do impulsor do compressor 505 seja acelerado até uma velocidade igual ou similar ao restante do fluxo ao longo da curvatura proporcionando
15 estabilidade ao fluxo do fluido.

A configuração angular ou não-ortogonal do difusor 550 permite um aumento na extensão do difusor sem a necessidade de aumentar o envoltório geométrico para o turbocompressor 500. A extensão aumentada do difusor
20 550 proporciona mais difusão e difusão mais lenta, o que aumentará a eficiência. Numa modalidade, as paredes do difusor 550 são angulares, como por exemplo, convergentes ou divergentes, para aumentar ou diminuir a taxa de difusão.

O difusor 550 pode ter uma ou mais lâminas 575. As lâminas 575 podem ser fixas ou móveis. Quando as lâminas 575 são móveis, são utilizados mecanismos e técnicas de acionamento apropriados. O tamanho, formato e/ou configuração particular das lâminas 575
30 podem ser escolhidos com base em inúmeros fatores incluindo a eficiência. A presente revelação também contempla o difusor 550 sendo sem lâminas.

Com referência à figura 6A, um turbocompressor 600 tem um invólucro do compressor 610 com uma roda do
35 compressor ou impulsor 605 montado de forma rotativa no interior de uma câmara do impulsor 603. Vários componentes e configurações podem ser usados no

turbocompressor 600, como por exemplo aqueles descritos acima em relação ao turbocompressor 400.

Na modalidade exemplificativa do turbocompressor 600, o invólucro do compressor 610 tem uma voluta com uma
5 espiral 620 e um difusor 650 para comunicação fluida entre a câmara do impulsor 603 e o motor de combustão interna (não ilustrado). Uma entrada 653 do difusor 650 está, de preferência, na proximidade de uma ponta 608 do impulsor do compressor 605. O invólucro 610
10 pode ser formado de porções múltiplas, como por exemplo o primeiro e o segundo invólucros 611 e 612 ligados por um mecanismo de ligação 615, por exemplo, um ou mais parafusos. O invólucro 610 pode ser formado por vários métodos incluindo fundição, usinagem e uma
15 combinação de fundição e usinagem. O invólucro 610 pode ser feito de vários materiais incluindo alumínio. O difusor 650 pode ter um formato reto ou linear que está a um ângulo α do difusor em relação ao eixo axial do turbocompressor 600. Em outras palavras, o difusor
20 650 pode estar não-ortogonal à linha central C_L do turbocompressor 600. O ângulo α do difusor particular pode ser selecionado com base em inúmeros fatores incluindo a extensão desejada do difusor 650, a eficiência de fluxo e o envoltório geométrico desejado
25 para o turbocompressor 600. De preferência, o ângulo α do difusor tem entre cerca de 5 a 75 graus, mais preferencialmente, entre cerca de 10 a 60 graus e, mais preferencialmente, entre 20 e 50 graus. Ao proporcionar um difusor substancialmente reto ou
30 linear 650, o turbocompressor 600 pode reduzir as perdas associadas com as curvas, como por exemplo, devido à fricção.

A modalidade do turbocompressor 600 proporciona um difusor 650 que se estende radialmente para fora numa
35 direção distante da secção da turbina (não ilustrada), onde o difusor 550 do turbocompressor 500 se estende radialmente para fora numa direção da secção da

turbina. O turbocompressor 500 pode tirar proveito do espaço não utilizado no interior do envoltório geométrico na proximidade do invólucro central (não ilustrado), enquanto o turbocompressor 600 pode tirar
5 proveito do espaço não utilizado no interior do envoltório geométrico na proximidade da câmara do impulsor 603.

O difusor 650 tem uma saída 658 que está conectada à espiral 620. Devido ao ângulo α do difusor, a entrada
10 653 é proporcionada com uma mudança de direção ou curvatura que está na proximidade da ponta do compressor 608. A curvatura permite que um fluxo de momentum baixo do impulsor do compressor 605 seja acelerado até uma velocidade igual ou similar ao
15 restante do fluxo ao longo da curvatura proporcionando estabilidade ao fluxo do fluido.

A configuração angular do difusor 650 permite um aumento na extensão do difusor sem a necessidade de aumentar o envoltório geométrico para o
20 turbocompressor 600. A extensão aumentada do difusor 650 proporciona mais difusão e difusão mais lenta que aumentará a eficiência. Numa modalidade, as paredes do difusor 650 são angulares, como por exemplo, convergentes ou divergentes, para aumentar ou diminuir
25 a taxa de difusão. O impulsor 605 pode ter uma ponta 608 prolongada que se estende para dentro da entrada 608.

Com referência à figura 6B, é ilustrada uma porção ampliada do turbocompressor 600 com uma ponta
30 axialmente plana ou não-prolongada 609. O impulsor 605 proporciona fluido que entra no difusor 650 com um perfil de velocidade não-uniforme V_p . O ângulo α do difusor e a curvatura ou mudança de direção na proximidade da entrada 653 permitem que um fluxo de
35 momentum baixo F_{LM} do impulsor do compressor 605 seja acelerado até uma velocidade igual ou similar ao restante do fluxo ao longo da curvatura proporcionando

estabilidade ao fluxo do fluido. Em uma modalidade, o difusor 650 é proporcionado com uma curvatura, mudança de direção ou outra curvatura imediatamente a jusante da ponta do impulsor 609 para acelerar o fluxo de momentum baixo F_{LM} para substancialmente a mesma velocidade que o restante do fluxo e para estabilizar o fluxo. A jusante da ponta do rotor 609, o perfil da velocidade V_p é mais uniforme. Em uma modalidade, o ângulo β pode ser alterado para influenciar o perfil de velocidade. A mudança do ângulo β pode diminuir o trabalho ou energia necessária para virar o fluxo. Com referência à figura 6C, é ilustrada uma porção ampliada do turbocompressor 600 com outra ponta axialmente plana ou não-prolongada 609.

Em uma modalidade, um método de fabricação dos turbocompressores 400, 500 e 600 inclui determinar se o fluxo de fluido tem um perfil de velocidade uniforme ou não-uniforme V_p na entrada do difusor. Se existir um perfil de velocidade não-uniforme V_p , então um arco ou curvatura é formado no difusor na proximidade da entrada do difusor e, de preferência, imediatamente a jusante da entrada. O grau ou extensão do arco ou curvatura (por exemplo, o ângulo α do difusor ou o raio da curvatura) é escolhido com base no perfil de velocidade não-uniforme V_p . Por exemplo, um pequeno ângulo α do difusor pode ser usado com o turbocompressor 600 se for determinado que há apenas uma pequena quantidade de não-uniformidade no perfil de velocidade V_p , de tal modo que o fluxo de momentum baixo F_{LM} apenas requeira uma pequena quantidade de extensão do difusor a fim de ser acelerado até substancialmente a mesma velocidade que o restante do fluxo. Pode ser determinada uma correlação entre o ajuste ao perfil de velocidade não-uniforme V_p e o grau ou extensão do arco ou curvatura do difusor na proximidade da entrada. No entanto, a presente revelação também leva em consideração a extensão da

não-uniformidade no perfil de velocidade V_p , como sendo um dos vários fatores que são considerados na determinação do grau ou extensão do arco ou curvatura. Com referência à figura 7, é ilustrada uma porção de um invólucro do compressor 700 tendo uma espiral 720 e um difusor 750. O difusor 750 se situa ao longo do plano P_{CD} do difusor que intercepta a espiral 720. O difusor 750 tem um formato uniformemente curvo definido por um único raio de curvatura R_c . O uso do difusor uniformemente curvo 750 permite uma extensão maior do difusor sem a necessidade de aumentar o envoltório geométrico para o turbocompressor. O difusor de extensão mais longa proporciona as vantagens descritas acima em relação aos turbocompressores 400, 500 e 600.

