



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

(11) PI 0915840-5 B1



(22) Data do Depósito: 08/06/2009

(45) Data de Concessão: 15/09/2020

(54) Título: APARELHO PARA IGNIÇÃO DE COMBUSTÍVEL FLUIDO EM UMA CÂMARA DE COMBUSTÃO, E SISTEMA PARA CONTROLAR A IGNIÇÃO EM UMA CÂMARA DE COMBUSTÃO

(51) Int.Cl.: F02M 39/00.

(30) Prioridade Unionista: 10/06/2008 US 12/136,334.

(73) Titular(es): LOCUST USA, INC..

(72) Inventor(es): ERNEST W. WILCOX; NIGEL MACDONALD.

(86) Pedido PCT: PCT US2009046536 de 08/06/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/152067 de 17/12/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/12/2010

(57) Resumo: CONJUNTO DE VELA DE IGNIÇÃO. A presente invenção refere-se a um aparelho para ignição de combustível fluido em uma câmara de combustão, o aparelho compreendendo: pelo menos um elemento alongado que define um canal de combustível interno; um laço de fios condutores incluindo uma bobina de aquecimento e uma bobina de ignição, a referida bobina de aquecimento disposta operavelmente no interior do referido canal de combustível interno para aquecimento resistivo de combustível fluido que circula através do referido canal de combustível interno, e a referida bobina de ignição disposta operativamente a jusante do referido canal de combustível interno para ignição do combustível fluido que sai do canal de combustível interno, em que a referida bobina de aquecimento e a referida bobina de ignição são acopladas eletronicamente em série, a referida bobina de aquecimento está em contato direto com o combustível fluido que circula através do referido canal de combustível interno e a referida bobina de ignição está em contato direto com o combustível que sai do referido canal de combustível interno.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**APARELHO PARA IGNIÇÃO DE COMBUSTÍVEL FLUIDO EM UMA CÂMARA DE COMBUSTÃO, E SISTEMA PARA CONTROLAR A IGNIÇÃO EM UMA CÂMARA DE COMBUSTÃO**".

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

[1] A presente invenção refere-se, amplamente, a mecanismos para ignição de combustível em uma câmara de combustão. Mais particularmente, a presente invenção refere-se a velas de ignição que utilizam aquecimento resistivo para ignição de um combustível inflamável fornecido às mesmas.

2. Estado da Técnica

[2] Motores de turbinas pequenos e outros motores rotativos utilizam, comumente, uma vela de ignição empregando aquecimento resistivo para inflamar um combustível inflamável em uma câmara de combustão. A chama resultante, produzida pela queima de combustível na câmara de combustão inflama combustível líquido pesado que é introduzido na câmara de combustão. O combustível inflamável fornecido à vela de ignição é, então, cortado e o motor continua a funcionar no combustível líquido pesado fornecido à câmara de combustão. Esse tipo de vela de ignição é referido, tipicamente, como uma vela de incandescência, exemplos das quais são vendidos comercialmente sob o nome comercial O.S. Engines de Great Planes Model Distributors of Champaign, Illinois.

[3] Como o aquecimento resistivo empregado pelas velas de incandescência não inflamará os combustíveis líquidos pesados que são requeridos para fazer o motor funcionar, um sistema de combustível adicional é requerido para dar partida no motor. O sistema de combustível adicional aumenta significativamente o custo operacional e o peso desses motores. Velas de incandescência que inflamam o com-

bustível pesado têm sido utilizadas em grandes motores a diesel para aquecer o ar de combustão para auxiliar na partida do motor. Contudo, essas velas de incandescência da técnica anterior, tipicamente, usam tensões de C.C. de alta amperagem, são muito grandes e pesadas e não são compatíveis com motores de turbinas de tamanho pequeno. Além disso, elas estão sujeitas à coqueificação do curso de combustível através da vela de ignição, o que reduz a vida operacional da vela de ignição e aumenta os custos operacionais desses motores.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[4] Uma vela de ignição é proporcionada, a qual inflama combustível em uma câmara de combustão. A vela de ignição tem pelo menos um elemento alongado que define um canal de combustível interno. O pelo menos um elemento alongado suporta um laço de fios condutores que tem uma bobina de aquecimento e uma bobina de ignição acopladas eletronicamente em série. A bobina de aquecimento é disposta operavelmente no interior do canal de combustível interno e em contato direto com o combustível fluido que circula através dele para aquecimento resistivo no mesmo. A bobina de ignição é disposta a jusante do canal de combustível interno para ignição do combustível fluido à medida que ele sai do canal de combustível interno.

[5] Na modalidade preferida, o pelo menos um elemento alongado inclui um elemento tubular interno que é circundado por um elemento oco externo de suporte, que suporta o elemento tubular interno, de preferência, em uma posição deslocada da borda de topo do elemento de suporte externo. Nesta configuração preferida, o espaço interno dos elementos interno e externo define o canal de combustível interno, que começa perto da borda de topo do elemento de suporte externo e se estende ao longo do eixo geométrico central dos elementos interno e externo. A bobina de aquecimento do laço de fios condutores é disposta no interior do elemento tubular interno. A bobina de

ignição é disposta a jusante dos elementos interno e externo, adjacente à saída do canal de combustível interno. Dois terminais são dispostos em uma superfície exterior do elemento externo, de preferência, em localizações acima da projeção radial da borda de topo do elemento tubular interno. Os dois terminais são acoplados eletronicamente às extremidades do laço de fios condutores de modo que uma tensão aplicada através dos dois terminais fornece corrente através do laço de fios condutores, assim, ativando as bobinas de aquecimento e de ignição. Na modalidade preferida, a bobina de aquecimento se estende no interior do canal de combustível interno ao longo de uma porção substancial da dimensão longitudinal do elemento tubular interno. Essa disposição proporciona rápido aquecimento térmico do combustível dentro da vela de ignição com consumo mais baixo de energia. Além disso, o elemento tubular interno atua como um isolador elétrico entre a bobina de aquecimento e as outras porções do laço de fios condutores, o que ajuda a impedir curtos elétricos.

