



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 10 2013 001740-0 A2



(22) Data de Depósito: 23/01/2013

(43) Data da Publicação: 12/05/2015  
(RPI 2314)

(54) Título: MOTOR DE TURBINA A GÁS

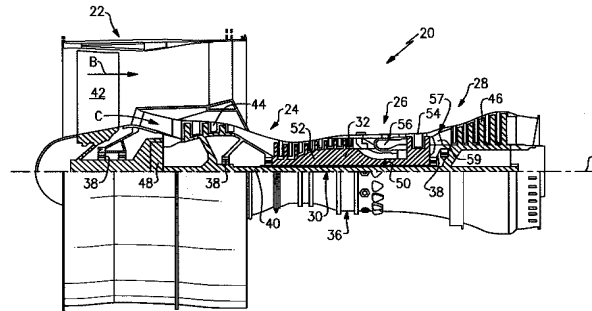
(51) Int.Cl.: F02C7/36; F02K3/072

(30) Prioridade Unionista: 29/02/2012 US 13/408204

(73) Titular(es): United Technologies Corporation

(72) Inventor(es): Brian D. Merry, Gabriel L. Suciú

(57) **Resumo:** MOTOR DE TURBINA A GÁS. É descrita uma seção do compressor que inclui um compressor de baixa pressão contrarrotativo que inclui pás do compressor externas e internas entremeadas umas com as outras e que são configuradas para girar em uma direção oposta umas às outras em torno de um eixo geométrico de rotação. Uma transmissão acopla pelo menos uma das pás do compressor externo e interno em um eixo. Uma seção da turbina inclui uma segunda turbina de baixa pressão contrarrotativa com um rotor externo que inclui um conjunto externo de pás de turbina. Um rotor interno tem um conjunto interno de pás de turbina entremeadado com o conjunto externo de pás de turbina. O rotor externo é configurado para girar em uma direção oposta em torno do eixo geométrico de rotação em relação ao rotor interno. Um sistema de engrenagem acopla pelo menos um dos rotores externo e interno no eixo



**“MOTOR DE TURBINA A GÁS”  
FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

Um motor a jato típico tem múltiplos eixos ou eixos do conjunto compressor-turbina que transmitem torque entre a turbina e seções do compressor do motor. Em um exemplo, um eixo do conjunto compressor-turbina de baixa velocidade no geral inclui um eixo inferior que interconecta um ventilador, um compressor de baixa pressão e uma turbina de baixa pressão. A fim de atingir uma razão do núcleo de alta pressão desejável, é necessário um longo eixo inferior. Ao contrário, para aumentar a densidade de potência do motor, existe uma meta contrária de reduzir o comprimento geral do motor. Assim, historicamente, esses dois conceitos têm estado em desacordo.

**SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

Em uma modalidade exemplar, um motor de turbina a gás inclui um ventilador acionado por um eixo. O ventilador é arranjado em um trajeto de fluxo de desvio. Um trajeto de fluxo do núcleo é arranjado a jusante do ventilador. Uma seção do compressor é acionada pelo eixo e é arranjada no trajeto de fluxo do núcleo. A seção do compressor inclui um compressor de baixa pressão contrarrotativo que inclui estágios do compressor externo e interno entremeados um com o outro e são configurados para girar em uma direção oposta um ao outro em torno de um eixo geométrico de rotação. Uma transmissão acopla pelo menos um dos estágios do compressor externo e interno no eixo. Uma seção da turbina aciona o eixo e é arranjada no trajeto de fluxo do núcleo. A seção da turbina inclui uma turbina de baixa pressão contrarrotativa com um rotor externo que inclui um conjunto externo de pás da turbina. Um rotor interno tem um conjunto interno de pás da turbina entrelaçado com o conjunto externo de pás da turbina. O rotor externo é configurado para girar em uma direção oposta em torno do eixo geométrico de rotação do rotor interno. Um sistema de engrenagem acopla pelo menos um dos rotores externo e interno no eixo.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, a transmissão é configurada para girar o estágio do compressor interno a uma maior velocidade do que o estágio do compressor externo.

5 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o primeiro estágio do compressor e o ventilador são acionados na mesma velocidade.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, a transmissão provê uma razão de engrenagem maior que 0,5:1.

10 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o sistema de engrenagem é configurado para girar o conjunto interno de pás de turbina a uma maior velocidade que o conjunto externo de pás de turbina.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o sistema de engrenagem provê uma razão de engrenagem maior que 0,5:1.

15 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o compressor de alta pressão tem uma razão de pressão de aproximadamente 23:1.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas o ventilador é diretamente acionado pelo eixo.

20 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o estágio do compressor interno é diretamente acionado pelo eixo.

25 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, a transmissão inclui uma engrenagem sol diretamente acoplada no eixo. Uma pluralidade de engrenagens estrelas fica em encaixe engrenado com a engrenagem sol e uma engrenagem anel fica em encaixe engrenado com as engrenagens estrelas.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o ventilador é diretamente acionado pelo eixo.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, as engrenagens estrelas são suportadas por um suporte que é fixo contra rotação

na estrutura estática.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o estágio do compressor externo é acoplado na engrenagem anel.

5 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o conjunto externo de pás da turbina é diretamente acionado pelo eixo.

10 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o sistema de engrenagem inclui uma engrenagem sol diretamente acoplada no rotor da turbina externa. Uma pluralidade de engrenagens estrelas fica em encaixe engrenado com a engrenagem sol e uma engrenagem anel fica em encaixe engrenado com as engrenagens estrelas.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, as engrenagens estrelas são suportadas por um suporte que é fixo em uma armação da turbina intermediária.

15 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, a engrenagem sol é fixa para rotação em uma extremidade dianteira do rotor da turbina externa.

Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, uma extremidade dianteira do rotor da turbina externa é acoplada na engrenagem anel, e uma extremidade traseira do rotor da turbina externa é acoplada no eixo.

20 Em uma modalidade adicional de qualquer das citadas, o sistema de engrenagem é suportado por uma armação da turbina intermediária. Uma caixa estática da turbina de baixa pressão tem uma extremidade traseira não suportada e uma extremidade dianteira conectada a uma caixa externa da armação da turbina intermediária.