Com referência à figura 8, é ilustrada uma porção de um invólucro do compressor 800 tendo uma espiral 820 e um difusor 850. O difusor 850 se situa ao longo do plano P_{RD} do difusor que intercepta a espiral 820. O difusor 850 tem um formato uniformemente curvo definido por um único raio de curvatura R_c . O uso do difusor curvo 850 permite uma extensão maior do difusor sem a necessidade de aumentar o envoltório geométrico para o turbocompressor. O difusor de extensão mais longa proporciona as vantagens descritas acima em relação aos turbocompressores 400, 500 e 600. O invólucro 800 posiciona a espiral 820 fora do difusor curvo 850 e inverte a direção do fluxo depois que o mesmo entra na espiral 820, ao mesmo tempo que mantém substancialmente o mesmo envoltório geométrico para o turbocompressor. Quando a curva do difusor 850 subtende um arco de 90 graus, o plano P_{RD} do difusor pode bifurcar ou passar através do centro da espiral 820. Numa modalidade, as paredes podem divergir para aumentar a área de corte transversal, como por exemplo quando o difusor 850 gira axialmente.

Com referência à figura 9 é ilustrada uma porção de um

invólucro do compressor 900 tendo uma espiral 920 e um difusor 950. O difusor 950 se situa ao longo do plano P_{SD} do difusor que é tangencial à espiral 920. O difusor 950 tem um formato uniformemente curvo ao longo de uma porção mediana do mesmo definido pelo único raio de curvatura R_c . O uso do difusor curvo 950 permite uma extensão maior do difusor sem a necessidade de aumentar o envoltório geométrico para o turbocompressor. O difusor de extensão mais longa proporciona as vantagens descritas acima em relação aos turbocompressores 400, 500 e 600.

O invólucro 900 aumenta o ângulo através do qual o difusor 950 progride antes da entrada na espiral 920. A direção do fluxo é invertida enquanto ainda no difusor 950 e a extensão do difusor é aumentada.

As modalidades exemplificativas produzem uma proporção de pressão mais elevada usando substancialmente o mesmo envoltório geométrico que o invólucro do compressor contemporâneo. As modalidades exemplificativas também permitem flexibilidade no posicionamento das espirais e/ou difusores em relação aos outros componentes do turbocompressor, o que é vantajoso em compartimentos de motores menores onde o espaço é muito escasso. Os difusores aqui descritos podem ser com lâminas ou sem lâminas, incluindo lâminas fixas ou móveis.

Com referência à figura 10, um turbocompressor 1200 tem um invólucro do compressor 1210 conectado ao centro e invólucros da turbina (não ilustrado). O invólucro do compressor 1210 tem uma roda do compressor ou impulsor 1220 montada de forma rotativa no interior de uma câmara do impulsor 1230. O turbocompressor 1200 tem várias outras características que não estão ilustradas na figura 3, como por exemplo, uma turbina conectava operativamente ao coletor de escape do motor, o invólucro do compressor 1210 sendo operativamente conectado ao coletor de

admissão de ar do motor e um eixo que conecta o impulsor da turbina e impulsor do compressor 1220 de modo que a rotação do impulsor da turbina cause a rotação do impulsor do compressor. O impulsor da turbina é acionado para girar por meio do gás de escape que flui no coletor de escape. O impulsor do compressor 1220 é acionado para girar por meio do impulsor da turbina e, à medida que gira, aumenta a taxa de fluxo da massa de ar, a densidade do fluxo de ar e a pressão de ar fornecida aos cilindros do motor. Vários outros componentes e configurações também podem ser usados no turbocompressor 1200.

Na modalidade exemplificativa do turbocompressor 1200, o invólucro do compressor 1210 tem uma voluta com um difusor 1250 e uma espiral 1260 para comunicação fluida entre a câmara do impulsor 1230 e o motor de combustão interna (não ilustrado). Uma entrada 1255 do difusor 1250 está, de preferência, na proximidade de uma ponta 1225 do impulsor do compressor 1220. O invólucro 1210 pode ser um corpo único ou porções múltiplas e pode ser formado por vários métodos incluindo fundição, usinagem e uma combinação de fundição e usinagem. O invólucro 1210 pode ser feito de vários materiais incluindo alumínio.

O difusor 1250 pode ter um formato ou trajeto curvo ou então não-linear. Em uma modalidade, o difusor 1250 tem um formato substancialmente curvo, por exemplo, definido por um único raio de curvatura R_c . O raio de curvatura R_c tem, de preferência, entre cerca de 1 a 1000 polegadas. Em outra modalidade, o difusor 1250 pode incluir uma ou mais lâminas guia 1400. As lâminas guia 1400 podem ser fixas, móveis ou uma combinação de ambas.

Embora a modalidade exemplificativa do turbocompressor 1200 apresente a curvatura do difusor 1250 sendo definida por um único raio de curvatura R_c , a presente revelação leva em consideração o difusor tendo outros

formatos curvos ou não-lineares incluindo sendo definido por uma pluralidade de raios de curvatura. A presente revelação também leva em consideração uma ou mais porções do difusor 1250 sendo retas com as
5 porções restantes sendo curvas para proporcionar um formato não linear ao difusor.

O difusor 1250 tem uma saída 1257 que, de preferência, é conectado à espiral 1260 ao longo de uma porção radialmente externa (conforme medido a partir de uma
10 linha central C_L do turbocompressor) da espiral. De preferência, a entrada 1255 do difusor 1250 é radialmente para fora (conforme medido a partir da linha central C_L do turbocompressor) da circunferência interna da espiral 260 conforme ilustrado pela linha
15 de referência C. Onde a extremidade 1225 do impulsor do compressor 1220 se encontra na proximidade da entrada 1255 do difusor, a extremidade é também posicionada radialmente para o exterior da circunferência interna da espiral 1260.

20 O uso de um difusor curvo ou então não-linear 1250 permite um envoltório geométrico menor para o turbocompressor 1200 sem sacrificar a extensão do difusor. Conforme pode ser observado na figura 10, o raio externo R, ou o diâmetro externo da espiral 1260
25 pode ser reduzido para proporcionar um envoltório ou embalagem geométrica menor ao mesmo tempo que mantém a extensão ao longo da qual o fluxo do impulsor 1220 pode ser difundido.

A entrada 1255 do difusor 1250, de preferência, é
30 axialmente distante do difusor 1260, conforme ilustrado pela separação do plano da espiral P_S e o plano da entrada P_I . Ao mover a espiral 1260 para mais perto da câmara do impulsor 1230, mas axialmente distante da entrada 1255 do difusor 1250 e/ou do
35 impulsor 1220, o turbocompressor 1200 reduz a geometria radial do envoltório através da utilização do espaço não usado no envoltório numa direção axial

distante do impulsor. Há uma quantidade maior de divergência na região indicada pela seta A em comparação com a região indicada pela seta B. Numa modalidade, a curvatura do trajeto do difusor é

5 definida por uma pluralidade de raios que podem proporcionar mais difusão em comparação com um trajeto definido por um único raio de curvatura.

Com referência à figura 11, o desempenho do turbocompressor 1200 tendo o difusor curvo 1250 e a

10 espiral 1260 foi comparado com um turbocompressor contemporâneo tendo um difusor radialmente plano ou reto. O difusor curvo 1250 não tinha lâminas guia. O turbocompressor 1200 tinha um diâmetro externo da espiral que era 0,53 polegadas menor do que o diâmetro

15 externo do turbocompressor contemporâneo tendo um difusor radialmente plano ou reto. Numa comparação da proporção da pressão com as taxas de fluxo de massa, constatou-se que o desempenho da proporção de pressão do turbocompressor 1200 estava dentro de limites

20 aceitáveis em comparação com o turbocompressor contemporâneo ao longo de várias linhas de velocidade. Com referência à figura 5, o desempenho do turbocompressor 1200 tendo o difusor curvo 1260 e a espiral 1260 foi uma vez mais comparado a um

25 turbocompressor contemporâneo tendo um difusor radialmente plano ou reto. O difusor curvo 1250 não tinha lâminas guia. O turbocompressor 1200 tinha um diâmetro externo da espiral que era 0,53 polegadas menor do que o diâmetro externo do turbocompressor

30 contemporâneo tendo um difusor radialmente plano ou reto. Numa comparação da eficiência com as taxas de fluxo de massa, constatou-se que o desempenho da eficiência do turbocompressor 1200 estava dentro de limites aceitáveis em comparação com o turbocompressor

35 contemporâneo ao longo de várias linhas de velocidade e excedia a eficiência do turbocompressor contemporâneo numa maioria de linhas de velocidade.

