



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

(21) BR 102016005277-7 A2

(22) Data do Depósito: 10/03/2016

(43) Data da Publicação: 25/10/2016



\* B R 1 0 2 0 1 6 0 0 5 2 7 7 A

(54) Título: SISTEMA PARA RESFRIAR UMA TURBINA E PARA RESFRIAR UM MOTOR DE TURBINA

(51) Int. Cl.: F01D 5/18; F01D 11/24; F01D 25/12

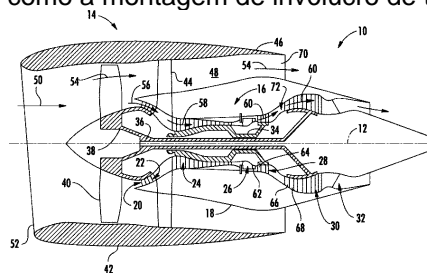
(30) Prioridade Unionista: 31/03/2015 US 14/674,186

(73) Titular(es): GENERAL ELECTRIC COMPANY

(72) Inventor(es): WEI NING, Outras ocupações não especificadas anteriormente, DENNIS PAUL DRY, Outras ocupações não especificadas anteriormente, MULLAHALLI VENKATARAMANIAH SRINIVAS, Outras ocupações não especificadas anteriormente

(74) Procurador(es): ANA PAULA SANTOS CELIDONIO

(57) Resumo: Em um aspecto, a presente matéria é direcionada para um sistema para resfriar um motor de turbina. O sistema inclui uma fonte de meio de resfriamento, uma palheta de estator que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a fonte de meio de resfriamento e uma montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da palheta de estator. O sistema permite gradientes térmicos de pico reduzidos entre um meio de resfriamento fornecido por uma fonte de meio de resfriamento e vários componentes de hardware de turbina, tais como a montagem de invólucro de turbina.



**“SISTEMA PARA RESFRIAR UMA TURBINA E PARA RESFRIAR UM  
MOTOR DE TURBINA”**

**CAMPO DA INVENÇÃO**

[001] A presente matéria refere-se, geralmente, a um motor de turbina. Mais particularmente, a presente matéria se refere a um sistema para resfriar vários componentes de turbina do motor de turbina, tais como uma montagem de invólucro de turbina.

**ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

[002] Um motor de turbina a gás geralmente inclui, na ordem de fluxo em série, uma seção de compressor, uma seção de combustor, uma seção de turbina e uma seção de exaustão. Em operação, o ar entra em uma entrada da seção de compressor onde um ou mais compressores axiais comprimem progressivamente o ar até que o mesmo alcance a seção de combustor. O combustível é misturado com o ar comprimido e queimado dentro da seção de combustor para fornecer gases de combustão. Os gases de combustão são encaminhados da seção de combustor para a seção de turbina. Nas configurações particulares, a seção de turbina inclui, na ordem de fluxo em série, uma turbina de alta pressão (HP) e uma turbina de baixa pressão (LP). A turbina de HP e a turbina de LP definem, pelo menos parcialmente, um trajeto de gás quente do motor de turbina a gás. Os gases de combustão são, então, encaminhados para fora do trajeto de gás quente por meio da seção de exaustão.

[003] Conforme os gases de combustão fluem através do trajeto de gás quente, energia térmica é transferida a partir dos gases de combustão para vários componentes de hardware de turbina, tais como palhetas de estator, lâminas de rotor de turbina, vedações de invólucro de turbina e outros componentes de hardware de turbina. Como resultado, é necessário e/ou benéfico resfriar os vários componentes de hardware de turbina para atender

às exigências de desempenho térmico e/ou mecânico.

[004] Tipicamente, um meio de resfriamento, tal como ar comprimido da seção de compressor, é encaminhados através de várias passagens ou circuitos de resfriamento definidos dentro ou em torno dos vários componentes de hardware de turbina. Entretanto, podem ocorrer tensões térmicas indesejavelmente altas nos vários componentes de hardware de turbina devido aos gradientes térmicos associados a altas temperaturas de gás de combustão e a temperaturas de meio de resfriamento significativamente mais baixas. Conseqüentemente, um sistema para resfriar um motor de turbina que reduz as tensões térmicas nos vários componentes de hardware de turbina, particularmente nas montagens de invólucro de turbina, seria bem-vindo na tecnologia.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO**

[005] Os aspectos e vantagens da invenção serão apresentados parcialmente na descrição a seguir, ou podem ficar óbvios a partir da descrição, ou podem ser aprendidos através da prática da invenção.

[006] Em um aspecto, a presente matéria é direcionada para um sistema para resfriar um motor de turbina. O sistema inclui uma primeira fonte de meio de resfriamento, uma primeira palheta de estator que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a fonte de meio de resfriamento e uma primeira montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da primeira palheta de estator. O sistema inclui, adicionalmente, uma segunda fonte de meio de resfriamento, uma segunda palheta de estator que está disposta a jusante da primeira palheta de estator e incluindo uma passagem de fluxo interno. A primeira palheta de estator e a segunda palheta de estator definem, pelo menos parcialmente, um trajeto de gás quente através da turbina. O sistema inclui adicionalmente uma passagem

de fluxo de desvio que é definida, pelo menos parcialmente, entre um defletor e uma porção de banda externa da palheta de estator. A passagem de fluxo de desvio e a passagem de fluxo interno da segunda palheta de estator estão em comunicação fluida com uma segunda fonte de meio de resfriamento. O sistema inclui adicionalmente uma segunda montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com pelo menos uma dentre a passagem de fluxo interno da segunda palheta de estator e a passagem de fluxo de desvio.

[007] Em outro aspecto, a presente matéria é direcionada para um sistema para resfriar um motor de turbina. O sistema inclui uma primeira fonte de meio de resfriamento, uma primeira palheta de estator que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a fonte de meio de resfriamento e uma primeira montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da primeira palheta de estator. O sistema inclui adicionalmente uma segunda fonte de meio de resfriamento. Uma segunda palheta de estator está disposta a jusante da primeira palheta de estator. A segunda palheta de estator inclui uma passagem de fluxo interno. A primeira palheta de estator e a segunda palheta de estator definem, pelo menos parcialmente, um trajeto de gás quente através do motor de turbina a gás. Uma passagem de fluxo de desvio é definida, pelo menos parcialmente, entre um defletor e uma banda externa da palheta de estator. A passagem de fluxo de desvio e a passagem de fluxo interno da segunda palheta de estator estão em comunicação fluida com uma segunda fonte de meio de resfriamento. O sistema inclui adicionalmente uma segunda montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com pelo menos uma dentre a passagem de fluxo interno da segunda palheta de estator e a passagem de fluxo de desvio.

[008] Outro aspecto da presente matéria é direcionado para um sistema para resfriar um motor de turbina. O sistema inclui um primeiro estágio do motor de turbina que tem uma palheta de estator e uma montagem de invólucro de turbina. A palheta de estator tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com uma fonte de meio de resfriamento. A montagem de invólucro de turbina inclui uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da palheta de estator. O sistema inclui, adicionalmente, um segundo estágio do motor de turbina que é disposto a jusante do primeiro estágio. O segundo estágio inclui uma palheta de estator e uma montagem de invólucro de turbina. A palheta de estator do segundo estágio inclui uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da montagem de invólucro de turbina do primeiro estágio. A montagem de invólucro de turbina do segundo estágio inclui uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da palheta de estator do segundo estágio.