## 25 **DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS**

A revelação pode ser mais bem entendida pela referência à descrição detalhada seguinte quando considerada em conjunto com os desenhos anexos, em que:

A figura 1 ilustra esquematicamente uma modalidade de motor

de turbina a gás.

A figura 2 é uma vista seccional transversal de uma metade superior do motor mostrando uma modalidade de uma configuração não contrarrotativa e uma metade inferior do motor mostrando um exemplo de uma arquitetura de compressor de baixa pressão contrarrotativa e arquitetura de turbina de baixa pressão contrarrotativa de um motor de turbina a gás.

A figura 3 mostra uma vista ampliada do compressor de baixa pressão mostrado na figura 2.

A figura 4 mostra uma vista ampliada da turbina de baixa pressão mostrada na figura 2.

A figura 5 mostra uma vista esquemática do compressor de baixa pressão mostrado na figura 2.

A figura 6 é uma vista esquemática da turbina de baixa pressão mostrada na figura 2.

## 15 **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

A figura 1 ilustra esquematicamente um motor de turbina a gás 20. O motor de turbina a gás 20 é aqui revelado como um turboventilador de dois eixos do conjunto compressor-turbina que no geral incorpora uma seção de ventilador 22, uma seção do compressor 24, uma seção do combustor 26 e uma seção da turbina 28. Motores alternativos podem incluir uma seção de elevação (não mostrada) entre outros sistemas e recursos. A seção do ventilador 22 conduz ar ao longo de um trajeto de fluxo de desvio B enquanto a seção do compressor 24 conduz ar ao longo de um trajeto de fluxo do núcleo C para compressão e comunicação à seção do combustor 26, então expansão através da seção da turbina 28. Embora representado como um motor de turbina a gás de turboventilador na modalidade não limitante revelada, deve-se entender que os conceitos aqui descritos não estão limitados ao uso com turboventiladores, já que os preceitos podem ser aplicados a outros tipos de motores de turbina, incluindo arquiteturas de três eixos do conjunto compressor-turbina.

O motor 20 no geral inclui um eixo do conjunto compressor-turbina de baixa pressão 30 e um eixo do conjunto compressor-turbina de alta pressão 32 montados para rotação em torno de um eixo geométrico longitudinal central do motor A em relação a uma estrutura estática do motor 36 através de diversos sistemas de mancais 38. Deve-se entender que vários sistemas de mancais 38 em vários locais podem, alternativamente, ou adicionalmente, ser providos.

O eixo do conjunto compressor-turbina de baixa velocidade 30 no geral inclui um eixo interno 40 que interconecta um ventilador 42, uma seção do compressor de baixa pressão (ou primeira seção) 44 e uma seção da turbina de baixa pressão (ou primeira seção) 46. O eixo interno 40 é conectado no ventilador 42 através de uma arquitetura de engrenagem 48 para acionar o ventilador 42 a uma menor velocidade do que o eixo do conjunto compressor-turbina de baixa velocidade 30. O eixo do conjunto compressor-turbina de alta velocidade 32 inclui um eixo externo 50 que interconecta uma seção do compressor de alta pressão (ou segunda seção) 52 e seção da turbina de alta pressão (ou segunda seção) 54. Um combustor 56 é arranjado entre o compressor de alta pressão 52 e a turbina de alta pressão 54. Uma armação da turbina intermediária 57 da estrutura estática do motor 36 é arranjada no geral entre a turbina de alta pressão 54 e a turbina de baixa pressão 46. A armação da turbina intermediária 57 suporta um ou mais sistemas de mancais 38 na seção da turbina 28. O eixo interno 40 e o eixo externo 50 são concêntricos e giram por meio de sistemas de mancais 38 em torno do eixo geométrico longitudinal central do motor A, que é colinear com seus eixos geométricos longitudinais. Na forma aqui usada, um compressor ou turbina de "alta pressão" sofre uma maior pressão do que um compressor ou turbina de "baixa pressão" correspondente.

O fluxo de ar do núcleo C é comprimido pelo compressor de baixa pressão 44 e então o compressor de alta pressão 52, misturado e

queimado com combustível no combustor 56, e então expandido sobre a turbina de alta pressão 54 e turbina de baixa pressão 46. A armação da turbina intermediária 57 inclui aerofólios 59 que são no trajeto de fluxo de ar do núcleo. As turbinas 46, 54 acionam rotacionalmente o respectivo eixo do conjunto compressor-turbina de baixa velocidade 30 e o eixo do conjunto compressor-turbina de alta velocidade 32 em resposta à expansão.

O motor 20 em um exemplo é um motor de aeronave de engrenagem de alto desvio. Em um exemplo adicional, a razão de desvio do motor 20 é maior que cerca de seis (6), com uma modalidade de exemplo sendo maior que dez (10), a arquitetura de engrenagem 48 é um trem de engrenagem epicíclico, tal como um sistema de engrenagem estrela ou outro sistema de engrenagem, com uma razão de redução de engrenagem que é maior que cerca de 2,3 e a turbina de baixa pressão 46 tem uma razão de pressão que é maior que cerca de 5. Em uma modalidade revelada, a razão de desvio do motor 20 é maior que cerca de dez (10:1), o diâmetro do ventilador é significativamente maior que do compressor de baixa pressão 44, e a turbina de baixa pressão 46 tem uma razão de pressão que é maior que cerca de 5:1. A razão de pressão da turbina de baixa pressão 46 é a pressão medida antes da entrada da turbina de baixa pressão 46 em relação à pressão na saída da turbina de baixa pressão 46 antes de um bico de exaustão. Entretanto, deve-se entender que os parâmetros citados são apenas exemplares de uma modalidade de um motor de arquitetura de engrenagem e que a presente invenção é aplicável a outros motores de turbina a gás incluindo turboventiladores de acionamento direto.