[6] De acordo com uma modalidade, o laço de fios condutores tem uma resistência na faixa de 1,7 a 2,2 ohms, proporciona aquecimento resistivo até uma temperatura na faixa de 704,44 a 760 °C (1300 a 1400 °F) e despende menos de 30 watts de energia elétrica, quando ativado. Esses parâmetros são suficientes para vaporizar e inflamar uma ampla faixa de combustíveis líquidos pesados (incluindo combustível em jato) com exigências de energia reduzidas. Além disso, combustível líquido é vaporizado rapidamente, de modo que a coqueificação do canal de combustível através da vela de ignição é reduzida significativamente.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[7] A figura 1 é uma vista explodida de uma vela de ignição de acordo com a presente invenção;

[8] A figura 2 é uma vista seccional transversal parcial da vela

de ignição da figura 1;

[9] As figuras 3 e 4 são vistas esquemáticas de um sistema de alimentação automática de combustível que emprega a vela de ignição das figuras 1 - 2; a figura 3 representa as operações do modo de partida realizadas pelo sistema; E a figura 4 representa as operações de modo normal ON realizadas pelo sistema.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[10] Voltando agora às figuras 1 e 2, uma vela de ignição 100 de acordo com a presente invenção inclui um tubo de suporte externo 102, que circunda um tubo interno 103 e laço de fios condutores 104 nele dispostos. O tubo interno 103, de preferência, é oco, cilíndrico e feito de um material cerâmico eletricamente isolante, tal como tubulação cerâmica ômega p/n orx 132116, que pode resistir às temperaturas extremamente altas envolvidas e é eletricamente isolante. O tubo interno 103, de preferência, tem um diâmetro interno de 0,15 cm (0,061") e um diâmetro externo de 0,23 cm (0,093"). O tubo de suporte externo 102, de preferência, é oco, cilíndrico e também feito de um material cerâmico eletricamente isolante, tal como tubulação cerâmica Ortech, feita de material de alumina. O tubo de suporte externo 102, de preferência, tem um diâmetro externo de 0,39 cm (0,156") e um diâmetro interno de 0,26 cm (0,103"). Na modalidade preferida, o tubo interno 103 é disposto no interior do tubo de suporte externo 102 e rebaixado em uma porção inferior 105a de uma porção interior 105 do tubo de suporte externo 102. Os tubos interno e externo 103, 102 definem um canal de combustível 106 que começa em uma borda de topo 107 do tubo de suporte externo 102 e se estende ao longo de um eixo geométrico central longitudinal 130 dos tubos externo e interno 102, 103, de modo que o combustível que passa através dele está em contato direto com as paredes interiores dos tubos externo e interno 102, 103. O tubo interno 103 pode ser suportado dentro do tubo externo

102 através de um encaixe por interferência e/ou por um adesivo (por exemplo, um adesivo isolante, tal como um composto adesivo de magnésia, por exemplo, composto adesivo de magnésia 906, vendido comercialmente por Cotronics Corp. of Brooklyn, NY). Uma vedação pode ser formada em uma borda de topo 109 do tubo interno 103 de modo que combustível fornecido para o canal de combustível 106 passa no interior do tubo interno 103, sem vazamento em torno da borda de topo 109. A vedação pode ser realizada a partir de um adesivo isolante (tal como um composto adesivo de magnésia, por exemplo, composto adesivo de magnésia 906, vendido por Cotronics Corp. of Brooklyn, NY). A vedação também pode proporcionar acoplamento mecânico entre o tubo interno 103 e o tubo externo 102.

[11] O canal de combustível 106, além de proporcionar um curso para o combustível que circula através dos tubos externo e interno 102, 103, também proporciona um curso passante para porções do laço de fios condutores 104. Uma porção do laço de fios condutores 104 é disposta no interior do tubo interno 103, enquanto outra porção é disposta entre os tubos externo e interno 102, 103, a fim de isolar eletricamente as porções do laço de fios condutores 104, como ainda discutido abaixo.

[12] O laço de fios condutores 104 pode ser dividido, logicamente, em quatro seções acopladas em série 104A, 104B, 104C, 104D. A primeira seção 104A do laço de fios condutores 104 se estende de um segundo terminal 112 em uma superfície exterior do tubo externo 102 através de um furo perfurado através do tubo externo 102 e através da borda de topo 109 do tubo interno 103. De preferência, a primeira seção 104A é conectada ao segundo terminal 112 por uma soldagem por pontos ou outros meios adequados. A segunda seção 104B (referida abaixo como uma "bobina de aquecimento") é enrolada em uma forma de bobina helicoidal, que é disposta operavelmente ao longo do canal

de combustível 106 no interior do tubo interno 103 e se estende, substancialmente, ao longo do comprimento do tubo interno 103. A segunda seção 104B atua como uma bobina de aquecimento que contata diretamente e aquece o combustível que circula através do canal de combustível 106, de modo que o combustível é vaporizado à medida que sai do canal de combustível 106. A terceira seção 104C (referida abaixo como uma "bobina de ignição") começa em uma extremidade da bobina de aquecimento 104B e cai em uma localização a jusante dos tubos externo e interno 102, 103 e se enrola em uma forma de bobina helicoidal adjacente à saída (*exit*) 106A do canal de combustível 106. A bobina de ignição 104C opera para inflamar combustível vaporizado que sai do canal de combustível 106. A quarta seção 104D se estende de uma extremidade da bobina de ignição 104C para cima, entre o tubo interno 103 e o tubo externo 102 e, então, através de um furo no tubo externo 102 para conexão a um primeiro terminal 114. A quarta seção 104D pode se estender para cima em um anel entre os tubos externo e interno 102, 103, conforme mostrado na figura 2 ou, possivelmente, através do espaço entre os tubos externo e interno 102, 103, definindo, através de esmerilhamento, um plano na superfície exterior do tubo interno 103. Um adesivo isolante pode ser proporcionado entre o tubo interno 103 e o tubo externo 102, de modo que a quarta seção 104D passa através do adesivo, na rotapara o primeiro terminal 110. De preferência, a quarta seção 104D é conectada ao primeiro terminal 114 por meio de soldagem por pontos ou outro meio adequado. Importante, a quarta seção 104D é isolada eletricamente da bobina de aquecimento 104B pelo cilindro interno 103 e, possivelmente, através de adesivo isolante. O adesivo isolante também pode ser usado para tampar os furos através do tubo externo 102, que permite a passagem das seções 104A, 104D, de modo que o combustível que circula através do curso de combustível 106 não vazará para fora do

tubo externo 102.