[009] Esses e outros recursos, aspectos e vantagens da presente invenção se tornarão mais bem compreendidas com referência à descrição a seguir e às reivindicações anexas. Os desenhos anexos, que são incorporados neste relatório descritivo e constituem uma parte do mesmo, ilustram realizações da invenção e, juntamente à descrição, servem para explicar os princípios da invenção.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS**

[010] Uma revelação completa e viabilizadora da presente invenção, incluindo o melhor modo da mesma, direcionada a uma pessoa de habilidade comum na técnica, é apresentada no relatório descritivo, que faz referência às Figuras anexas, nas quais:

- A Figura 1 é uma vista em corte transversal esquemática de um

motor de turbina a gás exemplificativo de acordo com várias realizações da presente matéria;

- A Figura 2 é uma vista de lado em corte transversal ampliada de uma porção de primeiro estágio do motor de turbina a gás conforme mostrado na Figura 1, incluindo uma realização exemplificativa de um sistema para resfriar uma turbina de um motor de turbina a gás, de acordo com uma realização da presente invenção;

- A Figura 3 é uma vista de lado em corte transversal ampliada de uma porção de primeiro estágio do motor de turbina a gás conforme mostrado na Figura 1, incluindo uma realização exemplificativa de um sistema para resfriar um motor de turbina, de acordo com uma realização da presente invenção;

- A Figura 4 é uma vista de lado em corte transversal ampliada de uma porção de segundo estágio do motor de turbina a gás conforme mostrado na Figura 1, incluindo uma realização exemplificativa de um sistema para resfriar um motor de turbina, de acordo com uma realização da presente invenção;

- A Figura 5 é uma vista de lado em corte transversal ampliada de uma porção de segundo estágio do motor de turbina a gás conforme mostrado na Figura 1, incluindo uma realização exemplificativa de um sistema para resfriar um motor de turbina, de acordo com uma realização da presente invenção; e

- A Figura 6 é uma vista de lado em corte transversal ampliada de uma porção de uma porção de primeiro estágio e uma porção de segundo estágio do motor de turbina a gás conforme mostrado na Figura 1, incluindo uma realização exemplificativa de um sistema para resfriar um motor de turbina, de acordo com uma realização da presente invenção.

#### **DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO**

[011] Agora, será feita referência em detalhe às realizações presentes da invenção, em que um ou mais exemplos das mesmas serão ilustrados nos desenhos anexos. A descrição detalhada usa designações

numéricas e de letra para se referir aos recursos nos desenhos. As designações semelhantes ou similares nos desenhos e na descrição foram usadas para se referir às partes semelhantes ou similares da invenção. Conforme usado no presente documento, os termos “primeiro”, “segundo” e “terceiro” podem ser usados alternadamente para distinguir componentes diferentes e não se destinam a significar a localização ou a importância dos componentes individuais. Os termos “a montante” e “a jusante” se referem à direção relativa em relação ao fluxo de fluido em uma via de fluido. Por exemplo, “a montante” se refere à direção a partir da qual o fluido flui, e “a jusante” se refere à direção para qual o fluido flui.

[012] Em referência agora aos desenhos, em que numerais idênticos indicam os mesmos elementos ao longo de todas as figuras, a Figura 1 é uma vista em corte transversal esquemática de um motor a jato turbofan de alto desvio exemplificativo 10 referido no presente documento como “turbofan 10” uma vez que pode incorporar várias realizações da presente invenção. Conforme mostrado na Figura 1, o turbofan 10 tem um eixo geométrico de linha central axial ou longitudinal 12 que se estende através do mesmo para propósitos de referência. Em geral, o turbofan 10 pode incluir uma seção de ventilador 14 e um motor de turbina de núcleo ou motor de turbina a gás 16 dispostos a jusante da seção de ventilador 14.

[013] O motor de turbina de núcleo 16 pode geralmente incluir um envoltório externo substancialmente tubular 18 que define uma entrada anular 20. O envoltório externo 18 envolve, na relação de fluxo em série, uma seção de compressor que tem um intensificador ou compressor de baixa pressão (LP) 22, um compressor de alta pressão (HP) 24, uma seção de combustor 26, uma seção de turbina incluindo uma turbina de alta pressão (HP) 28, uma turbina de baixa pressão (LP) 30, e uma seção de bocal de exaustão de jato 32. Um eixo ou bobina de alta pressão (HP) 34 conecta por

meio de acionamento a turbina de HP 28 ao compressor de HP 24. Um eixo de baixa pressão ou bobina (LP) 36 conecta por meio de acionamento a turbina de LP 30 ao compressor de LP 22. O eixo ou bobina (LP) 36 também pode ser conectado a uma bobina ou eixo de ventilador 38 da seção de ventilador 14. Em realizações particulares, conforme mostrado na Figura 1, o eixo ou bobina (LP) 36 pode ser conectado diretamente à bobina de ventilador 38, tal como em uma configuração de acionamento direto. Nas realizações alternativas, o eixo ou bobina (LP) 36 pode ser conectado à bobina de ventilador 38 por meio de uma engrenagem de redução (não mostrada), tal como em uma configuração de acionamento indireto ou acionamento engrenado.

[014] Conforme mostrado na Figura 1, a seção de ventilador 14 inclui uma pluralidade de lâminas de ventilador 40 que são acopladas e que se estendem radialmente para fora da bobina de ventilador 38. Uma nacela ou envoltório de ventilador anular 42 circunda circunferencialmente a seção de ventilador 14 e/ou pelo menos uma porção do motor de turbina de núcleo 16. Deve ser verificado pelos elementos de habilidade comum na técnica que a nacela 42 pode ser configurada para ser sustentada em relação ao motor de turbina de núcleo 16 por uma pluralidade de palhetas de guia de saída circunferencialmente separadas 44. Além disso, uma seção a jusante 46 da nacela 42 pode se estender ao longo de uma porção externa do motor de turbina de núcleo 16, de modo a definir uma passagem de fluxo de ar de desvio 48 entre as mesmas.

[015] Durante a operação do turbofan 10, um volume de ar 50 entra no turbofan 10 através de uma entrada associada 52 da nacela 42 e/ou seção de ventilador 14. À medida que o volume de ar 50 passa através das lâminas de ventilador 40, uma primeira porção do ar 50, conforme indicado pela setas 54, é direcionada ou encaminhada para a passagem de fluxo de ar de desvio 48 e uma segunda porção do ar 50, conforme indicado pela seta 56, é

direcionada ou encaminhada para o compressor de LP 22. A relação entre a primeira porção de ar 54 e a segunda porção de ar 56 é comumente conhecida como relação de desvio. A pressão da segunda porção de ar 56 é, então, aumentada conforme a mesma é encaminhada em direção ao compressor de alta pressão (HP) 24 (conforme indicado pela seta 58). A segunda porção de ar 58 é encaminhada do compressor de HP 24 para a seção de combustor 26 onde a mesma é misturada com combustível e queimada para fornecer gases de combustão 60.

[016] Os gases de combustão 60 são encaminhados através da turbina de HP 28 onde uma porção de energia térmica e/ou cinética dos gases de combustão 60 é extraída por meio de estágios sequenciais de palhetas de estator de turbina de HP 62, que são acopladas ao envoltório externo 18, e de lâminas de rotor de turbina de HP 64 que são acopladas ao eixo ou bobina de HP 34, fazendo, assim, com que o eixo ou bobina de HP 34 gire, sustentando, desse modo, a operação do compressor de HP 24. Os gases de combustão 60 são, então, encaminhados através da turbina de LP 30 onde uma segunda porção de energia térmica e cinética é extraída dos gases de combustão 60 por meio de estágios sequenciais de turbina de LP palhetas de estator 66 que são acopladas ao envoltório externo 18 e de turbina de lâminas de rotor de turbina de LP 68 que são acopladas ao eixo ou bobina de LP 36, fazendo, assim, com que o eixo ou bobina de LP 36 gire, sustentado, desse modo, a operação do compressor de LP 22 e/ou a rotação da bobina ou eixo de ventilador 38.