Embora a modalidade exemplificativa tenha sido descrita em relação a um compressor de um turbocompressor, deve ser entendido que a presente revelação leva em consideração o uso das modalidades exemplificativas com uma turbina do turbocompressor. A modalidade exemplificativa também pode ser usada com lâminas guia de geometria variável em uma ou ambas da turbina e secções do compressor, bem como outros tipos de turbocompressores incluindo turbocompressores de lâminas fixas. É também levado em consideração pela presente revelação que as características dos turbocompressores e/ou invólucros podem ser usadas com outros tipos de dispositivos impulsores de fluido onde é desejada uma extensão particular de um difusor. Estes outros tipos de dispositivos impulsores de fluido incluem, mas não são limitados aos seguintes: superchargers; bombas centrífugas; ventiladores centrífugos; compressores de gás de estágio único; compressores de gás de estágios múltiplos; e outros tipos de dispositivos que, de um modo geral, usam um ou mais elementos rotativos para comprimir gases e/ou induzir o fluxo de fluido.

Embora a invenção tenha sido descrita por referência a uma modalidade escolhida a título de ilustração, deve ficar evidente que inúmeras modificações poderiam ser feitas pelos especialistas na técnica sem afastamento do espírito e do âmbito da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Invólucro de compressor para um turbocompressor, tendo um impulsor (405, 505, 605), o invólucro (410, 510, 610, 700, 800, 900) compreendendo:
- 5 uma câmara do impulsor (403, 503, 603) que aloja de forma rotativa o impulsor (405, 505, 605); uma espiral (420, 520, 620, 720, 820, 920); e um difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) tendo uma entrada (453, 553, 653) na proximidade do impulsor
- 10 (405, 505, 605) e uma saída (458, 558, 658) ligada à espiral (420, 520, 620, 720, 820, 920), caracterizado pelo fato da câmara do impulsor (403, 503, 603), o difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) e a espiral (420, 520, 620, 720, 820, 920) estarem em comunicação
- 15 fluida, e pelo fato do difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) ter uma curva (455).
2. Invólucro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da entrada (453, 553, 653) ter uma curva (455).
- 20 3. Invólucro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do difusor (750, 850) ser definido por um único raio de curvatura (R_c).
4. Invólucro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do difusor (450, 950) ser
- 25 definido por uma pluralidade de raios de curvatura (R_{c1} , R_{c2}).
5. Invólucro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) se situar num plano do difusor e pelo
- 30 fato do plano do difusor interceptar a espiral (720, 820).
6. Invólucro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) se situar num plano do difusor e pelo
- 35 fato do plano do difusor bifurcar a espiral.
7. Invólucro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do difusor (450, 550, 650,

750, 850, 950) se situar num plano do difusor e pelo fato do plano do difusor ser tangencial à espiral (920).

5 8. Invólucro, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do trajeto curvo ser definido por um único raio de curvatura (R_c) e pelo fato do único raio de curvatura (R_c) ter entre 1 e 1000 polegadas.

9. Turbocompressor, compreendendo:

10 um impulsor (405, 505, 605); e

um invólucro (410, 510, 610, 700, 800, 900) que define uma câmara do impulsor (403, 503, 603), um difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) e uma espiral (420, 520, 620, 720, 820, 920), caracterizado pelo fato do impulsor (405,

15 505, 605) ser montado de forma rotativa no invólucro (410, 510, 610, 700, 800, 900), pelo fato da câmara do impulsor (403, 503, 603), o difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950) e a espiral (420, 520, 620, 720, 820, 920) estarem em comunicação fluida e pelo fato do difusor
20 (450, 550, 650, 750, 850, 950) se estender em uma direção radial que é não-ortogonal a uma linha central do turbocompressor (400, 500, 600).

10. Turbocompressor, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato do difusor (550, 650) ter um
25 formato linear.

11. Turbocompressor, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de compreender ainda uma ou mais lâminas (575) posicionadas no difusor (450, 550, 650, 750, 850, 950).

