



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

(21) **PI 0622113-0 A2**



(22) Data de Depósito: 06/11/2006
(43) Data da Publicação: 27/12/2011
(RPI 2138)

(51) *Int.Cl.:*
F02M 23/14
F02M 31/06
F02M 29/00
F02M 53/04

(54) **Título:** SISTEMA DE INDUÇÃO E ENVIO DE COMBUSTÍVEL PARA MOTOR A PISTÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 24/10/2006 AU 2006905892

(73) **Titular(es):** Envirotech Limited

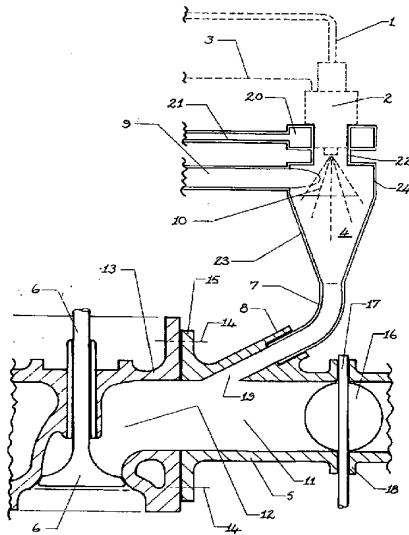
(72) **Inventor(es):** David Littlewood Johnson

(74) **Procurador(es):** Flávia Salim Lopes

(86) **Pedido Internacional:** PCT AU2006001653 de 06/11/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/049147de 02/05/2008

(57) **Resumo:** SISTEMA DE INDUÇÃO E ENVIO DE COMBUSTÍVEL PARA MOTOR A PISTÃO Um aparelho que constitui parte de um sistema de indução e de envio de combustível para um cilindro de um motor de combustão interna a pistão, que compreende um pequeno ciclone no qual é descarregado tangencialmente um fluxo de ar aquecido para a geração de um vórtice sustentado de velocidades rotativas altas; um injetor de combustível modulável que envia um fluxo de combustível atomizado para o referido pequeno ciclone, onde ele sofre uma evaporação rápida e uma mistura energética; um duto de envio conectando o referido pequeno ciclone ao trato de entrada do referido cilindro, onde a referida mistura de ar combustível de vórtice é misturada com ar de indução; e meios para se evitar um superaquecimento do referido injetor de combustível modulável.



SISTEMA DE INDUÇÃO E ENVIO DE COMBUSTÍVEL PARA MOTOR A PISTÃO

Esta invenção se refere a métodos e aparelhos para uso em motores de combustão interna a pistão para condicionamento da corrente de ar de entrada e para 5 condicionamento do combustível descarregado para a corrente de ar de entrada.

Na operação de motores de combustão interna a pistão abastecidos com gasolina, é prática normal que o 10 combustível seja descarregado na corrente de ar de entrada na forma de gotículas de líquido finamente divididas. O envio de gotícula tem a vantagem de o combustível nesta forma deslocar um mínimo de ar, desse modo tornando disponível um máximo de oxigênio para combustão do 15 combustível no cilindro do motor. Embora alguma evaporação do combustível em gotícula realmente ocorra durante a passagem da mistura através do trato de entrada e uma evaporação adicional ocorra como resultado da elevação de temperatura associada a uma compressão da carga no 20 cilindro, parte do combustível pode permanecer em forma de gotícula líquido no começo da ignição. Como a ignição é iniciada no teor de vapor da carga, portanto, é necessário prover uma quantidade maior de combustível na carga, de modo a se garantir uma mistura de vapor suficientemente 25 rica para a ignição ocorrer de forma confiável sob todas as condições de operação. Em motores com carburador convencionais, misturas pobres são providas para uma operação à potência baixa e um combustível adicional é liberado através de provisões de enriquecimento de potência 30 durante altas BMEPs.

Foi demonstrado que, uma vez que uma frente de chama de autopropagação tenha sido estabelecida no cilindro, ela se propagará de forma confiável por toda a generalidade de uma carga tendo uma intensidade de mistura muito mais pobre do que aquela requerida para uma ignição confiável ocorrer. Muitos sistemas foram propostos para exploração deste efeito pela provisão de uma mistura localmente enriquecida na região de ignição. Esses métodos de estratificação de carga são bem conhecidos na técnica, mas não encontraram preferência por causa do custo extra e da complexidade que eles envolvem. Em alguns motores, a confiabilidade da ignição de misturas pobres melhorou pela provisão de fontes de ignição maiores, mais energéticas ou múltiplas em cada cilindro.

Também é bem conhecido na técnica que, em motores nos quais os cilindros são supridos com uma mistura através de um coletor de entrada de ramificação múltipla, é difícil garantir uma distribuição uniforme. Como resultado, alguns cilindros tendem a receber uma mistura mais pobre do que outros, tornando um aumento compensatório na intensidade de mistura geral necessário. Exceto quando carburadores individuais alimentam cilindros individuais através de tratos de entrada retos, este efeito é comum em motores com carburador convencionais. O problema de distribuição de mistura desigual não é mitigado por arranjos de injeção de combustível de caixa de difusor, os quais retêm provisões de coletor de entrada convencionais.

Desigualdades na distribuição de mistura como resultado de inadequações de trato de entrada foram comumente vencidas pela injeção de combustível em forma de

gotícula diretamente na abertura da janela de entrada, a partir de onde é entranhado no fluxo de ar de entrada e portado para o cilindro. Embora a injeção de janela de uma quantidade de combustível de forma acurada apropriada para os parâmetros de operação instantâneos de um motor realmente mitigue o problema de distribuição de mistura desigual, há menos oportunidade para evaporação do combustível em gotícula na distância de curso curta envolvida e parte ainda permanecerá em forma de gotícula no começo da ignição. Assim, ausente uma estratificação de carga ou provisões de ignição mais elaboradas, uma intensidade de mistura mais rica do que o necessário é requerida, de modo a se garantir a presença de combustível suficiente em forma de vapor para a obtenção de uma ignição confiável.

É bem sabido que motores a diesel comumente operam em números lambda excedendo a 1,5. Isto significa que mais de 150% do ar requerido para uma mistura estequiométrica são supridos para um cilindro. Esses números lambda altos são uma consequência da injeção tempestiva de combustível em gotícula empregado no motor a diesel e são largamente responsáveis por sua excelente economia de combustível. Em contraste, motores abastecidos a gasolina de arranjo convencional raramente excedem a números lambda de 1,1, com números mais baixos ocorrendo em potências mais altas. Contudo, foi mostrado que, nos mesmos motores, uma carga compreendendo combustíveis gasosos secos, por exemplo, propano, misturado completamente com ar para a provisão de uma mistura homogênea proverá uma ignição confiável em números lambda de 1,3 em BMEPs relativamente altas e há uma

evidência que uma operação até números lambda de em torno de 1,5 pode ser prontamente obtida.

Embora uma evaporação completa em separado de combustível gasolina da maneira empregada com combustível de gás liquefeito de petróleo não seja prática devido a 5 dificuldades na vaporização de certos aditivos essenciais contidos em combustíveis, tal como gasolina, há uma evidência que, se a gasolina puder ser plenamente evaporada na corrente de ar de entrada e misturada completamente com 10 o ar de carga, a operação a BMEPs relativamente altas é obtenível em números lambda similares ao melhor obtenível com combustíveis gasosos secos. Para a obtenção de um alto grau de evaporação de combustível em gotícula, antes da entrada da mistura no cilindro, um aquecimento de todo ou 15 de parte do ar de carga e, em alguns casos, do combustível, é necessário.

É crença convencional que, em sistemas de motor aerotérmico, a temperatura de carga deve ser mantida tão baixa quanto possível, para a provisão da maior densidade 20 de carga possível, desse modo se melhorando a eficiência volumétrica. Também se acredita que o começo de denotação é atrasado pela manutenção de uma temperatura de carga baixa. Pode ser demonstrado que temperaturas de carga altas podem ser providas ou toleradas, de fato, com um efeito benéfico, 25 com a eficiência volumétrica sendo restaurada de várias formas e com uma detonação prematura não provando ser um problema.

