



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

(21) **PI0903399-8 A2**

(22) Data de Depósito: 17/09/2009
(43) Data da Publicação: 03/11/2010
(RPI 2078)



* B R P I 0 9 0 3 3 9 9 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
C02F 3/16

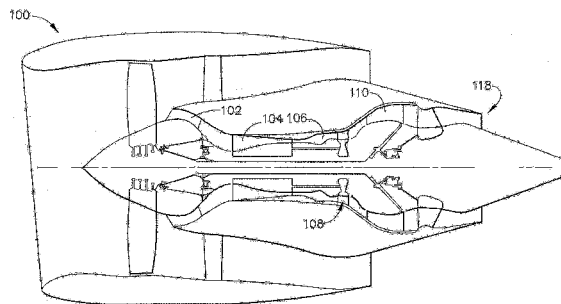
(54) Título: **MÉTODO E SISTEMA PARA PROVER ARREFECIMENTO E FORÇA**

(30) Prioridade Unionista: 30/09/2008 US 12/241.330

(73) Titular(es): General Electric Company

(72) Inventor(es): Terry L. Coons

(57) **Resumo:** MÉTODO E SISTEMA PARA PROVER ARREFECIMENTO E FORÇA. É provido um sistema (200) para prover arrefecimento e força. O sistema inclui um conjunto de turbina (204) que inclui uma unidade de arrefecimento (226) incluindo uma primeira turbina (248) giratoriamente acoplada a um gerador (250) por meio de um primeiro eixo (252). O conjunto de força inclui adicionalmente uma unidade de força (228) incluindo uma segunda turbina (234) giratoriamente acoplada a um compressor por meio de um segundo eixo (236), a unidade de força acoplada em comunicação de fluxo com a unidade de arrefecimento de tal forma que o primeiro eixo e o segundo eixo são independentemente giratórios um em relação ao outro.





PI0903399-8

"MÉTODO E SISTEMA PARA PROVER ARREFECIMENTO E FORÇA"

FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

O campo desta invenção refere-se, em geral, a um método e um sistema para prover arrefecimento e força e, mais particularmente, a um sistema de arrefecimento e força integrado para uma aeronave.

Muitos sistemas de arrefecimento e força de aeronave conhecidos requerem sangria de ar de um motor propulsor da aeronave para acionar numerosos subsistemas independentes que fornecem ou arrefecimento ou força para a aeronave. Entretanto, o uso de sangria de ar diminui eficiência de motor aumentando o consumo e carregamento de combustível do motor. Adicionalmente, o uso de múltiplos subsistemas independentes acrescentam peso e volume à aeronave, o que também resulta em aumento de consumo de combustível.

Como tal, um sistema integrado que provê arrefecimento e força para uma aeronave sem uso extensivo de sangria de ar de um motor propulsor seria benéfico para aumentar eficiência de motor e reduzir consumo de combustível.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Em um aspecto, é provido um método para prover arrefecimento e força. O método inclui prover uma unidade de arrefecimento que inclui uma primeira turbina giratoriamente acoplada a um gerador por meio de um primeiro eixo, e prover uma unidade de força que inclui uma segunda turbina giratoriamente acoplada a um compressor por meio de um segundo eixo. O método inclui adicionalmente acoplar a unidade de força em comunicação de fluxo com a unidade de arrefecimento para formar um conjunto de turbina, caracterizado pelo fato de que o primeiro eixo e o segundo eixo são independentemente giratórios um em relação ao outro.

Em outro aspecto, é provido um sistema para prover arrefecimento e força. O sistema inclui um conjunto de turbina que inclui uma unidade de arrefecimento incluindo uma primeira turbina giratoriamente acoplada a um gerador por meio de um primeiro eixo. O sistema inclui adicionalmente uma unidade de força incluindo a segunda turbina giratoriamente acoplada a um compressor por meio de um segundo eixo. A unidade de força é acoplada em comunicação de fluxo com a unidade de arrefecimento, de tal forma que o primeiro eixo e o segundo eixo são independentemente giratórios um em relação ao outro.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 é uma vista esquemática de um motor de turbina a gás; e

A figura 2 é um fluxograma esquemático de um sistema de arrefecimento e força para uso com o motor de turbina a gás mostrado na figura 1.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A descrição detalhada a seguir ilustra um exemplo de sistema de arrefecimento e

força, por meio de exemplo e não com intenção de limitação. A descrição permite que um técnico com conhecimento comum no assunto reproduza e use a invenção, e a descrição descreve diversas formas de realização, adaptações, variações, alternativas e usos da invenção, incluindo o que se acredita atualmente ser a melhor forma de realização da invenção. A invenção é descrita neste documento como sendo aplicada a uma forma de realização preferida, nomeadamente, um sistema de arrefecimento e força para uso em uma aeronave. Entretanto, é contemplado que esta invenção possui aplicação geral de prover arrefecimento e força em uma ampla gama de sistemas e em uma variedade de aplicações industriais e/ou de consumidor. Como usado neste documento, o termo “ar” refere-se a qualquer gás ou combinação de gases, e não se limita à combinação de gases atmosféricos da Terra comumente designados como “ar”.

A fig. 1 é uma vista esquemática de um exemplo de núcleo do motor 100 (por exemplo, um motor com turbina a gás) para uso na propulsão de uma aeronave. O núcleo do motor inclui um conjunto de fan 102, um compressor de alta pressão 104 e um combustor 106. O núcleo do motor 100 também inclui uma turbina de alta pressão 108 e uma turbina de baixa pressão 110. Em operação, o ar circula através do conjunto de fan 102 e ar comprimido é fornecido do conjunto de fan 102 para o compressor de alta pressão 104. O ar altamente comprimido é entregue ao combustor 106. O fluxo de ar proveniente do combustor 106 aciona as turbinas rotativas 108 e 110 e sai do núcleo do motor 100 através de um sistema de escape 118. No exemplo de forma de realização, o núcleo do motor 100 (por exemplo, compressor de alta pressão 104) é acoplado em comunicação de fluxo com um sistema integrado de arrefecimento e força 200 (mostrado na fig. 2), como descrito abaixo.

