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

(11) **PI 0410828-0 B1**

(22) Data de Depósito: 21/05/2004

(45) Data da Concessão: 28/07/2015
(RPI 2325)

(54) Título: MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DE DOIS CICLOS COM SISTEMA DE COMBUSTÃO DE INJEÇÃO DIRETA DE COMBUSTÍVEL

(51) Int.Cl.: F02B75/02; F02B23/10; F01M3/02; F02B25/14

(30) Prioridade Unionista: 29/05/2003 IT PZ03 A 000001

(73) Titular(es): Enrico Nino, Infinity Parts S.R.L.

(72) Inventor(es): Enrico Nino

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DE DOIS CICLOS COM SISTEMA DE COMBUSTÃO DE INJEÇÃO DIRETA DE COMBUSTÍVEL"**.

A presente invenção refere-se a um motor de combustão interna de dois ciclos com um sistema de combustão de injeção direta de combustível.

Antecedentes da Invenção

O motor de combustão interna alternativo do tipo dois ciclos é universalmente reconhecido como o motor mais simples dentre os presentemente disponíveis. Isto tem levado à sua adoção quase universal no campo da propulsão designado para veículos pequenos consistindo em bicicleta motorizada e lambretas com um deslocamento de pistão entre 50 cc e 125 cc além dos assim chamados quadriciclos com motor e uma série completa de pequenas ferramentas e dispositivos, como, por exemplo, geradores, serras de cadeia, cortadores de grama, motores de popa para uso aquático, etc.. A necessidade de se adotar sistemas de propulsão com um perfil simples de construção é observada pelo fato de que os mesmos vêm a ser artigos de baixo valor adicionado e, portanto, o custo industrial dos sistemas de propulsão assim como outros componentes deve ser mantido tão baixo quanto possível. Outros fatores de influência são o peso leve (uma alta razão força / peso) e a manutenção limitada que os mesmos precisam.

Falhas da Técnica Anterior

Embora simples e de baixo custo, o motor de dois ciclos apresenta uma série de falhas bem-conhecidas que consistem essencialmente em um alto grau de sobreposição das fases de entrada e de escapamento. Na prática, assim como conhecido, para muitos ângulos de manivela, tanto o orifício de entrada de carga nova como o orifício de escapamento de gás queimado são abertos com o escape resultante de uma parte considerável da carga nova estimada em mais de 40 %. Isto leva a um alto percentual de hidrocarbonetos não queimados nas emanações de escapamento de modo a tornar o mesmo dificilmente adequado à superação dos presentes padrões e aos padrões antipoluição a serem em breve adotados.

Uma outra causa importante da produção poluente consiste no método de lubrificação com base na mistura de lubrificante e combustível.

Este método significa que uma vez que a gasolina se evapora, o lubrificante forma uma nuvem de gotículas muito finas de tal modo a serem arrastadas juntamente com a carga nova para a câmara de combustão e em boa percentagem diretamente para o escapamento com a produção resultante de fumaça (combustão incompleta do óleo), sujando os canos de descarga e entupindo o silencioso. Este fenômeno é ainda mais prejudicado pelo fato de que o lubrificante introduzido que é diluído pelo combustível reduz a sua eficácia e, portanto, torna-se necessário manter a sua concentração alta na gasolina.

Conforme descrito, as falhas são causadas pelo tipo de alimentação com base na mistura do combustível com o ar antes de o ar entrar na câmara de combustão. Várias tentativas foram feitas no sentido de reduzir as falhas acima mencionadas, de modo geral inspiradas pela entrada do combustível diretamente para a câmara de combustão. Isto ocorreu no exemplo de sistemas de propulsão a diesel de dois ciclos, mas, ao contrário dos sistemas de propulsão à diesel, as falhas encontradas são consideráveis e consistentes essencialmente na dificuldade encontrada com a mistura do combustível com o comburente, com uma combustão anômala resultante e anomalias de operação resultantes. A questão é que, nos sistemas de propulsão à diesel de dois e quatro ciclos, o problema da mistura do combustível com o comburente é solucionado por meio de um desenho preciso dos dutos de entrada e da câmara de combustão - de alta oscilação e turbulência - e especialmente por meio de sistemas de injeção muito sofisticados - capazes de operar em pressões muito elevadas, até mesmo da ordem de 1000 bar em sistemas puramente mecânicos, ou mais elevadas nos assim chamados sistemas de "trilho comum". Com tal nível de pressão de injeção de combustível, o combustível é dispersado em gotas tão pequenas (atomização de combustível muito alta) de modo a conseguir se misturar completamente com a carga nova de ar em tempos muito curtos. Tais pressões elevadas podem ser obtidas apenas com o óleo a diesel dado a sua alta força