[13] Os terminais (112, 114) são montados na superfície exterior da parede anular do tubo externo 102 e, de preferência, são feitos de cobre. Na modalidade preferida, os terminais 112, 114 têm porções cilíndricas 112a, 114a, que deslizam sobre a superfície externa do tubo externo 102 e porções de aba 112b, 114b, que se projetam para longe do tubo externo 102. As porções cilíndrica são presas ao tubo externo 102 pelo uso de adesivo isolante. A primeira extremidade 108 do laço de fios condutores 104 é conectada ao segundo terminal 112 e a extremidade de retorno 110 do laço de fios condutores 104 é conectada ao primeiro terminal 114. O adesivo isolante também pode ser usado para isolar os dois terminais 112, 114 e as duas extremidades 108, 110 do laço de fios condutores uns dos outros. De modo vantajoso, o adesivo isolante da configuração acima isola eletricamente as várias porções do laço de fios condutores 104 umas das outras, assim, minimizando o risco de curtos elétricos.

[14] Uma porção de fundo 102a do tubo externo 102 é suportada por um elemento inferior 124 e é presa ao mesmo, de preferência, pelo adesivo isolante. O elemento inferior 124 define um furo axial 124b para suportar o tubo externo 102, um ressalto exterior 124c que faz interface com uma chave inglesa comum ou outra ferramenta para instalação e remoção e uma superfície macho rosqueada exterior 124a, que é recebida por um orifício rosqueado (não mostrado), levando a uma câmara de combustão 128 (figura 3). O furo axial 124b define uma etapa no elemento inferior 124 para suportar os tubos externo e interno 102, 103. A bobina de ignição 104C é disposta a jusante da saída do tubo externo 102, de preferência, exatamente abaixo da superfície macho rosqueada 124a do elemento inferior 124, conforme mostrado melhor na figura 2.

[15] Um acoplador de linha de combustível 118 é correspondida

à borda de topo 107 do tubo externo 102 através de um encaixe por interferência ou outro meio de fixação adequado. O acoplador de linha de combustível 118 pode ser qualquer conector de linha de combustível de múltiplas peças padrão conhecido na técnica para conexão a uma linha de combustível. O acoplador de linha de combustível 118 define um canal interno 120 em comunicação de fluido com o canal de combustível 106 dos tubos externo e interno 102, 103 e o canal de combustível 106 existente. O acoplador de linha de combustível 118 proporciona acoplamento a uma linha de abastecimento de combustível 205A (figuras 3, 4). Durante operações de partida como descrito abaixo, o combustível circula da linha de abastecimento de combustível 205A para o canal interno 120 do acoplador de combustível 118 e no canal de combustível 106 dos tubos externo e interno 102, 103. O combustível continua a circular para a extremidade inferior do tubo interno 103, onde é ejetado do mesmo.

[16] À medida que o combustível líquido circula através do canal de combustível 106 do tubo interno 103, ele entra em contato direto com a bobina de aquecimento 104B do laço de fios condutores 104. Calor é gerado na bobina de aquecimento 104B através da resistência da bobina de aquecimento para a corrente induzida no laço de fios condutores 104 através da aplicação de uma tensão através dos terminais 112, 114. A bobina de aquecimento 104B opera para aplicar calor suficiente diretamente no combustível que circula através do canal de combustível 106 do tubo interno 103, de modo que o combustível evapora antes de sair do tubo 103. O tubo interno 103 atua como um conduto térmico, que auxiliar no aquecimento do fluido.

[17] À medida que o combustível sai do canal de combustível 106 do tubo interno 103, ele se mistura com ar e entra em contato direto com a bobina de ignição 104C. A corrente que passa através do laço de fios condutores 104 também faz com que a bobina de ignição

104 C se aqueça até uma alta temperatura suficiente para inflamar o vapor de combustível que é ejetado do canal de combustível interno 106 e misturado com ar. A chama do combustível de queima inflamado pela bobina de ignição 104C inflama o combustível líquido que circula na câmara de combustão 128 de uma segunda linha de abastecimento de combustível 205B (figuras 3, 4).

[18] Durante operações de partida, um sinal de tensão pulsado é aplicado, de preferência, através dos dois terminais 112, 114 do laço de fios condutores 104, o que faz com que pulsos de corrente circulem através do laço de fios condutores 104. De modo alternativo, uma tensão de abastecimento de CC pode ser aplicada através dos terminais 112, 114 para induzir uma corrente de CC no laço de fios condutores 104. O fornecimento de pulsos de tensão através dos terminais 112, 114 em lugar de uma tensão de abastecimento de CC pode aumentar a vida da vela de ignição 100 tanto quanto dez vezes. A quantidade de corrente que circula através do laço de fios condutores 104 é governada pela resistência elétrica proporcionada pelo laço de fios condutores 104 de acordo com a Lei de Ohm. O laço de fios condutores 104 está adaptado para controlar a resistência elétrica realizada pelo laço de fios condutores 104 a fim de proporcionar as características de aquecimento desejadas. A aplicação do sinal de tensão pulsado através dos terminais 112, 114, bem como o aquecimento da resistência e a ignição proporcionada pelo laço de fios condutores 104 gasta , significativamente, menor energia do que os desenhos da técnica anterior. Essa exigência reduzida de energia permite o uso de fornecimentos de energia leves e, assim, reduz o peso global do sistema.

[19] Na modalidade preferida, combustível líquido pesado (tal como combustível líquido de jato, querosene ou diesel) é fornecido à vela de ignição 100 e o calor aplicado ao combustível líquido pelo laço de fios condutores 104 é suficiente de modo que o combustível líquido

pesado aplicado ao mesmo é evaporadosubstancialmente dentro do canal de combustível 106 e, assim, é ejetado do canal de combustível 106 em uma forma de vapor. A temperatura de aquecimento do canal de combustível 106 deve permanecer alta o bastante para aquecer o combustível líquido pesado em vapor e minimizar a quantidade de combustível que permanece na parede do canal de combustível 106. O combustível em excesso que nela permanece pode causar coqueificação, o que pode inibir o fluido de circular adequadamente através do canal de combustível 106. O número de espiras da bobina de aquecimento 104B do laço de fios condutores 104 e a condutividade térmica do tubo interno 103 afetam a temperatura de aquecimento do canal de combustível 106.