A fig. 2 é um fluxograma esquemático de sistema de arrefecimento e força 200. O sistema 200 inclui um mecanismo de arranque 202, um conjunto de turbina 204, um conjunto de arrefecimento 206 e um conjunto elétrico 208. O mecanismo de arranque 202 é acoplado em comunicação de fluxo entre o núcleo do motor 100 e o conjunto de turbina 204 através de uma primeira válvula de fornecimento 210 e/ou entre uma fonte de ar comprimido 212 e o conjunto de turbina 204 através de uma segunda válvula de fornecimento 214. No exemplo de forma de realização, a fonte de ar comprimido 212 é um vaso de pressão pneumático (por exemplo, um tanque de ar montado em um carrinho transportável). Alternativamente, a fonte de ar comprimido 212 pode ser qualquer fonte adequada de ar comprimido que possibilite ao sistema 200 funcionar conforme descrito neste documento. No exemplo de forma de realização, a primeira válvula de fornecimento 210 e a segunda válvula de fornecimento 214 são válvulas de “liga/desliga” (por exemplo, válvulas de esferas), que facilitam permitir que o ar comprimido circule do núcleo do motor 100 e/ou da fonte de ar comprimido 212, respectivamente, em direção ao mecanismo de arranque 202.

No exemplo de forma de realização, o mecanismo de arranque 202 inclui um dispo-

sitivo de controle de pressão 216, um válvula de fluxo direcional 218, um combustor 220 e um dispositivo de controle de fluxo de massa 222 que são sequencialmente acoplados em comunicação de fluxo um com o outro, ao longo de uma via de escoamento do núcleo do motor 100 e/ou fonte de ar comprimido 212 para o conjunto de turbina 204. Em uma forma de realização, o dispositivo de controle de pressão 216 é uma válvula de pressão pneumática que facilita regular uma pressão de um fluxo de ar comprimido. Em uma forma de realização, a válvula de fluxo direcional 218 é uma válvula de contrapressão que facilita permitir fluxo de ar em somente uma direção (por exemplo, a primeira válvula de fornecimento 210 e/ou a segunda válvula de fornecimento 214 em direção ao conjunto de turbina 204). Em uma forma de realização, o combustor 220 inclui um injetor de combustível (não mostrado) e uma câmara de combustão (não mostrada) que facilita misturar um combustível (por exemplo, propano, gás natural, etc.) com um fluxo de ar comprimido proveniente do núcleo do motor 100 e/ou fonte de ar comprimido 212 e inflama a mistura para induzir um fluxo de gases de combustão quente em direção ao conjunto de turbina 204. Em uma forma de realização, o dispositivo de controle de fluxo de massa 222 inclui um bocal de fluxo de área variável que facilita regular uma quantidade de fluxo de ar do combustor 220 e/ou dispositivo de controle de pressão 216 para o conjunto de turbina 204. Alternativamente, o dispositivo de controle de pressão 216, a válvula de fluxo direcional 218, o combustor 220, e/ou o dispositivo de controle de fluxo de massa 222 podem ser quaisquer dispositivos adequados que permitam ao mecanismo de arranque 202 funcionar como descrito neste documento.

No exemplo de forma de realização, o conjunto de turbina 204 inclui uma unidade de arrefecimento 226 e uma unidade de força 228 que são montadas dentro de um alojamento 230. A unidade de força 228 inclui um compressor 232 giratoriamente acoplado a uma turbina de força 234 por meio de um primeiro eixo 236 (por exemplo, turbocompressor). A turbina de força 234 inclui uma entrada 238 acoplada em comunicação de fluxo com o combustor 220, e uma saída 240 acoplada em comunicação de fluxo com o ambiente. O compressor 232 inclui uma entrada 242 acoplada em comunicação de fluxo com o conjunto de arrefecimento 206 e/ou o ambiente através de uma primeira válvula de admissão 244, e uma saída 246 acoplada em comunicação de fluxo com o conjunto de arrefecimento 206. A unidade de arrefecimento 226 inclui uma turbina de arrefecimento 248 giratoriamente acoplada a um gerador 250 (por exemplo, um gerador de magneto permanente) por meio de um segundo eixo 252 (por exemplo, um turbogenerator). A turbina de arrefecimento 248 inclui uma entrada 254 e uma saída 256 que são acopladas em comunicação de fluxo com o conjunto de arrefecimento 206.

No exemplo de forma de realização, o primeiro eixo 236 e/ou o segundo eixo 252 são giratoriamente apoiados por rolamentos magnéticos 258, são axialmente alinhados um com o outro, e/ou são independentemente giratórios um em relação ao outro, de tal forma

que a unidade de força 228 é capaz de ser operada em uma primeira velocidade enquanto a unidade de arrefecimento 226 é operada em uma segunda velocidade que é diferente da primeira velocidade para facilitar otimizar simultaneamente uma eficiência operacional da unidade de força 228 e uma eficiência operacional da unidade de arrefecimento 226. Em
5 outra forma de realização, o primeiro eixo 236 e o segundo eixo 252 podem ser orientados em qualquer direção um em relação ao outro e/ou podem ser operados na mesma velocidade.