As vantagens do aquecimento de combustível e do ar de entrada para a obtenção de uma evaporação substancial do 30 combustível no trato de entrada de um motor de combustão

interna a pistão acionado por gasolina foram reconhecidas há muito e uma variedade de métodos foi proposta para esta finalidade. Um destes típicos é ensinado por Sviridov et al. na Patente U.S. N° 4.438.750, na qual um elemento de vaporização se estende a partir de uma janela de exaustão até uma janela de entrada adjacente. Uma parte de tomada de calor do elemento de vaporização é aquecida pelos gases de exaustão e o calor capturado dessa forma é conduzido através de um membro de conexão do elemento de vaporização para sua superfície de operação curvada situada na janela de entrada. O combustível é injetado na janela de entrada através de um bocal de injeção controlado de forma eletromagnética em uma tangente com a superfície de operação para se proverem melhores condições para uma formação de filme de combustível. Um objeto declarado é a vaporização de combustível injetado para se realizar uma homogeneização completa de uma mistura de ar - combustível antes de ela entrar no cilindro do motor. De modo similar, em métodos ensinados por Scherengberg et al. na Patente U.S. N° 5.140.967 e Jordan na Patente U.S. N° 3.930.477, uma barra ou um elemento de aquecimento é provido em cada janela de entrada e um combustível descarregado por um injetor de combustível na região aquecida é submetido a uma vaporização acelerada. Em um outro exemplo ensinado por Yokoi et al. na Patente U.S. N° 4.483.304, uma evaporação rápida de filmes de combustível é obtida pela provisão de vaporizadores de combustível aquecidos por resistência elétrica em várias posições nos tratos de entrada de um motor. Em um outro exemplo ensinado por Swanson na Patente U.S. N° 4.375.799, meios de vaporização de combustível são

providos na forma de uma câmara de vaporização embutida em uma parede de um carburador, a câmara sendo aquecida por elementos de aquecimento elétrico circundantes. Um combustível é descarregado na câmara de vaporização e evaporado antes de ser descarregado no venturi do carburador. Em um outro exemplo ensinado por Oblander na Patente U.S. N° 3.461.850, o tubo ("runner") de coletor de exaustão principal é feito unitário com os tubos de coletor de entrada de um motor, resultando em uma zona aquecida em cada tubo. Um combustível é descarregado a partir de um injetor de combustível convencional na zona aquecida, o objeto declarado sendo um melhoramento na preparação de combustível. Em um outro exemplo ensinado por Gardner et al. na Patente U.S. N° 4.583.512, o carburador ou o sistema de injeção de combustível são retirados de um motor e o ar de entrada e o combustível são aquecidos por uma série de elementos resistivos elétricos em unidades de troca de calor separadas. O combustível aquecido e o ar são combinados e adicionalmente aquecidos em uma unidade de troca de calor comum e admitidos nas câmaras de combustão do motor através de uma série de válvulas operadas eletricamente. Um objeto declarado, dentre outros, é a provisão de uma melhor vaporização de combustível e relação de combustível para ar. Em um outro exemplo ensinado por Hoppie et al na Patente U.S. N° 4.664.925, uma quantidade de combustível é pré-aquecida pela passagem dela através de uma tubulação flexível posicionada em cada janela de exaustão. O combustível é vaporizado e rapidamente aquecido para uma temperatura alta ao ser comprimido de forma adiabática imediatamente antes da injeção na câmara de

combustão. Os objetos declarados são obter um atraso de ignição desprezível e uma conclusão substancialmente instantânea do processo de combustão. Em um outro exemplo ensinado por Lakin na Patente U.S. N° 6.712.051, parte do ar de entrada é aquecido por um calor de perda de um sistema de arrefecimento de motor ou de exaustão. O ar aquecido é misturado com o ar ambiente em um sistema de regulagem de temperatura controlado por computador, com base na saída de potência requerida do motor. Um sistema de injeção de combustível é empregado para manutenção das relações de ar - combustível corretas pela faixa estendida de temperaturas de ar de combustão.

Dos exemplos citados, o método ensinado por Sviridov et al requer tubos de entrada e de exaustão adjacentes, o que é impraticável em muitos motores. Adicionalmente, a temperatura do elemento de vaporização não é controlada, resultando no possível superaquecimento do elemento de vaporização em algumas condições operacionais. Objeções similares são feitas ao método ensinado por Oblander. Nos métodos ensinados por Scherenberg et al e Jordan, o fluxo do ar de entrada sobre a barra ou o elemento de aquecimento resultaria em um resfriamento rápido, requerendo que um fluxo de corrente elétrica fosse de qualquer efeito significativo. A geração necessária de corrente elétrica resultaria em um efeito adverso sobre a eficiência e a economia de combustível de um motor. Objeções similares são feitas ao método ensinado por Yokoi et al. O método ensinado por Swanson requer o uso de um carburador, e, portanto, é considerado impraticável à luz da prática automotiva moderna. O método ensinado por Gardner et al

requer que um fluxo de corrente elétrica alto seja de qualquer efeito significativo, e a geração necessária de corrente elétrica resultaria em um efeito adverso sobre a eficiência e a economia de combustível do motor. No método
5 ensinado por Hoppie et al., é difícil ver como uma partida a frio seria obtida. Adicionalmente, um controle de mistura de combustível - ar básico e a produção de uma resistência de carga homogênea apresentariam dificuldades. O método ensinado por Lakin proveria benefícios mínimos em uma
10 operação normal.

Um primeiro objetivo da presente invenção é melhorar a economia de combustível de motores de combustão interna a pistão pela provisão de um meio para controle da temperatura da corrente de ar de entrada e para controle da
15 temperatura de combustível descarregado na corrente de ar de entrada. Um segundo objetivo da presente invenção é prover uma mistura completa do combustível com a corrente de ar de entrada, desse modo se enviando, tão aproximadamente quanto possível, uma mistura de ar -
20 combustível homogênea para cada cilindro em um motor e permitindo uma queima mais eficiente do combustível. Um terceiro objetivo da presente invenção é prover um meio de modificar prontamente os tipos de motores existentes para a obtenção dos primeiro e segundo objetivos declarados acima.

25 De acordo com a presente invenção, em um motor de combustão interna a pistão, um combustível de gasolina líquido é aquecido por calor de perda do motor em um meio de troca de calor adequado para uma temperatura que se aproxima de seu ponto de ebulição normal e é mantido em um
30 estado pressurizado para se impedir uma ebulição. Um

suprimento de ar é aquecido pelos gases de exaustão e a parte maior do referido ar aquecido é misturada com o ar ambiente para a provisão de um fluxo de ar de indução aquecido. A parte menor do referido ar aquecido é suprida tangencialmente para uma pluralidade de pequenos ciclones, cada um dos quais associado a um tubo de coletor de entrada de motor. Cada um dos referidos pequenos ciclones gera um vórtice sustentado de velocidade alta, o qual é descarregado para o tubo de coletor de entrada apropriado a montante da válvula de entrada associada. O combustível aquecido é suprido para injetores de combustível eletronicamente controlados providos em cada pequeno ciclone e descarregado em forma atomizada para os referidos vórtices de ar aquecido, onde ele sofre uma evaporação rápida. A corrente de ar de indução aquecida e o fluxo de combustível - ar de vórtice se combinam nos tubos de coletor de entrada, antes de passarem para os cilindros do motor, efetivamente como um gás seco homogêneo.

Os vários aspectos da presente invenção serão mais prontamente entendidos por uma referência à descrição a seguir de modalidades preferidas dadas em relação aos desenhos associados, nos quais:

a Figura 1 é uma vista em seção transversal longitudinal através de um tubo de coletor de entrada, uma janela de entrada e um pequeno ciclone de um motor que incorpora a presente invenção;

a Figura 2 é uma vista em seção transversal transversa de um pequeno ciclone da presente invenção através de um plano que passa através do eixo geométrico do duto de envio;

a Figura 3 é uma vista em seção transversal longitudinal através de uma modalidade alternativa de um pequeno ciclone;

5 a Figura 4 é uma vista em seção transversal longitudinal através de um pequeno ciclone que mostra a construção e a montagem típicas;

10 a Figura 5 é uma vista em seção transversal longitudinal de meios alternativos para a descarga de um fluxo de combustível - ar de vórtice em um coletor de entrada;

a Figura 6 é uma vista em seção transversal longitudinal de outros meios alternativos para a descarga de um fluxo de combustível - ar de vórtice em um coletor de entrada.

15 Sempre que a palavra 'gasolina' ou as palavras 'abastecido com gasolina' aparecerem por todo este relatório descritivo, a palavra 'gasolina' deve ser tomada como significando qualquer combustível líquido capaz de ser tratado da maneira descrita aqui. O significado da palavra
20 'gasolina' também deve ser tomado como incluindo combustíveis os quais podem apenas se liquefazer na faixa de temperatura de 20° a 300 °C. Sempre que a palavra 'ar' for usada por todo este relatório descritivo, ela deve ser tomada como incluindo qualquer mistura com adição em uma
25 relação adequada de um outro gás ou gases com oxigênio.