de lubrificação (alta viscosidade). Com a gasolina livre da força lubrificante (baixa viscosidade), isto não é possível, uma vez que isto causaria o agarramento (o contato direto metal a metal) dos sistemas de pressurização (bombas) e injetores.

Entre as várias tentativas feitas no sentido de superar estas falhas, a única que atingiu resultados positivos foi a desenvolvida pela Orbital Engine Corp. Ltd. que, ao adotar uma técnica de injeção particularmente sofisticada, obteve bons resultados no desenvolvimento de sistemas de propulsão de dois ciclos para uso em automóvel com um desempenho satisfatório, ou seja, com emissões de poluição comparáveis às dos sistemas de propulsão de quatro ciclos. Com efeito, a Orbital Engine desenvolveu e realizou uma técnica de injeção chamada 'Injeção Auxiliada a Ar" por meio de ar comprimido a uma pressão relativamente baixa da ordem de magnitude de 10 bar capaz de aumentar a atomização do combustível (redução do diâmetro médio das gotas produzidas e também denominada Diâmetro de Sauter Mínimo (SMD). O motor orbital chegou à realização de uma borrifação de combustível de diâmetro SMD baixo por meio da utilização da capacidade expansiva de gases comprimidos (ar) de modo a transportar o combustível líquido e dar ao mesmo a energia necessária para a sua dispersão, ou seja, a energia que nos sistemas de injeção puramente mecânica é suprida pela injeção à alta pressão acima mencionada. Com este tipo de sistema de injeção, a Orbital Engine conseguiu desenvolver sistemas de propulsão de dois ciclos para uso em automóvel capaz de um desempenho comparável aos dos sistemas de propulsão de quatro ciclos basicamente a partir do ponto de vista das emissões de poluição.

A Orbital Engine recentemente aplicou a sua técnica a um motor de dois ciclos com um deslocamento de pistão de 50 cc. O produto desenvolvido exibe reduções particulares tanto no consumo de combustível e de óleo lubrificante e na emissão de poluentes. Estes resultados, embora interessantes, foram obtidos por meio da adoção de artifícios que consideravelmente complicaram o perfil básico (suficiente pensar em se ter de adotar um compressor volumétrico para produzir ar comprimido em um motor de 50 cc).

Com efeito, a técnica adotada provê, além do compressor volumétrico, não menos que dois 'injetores', o injetor verdadeiro para a injeção de gasolina em uma câmara de pré-mistura e um que coloca a câmara de mistura em comunicação com a câmara de combustão. Ambas as 'válvulas' devem ser manejadas por meio de uma unidade de controle. Isto mostra o nível considerável de complicação técnica alcançada com o aumento resultante nos custos de produção e de manutenção de modo a fazer com que as soluções da Orbital sejam escassamente utilizáveis nos sistemas de propulsão de lambretas, os quais são conhecidos por seu baixo valor adicionado.

A solução a ser adotada para esta classe de sistemas de propulsão deve necessariamente ser muito baixa em termos de custo (o valor limitado adicionado de todo o sistema de propulsão) e capaz de consideravelmente melhorar o "desempenho" do sistema de propulsão em termos dos poluentes limitados de modo a tornar o mesmo compatível às exigências das leis atuais e no futuro próximo.