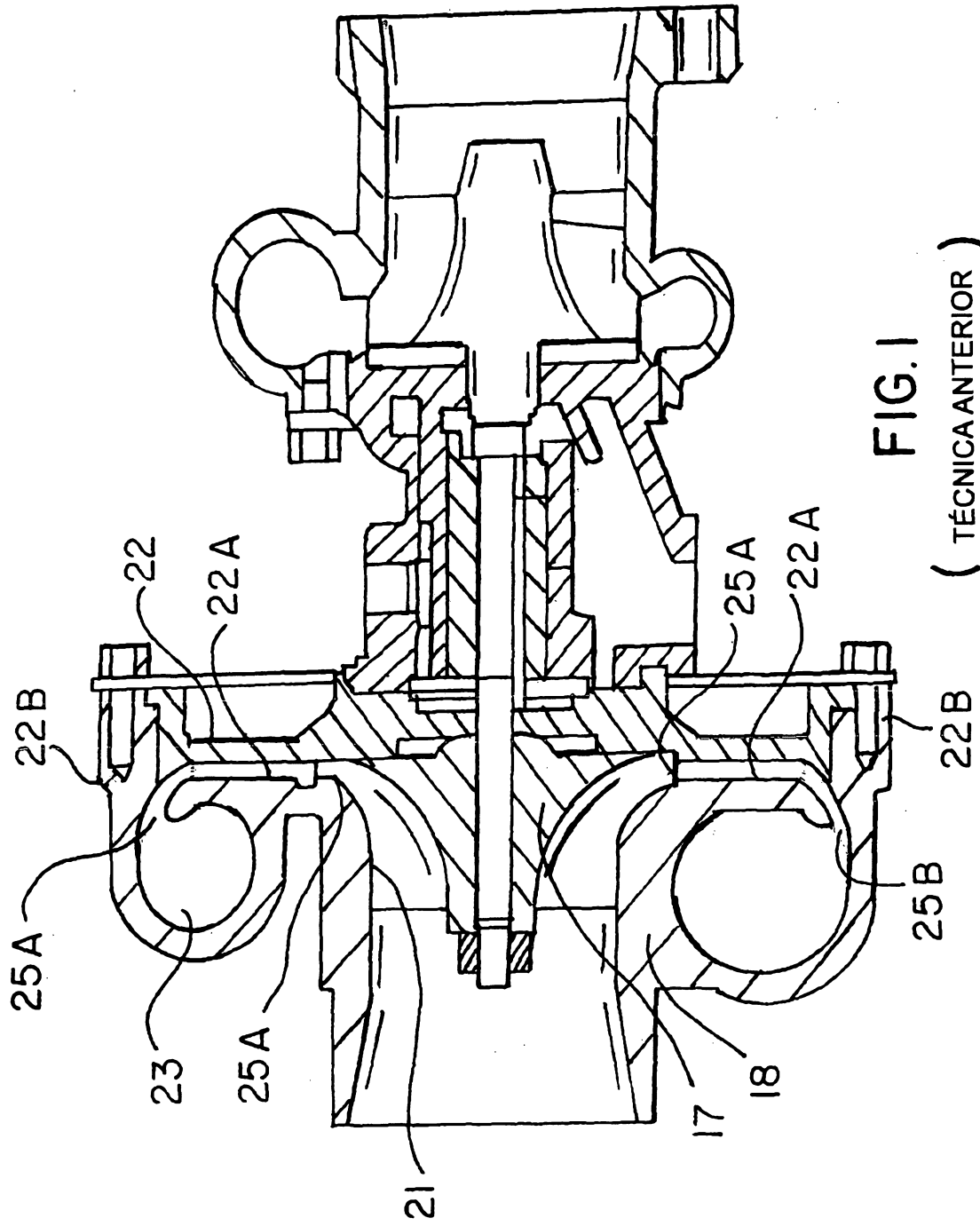


FIG. 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

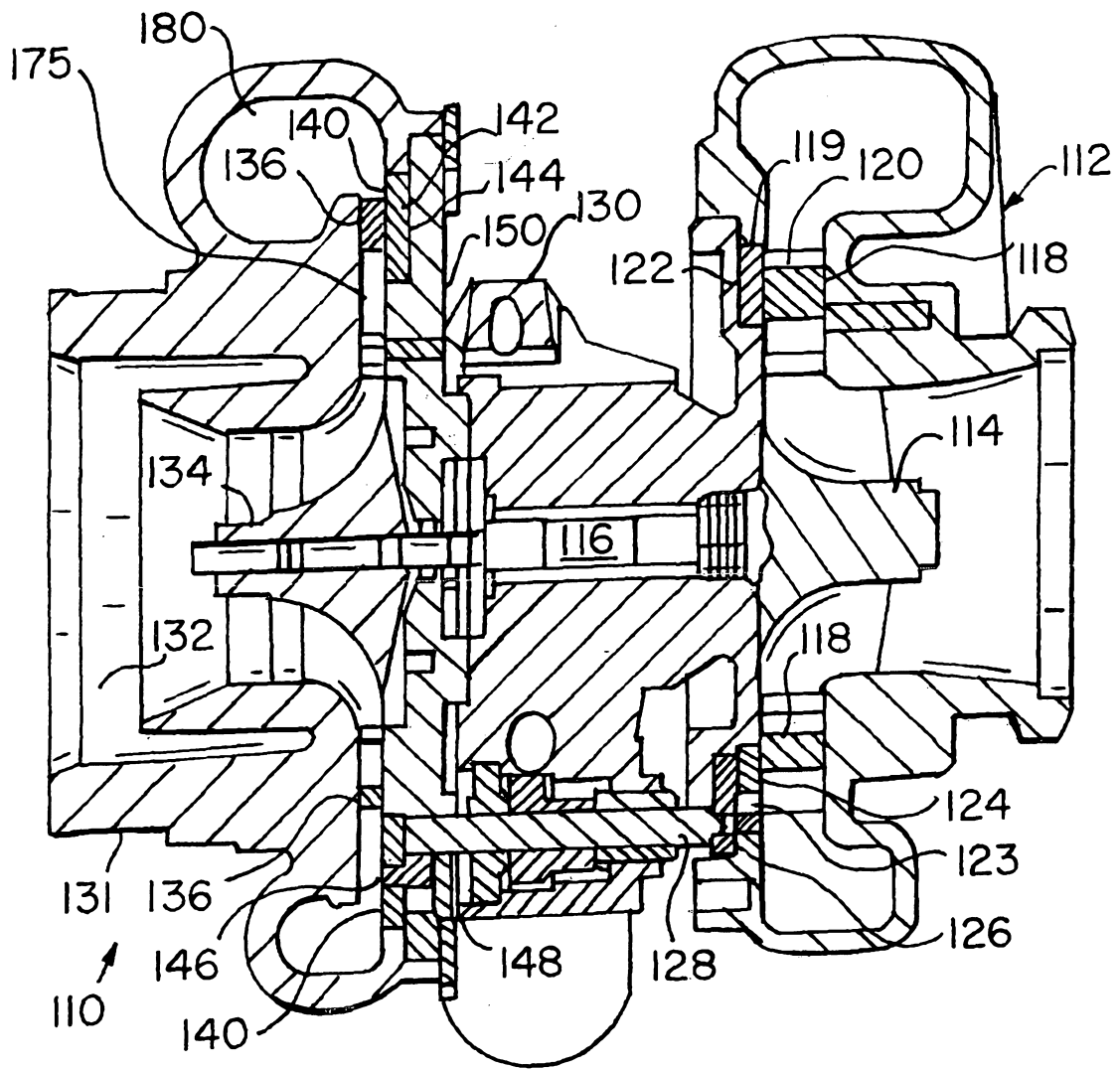


FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

