

MÁQUINA DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA**ANTECEDENTES**

A publicação de patente dos Estados Unidos 20030209221 (a publicação '221, publicada em 13 de 5 novembro de 2003) divulga um dispositivo de deslocamento giratório bidimensional compreende um alojamento, um rotor externo e pelo menos um rotor interno. Os eixos de rotação do rotor externo e do pelo menos um rotor interno são paralelos. Essa geometria proporciona problemas, tais 10 como forças giroscópicas e carga centrífuga do rotor externo associado com a grande massa de giro do rotor externo.

SUMÁRIO

Uma máquina de transferência de energia é 15 proporcionada, que usa pelo menos um giro de rotor interno em um eixo mecânico. O eixo mecânico é fixado a um transportador giratório. À medida que o transportador gira, o rotor interno gira em torno do eixo mecânico e engranza com um estator externo fixo. O rotor interno e o 20 estator externo engrenam juntos de tal maneira que câmaras de deslocamento positivo são formadas, as quais mudam de volume à medida que o transportador gira. Essas câmaras de volume variável podem ser usadas, por exemplo, como câmaras de combustão em um motor de combustão 25 interna ou para acionar ou serem acionadas por fluido ou gás. O rotor interno tem projeções externas, que podem ser referidas, por exemplo, como lóbulos ou dentes ou palhetas ou protuberâncias. As projeções externas podem funcionar como pistões. O estator tem projeções internas, 30 que engrenam com as projeções externas do rotor interno.

As projeções internas podem ser referidas, por exemplo, como lóbulos ou dentes ou palhetas ou protuberâncias. As projeções internas podem funcionar como as paredes de cilindros, em que as projeções externas se movem para
5 criar as câmaras de volume variável. Mais de um rotor interno com projeções externas do rotor interno engrenando com as projeções internas do estator externo podem ser usados.

Em um método de operação de uma máquina de
10 transferência de energia, um rotor interno é levado a girar dentro de um transportador, onde o transportador gira em relação a um estator externo. Projeções no rotor interno engrenam com projeções no estator para criar câmaras de volume variável enquanto o rotor interno gira
15 dentro do transportador. O rotor interno é levado a girar por meio de expansão de gases dentro das câmaras de volume variável ou por meio de rotação do transportador. Essas e outras características de máquinas de transferência de energia são apresentadas nas
20 reivindicações, que são aqui incorporadas através de referência.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

Modalidades serão agora descritas com referência às figuras, em que caracteres de referência semelhantes
25 denotam elementos semelhantes, à guisa de exemplo, e em que:

A figura 1 é uma vista esquemática de uma máquina de transferência de energia com um transportador giratório;

A figura 2 é uma vista seccional isométrica da
30 máquina da figura 1, configurada como um motor;

A figura 3 é uma vista isométrica de um estator para uso com a máquina da figura 2;

A figura 4 é uma vista isométrica simplificada de um conjunto interno para a máquina da figura 2;

5 A figura 5 é uma vista isométrica simplificada do lado de exaustão de um conjunto interno com placas extremas de transportador removidas na máquina da figura 2;

10 A figura 6 é uma vista isométrica simplificada do lado de admissão do conjunto da figura 5;

A figura 7 é uma vista seccional isométrica da máquina da figura 1 configurada como uma bomba;

As figuras 8A - 8E são uma seqüência de vistas, mostrando operação da máquina da figura 7;

15 As figuras 8F e 8G são vistas de máquinas de transferência de energia com características para permitir o uso das máquinas como expansores;

A figura 9 é uma vista lateral de um bujão para uso na máquina da figura 7;

20 A figura 10 é uma vista isométrica, parcialmente em corte, mostrando bujões da figura 9 instalados;

A figura 11 ilustra uma modalidade de quatro rotores internos de uma máquina de transferência de energia; e

25 A figura 12 mostra um rotor interno e princípios de construção para uso como os rotores internos da figura 11.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Fazendo referência à figura 1, há mostrada uma máquina de transferência de energia 10 que tem um estator externo 12, tendo uma superfície voltada para dentro 14 e

30

projeções internas 16 dispostas em torno da superfície voltada para dentro 14. Um transportador 18 é preso para rotação, em torno de um eixo A, pelo menos parcialmente dentro do estator externo 12. Um rotor interno 22 é preso para rotação em torno de um eixo B dentro do transportador 18. O eixo A é paralelo ao eixo B. O rotor interno 22 tem uma superfície voltada para fora 24 e projeções externas 26 dispostas em torno da superfície voltada para fora 24. As projeções internas 16 se projetam para dentro e as projeções externas 26 se projetam para fora, para engrenarem umas com as outras e definirem câmaras de volume variável 28 entre as projeções internas 16 e as projeções externas 26, à medida que o rotor interno 22 gira dentro do transportador 18. As passagens de transferência de fluido, não mostradas na figura 1, são proporcionadas em pelo menos um dentre o estator externo 12 e o transportador 18 para permitir fluxo de fluido para dentro e para fora das câmaras de volume variável 28. As partes mostradas podem ser feitas de qualquer material adequado, incluindo cerâmica.

No esquema da figura 1, as projeções externas 26 do rotor interno 22 são mostradas como um arranjo de pistões 25 com pontos centrais 20, que estão localizados um raio X do eixo rotacional B do rotor interno 22. Os pistões 25 são mostrados com seção transversal circular, mas podem ter outras formas e, em particular, a seção transversal circular representa uma seção através de um pistão que pode ter várias formas que se encaixariam em um cilindro correspondente, tal como esférica, cônica, truncada

cônica ou cilíndrica. O comprimento do raio X é igual à distância de deslocamento 27 do eixo rotacional B do rotor interno até o eixo rotacional A do transportador. As projeções internas 16 do estator externo 12 formam um
5 arranjo de cilindros 29, cada um com um eixo central, que estão todos no mesmo plano que os pontos centrais de pistão esférico e que coincidem no eixo rotacional A do transportador. Desse modo, nesta modalidade, o estator externo 12 tem duas vezes tantos cilindros 29 quanto o
10 rotor interno 22 tem pistões esféricos 25.

À medida que o transportador 18 gira, neste exemplo, os pistões esféricos 25 entram, intermitentemente, nos cilindros 29, formados por projeções internas 16 e comprimem o gás contido dentro dos cilindros 29. Este gás
15 pode, então, ser expelido dos cilindros 29 por meio de uma válvula unidirecional (como para uma aplicação em compressor ou bomba de vácuo, mostrada nas figuras 7 - 10). Alternativamente, combustível pode ser injetado e entrar em combustão (como com uma aplicação em motor
20 diesel) ou uma mistura de ar/ combustível pode ser aspirada ou carregada na admissão, antes que os pistões 25 vedem com os cilindros 29 formados por projeções internas 16. Essa mistura pode entrar em combustão em ou quase em compressão máxima em uma modalidade de motor que
25 é mostrada, por exemplo, nas figuras 2 - 6. A combustão pode ser iniciada por centelha ou algum outro tipo de método de ignição ou por explosão, se a temperatura do cilindro 29 e dos pistões 25, junto com o calor de compressão, for alta o bastante.

30 Uma modalidade com pistões esféricos 25 e cilindros

cilíndricos 29 formados por projeções internas 16 é um exemplo simples usado principalmente para explanação. Contudo, pode ter benefícios com relação à simplicidade de maquinaria para certas aplicações; por exemplo, 5 aplicações com bomba de vácuo de pressão relativamente baixa. Muitas outras geometrias podem ser usadas com essa máquina tendo um estator externo fixo 12 e um transportador giratório 18, se as geometrias proporcionarem uma característica de deslocamento 10 positivo para toda ou parte da fase de compressão e/ ou expansão de cada engrenamento pistão - cilindro.

Outras geometrias de deslocamento positivo podem ser usadas com um transportador giratório 18 e estator externo fixo 12. Por exemplo, embora o número de 15 projeções N_s no estator possa ser um múltiplo inteiro do número de projeções N_r no rotor interno, isso não é necessário em algumas modalidades. Daí, por exemplo, em uma modalidade $N_s = N_r + 1$. Para a geometria de pistão 25, pistões cilíndricos ou de outras formas (tais como 20 cone afunilado ou seção de cone parcial) podem ser usados desde que o eixo central do pistão, do cilindro ou da seção de cone seja perpendicular ou quase perpendicular ao eixo rotacional B do rotor interno e do eixo rotacional A do transportador. As formas do cilindro 29 25 correspondem à forma dos pistões 25 para proporcionar uma câmara vedada, de deslocamento positivo, para toda ou parte da compressão e/ ou expansão. Por exemplo, um pistão 25 com seção transversal circular no plano da figura 1 pode ter uma seção transversal quadrada, 30 trapezoidal ou circular em um plano perpendicular a um

raio do rotor interno passando através do pistão 25. No caso onde o pistão 25 é cilíndrico, cônico truncado ou esférico, respectivamente.

As projeções externas 26 e as projeções internas 16
5 podem ser configuradas conforme mostrado para a geometria dos pistões 25 e do cilindro 29 da figura 2 da publicação '221, em que cada projeção externa 26 tem uma perna 26A e um pé 26B, de modo que o pé 26B é mais largo do que a perna 26A na direção circunferencial. Essa estrutura é
10 mostrada nas figuras 2-8E. Cada pé 26B é arredondado para aumentar a área de superfície da área de vedação, enquanto as projeções externas 26 se movem para dentro e para fora dos cilindros 29 formados pelas projeções internas 16. Um dispositivo de alto deslocamento de
15 acordo com a máquina mostrada na figura 1 é possível, que, comparado com o dispositivo mostrado na publicação '221, evita problemas, tais como forças giroscópicas e carga centrífuga de rotor externo associado com a grande massa de giro do rotor externo na publicação '221. Uma
20 máquina de transferência de energia 10, conforme mostrado na figura 1, também pode ter capacidade de vedação aumentada das câmaras vedadas 28 (pela eliminação do curso de vazamento do rotor - externo para - carcaça do dispositivo da publicação '221) e pode operar como um
25 motor de combustão interna com maior capacidade de potência devido à maior capacidade de pressão de compressão e/ ou combustão como oposto ao motor de combustão externa descrito na publicação '221.