[017] Os gases de combustão 60 são, então, encaminhados através da seção de bocal de exaustão de jato 32 do motor de turbina de núcleo 16 para fornecer empuxo propulsor. De modo simultâneo, a pressão da primeira porção de ar 54 é substancialmente aumentada conforme a primeira porção de ar 54 é encaminhada através da passagem de fluxo de ar de desvio 48 antes que a mesma seja exaurida de uma seção de exaustão de bocal de

ventilador 70 do turbofan 10 que fornece empuxo propulsor. A turbina de HP 28, a turbina de LP 30 e a seção de bocal de exaustão de jato 32 definem, pelo menos parcialmente, um trajeto de gás quente 72 para encaminhar os gases de combustão 60 através do motor de turbina de núcleo 16.

[018] Durante a operação do motor de turbina de núcleo 16, a temperatura dos gases de combustão 60 que fluem através das seções de turbina de HP e LP, particularmente através da turbina de HP 28, pode ser extrema. Por exemplo, os gases de combustão que fluem através de uma porção do trajeto de gás quente 72 definida pela/dentro da turbina de HP 28 pode exceder 1.093 graus Celsius (2.000 graus Fahrenheit). Como resultado, é necessário e/ou benéfico resfriar os vários componentes de hardware de turbina da turbina de HP 28 e/ou da turbina de LP 30, tais como, porém, sem limitação, as palhetas de estator 62, 66, vedações de invólucro de turbina (conforme ilustrado e nas Figuras 2 a 6 e conforme descrito em detalhe abaixo) e/ou as lâminas de rotor de turbina 64, 68 para atender às exigências de desempenho térmico e/ou mecânico.

[019] Junto com um motor turbofan 14, uma turbina de núcleo 16 tem um propósito similar e considera um ambiente similar na turbina a gás com base terrestre, um motor turbojato, em que a relação da primeira porção de ar 54 para a segunda porção de ar 56 é menor que aquela de um turbofan, e em um motor de ventilador não canalizado, em que a seção de ventilador 14 é desprovido de uma nacela 46. Em cada um dos motores turbofan, turbojato, e não canalizados, um dispositivo de redução de velocidade, por exemplo, uma caixa de engrenagem de redução, pode ser incluída entre quaisquer eixos e bobinas, por exemplo, entre o eixo ou bobina (LP) 36 e a bobina ou eixo de ventilador 38 da seção de ventilador 14.

[020] De acordo com várias realizações da presente invenção, um sistema para resfriar um motor de turbina inclui, na ordem de fluxo em

série, uma fonte de meio de resfriamento, pelo menos uma palheta de estator que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a fonte de meio de resfriamento e uma montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da palheta de estator.

[021] A Figura 2 fornece uma vista de lado em corte transversal de uma porção de primeiro estágio 74 da turbina de HP do motor de turbina de núcleo 16 incluindo uma realização exemplificativa de um sistema para resfriar um motor de turbina 100, referida no presente documento como “sistema 100”, de acordo com uma realização da presente invenção. Deve-se verificar que o sistema 100, conforme fornecido e descrito no presente documento em relação à turbina de HP 28, também pode ser usado para resfriar os vários componentes de hardware de turbina da turbina de LP e o sistema 100 não é limitado à turbina de HP 28, a menos que especificado de outro modo nas reivindicações.

[022] Conforme mostrado na Figura 2, o sistema 100 inclui, na ordem de fluxo em série, uma fonte de meio de resfriamento 102, uma palheta de estator 104 que tem uma passagem de fluxo interno 106 definida ou formada na mesma, e uma montagem de invólucro de turbina 108 que tem uma passagem de fluxo interno 110 definida e formada na mesma. Nas realizações particulares, o suprimento de meio de resfriamento 102 pode incluir pelo menos um dentre o compressor de HP 24 e/ou o compressor de LP 22. Em operação, o suprimento de meio de resfriamento 102 fornece um meio de resfriamento comprimido (conforme indicado pela seta 112) em uma primeira temperatura  $T_1$  para uma entrada 114 da passagem de fluxo interno 106 da palheta de estator 104. O meio de resfriamento 112 pode compreender ar comprimido de pelo menos um dentre o compressor de HP 24 e/ou o compressor de LP 22.

[023] À medida que o meio de resfriamento 112 avança através

da passagem interna 106, a energia térmica da palheta de estator 104 é absorvida pelo meio de resfriamento 112, aumentando, assim, a temperatura do meio de resfriamento a partir da  $T_1$  para uma temperatura mais alta  $T_{11}$ . O meio de resfriamento 112 sai da passagem de fluxo interno 106 por meio de uma saída 116. O meio de resfriamento 112 é, então, direcionado ou encaminhado em direção a uma entrada 118 da passagem de fluxo interno 110 da montagem de invólucro de turbina 108.

[024] A entrada 118 pode ser definida, pelo menos parcialmente, dentro de um bloco de invólucro ou de uma porção de anel 120 da montagem de invólucro de turbina 108. A passagem de fluxo interno 110 da montagem de invólucro de turbina 108 pode ser definida, pelo menos parcialmente, dentro do bloco de invólucro ou porção de anel 120. Por exemplo, o bloco de invólucro ou porção de anel 120 pode definir, pelo menos parcialmente, um plenum de distribuição de fluxo 122 que está em comunicação fluida com a entrada 118. Nas realizações particulares, uma passagem de fluxo interno 110 pode ser definida, pelo menos parcialmente, por uma vedação de invólucro 124 que é acoplada a uma porção radialmente interna 126 do bloco de invólucro ou porção de anel 120. Em uma realização, a vedação de invólucro 124 define, pelo menos parcialmente, um plenum de ar de resfriamento 128 que está em comunicação fluida com o plenum de distribuição de fluxo 122.

[025] A vedação de invólucro 124 geralmente inclui uma superfície de lado frio ou interno 130 e uma superfície de vedação 132 que é, pelo menos parcialmente, exposta aos gases de combustão 60 que fluem através do trajeto de gás quente 72. Um vão radial 134 é definido entre a superfície de vedação 132 da vedação de invólucro 124 e a porção de ponta 136 de uma dentre as lâminas de rotor de turbina 64. A vedação de invólucro 124 impede e/ou controla o vazamento dos gases de combustão 60 através do vão radial 134 durante a operação do motor de turbina de núcleo 16.

[026] A vedação de invólucro 124 e/ou a superfície de vedação 132 pode ser formada a partir de um material ou materiais que tem uma alta capacidade térmica, tal como uma liga metálica, uma cerâmica ou um compósito com matriz cerâmica de modo a acomodar os gases de combustão de alta temperatura 60 que fluem através do trajeto de gás quente 72. Nas realizações particulares, a vedação de invólucro 124 e/ou a superfície de vedação 132 pode ser formada a partir de um material que é diferente (isto é, tem propriedades térmicas/mecânicas diferentes) do(s) material(is) que forma(m) ou compõe(ões) os vários outros componentes de hardware, tal como a palheta estacionária 104, o envoltório externo 18 e/ou as lâminas de rotor de turbina 64.

[027] Uma vez que o meio de resfriamento 112 entra na passagem de fluxo interno 110 da montagem de invólucro de turbina 108, o mesmo pode ser direcionado através e/ou colidido sobre a superfície interna 130 da vedação de invólucro 124, fornecendo, assim, pelo menos um dentre o resfriamento por convecção ou por colisão para a vedação de invólucro 124. A temperatura elevada do meio de resfriamento 112 na  $T_{11}$  quando comparada a sua temperatura inicial  $T_1$  pode reduzir através de gradientes térmicos de espessura e/ou de pico entre a vedação de invólucro 124 e o meio de resfriamento 112, reduzindo, assim, tensões térmicas na vedação de invólucro 124. Isso pode ser particularmente benéfico quando a vedação de invólucro 124 e/ou a superfície de vedação 132 é formada a partir de um material de cerâmica ou compósito com matriz cerâmica.

