



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

(21) **PI0805484-3 A2**

(22) Data de Depósito: 02/12/2008  
(43) Data da Publicação: 24/08/2010  
(RPI 2068)



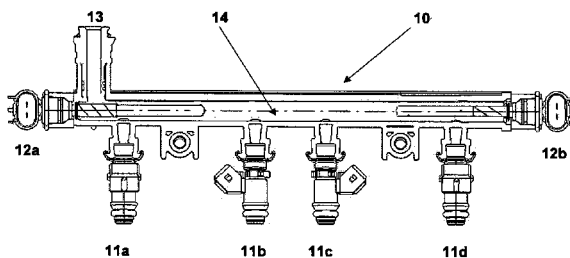
(51) *Int.Cl.:*  
F02M 53/02

(54) Título: **GALERIA DE COMBUSTÍVEL DOTADA DE DISPOSITIVO DE AQUECIMENTO COM INSTALAÇÃO AXIAL PARA SISTEMA DE PARTIDA A FRIO COM ETANOL**

(57) Resumo: O presente pedido de patente refere-se a uma forma de instalação axial de dispositivos de aquecimento, em uma galeria primária de suprimento de combustível do tipo sem retorno, que aumenta a homogeneidade do fluxo de calor em um sistema de partida a frio com etanol (ECS).

(73) Titular(es): Magneti Marelli Sistemas Automotivos Indústria e Comércio LTDA

(72) Inventor(es): AKIO OMORI, ALEXANDRE BARBOSA, GINO MONTANARI, MICHAEL PONTOPPIDAN, RICARDO ALEO, RINALDO MARQUES, VAGNER GAVIOLI





PI0805484-3

**Galeria de combustível dotada de dispositivo de aquecimento com instalação axial para sistema de partida a frio com etanol.**

O presente pedido de patente refere-se a uma forma de instalação axial de dispositivos de aquecimento, em uma galeria primária de suprimento de combustível do tipo sem retorno, que aumenta a homogeneidade do fluxo de calor em um sistema de partida a frio com etanol (ECS).

**ESTADO DA TÉCNICA**

É bem conhecido o fato de que, quando do uso de combustíveis diferentes da gasolina clássica em motores de combustão interna (IC), diversas funções do motor podem ser afetadas.

Em um moderno motor de combustão interna (figura 1), compreendendo uma câmara de combustão (1) com um dispositivo de ignição de centelha (2), coletores de exaustão (3) e admissão (4) equipado com um regulador de fluxo de ar tipo válvula borboleta (5) e um sistema de preparação de mistura eletronicamente controlado (6) com injetores de combustível PFI (7), o clássico combustível gasolina, com uma estrutura química típica  $C_8H_{18}$ , possibilita um bom desempenho na partida do motor a frio, o que permite que o motor dê a partida e se aqueça a temperaturas de até  $-30^{\circ}C$ , sem o uso de qualquer dispositivo auxiliar.

A figura 1 mostra uma configuração de motor com controle de velocidade (rotação) e densidade do fluxo de ar (sensor de pressão absoluta do coletor - MAP e sensor de giro do motor), mas esta configuração não é obrigatória. O motor pode ter qualquer configuração desde que, ela forneça os dados necessários para permitir que a Unidade de Controle do Motor (ECU) processe os dados relevantes para o controle do injetor e da ignição.

No caso do uso de um combustível diferente da gasolina, de baixa vaporização, tal como o etanol ( $C_2H_5OH$ ) ou uma mistura entre a gasolina e o etanol (por exemplo, E22 ou E85), o desempenho de partida a frio é fortemente afetado pelos parâmetros de vaporização e de tensão superficial do componente etanol, os quais são notavelmente diferentes dos da gasolina pura. Alimentar o motor com etanol puro cria condição mais difícil. Nesse caso a partida a frio e o aquecimento do motor tornam-se muito delicados em temperaturas ambientes abaixo ou em torno de  $10^{\circ}$  a  $12^{\circ} C$ .

A principal razão para a qual não apenas a partida a frio, mas também a fase de aquecimento do motor é de amplo interesse é que, para o controle de poluentes (principalmente o conteúdo de hidrocarbonetos (HC) nos gases de exaustão) no período de tempo durante o qual o sensor de oxigênio (sonda lambda) não está funcionando (estratégia de controle de circuito-aberto), o controle muito preciso do injetor permitirá um decréscimo na emissão de HC não queimado.

Nos últimos anos vários dispositivos adicionais que visam

minimizar os problemas de partida a frio quando da utilização do etanol foram sugeridos, tais como a introdução de um combustível de maior vaporização (gasolina) durante a partida; ou a adição de um ou mais dispositivos de aquecimento do combustível, que não são posicionados na galeria de suprimento de combustível, antes dos injetores, conforme a presente invenção. As duas soluções apresentam grandes inconvenientes.