No exemplo de forma de realização, o conjunto de arrefecimento 206 inclui um primeiro trocador de calor 260 acoplado em comunicação de fluxo com o conjunto de turbina
10 204 (por exemplo, um compressor 232) através de uma válvula de regulação de pressão variável 262 (VPRV) que controla uma pressão de um fluxo de ar descarregado a partir do compressor 232. O primeiro trocador de calor 260 é um trocador de calor de pré-arrefecimento que reduz uma temperatura e mantém uma pressão de um fluxo de ar comprimido proveniente da VPRV 262. Em uma forma de realização, o primeiro trocador de calor
15 260 é um trocador de calor de conduto dinâmico (por exemplo, um trocador de calor "ar a ar") que utiliza ar extraído do ambiente para reduzir uma temperatura de um fluxo de ar comprimido proveniente da VPRV 262. Em outra forma de realização, o primeiro trocador de calor 260 é um trocador de calor com duto de fan (por exemplo, trocador de calor "ar a ar") que utiliza ar ambiente extraído do compressor de alta pressão 104 existente dentro do núcleo do motor 100 (mostrado na fig. 1) para reduzir uma temperatura de um fluxo de ar comprimido descarregado a partir da VPRV 262. Em uma forma de realização, a VPRV 262 é
20 acoplada no combustor 220 através de uma primeira válvula de desvio 264 que redireciona um fluxo de ar comprimido da VPRV 262 de volta através do combustor 220.

No exemplo de forma de realização, o conjunto de arrefecimento 206 também inclui
25 um segundo trocador de calor 266 acoplado em comunicação de fluxo com o primeiro trocador de calor 260 através de uma segunda válvula de desvio 268. O segundo trocador de calor 266 é um trocador de calor de pré-arrefecimento que reduz uma temperatura e mantém uma pressão de um fluxo de ar comprimido a partir do primeiro trocador de calor 260. Em uma forma de realização, o segundo trocador de calor 266 é um trocador de calor recuperativo (por exemplo, um trocador de calor "ar a ar") que utiliza um fluxo de ar ambiente
30 proveniente de um dispositivo de entrada de ar 270 através de uma segunda válvula de entrada 272 e/ou um fluxo de ar de arrefecimento proveniente de um terceiro trocador de calor 274 através de uma terceira válvula de desvio 276 para reduzir uma temperatura de um fluxo de ar comprimido proveniente do primeiro trocador de calor 260. Em outra forma de realização, o segundo trocador de calor 266 é acoplado em comunicação de fluxo direta com a
35 VPRV 262 através de uma quarta válvula de desvio 278 para direcionar um fluxo de ar comprimido proveniente da VPRV 262 diretamente para o segundo trocador de calor 266. Em

uma forma de realização alternativa, a VPRV 262 é acoplada diretamente a uma unidade de arrefecimento 226 através de uma quinta válvula de desvio 280 e válvula de mistura 282 para seletivamente permitir que uma quantidade de ar comprimido se desvie do primeiro trocador de calor 260 e do segundo trocador de calor 266 para aumentar uma temperatura do ar comprimido escoando para dentro da turbina de arrefecimento 248 (por exemplo, para facilitar impedir o congelamento do terceiro trocador de calor 274).

No exemplo de forma de realização, o terceiro trocador de calor 274 é acoplado em comunicação de fluxo entre o conjunto de turbina 204 (por exemplo, saída de turbina de arrefecimento 256) e o segundo trocador de calor 266 através da terceira válvula de desvio 276 e/ou entre o conjunto de turbina 204 e o ambiente através de uma primeira válvula de descarga 284. O terceiro trocador de calor 274 é um trocador de calor "líquido a ar" (por exemplo, um trocador de calor de polialfaolefina (PAO) que usa um fluxo de ar proveniente da turbina de arrefecimento 248 para reduzir uma temperatura de um líquido que escoar através de um circuito de arrefecimento 286, pelo menos uma porção do qual opera através do terceiro trocador de calor 274. Alternativamente, o circuito de arrefecimento 286 pode ter um gás circulando através do mesmo, e o terceiro trocador de calor 274 pode ser um trocador de calor "ar a ar". Em uma forma de realização, uma porção de circuito do arrefecimento 286 é posicionada próxima do conjunto elétrico 208 para facilitar uma transferência de energia térmica do conjunto elétrico 208 para o líquido. Em outra forma de realização, o circuito de arrefecimento 286 inclui uma bomba 288 e um reservatório 290 para uso na circulação do líquido através do circuito de arrefecimento 286 (por exemplo, através do terceiro trocador de calor 274).

No exemplo de forma de realização, o conjunto elétrico 208 é eletricamente acoplado ao gerador 250 por meio de fiação 292. Em uma forma de realização, o conjunto elétrico 208 inclui um controlador de sistema 294, um condicionador de energia 296, pelo menos um dispositivo aviônico 298 (por exemplo, um radar), um conversor de força 300, e um aquecedor resistivo 302. O condicionador de energia 296 é um dispositivo elétrico que condiciona uma saída de gerador 250 para atender a um requisito elétrico pré-determinado de um componente a ser energizado pelo gerador 250, e o conversor de energia 300 é um dispositivo elétrico que desvia uma quantidade de energia a partir do gerador 250 para um barramento de aeronave 304. Em uma forma de realização, o condicionador de energia 296 e/ou conversor de energia 300 pode incluir um dispositivo que converte saída de corrente alternada (CA) do gerador 250 para corrente contínua (CC). Em uma forma de realização, o condicionador de energia 296 e/ou conversor de energia 300 converte uma energia CA trifásica a partir do gerador 250 para energia regulada Mil-STD-704D/E a 115 Vrms @ 400 Hz., por exemplo.

Em um exemplo de forma de realização, o aquecedor resistivo 302 é posicionado

ao longo de uma linha de fluxo de um segundo trocador de calor 266 para o conjunto de turbina 204 (por exemplo, entrada de turbina de arrefecimento 254). Em uma forma de realização, o aquecedor resistivo 302 é um módulo de carga de compensação (TLM) que converte energia do gerador 250 em energia térmica para manter uma velocidade rotacional do gerador 250 (por exemplo, o TLM dissipa, na forma de energia térmica, uma quantidade de energia a partir do gerador 250 que excede uma exigência do conjunto elétrico 208 para facilitar o provimento de carga constante para o gerador 250) transferindo energia térmica para o fluxo de ar de arrefecimento do terceiro trocador de calor 274 para o conjunto de turbina 204 (por exemplo, para a entrada de compressor 242) através de uma segunda válvula de descarga 306 e/ou para o ambiente através de uma terceira válvula de descarga 308.

