



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

(21) **PI0616318-1 A2**

(22) Data de Depósito: 02/09/2006
(43) Data da Publicação: 14/06/2011
(RPI 2110)



(51) *Int.Cl.:*
B01J 8/02 2006.01
C01B 3/24 2006.01
C01B 3/26 2006.01
C01B 3/50 2006.01

(54) Título: **DISPOSITIVO PARA A GERAÇÃO DE GÁS HIDROGÊNIO PELA DESIDROGENAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS HIDROCARBONETOS**

(30) Prioridade Unionista: 20/09/2005 DE 10 2005 044 926.3

(73) Titular(es): AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH

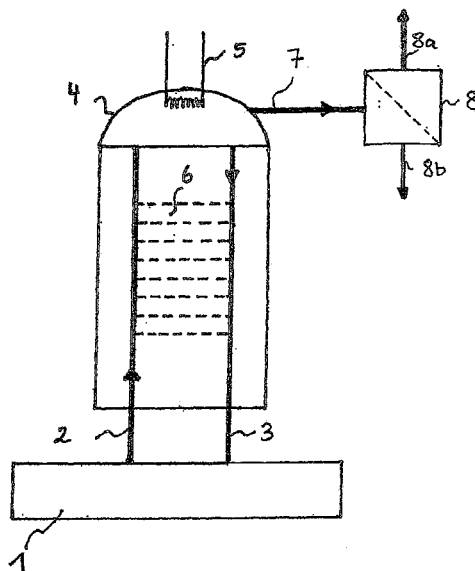
(72) Inventor(es): CHRISTIAN WOLFF, FELIX NITSCHKÉ,
PETER JÄNKER

(74) Procurador(es): NELLIE ANNE DANIEL SHORES

(86) Pedido Internacional: PCT DE2006001546 de 02/09/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/033641 de 29/03/2007

(57) Resumo: DISPOSITIVO PARA A GERAÇÃO DE GÁS HIDROGÊNIO PELA DESIDROGENAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS HIDROCARBONETOS. A invenção diz respeito a um dispositivo para a geração de gás hidrogênio pela desidrogenação dos combustíveis hidrocarbonetos compreendendo um reservatório de combustível (1) conectado em um reator (4) por meio de uma linha de combustível (2) para suprir o dito reator (4) com combustível, o reator (4) tem uma primeira descarga (3) para a reciclagem de hidrocarbonetos residuais gerados durante a desidrogenação para o reservatório de combustível (1) e, opcionalmente, coopera com um catalisador, em que um primeiro desenho é caracterizado em que o reservatório de combustível (1) fica em contato com um trocador de calor (6) por meio da linha de combustível (2) da primeira descarga (3), o combustível é pré-aquecido pelo trocador de calor (6) que pode ser introduzido no reator (4) pela linha de combustível (2), e o reator (4) tem um dispositivo de aquecimento (5) para aquecer o combustível introduzido até a temperatura de reação (TR), em que o combustível residual gerado pela desidrogenação no reator (4) é resfriado pelo trocador de calor (6) e pode ser retornado para o reservatório de combustível (1), e o reator (4) tem uma segunda descarga (7) para a extração do gás hidrogênio gerado na desidrogenação.





"DISPOSITIVO PARA A GERAÇÃO DE GÁS HIDROGÊNIO PELA
DESIDROGENAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS HIDROCARBONETOS"

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção diz respeito a um dispositivo
5 para a geração de gás hidrogênio por meio da desidrogenação
de combustíveis hidrocarbonetos. Com base no preâmbulo da
reivindicação 1, o dispositivo de acordo com a invenção a-
brange um reservatório de combustível que é conectado em um
reator por uma linha de alimentação de combustível para su-
10 prir combustível ao reator a partir do reservatório de com-
bustível, em que o reator tem uma primeira linha de descarga
para retornar o combustível residual gerado durante a desi-
drogenação do combustível suprido ao reservatório de combus-
tível, e o reator interage com um catalisador, se exigido.

15 ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Como sabe-se, gás hidrogênio, especialmente para
uso em células de combustíveis, era gerado anteriormente re-
formando combustíveis hidrocarbonetos (benzeno, diesel, que-
rosene, etc.) por meio do suprimento de um oxidante adequa-
20 do, tais como ar ou água. Isto gera subprodutos, especial-
mente monóxido de carbono e dióxido de carbono, o que exige
um caro processo de limpeza. Além do mais, a desvantagem da
geração integrada de hidrogênio, por exemplo, reforma de va-
por, é que o processo é relativamente complicado, uma vez
25 que deve ser suprida água que deve ser conduzida ao processo
ou gerada no local.

Um dispositivo de acordo com o preâmbulo da rei-
vindicação 1 é conhecido da publicação EP 1 069 069 A2, na

qual, ao contrário do processo de reforma convencionalmente empregado, hidrogênio relativamente puro é produzido sem gerar CO, CO₂, NO_x ou outros subprodutos desvantajosos, evitando assim contaminantes no gás hidrogênio. Uma vez que o
5 gás hidrogênio também não é diluído nem por N₂ nem por O₂, isto resulta vantajosamente em uma operação simples de uma célula de combustível ou de um outro consumidor de gás hidrogênio.