A primeira opção, mesmo apresentando um bom desempenho na partida a frio, apresenta custo elevado devido à necessidade de um tanque de combustível adicional e os seus respectivos dutos de combustível e, como o volume desse tanque adicional é limitado para permitir sua instalação no veículo (geralmente na região do compartimento do motor), sua capacidade é pequena para a utilização durante o período de aquecimento do motor.

A segunda solução pode ser utilizada para a partida a frio, mas, soluções que não seguem a configuração definida por esta invenção tornam-se não confiáveis para o período de aquecimento do motor, devido à possibilidade de ocorrência de cavitação do combustível, induzida pelo calor gerado pela instalação aleatória de fontes de calor de alta potência antes dos injetores, na galeria de suprimento de combustível.

O injetor de combustível é projetado para enviar uma quantidade controlada de combustível líquido no sistema de admissão. Infelizmente, a ocorrência de cavitação, induzida pelo calor, introduz bolhas de gás no combustível líquido e assim altera o seu estado físico de incompressível para compressível. A fluidodinâmica básica de um líquido compressível é totalmente diferente da de um líquido incompressível e, assim, a função de dosar um combustível líquido, atribuída ao injetor, não é mais controlável quando um combustível compressível passa pela área interna de dosagem do injetor.

A própria depositante fez um pedido de patente (PI 0705422-0) de uma invenção que possibilita por um simples meio mecânico, sem um complicado controle eletrônico de temperatura, promover a estabilização assintótica da temperatura do combustível dentro da galeria de suprimento de combustível durante a fase de partida a frio.

### **OBJETO DA INVENÇÃO**

A invenção adiciona ao volume interno de uma galeria de combustível comum um ou mais elementos de aquecimento eletricamente controlados. Os elementos de aquecimento são localizados de tal maneira que sua parte de aquecimento ativa é orientada ao longo ou paralelamente ao eixo principal da galeria de combustível.

A distribuição de superfície de aquecimento ativa ao longo do eixo de simetria da cavidade da galeria é favorecida pela sua particular configuração

axial, o que aumenta significativamente a homogeneidade do fluxo de calor efetivo na direção lateral da cavidade e desta forma diminui a diferença de temperatura do combustível quente entre os injetores de combustível conectados a galeria.

5 O presente pedido de patente apresenta ainda outras particulares configurações diferentes de instalação dos elementos de aquecimento, localizados na galeria de suprimento de combustível, no sistema de partida a frio com etanol (ECS).

### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

10 O objeto do presente pedido será mais bem compreendido a luz das figuras anexas, dadas a mero título de exemplo sem, no entanto, limitar o escopo da presente invenção, nas quais:

- Figura 1 é uma vista de um sistema de injeção convencional em um motor de combustão interna;
- Figura 2 é uma vista de uma galeria de injeção de combustível, com os injetores em sua parte inferior e com os elementos de aquecimento em suas extremidades;
- 15 - Figuras 3a e 3b são vistas em corte da galeria, mostrando os injetores, os elementos de aquecimento e em detalhe o elemento de aquecimento;
- Figuras 4a, 4b, 4c, 4d e 4e são vistas em corte de galerias de combustível com variantes do sistema;
- 20 - Figura 5 é um gráfico de temperatura mostrando a distribuição da temperatura do combustível nos injetores ao longo do tempo para os sistemas de aquecimento objeto da invenção.

### **CONFIGURAÇÃO PREFERENCIAL**

25 De conformidade com as figuras apresentadas, particularmente os figuras 2 e 3a, a invenção adiciona ao volume interno de uma galeria de suprimento de combustível comum um ou mais elementos de aquecimento eletricamente controlados.

A figura 2 ilustra o princípio da invenção.

30 A galeria de suprimento de combustível (10) comum supre combustível pressurizado a um número de injetores de combustível (11a a 11d) e como no exemplo, dois elementos de aquecimento (12a e 12b) são localizados um em cada lado da galeria de combustível. Cada elemento de aquecimento é um dispositivo de atuação rápida com uma razão típica de aumento da temperatura de aproximadamente 70°C/s (medido em ar parado a 1 mm da superfície de aquecimento). O número total de dispositivos de aquecimento irá absorver aproximadamente 800 W a 10 Volts. A temperatura máxima de aquecimento será tipicamente obtida após aproximadamente 6 segundos. Os valores indicados de forma numérica acima não são limitativos. A figura 3a mostra um exemplo da configuração interna do sistema. As partes ativas dos elementos

35

de aquecimento (12a e 12b) são localizadas em posição axial ou co-axial com relação ao eixo principal (14) da galeria de suprimento de combustível. O exemplo mostra a configuração com apenas um duto de entrada do combustível (13) que conecta a galeria de combustível com a bomba de combustível.