No exemplo de forma de realização, o controlador de sistema 294 pode incluir qualquer sistema baseado em processador ou microprocessador, tal como um sistema de computação que inclui microcontroladores, circuitos de conjunto reduzido de instruções (RISC), circuitos integrados de aplicação específica (ASICs), circuitos lógicos, e qualquer outro circuito ou processador que seja capaz de executar as funções descritas neste documento. Como usado neste documento, o termo "processador" não se limita a somente circuitos integrados mencionados na arte, como um processador, mas se refere amplamente a um computador, um microcomputador, um controlador lógico programável, um circuito integrado de aplicação específica e qualquer outro circuito programável. Além disto, o controlador de sistema 294 pode ser um microprocessador que inclui memória somente de leitura (ROM) e/ou memória de acesso aleatório (RAM), tal como, por exemplo, um microcomputador de 32 bit com 2 Mbit de memória ROM, e 64 Kbit de memória RAM. No exemplo de forma de realização, o controlador de sistema 294 entra em contato (por exemplo, recebe sinais de e/ou transmite sinais para) uma memória 310, uma pluralidade de sensores posicionados em todo sistema 200, e/ou uma variedade de outros dispositivos localizados dentro do sistema 200 (por exemplo, um computador integrado) e/ou remotamente a partir do sistema 200 (por exemplo, um controlador de voo).

Em um primeiro modo operacional do núcleo do motor 100, uma quantidade suficiente de ar comprimido é extraível do núcleo do motor 100 para iniciar o sistema 200 sem reduzir substancialmente uma característica de eficiência operacional do núcleo do motor 100 (por exemplo, quando a aeronave está em cruzeiro). No primeiro módulo operacional, o sistema 200 é iniciado operando-se a primeira válvula de fornecimento 210 para permitir que uma quantidade pré-determinada de ar comprimido circule do núcleo do motor 100 (por exemplo, de um compressor de alta pressão 104), através do dispositivo de controle de pressão 216, através da válvula de fluxo direcional 218, e para o combustor 220. O combustor 220 mistura o ar comprimido com combustível e inflama a mistura para gerar um fluxo de gases de combustão através do dispositivo de controle de fluxo de massa 222 e

através da entrada da turbina de força 238. Os gases de combustão aciona a turbina de força 234 e são subsequentemente expelidos para o ar através da saída da turbina de força 240. A turbina de força 234 gira o primeiro eixo 236 e aciona o compressor 232. Enquanto o compressor 232 está sendo acionado pela turbina de força 234, a primeira válvula de entrada 244 é aberta de tal modo que o compressor 232 puxa uma quantidade pré-determinada de ar ambiente através do mesmo. A primeira válvula de entrada 244 é subsequentemente fechada.

O compressor 232 comprimi o ar ambiente proveniente da primeira válvula de entrada 244 e descarrega um fluxo de ar comprimido para a VPRV 262 através da saída de compressor 246. Uma primeira porção do fluxo de ar comprimido proveniente da VPRV 262 é direcionado através do primeiro trocador de calor 260, através do segundo trocador de calor 266, e para a turbina de arrefecimento 248 para facilitar a rotação do segundo eixo 252 e acionar o gerador 250. Uma segunda porção do fluxo de ar comprimido proveniente da VPRV 262 é direcionado através da primeira válvula de desvio 264 e de volta através do combustor 220. Após a segunda porção de ar comprimido circular através do combustor 220, a primeira válvula de fornecimento 210 é fechada, e o sistema 200 se torna um sistema de ciclo fechado.

Em uma forma de realização, o fluxo de ar comprimido proveniente do segundo trocador de calor 266 é direcionado através da válvula de mistura 282 e para a turbina de arrefecimento 248. A temperatura e a pressão do ar comprimido circulando dentro da turbina de arrefecimento 248 são reduzidas através da turbina de arrefecimento 248, e um fluxo de ar de arrefecimento é descarregado da turbina de arrefecimento 248 para o terceiro trocador de calor 274. A válvula de mistura 282 mistura o fluxo de ar comprimido do segundo trocador de calor 266 com um fluxo de ar comprimido através da quinta válvula de desvio 280 para elevar uma temperatura do fluxo de ar comprimido direcionado para dentro da turbina de arrefecimento 248 de tal modo que uma temperatura do ar de arrefecimento descarregado da turbina de arrefecimento 248 se torna mais fácil de ser regulada. O terceiro trocador de calor 274 usa o fluxo de ar de arrefecimento proveniente da turbina de arrefecimento 248 para reduzir uma temperatura do líquido através do circuito de arrefecimento 286. O ar de arrefecimento circulando através do terceiro trocador de calor 274 é direcionado para o segundo trocador de calor 266 para uso em reduzir uma temperatura de ar comprimido circulando a partir do primeiro trocador de calor 260 através do segundo trocador de calor 266. O ar de arrefecimento que circula através do segundo trocador de calor 266 proveniente do terceiro trocador de calor 274 é direcionado sobre o aquecedor resistivo 302, para dentro da entrada de compressor 242, e para dentro do conjunto de arrefecimento 206 através da saída de compressor 246 para ser re-circulado através do sistema de ciclo fechado.