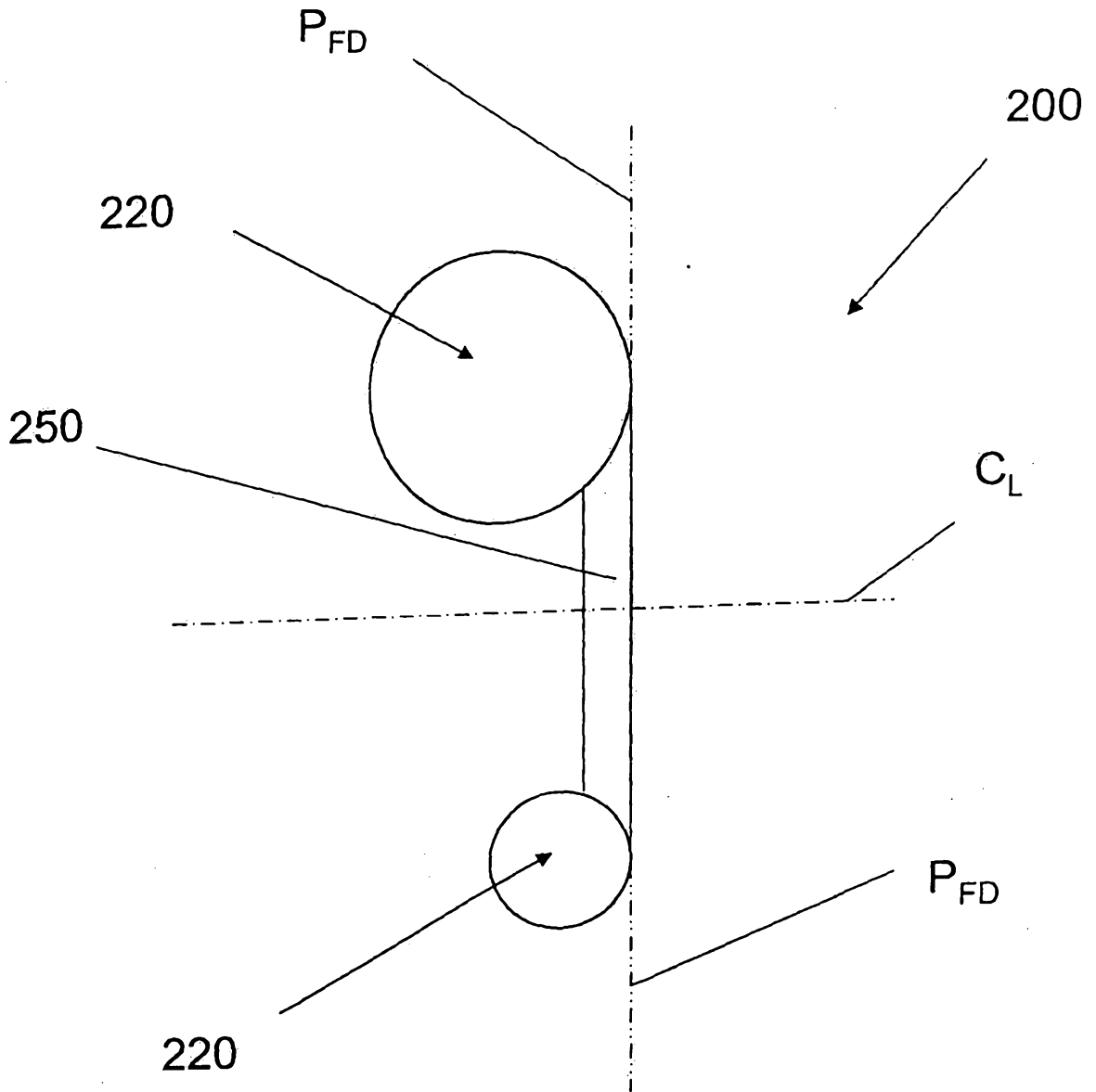
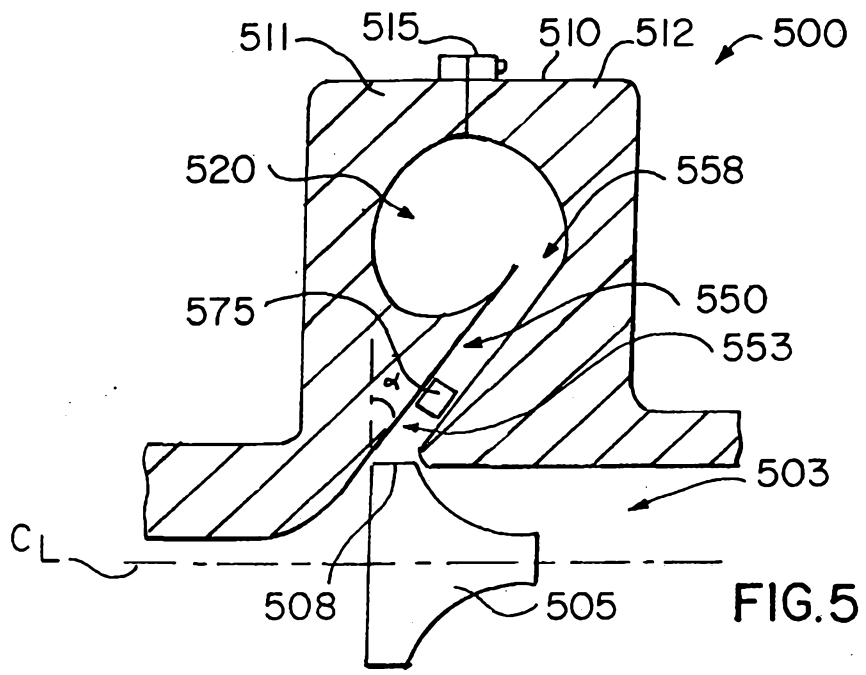
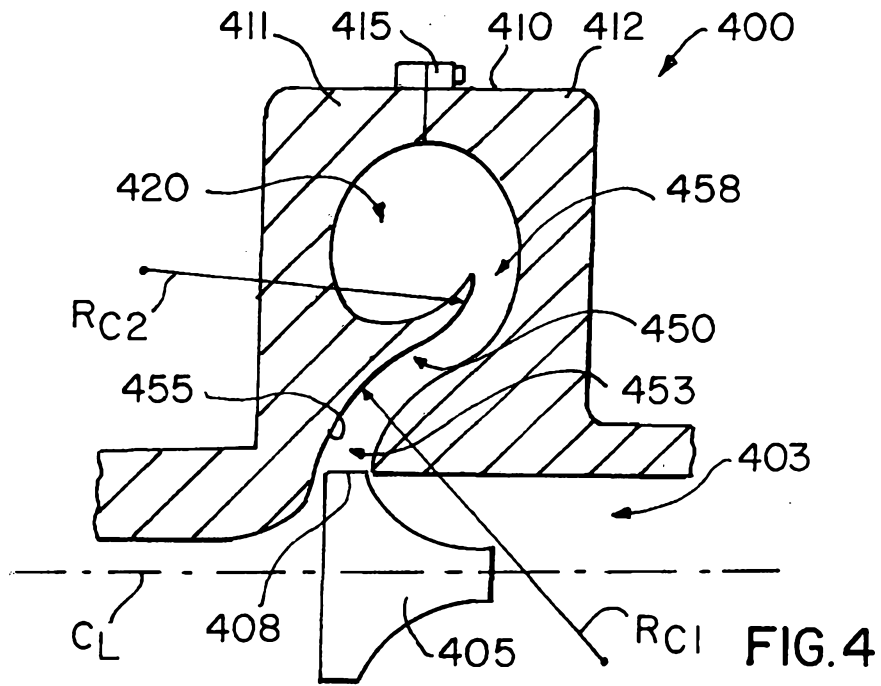
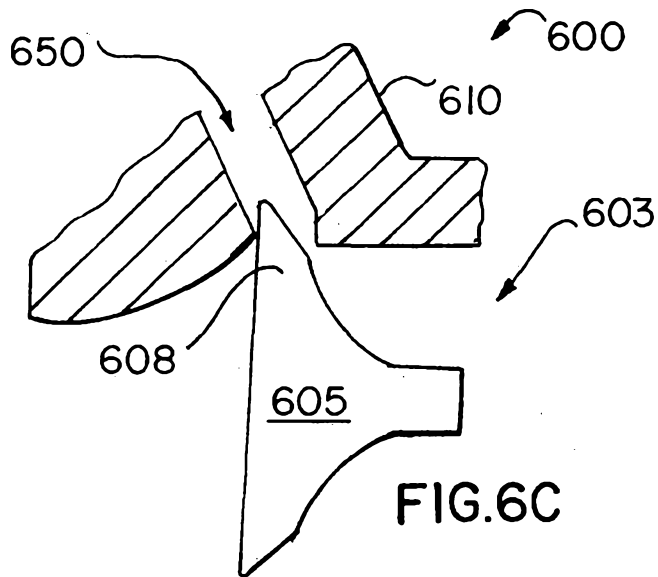
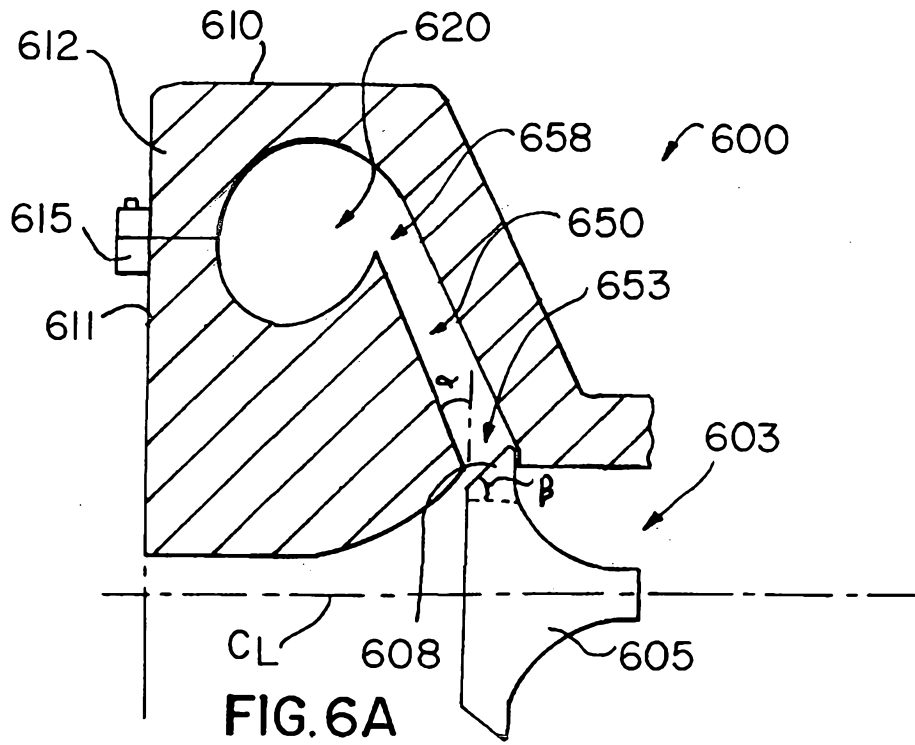


FIG. 3
(TÉCNICA ANTERIOR)