Os pontos centrais 20 das projeções 26 definem um
30 círculo tendo raio X, que é o raio efetivo do rotor

interno 22. Os pontos 30, que correspondem aos pontos de posição externa máxima dos pontos 20, enquanto o rotor interno 22 gira dentro do estator 12, definem um círculo tendo raio R , que é o raio efetivo do círculo virtual em cujo interior gira o rotor interno 22. Em geral, R é maior do que X . Além disso, $R/X = N_s/N_r$. Quando $R=2X$, conforme mostrado na figura 1, o curso de um ponto 20 enquanto o rotor interno 22 gira no estator 12 em relação ao estator 12 é uma linha reta, conforme discutido na publicação '221. Na modalidade quando $R=2X$, as projeções 26 podem vedar contra as projeções 16 durante a compressão e a expansão. Quando R não é $2X$, as projeções 26 podem vedar com as projeções 16 durante a compressão ou a expansão, mas não ambas. Por exemplo, quando $R:X$ é 4:1, o curso de um ponto 20 segue um curso astróide. Esse curso pode ser adequado para uma modalidade, tal como em uma bomba, onde o uso de válvulas unidirecionais torna a vedação na expansão ou na compressão desnecessária. Em geral, os pontos 20 definem hipociclóides, que é o curso seguido por um ponto em um círculo rolando dentro de um círculo maior. Na prática, a configuração da projeção 26 pode ter várias geometrias, dependendo da aplicação. Os pontos na periferia externa do rotor interno 22, que não são coincidentes com os pontos 20 terão cursos ligeiramente diferentes de um hipociclóide. Os cursos desses outros pontos, em parte, determinarão a configuração da superfície interna 14 do estator 12. Material pode ser adicionado à periferia externa do rotor interno 22, por exemplo, para fins de uso e, como uma consequência, uma quantidade equivalente de material pode

precisar ser removida da superfície interna 14 do estator 12.

Conforme indicado acima, os pontos 20 traçam um círculo de raio X durante rotação em relação ao eixo B. 5 Em relação ao estator 12, os pontos 20 traçam linhas retas que passam através do eixo A. Os lados dos cilindros 29 são linhas retas correspondentes que ficam ao longo dos cursos traçados por bordas externas dos pistões 25. Esses lados são paralelos ou quase paralelos 10 e deslocados da linha reta definida pelo curso dos pontos centrais 20.

Em uma modalidade, uma máquina de transferência de energia 10 de acordo com a figura 1 configurada como um motor tem um único rotor interno 22 com metade de tanto 15 quanto pistões 25 de rotor interno quanto o estator externo 12 tem cilindros 29. As figuras 2 - 6 mostram uma máquina de transferência de energia 10 disposta como um motor de combustão interna, com passagens de transferência de fluido compreendendo um conduto de 20 admissão de combustível 32, um arranjo de condutos de admissão de ar 34 e plenum de exaustão 36 no transportador 18. Furos 38, estendendo-se do aro externo 39 do estator externo 12 até a superfície voltada para dentro 14, podem estar presentes de modo que elementos de 25 ignição podem ser colocados em cada cilindro 29 através dos furos 38 (figura 3). Vários elementos de ignição podem ser usados, dependendo da aplicação, ou em uma configuração de diesel ou de explosão, os elementos de ignição podem ser omitidos. Em uma modalidade, o 30 transportador 18 tem um lado de admissão de ar 41,

mostrado, por exemplo, na figura 6, e um lado de exaustão 43, mostrado, por exemplo, na figura 5.

Na figura 2, o estator externo 12 é formado de duas peças, uma carcaça fixa 12A que inclui as projeções 5 internas 16 e as paredes 40 de um lado dos cilindros formados pelas projeções internas 16 e uma placa de cobertura de carcaça 12B que forma as paredes 42 no lado oposto dos cilindros nas paredes 40. A carcaça fixa 12A é mostrada separadamente, na figura 3. A placa de cobertura 10 de carcaça 12B inclui orifícios de exaustão 46. Um invólucro de admissão de ar 44 é preso à carcaça fixa 12A. Um invólucro de exaustão (não mostrado) também pode ser usado. O transportador 18 é montado em um primeiro conjunto de mancais 48 preso dentro da carcaça fixa 12B 15 por um anel de retenção 50 e um segundo conjunto de mancais 52 preso dentro da carcaça fixa 12A por um anel de retenção 54. A lubrificação e as vedações para os mancais 48, 52 também podem ser proporcionados. Também preso à carcaça fixa 12A está um invólucro de admissão de 20 combustível 56. Há várias maneiras de construir o transportador 18, o rotor 22 e o estator 12, usando uma ou mais peças, tais como usando duas placas extremas, intercalando um anel central, para formar o estator. O transportador 18 não precisa ser posicionado axial e 25 precisamente. O rotor interno 22 também pode flutuar axialmente em seu eixo mecânico. As espessuras relativas do rotor interno 22 e do estator 12 mantêm o rotor interno em sua posição axial correta.

Presas em respectivos lados opostos do transportador 30 18 estão placas extremas de transportador 58A e 58B. A

placa extrema de transportador 58A, mostrada em uma vista lateral completa na figura 4, inclui um eixo mecânico de saída 59. Parafusos (não mostrados) são colocados em furos de parafusos 61 para prender as placas extremas de transportador 58A, 58B ao transportador 18. A placa extrema de transportador 58B inclui um conduto de combustível centrífugo 60 (figura 6), que é uma continuação do conduto de admissão de combustível 32 (figura 2). Uma derivação 62 (figura 2) do conduto de combustível 60 pode ser dirigida para os mancais 63 rolando no eixo mecânico 64, formando o eixo rotacional B do rotor interno 22 para resfriamento e lubrificação. Meios de alinhamento, tais como cavilhas, podem ser usados para obter montagem de precisão e, por exemplo, permitir alinhamento dos eixos A e B.

Conforme mostrado na figura 5, o lado de exaustão 43 do transportador 18 incorpora, pelo menos parcialmente o plenum de exaustão 36. Na figura 5, a direção de rotação em operação normal da máquina de energia é com o transportador 18 girando no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, conforme mostrado na figura. Uma versão em espelho do dispositivo mostrado pode ser usada para rotação inversa. O plenum de exaustão 36 é, pelo menos parcialmente, limitado radialmente para dentro no transportador 18 por uma superfície de plenum 65 que, em uma primeira porção 66 do plenum de exaustão 36, tem seção transversal em geral crescente na direção do fluxo de exaustão. Isto é, à medida que a exaustão escapa dos cilindros, os plenums têm seção transversal crescente na direção do fluxo de exaustão, que é oposta à direção de

rotação do transportador em operação normal. Desse modo, os gases de exaustão são vetoriados de radialmente para dentro para movimento circunferencial oposto à direção de rotação do transportador. Uma segunda porção 65B do plenum de exaustão 36, em geral, tem seção transversal crescente na direção do fluxo de exaustão. Em uma modalidade, a superfície de plenum 65 na primeira porção do plenum de exaustão 36 tem múltiplas seções 65A, 65B, 65C, cada seção sendo escalonada da outra na direção de rotação. Outros números de seções transversais são possíveis, tantas quantas possam se encaixar na estrutura.

No lado de admissão de ar, mostrado na figura 6, o lado de admissão de ar do transportador 18 incorpora, pelo menos parcialmente, o conduto de admissão de ar 34. Nesta figura, o transportador 18 tem uma direção de rotação em operação normal, que é no sentido dos ponteiros do relógio, na figura. O conduto de admissão de ar 34 é, pelo menos parcialmente, limitado radialmente para dentro no transportador 18 por uma superfície de admissão de ar 70, que se inclina dentro do transportador 18, de modo que o conduto de admissão de ar 34 tem seção transversal decrescente na direção do fluxo de ar. Desse modo, ar é vetoriado radialmente para fora, oposto à direção de rotação de transportador em relação ao transportador. O conduto de admissão de combustível 60 se estende de uma parte interna do transportador 18 no conduto de admissão de ar 34. Um intensificador de fluxo, tal como uma virola 72, por exemplo, a junção entre o conduto de admissão de ar 34 e o conduto de admissão de

combustível 60 é proporcionado no transportador 18 para induzir turbulência no combustível que está sendo alimentado nas câmaras de volume variável 28 e auxiliar no esboço da mistura ar - combustível do conduto 60 pela
5 criação de uma região de baixa pressão adjacente à virola 72. O transportador 18 pode também se dotado de conduto de limpeza de ar fresco 74, localizado na frente do transportador 18 em relação ao conduto de admissão de ar 34, na direção de rotação do transportador 18. O conduto
10 de limpeza de ar fresco 74 é pelo menos parcialmente limitado radialmente para dentro no transportador 18 por uma superfície de limpeza 76, que se inclina dentro do transportador 18. A finalidade da limpeza com ar fresco é deslocar ou parcialmente deslocar os gases de combustão.
15 Conforme mostrado na figura 5, em uma modalidade, a superfície de admissão de ar 70 se inclina em um ângulo menor do que a superfície de limpeza 76.

O motor mostrado é análogo a um ciclo de motor de dois tempos, mas sem muitas das desvantagens de um
20 sistema de pistão de dois cursos.

Um único rotor interno 22 permite ao motor usar muito da rotação de transportador entre a extremidade da fase de expansão e o começo da fase de compressão para esgotar a mistura de combustível/ ar queimada dos
25 cilindros e proporcionar uma carga de ar fresca para limpeza do ar e / ou proporcionar a mistura de ar para os cilindros. Um rotor único também permite ao motor usar muito da rotação do transportador entre a extremidade da fase de expansão e o começo da fase de combustão para
30 resfriar os componentes que são aquecidos pela fase de

combustão. Um estator externo proporciona a vantagem de uma folga de vazamento muito menor devido à eliminação da folga de vazamento entre o rotor externo de giro e a carcaça do dispositivo da publicação '221. AS
5 características de limpeza do ar podem ser usadas, por exemplo, para permitir emissões diminuídas de combustível não queimado.

Conforme mostrado na figura 5, por exemplo, as projeções 26 do rotor interno 22 podem ter cada uma delas
10 uma ponteira 26C e um talão 26D. A ponteira 26C e o talão 26D em algumas modalidades são radiados, conforme mostrado na figura 5. O raio proporciona resistência ao desgaste aumentada da ponteira 26C e do talão 26D. Cada ponteira 26C e talão 26D pode ser considerado como sendo
15 respectivas projeções adjacentes das projeções 26 ilustradas na figura 1. Isto é, o pé 26B mostrado, por exemplo, na figura 4 é composto de duas versões cilíndricas das projeções 26 da figura 1, unidas e conectadas com uma única perna 26A ao restante do rotor
20 interno 22. Desse modo, o raio de uma das ponteiras 26C ou talões 26D funciona de maneira semelhante ao raio de uma projeção 26 na figura 1. Os lados 16A, 16B das projeções 16 na figura 4 seguem as linhas retas traçadas pelas bordas externas da ponteira 26C e do talão 26D,
25 respectivamente, essas linhas sendo deslocadas e paralelas ou quase paralelas aos cursos radiais dos pontos centrais do talão 26D e da ponteira 26C. Os lados 16A, 16B podem ser embandeirados, isto é, ligeiramente recortados em sua extremidade interna para facilitar a
30 transição dos pistões 26 para dentro e para fora dos

cilindros formados pelas projeções 16.

