

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

(21) **PI 0712585-2 A2**

(22) Data de Depósito: 12/06/2007  
(43) Data da Publicação: 16/10/2012  
(RPI 2180)



(51) *Int.Cl.:*  
H01M 8/06  
H01M 8/04

(54) **Título:** SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL

(30) **Prioridade Unionista:** 28/06/2006 DE 10 2006 029 743.1

(73) **Titular(es):** Enerday Gmbh

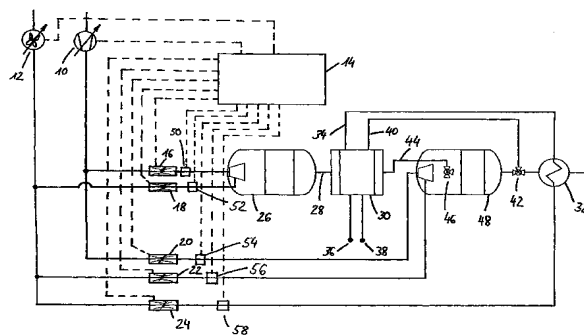
(72) **Inventor(es):** Andreas Engl, Beate Bleeker, Manfred Pfalzgraf, Markus Bedenbecker, Matthias Boltze, Michael Rozumek, Michael Sussl, Stefan Kading

(74) **Procurador(es):** Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) **Pedido Internacional:** PCT DE2007001036 de 12/06/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/000217de 03/01/2008

(57) **Resumo:** SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL. A presente invenção refere-se a um sistema de célula de combustível compreendendo um reformador (26) e um queimador de combustão auxiliar (48), ambos para reação de pelo menos um combustível e um oxidante; e um alimentador de combustível (10) para suprir o reformador (26) e o queimador de combustão auxiliar (48) com combustível. Proporciona-se ainda vantagem particular de que pelo menos uma válvula de controle de fluxo (16, 20), para controlar o suprimento de combustível, é incluída a montante de pelo menos o reformador (26) ou o queimador de combustão auxiliar (48). A invenção refere-se ainda a um veículo motorizado tendo tal sistema de célula de combustível.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL**".

A presente invenção refere-se a um sistema de célula de combustível, compreendendo um reformador e um queimador de combustão auxiliar, ambos para reação de pelo menos um combustível e um oxidante; e a um alimentador de combustível para suprir o reformador e o queimador de combustão auxiliar com combustível.

A presente invenção refere-se ainda a um veículo motorizado tendo um desses sistemas de células de combustível.

Os sistemas genéricos servem para converter energia química em energia elétrica. O elemento central desses sistemas é uma célula de combustível, que libera energia elétrica pela reação controlada de hidrogênio e oxigênio. Os sistemas de células de combustível populares são, por exemplo, um sistema de membrana de troca de prótons (PEM), que pode ser operado tipicamente nas temperaturas operacionais variando da temperatura ambiente a aproximadamente 100°C. Além do mais, são conhecidas células de combustível de alta temperatura, por exemplo, os sistemas de células de combustível de óxidos sólidos (SOFC), que funcionam, por exemplo, em uma faixa de temperaturas em torno de 800°C.

Os sistemas de células de combustível convencionais, incluindo um reformador, uma pilha de células de combustível e um queimador de combustão auxiliar, compreendem, freqüentemente, uma pluralidade de bombas, bem como vários sopradores para suprir os componentes individuais do sistema de célula de combustível com combustível e oxidante, respectivamente. Em virtude do alto número de componentes resultante, esse sistema é de produção onerosa.

A patente alemã DE 103 60 458 A1 descreve adicionalmente um sistema de célula de combustível genérico, com um número reduzido de componentes para o suprimento de combustível. No entanto, a despeito das economias no custo, esse sistema tendo menos componentes tem a sua capacidade de controlar os componentes individuais do sistema de célula de combustível prejudicada, porque qualquer variação no fluxo proporcionado

para a distribuição de combustível e oxidante afeta, automaticamente, todos os componentes.