5 A figura 3b mostra detalhes dos elementos de aquecimento.

Um elemento é composto de uma unidade que é axialmente localizada na galeria. Esta unidade é dividida em duas partes, a parte de aquecimento ativa (100) de comprimento "La" (tipicamente entre 35 e 70 mm) e um suporte inativo (101) de comprimento "X" (tipicamente entre 0 e 35 mm). A parte axial é conectada ao corpo do elemento de aquecimento (102) e a um conector elétrico (103). Para cumprir com um grande número de configurações de montagem, o conector elétrico pode ser posicionado em um ângulo  $\alpha$  (entre 0 e 90 °) com relação às partes axiais (100 e 101). Como sugerido no pedido de patente PI 0705422-0 as partes axiais dos dois elementos de aquecimento podem ser conectadas a um dissipador de calor mecânico tubular.

15 As figuras 4a, 4b, 4c, 4d e 4e mostram outras variantes da configuração de montagem dos elementos de aquecimento axiais.

A figura 4a mostra uma variante com dois dutos de entrada de combustível (201 e 202) que suprem o combustível frio em posições simétricas nas proximidades dos elementos de aquecimento axial. A posição precisa dos dutos de entrada assim como os tamanhos X e La são ajustados para prover o máximo equilíbrio de fluxo de calor através dos injetores de combustível.

25 A figura 4b mostra uma variante na qual o efeito da homogeneidade de fluxo de calor é obtido com apenas um duto de entrada (203) de combustível frio que é conectado a um canal de distribuição (204), localizado dentro da galeria de combustível, com as saídas nas proximidades dos elementos de aquecimento.

30 A figura 4c mostra outra variante que adiciona um compartimento separado (300) que permite a introdução de um terceiro elemento de aquecimento (301) co-axial para prover um fluxo de calor suplementar diretamente através dos injetores de combustível localizados no centro. Os três elementos de aquecimento são tipicamente adaptados para um consumo total de aproximadamente 800 W a 10V, mas este valor não é limitativo. O combustível é suprido dentro do compartimento separado através de canais de transferência (302) e o combustível aquecido é suprido aos injetores de combustível centrais através de furos de saída (303). Para evitar efeitos de bombeamento, e desta forma a não homogênea distribuição de fluxo de calor, pela seqüência intermitente de ciclos de trabalho do injetor, o diâmetro dos canais de transferência (302) são tipicamente limitados a 50 % dos furos de saída (303).

35 A figura 4d mostra mais uma variante no qual a cavidade da galeria, por quaisquer meios mecânicos apropriados (400) é dividida em duas cavidades

separadas a esquerda (401) e a direita (402). Cada cavidade, equipada com dutos de entrada (403) e (404) individuais, supre combustível quente aos injetores à esquerda e a direita, respectivamente. As oscilações da distribuição do fluxo de calor devido a seqüência intermitente de ciclos de trabalho do injetor são desta forma significativamente reduzidas.

A figura 4e mostra uma configuração onde um único duto de entrada (503) é conectado a um canal de distribuição (504) que alimenta uma galeria que, por quaisquer meios mecânicos apropriados (500) é dividida em duas cavidades separadas a esquerda (501) e a direita (502). Cada cavidade supre combustível quente aos injetores à esquerda e a direita, respectivamente.

Por conveniência, as figuras de 3 a 4e mostram os diferentes elementos constituintes tais como os dutos de entrada do combustível (13, 201 e 202, 203) e a localização do compartimento de aquecimento separado (300) no mesmo plano de corte da galeria principal de combustível. Contudo isto não é mandatário desde que todos os elementos de aquecimento ativos mantenham uma posição axial paralela ou sobre o eixo principal (14) da galeria de combustível.

Para cumprir da melhor forma com os requerimentos de instalação, os dutos de entrada e a cavidade do 3º elementos de aquecimento podem ser ajustados no sentido horário ou anti-horário em torno do eixo principal da galeria de combustível (14).

#### **EXEMPLO**

A figura 5 mostra um exemplo da evolução da temperatura média do combustível, nos dutos de conexão entre a galeria de suprimento de combustível e seus injetores, durante a fase de partida a frio de um motor abastecido com 100 % de etanol a uma temperatura ambiente de  $-5^{\circ}\text{C}$ .

O exemplo demonstra que quando todas as orientações e dimensões são corretamente adaptadas, conforme proposto pela invenção, o perfil de evolução da temperatura do combustível nos dutos de conexão entre a galeria de suprimento de combustível e seus injetores permanece abaixo da temperatura limite de cavitação espontânea (flash-boiling).

A presente invenção demonstra ser um sistema eficaz e de baixo custo, que permite à partida e o aquecimento do combustível a baixa temperatura sem ocasionar grandes alterações na configuração geométrica dos dutos de um motor e sem acrescentar sistemas auxiliares caros tais como um tanque auxiliar de combustível.