Entretanto, o dispositivo conhecido da publicação
10 EP 1 069 069 A2 tem uma desvantagem de ter um desenho estrutural complexo e inconveniente e uma baixa produção de energia, desse modo, resultando em uma baixa eficiência.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Portanto, o objetivo da invenção é melhorar um
15 dispositivo genérico, em particular, para geração integrada de gás hidrogênio em aeronaves, de uma maneira tal a prover um arranjo otimizado em relação à energia, para aumentar a produção e/ou eficiência de energia. Um outro objetivo é prover um arranjo tão flexível quanto possível com pouco pe-
20 so e pouco volume.

O objetivo é alcançado em um primeiro aspecto da invenção por um dispositivo com os recursos da reivindicação 1.

Uma primeira modalidade preferida é caracterizada
25 em que o reservatório de combustível está em contato com um trocador de calor tanto por meio da linha de alimentação de combustível quanto por meio da primeira linha de descarga do reator, em que o combustível líquido pode ser pré-aquecido

pelo trocador de calor e suprido ao reator por meio da linha de alimentação de combustível. O reator abrange um aquecedor para aquecer o combustível líquido suprido até a temperatura da reação, e o combustível líquido residual gerado durante a
5 desidrogenação do combustível suprido ao reator pode ser resfriado pelo trocador de calor e retornado para o reservatório de combustível, em que o reator tem uma segunda linha de descarga para remover o gás hidrogênio (e todos seus contaminantes) gerado durante a desidrogenação do combustível
10 suprido.

Um arranjo como este não somente tem uma estrutura compacta, uma vez que diversos componente são eficientemente combinados e/ou integrados, em que, em particular, o reator, o aquecedor e a unidade de separação do gás hidrogênio gera-
15 do são combinados de uma maneira tecnicamente simples, mas também garante uma maior produção de energia, uma vez que o arranjo é baseado em um princípio de contra-fluxo, isto é, a linha de alimentação de combustível usada para suprir combustível ao reator e a primeira linha de descarga usada para
20 remover o combustível residual do reator são parte do trocador de calor. Desta maneira, o calor residual presente no sistema pode ser usado de forma otimizada. Uma vez que o reservatório de combustível também é conectado no trocador de calor, a frieza do combustível frio armazenado no reservató-
25 rio de combustível também pode ser usada. Portanto, um compartilhamento muito grande de toda a energia permanece vantajosamente no sistema em um arranjo como este.

Uma outra vantagem da primeira modalidade é que,

usualmente, o gás hidrogênio diretamente removido do reator por meio da segunda linha de descarga tem um certo calor residual que, no geral, pode ser usado em aplicações posteriores, por exemplo, em uma célula de combustível.

5 Em uma segunda modalidade da invenção, a linha de alimentação de combustível e a primeira linha de descarga também conectam o reservatório de combustível no trocador de calor, e o combustível é pré-aquecido pelo trocador de calor e suprido ao reator por meio da linha de alimentação de com-
10 bustível, em que o reator tem novamente um aquecedor para aquecer o combustível suprido até a temperatura de reação. Em oposição à primeira modalidade, a segunda modalidade é caracterizada em que a mistura de reação do gás hidrogênio e o combustível residual gerado durante a desidrogenação do
15 combustível suprido ao reator podem ser supridos para o trocador de calor por meio da primeira linha de descarga com propósitos de resfriamento, para que o gás hidrogênio e o combustível residual em função dos estados agregados variáveis possam ser separados entre si por meio de condensação,
20 em que a primeira linha de descarga pode ter adicionalmente uma saída à jusante do trocador de calor para descarregar o gás hidrogênio gerado que, potencialmente, contém contaminantes gasosos.

 Além das vantagens já expostas relacionadas a uma
25 maior produção energética para aumentar a eficiência conectando o reservatório de combustível e o trocador de calor e tornando a estrutura do dispositivo mais compacta integrando o aquecedor no reator, em particular, a vantagem da segunda

modalidade é que vários estados agregados do combustível suprido ao reator ou do combustível residual gerado durante a desidrogenação não são problemáticos, uma vez que o gás hidrogênio e o combustível gasoso ou líquido residual pode ser
 5 facilmente separado por meio de condensação, removendo a mistura de reação gerada por meio da primeira linha de descarga e do trocador de calor. Adicionalmente, a vantagem da segunda modalidade é que o gás hidrogênio descarregado por meio da saída depois do trocador de calor está mais frio que
 10 o gás hidrogênio removido diretamente do reator na primeira modalidade. Por exemplo, o gás hidrogênio resfriado pode ser adequadamente armazenado no local.

A desidrogenação dos combustíveis hidrocarbonetos usados na invenção é baseada na seguinte reação endotérmica:



Isto representa a reversão da hidrogenação que, tecnicamente, já ocorreu e, basicamente, habilita a geração de gás hidrogênio puro e hidrocarbonetos insaturados, em que o último pode novamente ser suprido ao reservatório de combustível.
 20 Nem todos os hidrocarbonetos são convertidos durante a reação, mas em vez disto, somente uma parte, isto é, a conversão incompleta é suficiente. Isto é atrativo para a geração integrada de gás hidrogênio, por exemplo, em aeronaves, helicópteros, veículos a motor ou outros meios de
 25 transporte, para a operação de agregados auxiliares, uma vez que a demanda relativamente baixa torna uma reação quantitativa não importante, e as partes não consumidas do combustível hidrocarboneto, juntamente com a perda e os produtos da

reação dos hidrocarbonetos saturados, podem ser retornadas para o reservatório de combustível (ou diretamente para a unidade de propulsão do motor), e constitui somente uma pequena e completamente inofensiva mudança química no combustível hidrocarboneto (= mistura de diferentes hidrocarbonetos).