Com referência às Figuras 1 e 2, em um motor de combustão interna a pistão, um suprimento de combustível gasolina líquido é pressurizado para uma pressão de injeção em uma bomba adequada (não mostrada) e aquecido para uma
30 temperatura aproximada de 85 a 90 °C em um meio de troca de

calor adequado (não mostrado), usando-se o calor de perda do sistema de arrefecimento do referido motor, o estado pressurizado do referido combustível impedindo-o de entrar em ebulição. Na modalidade preferida, meios de controle 5 termostáticos adequados (não mostrados) são empregados para manutenção do referido combustível aquecido na referida faixa de temperatura desejada, durante uma operação normal. O referido combustível aquecido é suprido através de um coletor de suprimento de combustível adequado (não 10 mostrado) e, daí, através de linhas de suprimento de combustível separadas 1 (posição indicada em linha tracejada) para uma pluralidade de injetores de combustível moduláveis controlados eletronicamente 2 (posição indicada em linha tracejada), cada um montado em e posicionado com 15 seu eixo geométrico de descarga de aspensão de combustível colinear com o eixo geométrico longitudinal de um pequeno ciclone 4 associado a cada tubo de coletor de entrada de motor 11. Os referidos pequenos ciclones compreendem principalmente uma parte cilíndrica 24 e uma parte cônica 20 23. As linhas de retorno de combustível adequadas (não mostradas) são providas, onde requerido, qualquer fluxo de retorno sendo dirigido para um reservatório de pronto uso (não mostrado) a partir do qual a referida bomba de pressurização de combustível obtém um suprimento de 25 combustível aquecido. Caso o referido reservatório de pronto uso se torne cheio, um extravasamento é dirigido para o tanque de armazenamento de combustível principal (não mostrado). Sinais de controle são transmitidos para os referidos injetores de combustível através de condutores 30 elétricos 3 (posição indicada em linha tracejada). Um

suprimento de ar é aquecido por gases de exaustão em meios de troca de calor adequados (não mostrados) para uma temperatura de até 1.000 °C acima da técnica anterior, e a parte maior do referido ar aquecido é misturada com ar ambiente para a provisão de um fluxo de ar de indução aquecido a uma temperatura normalmente na faixa de +20° a +100 °C no tubo de coletor de entrada a jusante de uma válvula de borboleta de estrangulamento 16. Quando um outro combustível é usado, a referida temperatura de ar no referido tubo de coletor de entrada é aumentada, conforme requerido, acima do ponto de orvalho do referido combustível. A referida mistura do referido ar aquecido e do referido ar ambiente é realizada em uma válvula de mistura controlada eletronicamente modulável (não mostrada), a qual é controlada por uma unidade de controle baseada em microprocessador adequada (não mostrada) recebendo sinais de sensores (não mostrados) que detectam a temperatura do ar ambiente, a temperatura do referido ar aquecido e a temperatura do referido ar de indução. A referida unidade de controle também recebe um sinal indicando a posição de elementos de válvulas da referida válvula de mistura e modula a posição dos referidos elementos de válvula conforme requerido, para manutenção da referida temperatura de ar de indução na faixa ótima. Obviamente, o referido injetor de combustível modulável pode ser posicionado com seu referido eixo geométrico de descarga paralelo, mas lateralmente deslocado do eixo geométrico longitudinal do referido pequeno ciclone, ou deslocado lateralmente e de forma angular a partir do eixo geométrico longitudinal do referido pequeno ciclone,

incluindo ser montado em e descarregando a referida
aspersão de combustível no referido duto de envio
imediatamente adjacente à entrada do referido duto de envio
para a referida parte cilíndrica do referido pequeno
5 ciclone.

A parte menor do referido ar aquecido é suprida
tangencialmente através de dutos de envio 9 para as partes
cilíndricas 24 dos referidos pequenos ciclones, onde seu
calor atua para evaporação do combustível descarregado
10 pelos referidos injetores de combustível. O fluxo de ar
aquecido através de cada referido pequeno ciclone gera um
vórtice sustentado de alta velocidade, o que causa uma
mistura completa do referido ar e vapor de combustível nos
referidos pequenos ciclones. A mistura de ar - combustível
15 de vórtice resultante é descarregada no referido tubo de
coletor de entrada apropriado (através de meios de envio ou
meios de aumento, conforme apropriado) a montante da janela
de entrada associada 12 e da válvula de entrada 6. Um
flange de montagem 15 do referido tubo de coletor de
20 entrada é fixado ao cabeçote de cilindro 13 por fixadores
adequados 14 (posições indicadas em linha tracejada) e o
fluxo de ar de indução é regulado pela válvula de
estragulamento de borboleta 16 virando no eixo 17
suportado de forma rotativa em mancais adequados 18
25 providos na fundição de coletor de entrada 5. Em
modalidades alternativas (não mostradas), outras formas de
válvula de estrangulamento são empregadas, tais formas de
válvula sendo bem conhecidas na técnica. A referida
descarga de aspersão de combustível aquecido 10 ocorrendo
30 na forma atomizada (padrão geral indicado em linha

tracejada) entra nos referidos vórtices de ar aquecido nos referidos pequenos ciclones onde a maior parte sofre uma evaporação rápida. O processo afetando o combustível atomizado nos referidos pequenos ciclones é um muito
5 complexo, que envolve altas velocidades, mudanças agressivas de pressão, cisalhamento, turbulência e mistura combinados com transferência de calor do ar e das superfícies de metal, e nenhuma tentativa será feita de descrevê-lo em detalhes. Contudo, o referido processo é
10 muito efetivo na produção de uma evaporação rápida e qualquer parte da referida descarga de aspersão de combustível não imediatamente evaporada será centrifugada sobre as paredes quentes dos referidos pequenos ciclones pelas forças centrífugas altas impostas nele, formando um
15 filme fino, o qual descreve um percurso em espiral raso, tomando calor da parede do ciclone e rapidamente evaporando. A quantidade real de calor requerida para se efetuar uma evaporação rápida e completa varia com o tipo de combustível e a relação de fluxo em massa de ar e fluxo
20 em massa de combustível através dos referidos pequenos ciclones. Em uma modalidade alternativa (não mostrada), a superfície interna da parte cônica dos referidos pequenos ciclones é feita com um formato em seção transversal longitudinal de dente de serra e, passando sobre as bordas
25 do referido formato de dente de serra, o referido filme fino de combustível é mais efetivamente entranhado no referido fluxo de ar de vórtice. Na modalidade preferida, os referidos pequenos ciclones são providos com um isolamento adequado em suas superfícies externas para
30 minimização da perda de calor. O termo 'pequenos ciclones'

é pretendido para indicar simplesmente que o diâmetro da parte cilíndrica dos referidos ciclones é pequena em relação ao diâmetro do furo do cilindro com o qual o referido pequeno ciclone está relacionado. Tipicamente, a relação dos dois diâmetros está na faixa de 10:1 a 1:2, mas variações de $\pm 20\%$ da faixa de relação declarada podem ocorrer. Também, tipicamente, a relação do comprimento da seção cônica 23 para o diâmetro da seção cilíndrica 24 varia de menos de 0,5:1 a mais de 6:1.

10 O referido fluxo de combustível - ar de vórtice passa para o referido tubo de coletor de entrada através de um duto de envio 7 conectado à extremidade pequena da parte cônica dos referidos pequenos ciclones e desemboca através da saída 19 para combinação e mistura com a referida
15 corrente de ar de indução aquecida, antes de fluir para os cilindros do referido motor, efetivamente como um gás homogêneo seco. A energia alta do referido fluxo de combustível - ar de vórtice descarregado através da referida saída atua para promoção de uma mistura rápida com
20 o referido fluxo de indução no referido tubo de coletor de entrada. O duto de envio 7 é feito de um comprimento adequado e é fixado a uma saliência 8 de fundição de coletor de entrada 5. Os referidos pequenos ciclones opcionalmente são posicionados em qualquer atitude adequada
25 com os referidos dutos de envio conformados de modo conforme. Os injetores de combustível são acomodados da forma normal em colares de montagem 22 providos nas extremidades cilíndricas dos referidos pequenos ciclones, os referidos colares de montagem sendo posicionados
30 colineares com os eixos geométricos longitudinais dos

referidos pequenos ciclones. Para se evitar um
superaquecimento dos referidos injetores de combustível, na
modalidade preferida, camisas de arrefecedor 20 são
providas em torno dos referidos colares de montagem, um
5 arrefecedor do sistema de arrefecimento do referido motor
sendo suprido através de dutos de suprimento 21 e retornado
através de dutos de retorno (obscurecidos). Em uma
modalidade alternativa (não mostrada), as referidas camisas
de arrefecedor são removidas, os referidos colares de
10 montagem são feitos substancialmente maiores do diâmetro e
uma camada de material de isolamento térmico adequado é
provida entre os referidos colares de montagem e os
referidos injetores de combustível. Na forma preferida da
referida modalidade alternativa, o referido material de
15 isolamento térmico é de cerâmica de PSZ. Obviamente, a taxa
de dissipação das referidas camisas de arrefecedor pode ser
aumentada simplesmente pelo aumento de sua área superficial
através da provisão de aletas ou similares.