[20] O laço de fios condutores 104, de preferência, é realizado por fio de nicromo de 0,02 cm (0,010") de diâmetro de, aproximadamente, 10,41 cm (4,1 polegadas), o que proporciona uma resistência total na faixa de 1,7 a 2,7 ohms nas temperaturas de operação desejadas discutidas abaixo. Outros fios metálicos adequados para aquecimento resistivo de alta temperatura também podem ser usados, incluindo platina e tungstênio. As temperaturas da bobina de aquecimento 104B e a bobina de ignição 104C também são determinadas pela resistência e pelo comprimento do fio da bobina de aquecimento 104B e da bobina de ignição 104C, respectivamente. Na modalidade preferida, a resistência e o comprimento da bobina de aquecimento 104B são selecionados de modo que a temperatura de operação da bobina de aquecimento 104B está na faixa de 704,44°C (1.300°F) a 760°C (1.400°F). A tensão preferida aplicada através dos terminais 112, 114 para produzir essas temperaturas é 7,5 Volts, com a bobina de aquecimento 104B tendo uma resistência na faixa de 1,0 - 1,5 ohms e a bobina de ignição tendo uma resistência na faixa de 0,7 - 1,2 ohms. A operação da bobina de aquecimento 104B e da bobina de ignição 104

C nesses níveis de tensão permite que a vela de ignição 100 inflame combustível líquido pesado evaporado, enquanto gasta menos de 30 watts de energia.

[21] De modo vantajoso, a alta temperatura de aquecimento gerada pelo laço de fios condutores 104 reduz, significativamente, a suscetibilidade de coqueificação de combustível no canal de combustível 106. A aplicação de uma tensão pulsada através dos terminais 112, 114 aumenta a vida do laço de fios condutores 104. O tubo externo 102, o tubo interno 103 e o elemento inferior 124 da vela de ignição 100, de preferência, são dimensionados e moldados de modo que a vela de ignição 100 seja diretamente permutável com velas de incandescência existentes para motores de turbinas de tamanho pequeno.

[22] A vela de ignição 100, conforme aqui descrita, de preferência, é empregada como parte de um sistema inteligente de abastecimento de combustível 200, conforme mostrado nas figuras 3 e 4. O sistema inteligente de abastecimento de combustível 200 inclui uma bomba de fluido 202 que é acoplada, fluidicamente, a um tanque de combustível 204 que armazena combustível líquido pesado, tal como combustível de jato, querosene ou diesel. A saída da bomba de combustível se ramifica ao longo de duas linhas de abastecimento de fluido 205A, 205B. A primeira linha de abastecimento de fluido 205A leva à vela de ignição 100. A segunda linha de abastecimento de fluido 205B leva a uma pluralidade de bocais 206 para injetar combustível líquido na câmara de combustão 128. Dois solenoides ativados eletronicamente 208A, 208B são dispostos em série ao longo da primeira linha de abastecimento de fluido 205A. Uma unidade de controle eletrônico 210 faz interface com a bomba de combustível 202 e os solenoides 208A, 208B.

[23] Durante operações de partida, conforme mostrado na figura 3, a unidade de controle eletrônico 210 ativa a bomba de combustível

202 via a(s) linha(s) de controle 211, enquanto o solenoide 2-8A (rotulado "solenoide de partida") e o solenoide 208B (rotulado "solenoide secundário") via a(s) linha(s) de controle 213 e 215, respectivamente, assim, abrindo a linha de abastecimento de fluido 205A entre a bomba de combustível 202 e a vela de ignição 100 e fazendo o combustível circular ao longo do curso mostrado pela seta iluminada 217. A unidade de controle eletrônica 210 também fornece um potencial de tensão através dos dois terminais 112, 114 da vela de ignição 100, assim, ativando o aquecimento resistivo proporcionado pelo laço de fios condutores 104 da vela de ignição 100, desse modo, ativando o aquecimento resistivo proporcionado pelo laço de fios condutores 104 da vela de ignição 100, de modo que o combustível que circula através da vela de ignição 100 é evaporado e inflamado como descrito acima. A chama 218 do combustível de queima evaporado inflama o combustível líquido que é injetado na câmara de combustão 128 via a segunda linha de abastecimento de fluido 205B e os bocais 206, assim, permitindo a partida por combustão.

[24] Na modalidade preferida, a tensão fornecida pela unidade de controle eletrônico 210 através dos terminais 112, 114 do laço de fios condutores 104 está na forma de pulsos. Assim, durante a partida, fluido circula, continuamente, ao longo da linha de abastecimento de fluido 205A, em direção à vela de ignição 100, mas a corrente para a bobina de aquecimento 104B e a bobina de ignição 104C é ligada e desligada (pulsada), repetidamente, pela aplicação de pulsos de tensão através dos terminais 112, 114. O período de tempo de cada pulso de tensão pode ser variado, mas é, de preferência, da ordem de dez hertz. O pulsar da tensão aplicada ao laço de fios condutores 104, dessa maneira, aumenta a longevidade do laço de fios condutores 104 e, por extensão, da vela de ignição 100. De modo alternativo, uma tensão de CC contínua de 7,5 volts também pode ser aplicada através

dos terminais 112, 114 durante operações de partida por combustão.

[25] Durante operações de partida, a unidade de controle 210 aumenta o abastecimento de combustível à câmara de combustão 128 e, de preferência, inicia um aumento da velocidade do rotor do motor, o que acelera o motor até uma velocidade de rotação mínima.