A relação de R:X para a modalidade das figuras 2 - 6 é 2:1, o que significa que os pontos no pé do rotor 26B, ficando uma distância X do eixo do rotor interno, se movem em linhas retas em relação ao estator¹². Os lados 16A, 16B das projeções 16, assim, contatam as ponteiras 26C e os talões 26D, visto que os centros dos arcos das ponteiras 28C e dos talões 26D seguem seus cursos retos, que se estendem radialmente através do eixo A do transportador. A localização dos lados 16A, 16B das projeções 16 que contatam a ponteira 26C e o talão 26D é estabelecida pelo curso traçado pelas superfícies externas da ponteira 26C e do talão 26D visto que as superfícies externas da ponteira 26C e do talão 26D mantêm uma tolerância estreita ou vedação de contato com os lados 16A, 16B das projeções 16. Em uma configuração de múltiplos rotores internos, como usado, por exemplo, em uma bomba, onde a relação R:X é maior do que 2, os cursos traçados por pontos nos pés das projeções 26 seguirão cursos hipociclóides ou quase hipociclóides, mas será, em qualquer caso, definida por matemática bem conhecida, descrevendo os cursos de pontos sobre ou no interior de um círculo rolando no interior de outro círculo. Esses cursos, modificados por conta de qualquer perda ou adição de material, por exemplo, para fins de uso, definem a forma dos lados 16A, 16B das projeções 16.

Uma descrição mais detalhadas do princípio/ ciclo de operação de uma modalidade do motor é como segue. Ar é aspirado para o motor através do invólucro de admissão 44, como um resultado da redução da pressão do ar causada

pela admissão de ar 34 do transportador de giro 18. O combustível pode ser adicionado a esse ar que entra de várias maneiras, tal como por um venturi ou por um injetor de combustível em combinação com uma válvula de estrangulamento de ar, para controlar o volume de ar que entra e manter a proporção correta de da mistura de ar - combustível para ignição e combustão adequadas, se uma combustão por ignição de centelha for desejada. O combustível também pode ser aspirado através do conduto de combustível centrífugo 60, o que permite que ar fresco seja aspirado primeiro, para limpar o ar de combustão via o novo conduto de limpeza de ar fresco 74. Se a ignição por explosão for usada, então, a quantidade de combustível é controlada para produzir a saída de energia desejada.

O ar e/ ou a mistura de ar/ combustível é, então, carregada centrifugamente nos cilindros estacionários 29 definidos pelas projeções internas 16 do estator 12. O plenum de exaustão 36, de preferência, se fecha, uma vez que todos os gases de combustão são expelidos (e, possivelmente algum do ar fresco), mas antes qualquer um da mistura de ar/ combustível não queimado pode ser expelido. O efeito de cunha do plenum de admissão de ar 34 do transportador assegura que a pressão inicial desejada dos cilindros estacionários 29 é alcançada antes da compressão. Isso pode ser abaixo, em ou acima da pressão atmosférica, dependendo das exigências do projeto.

Para um motor à explosão, o volume de cilindro comprimido é, de preferência, menor do que o volume

desejado necessário para combustão por explosão (isto é, a relação de compressão é maior do que necessário para produzir o calor requerido para ignição). A admissão de ar 34 é, então, estrangulada ligeiramente para obter a
5 relação de compressão desejada, a fim de conseguir a explosão em compressão máxima ou quase. Um computador pode ser usado para estrangular o ar que entra no motor a fim de obter pressão de compressão ótima total (e, portanto, temperatura) em várias velocidades e condições
10 de operação. Dessa maneira, será possível controlar, ativamente, a quantidade de ar que entra no motor (pela válvula de estrangulamento) e, portanto, a pressão de compressão final, assim, parâmetros ideais de operação de detonação podem ser obtidos para uma ampla faixa de
15 velocidades e saída de força. Um motor como esse provavelmente requererá uma ignição por centelha em baixas velocidades, tais como quando da partida e, então, mudará para explosão, quando a velocidade requerida (para vedação e compressão aerodinâmica) for alcançada. Uma
20 vela de incandescência também pode ser usada para iniciar a explosão em certas condições.

Exatamente antes da compressão mecânica pelo rotor interno 22 a fase começa, o transportador 18 veda o volume do cilindro completamente. A compressão mecânica,
25 então, começa quando as pontas dos pés 26B do rotor interno entram nos cilindros 29. A ignição ocorre na compressão máxima ou quase. Uma vedação de tolerância estreita existirá entre a superfície externa 24 dos pés 26B do rotor interno e a superfície interna do
30 transportador 18. Desse modo, os pés de rotor 26 farão

uma vedação de tolerância estreita com a superfície 23A do transportador 18, mostrado na figura 5. A superfície 23A é uma superfície retangular nesta modalidade, que se estende em torno da superfície interna do transportador 5 18, exatamente no interior da ponta 21 da parte do transportador que sustenta o rotor interno 22. Desempenho aperfeiçoado é obtido com uma ponta aguda 21, bem como uma ponta aguda correspondente no outro lado da abertura que recebe o rotor interno 22 no transportador 18. Uma 10 vedação de tolerância estreita também existirá entre a superfície correspondente 23B no outro lado da abertura que recebe o rotor interno 22 no transportador 18. Também, uma vedação de tolerância estreita existirá entre as pontas das projeções 16 e as superfícies externas do 15 transportador 23C e 23D, as quais, na figura 5, são mostradas com uma vedação de tolerância estreita, com projeções 16S e 16T, respectivamente. Folga será proporcionada entre o transportador 18 e o estator 12, a fim de reduzir o atrito e fácil montagem. Por outro lado, a face 20 plana do lado do rotor interno 22 e a face plana do estator 12 têm um encaixe de tolerância estreita, por exemplo, com menos do que 0,001 polegadas de folga, combinada em ambos os lados, portanto menos de 0,0005 polegadas de folga em cada lado. Essas superfícies planas 25 podem ser obtidas, por exemplo, através de esmerilhamento.

O fluxo de ar será permitido em torno das projeções 16, que se estendem nas cavidades entre os pés de rotor 26B ou fluxo de ar será proporcionado entre cavidades 30 adjacentes em ambos os lados de um pé de rotor 26B.

Se uma ignição por centelha for usada, então, uma vela de ignição, com uma espécie de meio de sincronização, pode ser usada. Um sistema mais simples usará um único eletrodo ou condutor na superfície externa de cada pé de rotor interno 26B, que entra em proximidade com dois ou mais eletrodos na superfície externa dos cilindros definidos pelas projeções internas 16. Em uma modalidade, eletricidade de alta tensão é fornecida para um dos eletrodos estacionários no cilindro, fazendo-os 5 arquear para o eletrodo (ou condutor) de rotor interno e, então, para o outro eletrodo estacionário, que é esmerilhado. Um arranjo de eletrodos estacionários pode ser usado, os quais são cabeados separadamente e dotados de tensão produtora de centelha com alguns desses 10 eletrodos cabeados separadamente entrando em proximidade de centelha mais depressa do que outros. Dessa maneira, é possível mudar a sincronização de ignição simplesmente desviando a tensão de um conjunto para o seguinte. Essa ignição por centelha também pode ser usada para aumentar 15 a pressão na câmara o bastante para iniciar a explosão e, assim, reduzir ou eliminar a possibilidade de pré-explosão. A tensão variável também pode ser usada para variar a sincronização fazendo a centelha saltar o espaço entre o estator e o rotor interno em varias posições do 20 rotor. Outro meio de ignição usando uma fonte de energia externa, em lugar de calor resultante de energia compressiva, pode ser usado, particularmente meios de ignição que aumentem a velocidade de ignição, que sejam agora conhecidos ou venham a ser desenvolvidos depois. 25 Para facilitar a rápida ignição em altas velocidades do 30

motor, uma serie de eletrodos ou outros dispositivos de ignição poderiam ser arranjados circunferencialmente ao longo da superfície interna dos cilindros do estator e ativados ao mesmo tempo ou em um padrão desejado, tal como em seqüência. Os dispositivos de ignição em uma modalidade iniciam uma centelha da superfície do estator através do gás comprimido para a superfície externa do rotor interno para um ou mais dos dispositivos de ignição, assim, maximizando a área de superfície frontal da chama e a velocidade de combustão.

Quando a combustão ocorre e a expansão começa, a força vetorial da pressão, empurrando contra a superfície voltada para fora 24 dos pés de rotor interno 26B, faz com que o transportador 18 gire através da força transferida para o eixo mecânico 64 do rotor interno e mancais 63. Essa força de expansão acontece N vezes por rotação do transportador, onde N é o número de cilindros definidos pelas projeções internas 16. N pode ser, por exemplo, 12, como na modalidade mostrada. A força de expansão está constantemente se sobrepondo e, no exemplo de 12 cilindros, dá ao motor um princípio de operação de alto torque de doze tempos. Mais ou menos pistões 25 e cilindros 29 também podem ser usados.

Quando a fase de expansão está completa, quaisquer gases em pressão elevada são, de preferência, esgotados gradualmente ou em estágios e vetoriados para longe da rotação do transportador 18, apesar dos plenums de expansão vetoriados 65A, 65B, 65C, para proporcionar energia rotacional extra para o transportador 18. O pleno de expansão de primeiro estágio 65A tem uma seção

transversal muito pequena para fazer uso máximo da alta pressão enquanto é vetoriado para longe da rotação do transportador 18. Isso também terá o benefício de reduzir a energia da onda sonora (que, usualmente, acompanha 5 motores de combustão interna, onde as válvulas ou orifícios se abrem muito mais subitamente) porque essa pressão de escape é gradualmente liberada, em lugar de toda de uma vez. O segundo plenum de expansão vetoriado 65B tem uma seção transversal mais larga para captura de 10 energia da pressão menor que ainda permanece após a queda de pressão de primeiro estágio e assegurar que a pressão é reduzida significativamente, antes do último plenum vetoriado. O último plenum de expansão vetoriado 65C é destinado a capturar energia de pressão restante, se 15 ainda existir pressão no cilindro.

O gás despressurizado é vetoriado axialmente pelo plenum de exaustão 65 em direção aos orifícios de exaustão 46 e substituído por ar fresco do conduto de limpeza de ar fresco 74 e o ciclo é repetido.

20 A lubrificação pode ser realizada pelo uso de um aditivo comum de lubrificação de combustível para dois tempos. Para emissões menores, o uso de um combustível tal como um diesel de alta lubricidade pode proporcionar lubrificação suficiente no lado de compressão, ainda que 25 todo o combustível possa ser queimado no lado de expansão. Isso é devido ao fato de que os pistões da fase de compressão determinam a posição dos pistões de fase de expansão menos lubrificados. Além disso, as paredes do cilindro que são radialmente para dentro da câmara de 30 expansão, que são vedadas da temperatura e da chama de

combustão, proporcionarão lubrificação para os pistões de avanço (radialmente para dentro) 25 contatarem.

O uso da combustão por explosão intencionalmente é um problema para motores de pistão porque a fase de
5 pressão mais alta, onde a explosão ocorrerá, tem um tempo de permanência relativamente longo e, assim, a mistura ar/ combustível explodida tem um tempo relativamente longo onde a pressão e a temperatura aumentadas podem causar danos aos pistões e aos cilindros. O motor
10 divulgado, por outro lado, não tem esse mesmo perfil senoidal de compressão/ expansão e, assim, os pistões 25 passam apenas uma fração do tempo em compressão completa, onde a explosão poderia causar danos. Acredita-se que as vantagens da combustão por explosão incluem maior
15 potência, menores emissões e maior eficiência.