Em uma modalidade alternativa (não mostrada), meios de
20 descarga simples na forma de uma extensão curta de saída 19
se projetando por uma distância adequada no tubo de coletor
de entrada 11 são empregados para melhor distribuição de
fluxo de combustível - ar de vórtice no referido fluxo de
ar de indução. Com referência à Figura 5, em uma outra
25 modalidade alternativa, o referido fluxo de combustível -
ar de vórtice é descarregado no tubo de coletor de entrada
11 através de meios de descarga mais complexos. Nesta
modalidade, uma extensão 31 de saída 19 vira através de um
ângulo adequado para se colocá-lo paralelo ao eixo
30 geométrico de tubo de coletor de entrada 11 e uma carenagem

aerodinâmica 32 é provida em torno da referida parte paralela para melhoria da eficiência de fluxo. O referido fluxo de combustível - ar de vórtice desemboca através da saída 33 na extremidade a jusante da referida carenagem. Na

5 modalidade preferida, uma extensão 31 é feita com um formato de seção transversal aerodinâmico para melhoria adicional da eficiência de fluxo. Com referência à Figura 6, em uma modalidade alternativa adicional, o referido fluxo de combustível - ar de vórtice é descarregado no tubo

10 de coletor de entrada 11 através de meios de aumento. Nesta modalidade, um orifício aumentado 34 de saliência 8 da fundição de coletor de entrada 5 acomoda de forma selante a extremidade a jusante de duto de envio 7. O referido duto de envio descarrega na saída 19, a qual desemboca em um

15 espaço anular 35 formado com uma zona circunferencial de aumento diametral 36 de fundição de coletor de entrada 5. O colar cilíndrico 38 é acomodado em um ajuste com interferência no recesso anular 37 formado na superfície interna da referida fundição de coletor de entrada, a

20 extremidade a jusante 39 do referido colar sendo defletida para dentro para a criação de uma janela de descarga anular 40 entre a referida extremidade a jusante de colar e a superfície interna a jusante inclinada 41 de zona circunferencial de aumento 36. Em uma modalidade

25 alternativa, o rebordo inclinado 45 é provido imediatamente a jusante da janela de descarga anular 40 e um colar cilíndrico 46 é acomodado contra o referido rebordo inclinado em um ajuste com interferência no orifício da fundição de coletor de entrada 5. A extremidade a montante

30 do referido colar 44 é defletida através de um ângulo

obtusos para se colocá-la mais ou menos paralela com a extremidade a jusante 39 do colar 38. Na modalidade preferida, a saída 19 desemboca tangencialmente no espaço anular 35. Em uma modalidade alternativa, a saída 19

5 desemboca radialmente no referido espaço anular. Obviamente, a largura de janela de descarga anular 40 pode ser ajustada pela mudança do comprimento do colar cilíndrico 38, pelo deslocamento dele axialmente ou pela mudança dos ângulos de qualquer uma dentre a extremidade de

10 colar cilíndrico 39, a extremidade a montante de colar cilíndrico 44 e a superfície 41. Na modalidade preferida, o diâmetro interno do referido tubo de coletor de entrada 11 a jusante da janela de descarga anular 40 é feito maior do que o diâmetro interno da parte a montante. Em outras

15 modalidades, os referidos diâmetros são mais ou menos iguais. Em uma modalidade preferida, para promoção da mistura do referido fluxo de combustível - ar de vórtice com o referido fluxo de ar de indução, uma série de orifícios circunferenciais espaçados proximamente 42, 43 é

20 provida na extremidade a jusante 39 de colar cilíndrico 38 e na extremidade a montante 44 de colar cilíndrico 46. Em outras modalidades alternativas para a mesma finalidade, as bordas livres de extremidade a jusante 39 de colar cilíndrico 38 e a extremidade a montante 44 de colar

25 cilíndrico 46 são feitas acasteladas, entrelaçadas, senoidais ou em dente de serra. Em uma modalidade alternativa adicional para a mesma finalidade, a extremidade a jusante 39 de colar cilíndrico 38 e a extremidade a montante 44 de colar cilíndrico 46 são feitas

30 com uma canelura disposta de forma espiral ou uma criação

de aleta para promoção da rotação do fluxo de ar a jusante dos referidos meios de aumento.

Na modalidade preferida, os referidos meios de troca de calor no qual o referido ar é aquecido assumem a forma de uma manga adequada (não mostrada) formada em torno de parte do coletor de exaustão ou tubulação de exaustão do referido motor. A referida manga envolve de forma vedante a referida parte do coletor de exaustão ou da tubulação de exaustão e é suprida com um fluxo de ar ambiente através de meios de purificação de ar de arranjo normal. Em uma modalidade alternativa (não mostrada), os referidos meios de troca de calor assumem a forma de um trocador de calor separado, o qual recebe um fluxo de gás de exaustão desviado do sistema de exaustão e um fluxo de ar ambiente através de meios de purificação de ar de arranjo normal. Em uma modalidade alternativa (não mostrada), os referidos pequenos ciclones são providos com um fluxo de gás de exaustão desviado do sistema de exaustão. Em um outro arranjo alternativo (não mostrado), os referidos pequenos ciclones recebem um fluxo de ar quente desviado do turbocompressor do referido motor. Em todos os casos, o referido fluxo de ar aquecido primeiramente passa para um coletor de distribuição termicamente isolado e, daí, através de dutos de envio separados para os referidos pequenos ciclones. Os meios de válvula adequados (não mostrados) providos no referido coletor de distribuição são operados em sincronização com um movimento de estrangulamento para aumento do fluxo de ar aquecido para os referidos pequenos ciclones, conforme a potência for aumentada, e para redução do referido fluxo, conforme a

potência for reduzida.

Em uma modalidade alternativa (não mostrada), os referidos pequenos ciclones são retirados e um ou mais ciclones maiores são empregados para provisão do referido
5 fluxo de combustível - ar de vórtice para tubos de coletor de entrada individuais.

Com referência à Figura 3, em uma outra modalidade alternativa, para se evitar a migração do componente de fluxo menos denso (ar não misturado com combustível e
10 gotículas de combustível entranhadas) para o núcleo do referido vórtice em um referido pequeno ciclone, um projétil 25 de formato aerodinâmico é suportado coaxialmente com a parte afunilada 23 do referido ciclone por duas ou mais longarinas estreitas e fortes 26 fixadas à
15 superfície interna da parede superior 27 do referido ciclone. As referidas longarinas exercem um efeito mínimo sobre o desenvolvimento do referido fluxo de vórtice.

Durante uma partida a frio, o fluxo de combustível líquido impingindo sobre as superfícies internas dos
20 referidos pequenos ciclones atua para remoção de qualquer material acumulado das referidas superfícies.

Com referência adicional à Figura 4, na fabricação dos referidos pequenos ciclones na modalidade preferida, a parte cilíndrica 24, um toco para afixação do duto de envio
25 9, a parte cônica 23 e um toco para afixação de tubo de envio 7 são feitos em uma peça (conjunto descrito como 28); o colar de montagem de injetor de combustível 22, a parede superior do referido ciclone 27, a parede inferior da referida camisa de arrefecedor, a parte cilíndrica da
30 referida camisa de arrefecedor e tocos para afixação de um

duto de suprimento de arrefecedor 21 e o referido duto de retorno de arrefecedor são feitos em uma peça (conjunto descrito como 29); e a parede superior da referida camisa de arrefecedor é feita em uma peça (descrita como 30). Na 5 modalidade preferida, os referidos componentes são unidos de forma vedante por brasagem em forno, soldagem fraca com prata ou outro processo de soldagem adequado.

Em uma modalidade alternativa (não mostrada), os referidos pequenos ciclones são empregados da maneira 10 descrita para a mistura de um combustível gasoso com uma corrente de ar de indução e para condicionamento da mistura resultante. O referido combustível gasoso pode ser propano, butano, metano, hidrogênio ou similar, e pode ser descarregado nos referidos pequenos ciclones em forma 15 gasosa ou líquida.

Em uma modalidade alternativa (não mostrada), uma pluralidade de dos referidos pequenos ciclones descarrega seu fluxo de combustível - ar de vórtice tangencialmente em um ou mais ciclones maiores, onde o referido fluxo de 20 combustível - ar é condicionado antes de fluir para os cilindros de um motor.

Em uma outra modalidade (não mostrada), o eixo geométrico do referido injetor de combustível é deslocado da colinearidade com o eixo geométrico de seu referido 25 pequeno ciclone associado, ambos os referidos eixos geométricos permanecendo em um arranjo paralelo.

Em uma outra modalidade alternativa (não mostrada), o eixo geométrico do referido injetor de combustível é deslocado radialmente e em um sentido angular a partir do 30 eixo geométrico de seu pequeno ciclone associado.

Com referência adicional à Figura 1, em uma outra modalidade alternativa (não mostrada), na zona de duto de envio 9 se aproximando e entrando na parte cilíndrica 24 do pequeno ciclone 4, o formato de seção transversal regular do referido duto é suavemente transformado em um formato de seção transversal alongado, cujo eixo geométrico maior é disposto axialmente, circunferencialmente ou em qualquer disposição intermediária em relação à referida parte cilíndrica.

10 Com referência novamente à Figura 1, obviamente o duto de envio 7 pode ser fixado a uma saliência adequada formada no cabeçote de cilindro 13 e descarregam diretamente na janela de entrada 12. Também obviamente, o duto de envio 7 pode ser eliminado e a saída do referido pequeno ciclone 15 conectado diretamente à saliência 8.

Em operação, uma unidade de controle de combustível baseado em microprocessador (não mostrada) integra dados de sensores de parâmetros de operação de motor, incluindo RPM, tendência de RPM, posição de estrangulamento, pressão de ar de coletor e temperatura de cabeçote de cilindro, em conjunto com dados de mapeamento de avanço de ignição, a posição dos referidos meios de válvula regulando o fluxo de ar aquecido para os referidos pequenos ciclones, a temperatura de ar de indução e a temperatura do combustível aquecido e regula o volume de combustível descarregado a partir dos referidos injetores de modo conforme.

Para minimização da perda de calor, qualquer superfície de metal exposta da presente invenção é opcionalmente revestida em superfícies externas ou 30 internas, conforme apropriado, com um material de

isolamento térmico adequado. Essas superfícies incluem, mas não estão limitadas aos referidos condutos portando combustível ou ar aquecido, os referidos pequenos ciclones, a referida fundição de coletor de entrada e o interior do referido espaço anular (descrito como 35 na Figura 6).