É, desse modo, um objeto da presente invenção sofisticar o sistema de célula de combustível genérico e um veículo motorizado tendo esse sistema de célula de combustível, de modo que um sistema de célula de combustível efetivo em custo possa ser disponibilizado, permitindo simultaneamente um bom controle.

Esse objeto é alcançado pelo sistema de célula de combustível como lido na reivindicação 1 e pelo veículo motorizado como lido na reivindicação 8.

Os aspectos vantajosos e outras concretizações da invenção são como lido nas reivindicações dependentes.

O sistema de célula de combustível de acordo com a invenção é baseado na técnica anterior genérica, na qual pelo menos uma válvula de controle de fluxo, para controlar o suprimento de combustível, é incluída a montante de pelo menos do reformador ou do queimador de combustão auxiliar. Isso então possibilita que se elimine pelo menos um alimentador de combustível, reduzindo-se, desse modo, os custos de produção do sistema de célula de combustível. Ao mesmo tempo, a despeito dessas economias, é então possível controlar o suprimento de combustível para os componentes individuais do sistema de célula de combustível, independentes entre si, dependendo do modo de operação necessário.

O sistema de célula de combustível de acordo com a invenção pode ser ainda vantajosamente sofisticado, pelo fato de que pelo menos uma válvula de controle, para controlar o suprimento de combustível, é incluída a montante do queimador de combustão auxiliar, e pelo fato de que nenhuma válvula de controle de fluxo é proporcionada na linha de suprimento de combustível para o reformador. Isso então possibilita economizar pelo menos uma válvula na linha de suprimento de combustível do reformador, reduzindo, desse modo, ainda mais os custos do sistema de célula de combustível. Uma vez que o queimador de combustão auxiliar apresenta um consumo de combustível mais baixo do que o reformador, o suprimento do

reformador é, desse modo, sempre assegurado, uma alimentação relativamente baixa para o queimador de combustão auxiliar sendo obtível por controle da válvula de controle de fluxo correspondente.

5 Como uma alternativa, o sistema de célula de combustível de acordo com a invenção pode ser configurado de modo que pelo menos uma válvula de controle de fluxo, para controlar o suprimento de combustível, é incluída a montante do reformador e do queimador de combustão auxiliar, respectivamente. Nesta concretização, diferentemente da anterior, uma válvula de controle de fluxo adicional é necessária, esta concretização, no entanto, permitindo um controle ainda melhor do sistema de célula de combustível.

15 Em uma concretização preferida do sistema de célula de combustível de acordo com a invenção, proporciona-se adicionalmente um alimentador de oxidante, para suprir o reformador e o queimador de combustão auxiliar com oxidante, obtendo-se, desse modo, as mesmas economias de custo que com o alimentador de combustível, uma vez que pelo menos um alimentador de oxidante pode ser eliminado.

20 Outras economias se materializam do fato de que o alimentador de oxidante é adequado para suprir adicionalmente uma pilha de células de combustível com ar de alimentação do catodo, eliminando-se, desse modo, a necessidade para um alimentador de oxidante separado, para suprir a pilha de células de combustível, o que de novo promove economias de custo.

25 Além do mais, o sistema de célula de combustível de acordo com a invenção pode ser sofisticado pelo fato que inclui, a jusante de pelo menos uma válvula de controle de fluxo, um sensor para controle em circuito fechado da válvula de controle de fluxo por um controlador eletrônico. O suprimento de vários componentes do sistema de célula de combustível por apenas um alimentador de combustível possibilita que qualquer variação no modo operacional de um componente afete automaticamente o suprimento de combustível dos outros componentes, em virtude da pressão na consumo de combustível aumentar ou falhar. Para contrabalançar esse efeito, meios, como os descritos acima, são incluídos para garantir um controle em circuito

fechado de cada componente.

Proporciona-se particularmente que o sensor seja um sensor de fluxo.