[26] Após as operações de partida estarem completas, a unidade de controle eletrônico 210 faz uma transição para o modo normal ON de operação, conforme mostrado na figura 4. No modo normal ON, a unidade de controle eletrônico 210 ativa a bomba de combustível 202 via a(s) linha(s) de controle 211, enquanto fecha o solenoide de partida 208A via a(s) linha(s) de controle 213 para, assim, bloquear o abastecimento de combustível ao longo do curso de abastecimento de combustível 205A. A unidade de controle eletrônico 210 também cessa a tensão de pulso de operação de partida (ou tensão de CC) através dos terminais 112, 114 da vela de ignição 100, assim, desativando o aquecimento resistivo proporcionado pelo laço de fios condutores 104. Finalmente, a unidade de controle eletrônico 210 controla o solenoide secundário 208B via a(s) linha(s) 215 para acoplar, fluidicamente, a linha de abastecimento de fluido 217 que leva ao canal interno 120 do acoplador de linha de combustível 118 a uma linha de combustível secundária 219, assim, ventilando o canal interno 120 e o canal de combustível 106 da vela de ignição 100 por um período de tempo predeterminado (de preferência, da ordem de vinte segundos), de modo que qualquer combustível líquido que permaneça na mesma durante o modo normal ON será esgotado pela pressão do queimador fora da linha de combustível secundária 219, como representado pela seta 221 (figura 4). Durante esse período de tempo predeterminado, qualquer combustível restante no canal interno 120 e no canal de combustível 106 é esgotado. No final do período de tempo predeterminado, a unidade de controle eletrônico 210 fecha o solenoide secundário 208B.

[27] Na modalidade preferida, o termopar 122 é colocado na ou adjacente à câmara de combustão 128 a fim de detectar uma elevação de temperatura na câmara de combustão 128, conforme mostrado nas figuras 3 e 4. O termopar 122 é acoplado eletronicamente à unidade de controle 210. Quando o termopar 122 mede uma mudança de temperatura predeterminada durante operações de partida, o que indica que o combustível na câmara de combustão 128 inflamou, a unidade de controle 210 aumenta o abastecimento de combustível para a câmara de combustão 128 (o que inicia uma subida da velocidade do rotor do motor para uma velocidade de rotação mínima). A mudança de temperatura predeterminada em que a unidade de controle 210 inicia a subida do abastecimento de combustível (e, por extensão, a da velocidade do rotor) pode ser diferente, dependendo do tipo de motor usado. Para motores pequenos, essa mudança de temperatura predeterminada pode ser da ordem de 10 graus.

[28] A unidade de controle 210, então, comuta para um modo ON de operação, conforme discutido acima. De modo vantajoso, as operações de ventilação/ alijamento de combustível descritas acima reduzem, significativamente, a suscetibilidade de coqueificação de combustível no canal interno 120 e no canal de combustível 106 da vela de ignição 100 e, assim, aperfeiçoa a vida útil operacional da vela de ignição 100.

[29] Foram descritas e ilustradas aqui diversas modalidades de uma vela de ignição para aquecer e inflamar combustível que circula através dela. Embora modalidades particulares da invenção tenham sido descritas, não é pretendido que a invenção esteja limitada às mesmas, como é pretendido que a invenção seja tão ampla em escopo quanto a técnica irá permitir e que a o relatório descritivo seja lido igualmente. Desse modo, embora formas e configurações tubulares particulares de uma vela de ignição tenham sido descritas, será apre-

ciado que outras formas e configurações podem ser usadas, igualmente. Por exemplo, é considerado que a vela de ignição pode ser realizada a partir de um único elemento alongado que define um canal de combustível interno e suporta o laço de fios condutores, conforme aqui descrito. Esse elemento alongado, de preferência, inclui uma passagem que é isolada eletricamente do canal de combustível interno e aloja a porção de retorno do laço de fios condutores. Em outro exemplo, as seções espiraladas do aquecedor e da ignição do laço de fios condutores como aqui descritas podem ser configuradas como parte de laços condutores separados que são ligados em uma disposição paralela. Em outras modalidades alternativas, numerosas seções espiraladas poderiam ser usadas para proporcionar aquecimento resistivo e ignição do combustível. Essas seções espiraladas poderiam ser ligadas em série ou paralelas com uma fonte de abastecimento de energia elétrica. Embora terminais particulares tenham sido descritos para anexação às extremidades do laço de fios condutores, será apreciado que outras formas de terminais podem ser usadas. Além disso, embora materiais particulares e combustíveis particulares tenham sido descritos, será compreendido que outros materiais e combustíveis adequados podem ser usados, igualmente. Também, embora seja preferido que sinais de tensão pulsados sejam usados para acionar o(s) laço(s) de fios condutores da vela de ignição, será reconhecido que outras fontes de energia elétrica adequadas, tais como fontes de tensão de CA podem ser usadas, igualmente. Além disso, embora valores particulares de resistência dos fios, valores de fontes de tensão de CC, faixas de consumo em watts e faixas de temperaturas de aquecimento sejam descritos, outros valores de resistência dos fios, valores de fontes de tensão de CC, faixas de consumo em watts e faixas de temperaturas de aquecimento podem ser usados. Embora a estrutura aqui descrita mostre um tubo dentro de um tubo, será compreendido que

elementos alongados moldados diferentemente, contendo um canal de combustível interno, poderiam ser usados, bem como um desenho de elemento alongado único. Além disso, embora um sistema inteligente de abastecimento de combustível particular seja descrito, será compreendido que as velas de ignição aqui descritas podem ser usadas similarmente em uma ampla variedade de aplicações de combustão. Portanto, será apreciado por aqueles versados na técnica que outras modificações poderiam ser feitas na invenção proporcionada, sem desvio de seu espírito e escopo conforme reivindicado.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho para ignição de combustível fluido em uma câmara de combustão (128), o aparelho caracterizado pelo fato de que compreende:

pelo menos um elemento alongado que define um canal de combustível interno (106) para condução de combustível fornecido ao mesmo;

um laço de fios condutores (104) incluindo uma bobina de aquecimento (104B) e uma bobina de ignição (104C), a referida bobina de aquecimento (104B) separada e distinta de e disposta operavelmente no interior do referido canal de combustível interno (106) para aquecimento resistivo de combustível fluido que circula através do referido canal de combustível interno (106) e a referida bobina de ignição (104C) disposta operativamente a jusante do referido canal de combustível interno (106) para ignição do combustível fluido que sai do canal de combustível interno (106);

em que a referida bobina de aquecimento (104B) e a referida bobina de ignição (104C) são acopladas eletronicamente em série, a referida bobina de aquecimento (104B) está em contato direto com o combustível fluido que circula através do referido canal de combustível interno (106) e a referida bobina de ignição (104C) está em contato direto com o combustível que sai do referido canal de combustível interno (106).

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

primeiro e segundo terminais acoplados eletronicamente às respectivas extremidades do referido laço de fios condutores (104).