Valores de temperatura, dimensões, relações e similares providos aqui são indicativos e não devem ser tomados como limitando o escopo da presente invenção.

Os benefícios da presente invenção, onde plenamente realizados, são a obtenção de uma ignição confiável durante todas as fases de operação do motor, usando-se misturas mais pobres do que o normal, nenhuma redução de saída de potência, economia de combustível melhorada e redução de poluentes na corrente de gás de exaustão.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho caracterizado pelo fato de constituir parte de um sistema de indução e de envio de combustível para um cilindro de um motor de combustão interna a pistão, 5 que compreende um pequeno ciclone no qual é descarregado tangencialmente um fluxo de ar aquecido para a geração de um vórtice sustentado de velocidades rotativas altas; um injetor de combustível modulável que envia um fluxo de combustível atomizado para o referido pequeno ciclone, onde 10 ele sofre uma evaporação rápida e uma mistura energética; um duto de envio conectando o referido pequeno ciclone ao trato de entrada do referido cilindro, onde a referida mistura de ar - combustível de vórtice é misturada com ar de indução; e meios para se evitar um superaquecimento do 15 referido injetor de combustível modulável.

2. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone compreender uma parte cilíndrica; uma parte cônica unida à referida parte cilíndrica; uma parede superior fechando a 20 referida parte cilíndrica, a referida parede superior suportando meios para a montagem do referido injetor de combustível modulável e tendo uma abertura através da qual o referido fluxo de combustível atomizado é descarregado; uma entrada disposta tangencialmente na referida parte 25 cilíndrica através da qual o referido fluxo de ar aquecido é enviado; e uma saída no vértice da referida parte cônica unida ao referido duto de envio.

3. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de a extremidade a jusante do 30 referido duto de envio ser fixada a uma saliência formada

na fundição de tubo de coletor de entrada associada ao referido cilindro e as referidas misturas de ar - combustível de vórtice desembocarem no referido trato de entrada através de uma saída que passa através da referida
5 saliência.

4. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone ser suportado em qualquer atitude e o referido duto de envio ser conformado de modo conforme.

10 5. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone ser montado diretamente na referida saliência da referida fundição de tubo de coletor de entrada.

15 6. Aparelho, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de a referida saliência ser formada no referido cabeçote de cilindro e a referida saída descarregar na janela de entrada do referido cabeçote de cilindro.

20 7. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de a relação do diâmetro da referida parte cilíndrica do referido pequeno ciclone para o diâmetro do orifício de seu cilindro de motor associado tipicamente estar na faixa de 1:10 a 1:2 com variações de + 20% ocorrendo.

25 8. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de a relação do comprimento da referida seção cônica do referido pequeno ciclone para o diâmetro de sua seção cilíndrica estar tipicamente na faixa de menos de 0,5:1 até mais de 6:1.

30 9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2,

caracterizado pelo fato de a superfície interna da referida parte cônica do referido pequeno ciclone ser feita com um formato de seção transversal longitudinal em dente de serra para promoção de entranhamento no referido fluxo de combustível - ar de vórtice de um filme de combustível que passa sobre a referida superfície interna.

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de os cilindros de um motor serem supridos com o referido fluxo de combustível - ar de vórtice a partir de um ou mais ciclones maiores.

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de um projétil de formato aerodinâmico ser suportado dentro do referido pequeno ciclone e coaxialmente com ele, para se evitar a migração de componentes menos densos da referida mistura de ar - combustível para o núcleo do referido vórtice formado dentro do referido pequeno ciclone.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone compreender:

- a referida parte cilíndrica, um toco para afiação de uma entrada tangencial, a referida parte cônica e o toco para afiação do referido duto de envio, tudo feito como um conjunto para uma ou mais peças;
- meios de montagem de injetor de combustível, a referida parede superior do referido ciclone, a parede inferior da referida camisa de arrefecedor, a parte cilíndrica da referida camisa de arrefecedor e tocos para afiação de dutos de suprimento e de retorno de arrefecedor, tudo feito como um conjunto de uma ou

mais peças;

- uma parede superior da referida camisa de arrefecedor; os referidos componentes sendo unidos de forma vedante por brasagem em forno, solda fraca com prata ou outro processo de soldagem adequado.

13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de os referidos meios para prevenção de superaquecimento do referido injetor de combustível modulável assumirem a forma de uma camisa de arrefecedor formada em torno de meios para a montagem do referido injetor de combustível modulável, a referida camisa de arrefecedor recebendo um suprimento contínuo de arrefecedor a partir do referido sistema de arrefecimento do motor.

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de os referidos meios para prevenção de superaquecimento do referido injetor de combustível modulável assumirem a forma de uma camada de material de isolamento térmico adequado entre o referido injetor de combustível modulável e seus referidos meios de montagem.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de o referido material de isolamento térmico ser uma cerâmica de PSZ.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a taxa de dissipação de calor das referidas camisas de arrefecedor ser aumentada pelo aumento de sua área superficial através da provisão de aletas ou similares.

17. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de o referido combustível incluir qualquer combustível líquido capaz de ser tratado da maneira reivindicada, incluindo combustíveis os quais são líquidos apenas na faixa de temperatura de 20° a 300°C.

5 18. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido ar incluir qualquer gás ou quaisquer gases em mistura com adição com oxigênio.

10 19. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido combustível ser aquecido para uma temperatura aproximada de 85°C a 90°C.

20 20. Aparelho, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de o referido combustível ser aquecido em meios de troca de calor controlados de forma termostática usando-se calor de perda do motor.

15 21. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido injetor de combustível modulável ser posicionado com seu eixo geométrico de descarga com o eixo geométrico longitudinal do referido pequeno ciclone.

20 22. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido injetor de combustível modulável ser posicionado com seu eixo geométrico de descarga paralelo, mas lateralmente deslocado do eixo geométrico longitudinal do referido pequeno
25 ciclone, incluindo ser montado em e descarregar sua referida aspersão de combustível no referido duto de envio imediatamente adjacente à entrada do referido duto de envio para a referida parte cilíndrica do referido pequeno ciclone.

30 23. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de o referido injetor de combustível modulável ser posicionado com seu bocal de descarga posicionado em ou próximo do eixo geométrico longitudinal do referido pequeno ciclone, mas deslocado angularmente dele.

24. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido injetor de combustível modulável ser posicionado com seu bocal de descarga deslocado lateralmente de e seu eixo geométrico de descarga deslocado em um sentido angular do eixo geométrico longitudinal do referido pequeno ciclone.

25. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido ar de indução ser aquecido.

26. Aparelho, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de um fluxo de ar ser aquecido em meios de troca de calor por calor de perda do motor para uma temperatura de até 1.000 °C e a maior parte do referido fluxo ser misturada com ar ambiente para a provisão de um suprimento de ar de indução aquecido.

27. Aparelho, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de os referidos meios de troca de calor assumirem a forma de uma manga fechando de forma vedante parte do coletor de exaustão ou da tubulação de exaustão do motor, a referida manga recebendo um fluxo de ar ambiente através de meios de purificação de ar de arranjo normal.

28. Aparelho, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de os referidos meios de troca de calor assumirem a forma de um trocador de calor em separado

que recebe um fluxo de gás de exaustão desviado do sistema de exaustão de motor e um fluxo de ar ambiente através de meios de depuração de ar do arranjo normal.

29. Aparelho, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de o referido ar dos referidos meios de troca de calor ser misturado com ar ambiente em uma válvula de mistura controlada eletronicamente modulável para manutenção da temperatura de ar de indução na faixa de 20 °C a 100 °C.

30. Aparelho, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de o ar dos referidos meios de troca de calor ser misturado com o ar ambiente em uma válvula de mistura controlada eletronicamente modulável para manutenção da temperatura do ar de indução acima do ponto de orvalho de um combustível sendo usado.

31. Aparelho, de acordo com a reivindicação 26, caracterizado pelo fato de as superfícies externas dos referidos meios de troca de calor, os dutos portando o referido ar aquecido, a referida válvula de mistura e o referido coletor de entrada serem revestidos com um material de isolamento térmico adequado.

32. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 ou 30, caracterizado pelo fato de sinais de sensores detectando a temperatura do referido ar dos referidos meios de troca de calor, a temperatura do ar ambiente e a temperatura da corrente de ar misturado e a posição de elementos de válvula da referida válvula de mistura serem processados em uma unidade de controle baseada em microprocessador, a qual modula a posição dos referidos elementos de válvula.

33. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de um fluxo de ar ser aquecido em meios de troca de calor pelo calor de perda do motor a uma temperatura de até 1.000 °C e a parte menor do referido
5 fluxo ser dirigida para o referido pequeno ciclone.

34. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido fluxo de ar para o referido pequeno ciclone ser suprido a partir de um turbocompressor.

10 35. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone ser provido com um fluxo de gás de exaustão quente desviado.

36. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido fluxo de ar quente
15 ser suprido para o referido pequeno ciclone através de um coletor de distribuição, o referido coletor de distribuição, o referido pequeno ciclone e o referido duto de envio sendo isolados externamente para minimização do calor.