Em um segundo modo operacional do núcleo do motor 100, uma quantidade

suficiente de ar comprimido não é extraível do núcleo do motor 100 para iniciar o sistema 200 (por exemplo, quando a aeronave está no solo). No segundo modo operacional, o sistema 200 é iniciado operando-se a segunda válvula de fornecimento 214 para permitir que uma quantidade pré-determinada de ar comprimido circule desde a fonte de ar comprimido 212, através do dispositivo de controle de pressão 216, através da válvula de fluxo direcional 218, e para o combustor 220. O combustor 220 mistura o ar comprimido com combustível e inflama a mistura para gerar um fluxo de gases de combustão através do dispositivo de controle de fluxo de massa 222 e através da entrada da turbina de força 238. Os gases de combustão acionam a turbina de força 234 e são subsequentemente expelidos para o ambiente através da saída da turbina de força 240. A turbina de força 234 gira o primeiro eixo 236 e aciona o compressor 232. Enquanto o compressor 232 está sendo acionado pela turbina de força 234, a primeira válvula de entrada 244 é aberta de tal modo que o compressor 232 puxa uma quantidade pré-determinada de ar ambiente através do mesmo. A primeira válvula de entrada 244 é subsequentemente fechada.

O compressor 232 comprime o ar ambiente proveniente da primeira válvula de entrada 244 e descarrega um fluxo de ar comprimido na VPRV 262 através da saída de compressor 246. Uma primeira porção do fluxo de ar comprimido proveniente da VPRV 262 é direcionada através do primeiro trocador de calor 260, através do segundo trocador de calor 266, e para dentro da turbina de arrefecimento 248 para facilitar a rotação do segundo eixo 252 e acionar o gerador 250. Uma segunda porção do fluxo de ar comprimido proveniente da VPRV 262 é direcionado através da primeira válvula de desvio 264 e de volta através do combustor 220. Após a segunda porção de ar comprimido circular através do combustor 220, a segunda válvula de fornecimento 214 é fechada, e o sistema 200 se torna um sistema de ciclo fechado.

Em uma forma de realização, o fluxo de ar comprimido proveniente do segundo trocador de calor 266 é direcionado através da válvula de mistura 282 e para dentro da turbina de arrefecimento 248. Uma temperatura e uma pressão do ar comprimido circulando dentro da turbina de arrefecimento 248 são reduzidas através da turbina de arrefecimento 248, e um fluxo de ar de arrefecimento é descarregado da turbina de arrefecimento 248 para o terceiro trocador de calor 274. A válvula de mistura 282 mistura o fluxo de ar comprimido do segundo trocador de calor 266 com um fluxo de ar comprimido através da quinta válvula de desvio 280 para elevar uma temperatura do fluxo de ar comprimido direcionado para dentro da turbina de arrefecimento 248, de tal modo que uma temperatura do ar de arrefecimento descarregado da turbina de arrefecimento 248 se torna mais fácil de ser regulada. O terceiro trocador de calor 274 usa o fluxo de ar de arrefecimento proveniente da turbina de arrefecimento 248 para reduzir uma temperatura do líquido que está circulando através do circuito de arrefecimento 286. O ar de arrefecimento que circula através do terceiro trocador de calor

274 é direcionado para o segundo trocador de calor 266 para uso em reduzir uma temperatura do ar comprimido que está circulando proveniente do primeiro trocador de calor 260 através do segundo trocador de calor 266. O ar de arrefecimento que circula através do segundo trocador de calor 266 proveniente do terceiro trocador de calor 274 é direcionado sobre o aquecedor resistivo 302, para dentro da entrada de compressor 242, e para dentro do conjunto de arrefecimento 206 através da saída de compressor 246 para ser re-circulado através do sistema de ciclo fechado.

Nas formas de realização alternativas, o ar comprimido proveniente do núcleo do motor 100 e/ou fonte de ar comprimido 212 pode ser direcionado para dentro do dispositivo de controle de fluxo de massa 222 desviando-se da válvula de fluxo direcional 218 e do combustor 220. Em outras formas de realização, o ar comprimido proveniente do compressor 232 pode ser direcionado para o segundo trocador de calor 266 através da quarta válvula de desvio 278, desta maneira, desviando-se do primeiro trocador de calor 260. Em outras formas de realização, a primeira válvula de descarga 284, a terceira válvula de descarga 308, e a segunda válvula de entrada 272 podem ser abertas, enquanto a terceira válvula de desvio 276 e a segunda válvula de descarga 306 são fechadas, de tal modo que o ar ambiente proveniente do dispositivo de entrada de ar 270 é direcionado através do segundo trocador de calor 266, sobre o aquecedor resistivo 302, e para o ambiente, e/ou o ar de arrefecimento que está circulando através do terceiro trocador de calor 274 é expelido para o ambiente.

Em outra forma de realização alternativa, o conjunto de turbina 204 pode ser um acoplador magnético 314 que é seletivamente operável para facilitar o acionamento do sistema 200 sem usar ar comprimido proveniente do núcleo do motor 100 e/ou fonte de ar comprimido 212. Especificamente, quando ar comprimido proveniente do núcleo do motor 100 e/ou fonte de ar comprimido 212 é indisponível ou indesejável, o acoplador magnético 314 é energizado entre o primeiro eixo 236 e o segundo eixo 252 para giratoriamente acoplar o primeiro eixo 236 e o segundo eixo 252 juntos. Após o acoplador magnético 314 ser energizado, o gerador 250 usa energia proveniente de uma fonte de energia 316 e/ou barramento de aeronave 304 para girar o primeiro eixo 236 e o segundo eixo 252, operando, desta maneira, como um motor para puxar ar ambiente para dentro do compressor 232 para uso no acionamento do sistema 200.

No exemplo de forma de realização, o controlador de sistema 294 é programado para realizar as seguintes tarefas: (1) seletivamente liberar um fluxo de ar comprimido proveniente da fonte de ar comprimido 212 e/ou núcleo do motor 100 para facilitar a otimização de uma característica de eficiência do núcleo do motor 100; (2) regular pelo menos uma característica operacional do conjunto de turbina 204 (por exemplo, uma velocidade operacional do compressor 232 e/ou turbina de força 234 estrangulando um fluxo de ar através do

dispositivo de controle de fluxo de massa 222); (3) operar a unidade de força 228 durante períodos não operacionais 100 (por exemplo, operando a unidade de força 228 quando energia é necessária para realizar uma operação de arranque do núcleo do motor 100 e/ou quando é necessária energia de emergência para energizar um componente da aeronave); 5 (4) desviando energia proveniente do gerador 250 para o aquecedor resistivo 302 para facilitar o provimento de uma carga constante para o gerador 250; e/ou (5) realizar detecção de erro de sistema e/ou informar a um sistema principal de controle da aeronave que é localizado na aeronave e/ou para um controlador de voo que fica localizado longe da aeronave. Alternativamente, o controlador de sistema 294 pode ser programado para facilitar qualquer 10 operação do sistema 200 descrito neste documento.