### Reivindicações

1. Galeria de combustível dotada de dispositivo de aquecimento com instalação axial para sistema de partida a frio com etanol caracterizada pelo fato de ter instalada um ou mais elementos de aquecimento (12<sup>a</sup>, 12b) de modo que a parte ativa de aquecimento de cada elemento seja orientada axialmente ou paralelamente ou eixo de simetria da cavidade principal da dita galeria de suprimento de combustível, sendo cada elemento de aquecimento é composto de duas partes, uma parte de suporte inativa (101) e uma parte de aquecimento ativa (100), as quais possuem comprimentos que podem ser individualmente ajustados (La, X) para obter a máxima homogeneidade do fluxo de calor ao longo e através da galeria de suprimento de combustível até os injetores.
2. Galeria, conforme a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato que o conector elétrico e o corpo de cada um dos elementos de aquecimento pode ser orientado de forma a estar alinhada com a parte orientada axialmente ou paralelamente ao eixo de simetria principal da galeria de suprimento de combustível ou inclinados em um ângulo entre 1° e 90 em relação à parte orientada axialmente.
3. Galeria, conforme as reivindicações 1 ou 2 **caracterizada** pelo fato que um ou mais dutos de entrada de combustível frio são posicionados e conectados a cavidade principal da galeria de tal maneira que o combustível frio chegue simetricamente em relação aos elementos de aquecimento (12a, 12b).
4. Galeria, conforme qualquer uma das reivindicações 1 a 3 **caracterizada** pelo fato que um elemento de aquecimento axial e central é inserido em uma cavidade em separado, co-axial com o eixo da galeria de suprimento de combustível para suprir com combustível aquecido os injetores de combustível centrais.
5. Galeria, conforme a reivindicação 4 **caracterizada** pelo fato de a cavidade central comunicar-se com as cavidades a esquerda e a direita através de dois canais de entrada e com os injetores de combustível centrais através de um número de canais de saída iguais ao número de injetores centrais e para o qual razão entre o diâmetro dos canais de entrada e saída é igual ou menor que 0,5.
6. Galeria, conforme qualquer uma das reivindicações 1 a 3 **caracterizada** pelo fato de a cavidade principal da galeria de suprimento de combustível possuir elementos de aquecimento ativos axialmente inseridos em cada uma das suas extremidades e ser separada em duas cavidades simétricas que dividem a cavidade principal em parte direita e esquerda, cada uma suprindo um número igual de injetores com combustível aquecido.