[028] A Figura 3 fornece uma vista de lado em corte transversal de uma porção da turbina de HP 28 do motor de turbina de núcleo 16, conforme mostrado na Figura 2, incluindo uma realização exemplificativa do sistema 100, de acordo com uma realização da presente invenção. Em uma realização, conforme mostrado na Figura 3, a entrada 114 para a passagem

interna 106 da palheta de estator 104 pode ser formada ou disposta ao longo de uma porção de banda interna ou de fundo 138 da palheta de estator 104. Em uma realização, a palheta de estator 104 pode definir, pelo menos parcialmente, uma pluralidade de furos ou aberturas 140 que fornece a comunicação fluida fora da passagem de fluxo interno 106 ao longo de uma envergadura da palheta de estator 104.

[029] Nas realizações particulares, uma passagem de fluxo de desvio 142 pode ser definida, pelo menos parcialmente, por uma porção de banda externa ou de topo 144 da palheta de estator 104 sendo que a passagem de fluxo de desvio 142 fornece comunicação fluida através da porção de banda externa 144 da palheta de estator e para o trajeto de gás quente 72. A passagem de fluxo de desvio 142 pode ser configurada ou orientada para direcionar o meio de resfriamento 112 em direção ao vão radial 134, fornecendo, assim, resfriamento para a superfície de vedação 132 da vedação de invólucro 124. Em uma realização, o sistema 100 pode incluir, adicionalmente, várias passagens de resfriamento 145 definidas dentro das lâminas de rotor de turbina 64. As passagens de resfriamento 145 podem ser configuradas ou orientadas para fornecer um fluxo separado do meio de resfriamento 112 a partir das lâminas de rotor de turbina 64 para o vão radial 134 em direção à superfície de vedação 132 da vedação de invólucro 124.

[030] A Figura 4 é uma vista de lado em corte transversal de uma porção de segundo estágio 76 da turbina de HP 28 do motor de turbina de núcleo 16, conforme mostrado na Figura 1, incluindo uma realização exemplificativa de um sistema para resfriar uma turbina de um motor de turbina a gás 200, de acordo com uma realização da presente invenção. Conforme mostrado na Figura 4, o sistema 200 inclui, na ordem de fluxo em série, uma fonte de meio de resfriamento 202, uma palheta de estator 204 que tem uma passagem de fluxo interno 206 definida e formada na mesma, e uma

montagem de invólucro de turbina 208 que tem uma passagem de fluxo interno 210 definida e formada na mesma. Nas realizações particulares, o suprimento de meio de resfriamento 202 pode incluir pelo menos um dentre o compressor de HP 24 e/ou o compressor de LP 22. Em operação, o suprimento de meio de resfriamento 202 fornece um meio de resfriamento comprimido (conforme indicado pela seta 212) em uma primeira temperatura  $T_2$  para uma entrada 214 da passagem de fluxo interno 206 da palheta de estator 204. O meio de resfriamento 212 pode compreender ar comprimido de pelo menos um dentre o compressor de HP 24 e/ou o compressor de LP 22.

[031] À medida que o meio de resfriamento 212 avança através da passagem interna 206, a energia térmica da palheta de estator 204 é absorvida pelo meio de resfriamento 212, aumentando, assim, a temperatura do meio de resfriamento 212 de  $T_2$  para uma temperatura mais alta  $T_{21}$ . O meio de resfriamento 212 sai da passagem de fluxo interno 206 por meio de uma saída 216. O meio de resfriamento 212 é, então, direcionado ou encaminhado em direção a uma entrada 218 da passagem de fluxo interno 210 da montagem de invólucro de turbina 208.

[032] A entrada 218 pode ser definida, pelo menos parcialmente, dentro de um bloco de invólucro ou de uma porção de anel 220 da montagem de invólucro de turbina 208. A passagem de fluxo interno 210 da montagem de invólucro de turbina 208 pode ser definida, pelo menos parcialmente, dentro do bloco de invólucro ou porção de anel 220. Por exemplo, o bloco de invólucro ou porção de anel 220 pode definir, pelo menos parcialmente, um plenum de distribuição de fluxo 222 que está em comunicação fluida com a entrada 218. Nas realizações particulares, uma passagem de fluxo interno 210 pode ser definida, pelo menos parcialmente, por uma vedação de invólucro 224 que é acoplada a uma porção radialmente interna 226 do bloco de invólucro ou porção de anel 220. Em uma realização, a vedação de invólucro 224 define,

pelo menos parcialmente, um plenum de ar de resfriamento 228 que está em comunicação fluida com o plenum de distribuição de fluxo 222.

[033] A vedação de invólucro 224 geralmente inclui uma superfície de lado frio ou interno 230 e uma superfície de vedação 232 que é, pelo menos parcialmente, exposta aos gases de combustão 60 que fluem através do trajeto de gás quente 72. Um vão radial 234 é definido entre a superfície de vedação 232 da vedação de invólucro 224 e a porção de ponta 236 de uma dentre as lâminas de rotor de turbina 64 da porção de segundo estágio 76. A vedação de invólucro 224 impede e/ou controla o vazamento dos gases de combustão 60 através do vão radial 234 durante a operação do motor de turbina de núcleo 16.

[034] A vedação de invólucro 224 e/ou a superfície de vedação 232 pode ser formada a partir de um material ou materiais que tem uma alta capacidade térmica, tal como uma liga metálica, uma cerâmica ou um compósito com matriz cerâmica de modo a acomodar os gases de combustão de alta temperatura 60 que fluem através do trajeto de gás quente 72. Nas realizações particulares, a vedação de invólucro 224 e/ou a superfície de vedação 232 é formada a partir de um material que é diferente (isto é, tem propriedades térmicas/mecânicas diferentes) de material(is) que forma(m) ou compõe(ões) os vários outros componentes de hardware, tal como a palheta estacionária 204, o envoltório externo 18 e/ou as lâminas de rotor de turbina 64 da porção de segundo estágio 76.

[035] Uma vez que o meio de resfriamento 212 entra na passagem de fluxo interno 210 da montagem de invólucro de turbina 208, o mesmo pode ser direcionado através e/ou colidido sobre a superfície interna 230 da vedação de invólucro 224, fornecendo, assim, pelo menos um dentre o resfriamento por convecção ou por colisão para a vedação de invólucro 224. A temperatura elevada do meio de resfriamento 212 na  $T_{21}$  quando comparada a

sua temperatura inicial  $T_2$  pode reduzir através de gradientes térmicos de espessura e/ou de pico entre a vedação de invólucro 224 e o meio de resfriamento 212, reduzindo, assim, tensões térmicas na vedação de invólucro 224. Isso pode ser particularmente benéfico quando a vedação de invólucro 224 e/ou a superfície de vedação 232 é formada a partir de um material de cerâmica ou compósito com matriz cerâmica.

[036] A Figura 5 fornece uma vista de lado em corte transversal de uma porção da porção de segundo estágio 76 da turbina de HP 28 conforme mostrado na Figura 4, incluindo uma realização exemplificativa do sistema 200, de acordo com uma realização da presente invenção. Em uma realização, conforme mostrado na Figura 5, a saída 216 para a passagem interna 206 da palheta de estator 204 podem ser formadas ou disposta ao longo de uma porção de banda interna ou de fundo 238 da palheta de estator 204. Em uma realização, a palheta de estator 204 pode definir, pelo menos parcialmente, uma pluralidade de furos ou aberturas 240 que fornece a comunicação fluida fora da passagem de fluxo interno 206 ao longo de uma envergadura da palheta de estator 206.