Em uma modalidade, o controlador de sistema 294 controla um equilíbrio de energia do sistema 200 regulando uma pluralidade de circuitos de comutação de energia elétrica de alta velocidade (não mostrados) dentro do aquecedor resistivo 302 e/ou operando o dispositivo de controle de pressão 216 para fornecer uma quantidade desejada de ar comprimido proveniente do núcleo do motor 100 para o conjunto de turbina 204 a uma pressão 15 e/ou temperatura desejada. Em outra forma de realização, a energia inicial para o sistema 200 é tomada do barramento de aeronave 304, e o controlador de sistema 294 comuta energia elétrica proveniente dos rolamentos magnéticos 258, e/ou outras exigências de energia elétrica, a partir do barramento de aeronave para output energia proveniente do gerador 250 20 uma vez que o sistema 200 alcança um estado estável de operação (por exemplo, uma vez que o ciclo fechado é estabelecido).

Em uma forma de realização, quando é produzida energia em excesso pelo gerador 250 (por exemplo, quando o conjunto elétrico 208 requer mais arrefecimento do que força), o controlador de sistema 294 desvia energia CA de alta frequência do gerador 250 para o 25 barramento de aeronave 304, com substancialmente nenhuma perda de qualidade de energia, descarregando, desta maneira, o gerador 250 e isolando o sistema 200 do barramento de aeronave 304, e o conversor de energia 300 condiciona e/ou sincroniza uma energia elétrica de alta frequência produzida pelo gerador 250 para transmissão para o barramento de aeronave 340, resultando em uma redução de energia desviada para o aquecedor resistivo 30 302, um uso mais eficiente de ar comprimido extraído do núcleo do motor 100, uma temperatura mais baixa de ar expelido do sistema 200, e/ou uma redução em carga elétrica em um gerador principal (não mostrado) da aeronave.

Em outra forma de realização, o controlador de sistema 294 ajusta uma força desviada para o aquecedor resistivo 302 baseado em uma velocidade rotacional do gerador 35 250. Em uma forma de realização, o controlador de sistema 294 monitora uma quantidade de força desviada para o aquecedor resistivo 302 e mantém um nível de força de polarização mínimo no sistema 200. Para proteger contra descarregamento do gerador principal da

aeronave, o controlador de sistema 294 continuamente monitora uma quantidade de energia fornecida pelo gerador principal e compara a energia fornecida pelo gerador principal com um ponto de referência de quantidade de energia para determinar uma quantidade máxima de energia que pode ser colocada no barramento de aeronave 304. Se a energia do gerador principal cai abaixo do ponto de referência de quantidade de energia, o controlador de sistema 294 impede o desvio de energia adicional do gerador para 250 para o barramento de aeronave 304.

Como será observado por um técnico no assunto e baseado no relatório precedente, as formas de realização acima descritas da invenção podem ser implementadas usando programação de computador ou técnicas de engenharia incluindo software de computador, firmware, hardware, ou qualquer combinação ou subconjunto dos mesmos, caracterizado pelo fato de que um efeito técnico é o de facilitar o provimento de arrefecimento e força. Qualquer programa resultante, tendo meios de código legíveis por computador, pode ser incorporado ou provido com um ou mais mídia legível por computador, fazendo, desta maneira, um produto de programa e computador, por exemplo, um artigo de fabricação, de acordo com as formas de realização descritas da invenção. A mídia legível por computador pode ser, como exemplo, mas não estando limitada a um disco fixo (rígido), disquete, disco óptico, fita magnética, memória de semiconductor, tal como memória somente para leitura (ROM), e/ou qualquer meio de transmissão/ recebimento, tal como a Internet ou outra rede ou link de comunicação. O artigo de fabricação contendo o código de computador pode ser feito e/ou usado para executar o código diretamente de um médio, copiando o código de um meio para outro meio, e/ou transmitindo o código por uma rede.

Os métodos e sistemas descritos neste documento facilitam o provimento de arrefecimento e força a uma aeronave. Especificamente, os métodos e sistemas descritos neste documento facilitam otimizar uma velocidade de uma turbina de força e um compressor para minimizar consumo de combustível por um motor propulsor da aeronave. Além disto, os métodos e sistemas descritos neste documento facilitam otimizar uma velocidade de uma turbina de arrefecimento para maximizar eficiência de arrefecimento e manter uma saída desejada de um gerador. Adicionalmente, os métodos e sistemas descritos neste documento facilitam minimizar uma exigência de espaço que é necessário para acomodar um sistema de arrefecimento e força em uma aeronave, e facilita minimizar um custo de combustível associado com a operação de um sistema de arrefecimento e força em uma aeronave.

Formas de realização de métodos e sistemas para prover arrefecimento e força são descritas acima em detalhe. Os métodos e sistemas de prover arrefecimento e força conforme descrito neste documento não são limitados às formas de realização descritas neste documento, mas, ao contrário, componentes dos métodos e sistemas podem ser utilizados independentemente e separadamente de outros componentes descritos neste documento.

Por exemplo, os métodos e sistemas descritos neste documento podem ter outras aplicações industriais e/ou de consumidor e não estão limitadas a serem reproduzidas com uma aeronave conforme descrita neste documento. Ao contrário, a presente invenção pode ser implementada e utilizada em relação a muitas outras indústrias.