20 37. Aparelho, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de meios de válvula providos no referido coletor de distribuição serem operados em sincronização com um movimento de estrangulamento para modulação do fluxo de ar aquecido para os referidos
25 pequenos ciclones de acordo com uma posição de estrangulamento.

38. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a referida mistura de ar - combustível de vórtice ser descarregada no referido trato
30 de entrada através de meios de envio ou de meios de

aumento.

39. Aparelho, de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de os referidos meios de envio assumirem a forma de uma extensão curta da referida saída que se projeta em um ângulo com o referido trato de entrada.

40. Aparelho, de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de os referidos meios de envio assumirem a forma de uma extensão mais longa da referida saída para o referido trato de entrada, a parte a jusante da referida extensão sendo posicionada mais ou menos de forma coaxial com o referido trato de entrada e envolvida em uma carenagem aerodinâmica.

41. Aparelho, de acordo com a reivindicação 40, caracterizado pelo fato de a parte não carenada da referida saída exposta a um fluxo de ar de indução dentro do referido trato de entrada ter um formato de seção transversal aerodinâmico.

42. Aparelho, de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de os referidos meios de aumento assumirem a forma de um espaço anular no referido trato de entrada no qual a referida mistura de ar - combustível de vórtice é descarregada, o referido espaço anular sendo definido por um abaulamento para fora da referida fundição de tubo de coletor de entrada e um primeiro colar cilíndrico instalado no orifício do referido trato de entrada, uma descarga da referida mistura de ar - combustível de vórtice a partir do referido espaço anular ocorrendo através de uma janela de descarga anular definida por partes complementares do referido primeiro colar

cilíndrico e um segundo colar cilíndrico instalado no orifício do referido trato de entrada a jusante do referido primeiro colar cilíndrico, as referidas partes complementares sendo inclinadas na direção do fluxo de ar de indução.

43. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de o referido fluxo de combustível - ar de vórtice entrar no referido espaço anular tangencialmente.

44. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de o referido fluxo de combustível - ar de vórtice entrar no referido espaço anular radialmente.

45. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de as referidas partes complementares inclinadas dos referidos colares cilíndricos serem providas com uma pluralidade de orifícios dispostos circunferencialmente espaçados proximamente para promoverem a mistura do referido fluxo de combustível - ar de vórtice com o referido ar de indução.

46. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de as bordas a jusante livres das referidas partes complementares inclinadas serem feitas acasteladas, entrelaçadas, senoidais ou em dente de serra, para promoverem a mistura do referido fluxo de combustível - ar de vórtice com o referido ar de indução.

47. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de as referidas partes complementares inclinadas serem feitas com uma canelura disposta de forma espiral ou uma criação de aleta para

promoção da rotação do fluxo de ar a jusante dos referidos meios de aumento.

48. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de o diâmetro efetivo do referido trato de entrada ser aumentado a jusante dos referidos meios de aumento.

49. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de a largura efetiva da referida janela de descarga anular ser ajustada pelo reposicionamento do referido primeiro colar cilíndrico e/ou do referido segundo colar cilíndrico, um para o outro, ou pela mudança dos ângulos das referidas partes complementares inclinadas.

50. Aparelho, de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de as superfícies internas do referido espaço anular serem revestidas com um material de isolamento térmico adequado.

51. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone ser usado para a mistura de um combustível gasoso com ar aquecido.

52. Aparelho, de acordo com a reivindicação 51, caracterizado pelo fato de o referido combustível ser butano, propano, metano, hidrogênio ou um combustível similar.

53. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de uma pluralidade de referidos pequenos ciclones descarregarem o referido fluxo de combustível - ar de vórtice tangencialmente em um ou mais ciclones maiores nos quais o referido fluxo de combustível

- ar é condicionado, antes de fluir para os cilindros de um motor.

54. Aparelho, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de uma unidade de controle de combustível baseada em microprocessador integrar dados de sensores de parâmetros de operação de motor, incluindo RPM, tendência de RPM, posição de estrangulamento, pressão de ar de coletor e temperatura de cabeçote de cilindro, em conjunto com dados de mapeamento de avanço de ignição, a posição dos referidos meios de válvula regulando o fluxo de ar aquecido para os referidos pequenos ciclones, a temperatura de ar de indução e a temperatura do combustível aquecido e regula o volume de combustível descarregado a partir dos referidos injetores de modo conforme.

55. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a referida mistura de ar - combustível de vórtice ser enviada para o referido trato de entrada efetivamente como um gás homogêneo seco.

56. Aparelho, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o referido injetor de combustível modulável enviar um fluxo de combustível atomizado para o referido pequeno ciclone, onde ele sofre uma evaporação rápida e uma mistura energética, qualquer componente de combustível não evaporado sendo centrifugado nas superfícies de parede interna quentes do referido pequeno ciclone e desse modo evaporando pela retirada de calor.

57. Método de provisão de uma mistura de ar - combustível para um cilindro de um motor de combustão interna a pistão, caracterizado pelo fato de compreender a

descarga de um fluxo de ar aquecido em um pequeno ciclone para a geração ali de um vórtice sustentado de velocidade de rotação alta; o envio a partir de um injetor de combustível modulável de um fluxo de combustível atomizado aquecido para o referido pequeno ciclone, onde ele sofre uma evaporação rápida e uma mistura energética; a descarga do referido fluxo de combustível - ar de vórtice através de um duto de envio no trato de entrada do referido cilindro, onde a referida mistura de ar - combustível de vórtice é misturada com ar de indução aquecido.

58. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de um fluxo de ar ser aquecido em meios de troca de calor pelo calor de perda do motor para uma temperatura de até 1.000 °C, a maior parte do referido fluxo sendo misturado com o ar ambiente para a provisão de um suprimento de ar de indução aquecido.

59. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de os cilindros de um motor serem supridos com o referido fluxo de combustível - ar de vórtice a partir de um ou mais ciclones maiores.

60. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de o referido combustível incluir qualquer combustível líquido capaz de ser tratado da maneira reivindicada, incluindo combustíveis os quais são líquidos apenas na faixa de temperatura de 20 °C a 300 °C.

61. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de o referido ar incluir qualquer gás ou quaisquer gases em mistura com adição com oxigênio.

62. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de o referido combustível ser

aquecido em meios de troca de calor controlados de forma termostática usando-se calor de perda do motor para uma temperatura aproximada de 85 °C a 90 °C.

5 63. Método, de acordo com a reivindicação 58, caracterizado pelo fato de o referido ar dos referidos meios de troca de calor ser misturado com ar ambiente em uma válvula de mistura controlada eletronicamente modulável para manutenção da temperatura de ar de indução na faixa de 20 °C a 100 °C.

10 64. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de um fluxo de ar ser aquecido nos meios de troca de calor por calor de perda do motor para uma temperatura de até 1.000 °C, a parte menor do referido fluxo sendo dirigida para o referido ciclone pequeno.

15 65. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de o referido fluxo de ar aquecido para o referido pequeno ciclone ser suprido a partir de um turbocompressor.

20 66. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone ser provido com um fluxo de gás de exaustão quente desviado.

25 67. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de os meios de válvula em um coletor de distribuição conectado ao referido pequeno ciclone serem operados em sincronização com um movimento de estrangulamento para modulação do fluxo de ar aquecido para o referido pequeno ciclone de acordo com a posição de estrangulamento.

30 68. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone ser

usado para a mistura de um combustível gasoso com ar aquecido, o referido combustível gasoso incluindo butano, propano, metano, hidrogênio ou um combustível similar.

69. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de uma pluralidade de referidos pequenos ciclones descarregarem o referido fluxo de combustível - ar de vórtice tangencialmente em um ou mais ciclones maiores nos quais o referido fluxo de combustível - ar é condicionado, antes de fluir para os cilindros de um motor.

70. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de uma unidade de controle de combustível baseada em microprocessador integrar dados de sensores de parâmetros de operação de motor, incluindo RPM, tendência de RPM, posição de estrangulamento, pressão de ar de coletor e temperatura de cabeçote de cilindro, em conjunto com dados de mapeamento de avanço de ignição, a posição dos referidos meios de válvula regulando o fluxo de ar aquecido para os referidos pequenos ciclones, a temperatura de ar de indução e a temperatura do combustível aquecido e regula o volume de combustível descarregado a partir dos referidos injetores de modo conforme.