[037] Nas realizações particulares, uma passagem de fluxo de desvio 242 pode ser definida, pelo menos parcialmente, entre um defletor 244 e uma porção de banda externa ou de topo 246 da palheta de estator 204. Em operação, o meio de resfriamento 212 entra na passagem de fluxo de desvio 242 por meio entrada 248 em uma primeira temperatura  $T_2$ . À medida que o meio de resfriamento 212 flui através da porção de banda externa ou de topo 246 da palheta de estator 204 e através da passagem de fluxo de desvio 242, a energia térmica é absorvida pelo meio de resfriamento 212, aumentando, assim, a temperatura de  $T_2$  para temperatura  $T_{21}$ . O meio de resfriamento 212 sai da passagem de desvio 242 por meio de uma saída 250. O meio de resfriamento 212 é, então, direcionado ou encaminhado em direção à entrada

218 da passagem de fluxo interno 210 da montagem de invólucro de turbina 208.

[038] Uma vez que o meio de resfriamento 212 entra na passagem de fluxo interno 210 da montagem de invólucro de turbina 208, o mesmo pode ser direcionado através e/ou colidido sobre a superfície interna 230 da vedação de invólucro 224, fornecendo, assim, pelo menos um dentre o resfriamento por convecção ou por colisão para a vedação de invólucro 224. A temperatura elevada do meio de resfriamento 212 na  $T_{21}$  quando comparada a sua temperatura inicial  $T_2$  pode reduzir através de gradientes térmicos de espessura e/ou de pico entre a vedação de invólucro 224 e o meio de resfriamento 212, reduzindo, assim, tensões térmicas na vedação de invólucro 224. Isso pode ser particularmente benéfico quando a vedação de invólucro 224 e/ou a superfície de vedação 232 é formada a partir de um material de cerâmica ou compósito com matriz cerâmica.

[039] A Figura 6 fornece uma vista de lado em corte transversal da turbina de HP 28 do motor de turbina de núcleo 16 incluindo uma porção da porção de primeiro estágio 74 e a porção de segundo estágio 76, conforme mostrado na Figura 5) de acordo com uma realização da presente invenção. Em uma realização, conforme mostrado na Figura 6, a passagem de fluxo de desvio 242 do sistema 200 pode estar em comunicação fluida com uma passagem de fluxo interno 110 da montagem de invólucro de turbina 108 da porção de primeiro estágio 74 da turbina de HP 28. Em operação, conforme previamente estabelecido em relação ao sistema 100, o meio de resfriamento 112 flui para uma passagem de fluxo interno 110 da montagem de invólucro de turbina 108 na  $T_{11}$ . À medida que o meio de resfriamento 112 flui através e/ou é colidido sobre a superfície interna 130 da vedação de invólucro 124, a energia térmica da vedação de invólucro 124 é absorvida, aumentando adicionalmente, assim, a temperatura do meio de resfriamento da  $T_{11}$  para a temperatura  $T_{12}$ .

[040] O meio de resfriamento 112 flui, então, para fora da montagem de invólucro de turbina 108 através de uma saída 146 e em direção à entrada 248 que fornece comunicação fluida em uma passagem de fluxo de desvio 242. Pelo menos uma porção do meio de resfriamento 112 flui através da porção de banda externa ou de topo 246 da palheta de estator 204 da porção de segundo estágio 76. Como resultado, a energia térmica adicional é absorvida pelo meio de resfriamento 212, aumentando, assim, a temperatura de  $T_{12}$  para temperatura  $T_{13}$ . Em uma realização, uma segunda porção do meio de resfriamento 112 pode fluir através da passagem de fluxo interno 206 da palheta de estator 204 da porção de segundo estágio 76. O meio de resfriamento 112 sai da passagem de desvio 242 por meio saída 250. O meio de resfriamento 112 é, então, direcionado ou encaminhado em direção à entrada 218 da passagem de fluxo interno 210 da montagem de invólucro de turbina 208.

[041] Uma vez que o meio de resfriamento 112 entra na passagem de fluxo interno 210 da montagem de invólucro de turbina 208, o mesmo pode ser direcionado através e/ou colidido sobre a superfície interna 230 da vedação de invólucro 224, fornecendo, assim, pelo menos um dentre o resfriamento por convecção ou por colisão para a vedação de invólucro 224. A temperatura elevada do meio de resfriamento 112 na  $T_{13}$  quando comparada a sua temperatura inicial  $T_1$  pode reduzir através de gradientes térmicos de espessura e/ou de pico entre a vedação de invólucro 224 e o meio de resfriamento 112, reduzindo, assim, tensões térmicas na vedação de invólucro 224. Isso pode ser particularmente benéfico quando a vedação de invólucro 224 e/ou a superfície de vedação 232 é formada a partir de um material de cerâmica ou compósito com matriz cerâmica.

[042] As várias realizações do sistema para resfriar um motor de turbina conforme ilustrado nas Figuras 2 a 6 e conforme descrito e reivindicado

no presente documento, fornece vários benefícios técnicos sobre esquemas de resfriamento convencionais para motores de turbina. Por exemplo, reutilizando-se ou direcionando-se o meio de resfriamento 112, 212 através e/ou por múltiplas superfícies de alta temperatura dentro da turbina, a eficácia geral de resfriamento do meio de resfriamento 112, 212 pode ser acentuada quando comparada com o uso do meio de resfriamento em uma única configuração de passagem de resfriamento. Além disso, usando-se o meio de resfriamento mais quente, em relação às temperaturas  $T_1$  e  $T_2$  para resfriar os componentes a jusante, tais como as montagens de invólucro 108, 208, as tensões térmicas nos componentes a jusante podem ser diminuídas devido aos gradientes térmicos reduzidos e/ou gradientes térmicos de pico reduzidos entre o meio de resfriamento 112, 212 e os componentes a serem resfriados.

[043] Essa descrição escrita usa exemplos para revelar a invenção, incluindo o melhor modo, e também para capacitar qualquer pessoa versada na técnica a praticar a invenção, incluindo produzir e usar quaisquer dispositivos ou sistema, e a realizar quaisquer métodos incorporados. O escopo patenteável da invenção é definido pelas reivindicações e pode incluir outros exemplos que ocorram para as pessoas versadas na técnica. Tais outros exemplos destinam-se a estarem dentro do escopo das reivindicações caso incluam elementos estruturais que não difiram da linguagem literal das reivindicações ou caso incluam elementos estruturais equivalentes às diferenças não substanciais das linguagens literais das reivindicações.

#### **LISTA DE COMPONENTES**

Caractere de Referência	Componente
10	Motor a Jato Turbofan
12	Linha Central Axial ou Longitudinal
14	Seção de Ventilador
16	Motor de Turbina de Núcleo
18	Envoltório Externo

20	Entrada
22	Compressor de Baixa Pressão
24	Compressor de Alta Pressão
26	Seção de Combustão
28	Turbina de Alta Pressão
30	Turbina de Baixa Pressão
32	Seção de Exaustão de Jato
34	Eixo/Bobina de Alta Pressão
36	Eixo/Bobina de Baixa Pressão
38	Eixo/Bobina de Ventilador
40	Lâminas de Ventilador
42	Nacela ou Envoltório de Ventilador
44	Palheta de Guia de Saída
46	Seção a Jusante
48	Passagem de Fluxo de Ar de Desvio
50	Ar
52	Entrada
54	Primeira Porção de Ar
56	Segunda Porção de Ar
58	Segunda Porção de Ar
60	Gases de Combustão
62	Palheta de Estator
64	Lâmina de Rotor de Turbina
66	Palheta de Estator
68	Lâmina de Rotor de Turbina
70	Seção de Exaustão de Bocal de Ventilador
72	Trajeto de Gás Quente
74	Porção de Primeiro Estágio
76	Porção de Segundo Estágio
100	Sistema de Resfriamento de Turbina
102	Fonte de Meio de Resfriamento