Uma vez que, usualmente, o gás hidrogênio gerado tanto na primeira quanto na segunda modalidades contém contaminantes gasosos, é vantajoso rotear estes últimos para uma unidade de limpeza a fim de remover os contaminantes, como será descrito com mais detalhes a seguir.

Em uma outra modalidade vantajosa da invenção, as primeira e segunda modalidades podem ser combinadas de uma maneira tal a prover tanto uma segunda linha de descarga no reator quanto uma saída à jusante do trocador de calor para remover, respectivamente, gás hidrogênio, em que a segunda linha de descarga do reator e a saída são conectadas entre si de uma maneira tal que, tipicamente, por meio de uma chave de válvula adequada, uma das duas respectivas linhas possam ser conectadas na unidade de limpeza. Isto viabiliza um dispositivo especialmente variável para a desidrogenação de combustíveis hidrocarbonetos para que o gás hidrogênio com um certo calor residual ou gás hidrogênio frio possam ser removidos, se exigido. Também é necessário modificar adicionalmente o dispositivo, por exemplo, se combustível gasoso pré-aquecido for suprido ao reator ou combustível gasoso residual for gerado além o gás hidrogênio durante a desidrogenação. Abrir e fechar a chave de válvula torna possível ro-

tear o gás hidrogênio respectivamente gerado com todos os contaminantes ali contidos para a unidade de limpeza para remover os contaminantes.

Preferivelmente, métodos de membrana são usados na
5 unidade de limpeza para eliminar por separação contaminantes no gás hidrogênio suprido para a unidade de limpeza. Certamente, outros métodos adequados também podem ser usados com este propósito. Então, o fluxo de contaminantes separados é preferivelmente descarregado por meio de uma saída de conta-
10 minantes, e o gás hidrogênio puro por meio de uma saída de hidrogênio.

O fluxo de contaminante removido por meio da saída de contaminantes da unidade de limpeza pode novamente ser vantajosamente usando para o aquecimento do reator. Isto po-
15 de ser realizado pelo fluxo de contaminante pela utilização do calor gerado no processo para o aquecimento do reator. Além do mais, o fluxo de contaminantes também pode ser roteado por meio de uma turbina, para mencionar somente uns poucos exemplos.

20 Preferivelmente, o dispositivo de acordo com a invenção é usado para geração integrada de gás hidrogênio em aeronaves, helicópteros, veículo a motor ou outros meios de transporte.

O dispositivo de acordo com a invenção é especial-
25 mente projetado para a geração integrada de gás hidrogênio em aeronaves, em que, preferivelmente, o reator pode ser aquecido pelo ar de sangria presente em aeronaves ou pelo calor de escapamento de uma turbina e/ou pelo calor de escapa-

mento de uma célula de combustível. Isto torna possível aquecer o reator de uma maneira particularmente efetiva, uma vez que os fluxos de calor presentes em aeronaves são utilizados.

5 Durante o uso em aeronaves ou helicópteros, é adicionalmente vantajoso usar as diferenças de pressão e/ou temperatura no solo e no ar para a destilação fracionada do combustível hidrocarboneto, sem que um desperdício adicional seja exigido para separar os constituintes prontamente
10 voláteis dos constituintes moderadamente voláteis do combustível. Em particular, os constituintes moderadamente voláteis do combustível podem ser usados para a desidrogenação, o que leva, vantajosamente, a uma redução no fluxo de massa.

 O objetivo fundamental da invenção é alcançado em
15 um segundo aspecto por um método com os recursos da reivindicação 13.

 No método para a geração de gás hidrogênio com o dispositivo de acordo com a invenção, a desidrogenação do combustível hidrocarboneto suprido ao reator é controlada de
20 uma maneira tal a gerar gás hidrogênio de um lado e combustível residual que pode ser misturado com o combustível hidrocarboneto armazenado no reservatório de combustível, e caracterizado em que o gás hidrogênio gerado no reator durante a desidrogenação do combustível suprido é removido di-
25 retamente do reator por meio de uma segunda linha de descarga, e/ou a mistura de reação que consiste em combustível residual e gás hidrogênio gerado no reator durante a desidrogenação do combustível suprido é removida por meio de uma

primeira linha de descarga e resfriada por meio de um trocador de calor para separar o gás hidrogênio do combustível residual, em que o gás hidrogênio separado com todos os contaminantes ali contidos é removido por meio de uma saída
5 provida na primeira linha de descarga e situada à jusante do trocador de calor.