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o referido pelo menos um elemento alongado inclui um pri-

meiro elemento tendo uma dimensão longitudinal e a referida bobina de aquecimento (104B) se estende substancialmente ao longo da dimensão longitudinal do referido primeiro elemento.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o referido pelo menos um elemento alongado inclui um primeiro elemento e um segundo elemento que circunda e suporta a referido primeiro elemento.

5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que:

o referido primeiro elemento tem uma primeira dimensão longitudinal e a referida bobina de aquecimento (104B) se estende substancialmente ao longo da referida primeira dimensão longitudinal.

6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o referido laço de fios condutores (104) é realizado de fio de nicromo.

7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a referida bobina de aquecimento (104B) tem uma resistência na faixa entre 1,0 e 1,5 ohms.

8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

a referida bobina de ignição (104C) tem uma resistência na faixa entre 0,7 e 1,2 ohms.

9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

uma fonte de energia elétrica acoplada operavelmente ao referido laço de fios condutores (104), a referida fonte de energia elétrica abastecendo menos do que 30 W de energia elétrica para o refe-

rido laço de fios condutores (104) para aquecimento resistivo da referida bobina de aquecimento (104B) a fim de aquecer o combustível fluido que circula através do referido canal de combustível interno (106).

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o referido pelo menos um elemento alongado inclui um meio para acoplamento a um curso de abastecimento de combustível.

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o referido pelo menos um elemento alongado inclui um meio para acoplamento a um orifício rosqueado padrão de uma câmara de combustão (128).

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o referido laço de fios condutores (104) inclui dois terminais para recebimento de um sinal de tensão de modo pulso.

13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que:

o referido laço de fios condutores (104) inclui dois terminais para recebimento de um sinal de tensão de CC.

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

um meio para aplicação de energia elétrica ao referido laço de fios condutores (104) de modo que o aquecimento resistivo do combustível fluido causa vaporização do combustível líquido que passa através do referido canal de combustível do referido pelo menos um elemento alongado.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que:

o referido laço de fios condutores (104) proporciona aque-

cimento resistivo em uma temperatura maior do que 704,44 °C (1300° F).

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que:

o referido meio para fornecimento de energia elétrica compreende uma fonte de tensão de modo pulso que fornece um sinal de tensão de pulso predeterminado.

17. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que:

o referido meio para fornecimento de energia elétrica compreende uma fonte de tensão de CC que fornece um sinal de tensão de CC predeterminado.

18. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que:

o referido meio para fornecimento de energia elétrica fornece menos do que 30 W de energia elétrica para o referido laço de fios condutores (104) para aquecimento resistivo do combustível fluido que circula através do referido canal de combustível interno (106).

19. Sistema para controlar a ignição em uma câmara de combustão (128), o sistema caracterizado pelo fato de que compreende:

um aparelho como definido na reivindicação 1, em que o referido aparelho tem uma entrada para recebimento de combustível e um termopar para medição de temperatura da referida temperatura de combustão;

uma linha de abastecimento de combustível entre o referido aparelho e uma bomba de combustível, a referida linha de abastecimento de combustível incluindo um solenoide de partida (208A) e um solenoide secundário, a linha de abastecimento de combustível (205) alimentando combustível líquido para a referida entrada do referido

aparelho; e

uma unidade de controle eletrônico (210) acoplada operavelmente ao referido aparelho, ao referido termopar e aos referidos solenoides de partida e secundário, a referida unidade de controle eletrônico operando em um primeiro modo e em um segundo modo, em que,

no referido primeiro modo, um primeiro conjunto de sinais de controle é fornecido aos referidos solenoides de partida e secundário, respectivamente, para permitir que combustível líquido circule através da referida linha de abastecimento de combustível para o referido aparelho, um primeiro sinal de abastecimento de energia elétricas é aplicado ao referido laço de fios condutores (104), de modo que o aquecimento resistivo do combustível fluido causa vaporização do combustível fluido que passa através do referido canal de combustível interno (106) do referido aparelho junto com a ignição de combustível evaporado que sai do referido canal de combustível interno (106) do referido aparelho; e

no referido segundo modo, um segundo conjunto de sinais de controle é fornecido aos referidos solenoides de partida e secundário, respectivamente, para proibir o combustível fluido através da referida linha de abastecimento de combustível para o referido aparelho e um segundo sinal de abastecimento de energia elétrica é aplicado ao referido laço de fios condutores (104) para desativar o aquecimento resistivo do combustível fluido que passa através do referido canal de combustível interno (106) do referido aparelho e para desativar a ignição do combustível que sai do referido canal de combustível interno (106) do referido aparelho.

20. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que:

o referido termopar é montado adjacente à referida câmara

de combustão (128).

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que:

a referida unidade de controle eletrônico forma interface com o referido termopar e inicia a comutação do referido primeiro modo para o referido segundo modo, quando o referido termopar mede uma mudança de temperatura predeterminada, durante o referido primeiro modo.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que:

a câmara de combustão (128) é parte de um motor de turbina tendo um rotor; e

quando o referido termopar mede a referida mudança de temperatura predeterminada, a referida unidade de controle eletrônico aumenta o abastecimento de combustível líquido para a referida câmara de combustão (128) para aumentar a velocidade do rotor.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

uma linha secundária de combustível para descarte de combustível no referido canal de combustível interno (106) durante o referido segundo modo, em que o referido segundo conjunto de sinais de controle opera o referido solenoide secundário para acoplar fluidicamente a referida linha secundária de combustível com o referido canal de combustível interno (106) do referido aparelho, de modo que o combustível restante ou que entra no referido canal de combustível interno (106) do referido aparelho circula para a referida linha secundária de combustível.

24. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que ainda compreende:

pelo menos um bocal localizado dentro de uma câmara de

combustão (128), em que o combustível líquido é fornecido pela referida bomba de combustível para o referido pelo menos um bocal no referido primeiro modo e no referido segundo modo.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que:

o referido laço de fios condutores (104) da referida vela de ignição proporciona aquecimento resistivo em uma temperatura maior do que 704,44°C (1300°F).

26. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que:

o referido laço de fios condutores (104) da referida vela de ignição tem uma resistência em uma faixa entre 1,7 ohms e 2,2 ohms em sua faixa de temperatura de operação desejada

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que:

o referido primeiro sinal de abastecimento elétrico proporciona menos do que 30 W de energia elétrica para o referido laço de fios condutores (104).