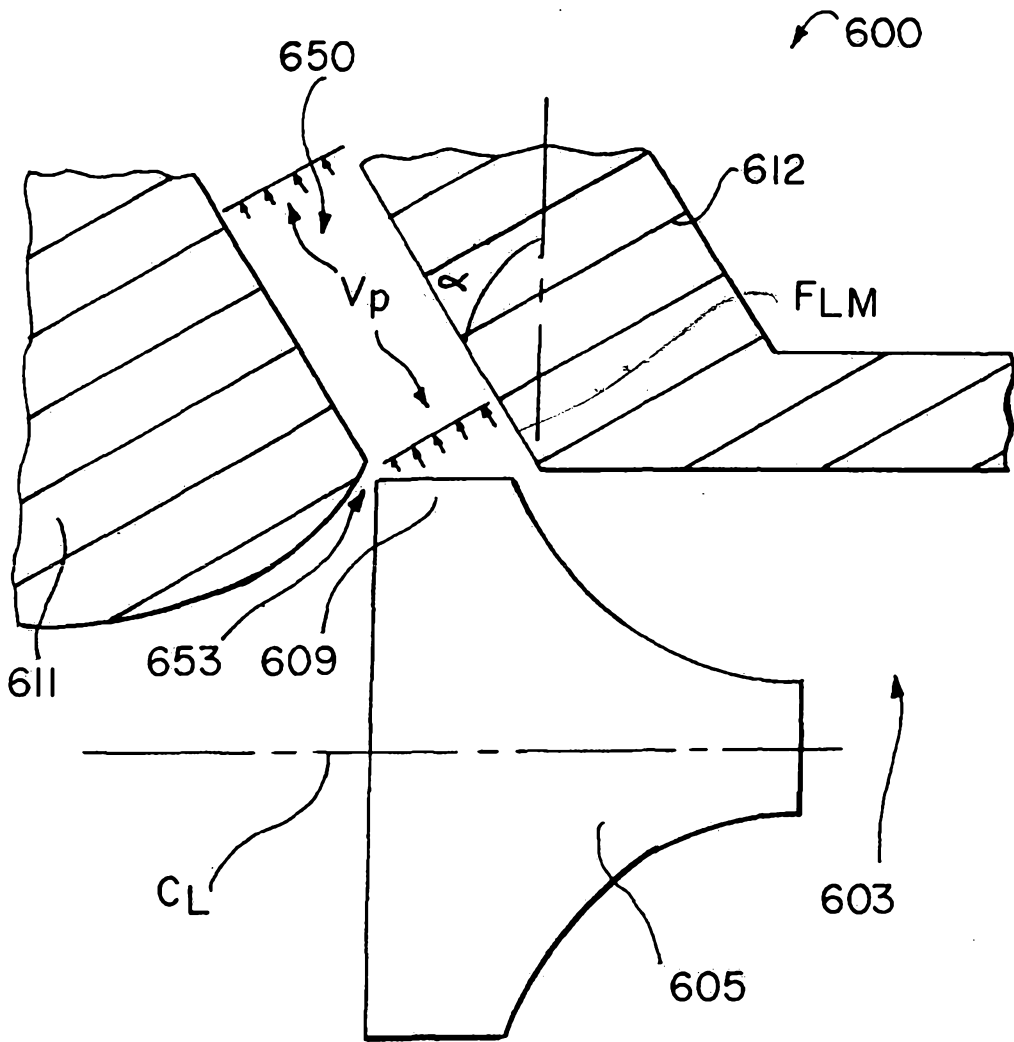


FIG.6B

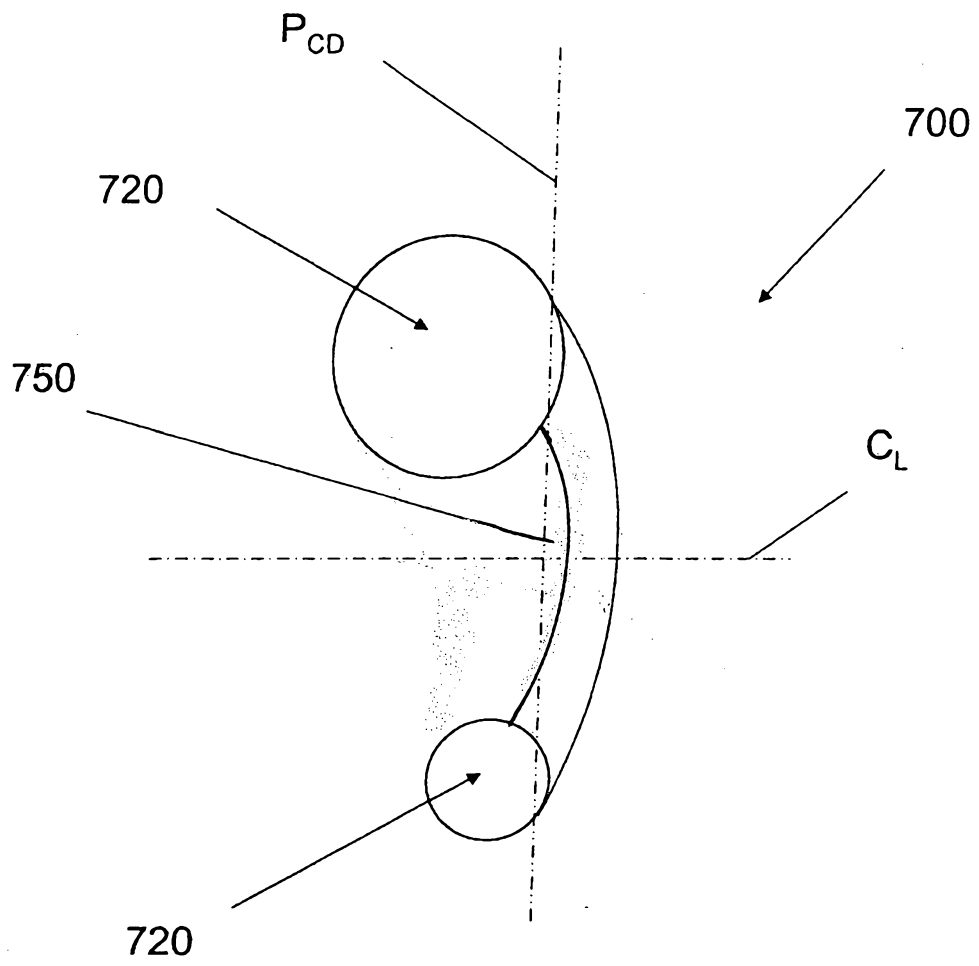


FIG. 7

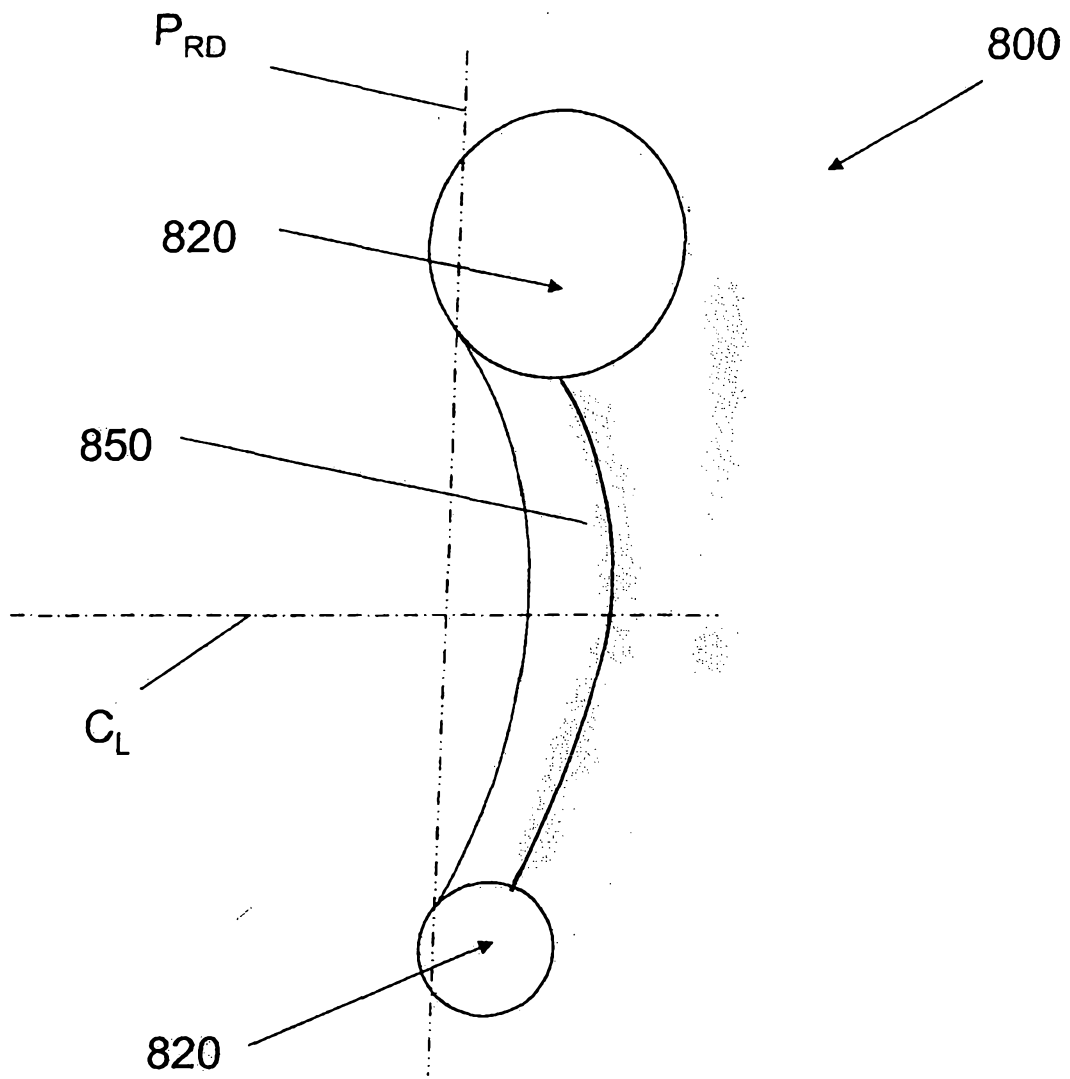