Um método como este não somente habilita uma eficiente geração de energia de gás hidrogênio sem produzir CO, CO₂ ou NO_x, mas também torna possível remover facilmente
10 tanto gás hidrogênio ainda imbuído com o calor residual quanto gás hidrogênio que já foi resfriado, como desejado, desse modo, habilitando uma alta flexibilidade.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A invenção será descrita usando os exemplos a seguir,
15 as referências aos desenhos anexos que mostram:

A Figura 1 é uma vista esquemática de uma primeira modalidade da invenção;

A Figura 2 é uma vista esquemática de uma segunda modalidade da invenção; e

20 A Figura 3 é uma vista esquemática de uma terceira modalidade da invenção.

Os mesmos componentes ou componentes similares nas figuras são rotulados com números de referência idênticos. As ilustrações nas figuras são vistas estritamente esquemáticas das modalidades da invenção, e não estão em escala.
25

DESCRIÇÃO DE MODALIDADES EXEMPLARES DA INVENÇÃO

A Figura 1 provê uma vista esquemática de uma primeira modalidade da invenção. O dispositivo para a geração

de gás hidrogênio por meio da desidrogenação de combustíveis hidrocarbonetos abrange um reservatório de combustível 1 para combustíveis hidrocarbonetos (por exemplo, querosene, benzeno ou diesel). Quando usado para a geração integrada de gás hidrogênio em aeronaves, o combustível armazenado no reservatório de combustível 1 é querosene líquido, por exemplo, que, tipicamente, tem uma temperatura de aproximadamente -60 °C durante o voo. O reservatório de combustível 1 é conectado no reator por meio da linha de alimentação de combustível 2 para suprir combustível do reservatório de combustível 1 até o reator 4. Ao mesmo tempo, o reservatório de combustível 1 é acoplado no trocador de calor 6 por meio da linha de alimentação de combustível 2 de uma maneira tal a suprir o combustível no reator 4 pré-aquecido, isto é, em uma temperatura abaixo da temperatura de reação T_R . Portanto, o combustível é aquecido por meio de do trocador de calor 6 e suprido ao reator 4, em que, no geral, o combustível pré-aquecido suprido está em um estado líquido agregado. O reator 4 abrange adicionalmente um aquecedor 5 que é usado para aquecer o combustível líquido suprido até uma temperatura de reação T_R , tipicamente, medindo aproximadamente 400 °C. Usualmente, o aquecimento é local, isto é, somente o combustível no aquecedor 5 é aquecido até uma temperatura de reação T_R para a geração de hidrogênio gasoso, em que o resto do combustível suprido ao reator 4 permanece em um estado líquido agregado e com uma temperatura inferior ($<T_R$). Em decorrência disto, uma mistura bifásica que consiste em gás hidrogênio e combustível líquido residual é gerada no reator

4 de acordo com a equação da reação $C_nH_x \rightarrow H_2 + C_nH_{x-2}$. Esta é uma desidrogenação parcial ou incompleta, uma vez que somente uma parte do combustível é convertida e outros hidrocarbonetos (insaturados) são gerados como o constituinte residual. Uma conversão incompleta deliberada de hidrocarbonetos em gás hidrogênio como esta é completamente suficiente com o propósito desejado, uma vez que, aqui, uma alta produção de gás hidrogênio não é importante dado o grande reservatório de combustível esperado. Em oposição ao processo de reforma anteriormente usado, vantajosamente, nenhum constituinte prejudicial é produzido, por exemplo, CO, CO₂ ou NO_x. A reação anterior também pode ser suportada por um catalisador (por exemplo, metais e/ou óxidos metálicos).

Uma vez que o gás hidrogênio e o combustível residual constituintes da reação estão presentes em diferentes estados agregados, o hidrogênio gasoso pode ser facilmente removido por meio de uma segunda linha de descarga 7 provida no reator 4. Usuário, o gás hidrogênio removido contém contaminantes que são removidos por meio de uma unidade de limpeza 8. Por exemplo, isto pode ser realizada usando um método de membrana na unidade de limpeza 8. Certamente, outros métodos de limpeza são possíveis. A unidade de limpeza 8 tem uma saída 8a para a remoção do gás hidrogênio limpo juntamente uma segunda saída 8b para a remoção dos contaminantes. O combustível líquido residual que permanece no reator 4 durante o desidrogenação é resfriado e retornado para o reservatório de combustível 4 por meio da primeira linha de descarga 3, que é parte do trocador de calor 6 exatamente como

a linha de alimentação de combustível 2. O fato de que tanto a linha de alimentação de combustível 2 e a primeira linha de descarga 3 são parte do trocador de calor 6 habilita uma efetiva troca de energia, em que o trocador de calor 6 opera de acordo com o princípio do contra-fluxo. Em virtude de o reservatório de combustível 1 também estar em contato com o trocador de calor 6, a frieza do reservatório de combustível 1 também pode ser usada efetivamente para resfriar o combustível residual suprido ao reservatório de combustível 1 por meio da primeira linha de descarga. Isto também ajuda a melhorar a produção de energia do sistema.