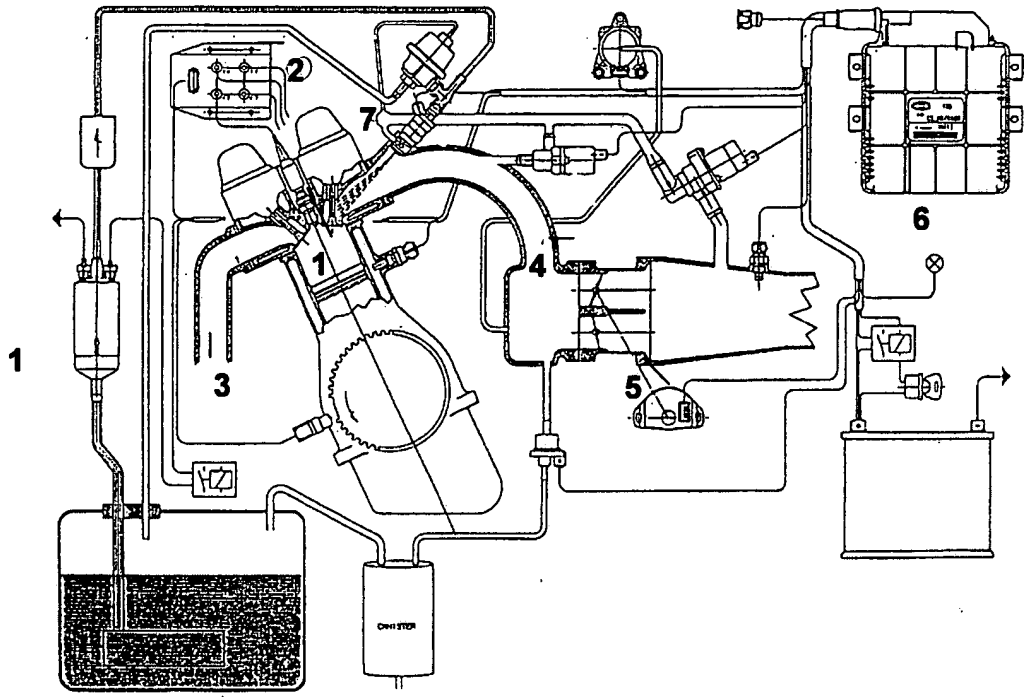


Figura 1

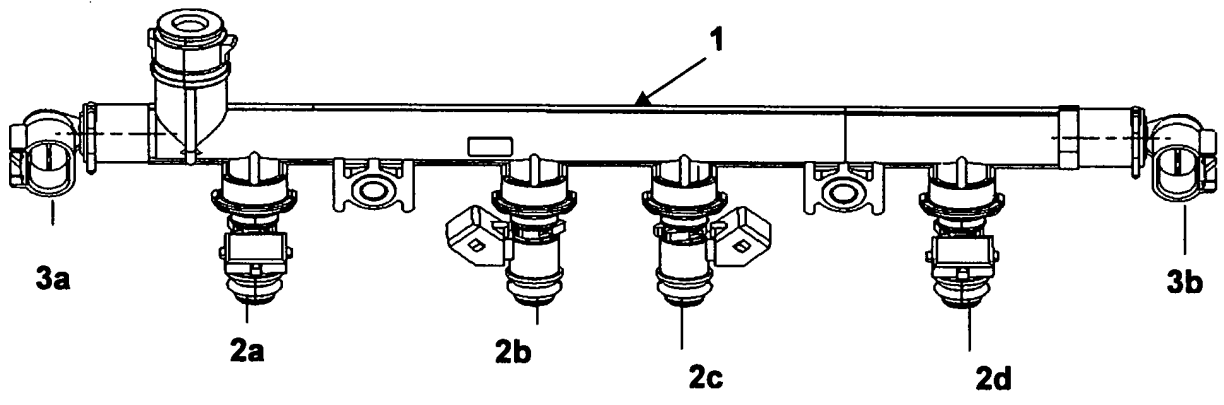


Figura 2

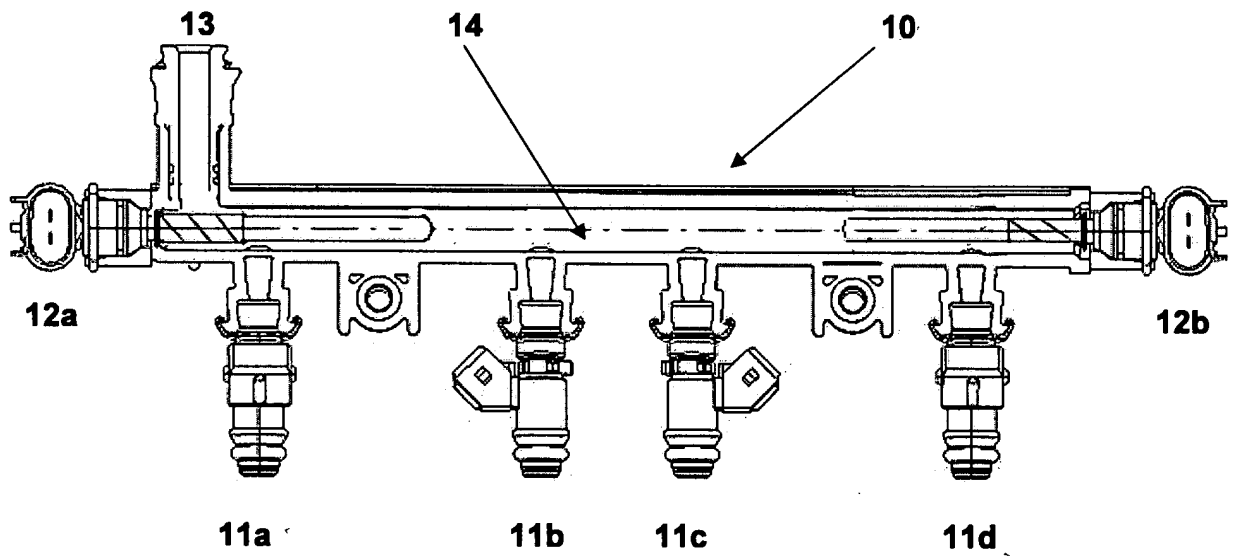


Figure 3 a

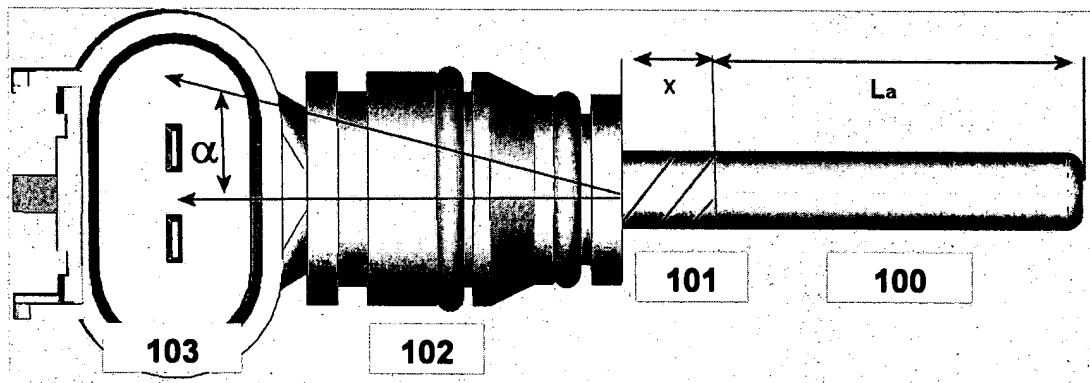


Figure 3 b

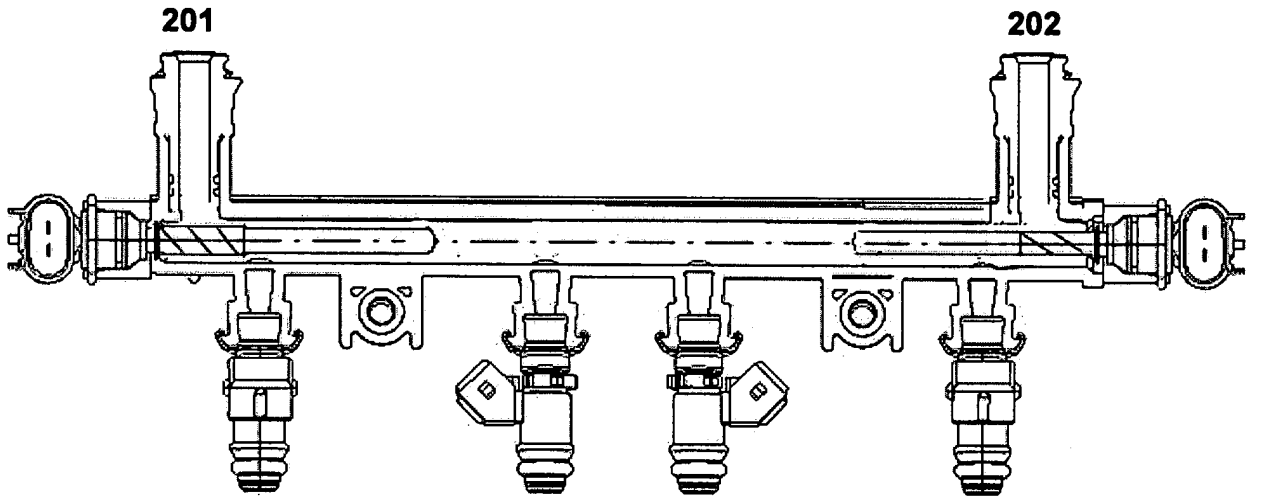