Outra modalidade da máquina de transferência de energia 10, mostrada na figura 1, é para uso como um compressor ou bomba de vácuo. O dispositivo nesta modalidade pode ter menos do que a metade de tantos
20 "pistões 25" no(s) rotor(es) interno(s) 22 quanto "cilindros 29" no estator externo 12. Um exemplo de um compressor ou bomba é mostrado nas figuras 7 - 10. A geometria do rotor interno 22 e do transportador 18 da bomba 80 das figuras 7 - 10 é a mesma que a das partes
25 correspondentes da bomba das figuras 15 e 17 na publicação '221. Ao contrário do dispositivo da publicação '221, a bomba 80 das figuras 7 - 10 usa um estator externo fixo 12.

Um dispositivo de acordo com a figura 1 pode ser
30 usado como uma bomba de vácuo, se gás for aspirado para o

volume de carcaça central e expelido através de válvulas unidirecionais em cada cilindro, enquanto o rotor interno veda e comprime esse gás para uma pressão maior do que no lado externo das válvulas unidirecionais. A bomba pode ser usada como uma bomba compressiva ou não compressiva. Em uma modalidade de bomba, o eixo mecânico de saída do transportador se torna uma entrada de acionamento.

Mostrada na figura 7 está uma modalidade simples, mas efetiva, de uma bomba a vácuo 80. Como mencionado no exemplo do pistão esférico 25 da figura 1, cada cilindro 29, definido por projeções internas 16 tem um tipo de válvula unidirecional, como, por exemplo, válvulas 82, o que permite que os pistões 25, definidos por projeções externas 26, empurrem gases para fora dos cilindros 29, mas não permite que os gases circulem de volta. As válvulas unidirecionais 82 podem ser válvulas bujão afuniladas 84, conforme mostrado na figura 9 ou podem ser válvulas de palheta ou uma banda única moldada, possivelmente com protuberâncias afuniladas ou de outra forma ou outras válvulas adequadas. Velas bujão afuniladas de alguma espécie, quer velas bujão individuais ou múltiplas velas bujão, moldadas como uma peça em uma banda ou mola flexível, são preferíveis, porque elas permitem um volume de compressão final muito baixo, através do enchimento do volume entre as superfícies internas e externas do estator e, portanto, proporcionando alta pressão de vácuo e alta eficiência ou alta pressão de compressão.

A modalidade das figuras 7 - 10 também pode ser usada como um compressor, se um plenum de pressão elevada

adicional for proporcionado em torno do lado externo dos cilindros 29, para conter o ar que é empurrado para além das válvulas (não mostradas nos projetos).

Uma característica importante do projeto desta bomba de vácuo 80 (ou compressor) é um sistema de cortes ou canais de alívio 86, que permitem que ar encha a câmara de expansão vedada entre cada pé de rotor interno 26B e o cilindro 29, após cada fase de compressão (12/ revolução de transportador, nesses exemplos) estar completa. Furos de equilíbrio podem ser perfurados no transportador 18 para equilibrar a distribuição de peso e/ ou reduzir o peso global da unidade.

O exemplo da figura 8 é mostrado com um único rotor interno 22, mas múltiplos rotores internos 22 (ou outras geometrias ou números de pistão/ cilindro) também podem ser usados.

Na figura 8A, a projeção interna está perto de entrar na câmara 17A definida por projeções externas 16X. As projeções 16X incluem os elementos mostrados e o material que forma as paredes laterais da câmara 17A. O transportador 18 pode vedar a câmara de cilindro 17A antes que a compressão mecânica comece. Na figura 8B, a compressão mecânica começa na câmara 17A enquanto as bordas dianteiras e as bordas traseiras da projeção 26C vedam contra as paredes do cilindro. Na figura 8C, que mostra a primeira parte do ciclo de compressão, todas as três válvulas unidirecionais 82A, 82B e 82C estão disponíveis para expelir gás pressurizado. Na figura 8D, a vedação entre a superfície externa 24 do rotor interno 22 e a superfície interna 14 do estator 12 se move

através da câmara 17A na direção de movimento do transportador 18. A vedação nesse caso pode ser, por exemplo, uma vedação de tolerância estreita ou de contato ou vedação de sobreposição, tal como uma vedação de labirinto. À medida que a vedação se move através da câmara 17A, cada uma das válvulas permite que o gás escape. O volume final nesta posição pode ser extremamente baixo. Tão pouco quanto $1/400^{\circ}$ do volume inicial foi predito por modelos de computador, o que permite uma pressão de vácuo muito baixa ou uma alta pressão de compressão. Na figura 8E, recortes 86 na parede do cilindro (e/ ou poderiam ser na parede de pistão 25) permitem que o gás encha a câmara de expansão 17A após a compressão estar completa. Uma pequena cavidade 88 no pé 26C permite que o volume de expansão traseiro aumente com um aumento de vácuo reduzido. Uma modalidade com múltiplos rotores pode eliminar ou reduzir as características do fluxo de ar, tais como recortes 86, 88, devido a sua característica inerente de não vedação durante a entrada ou a saída do pé em um cilindro. As válvulas 82 também podem estar localizadas nas paredes laterais das câmaras 17A.

Em uma configuração de expensor, dois dos quais são mostrados nas figuras 8F e 8G, uma característica é proporcionada para fazer com as válvulas de entrada 87B se abram. No exemplo da figura 8F, a característica é uma protuberância 87 na superfície externa da projeção 26, enquanto no exemplo da figura 8, a característica é uma protuberância 87C na válvula 87B. As válvulas 87B podem, de outro modo, ser projetadas como válvulas 84. As

características 87, 87C fazem com que as válvulas 87b se abram por empurrão mecânico, quando o rotor está em compressão total ou quase.

A figura 9 mostra uma vela bujão afunilada 84. A
5 borda externa afunilada 90 posiciona a vela bujão em um furo afunilado no estator externo 12. Cortes de alívio 92 permitem que a pressão se equalize em todas as superfícies até a face de vedação. No lado mais estreito da vela bujão 84, o afunilamento é aliviado para impedir
10 o ar expelido em pressão mais alta de criar força de vedação demais, como um resultado de área de superfície aumentada. A vela bujão afunilada 84 pode ser uma parte separada de um dispositivo usado para manter a vela bujão no lugar, tal como um meio elástico ou de mola e pode ser
15 moldada como uma parte para esse dispositivo. Conforme mostrado na figura 10, as velas bujão 84 são mostradas nos furos afunilados 94 no estator externo 12. Uma ranhura 96 pode ser proporcionada no furo afunilado 94 para recebimento de um anel-O ou mola ou outro
20 dispositivo retentor resiliente.

É possível eliminar, completamente o contato entre pistões 25 e cilindros 29 (e, desse modo, permitir o uso de combustíveis ou gases não lubrificantes), se o/s rotor/es interno/s 22 for(em) instalado(s) em um estator
25 fixo. A engrenagem do estator fixo é co-axial com o eixo rotacional do transportador. Nesse caso, o rotor interno é fixado, de preferência, em um eixo mecânico que tem uma engrenagem a ele fixada no interior de uma câmara vedada, lubrificada, que gira como uma parte integrada do
30 transportador. Uma ou, de preferência, duas engrenagens

loucas entre a engrenagem de rotor/es interno/s transmite força para (ou da) engrenagem fixa. Na realidade, quando a geometria do rotor interno a figura 2 é usada, há muito pouca força que deve ser transmitida através das engrenagens, mas velocidades e pressões maiores podem ser possíveis com essa configuração com desgaste menor e necessidade reduzida de materiais exóticos para os pistões 25 e os cilindros.

O uso de diferentes raios nas pontas dianteira e traseira dos pés de rotor interno 26B proporciona vantagens. Raios diferentes têm o efeito de mudança da força de rotação sobre o rotor interno 22, que é causada pela pressão dos gases de compressão e/ ou expansão. Diferentes raios de pontas dianteiros e traseiros podem ser selecionados, testados e otimizados para minimizar a força rotacional do rotor interno 22 em relação aos cilindros 29. Um raio maior em uma ponta, em geral, resultará em uma força maior (devido à pressão) longe da ponta de raio maior (isto é, rotacionalmente na direção da ponta de raio menor) como um resultado de uma área de superfície maior afetando a rotação do rotor interno sobre o qual a pressão está atuando.

A figura 11 mostra, esquematicamente, uma modalidade de uma máquina de transferência de energia com um estator 112 contendo um transportador interno 118 girando em torno do eixo A. Quatro rotores internos idênticos 122 giram em torno dos respectivos eixos B que são paralelos ao eixo A. Uma modalidade com 2 ou mais rotores internos 122 tem a vantagem de que pode ser mais prontamente equilibrado com relação às cargas e forças inerciais

exercidas pela pressão de fluido nos cilindros. R neste caso é igual a AB, a distância de A a B, mais 2X. Se a relação de R:X não for igual a 2, então, os pontos nos rotores internos 122 não seguirão linhas retas e os pistões dos rotores internos 122 podem vedar com os cilindros no estator 112 apenas durante uma dentre a compressão e a expansão, e não ambas. Por exemplo, se AB igual a 2X (isto é, cada rotor fica uma distância X do eixo central A), então, R:X=3 e cada rotor interno 122 girará três vezes, enquanto o transportador 118 gira uma vez dentro do estator 112.

A figura 12 mostra uma modalidade de um rotor interno 122 que pode ser usado na máquina de transferência de energia da figura 11. O rotor interno 122 tem seis projeções 126 girando em torno do eixo B. Cada projeção 126 é formada de um pé 126B e uma perna 126A. Cada pé 126B tem uma ponteira 126C e um talão 126D. Cada talão 126D tem, uma superfície externa, que é definida por um raio r em torno de um ponto 120. À medida que o ponto 120 gira em torno do eixo B de rotor interno, ele traça um curso C na estrutura de rotor interno de referência e um curso hipociclóide em relação ao estator 112, a saber, o curso seguido por um ponto em um círculo girando no interior de um círculo grande. O círculo grande neste caso é um círculo virtual, parte do qual é mostrada pelo arco D na figura 12. A equação exata para o curso é uma matemática bem conhecida e depende da relação R:X. Cada ponto na superfície externa do talão 126D, assim, traça um curso que é deslocado do curso do ponto 120 por uma quantidade igual ao raio r. O curso assim

traçado pela superfície externa do talão 126D é a posição da superfície 116A da projeção 116 adjacente ao talão 126S. Dessa maneira, o talão 126D pode manter contato ou proximidade de vedação com a projeção adjacente 116 enquanto entra em um cilindro 119 formado entre duas projeções consecutivas 116. O curso traçado por pontos no talão 126D que contatam a superfície 116A é mostrado como linha F. Material adicional pode ser acrescentado à base do pé 126B para encher o cilindro 119, quando a projeção 126 está em sua posição mais profunda no cilindro 119.