A Figura 2 mostra uma segunda modalidade do dispositivo de acordo com a invenção. Como na primeira modalidade, um reservatório de combustível 1 é provido e conectado no reator 4 por meio de da linha de alimentação de combustível 2 e do trocador de calor 6. O combustível hidrocarboneto suprido ao reator 4 por meio da linha de alimentação de combustível 2 a partir do reservatório de combustível 1 é aquecido com o aquecedor 5 até a temperatura de reação T_R , como na primeira modalidade. Entretanto, o combustível hidrocarboneto armazenado no reservatório de combustível 1 na segunda modalidade pode estar presente tanto na forma líquida quanto na forma gasosa, mesmo se, no geral, estes estiverem em um estado líquido agregado durante o uso dos combustíveis hidrocarbonetos típicos, tais como querosene, benzeno e diesel. Aqui, o combustível pré-aquecido e suprido ao reator 4 também pode estar presente nas formas gasosa e líquida. Então, o combustível aquecido no reator 4 pelo aquecedor 5 até

a temperatura de reação T_R (aproximadamente 400 °C) é novamente desidrogenado de acordo com a equação da reação exposta de uma maneira tal a produzir gás hidrogênio e combustível residual. Dependendo se o combustível suprido é somente
5 levado até uma temperatura de reação T_R localmente como na primeira modalidade ou em todo o reator 4, o combustível residual pode estar tanto no estado gasoso agregado quanto no estado líquido agregado. Entretanto, em oposição à primeira modalidade, a mistura de reação gerada de gás hidrogênio e
10 combustível é aqui removida por meio da primeira linha de descarga 3 e resfriada pelo trocador de calor 6. O resfriamento torna possível separar o gás hidrogênio do combustível residual, em que a primeira linha de descarga 3 tem uma saída 9 à jusante do trocador de calor 6, por meio da qual o
15 gás hidrogênio gerado e todos os contaminantes ali contidos são descarregados. O combustível líquido residual condensado é novamente retornado para o reservatório de combustível 1 se o combustível líquido for armazenado no reservatório de combustível 1. No caso em que o combustível no reservatório
20 de combustível 1 é gasoso, isto não é possível, ou uma outra etapa será exigida com este propósito. Uma vez que, no geral, o gás hidrogênio descarregado por meio da saída 9 tem contaminantes, ele pode ser novamente conectado em uma unidade de limpeza 8 que, como exposto, elimina por separação
25 os contaminantes para que gás hidrogênio puro seja descarregado por meio da saída 8a e os contaminantes por meio da saída 8b.

Mais energia é recuperada para o processo na se-

gunda modalidade em comparação com a primeira modalidade, e o gás hidrogênio descarregado por meio da saída 9 ou da saída 8a pode ser inicialmente armazenado em uma célula de combustível para uso posterior, por exemplo, uma vez que ele é
5 mais frio que o gás hidrogênio gerado na primeira modalidade.

Certamente, as duas modalidades supradescritas (figura 1 e figura 2) também podem ser combinadas, resultando na terceira modalidade da invenção mostrada na figura 3. Como fica evidente a partir da figura 3, o reator 4 tem tan-
10 to uma segunda linha de descarga 7 para remover o gás hidrogênio gerado no reator 4 durante a desidrogenação diretamente do reator 4, quanto uma saída 9 provida na primeira linha de descarga 3 e situada à jusante do trocador de calor 6. A segunda linha de descarga 7 e a saída 9 são aqui conectadas
15 por meio de um arranjo de válvula 10 de uma maneira tal que somente uma das respectivas linhas seja interligada na unidade de limpeza 8. Aqui, a unidade de limpeza 8 tem o mesmo desenho estrutural e função supradescritos. Um arranjo como este também pode combinar as respectivas vantagens das pri-
20 meira e segunda modalidades, para que gás hidrogênio ainda imbuído tanto com gás hidrogênio residual quente quanto com gás hidrogênio residual frio possa ser removido do dispositivo, se exigido.

Preferivelmente, a invenção é usada para a geração
25 integrada de gás hidrogênio em aeronave (isto é, aviões e helicópteros), veículos a motor ou outros meios de transporte. Quando usado em um avião, o ar de sangria presente no avião é preferivelmente usado para aquecer o reator. Como

uma alternativa, o calor residual de uma turbina e/ou de uma célula de combustível também pode ser usado para aquecer o reator. Em decorrência disto, as fontes de calor presentes no avião podem ser efetivamente utilizadas para a geração integrada de gás hidrogênio. Além do mais, o fluxo de contaminantes gerado na unidade de limpeza 8 também pode ser usado para o aquecimento do reator. Para este fim, o fluxo de contaminantes é queimado e o calor resultante pode ser usado para aquecer o reator 4. Entretanto, como uma alternativa, o fluxo de contaminantes também pode ser usado para acionar uma turbina.

Para reduzir o fluxo de massa total dos hidrocarbonetos necessários para a desidrogenação durante o uso do dispositivo de acordo com a invenção em aviões ou helicópteros, as diferenças de pressão e/ou temperatura no solo e no ar podem ser usadas para a destilação fracionada de querosene para a separação dos constituintes prontamente voláteis dos constituintes moderadamente voláteis do querosene, em que somente os constituintes moderadamente voláteis do combustível são, então, usados para a desidrogenação, desse modo, reduzindo o fluxo de massa.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para a geração de gás hidrogênio por meio da desidrogenação de combustíveis hidrocarbonetos, o dispositivo compreendendo

5 um reservatório de combustível para combustíveis hidrocarbonetos, que é conectado em um reator por uma linha de alimentação de combustível para suprir combustível ao reator proveniente do reservatório de combustível, em que o reator tem uma primeira linha de descarga para retornar o
10 combustível residual gerado durante a desidrogenação do combustível suprido ao reservatório de combustível e o reator interage com um catalisador, se exigido, **CARACTERIZADO** pelo fato de que:

- o reservatório de combustível está em contato
15 com um trocador de calor por meio da linha de alimentação de combustível e da primeira linha de descarga;