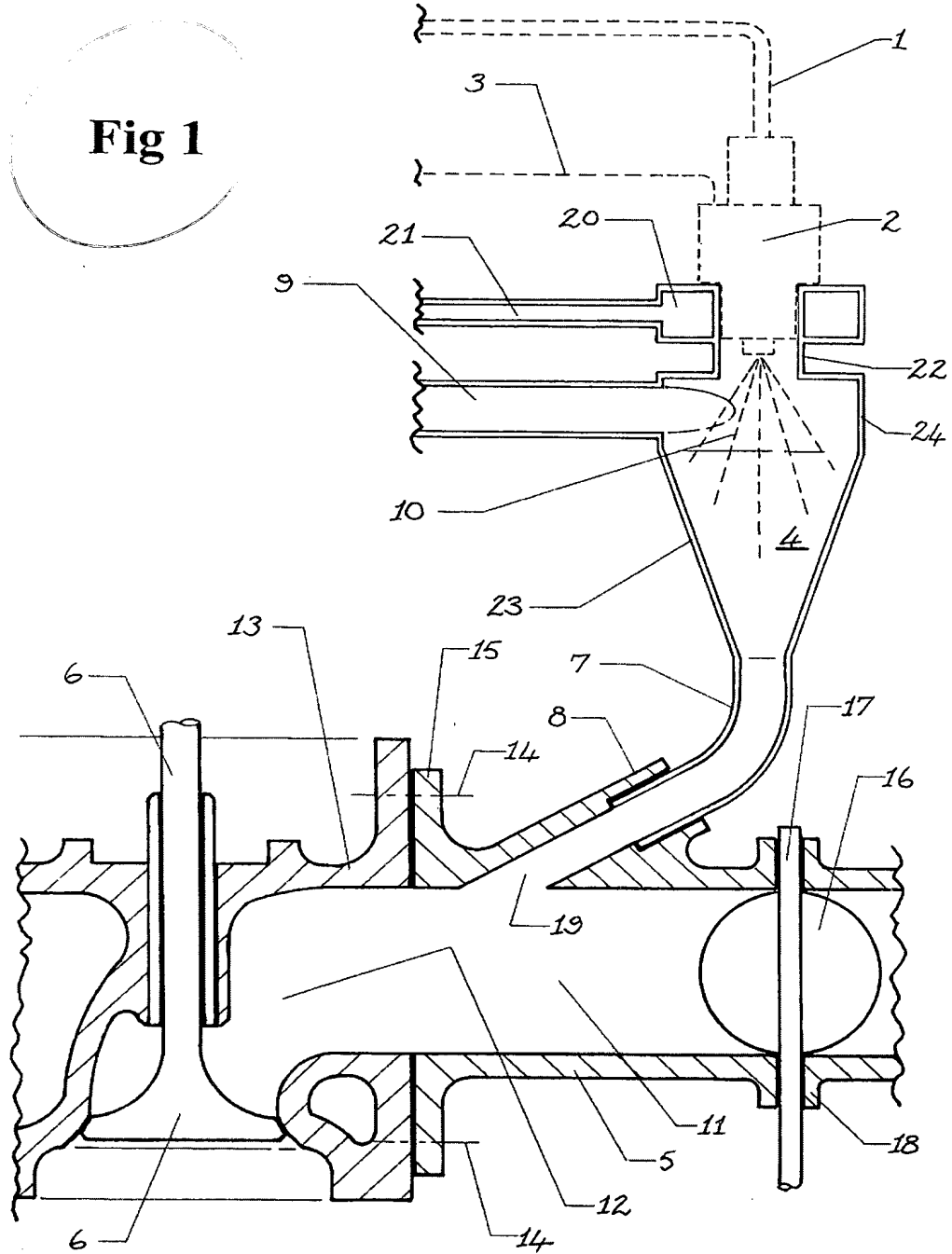
71. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de a referida mistura de ar - combustível de vórtice ser enviada para o referido trato de entrada efetivamente como um gás homogêneo seco.

72. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de o referido pequeno ciclone compreender, essencialmente, uma parte cilíndrica unida a uma parte cônica.

73. Método, de acordo com a reivindicação 72, caracterizado pelo fato de a relação do diâmetro da referida parte cilíndrica do referido pequeno ciclone para o diâmetro do orifício de seu cilindro de motor associado tipicamente estar na faixa de 1:10 a 1:2 com variações de ± 20% ocorrendo.

74. Método, de acordo com a reivindicação 72, caracterizado pelo fato de a relação do comprimento da referida seção cônica do referido pequeno ciclone para o diâmetro de sua seção cilíndrica estar tipicamente na faixa de menos de 0,5:1 até mais de 6:1.

75. Método, de acordo com a reivindicação 57, caracterizado pelo fato de o referido injetor de combustível modulável enviar um fluxo de combustível atomizado para o referido pequeno ciclone, onde ele sofre uma evaporação rápida e uma mistura energética, qualquer componente de combustível não evaporado sendo centrifugado nas superfícies de parede interna quentes do referido pequeno ciclone e desse modo evaporando pela retirada de calor.