Para a ponteira 126C, considerações ligeiramente diferentes se aplicam. Um ponto 123 na ponteira 126 fica fora do círculo C. Esse ponto 123 segue um curso hipociclóide ligeiramente modificado. Esse curso é definido pelo curso de um ponto fora de um círculo que gira em um círculo maior. O curso tem a forma mostrada para a superfície 116B de cada projeção 116 e mais uma vez é definido por matemática conhecida. A localização da superfície 116B é deslocada perpendicularmente do curso realmente traçado pelo ponto 123 por uma quantidade igual ao raio da ponteira 126C, raio que é centrado no ponto 123. Em uma modalidade, o raio do talão 126D não é igual ao raio da ponteira 126C. O curso de um ponto 126E na extremidade da ponteira 126C é mostrado pela superfície 116B e pelo curso H. O curso H mostra o curso do ponto 126C à medida que ele sai do cilindro 119. A altura máxima da projeção 116 é, assim, determinada pela necessidade de a ponteira 126C limpar a projeção 116. Dessa maneira, a ponteira 126C pode manter contato ou proximidade de vedação com a parede de cilindro 116B

durante um curso de compressão, enquanto o pé 126B entra no cilindro 119, mas perde contato ou proximidade de vedação com a parede de cilindro 116B à medida que o pé 126B sai do cilindro 119.

5 Desse modo, no rotor interno 122, com R não igual a $2X$, o pé 126B mantém contato ou proximidade de vedação com as paredes de cilindro 116A e 116B, enquanto entra no cilindro 119 e perde contato com as paredes do cilindro 116A e 116B à medida que sai do cilindro 119. Por essa
10 razão, recortes 86, 88, conforme mostrado na figura 8E, não são requeridos, se R não for igual a $2X$. A modalidade das figuras 11 e 12 é útil para uma bomba, bomba de vácuo ou compressor usado com válvulas unidirecionais, ilustradas em relação às figuras 7 - 10.

15 Em uma modalidade, diversas máquinas de transferência de energia, como descrito, podem ter suas saídas acopladas juntas para potência aumentada. Nas reivindicações, a palavra "compreendendo" é usada em seu sentido inclusive e não exclui outros elementos estarem
20 presentes. O artigo indefinido "a" diante de uma característica de reivindicação não exclui mais de uma das características presentes. As várias características da máquina de transferência de energia mostrada e suas várias modalidades descritas neste pedido de patente
25 provisório podem operar com ou sem muitas dessas características. A descrição acima é destinada apenas a descrever modalidades exemplificativas. Outras variações da máquina de transferência de energia são possíveis e são destinadas a serem cobertas pelas reivindicações que
30 seguem.

REIVINDICAÇÕES

1. Máquina de transferência de energia, caracterizada pelo fato de compreender:

um estator externo tendo projeções internas;

5 um transportador preso para rotação pelo menos parcialmente dentro do estator externo;

pelo menos um rotor interno preso para rotação em torno de um eixo dentro do transportador, o rotor interno tendo projeções externas;

10 as projeções internas projetando-se para dentro e as projeções externas se projetando para fora, para engrenar umas com as outras e definir câmaras de volume variável entre as projeções internas e as projeções externas, enquanto o rotor interno gira dentro do transportador; e

15 passagens de transferência de fluido pelo menos em um dentre estator externo e o transportador para permitir o fluxo de fluido para dentro e para fora das câmaras de volume variável.

2. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de ser disposta como um motor de combustão interna.

3. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato das passagens de transferência de fluido compreenderem um
25 conduto de admissão de combustível e plenum de exaustão no transportador.

4. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato de ainda compreender um conduto de admissão de ar no
30 transportador.

5. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada pelo fato de ainda compreender elementos de ignição dispostos em torno do estator externo.

5 6. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato do transportador ter um lado de admissão de ar e um lado de exaustão.

10 7. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de:

o transportador ter uma direção de rotação em operação normal; e

o conduto de admissão de ar ter seção transversal decrescente na direção de fluxo de ar.

15 8. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato do conduto de admissão de combustível se estender de uma parte interna do transportador no conduto de admissão de ar.

20 9. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 8, caracterizada pelo fato do otimizador de fluxo ser proporcionado no transportador para acentuar o fluxo de combustível que está sendo alimentado nas câmaras de volume variável.

25 10. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada pelo fato do otimizador de fluxo gerar uma região de baixa pressão de gás.

30 11. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada pelo fato do otimizador de fluxo estar localizado em uma junção entre

o conduto de admissão de ar e o conduto de admissão de combustível.

12. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato do transportador ter uma direção de rotação em operação normal e a máquina de transferência de energia ainda compreender um conduto de limpeza de ar fresco, localizado na frente do transportador em relação ao conduto de admissão de ar na direção de rotação do transportador.

13. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 3, caracterizada pelo fato do lado de exaustão do transportador, pelo menos parcialmente, incorporar o plenum de exaustão.

14. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de:

o transportador ter uma direção de rotação em operação normal; e

uma primeira porção do plenum de exaustão ter uma seção transversal crescente na direção do fluxo de exaustão.

15. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de uma segunda porção do plenum de exaustão ter uma seção transversal crescente na direção do fluxo de exaustão.

16. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato da superfície de plenum na primeira porção do plenum de exaustão ter múltiplas seções, cada seção sendo escalonada uma da outra seção na direção e rotação.

17. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de cada projeção externa ser dotada de uma perna e terminar em um pé conectado à perna.

5 18. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de ser disposta como uma bomba, com as passagens de transferência de fluido compreendendo válvulas unidirecionais no estator externo.

10 19. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de as válvulas unidirecionais compreenderem válvulas bujão afuniladas.

15 20. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 18, caracterizada pelo fato de cada câmara de volume variável ser dotada de múltiplas válvulas unidirecionais.

20 21. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato do rotor interno ter um raio X efetivo e girar dentro de um círculo virtual tendo raio R efetivo, onde $R = 2X$.

25 22. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato do rotor interno ter um raio X efetivo e girar dentro de um círculo virtual tendo raio R efetivo, onde R não é igual a $2X$.

30 23. Máquina de transferência de energia, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato das projeções se engrenarem para causar uma compressão suficiente para explosão.

24. Método de operação de uma máquina de transferência de energia caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

fazer um rotor interno girar dentro de um transportador giratório, onde o transportador gira em relação a um estator externo, com projeções no rotor interno engrenando com projeções no estator para criar câmaras de volume variável à medida que o rotor interno gira dentro do transportador;

em que o rotor interno é levado a girar pela expansão de gases dentro das câmaras de volume variável ou pela rotação do transportador.

25. Método, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato da máquina de transferência de energia ser operada como um motor.

26. Método, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato da admissão de ar na máquina de transferência de energia ser controlada por estrangulamento.

27. Método, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de ainda compreender as etapas de:

fazer o combustível inflamar dentro das câmaras de volume variável pelo fornecimento de uma seqüência de fase de ignição.

28. Método, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de, em uma fase de ignição associada com velocidades inferiores, a ignição ser ativada por uma fonte de energia externa e em velocidades mais altas a ignição ocorrer sem uma fonte de energia

externa.

29. Método, de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de, em velocidades mais altas, a ignição ocorrer como através de explosão.

5 30. Método de operação de máquinas de transferência de energia da reivindicação 1 caracterizado pelo fato de ser projetado pelo acoplamento de suas saídas juntas.