Além disso, a invenção define um veículo motorizado incluindo um tal sistema de célula de combustível de acordo com a invenção, o veículo apresentando as vantagens correspondentes.

Uma concretização preferida da invenção vai ser descrita a seguir, com referência aos desenhos em anexo, por meio de exemplo, nos quais:

10 a figura 1 é um diagrama de linha única de um primeiro aspecto, como um exemplo do sistema de célula de combustível de acordo com a invenção; e

a figura 2 é um diagrama de linha única de um segundo aspecto, como um exemplo do sistema de célula de combustível de acordo com a invenção.

Com referência agora à figura 1, ilustra-se um diagrama de linha única de um primeiro aspecto, como um exemplo do sistema de célula de combustível de acordo com a invenção. O sistema de célula de combustível compreende um alimentador de combustível 10 e um alimentador de oxidante 12, cujos fluxos podem ser variados separadamente entre eles por meio de um controlador eletrônico 14. Todas as linhas tracejadas nas figuras representam ligação por fios de controle ou sentimento. O desvio da saída do alimentador de combustível 10 e do alimentador de oxidante 12 são linhas de suprimento, cada uma delas incluindo uma válvula de controle de fluxo 16 - 24, ativada pelo controlador eletrônico 14. Nesse caso, a linha de suprimento denota particularmente uma linha de suprimento começando em um ponto no qual a linha atribuível é dedicada ao suprimento de um certo componente do sistema de célula de combustível. É nesse aspecto que um reformador 26, do sistema de célula de combustível, recebe um suprimento de combustível, por exemplo, diesel, gasolina ou gás natural, pelo alimentador de combustível 10 e pela válvula de controle de fluxo 16. Além do mais, oxidante, por exemplo, ar, pode ser alimentado ao reformador 26 pelo alimen-

tador de oxidante 12 e pela válvula de controle de fluxo 18. O combustível e o oxidante alimentados ao reformador 26 são reagidos no material reformado 28, que é suprido a uma pilha de células de combustível 30. A pilha de células de combustível 30 consiste nas células de combustível individuais empilhadas e ligadas em circuito elétrico em série. O material reformado 28 gerado no reformador 26 recebe acesso a um anodo das células de combustível individuais da pilha de células de combustível 30. Um catodo das células de combustível da pilha de células de combustível 30 recebe o ar de alimentação do catodo 34, como o oxidante, pelo alimentador de oxidante 12, válvula de controle de fluxo 24 e um trocador de calor 32. Juntamente com a alimentação do material reformado 28 e do ar de alimentação do catodo 34, as células de combustível individuais da pilha de células de combustível 30 geram energia elétrica, de uma maneira como conhecida geralmente, que pode ser coletada pelos terminais elétricos 36 e 38, como uma voltagem. O ar de descarga do catodo 40 escoar da pilha de células de combustível 30 para um misturador 42, e um gás de descarga do anodo 44 é suprido a um misturador 46 de um queimador de combustão auxiliar 48. Também disponível para suprimento ao queimador de combustão auxiliar 48, pelo alimentador de combustível 10 e válvula de controle de fluxo 20, é combustível. De uma maneira similar, o oxidante é suprido ao queimador de combustão auxiliar 48 pelo alimentador de oxidante 12 e válvula de controle de fluxo 22. A mistura de combustível e oxidante pode ser misturada opcionalmente com o gás de descarga de anodo 44 por meio de um misturador 46. Os gases de descarga quentes do queimador de combustão auxiliar 48 são misturados no misturador 42 com o ar de descarga do catodo 40, que sai da pilha de células de combustível 30. A mistura resultante escoar pelo trocador de calor 32, para preaquecer o ar de alimentação do catodo 34. Para controle em circuito fechado da alimentação de combustível e oxidante, as válvulas de controle de fluxo 16 - 24 são todas seguidas por sensores 50 - 58, acoplados eletricamente ao controlador eletrônico 14, isto é, dispostos na saída das válvulas de controle de fluxo 16 - 24. Os sensores 50 - 58 podem sentir a pressão ou fluxo fornecendo um sinal resultante para o controle em circuito fechado das

válvulas de controle de fluxo 16 - 24 para o controlador eletrônico 14. Sensores de fluxo de massa Coriolis, sensores de contrafluxo em vórtice ou sensores de fluxo de pressão ativa são todos úteis como os sensores de fluxo.