104	Palheta de Estator
106	Passagem de Fluxo Interno
108	Montagem de Invólucro de Turbina
110	Passagem de Fluxo Interno
112	Meio de Resfriamento Comprimido
114	Entrada
116	Saída
118	Entrada
120	Bloco de Invólucro
122	Plenum de Distribuição de Fluxo
124	Vedação de Invólucro
126	Porção Radialmente Interna
128	Plenum de Ar de Resfriamento
130	Superfície de Lado Frio/Interno
132	Superfície de Vedação
134	Vão Radial
136	Porção de Ponta
138	Porção de Banda Interna
140	Abertura/Furo
142	Passagem de Fluxo de Desvio
144	Porção de Banda Externa
145	Passagens de Resfriamento
146	Saída
147 a 199	NÃO USADO
200	Sistema de Resfriamento de Turbina
202	Fonte de Meio de Resfriamento
204	Palheta de Estator
206	Passagem de Fluxo Interno
208	Montagem de Invólucro de Turbina
210	Passagem de Fluxo Interno
212	Meio de Resfriamento Comprimido
214	Entrada
216	Saída

218	Entrada
220	Bloco de Invólucro
222	Plenum de Distribuição de Fluxo
224	Vedação de Invólucro
226	Porção Radialmente Interna
228	Plenum de Ar de Resfriamento
230	Superfície de Lado Frio/Interno
232	Superfície de Vedação
234	Vão Radial
236	Porção de Ponta
238	Porção de Banda Interna
240	Abertura/Furo
242	Passagem de Fluxo de Desvio
244	Defletor
246	Porção de Banda/Invólucro Externa
248	Entrada
250	Saída
251 a 299	NÃO USADO

### REIVINDICAÇÕES

1. SISTEMA PARA RESFRIAR UMA TURBINA, caracterizado pelo fato de que o sistema compreende:

- uma fonte de meio de resfriamento;
- uma palheta de estator que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a fonte de meio de resfriamento; e
- uma montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da palheta de estator.

2. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fonte de meio de resfriamento compreende pelo menos um dentre um compressor de baixa pressão e um compressor de alta pressão.

3. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a passagem de fluxo interno da palheta de estator inclui pelo menos um furo, em que o pelo menos um furo fornece comunicação fluida fora da passagem de fluxo interno ao longo de uma envergadura da palheta de estator.

4. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a passagem de fluxo interno da palheta de estator inclui uma entrada em comunicação fluida com a fonte de meio de resfriamento e uma saída que está em comunicação fluida com a montagem de invólucro de turbina.

5. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a entrada e a saída da palheta de estator podem ser formadas ao longo de uma porção de banda externa da palheta de estator.

6. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a entrada é formada ao longo de uma porção de banda interna da palheta de estator.

7. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a passagem de fluxo interno da montagem de invólucro de turbina inclui um plenum de ar de resfriamento definido dentro de uma porção de vedação de invólucro da montagem de invólucro de turbina.

8. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a palheta de estator inclui uma passagem de fluxo de desvio definida por uma porção de banda externa da palheta de estator a jusante da passagem de fluxo interno da palheta de estator, em que a passagem de fluxo de desvio fornece comunicação fluida entre a passagem de fluxo interno da palheta de estator e um trajeto de gás quente da turbina.

9. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a palheta de estator e a montagem de invólucro de turbina são componentes de hardware de turbina de uma dentre uma porção de primeiro estágio da turbina de alta pressão ou uma porção de segundo estágio de uma turbina de alta pressão.

10. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma lâmina de rotor de turbina separada radialmente de uma superfície de vedação de uma vedação de invólucro da montagem de invólucro de turbina, sendo que a lâmina de rotor de turbina inclui uma pluralidade de passagens de resfriamento, em que as passagens de resfriamento são orientadas em direção à superfície de vedação da vedação de invólucro.

11. SISTEMA PARA RESFRIAR UMA TURBINA, caracterizado pelo fato de que o sistema compreende;

- uma primeira fonte de meio de resfriamento;
- uma primeira palheta de estator que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a fonte de meio de arrefecimento;
- uma primeira montagem de invólucro de turbina que tem uma

passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da primeira palheta de estator;

- uma segunda fonte de meio de resfriamento;

- uma segunda palheta de estator disposta a jusante da primeira palheta de estator, sendo que uma segunda palheta de estator tem uma passagem de fluxo interno, em que a primeira palheta de estator e a segunda palheta de estator definem, pelo menos parcialmente, um trajeto de gás quente através da turbina;

- uma passagem de fluxo de desvio definida, pelo menos parcialmente, entre um defletor e uma porção de banda externa da palheta de estator, em que a passagem de fluxo de desvio e uma passagem de fluxo interno da segunda palheta de estator estão em comunicação fluida com a segunda fonte de meio de resfriamento; e

- uma segunda montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com pelo menos uma dentre a passagem de fluxo interno da segunda palheta de estator e a passagem de fluxo de desvio.

12. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a primeira fonte de meio de resfriamento compreende pelo menos um dentre um compressor de baixa pressão e um compressor de alta pressão.

13. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a passagem de fluxo interno da primeira palheta de estator inclui pelo menos um furo, em que o pelo menos um furo fornece comunicação fluida fora da passagem de fluxo interno ao longo de uma envergadura da primeira palheta de estator.

14. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a passagem de fluxo interno da segunda palheta de estator

inclui pelo menos um furo, em que o pelo menos um furo fornece comunicação fluida fora da passagem de fluxo interno ao longo de uma envergadura da segunda palheta de estator.

15. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a passagem de fluxo interno da palheta de estator inclui uma entrada em comunicação fluida com a fonte de meio de resfriamento e uma saída que está em comunicação fluida com a montagem de invólucro de turbina.

16. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a passagem de fluxo interno da primeira montagem de invólucro de turbina inclui um plenum de ar de resfriamento definido dentro de uma porção de vedação de invólucro da primeira montagem de invólucro de turbina.

17. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a segunda fonte de meio de resfriamento compreende a passagem de fluxo interno da primeira montagem de invólucro de turbina.

18. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a primeira palheta de estator inclui uma passagem de fluxo de desvio definida por uma porção de banda externa da primeira palheta de estator, em que a passagem de fluxo de desvio está a jusante da passagem de fluxo interno da primeira palheta de estator, em que a passagem de fluxo de desvio fornece comunicação fluida entre a passagem de fluxo interno da primeira palheta de estator e o trajeto de gás quente da turbina.