- o dispositivo é adaptado para pré-aquecer o combustível líquido que é armazenado no reservatório de combustível pelo trocador de calor e para suprir o combustível para o reator por meio da linha de alimentação de combustível;
20

- o reator tem um aquecedor para o aquecimento do combustível líquido suprido até a temperatura de reação (T_R), em que uma mistura bifásica é gerada no reator durante a desidrogenação; e

25 - o combustível líquido residual proveniente da desidrogenação do combustível líquido suprido ao reator pode ser retornado pelo trocador de calor para o reservatório de combustível em um estado resfriado, em que o reator tem uma

segunda linha de descarga para remover o gás hidrogênio e todos os seus contaminantes; e/ou

- a mistura de reação de combustível líquido residual e gás hidrogênio gerada durante a desidrogenação do combustível líquido suprido ao reator pode ser suprida para o trocador de calor por meio da primeira linha de descarga com propósitos de resfriamento para separar o gás hidrogênio do combustível líquido residual, em que a primeira linha de descarga tem uma saída à jusante do trocador de calor para descarregar o gás hidrogênio gerado juntamente com todos os seus contaminantes.

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a segunda linha de descarga ou a saída à jusante do trocador de calor é conectada em uma unidade de limpeza.

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a segunda linha de descarga ou a saída à jusante do trocador de calor podem ser interconectadas em uma unidade de limpeza por meio de um arranjo de válvula de uma maneira tal a conectar tanto a segunda linha de descarga quanto a saída na unidade de limpeza.

4. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 2 ou 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de limpeza é usada para separar o gás hidrogênio suprido por meio da segunda linha de descarga ou da saída juntamente com todos os contaminantes ali contidos.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a unidade de limpeza tem uma

saída de hidrogênio para gás hidrogênio puro e uma saída de contaminante para a descarga dos contaminantes separados.

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o fluxo de contaminantes descarregado por meio da saída de contaminante pode ser usado para o aquecimento do reator.

7. Dispositivo, de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a desidrogenação do combustível hidrocarboneto é baseada na seguinte reação endotérmica: $C_nH_x \rightarrow H_2 + C_nH_{x-2}$.

8. Dispositivo, de acordo com uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a linha de alimentação de combustível e a primeira linha de descarga são partes do trocador de calor.

9. Dispositivo, de acordo com uma das reivindicações 1 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o trocador de calor opera de acordo com um princípio contra-fluxo.

10. Uso do dispositivo, de acordo com uma das reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que é para a geração integrada de gás hidrogênio em aeronave, veículos a motor ou outros meios de transporte.

11. Dispositivo, de acordo com uma das reivindicações 1 a 9, para a geração integrada do gás hidrogênio em um avião, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o reator pode ser aquecido pelo ar de sangria presente no avião, pelo calor do escapamento de uma turbina e/ou pelo calor do escapamento de uma célula de combustível.

12. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 11,

CARACTERIZADO pelo fato de que as diferenças de pressão e/ou de temperatura entre um avião no solo e no ar podem ser usadas para a destilação fracionada do combustível hidrocarboneto para separar constituintes prontamente voláteis dos constituintes moderadamente voláteis do combustível, em que os constituintes moderadamente voláteis do combustível podem ser usados para a desidrogenação.

13. Método para a geração de gás hidrogênio por meio da desidrogenação de combustíveis hidrocarbonetos com um dispositivo, do tipo definido em uma das reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a desidrogenação do combustível hidrocarboneto suprido ao reator é controlada de uma maneira tal a gerar gás hidrogênio em um lado, e o combustível residual que pode ser misturado com o combustível hidrocarboneto armazenado em um reservatório de combustível do outro lado, em que:

- o gás hidrogênio gerado no reator durante a desidrogenação do combustível líquido suprido é diretamente removido do reator por meio de uma segunda linha de descarga; e/ou

- a mistura de reação do combustível líquido residual e do gás hidrogênio gerado no reator durante a desidrogenação do combustível líquido suprido é removida por meio de uma primeira linha de descarga e resfriada por um trocador de calor para separar o combustível líquido residual do gás hidrogênio, em que o gás hidrogênio separado de todos seus contaminantes é descarregado por meio de uma saída pro-

vida na primeira linha de descarga à jusante do trocador de calor.