Uma quantidade significativa de empuxo é provida pelo fluxo de desvio B por causa da alta razão de desvio. A seção do ventilador 22 do motor 20 é projetada para uma condição de voo particular – tipicamente cruzeiro a cerca de 0,8 Mach e cerca de 35.000 pés (10,7 km). A condição de voo de 0,8 Mach e 35.000 pés (10,7 km), com o motor no seu melhor

consumo de combustível – também conhecido como “consumo de combustível específico do empuxo de cruzeiro das pás (TSFC)” – é o parâmetro padrão da indústria de Ibm de combustível que está sendo queimado por hora dividido por lbf de empuxo que o motor produz no ponto  
5 mínimo. “Razão de pressão do ventilador” é a razão de pressão na pá do ventilador sozinha, sem o sistema de Paleta de Guia de Saída do Ventilador (“FEGV”). A razão de pressão do ventilador aqui revelada de acordo com uma modalidade não limitante é menos que cerca de 1,45. “Velocidade da  
10 ponta do ventilador corrigida baixa” é a velocidade da ponta do ventilador real em pés/s dividida por uma correção de temperatura padrão da indústria de  $[(T_{\text{ambiente}} \text{ graus R}) / 518,7]^{0,5}$ . A “velocidade da ponta do ventilador corrigida baixa” revelada aqui de acordo com uma modalidade não limitante é menos que cerca de 1.150 pés/s (350 m/s).

Referindo-se às figuras 2 e 3, uma arquitetura de  
15 turboventilador de engrenagem com um compressor de baixa pressão contrarrotativo (LPC) 60 e turbina de baixa pressão contrarrotativa (LPT) 62 é provido, que reduz significativamente o comprimento do eixo de baixa  
20 velocidade, ou eixo interno 40, comparada com uma configuração não contrarrotativa, uma exemplo da qual está mostrado na figura 1 e na metade superior da figura 2. Esta configuração não rotativa na metade superior da  
25 figura 2 é incluída com os propósitos de um valor de comparação com configurações de LPC contrarrotativo e LPC contrarrotativo mostradas na metade inferior da figura 2. O motor tem um núcleo de alta pressão, indicado esquematicamente por 64. Deve-se entender que o núcleo de alta pressão 64  
inclui o combustor 56 e o eixo do conjunto compressor-turbina de alta 32 (isto é, o compressor de alta pressão 52, a turbina de alta pressão 54 e o eixo da  
alta 50) mostrado na figura 1. O compressor de alta pressão 52 tem uma alta razão de pressão do núcleo de 23:1, por exemplo. Para manter esta razão, bem como prover um diâmetro e velocidade do eixo baixa desejada, uma



combinação de LPC 60 e LPT 62 contrarrotativos é utilizada, como mostrado na metade inferior da figura 2.

Um exemplo do LPC 60 é encontrado na patente Estados Unidos 7.950.220, que é atribuída ao mesmo requerente da invenção em questão, e que está por meio desta incorporado pela referência. Neste exemplo, que está mostrado na figura 2, o LPC 60 inclui um cubo do compressor contrarrotativo 70 com estágios da pá 72, 74 e 76 intercalados com os estágios da pá 7 e 80 do eixo do conjunto compressor-turbina de baixa velocidade 30. O cubo do compressor contrarrotativo 70 pode ser acionado por uma transmissão 82. A transmissão 82 está também ilustrada esquematicamente na figura 5. Em um exemplo, a transmissão 82 é uma transmissão epicíclica com uma engrenagem sol 84 montada no eixo da baixa 40. Um arranjo circunferencial de engrenagens estrela externamente dentadas 86 fica em encaixe engrenado com a engrenagem sol 84. As engrenagens estrelas 86 são suportadas em munhões 88 suportados por um suporte 90. O suporte 90 é fixamente montado em relação a uma estrutura estática do motor 92. A estrutura estática 92 é acoplada no eixo da baixa 40 por meio de múltiplos sistemas de mancais 94 e 96 para permitir rotação do eixo da baixa 40.

A transmissão 82 inclui adicionalmente uma engrenagem anel internamente dentada 98 circundando e em encaixe engrenado com as engrenagens estrelas 86. A engrenagem anel 98 é suportada em relação à estrutura estática 92 por um ou mais sistemas de mancais 100 e 102. A transmissão 82 causa uma contrarrotação da engrenagem anel 98. À medida que o cubo do compressor 70 é encaixado na engrenagem anel 98, a transmissão 82 causa uma contrarrotação do cubo do compressor 70 (e pás 72, 74, 76) em relação ao eixo do conjunto compressor-turbina de baixa velocidade 30. As pás do ventilador 104 da seção do ventilador 22 são montadas através de um cubo 106 no eixo da baixa 40. Além do mais, as pás do compressor de baixa pressão 78, 80 são também montadas no cubo 106

através de um anel da plataforma da pá 108. Em decorrência do exposto, as pás do ventilador 104 e as pás do compressor de baixa pressão 78, 80 corrotacionam com o eixo da baixa 40.

Uma superfície externa do anel da plataforma 108 forma localizadamente um limite interno de um trajeto de fluxo do núcleo 110. As pás dos estágios 78 e 80 estendem-se das extremidades internas fixas no anel da plataforma 108 até as pontas externas livres. No exemplo mostrado, as pás do estágio mais a jusante 76 do cubo 70 são montadas em uma extremidade externa de um suporte 112. As extremidades externas das pás do estágio 76 são presas em relação a um anel de proteção 114. Uma superfície interna do anel de proteção 114 forma um limite externo local do trajeto de fluxo do núcleo 110. As extremidades externas das pás dos estágios 72 e 74 são montadas no anel de proteção 114. O suporte 112 é afixado na engrenagem anel 98 para acionar a rotação das pás do estágio 76 e, através do anel de proteção 114, as pás dos estágios 72 e 74.

Como mostrado na metade superior da figura 2, em uma configuração não contrarrotativa típica, o motor 20 sem um compressor ou turbina contrarrotativa tem um comprimento geral L1 definido de uma superfície mais à frente da pá do ventilador 104 até uma extremidade mais à trás de uma caixa de exaustão da turbina 118. A configuração LPC 60 provê uma redução de comprimento L2 utilizando uma arquitetura de compressor contrarrotativa. A configuração LPT 62 provê uma outra redução de comprimento L3 utilizando uma arquitetura de turbina contrarrotativa. Um exemplo de um LPT é encontrado na publicação Estados Unidos 2009/0191045 A1, que é atribuída ao mesmo requerente da invenção em questão, e que está por meio disto incorporado pela referência.