FIG. 8

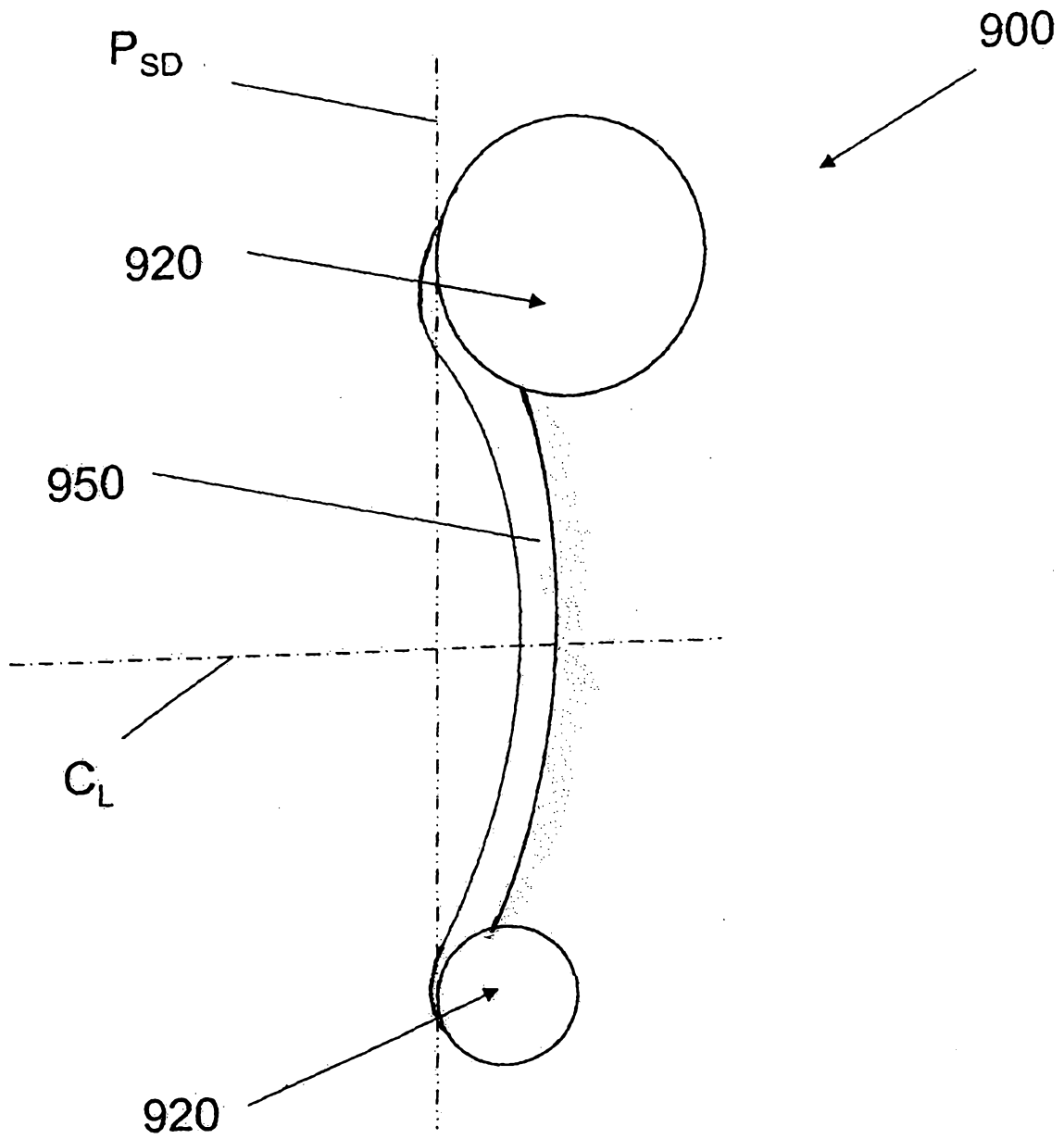


FIG. 9

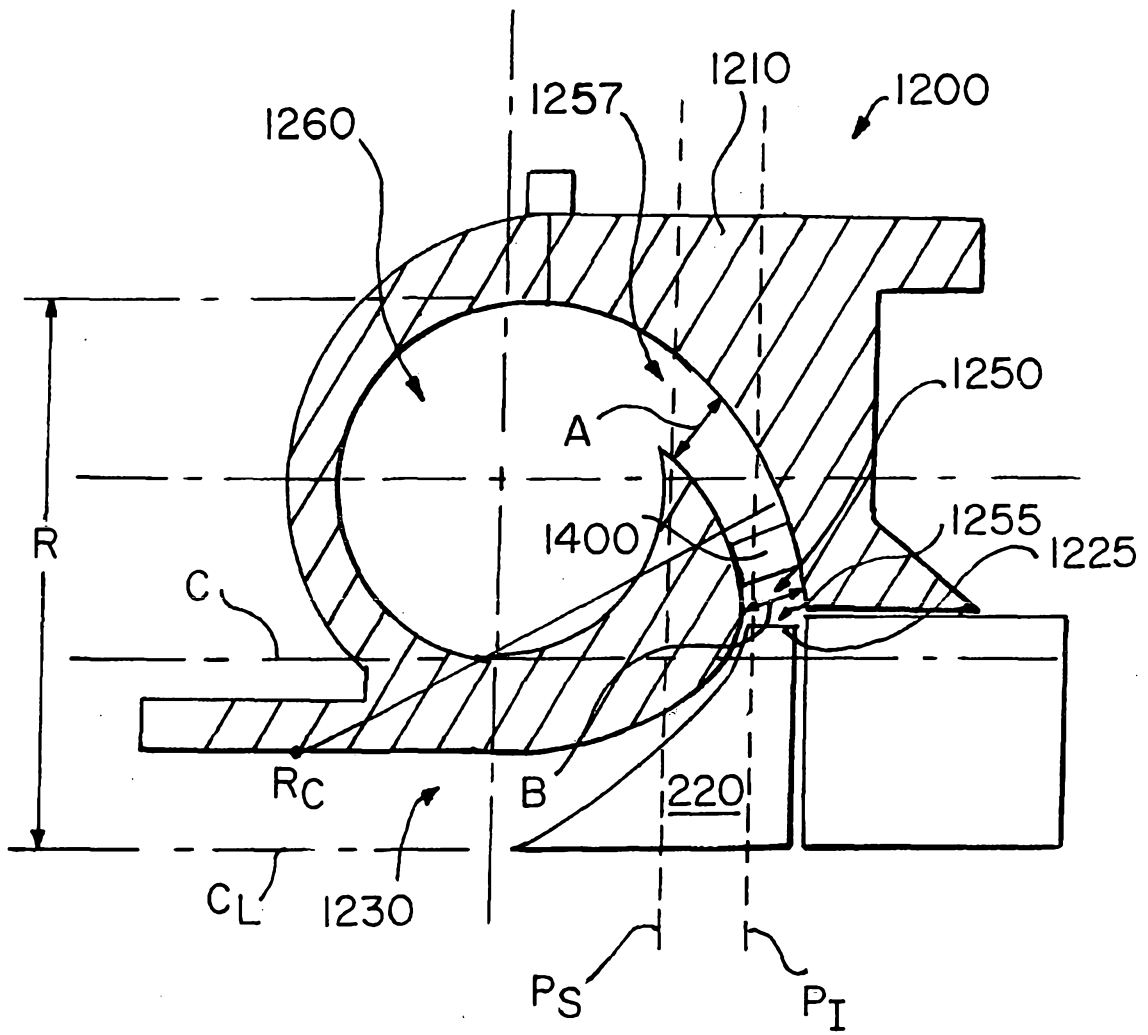


FIG. 10