Figure 4 a

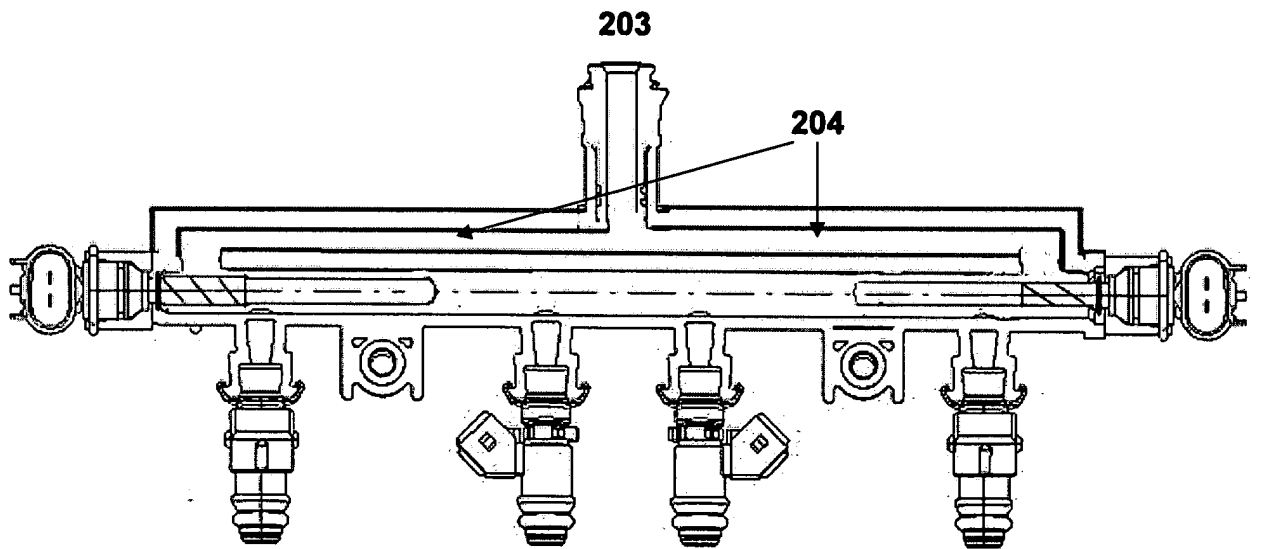


Figure 4b

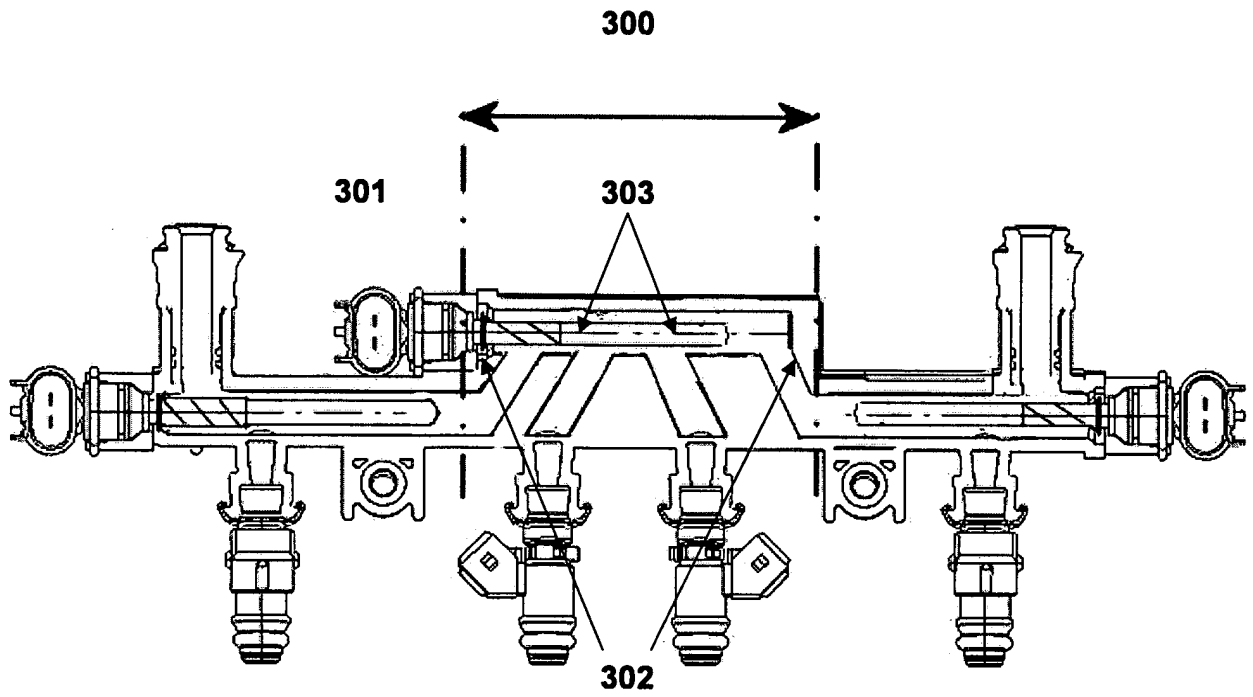


Figure 4 c

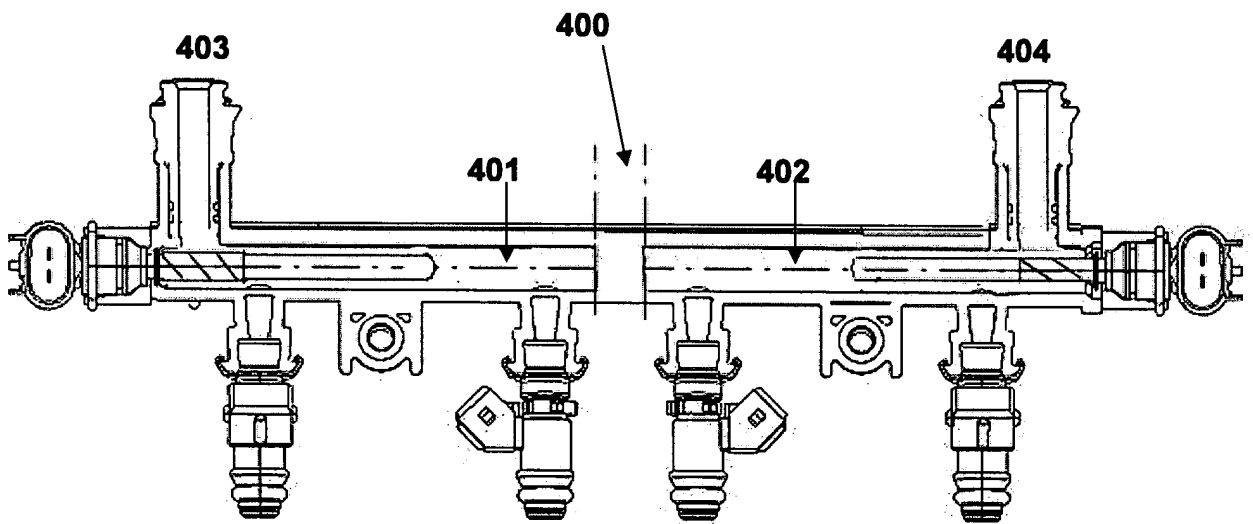


Figure 4 d

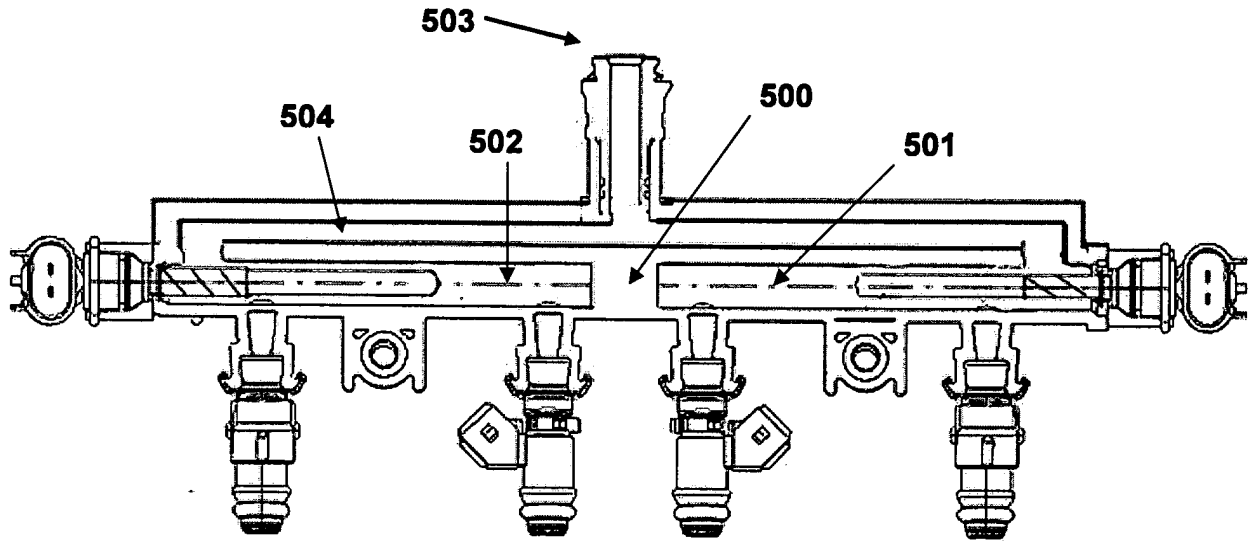


Figure 4e