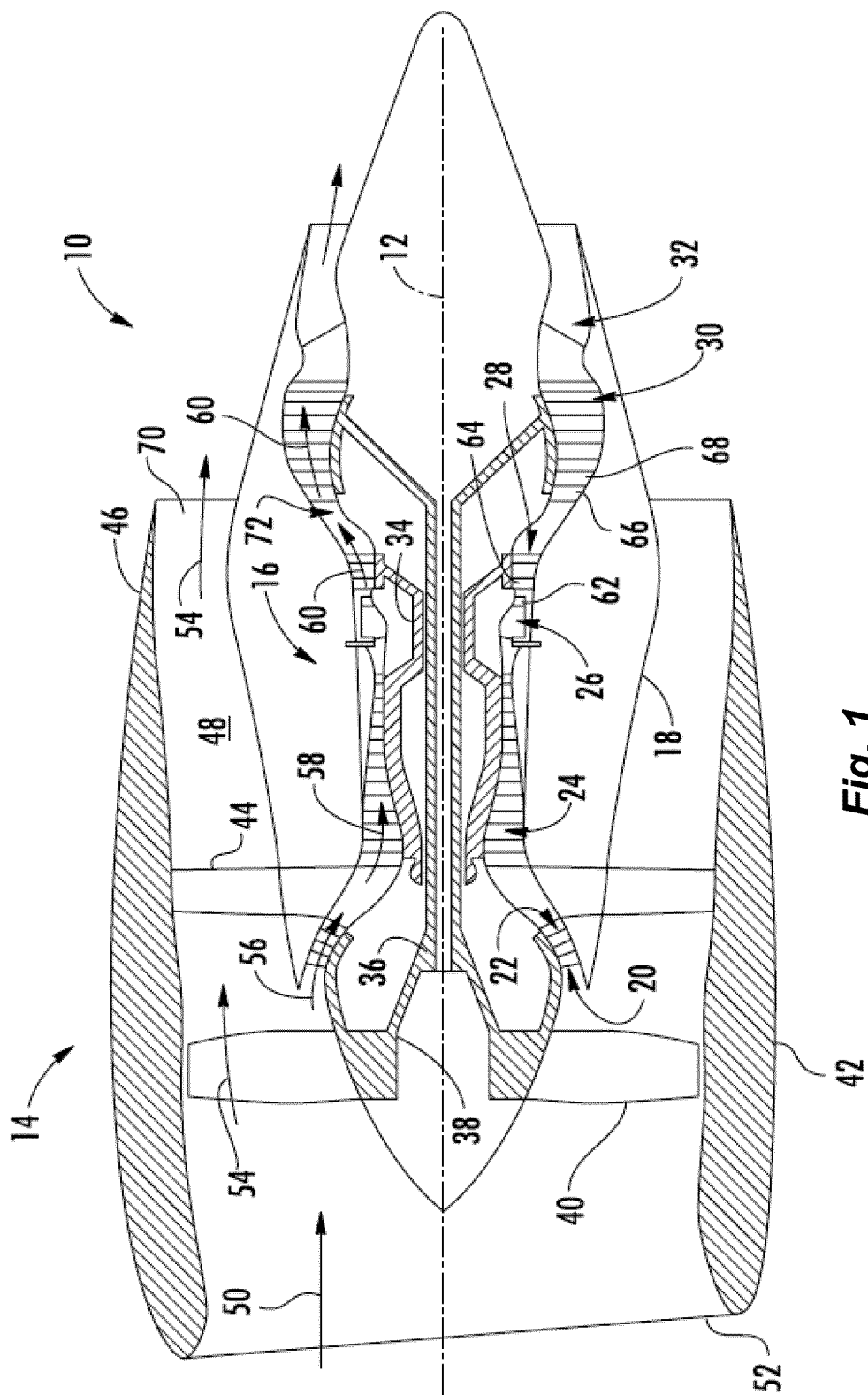
19. SISTEMA, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que a primeira palheta de estator e a primeira montagem de invólucro de turbina são componentes de hardware de turbina de uma porção de primeiro estágio de uma turbina de alta pressão e a segunda palheta de estator e a segunda montagem de invólucro de turbina são componentes de

hardware de turbina de uma porção de segundo estágio da turbina de alta pressão.

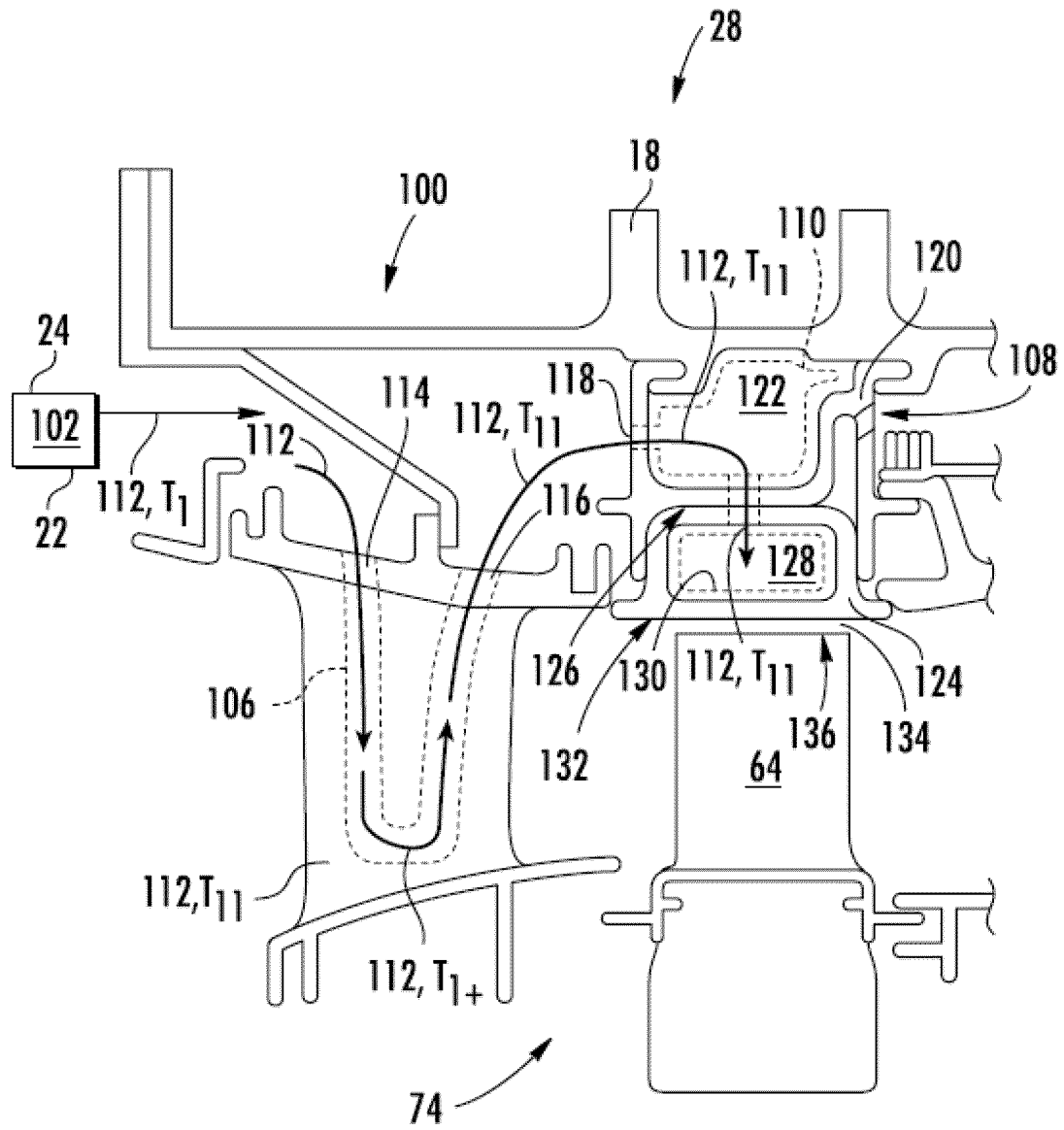
20. SISTEMA PARA RESFRIAR UM MOTOR DE TURBINA, caracterizado pelo fato de que compreende:

- um primeiro estágio do motor de turbina que tem uma palheta de estator e uma montagem de invólucro de turbina, sendo que a palheta de estator tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com uma fonte de meio de resfriamento e a montagem de invólucro de turbina tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da palheta de estator; e