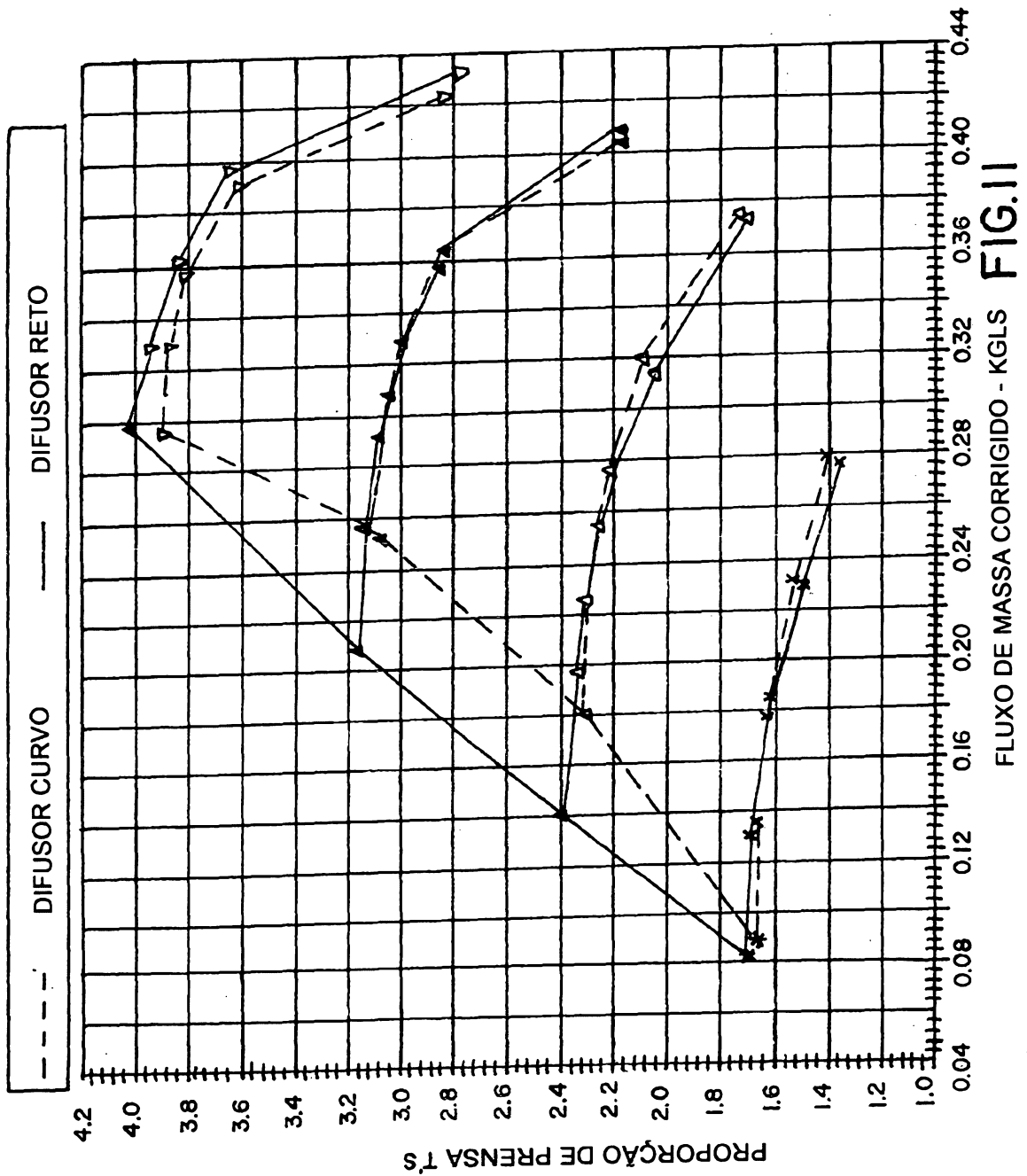


FIG.11

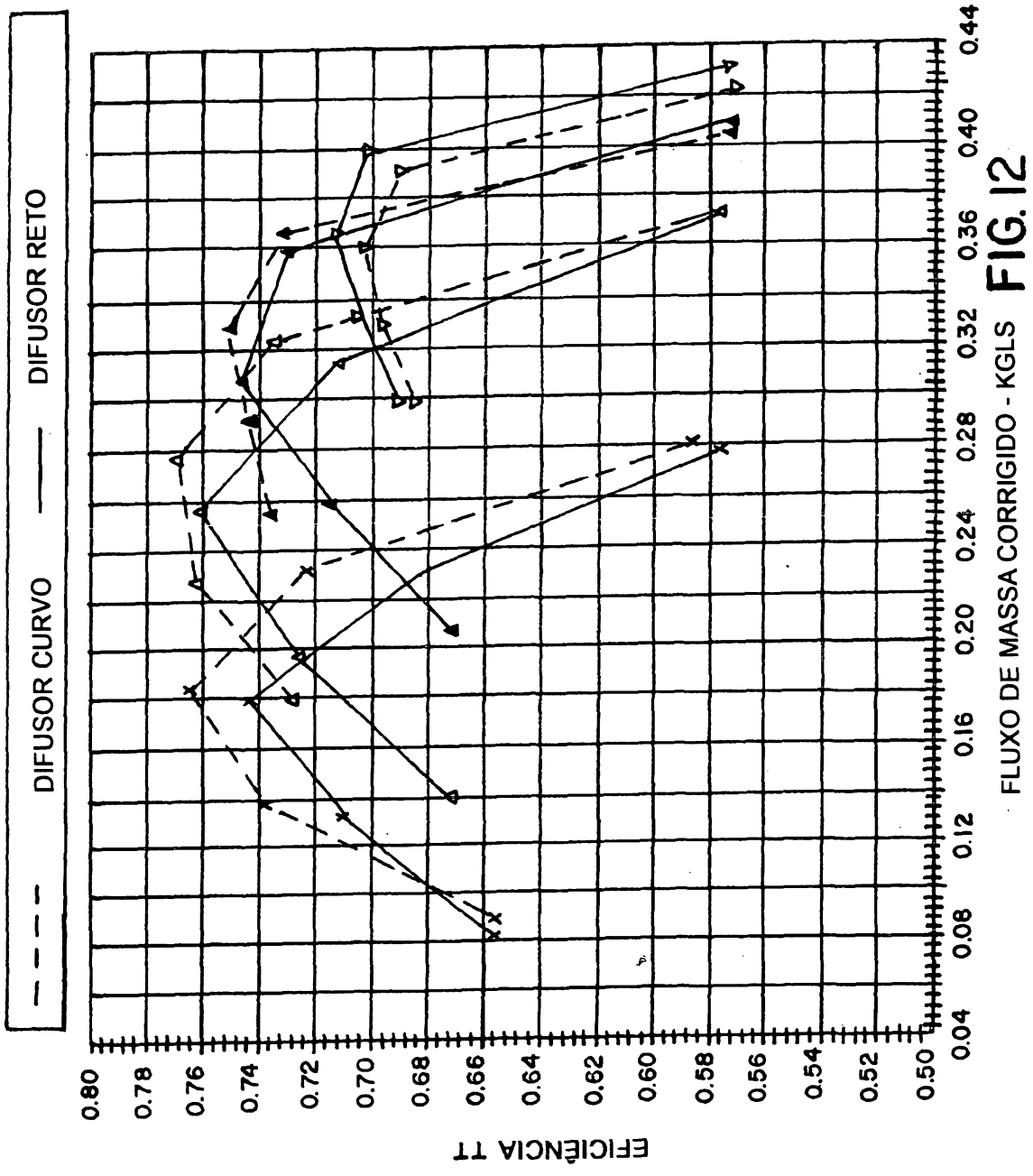


FIG.12

FLUXO DE MASSA CORRIGIDO - KGLS