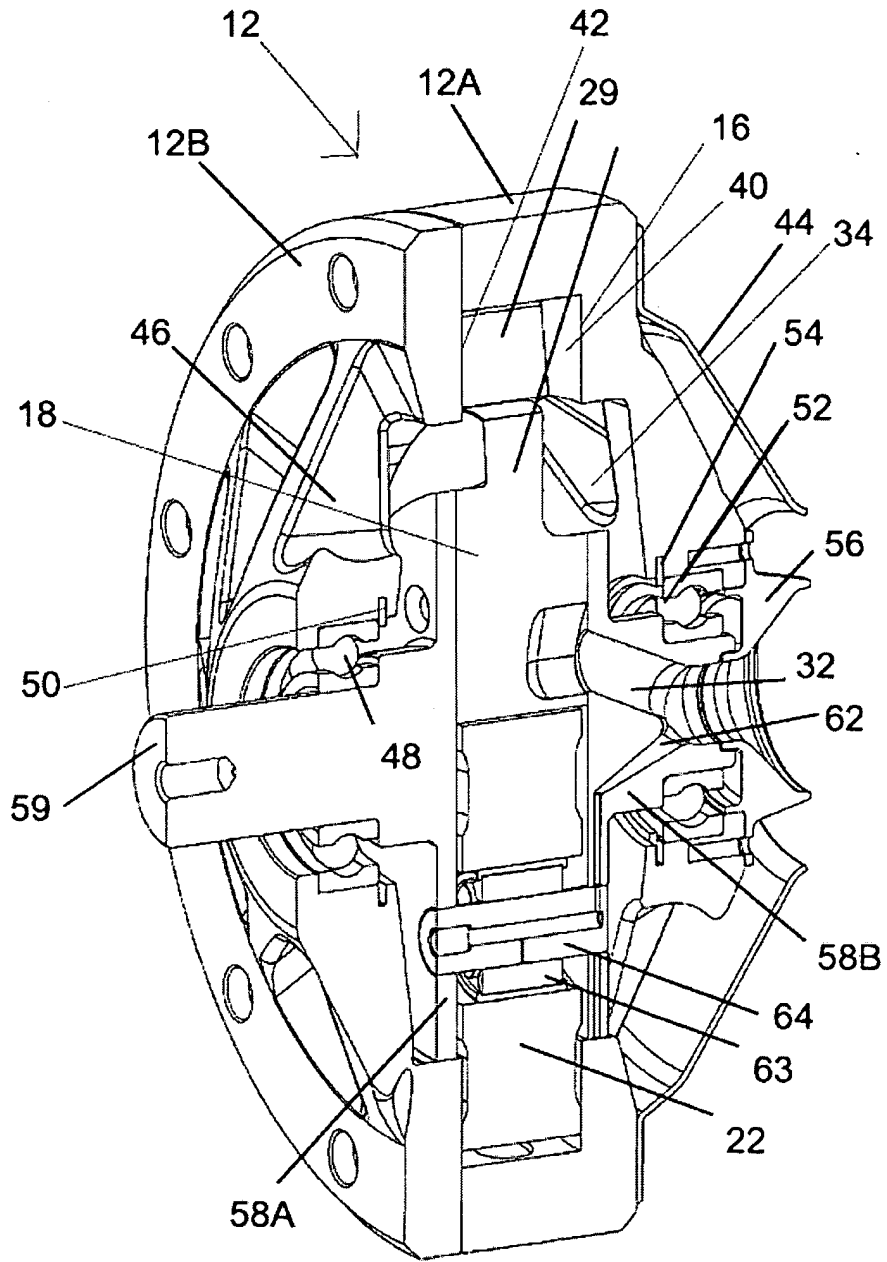


FIG. 2

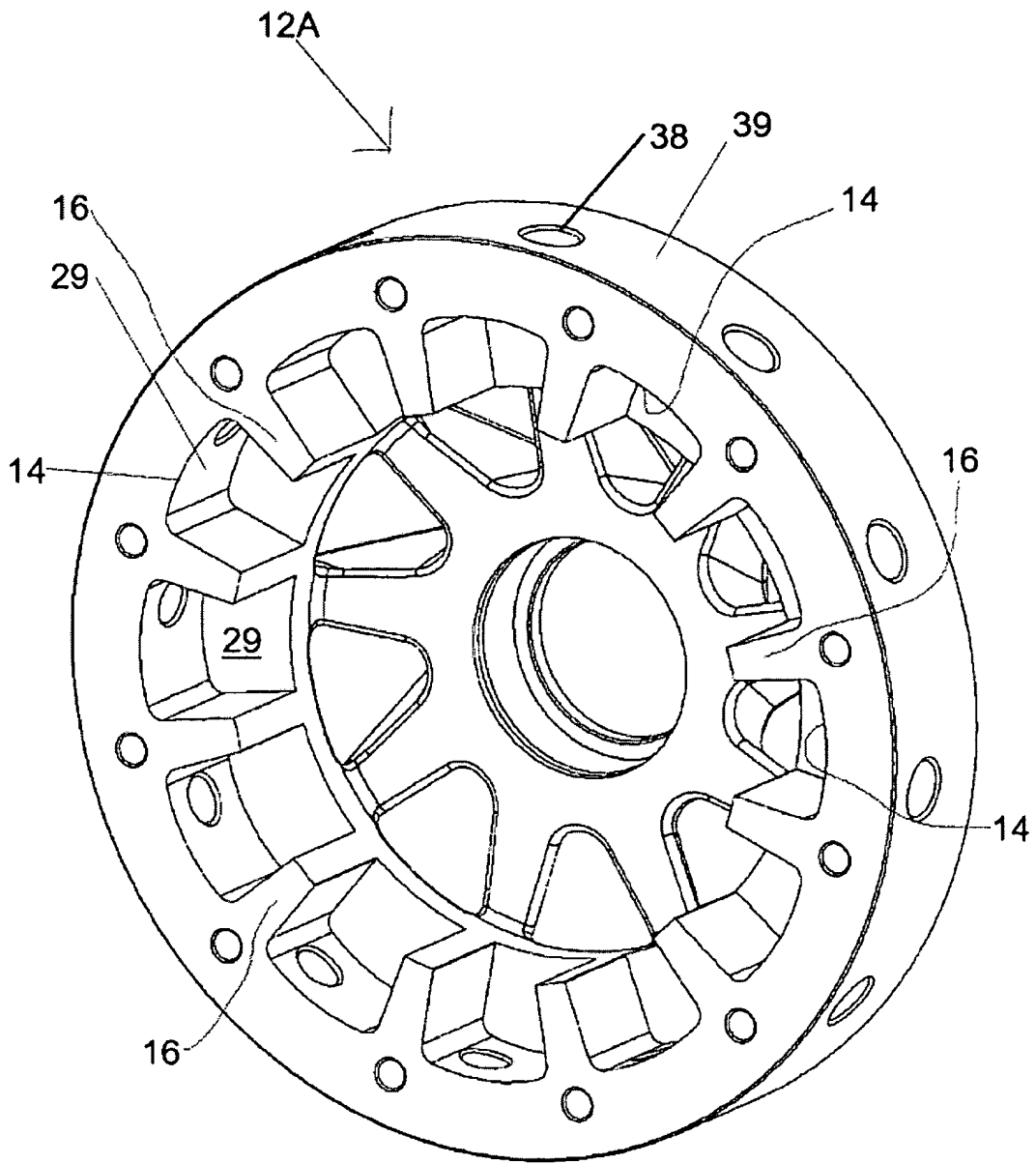


FIG. 3

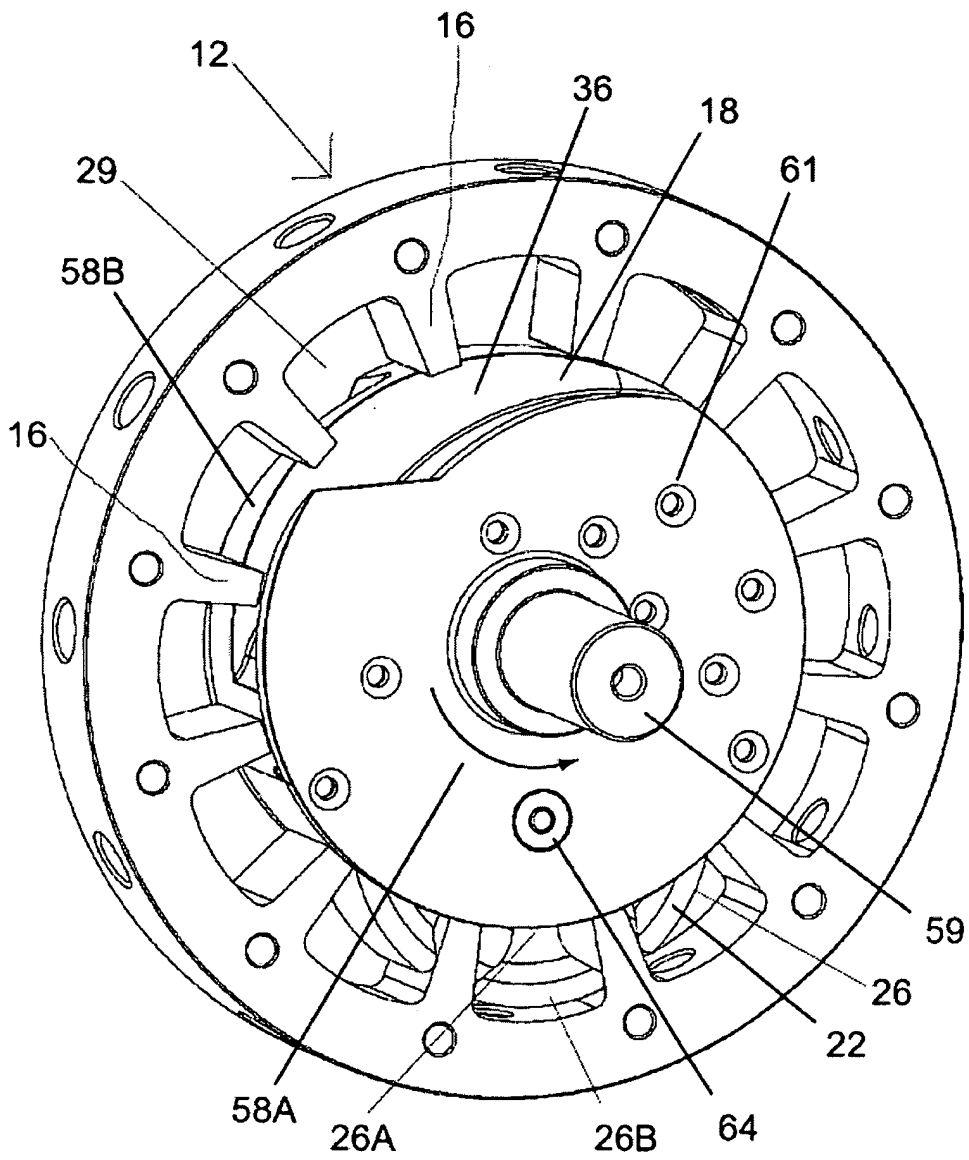
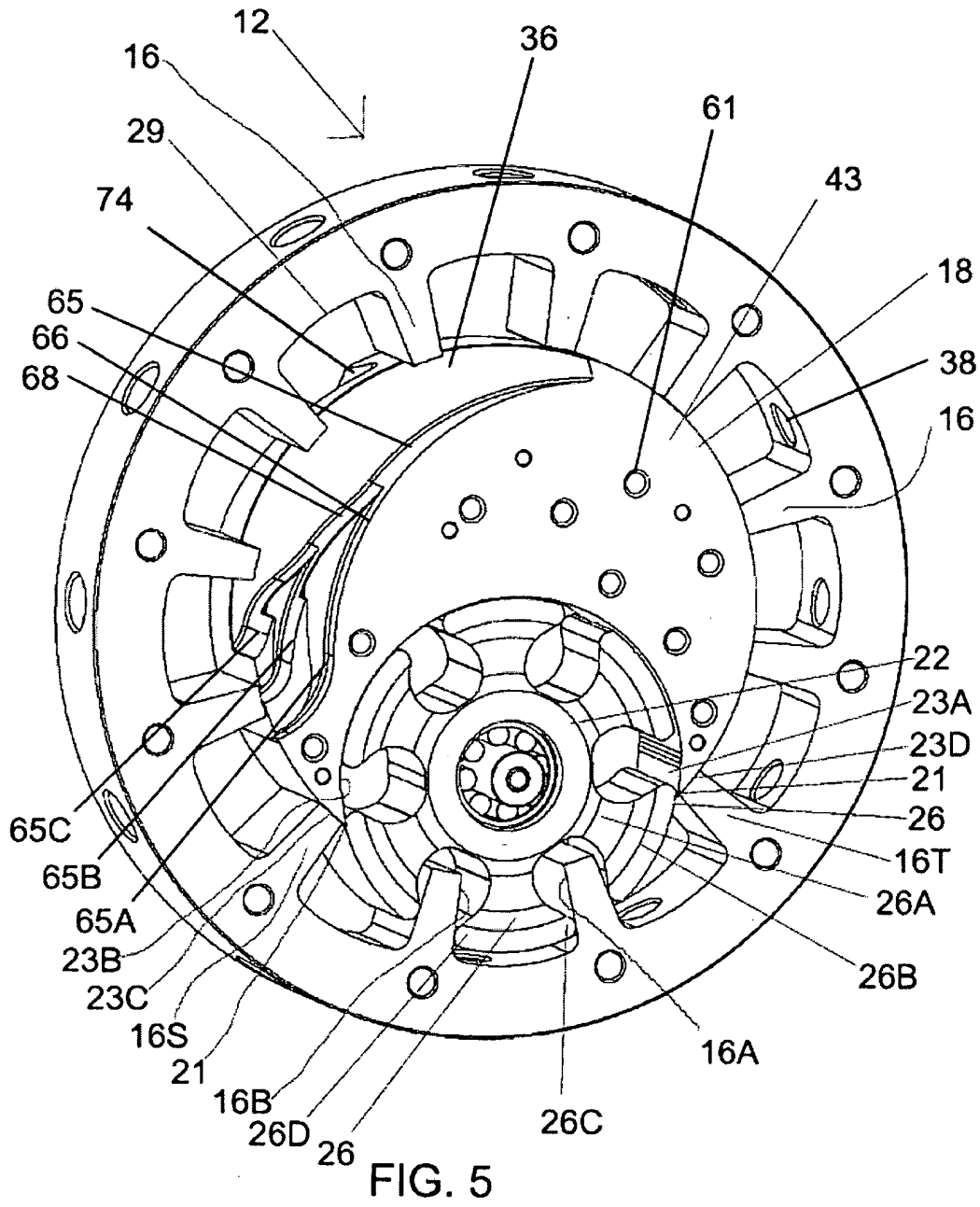