Na operação do sistema de célula de combustível, o suprimento  
5 de combustível ou de oxidante ao reformador 26, queimador de combustão auxiliar 48 e pilha de células de combustível 30 é opcionalmente variável, por ajuste adequado do fluxo do alimentador de combustível 10 ou alimentador de oxidante 12 correspondente, e do fluxo das válvulas de controle de fluxo 16 - 24 correspondentes por meio do controlador eletrônico 14. Para  
10 esse fim, o controlador eletrônico 14 determina, de preferência, por meio de certas tabelas, a ativação do alimentador de combustível 10, alimentador de oxidante 12 e o fluxo necessário de combustível e oxidante para as válvulas de controle de fluxo 16 - 24 individuais, como necessário para o modo operacional desejado. A garantia de que o fluxo desejado para as válvulas de  
15 controle de fluxo 16 - 24 é de fato atingido é feita pelo controle em circuito fechado das válvulas de controle de fluxo 16 - 24, por avaliação dos sinais sentidos pelos sensores 50 - 58.

Com referência então à figura 2, ilustra-se um diagrama de linha única de um segundo aspecto como um exemplo do sistema de célula de  
20 combustível de acordo com a invenção. O segundo aspecto difere do primeiro simplesmente pelas válvulas de controle de fluxo 16 e 18, bem como pelos sensores 50 e 52 indicados sendo omitidos, desse modo, economizando duas válvulas de controle de fluxo e dois sensores nesse aspecto exemplificativo. Uma vez que o suprimento dos meios (combustível e oxidante) para o  
25 reformador 26 é mais alto do que o suprimento correspondente de meios para o queimador de combustão auxiliar 48, as válvulas de controle de fluxo 20 e 22 devem ser incluídas do mesmo modo que antes, para suprir o queimador de combustão auxiliar 48 e os sensores 54 e 56 indicados. Quando o suprimento dos meios para o reformador 26 é sinalizado para ser aumentado, enquanto o suprimento para o queimador de combustão auxiliar 48 vai  
30 se manter constante, então nessa variante, o fluxo para o alimentador de combustível 10 e para o alimentador de oxidante 12 é aumentado, e cada

fluxo das válvulas de controle de fluxo 20 e 22 é mantido constante pelo controle em circuito fechado, isto é, pelo furo dessas válvulas de controle de fluxo sendo reduzido. Isso é feito pelo controlador eletrônico 14, da mesma forma como descrito em conjunto com o primeiro aspecto exemplificativo, na  
 5 avaliação dos sinais fornecidos pelos sensores 54 e 56, resultando em um aumento no suprimento dos meios do reformador 26, enquanto aquele do queimador de combustão auxiliar 48 é mantido constante.

Em uma variante diferente dos aspectos exemplificativos descritos acima, na qual o reformador 26 e o queimador de combustão auxiliar 48  
 10 não são mais indicados como uma única válvula de controle de fluxo 16, 20 para suprimento de combustível e não mais uma única válvula de controle de fluxo 18, 22 para suprimento de oxidante, a variante apresentada a seguir sendo possível. Por exemplo, o reformador 26 ou o queimador de combustão auxiliar 48 podem ser também indicados para ter atribuída uma pluralidade de válvulas de controle de fluxo para suprimento de combustível e/ou  
 15 uma pluralidade de válvulas de controle de fluxo para suprimento do oxidante em paralelo. Por exemplo, pode ser vantajoso suprir combustível ou oxidante a um evaporador ou um suprimento de ar secundário ou terciário do reformador 26 e/ou do queimador de combustão auxiliar 48, por uma válvula  
 20 de controle de fluxo em um controle de circuito fechado separado.