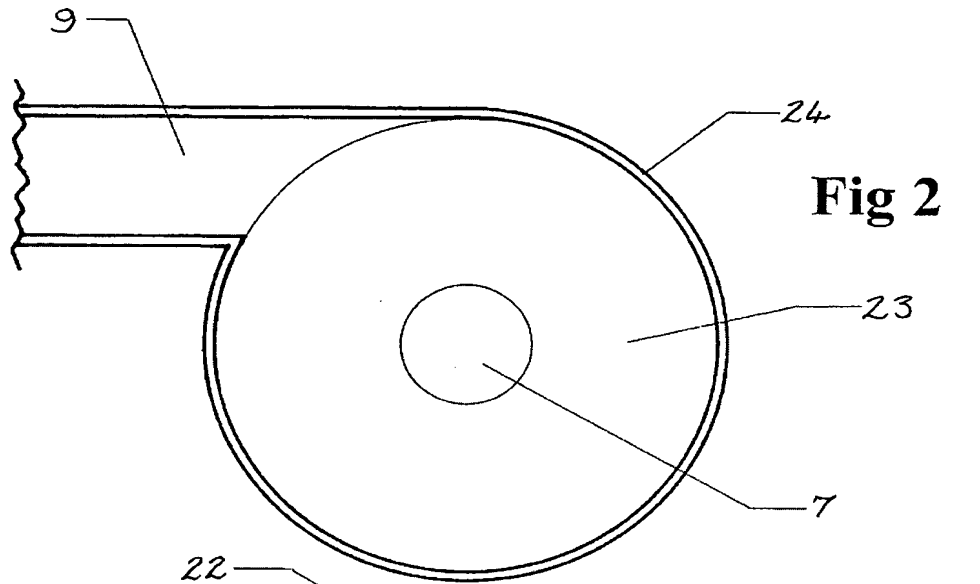


Fig 2

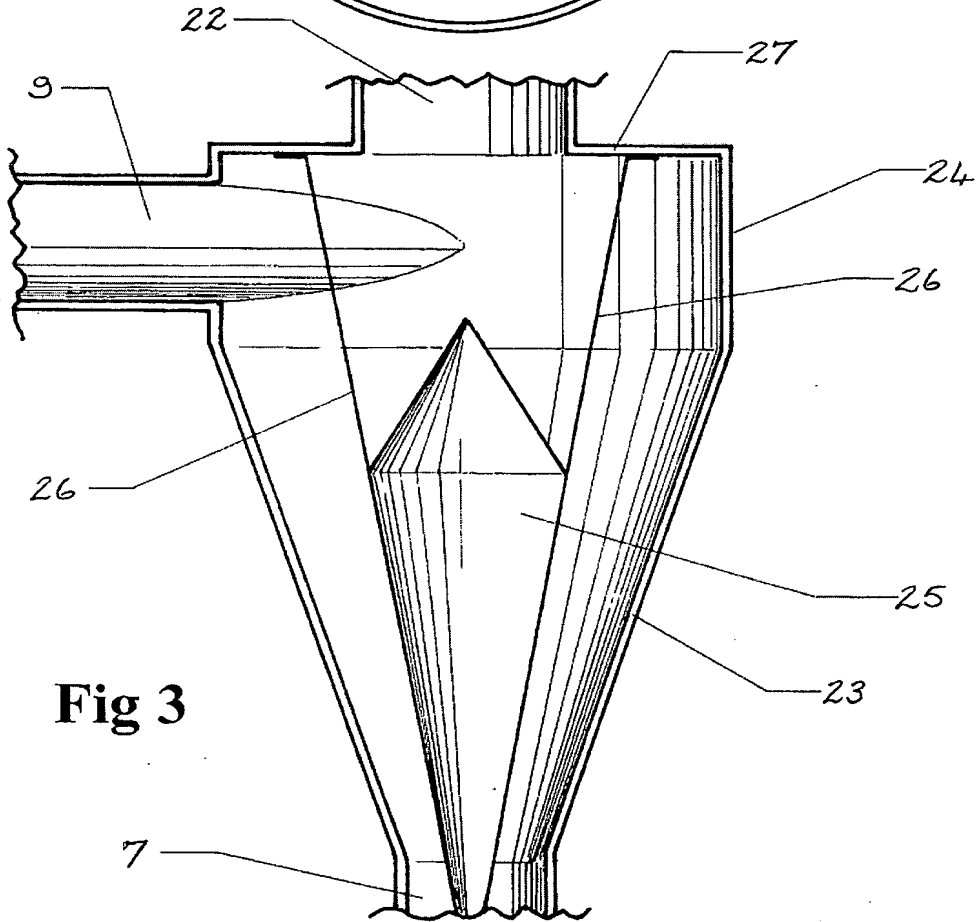


Fig 3

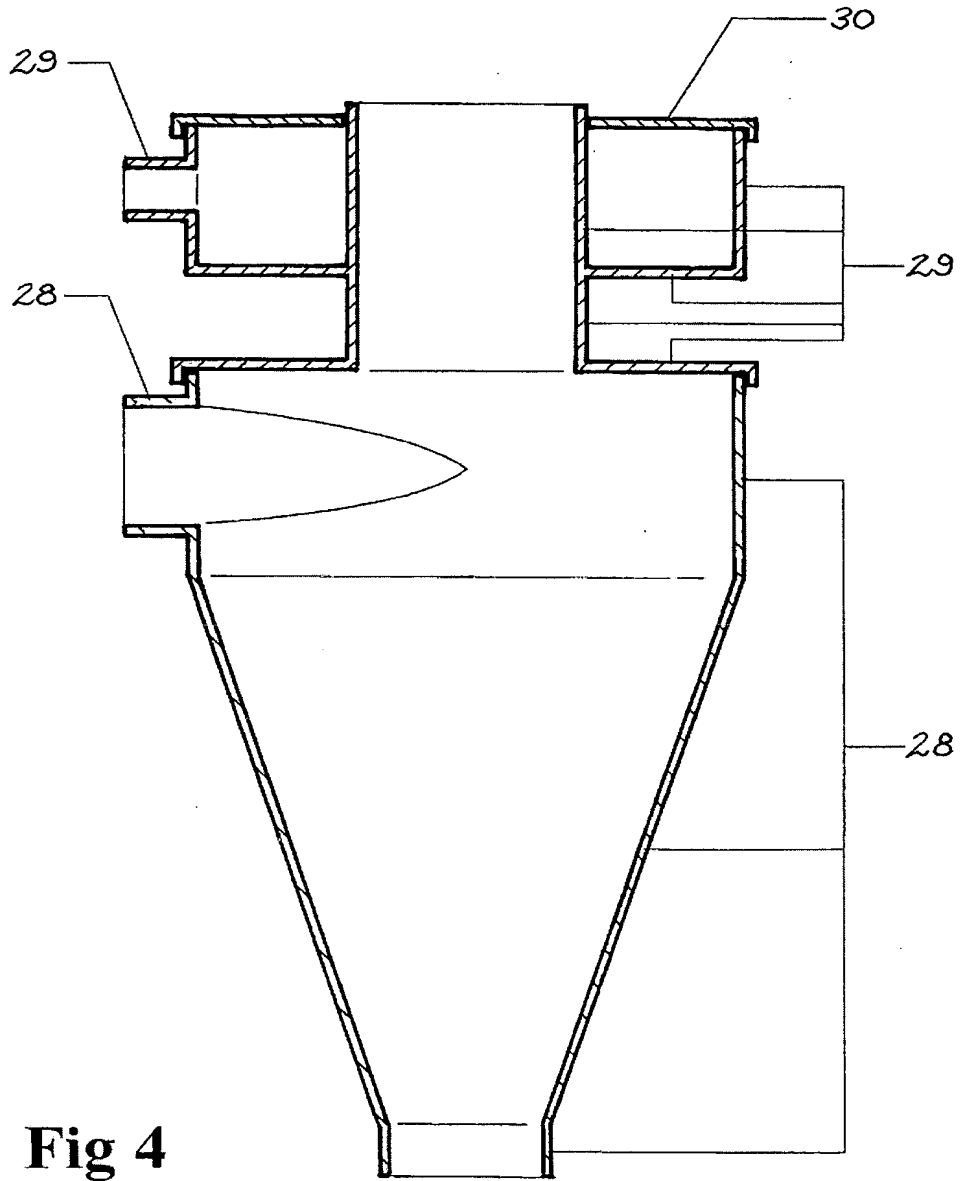


Fig 4

Fig 5

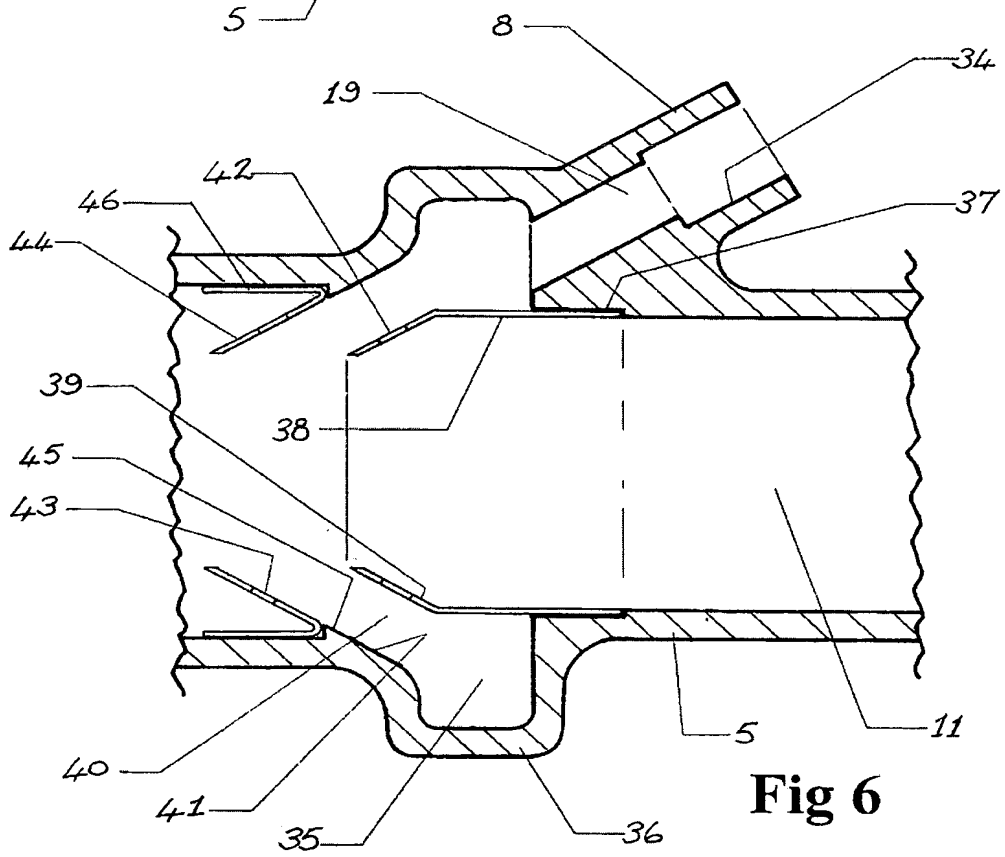
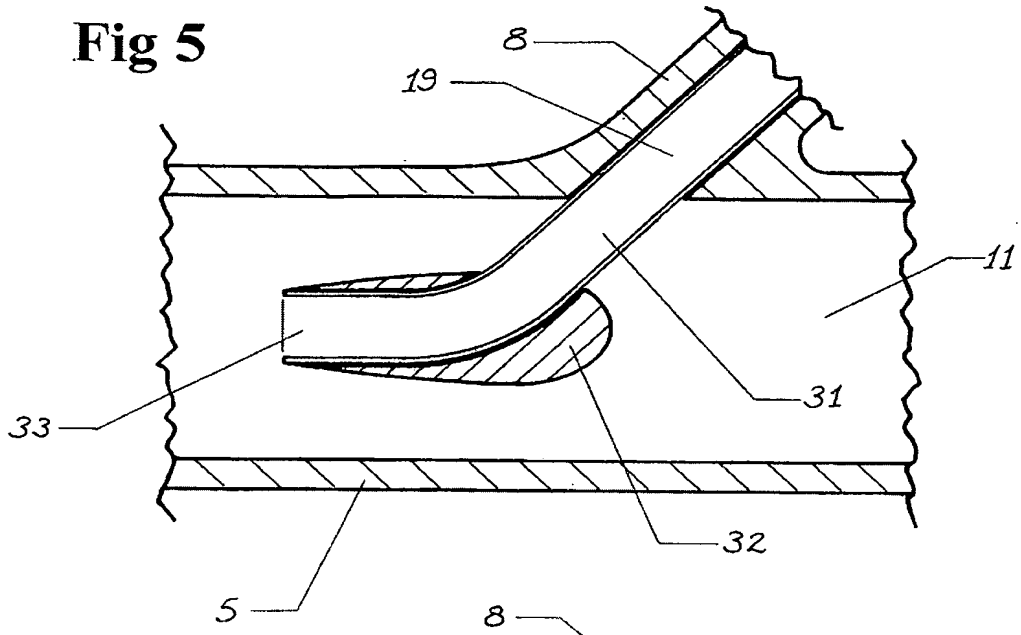


Fig 6

RESUMO

“MÉTODO PARA TORNAR ÁSPERA A ÚNICA SUPERFÍCIE LATERAL DE UMA BANDA DE RODAGEM, ROLO DE SUPORTE PARA TEXTURIZAR UMA BANDA DE RODAGEM, SUPORTE PARA
5 TEXTURIZAR UMA BANDA DE RODAGEM, E, BANDEJA DE BANDA DE RODAGEM”

Um aparelho e método para tornar áspera a única superfície lateral de uma banda de rodagem são providos, em que a única superfície lateral de uma banda de rodagem é tornada áspera com pelo menos um rolo abrasivo. A base de pelo menos um sulco em um lado da parte de rodagem da
10 banda de rodagem é suportada enquanto o rolo abrasivo está tornando áspera a única superfície lateral oposta ao sulco suportado.