As figuras 2 e 4 mostram um outro exemplo de um LPT 62 com uma configuração contrarrotativa com um sistema de engrenagem 116 montado na armação da turbina intermediária 134. O sistema de engrenagem

116 está também ilustrado esquematicamente na figura 6. Em decorrência disto, não é necessária nenhuma caixa de exaustão da turbina 118, que contribui ainda mais para a quantidade geral de redução de comprimento L3, pela redução da porção da caixa estática LPT. Neste exemplo, o LPT 62 tem um conjunto interno de pás 120 que é acoplado no eixo inferior 40 através do sistema de engrenagem 116 e um conjunto externo de pás 122 entremeadado com o conjunto interno de pás 120. Em um exemplo, o número de estágios no conjunto interno de pás 120 é igual ao número de estágios no conjunto externo de pás 122. O conjunto externo de pás 122 é diretamente acoplado no eixo 40. As pás externas 122 giram em uma direção oposta em torno do eixo geométrico de rotação em relação ao conjunto interno de pás 120.

O conjunto externo de pás 122 é fixado em um rotor externo 126, que aciona diretamente o eixo da baixa 40, isto é, o eixo da baixa 40 e o conjunto externo de pás 122 giram a uma velocidade comum. O conjunto interno de pás 120 é fixo em um rotor interno 124 que aciona o sistema de engrenagem 116. Os mancais 130, 132 suportam rotacionalmente o rotor interno 124. O mancal 130 suporta uma extremidade traseira do rotor interno 124 para rotação em relação ao eixo da baixa 40, e o mancal 132 suporta uma extremidade dianteira do rotor interno 124 para rotação em relação ao eixo 40. Em um exemplo, o mancal traseiro 130 é um mancal de esferas e o mancal dianteiro 132 é um mancal de rolos. Um mancal 146 suporta o eixo da baixa 140 para rotação em relação à armação da turbina intermediária 134. Em uma configuração exemplar, o mancal do eixo 146 e os mancais dianteiro e traseiro 132, 130 para o rotor interno 126 são axialmente espaçados um do outro paralelos ao eixo A. O mancal do eixo 146 fica localizado à frente do mancal dianteiro 132. Em um exemplo, ambos mancais 132, 146 são mancais de rolos.

A armação da turbina intermediária 134 compreende uma estrutura estática que estende-se até uma porção da caixa externa 136. A porção da caixa externa 136 é anexada a uma extremidade dianteira de uma

caixa estática LPT 138, que envolve os conjuntos interno 120 e externo 122 de pás. Uma extremidade traseira da caixa estática LPT 138 não é suportada, uma vez que não existe caixa de exaustão da turbina 118.

O sistema de engrenagem 116 inclui uma engrenagem sol 140 que é fixada para rotação com uma extremidade dianteira do rotor interno 124. Um arranjo circunferencial de engrenagens estrelas dentadas externamente 142 fica em encaixe engrenado com a engrenagem sol 140. As engrenagens estrelas 142 são suportadas por um suporte 144 que é fixo na armação da turbina intermediária 134.

Uma engrenagem anel 148 fica em encaixe engrenado com as engrenagens estrelas 142, que são acionadas pela engrenagem sol 140. A extremidade dianteira do rotor interno 124 aciona a engrenagem sol 140. No exemplo mostrado na figura 2, a extremidade dianteira do rotor externo 126 é configurada para ser acionada pela engrenagem anel 148. A extremidade dianteira do rotor externo 126 é suportada em relação à armação da turbina intermediária 134 por um mancal 150. Assim, o conjunto interno de pás 120 é acionado a uma maior velocidade que o conjunto interno de pás 122. Em um exemplo, o sistema de engrenagem tem uma razão em uma faixa entre cerca de 0,5:1 e cerca de 5,0:1.

Nesta configuração, o sistema de engrenagem 116 fica a montante ou à frente do LPT 62. Especificamente, o sistema de engrenagem 116 fica posicionado à frente das pás entremeadas 120, 122 e é envolto pela armação da turbina intermediária. Esta configuração contrarrotativa permite que o comprimento geral da caixa estática LPT 138 seja reduzida, comparada com uma configuração não contrarrotativa, e elimina a necessidade de uma caixa de exaustão da turbina 118. Isto resulta em uma redução de peso, bem como contribui para a redução de comprimento desejada L3.

O eixo da baixa 40 recebe uma porção da entrada de acionamento geral diretamente do conjunto externo das pás de turbina 122 e

uma porção restante da entrada de acionamento geral é provida pelo conjunto interno das pás de turbina 120 através do sistema de engrenagem 116. O conjunto externo das pás de turbina 122 é configurado para girar a uma menor velocidade e em uma direção oposta à do conjunto interno de pás 120. O giro do conjunto interno de pás de turbina 120 a uma maior velocidade tira vantagem da capacidade dos discos de turbina existentes lidar com maiores velocidades. Esta configuração fornece uma arquitetura de ventilador de engrenagem com um longo eixo inferior de giro lento 40, que permite o uso de um núcleo de alta razão de pressão. Adicionalmente, esta configuração provê significativa redução do comprimento, comparada com configurações anteriores.

No motor de exemplo, o ventilador 104 é conectado no eixo 40, e acionado diretamente por ele, girando assim nas mesmas velocidades. As engrenagens estrelas 84, 140 são montadas no eixo 40, e diretamente acopladas nele. Um conjunto de pás de compressor e um conjunto de pás de turbina (no exemplo, as pás do compressor interno 78, 80 e pás da turbina externa 122) são montados no eixo 40, e diretamente acoplados nele. O suporte 90 e o suporte 144 são aterrados na estrutura estática do motor. As engrenagens anéis 98, 148 são, respectivamente, acopladas no outro conjunto de pás do compressor e da turbina (no exemplo, as pás do compressor externo 72, 74, 76 e as pás da turbina interna 120).

Deve-se entender que o LPC 60 supradescrito é apenas um exemplo de configuração, e que o LPT 62 supradescrito poderia ser utilizado com várias outras configurações. A transmissão 82 do LPC 60 e o sistema de engrenagem 116 do LPT 62 podem ser independentemente ajustados para prover a velocidade desejada para cada do conjunto de pás do compressor interno, conjunto de pás do compressor externo, conjunto de pás da turbina interna e conjunto de pás da turbina externa. Em um exemplo, a transmissão 82 e o sistema de engrenagem 116 têm diferentes razões umas das outras. Uma vez que sistemas de engrenagem independentes são providos para cada

do LPC 60 e LPT 62, as engrenagens e estrutura de suporte podem ser menores e mais leves, por exemplo, que um único sistema de engrenagem de acionamento de ventilador arranjado na frente do motor. Além disso, uma vez que aproximadamente a metade de cada do LPC 60 e LPT 62 é diretamente conectada no eixo 40, somente apenas a metade da potência tem que ser transmitida através de cada uma da transmissão 82 e sistema de engrenagem 116.