Deve-se entender que os aspectos da invenção, como descrita na descrição acima, nos desenhos e como reivindicado podem ser essenciais para obter a invenção, tanto por eles mesmos quanto em qualquer combinação.

#### 25 Listagem de Referência

|       |                              |
|-------|------------------------------|
| 10    | alimentador de combustível   |
| 12    | alimentador de oxidante      |
| 14    | controlador eletrônico       |
| 16    | válvula de controle de fluxo |
| 30 18 | válvula de controle de fluxo |
| 20    | válvula de controle de fluxo |
| 22    | válvula de controle de fluxo |



|    |    |                                 |
|----|----|---------------------------------|
|    | 24 | válvula de controle de fluxo    |
|    | 26 | reformador                      |
|    | 28 | material reformado              |
|    | 30 | pilha de células de combustível |
| 5  | 32 | trocador de calor               |
|    | 34 | ar de alimentação do catodo     |
|    | 36 | terminal elétrico               |
|    | 38 | terminal elétrico               |
|    | 40 | ar de descarga do catodo        |
| 10 | 42 | misturador                      |
|    | 44 | gás de descarga de anodo        |
|    | 46 | misturador                      |
|    | 48 | queimador de combustão auxiliar |
|    | 50 | sensor                          |
| 15 | 52 | sensor                          |
|    | 54 | sensor                          |
|    | 56 | sensor                          |
|    | 58 | sensor                          |

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de célula de combustível compreendendo um reformador (26) e um queimador de combustão auxiliar (48), cada um para reação de pelo menos um combustível e um oxidante; e um alimentador de combustível (10) para suprir o reformador (26) e o queimador de combustão auxiliar (48) com combustível, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma válvula de controle de fluxo (16, 20), para controlar o suprimento de combustível, é incluída a montante de pelo menos o reformador (26) ou o queimador de combustão auxiliar (48).
2. Sistema de célula de combustível de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pelo menos uma válvula de controle de fluxo (20), para controlar o suprimento de combustível, é incluída a montante do queimador de combustão auxiliar (48), e pelo fato de que nenhuma válvula de controle de fluxo é proporcionada na linha de suprimento de combustível para o reformador (26).
3. Sistema de célula de combustível de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma células de combustível (16, 20), para controlar o suprimento de combustível, é incluída a montante do reformador (26) e do queimador de combustão auxiliar (48), respectivamente.
4. Sistema de célula de combustível de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o alimentador de oxidante (12) é proporcionado para suprir o reformador (26) e o queimador de combustão auxiliar (26) com oxidante.
5. Sistema de célula de combustível de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o alimentador de oxidante (12) é adequado suprir adicionalmente uma pilha de células de combustível (30) com ar de alimentação do catodo (34).
6. Sistema de célula de combustível de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que se inclui, a jusante da pelo menos uma válvula de controle de fluxo (16, 20), um sensor (50, 54) para controle em circuito fechado da válvula de controle de fluxo

(16, 20) por um controlador eletrônico (14).

7. Sistema de célula de combustível de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o sensor (50, 54) é um sensor de fluxo.

8. Veículo motorizado tendo um sistema de célula de combustível como definido em qualquer uma das reivindicações anteriores.