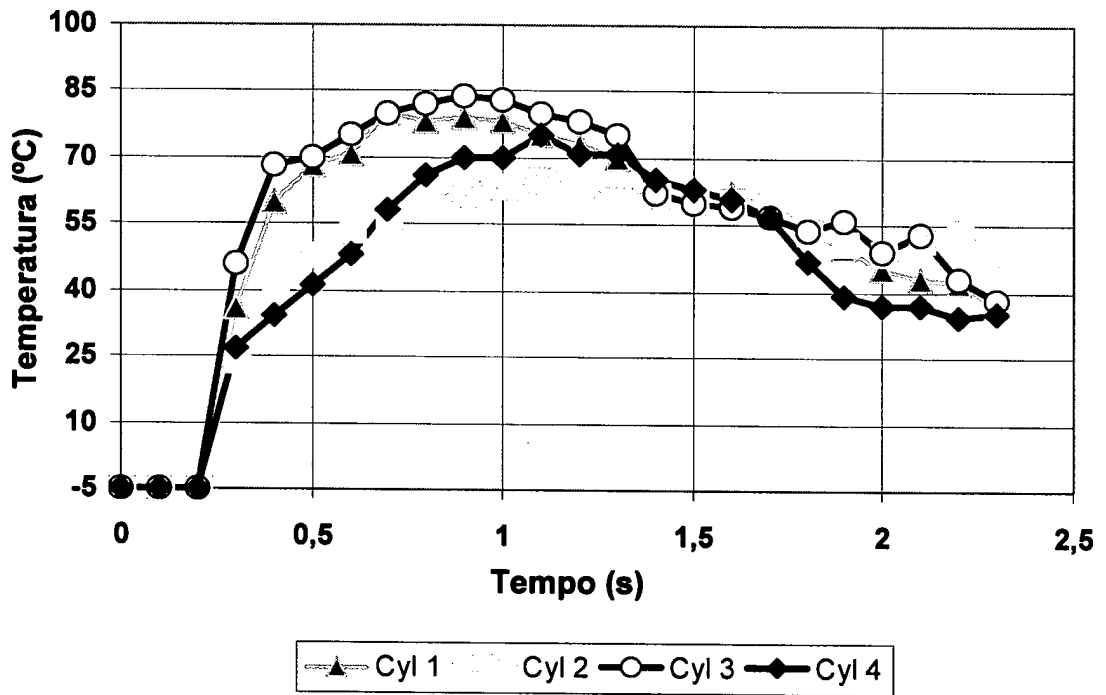


Figura 5

PI0005484-3

Resumo

**Galeria de combustível dotada de dispositivo de aquecimento com instalação axial para sistema de partida a frio com etanol.**

- 5 O presente pedido de patente refere-se a uma forma de instalação axial de dispositivos de aquecimento, em uma galeria primária de suprimento de combustível do tipo sem retorno, que aumenta a homogeneidade do fluxo de calor em um sistema de partida a frio com etanol (ECS).