Objetivos da Invenção

O propósito geral da presente invenção é remediar as falhas acima mencionadas ao tornar disponível em um motor de combustão interna de dois ciclos que exibe em comparação aos motores de dois ciclos convencionais pelo menos uma das vantagens a seguir:

- uma quantidade favoravelmente limitada de hidrocarbonetos não queimados no escapamento,

- um consumo consideravelmente reduzido do combustível e do óleo lubrificante para uma força igual,

- um custo favoravelmente limitado, e

- necessidade limitada de manutenção.

Sumário da Invenção

A presente invenção possibilita estas vantagens por meio da adoção de uma modalidade puramente mecânica de injeção direta de combustível para a câmara de combustão por meio da provisão de um dispositivo de injeção de baixo ou de muito baixo custo.

A realização de tal dispositivo chama-se a adoção comercial de

injetores de automóvel cujas muitas quantidades produzidas garantem um baixo custo industrial.

Em particular, o motor de combustão interna de dois ciclos de acordo com a presente invenção é do tipo que compreende o seguinte:

- um cilindro (2),

- um pistão (4) com uma haste de conexão associada,

- um cabeçote (3) que fecha o cilindro (2) no lado da câmara de explosão,

- uma caixa de manivela (12) que fecha o cilindro (2) no lado oposto da câmara de explosão,

- uma vela de ignição (5) inserida no cabeçote, e

- um cano de descarga de gás queimado (8) com a abertura de orifício de entrada sobre a superfície interna do cilindro (2) próximo ao centro morto de fundo do pistão (4),

e é caracterizado pela presença em combinação do seguinte:

- um duto de entrada de ar (6), destituído de qualquer válvula de estrangulamento, com os orifícios de entrada de câmara de combustão (13) localizados próximo ao centro morto de fundo do pistão (4), e com outros orifícios de entrada localizados tanto no cilindro (2) próximo à caixa de manivela (12) ou na caixa de manivela,

- um duto (7) para a entrada do óleo de lubrificação no duto de entrada de ar (6),

- um sensor (9) de velocidade de rotação e de posição angular do eixo de transmissão,

- um injetor de combustível (1) inserido na parede de cilindro (2) com uma inclinação tal que o jato de combustível produzido pela mesma, que penetra na câmara de combustão, provoca um impacto sobre a parede do cabeçote (3) próximo à vela de ignição (5) e também inserido em uma posição tal que o pistão (4) em seu centro morto de topo é colocado entre o injetor (1) e a câmara de combustão, e

- uma unidade de controle (10) que sincroniza o movimento cíclico do eixo de transmissão com os tempos de ignição da vela de ignição (5) e

um tempo de abertura do injetor (1) dependendo dos sinais emitidos do sensor acima (9), e também regula a quantidade de combustível injetado após cada ciclo de motor dependendo da velocidade de rotação, da carga de motor e da regulação do acelerador definida pelo usuário.

Descrição Geral dos Desenhos

A fim de melhor esclarecer os propósitos e características do dispositivo de acordo com a presente invenção, uma modalidade exemplar do mesmo é descrita abaixo e ilustrada nos desenhos em anexo.

A figura 1 mostra uma vista em seção transversal diagramática de um motor de dois ciclos com um sistema de combustão de injeção direta de combustível de acordo com a presente invenção.

A figura 2 mostra uma vista em seção transversal de um motor (parte superior) realizada de acordo com o diagrama da figura 1, e

A figura 3 mostra uma vista de fundo do motor da figura 2.

Modalidades Preferidas da Invenção

Com referência às figuras, no motor da figura 1 as diversas peças possuem o significado a seguir.

1: injetor,

2: cilindro de motor alternativo de dois ciclos,

3: cabeçote do mesmo motor,

4: pistão e haste de conexão associada,

5: vela de ignição,

6: duto de entrada de ar (sem válvula de borboleta ou registro de corrediça),

7: duto de entrada de óleo de lubrificação,

8: duto de escapamento,

9: rpm / sensor de posição de eixo de transmissão (pick-up),

10: Unidade de Controle Eletrônico para o injetor e sincronização de vela de ignição,

11: válvula de lâmina de uma via para um fluxo de ar de uma via,

12: caixa de manivela de motor (reservatório).