5 Embora a invenção tenha sido descrita em termos de várias formas de realização específicas, aqueles que são versados na arte reconhecerão que a invenção pode ser reproduzida com modificação dentro do espírito e escopo das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema (200) para prover arrefecimento e força, dito sistema sendo **CARACTERIZADO** por compreender:

- um conjunto de turbina (204) que compreende:

- 5 - uma unidade de arrefecimento (226) compreendendo uma primeira turbina (248) giratoriamente acoplada a um gerador (250) por meio de um primeiro eixo (252); e
- 10 - uma unidade de força (228) compreendendo uma segunda turbina (234) giratoriamente acoplada a um compressor por meio de um segundo eixo (236), dita unidade de força estando acoplada em comunicação de fluxo com dita unidade de arrefecimento, de tal forma que dito primeiro eixo e dito segundo eixo são independentemente giratórios um em relação ao outro.

2. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente um conjunto elétrico (208) que compreende um controlador de sistema (294) eletricamente acoplado em dito gerador (250).

15 3. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dito conjunto de turbina (204) compreende adicionalmente uma pluralidade de rolamentos magnéticos (258), dito primeiro eixo (252) e dito segundo eixo (236) magneticamente sustentado por meio de ditos rolamentos magnéticos.

20 4. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dito conjunto de turbina (204) compreende adicionalmente um acoplador magnético (314) posicionado entre dito primeiro eixo (252) e dito segundo eixo (236), dito acoplador magnético sendo seletivamente acionável para acoplar dito primeiro eixo a dito segundo eixo, de tal forma que dito primeiro eixo e dito segundo eixo são giratórios juntos.

25 5. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** por compreender adicionalmente um mecanismo de arranque (202) acoplado em comunicação de fluxo entre dito conjunto de turbina (204) e uma fonte de ar comprimido (212), dito mecanismo de arranque compreendendo um combustor (220).

30 6. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dito mecanismo de arranque (202) compreende adicionalmente um dispositivo de fluxo de massa (222) configurado para regular um fluxo de massa através de dita turbina de força (234).

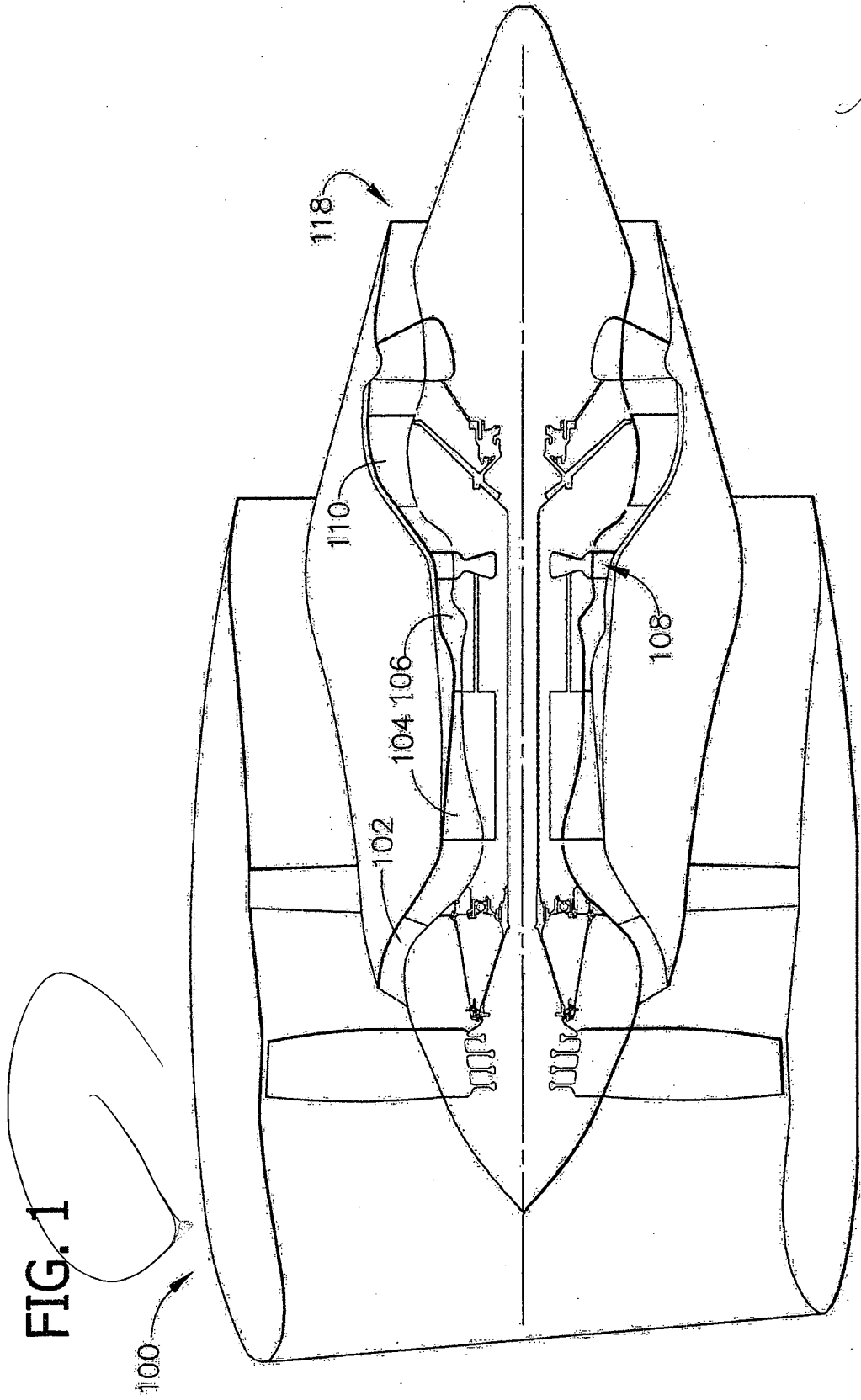
35 7. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** por compreender adicionalmente um conjunto de arrefecimento (206) acoplado em comunicação de fluxo com dito conjunto de turbina (204), dito conjunto de arrefecimento compreendendo um primeiro trocador de calor ar a ar (260) e um trocador de calor líquido a ar.

8. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que dito conjunto de arrefecimento (206) compreende adicionalmente um segundo trocador

de calor ar a ar (266) acoplado em comunicação de fluxo com dito primeiro trocador de calor ar a ar (260) e dito trocador de calor líquido a ar.

5 9. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 7, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que dito conjunto de arrefecimento (206) compreende adicionalmente um circuito de arrefecimento (286) que se estende através de dito trocador de calor líquido a ar, pelo menos uma porção de dito circuito de arrefecimento posicionada próxima de dito conjunto elétrico (208).

10 10. Sistema (200), de acordo com a reivindicação 9, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que dito conjunto elétrico (208) compreende um aquecedor resistivo (302) eletricamente acoplado a dito gerador (250), dito aquecedor resistivo posicionado ao longo de uma via de escoamento de dito conjunto de arrefecimento (206).



Handwritten mark resembling a stylized 'C' or 'r'.

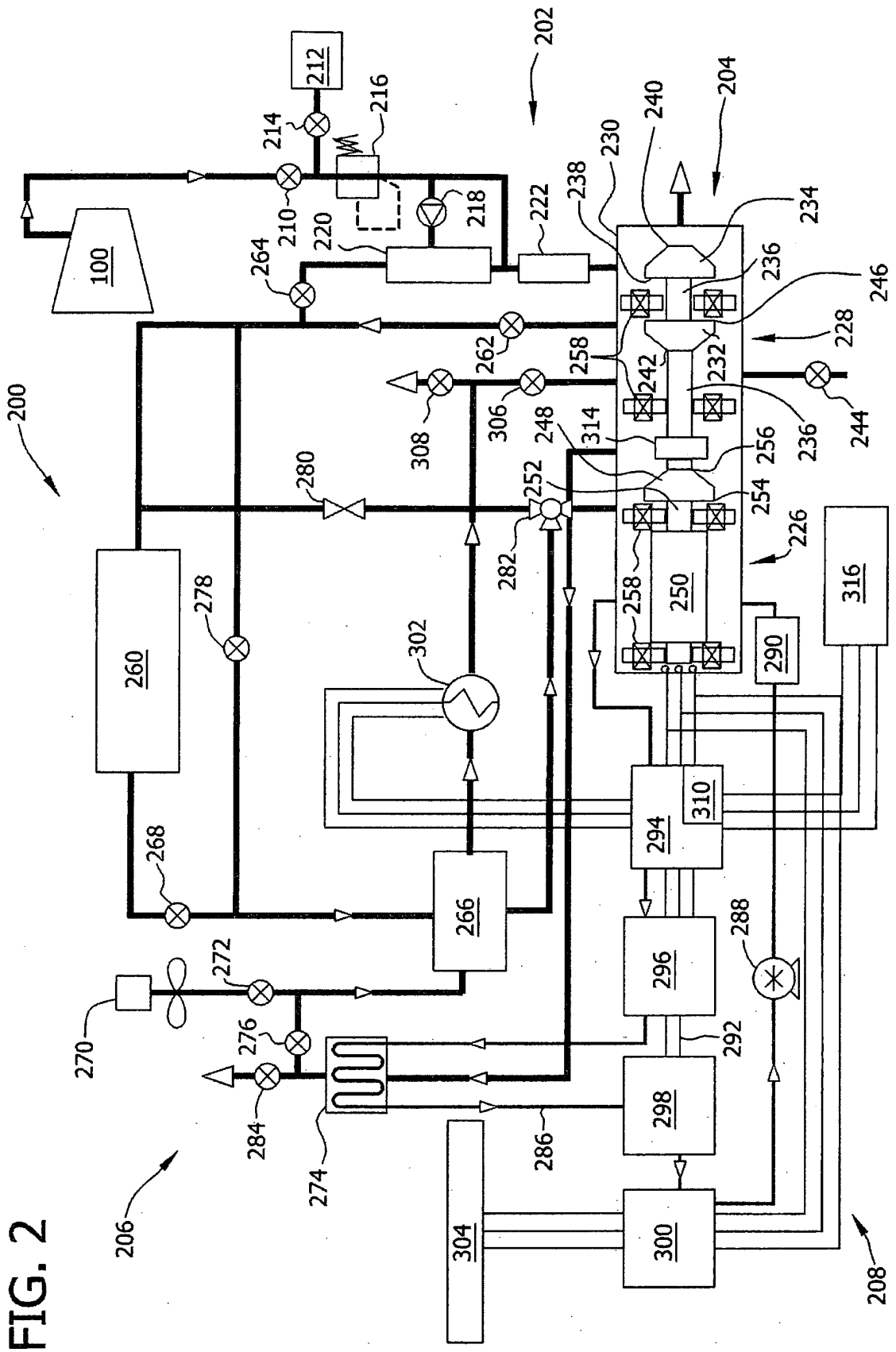


FIG. 2

RESUMO**“MÉTODO E SISTEMA PARA PROVER ARREFECIMENTO E FORÇA”**

É provido um sistema (200) para prover arrefecimento e força. O sistema inclui um conjunto de turbina (204) que inclui uma unidade de arrefecimento (226) incluindo uma primeira turbina (248) giratoriamente acoplada a um gerador (250) por meio de um primeiro eixo (252). O conjunto de força inclui adicionalmente uma unidade de força (228) incluindo uma segunda turbina (234) giratoriamente acoplada a um compressor por meio de um segundo eixo (236), a unidade de força acoplada em comunicação de fluxo com a unidade de arrefecimento de tal forma que o primeiro eixo e o segundo eixo são independentemente giratórios um em relação ao outro.