Em decorrência das melhorias supradescritas, foi inventado um motor que inclui tanto uma razão de núcleo de alta pressão desejável, quanto, ao mesmo tempo, reduz o comprimento geral do motor, dessa forma maximizando a densidade de potência do motor.

Embora uma modalidade exemplar tenha sido revelada, versados na técnica percebem certas modificações que podem se enquadrar no escopo das reivindicações. Por este motivo, as reivindicações seguintes devem ser estudadas para determinar seu verdadeiro escopo e conteúdo.

## REIVINDICAÇÕES

1. Motor de turbina a gás, caracterizado pelo fato de que compreende:

um ventilador acionado por um eixo e arranjado em um trajeto de fluxo de desvio;

um trajeto de fluxo do núcleo a jusante do ventilador;

uma seção do compressor acionada pelo eixo e arranjada no trajeto de fluxo do núcleo;

em que a seção do compressor inclui um compressor de baixa pressão contrarrotativo compreendendo:

estágios do compressor externo e interno entremeados um com o outro e configurados para girar em uma direção oposta um com o outro em torno de um eixo geométrico de rotação; e

uma transmissão acoplado pelo menos um dos estágios do compressor externo e interno no eixo;

uma seção da turbina acionando o eixo e arranjada no trajeto de fluxo do núcleo; e

em que a seção da turbina inclui uma turbina de baixa pressão contrarrotativa compreendendo:

um rotor externo incluindo um conjunto externo de pás de turbina;

um rotor interno com um conjunto interno de pás de turbina entremeadado com o conjunto externo de pás de turbina, o rotor externo configurado para girar em uma direção oposta em torno do eixo geométrico de rotação em relação ao rotor interno; e

um sistema de engrenagem acoplado pelo menos um dos rotores externo e interno no eixo.

2. Motor de turbina a gás, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a transmissão é configurada para girar o estágio do

compressor interno a uma maior velocidade que o estágio do compressor externo.

3. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o estágio do compressor interno e o ventilador são acionados na mesma velocidade.

5 4. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a transmissão fornece uma razão de engrenagem maior que 0,5:1.

10 5. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o sistema de engrenagem é configurado para girar o conjunto interno de pás de turbina a uma maior velocidade que o conjunto externo de pás de turbina.

6. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o sistema de engrenagem provê uma razão de engrenagem maior que 0,5:1.

15 7. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende um compressor de alta pressão com uma razão de pressão de aproximadamente 23:1.

8. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o ventilador é diretamente acionado pelo eixo.

20 9. Motor de turbina a gás, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estágio do compressor interno é diretamente acionado pelo eixo.

25 10. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a transmissão inclui uma engrenagem sol diretamente acoplada no eixo, uma pluralidade de engrenagens estrelas em encaixe engrenado com a engrenagem sol, e uma engrenagem anel em encaixe engrenado com as engrenagens estrelas.

11. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o ventilador é diretamente acionado pelo eixo.



12. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que as engrenagens estrelas são suportadas por um suporte que é fixo contra rotação na estrutura estática.

5 13. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o estágio do compressor externo é acoplado na engrenagem anel.

14. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o conjunto externo de pás de turbina é diretamente acionado pelo eixo.

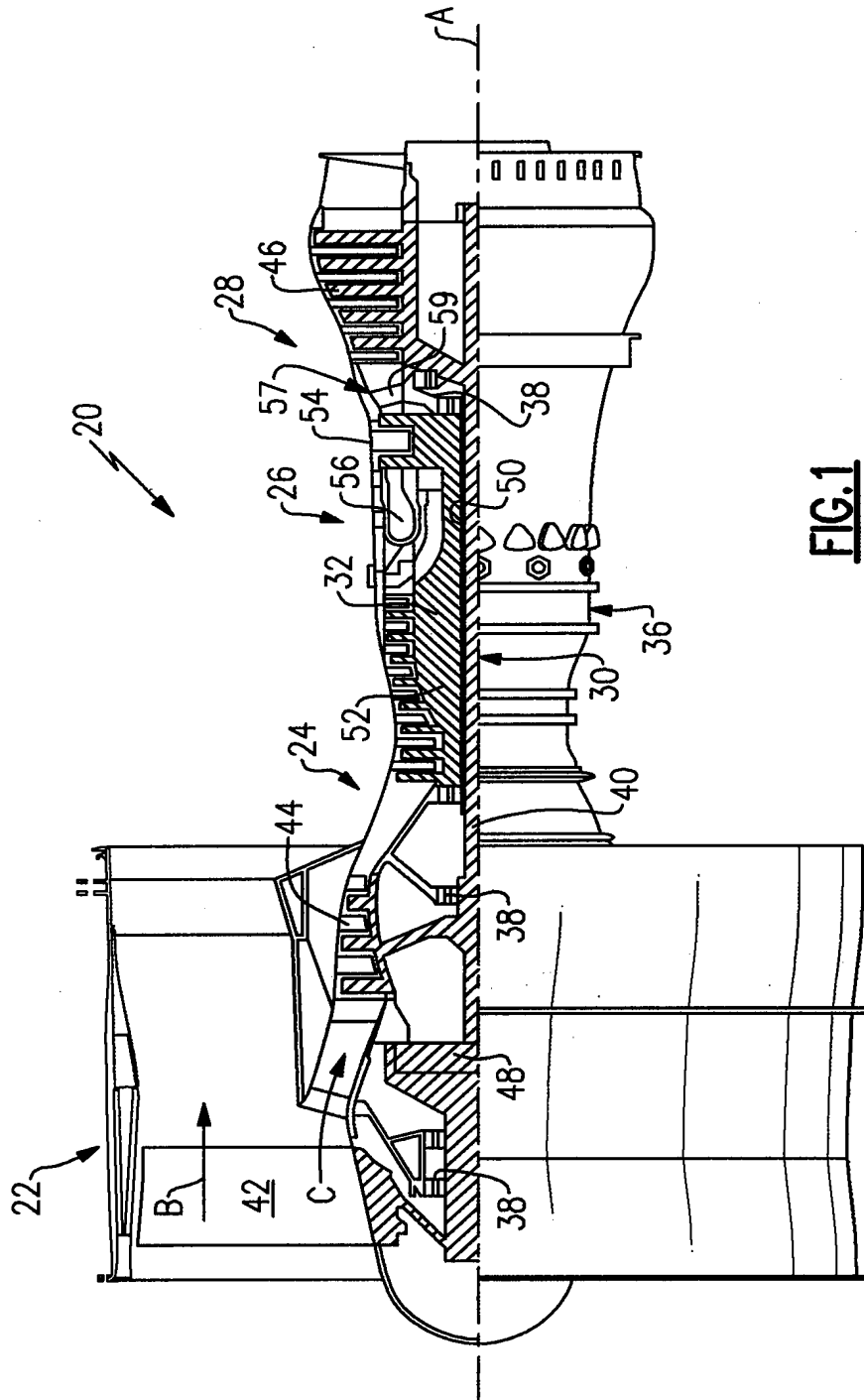
10 15. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o sistema de engrenagem inclui uma engrenagem sol diretamente acoplada no rotor da turbina externa, uma pluralidade de engrenagens estrelas em encaixe engrenado com a engrenagem sol, e uma engrenagem anel em encaixe engrenado com as engrenagens estrelas.