No diagrama proposto, para um maior esclarecimento na descrição da presente invenção, é omitida a parte relativa ao sistema de pressuri-

zação de combustível e ao sistema de lubrificação, ambos sistemas realizados com um meio conhecido.

A vista em seção transversal da modalidade exemplar da figura 2 mostra os ângulos preferidos (não ligados) de inclinação do injetor e das paredes do cabeçote adotadas em um protótipo (na figura, a entrada 13 do duto de entrada de ar e a entrada do duto 8 parecem se projetar para a câmara de combustão contrária à realidade sendo isto devido apenas a um efeito ótico).

A operação da presente invenção de acordo com os princípios da presente invenção é como se segue: o combustível é injetado por meio do injetor (1) no cilindro (2) quando o pistão (4) acaba de fechar os orifícios de drenagem (13) (entrada de ar). Sob estas condições, o combustível borrifado (1) encontra uma pressão ainda baixa dentro do cilindro e da câmara de combustão e, sendo assim, requer que uma baixa pressão seja injetada. O jato produzido penetra na câmara de combustão e impacta contra a parede de câmara de combustão localizada no cabeçote (3) próximo à vela de ignição (5). Após o impacto, acontecem dois efeitos combinados. O primeiro é a ativação da assim chamada atomização secundária que consiste em gotas de combustível que, após o impacto do jato principal sobre as paredes sólidas, se separam das mesmas de modo a serem dispersas na câmara de combustão. O segundo efeito é que os jatos incididos realizam altos coeficientes de troca de calor convectivos entre fluidos e sólidos, e, portanto, o jato de combustível que impacta sobre as paredes do cabeçote (conhecidos como estando entre os componentes de temperaturas mais altas de um motor endotérmico) recebe uma quantidade de calor de tal modo a elevar o teor de entalpia e favorecer a rápida vaporização do combustível. Estes efeitos, juntamente com um longo tempo de permanência do combustível na câmara de combustão (injeção realizada durante os primeiros tempos de compressão), com a forma afunilada da câmara de combustão e com a posição central da vela de ignição localizada próxima à zona de impacto, garantem a inflamabilidade da mistura em todas as velocidades operacionais do motor. Desta maneira, a regulagem do motor é obtida apenas por meio da regulagem da

quantidade de combustível injetado (e obviamente até mesmo nas fases de injeção e ignição), dependendo da velocidade de rotação e da carga do motor. Deste modo, torna-se possível se chegar à combustão com um grande excesso de ar e uma considerável redução tanto dos hidrocarbonetos não queimados (HC) como também do monóxido de carbono (CO) produzido.

Uma outra vantagem é que, mesmo sob as mais baixas condições de partida, sempre existem grandes quantidades de oxigênio molecular nos gases de escapamento em função da quantidade máxima possível de trânsitos de ar devido à ausência da válvula de estrangulamento no motor. Isto permite a operação eficaz dos catalisadores oxidantes geralmente instalados nos canos de descarga deste tipo de motor. O ar excessivo permite a manutenção de um teor baixo dos óxidos de nitrogênio (NOx) produzidos pela redução da temperatura de combustão de pico.

Com relação às condições operacionais 'frias', nas fases iniciais da operação do motor na qual a temperatura das paredes internas do cabeçote se encontra próxima à temperatura circundante, torna-se necessário se pilotar o injetor de tal maneira a enviar mais combustível (enriquecimento da carga). Desta maneira, a maior atomização primeira e secundária causada pela maior quantidade de combustível injetado compensa a falta de vaporização do combustível causada pelo impacto com a parede de cabeçote 'quente' de modo a permitir a partida do motor e seu aquecimento progressivo. Durante o aquecimento progressivo do motor, este detectado por um sensor proposital do tipo conhecido e que é omitido para fins de maior clareza, a unidade de controle (10) proverá uma redução progressiva da quantidade maior de combustível injetado até que um estado estacionário seja atingido. A posição do injetor no cilindro se projeta a partir das altas pressões e das temperaturas geradas pela combustão, uma vez que nesta fase o pistão fica entre o injetor e a câmara de combustão.