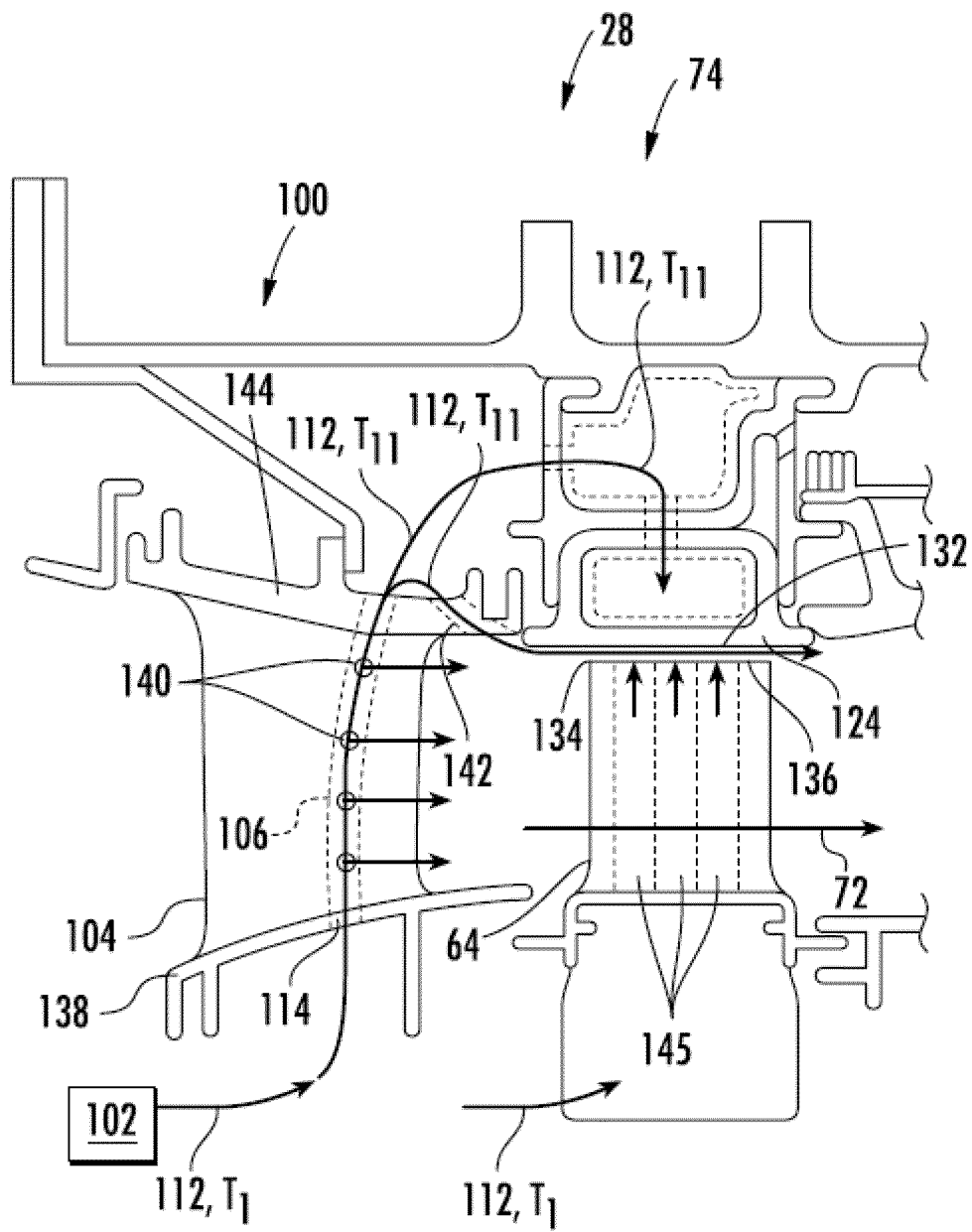
- um segundo estágio do motor de turbina disposto a jusante do primeiro estágio, sendo que o segundo estágio tem uma palheta de estator e uma montagem de invólucro de turbina, sendo que a palheta de estator do segundo estágio tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da montagem de invólucro de turbina do primeiro estágio, sendo que a montagem de invólucro de turbina do segundo estágio tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da palheta de estator do segundo estágio.



**Fig. 1**  
**TÉCNICA ANTERIOR**

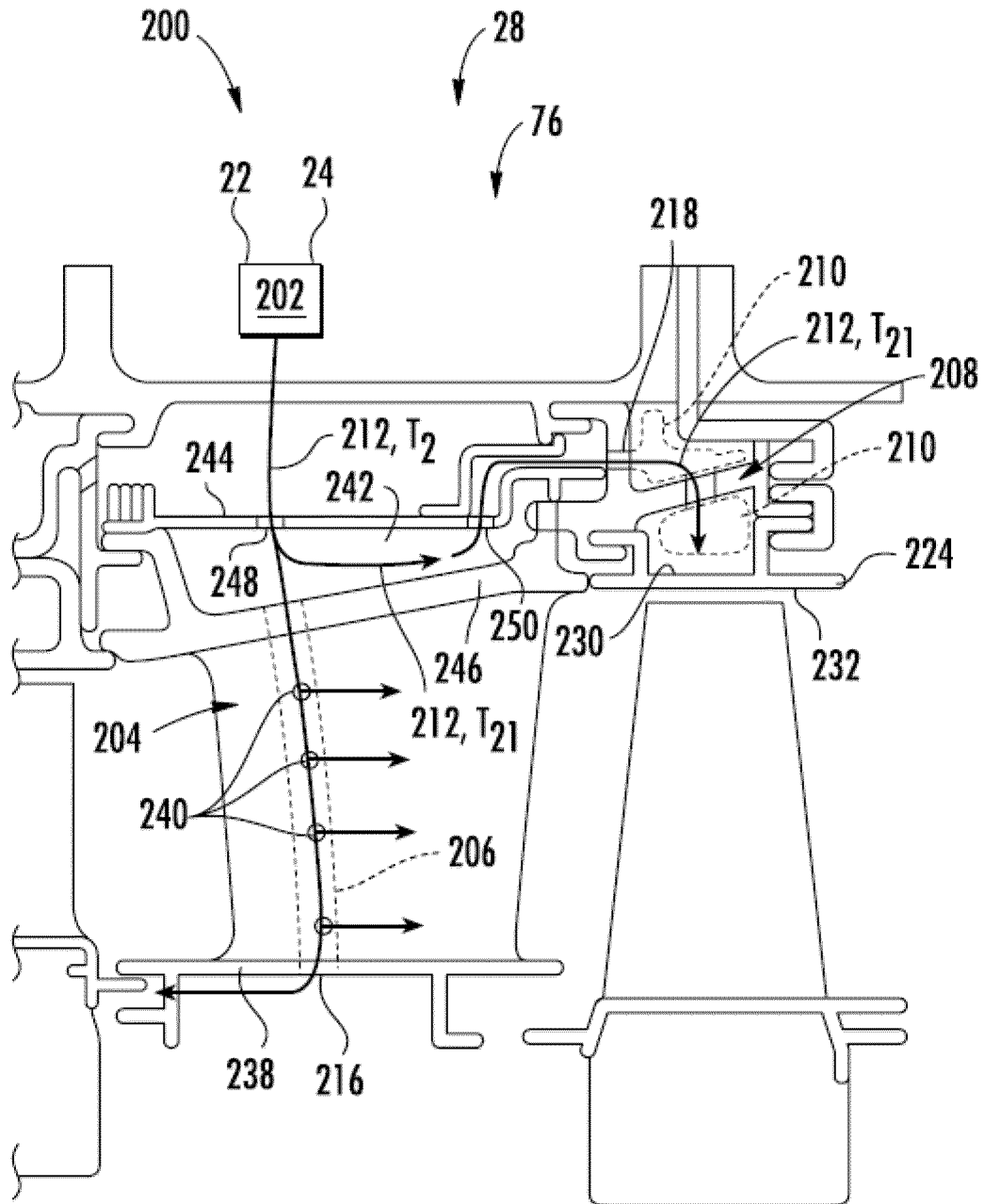


**Fig. 2**



**Fig. 3**





**Fig. 5**



**RESUMO****“SISTEMA PARA RESFRIAR UMA TURBINA E PARA RESFRIAR UM MOTOR DE TURBINA”**

Em um aspecto, a presente matéria é direcionada para um sistema para resfriar um motor de turbina. O sistema inclui uma fonte de meio de resfriamento, uma palheta de estator que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a fonte de meio de resfriamento e uma montagem de invólucro de turbina que tem uma passagem de fluxo interno que está em comunicação fluida com a passagem de fluxo interno da palheta de estator. O sistema permite gradientes térmicos de pico reduzidos entre um meio de resfriamento fornecido por uma fonte de meio de resfriamento e vários componentes de hardware de turbina, tais como a montagem de invólucro de turbina.