FIG. 4



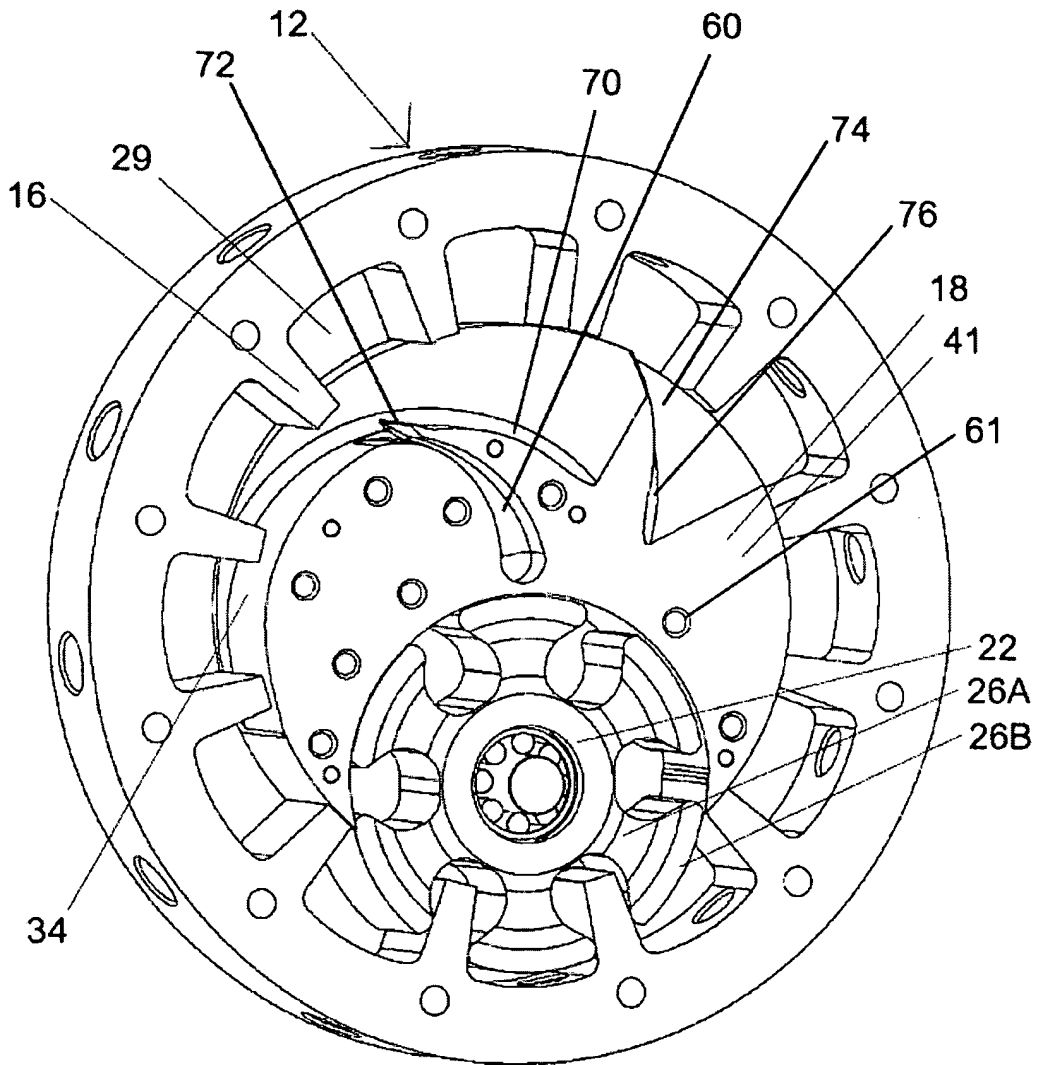


FIG. 6

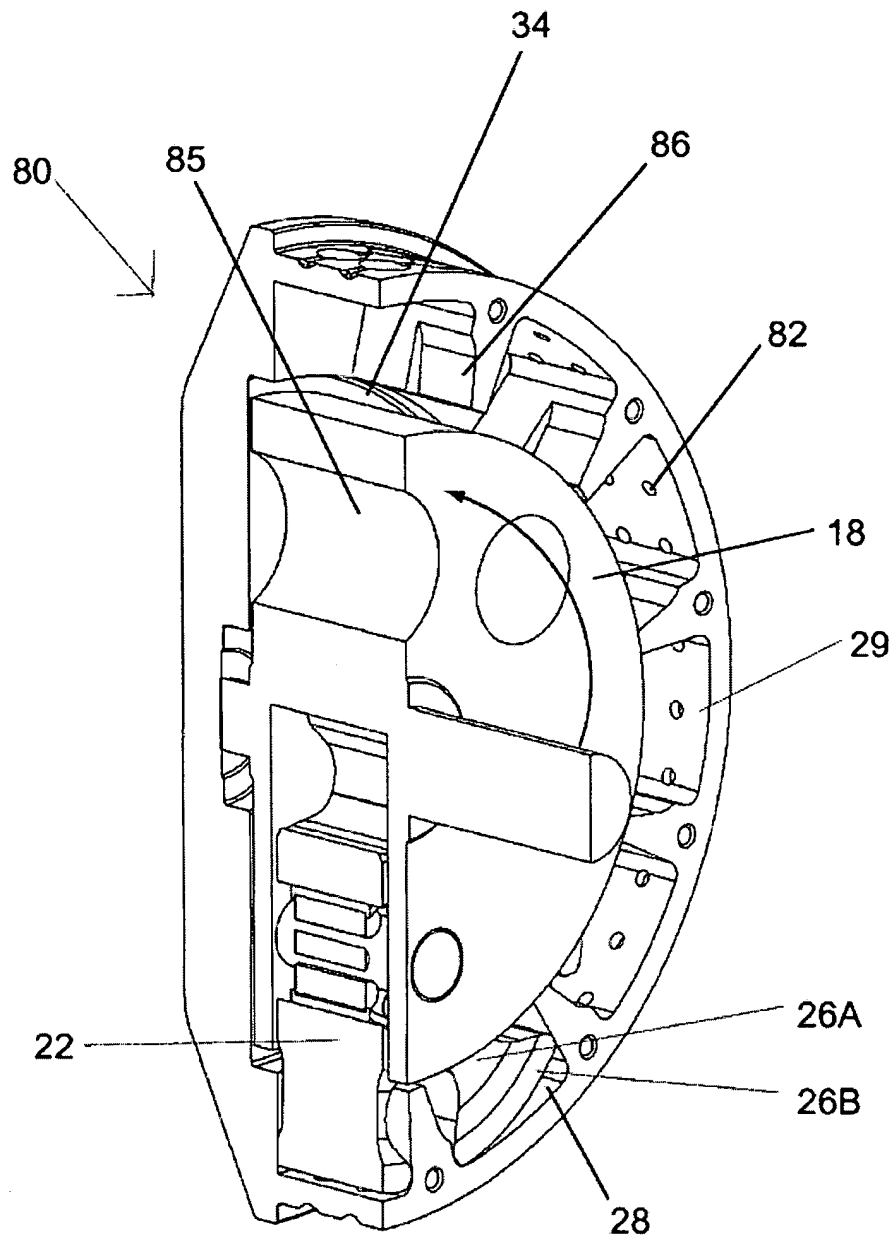
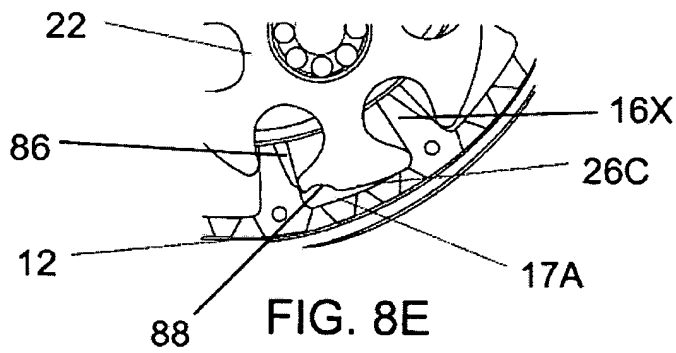
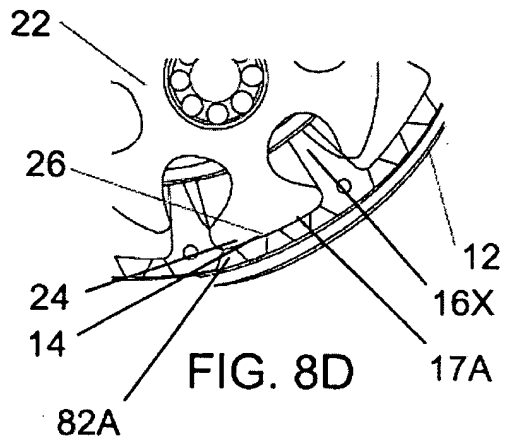
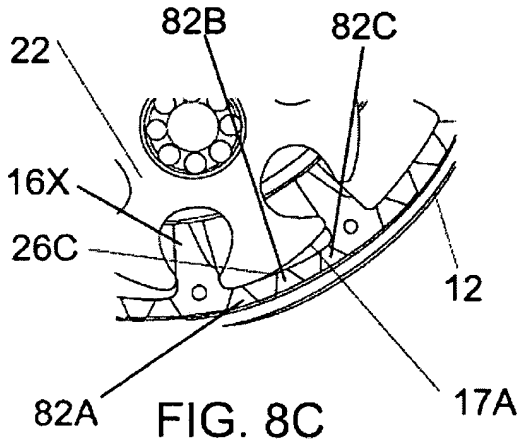
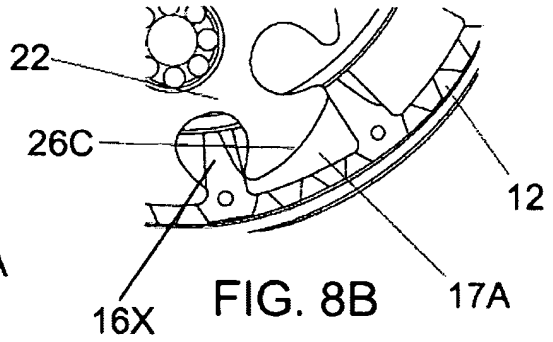
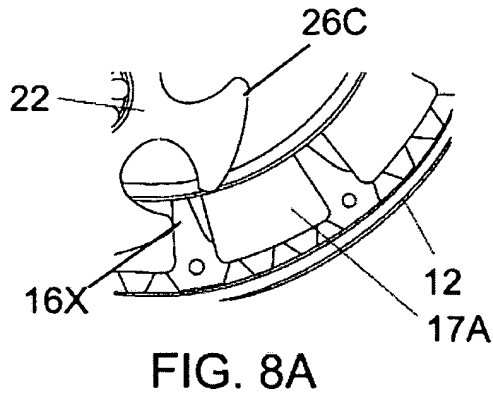