15 16. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que as engrenagens estrelas são suportadas por um suporte que é fixo a uma armação da turbina intermediária.

20 17. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a engrenagem sol é fixa para rotação em uma extremidade dianteira do rotor da turbina externa.

18. Motor de turbina a gás de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que uma extremidade dianteira do rotor da turbina externa é acoplada na engrenagem anel, e uma extremidade traseira do rotor da turbina externa é acoplada no eixo.

25 19. Motor de turbina a gás, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o sistema de engrenagem é suportado por uma armação da engrenagem intermediária, uma caixa estática da turbina de baixa pressão com uma extremidade traseira não suportada e uma extremidade dianteira conectada a uma caixa externa da armação da turbina intermediária.



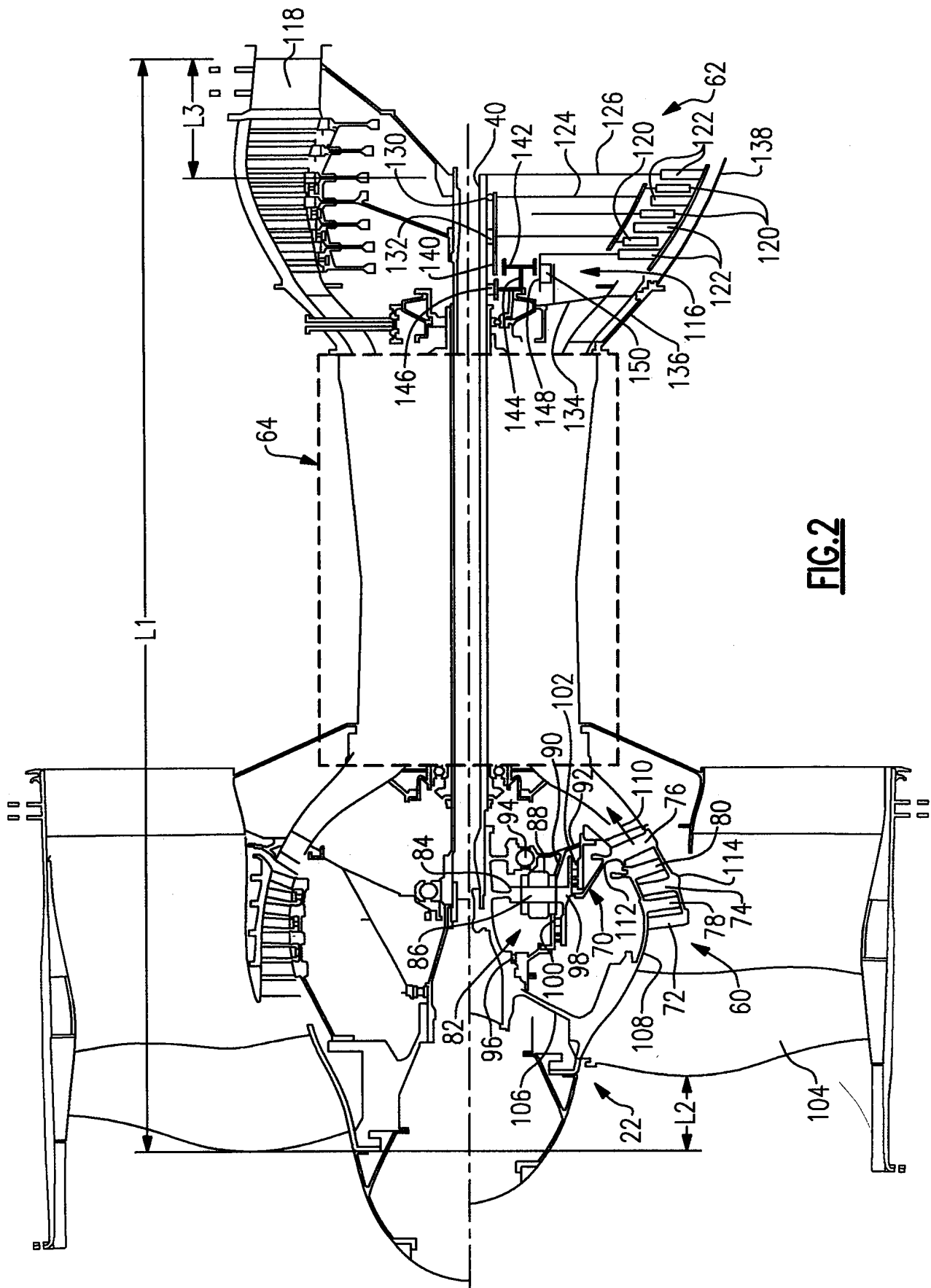
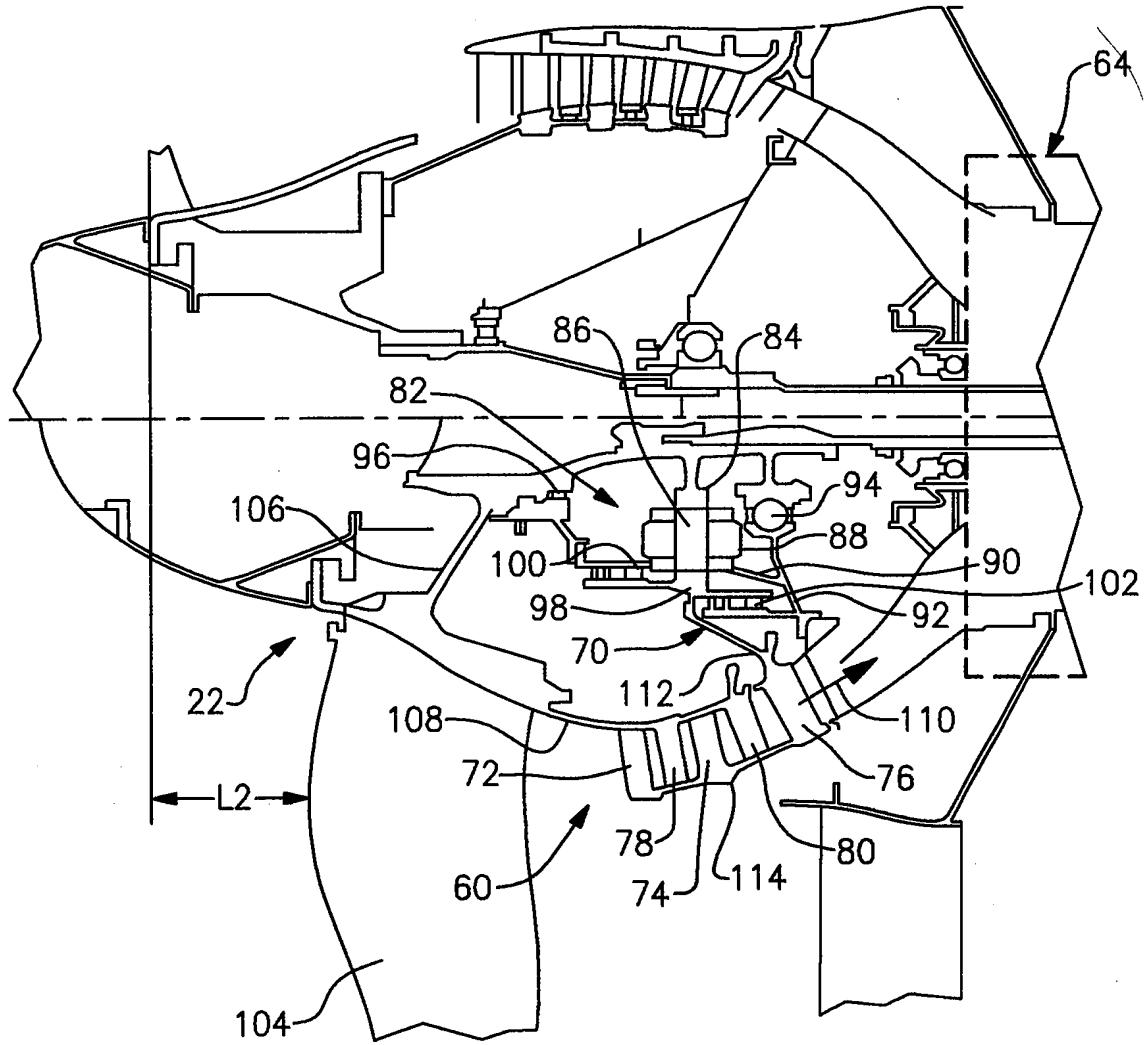
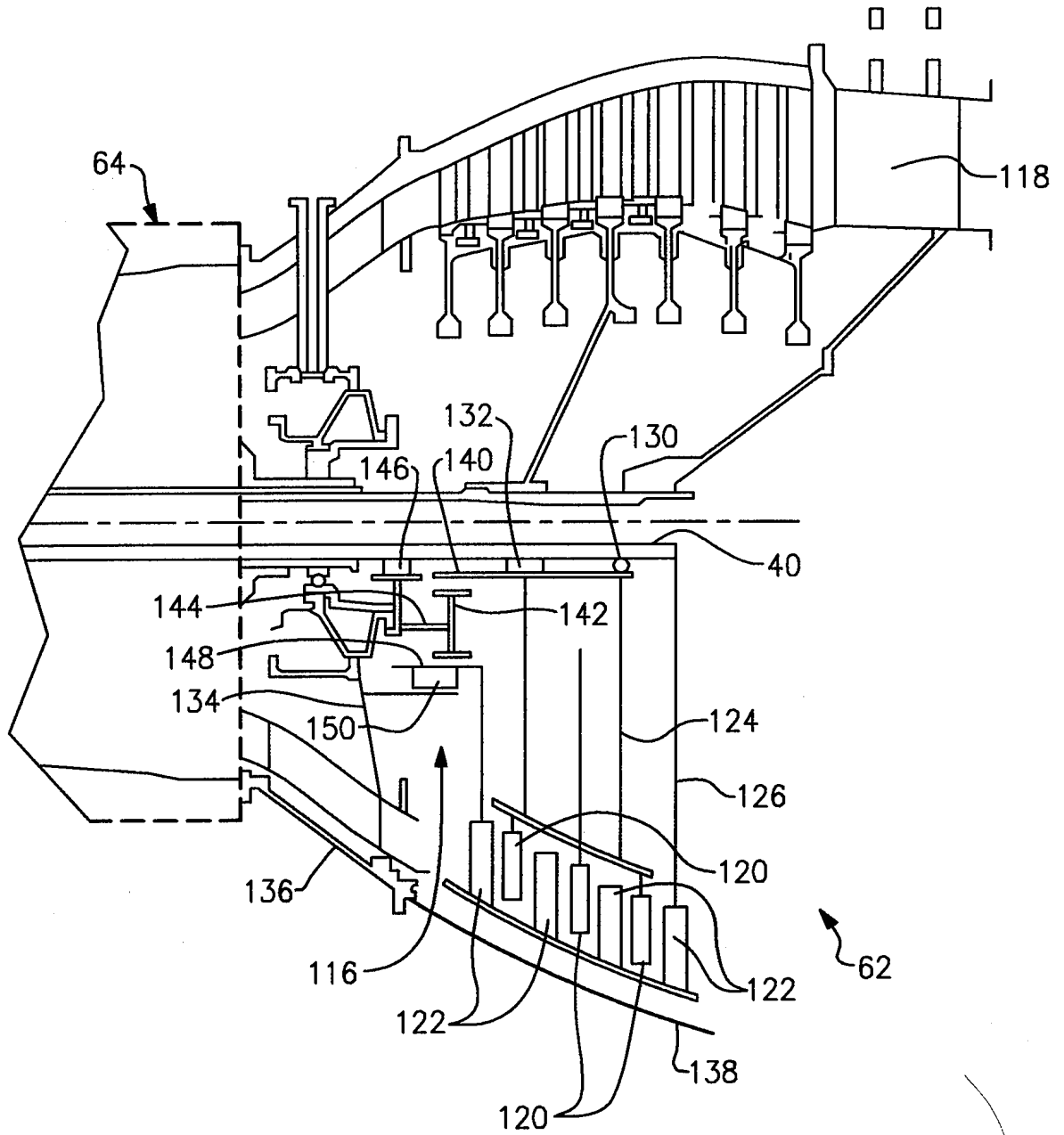