A partir da descrição acima, as vantagens a seguir poderão ser deduzidas.

Na prática, a presente invenção provê a adoção de injetores designados para motores de automóveis para injeção na tubulação de entrada.

Estes injetores podem ser facilmente instalados na parede de cilindro de motores pequenos de dois cilindros e operam de uma forma praticamente idêntica às condições de desenho, uma vez que os mesmos são usados para borrifar combustível durante a parte inicial do tempo de compressão, de modo que introduzam o combustível em um ambiente de baixa pressão de tal maneira que toda a pressão de injeção seja usada no sentido de prover energia para o jato. Lembra-se que para o escapamento de um fluido de um orifício, até mesmo uma pressão "a montante - a jusante" é importante e não apenas uma pressão a montante (injeção).

Ao se posicionar o injetor nas paredes de cilindro, é realizada a importante ação de se proteger o injetor contra os picos de pressão e temperatura atingidos durante a fase de combustão. Esta fase é feita quando o pistão se encontra próximo ao centro morto de topo de modo a ficar na frente do orifício de escapamento de combustível, e, portanto, do injetor. Isto garante uma maior duração e menos sujeira carbonácea de combustão - resíduo do injetor instalado no cilindro em comparação aos injetores ou válvulas instaladas no cabeçote.

A presente invenção adota um injetor e uma bomba de gasolina mecânica de modo a substituir o carburador. Esta substituição dos componentes envolve apenas um aumento limitado nos custos de produção do motor, enquanto torna a sua adoção economicamente válida. Fica claro que, por meio da injeção direta, fica muito menor a quantidade de hidrocarbonetos não queimados na exaustão causada pela sobreposição parcial da fase de entrada da fase de exaustão.

A adoção da injeção puramente mecânica (injeção de baixa pressão de gasolina sem a necessidade de ar comprimido) requer a adoção de uma unidade de controle proposital capaz de regular o tempo de abertura do injetor (em termos eletromecânicos, o mesmo sendo aberto por meio de um impulso elétrico enviado para a bobina de solenóide), deste modo regulando o combustível injetado, com base na regulagem do acelerador controlado no momento pelo usuário, na velocidade do motor, na temperatura, etc..

Com relação ao problema da lubrificação, lembra-se que os mo-

tores de dois ciclos geralmente são lubrificados em uma operação não untuosa. Na prática, o lubrificante é misturado com a gasolina ou introduzido na tubulação de entrada por meio de uma bomba de medição, em seguida introduzida para a caixa de manivela que atua como uma bomba para o ar aspirado. Ao se adotar a injeção direta, a gasolina não passa pela caixa de manivela, e desta maneira nenhum óleo lubrificante poderá ser ainda adicionado à mesma e, por este motivo, a presente invenção provê a entrada de óleo diretamente para a tubulação de entrada a partir da qual o mesmo penetra na caixa de manivela. Uma vez que a caixa de manivela não mais é "lavada" pela gasolina, uma quantidade menor de óleo lubrificante é requerida, isto é, aproximadamente 50 % menos.

Naturalmente, inúmeras modificações, adaptações, variantes, omissões, e substituições de elementos por outros equivalentes funcionais podem ser feitas às modalidades acima mencionadas sem se afastar do âmbito das reivindicações a seguir.

Uma destas variantes pode se referir ao orifício de entrada inferior do duto (6) para o motor. Com efeito, ao invés de se localizar no cabeçote de cilindro próximo à caixa de manivela conforme mostrado na figura 1, o mesmo pode se localizar na própria caixa de manivela sem mudar a operação do motor.