Fig. 1

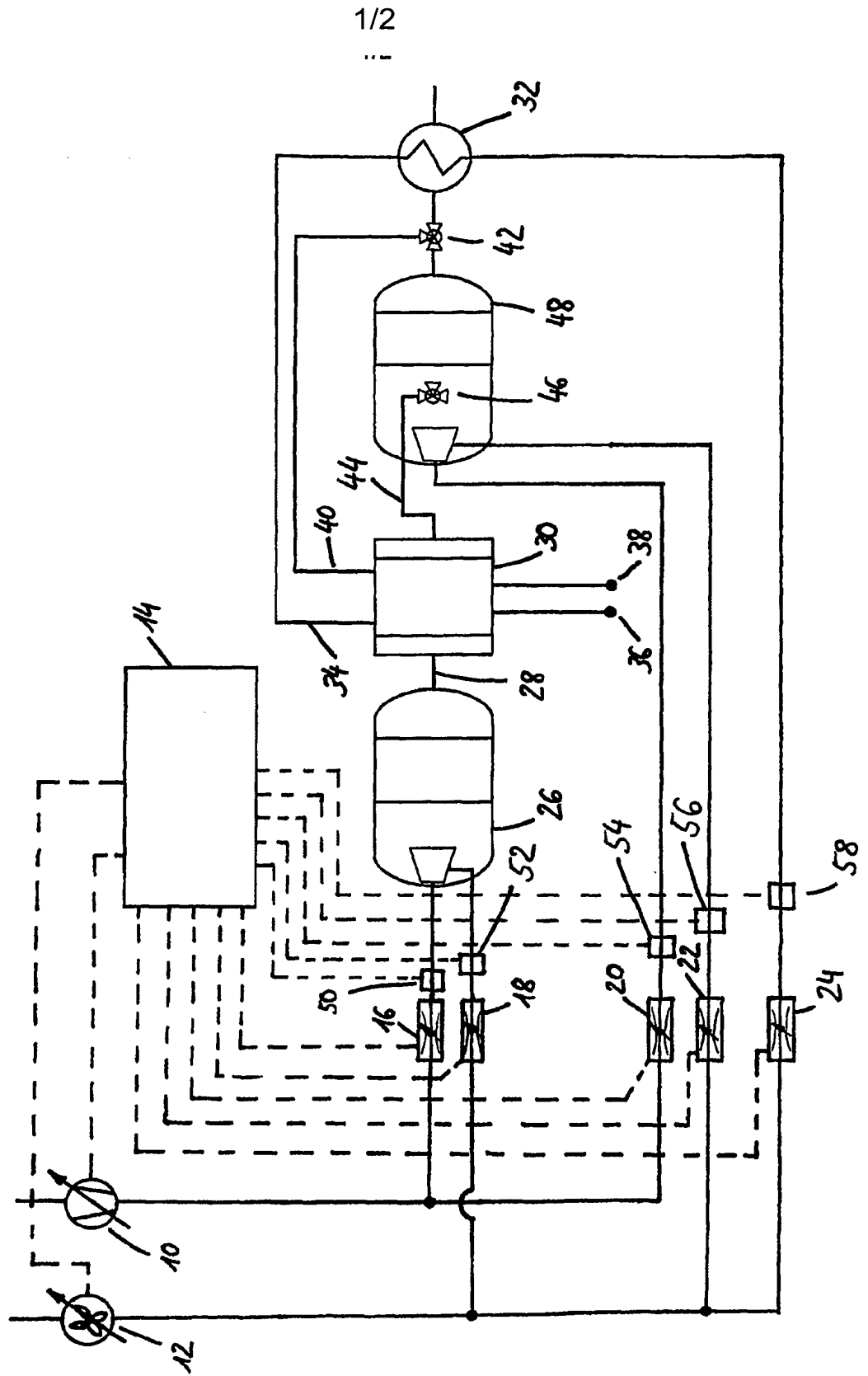
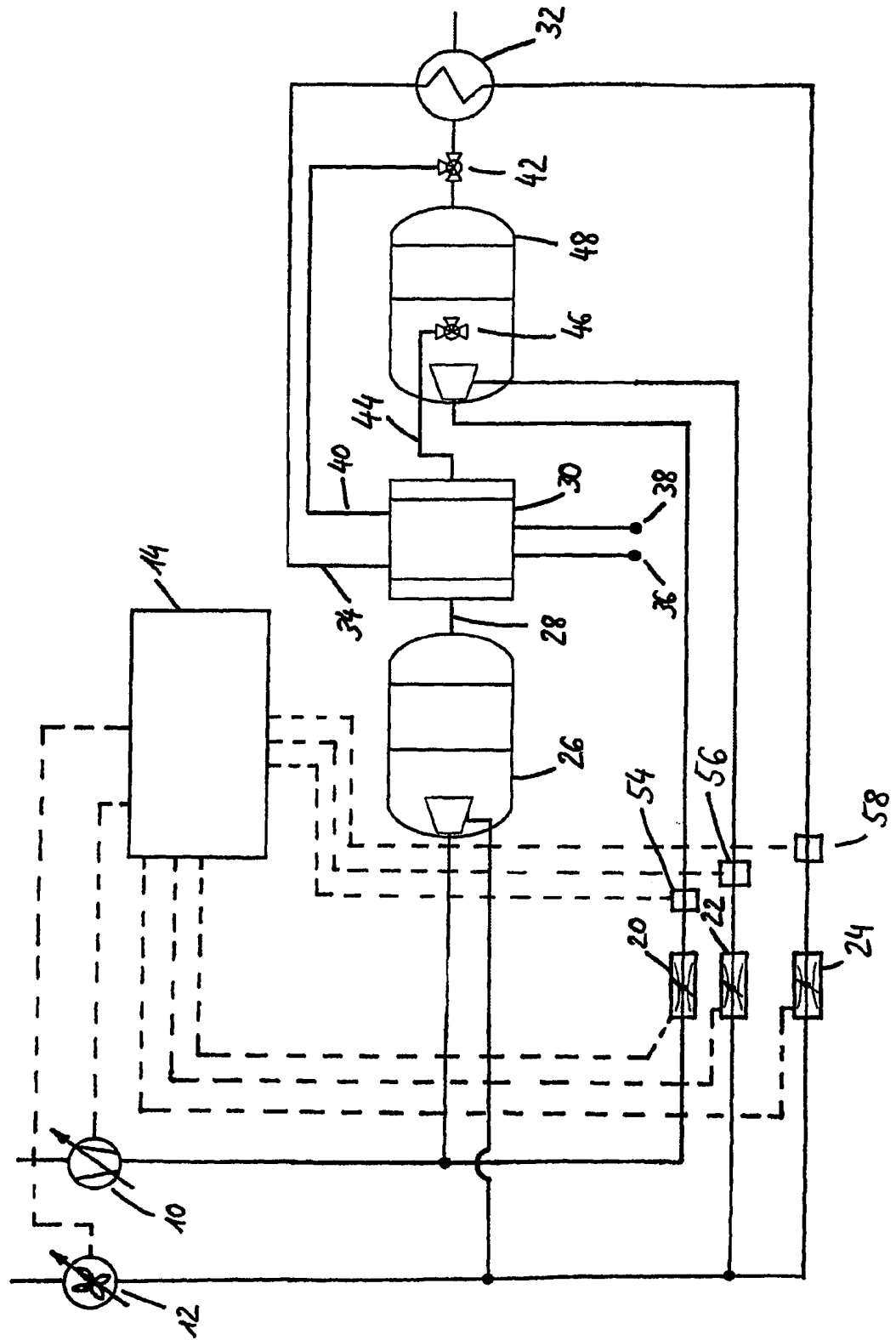


Fig. 2



## RESUMO

Patente de Invenção: "**SISTEMA DE CÉLULA DE COMBUSTÍVEL**".

A presente invenção refere-se a um sistema de célula de combustível compreendendo um reformador (26) e um queimador de combustão auxiliar (48), ambos para reação de pelo menos um combustível e um oxidante; e um alimentador de combustível (10) para suprir o reformador (26) e o queimador de combustão auxiliar (48) com combustível.

Proporciona-se ainda vantagem particular de que pelo menos uma válvula de controle de fluxo (16, 20), para controlar o suprimento de combustível, é incluída a montante de pelo menos o reformador (26) ou o queimador de combustão auxiliar (48).

A invenção refere-se ainda a um veículo motorizado tendo tal sistema de célula de combustível.