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que:

os referidos primeiro e segundo sinais de abastecimento de energia elétrica compreendem sinais de tensão de CC predeterminados.

29. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que:

os referidos primeiro e segundo sinais de abastecimento de energia elétrica compreendem pulsos de tensão de CC predeterminados.

30. Sistema, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que:

durante o referido primeiro modo, a referida unidade de controle eletrônico ajusta um período de tempo e uma tensão do referido primeiro sinal de abastecimento de energia elétrica de acordo com a saída do referido termopar.

1/4

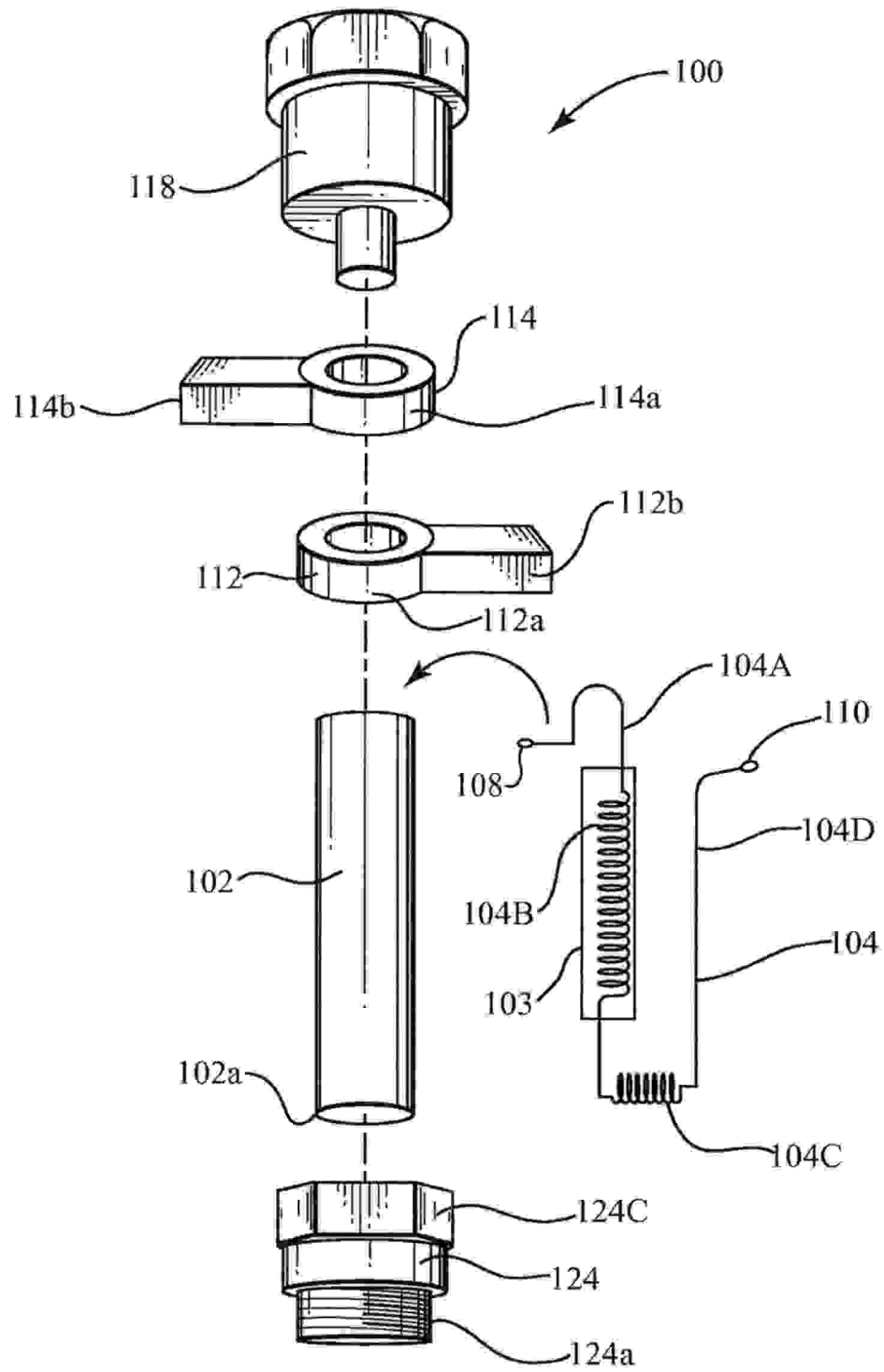


Fig. 1

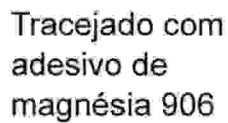


Fig. 2

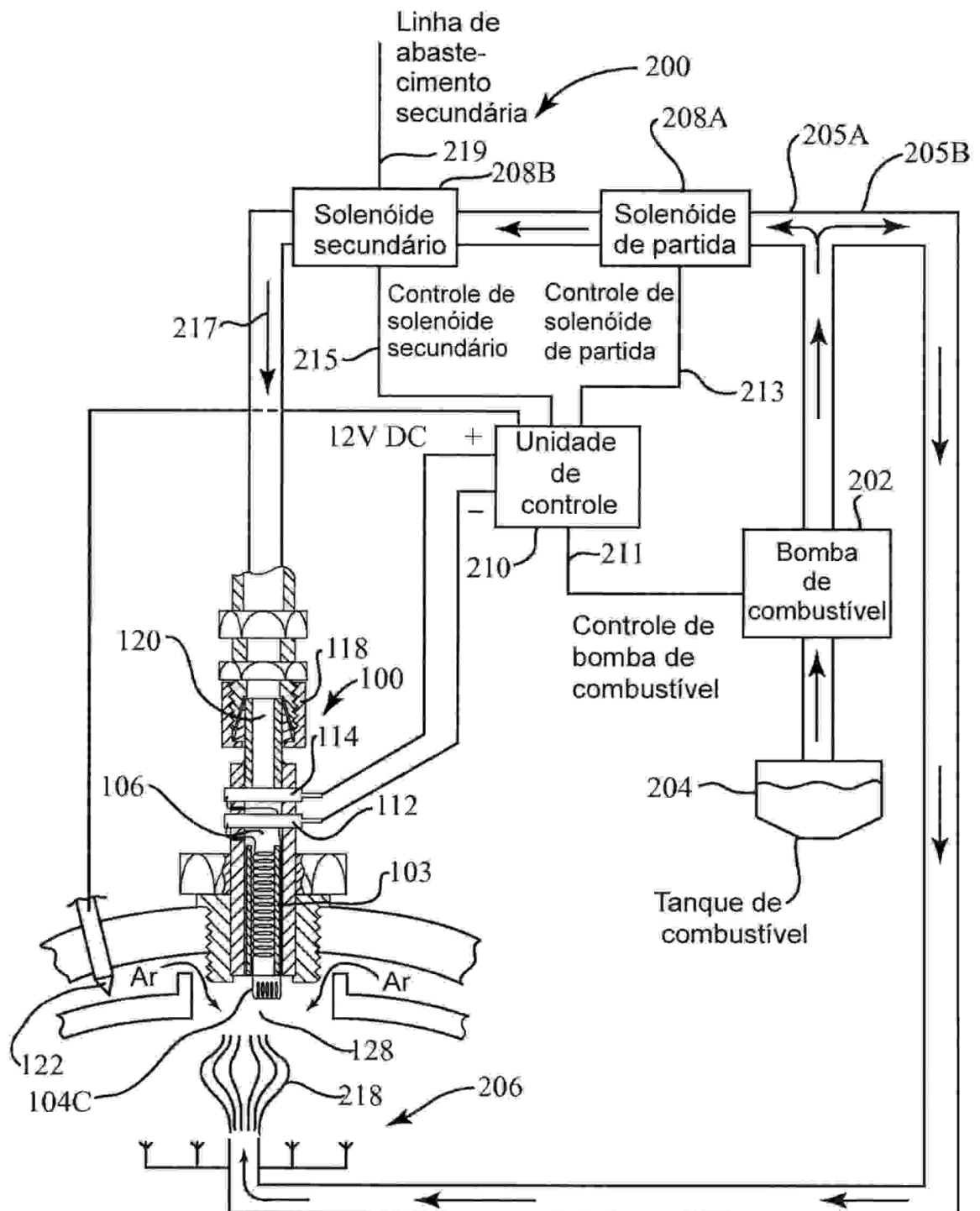


Fig. 3

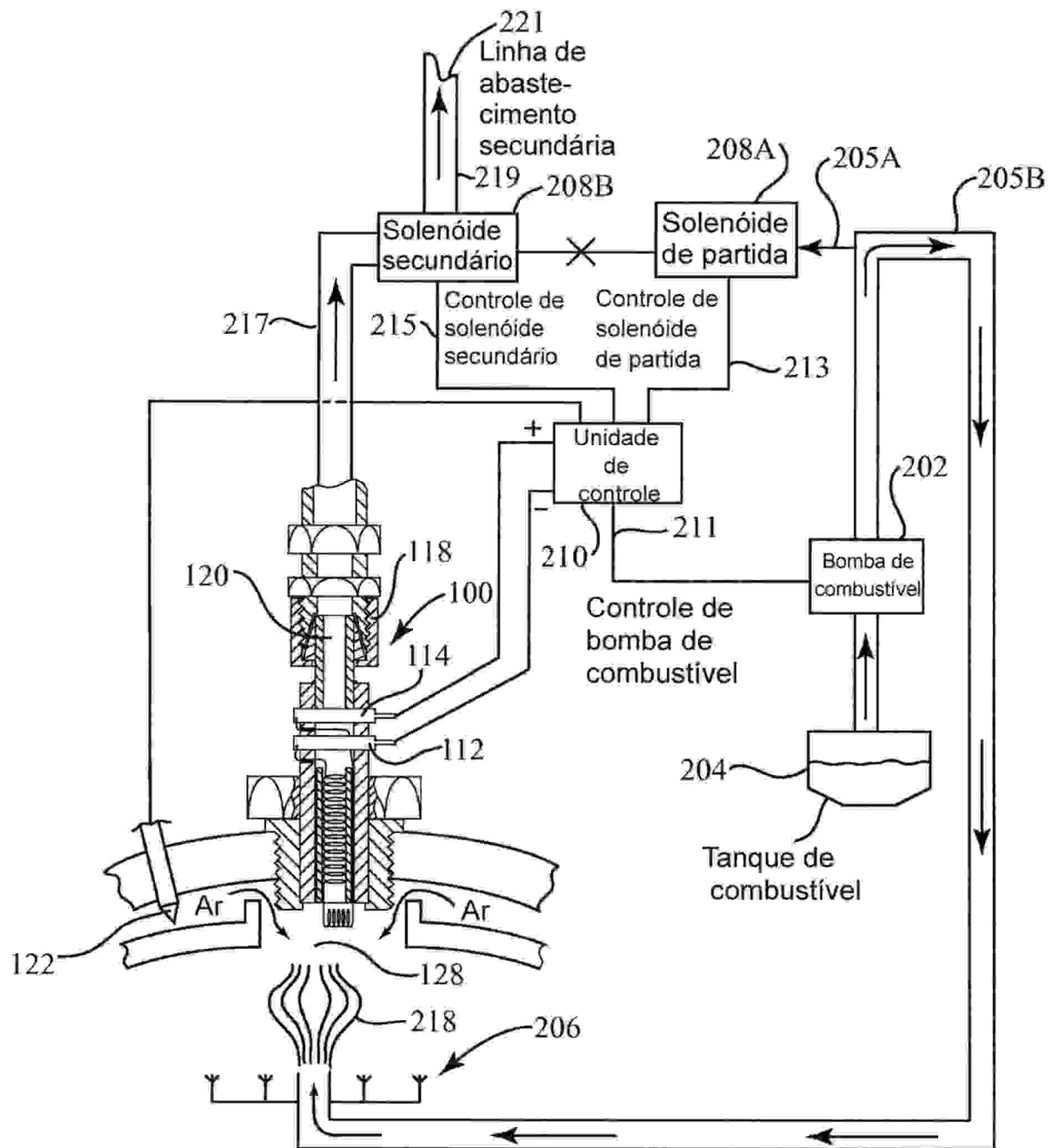


Fig. 4