REIVINDICAÇÕES

1. Motor de combustão interna de dois ciclos do tipo que compreende:

- um cilindro (2),

- um pistão (4) com uma haste de conexão associada,

- um cabeçote (3) que fecha o cilindro (2) no lado da câmara de explosão,

- uma caixa de manivela (12) que fecha o cilindro (2) no lado oposto à câmara de explosão,

- uma vela de ignição (5) inserida no cabeçote, e

- um cano de descarga de gás queimado (8) com a abertura de orifício de entrada sobre a superfície interna do cilindro (2) próximo ao centro morto de fundo do pistão (4),

caracterizado pela presença em combinação do seguinte:

- um duto de entrada de ar (6), desprovido de qualquer válvula de regulagem, com orifícios de entrada de câmara de combustão (13), localizados próximo ao centro morto de fundo do pistão (4), orifícios denominados "orifícios de drenagem" (13), e com outros orifícios de entrada localizados tanto no cilindro (2) próximo à caixa de manivela (12) quanto na caixa de manivela,

- um duto (7) para a entrada de óleo de lubrificação no duto de entrada de ar (6),

- um sensor (9) de velocidade de rotação e de posição angular do eixo de transmissão,

- um injetor de combustível (1) inserido na parede de cilindro (2) com uma inclinação tal que o jato de combustível produzido pela mesma, que penetra na câmara de combustão, provoca impacto na parede do cabeçote (3) próximo à vela de ignição (5) e também inserido em uma posição tal que o pistão (4) em seu centro morto de topo é colocado entre o injetor (1) e a câmara de combustão, e

- uma unidade de controle (10) que sincroniza o movimento cíclico do eixo de transmissão com os tempos de ignição da vela de ignição (5) e

um tempo de abertura do injetor (1) dependendo dos sinais emitidos do sensor acima (9), e também regula a quantidade de combustível injetado após cada ciclo de motor dependendo da velocidade de rotação, da carga de motor e da regulação do acelerador definida pelo usuário, em que a unidade de controle (10) em cada ciclo controla a abertura do injetor (1) quando o pistão (4) no início do curso de compressão fecha os orifícios de drenagem (13).

2. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por uma válvula de uma via (11) no duto de entrada de ar (6) designado de modo a permitir o fluxo de ar em apenas uma direção.

3. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um sensor de temperatura de motor e pelo fato de que a unidade de controle (10) regula a quantidade de combustível injetado em cada ciclo do motor dependendo da dita temperatura, ao mesmo tempo que aumenta a dita quantidade nas fases operacionais iniciais do motor quando o mesmo ainda não atingiu a temperatura de partida.

4. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície interna do cabeçote (3) é afunilada e a vela de ignição (5) se localiza em seu centro.

5. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a inclinação da superfície interna do cabeçote com o plano de face de boca de cilindro é de 33,1°C.

6. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a inclinação do injetor (1) com o plano acima mencionado é de 32,5°C.

7. Motor de combustão interna, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a caixa de manivela (12) em combinação com o movimento alternativo do pistão (4) atua como uma bomba de ar aspirada.