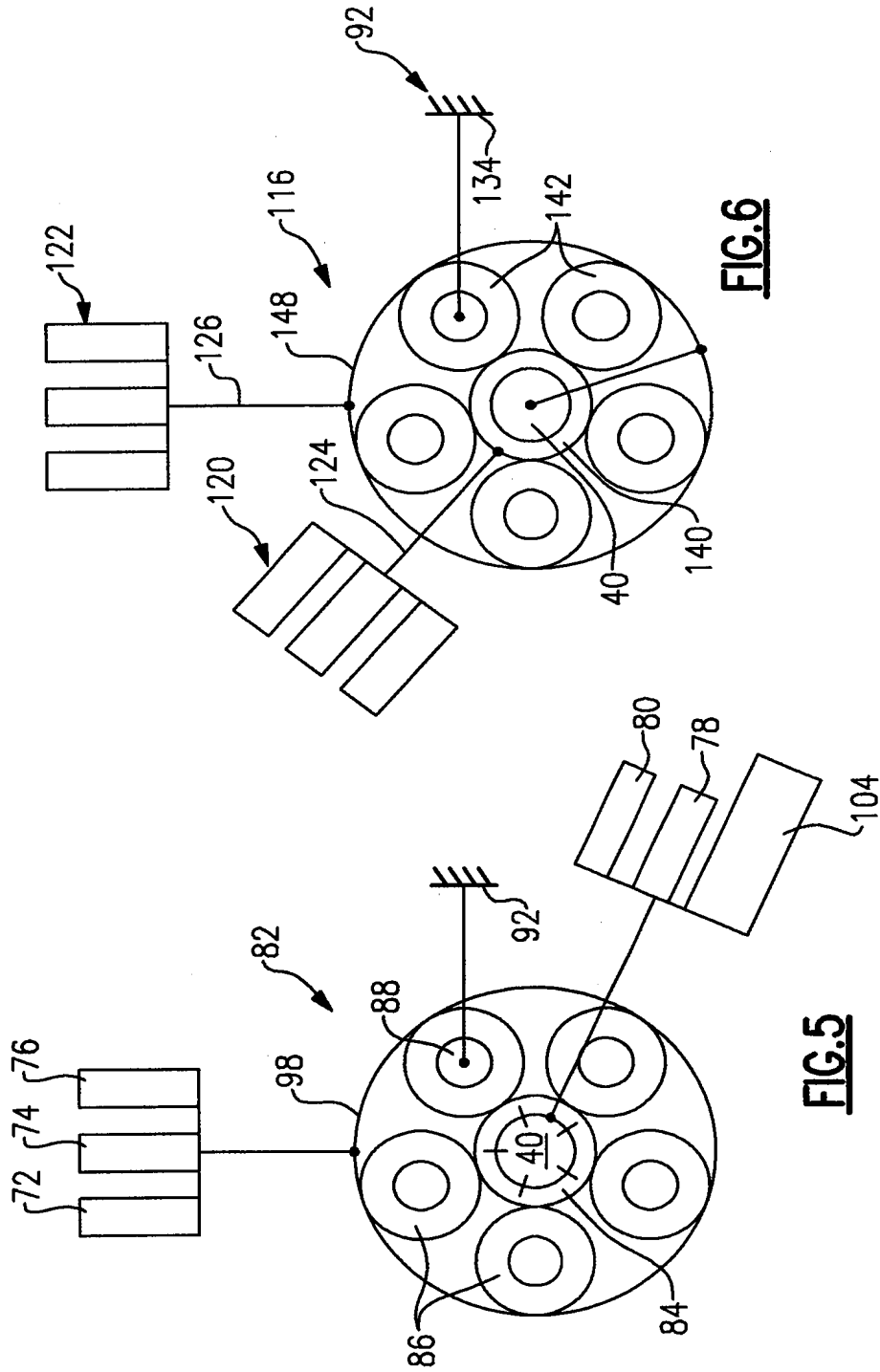
FIG. 2



**FIG.3**



**FIG. 4**



**FIG. 6**

**FIG. 5**

RESUMO

## “MOTOR DE TURBINA A GÁS”

É descrita uma seção do compressor que inclui um compressor de baixa pressão contrarrotativo que inclui pás do compressor externas e internas entremeadas umas com as outras e que são configuradas para girar em uma direção oposta umas às outras em torno de um eixo geométrico de rotação. Uma transmissão acopla pelo menos uma das pás do compressor externo e interno em um eixo. Uma seção da turbina inclui uma segunda turbina de baixa pressão contrarrotativa com um rotor externo que inclui um conjunto externo de pás de turbina. Um rotor interno tem um conjunto interno de pás de turbina entremeadado com o conjunto externo de pás de turbina. O rotor externo é configurado para girar em uma direção oposta em torno do eixo geométrico de rotação em relação ao rotor interno. Um sistema de engrenagem acopla pelo menos um dos rotores externo e interno no eixo.