FIG. 7



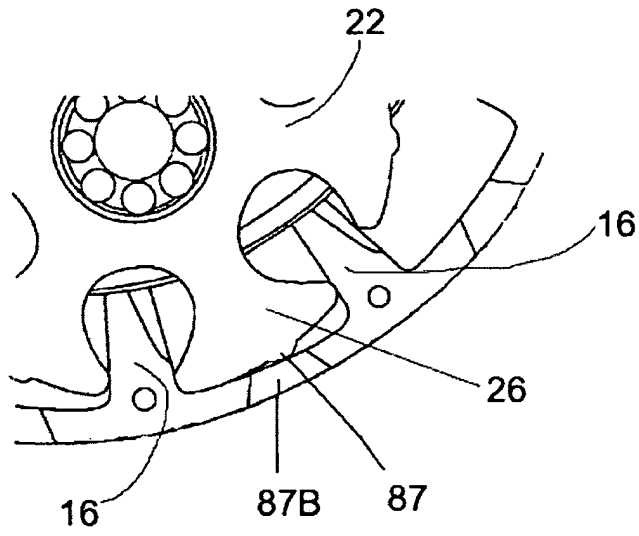


FIG. 8F

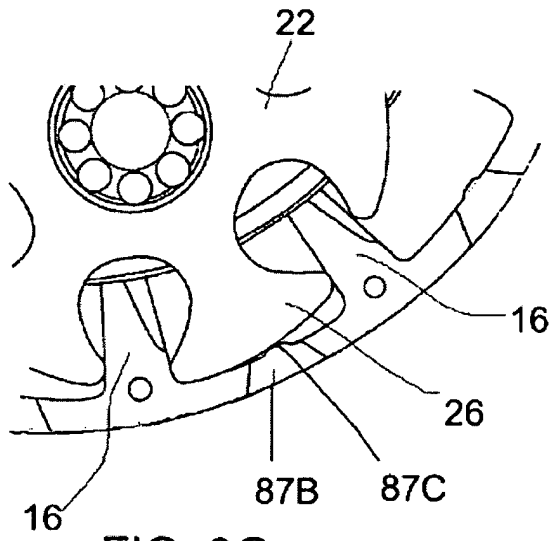


FIG. 8G

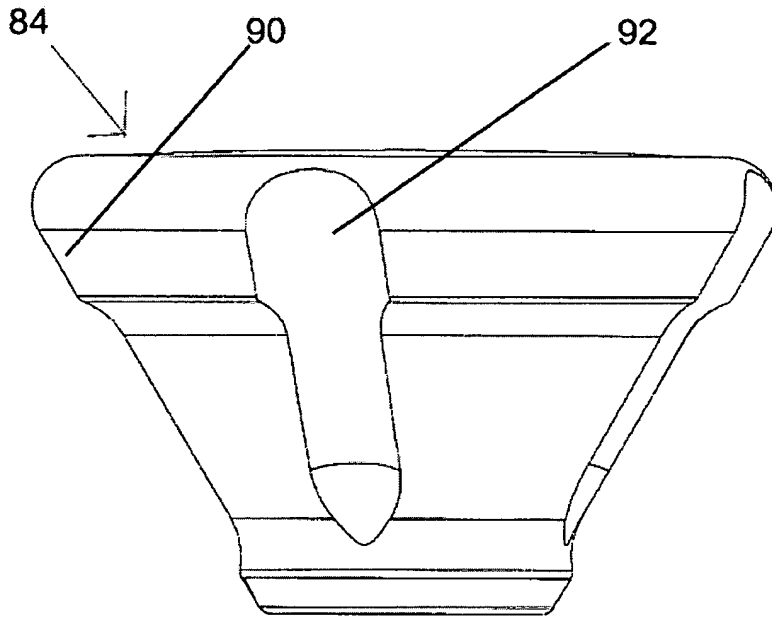


FIG. 9

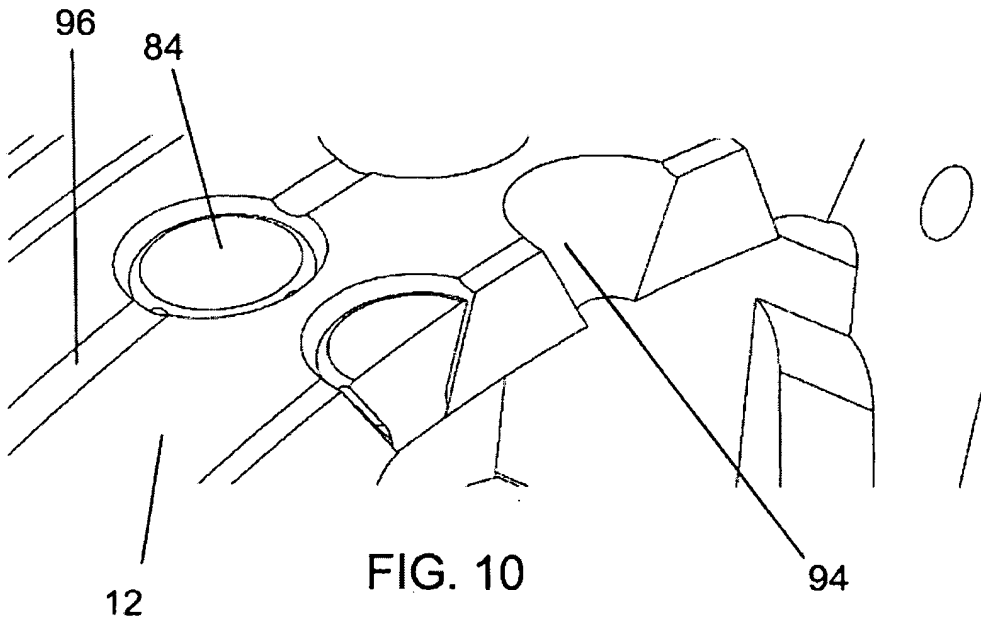
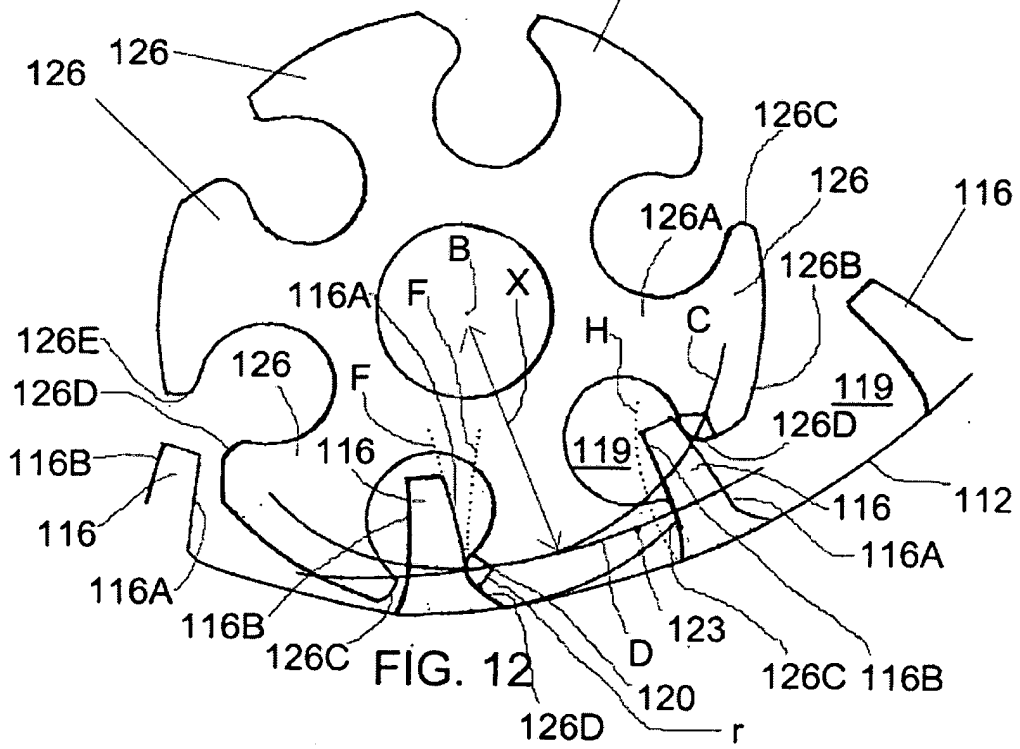
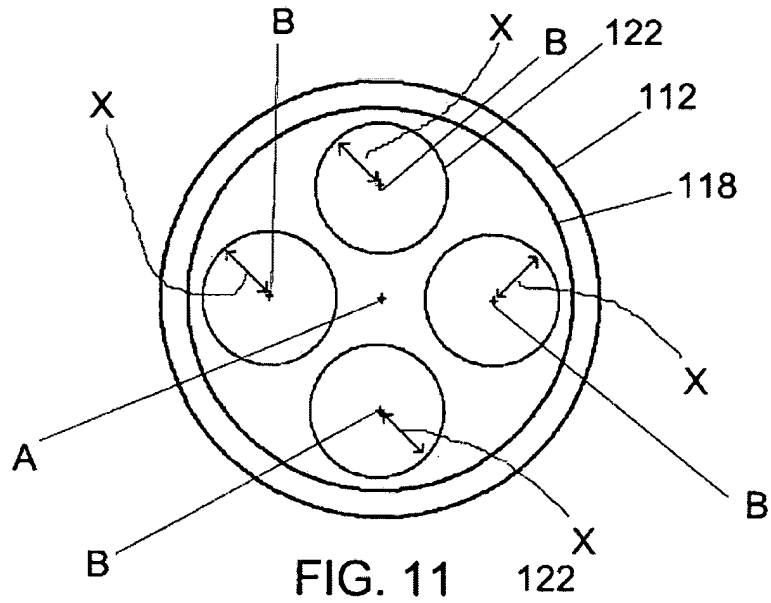


FIG. 10



MÁQUINA DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA

Máquina de transferência de energia, por exemplo, um dispositivo de combustão interna de deslocamento positivo, tem um alojamento externo fixo, um transportador giratório interno e um ou mais rotores internos com eixos rotacionais que são deslocados do eixo rotacional do transportador de rotor interno. As projeções do alojamento externo fixo e o rotor se engrenam uns com os outros para definir câmaras de volume variável. Em outra máquina de transferência de energia, em que o alojamento externo pode estar fixo ou girando, projeções do rotor são expansíveis dentro de cilindros definidos por projeções do alojamento externo.