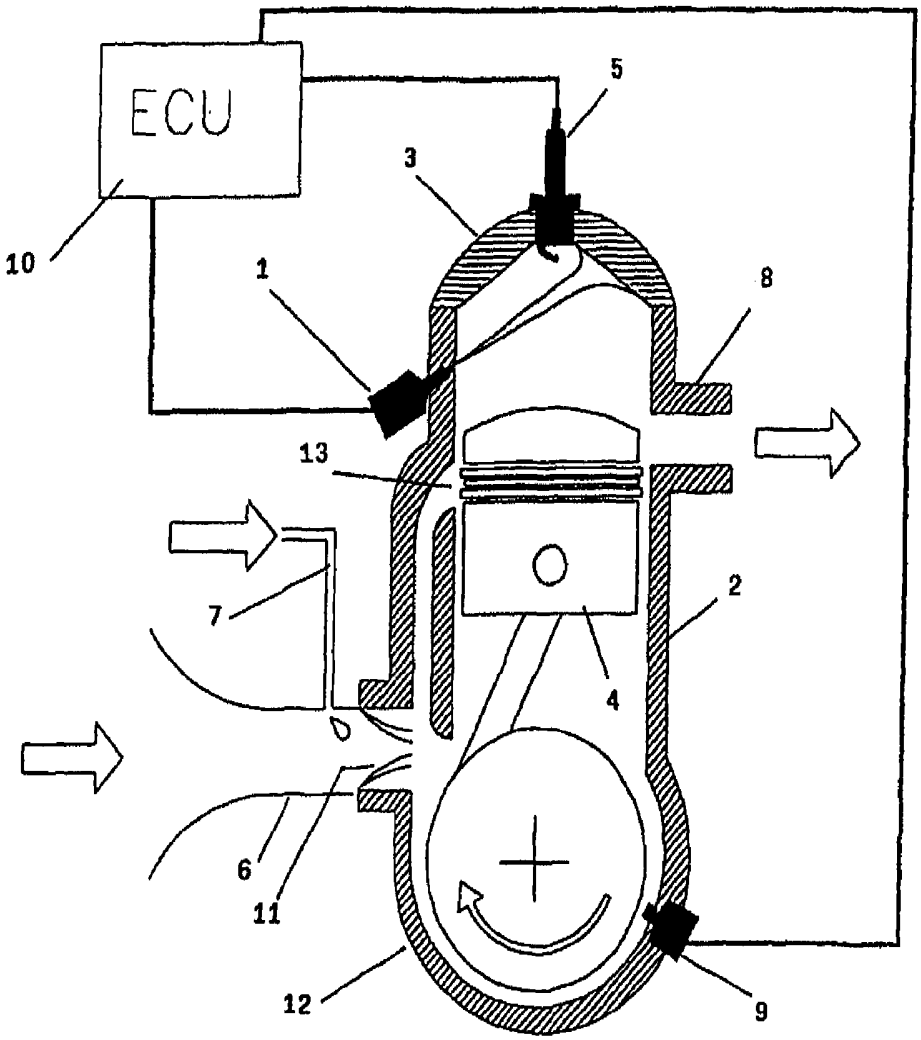


FIG 1

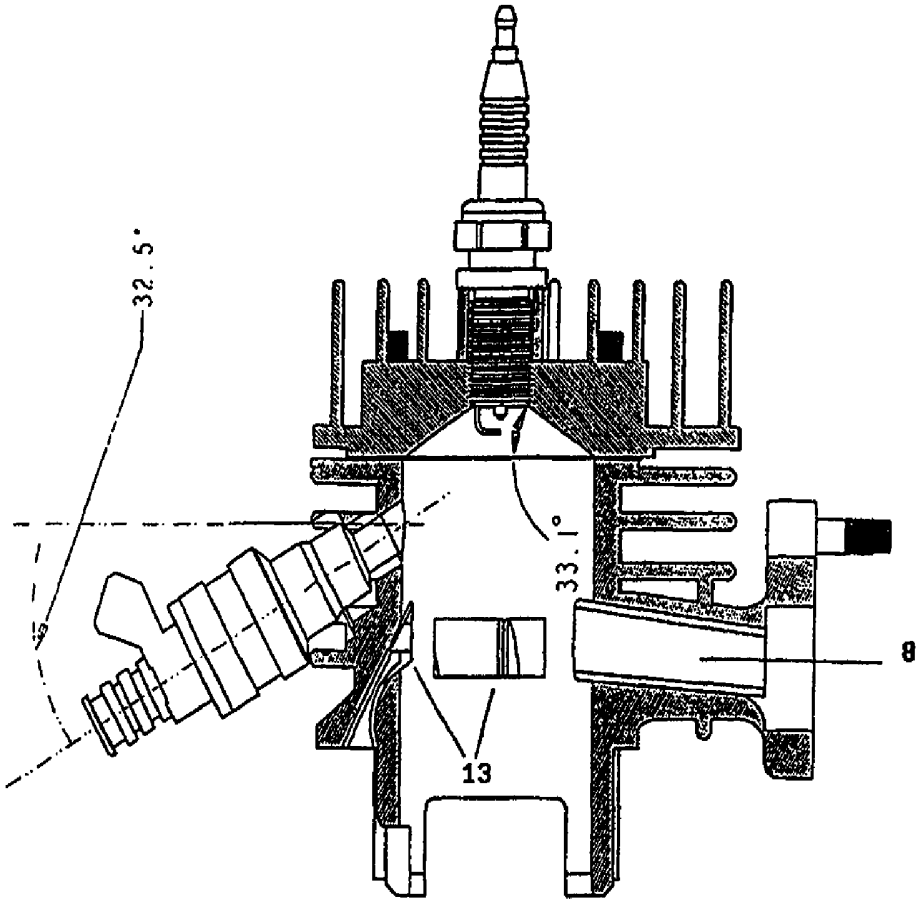


FIG 2

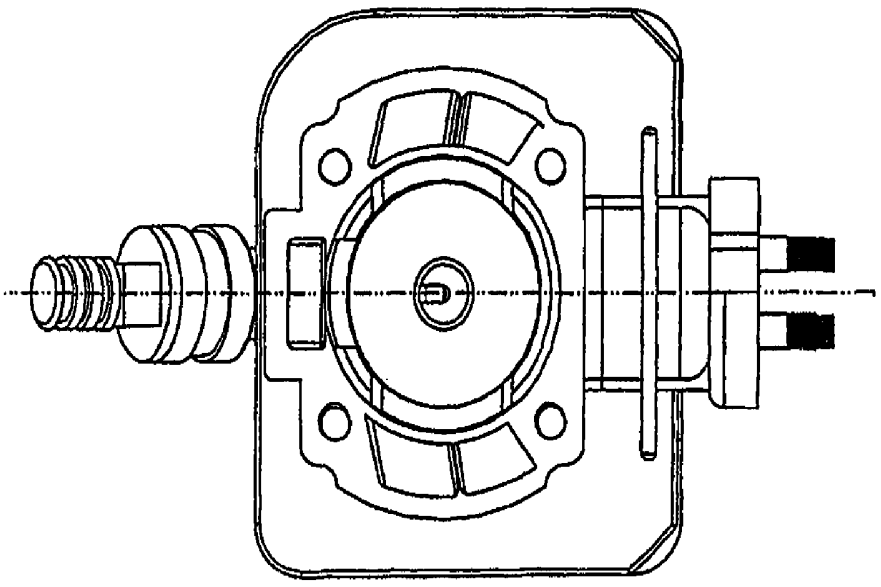


FIG 3

RESUMO

Patente de Invenção: **"MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA DE DOIS CICLOS COM SISTEMA DE COMBUSTÃO DE INJEÇÃO DIRETA DE COMBUSTÍVEL"**.

A presente invenção refere-se a um motor de combustão interna de dois ciclos que compreende um cilindro (2), um pistão (4) com uma haste de conexão, um cabeçote (3) que fecha o cilindro (2) no lado da câmara de explosão, uma caixa de manivela (12) que fecha o cilindro (2) no lado oposto da câmara de explosão, uma vela de ignição (5) inserida no cabeçote, e um cano de descarga de gás queimado (8) com uma abertura de orifício de entrada sobre a superfície interna do cilindro (2) próximo ao centro morto do pistão (4), e é caracterizado pela presença em combinação de um duto de entrada de ar (6) com os orifícios de entrada de câmara de combustão (13) localizados próximo ao centro morto de fundo do pistão (4), e também com orifícios localizados tanto no cilindro (2) próximo à caixa de manivela (12) como na caixa de manivela, um duto (7) para a entrada de óleo de lubrificação no duto de entrada de ar (6), um sensor (9) de velocidade de rotação e de posição angular do eixo de transmissão, um injetor de combustível (1) inserido na parede de cilindro (2) com uma inclinação tal que o jato de combustível produzido pela mesma que penetra na câmara de combustão provoque um impacto sobre a parede do cabeçote (3) próximo à vela de ignição (5) e também inserido em uma posição tal que o pistão (4) em seu centro morto de topo é colocado entre o injetor (1) e a câmara de combustão, e uma unidade de controle (10) que se baseia nos sinais emitidos pelo sensor (9) sincroniza o movimento cíclico do eixo de transmissão com os tempos de ignição da vela de ignição (5) e um tempo de abertura do injetor (1) e também regula a quantidade de combustível injetado após cada ciclo do motor com base na velocidade de rotação, na carga de motor e na regulação do acelerador definida pelo usuário.