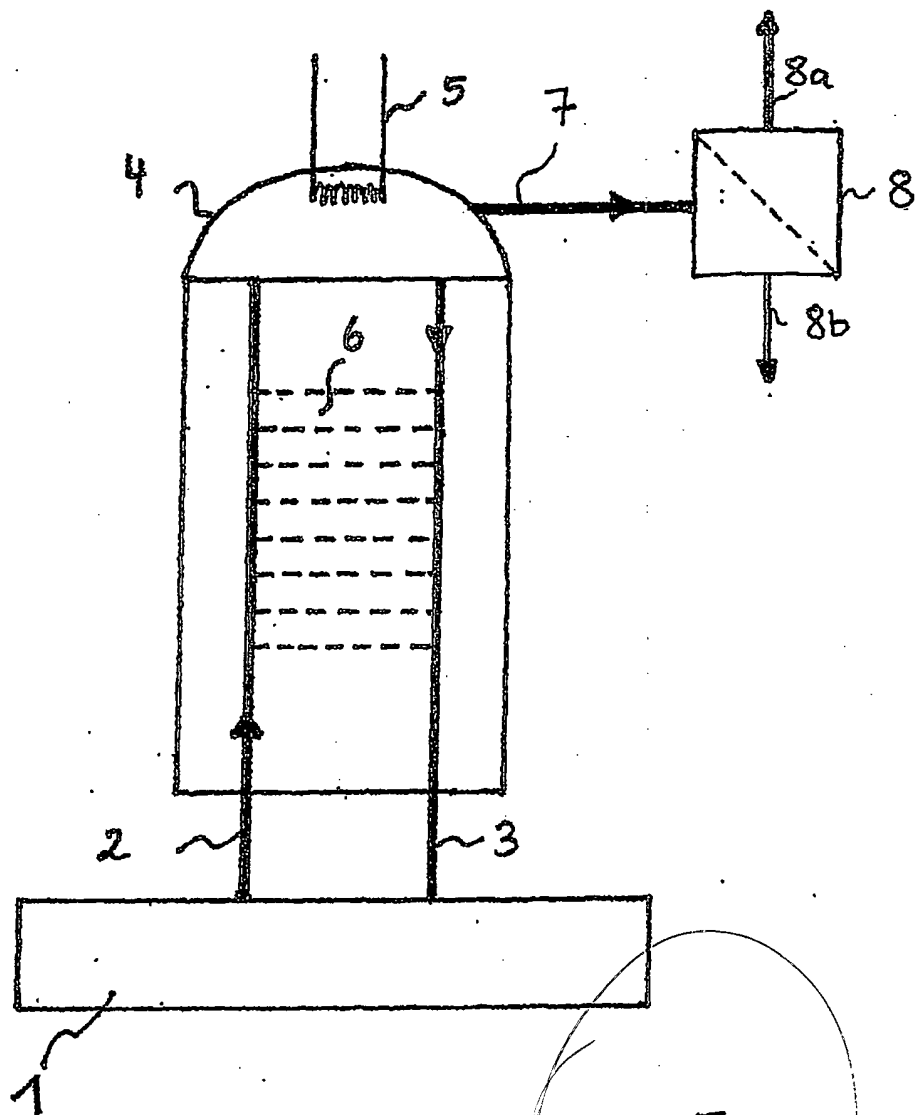


Fig. 1

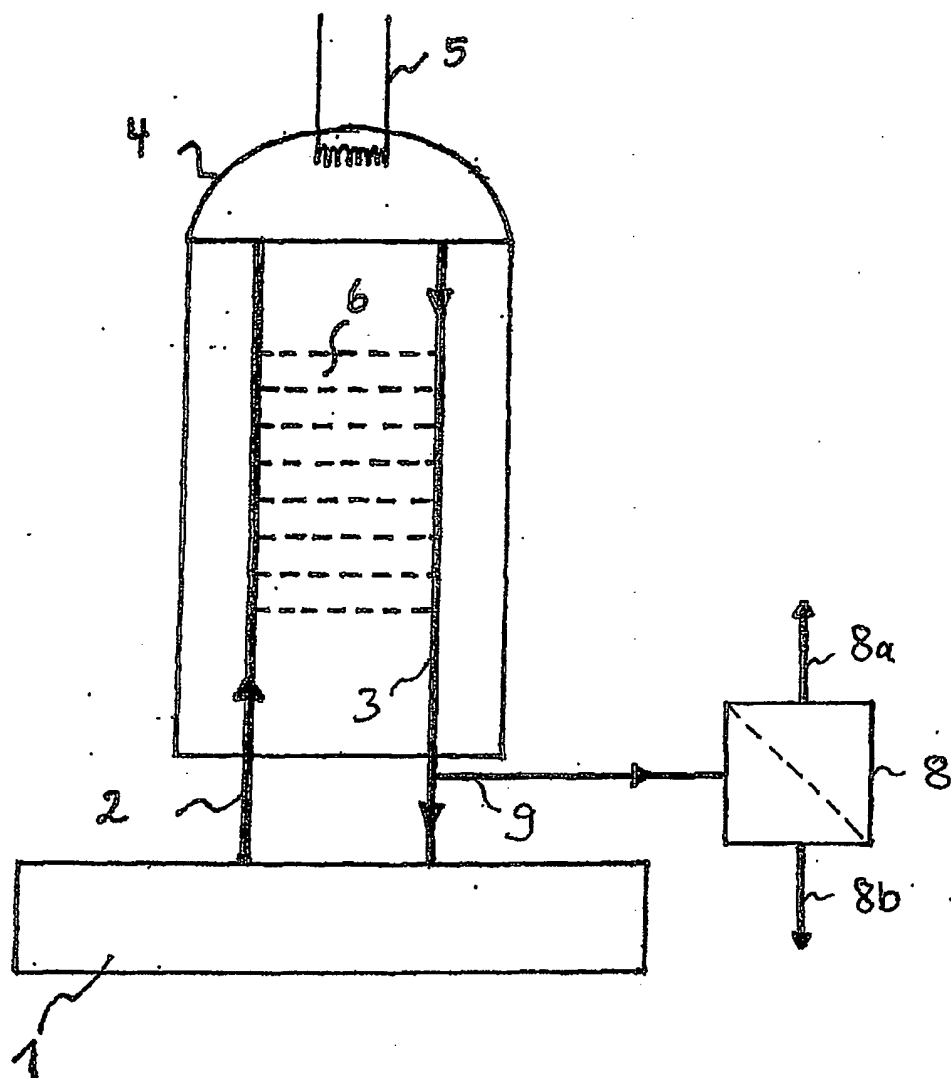


Fig. 2

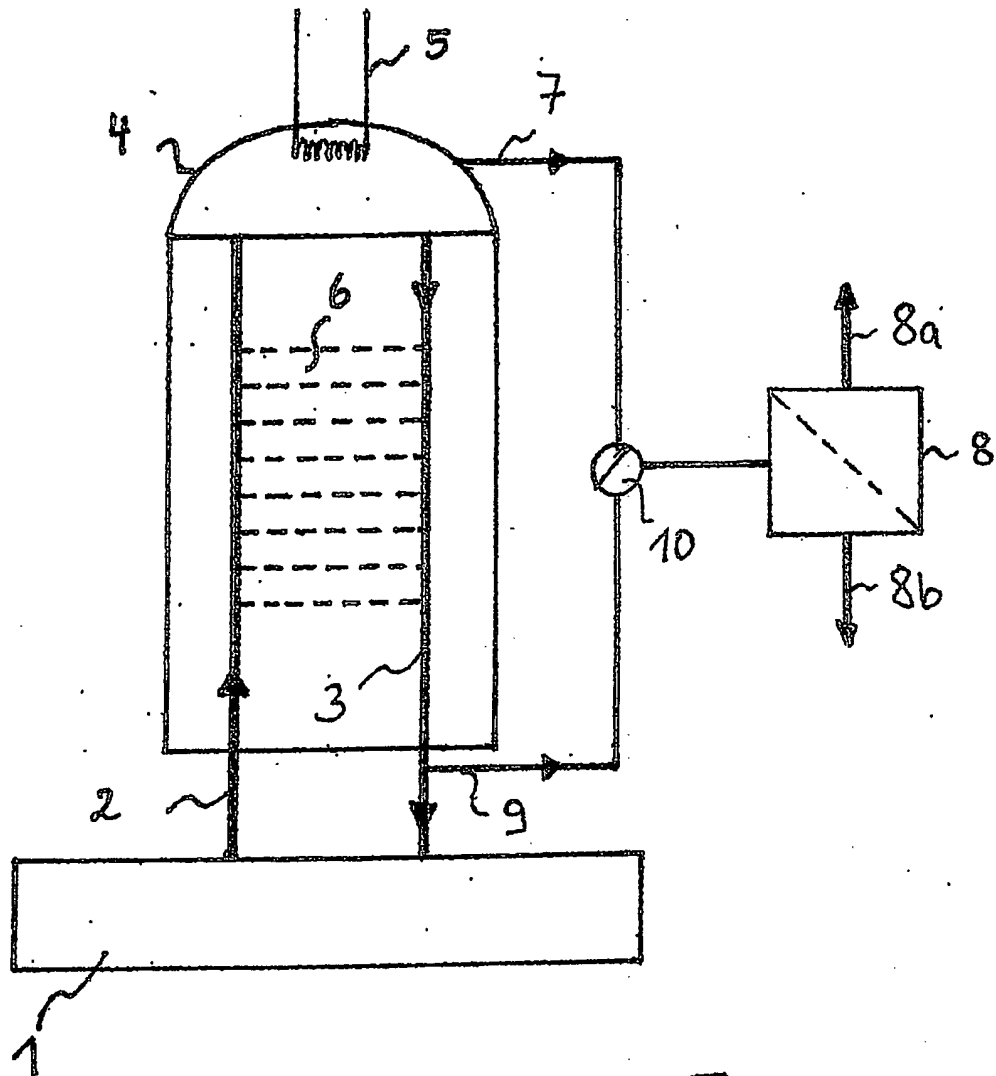


Fig. 3

202163121

RESUMO

"DISPOSITIVO PARA A GERAÇÃO DE GÁS HIDROGÊNIO PELA DESIDROGENAÇÃO DE COMBUSTÍVEIS HIDROCARBONETOS"

A invenção diz respeito a um dispositivo para a
5 geração de gás hidrogênio pela desidrogenação dos combustí-
veis hidrocarbonetos compreendendo um reservatório de com-
bustível (1) conectado em um reator (4) por meio de uma li-
nha de combustível (2) para suprir o dito reator (4) com
combustível, o reator (4) tem uma primeira descarga (3) para
10 a reciclagem de hidrocarbonetos residuais gerados durante a
desidrogenação para o reservatório de combustível (1) e, op-
cionalmente, coopera com um catalisador, em que um primeiro
desenho é caracterizado em que o reservatório de combustível
(1) fica em contato com um trocador de calor (6) por meio da
15 linha de combustível (2) da primeira descarga (3), o combus-
tível é pré-aquecido pelo trocador de calor (6) que pode ser
introduzido no reator (4) pela linha de combustível (2), e o
reator (4) tem um dispositivo de aquecimento (5) para aque-
cer o combustível introduzido até a temperatura de reação
20 (T_R), em que o combustível residual gerado pela desidrogena-
ção no reator (4) é resfriado pelo trocador de calor (6) e
pode ser retornado para o reservatório de combustível (1), e
o reator (4) tem uma segunda descarga (7) para a extração do
gás hidrogênio gerado na desidrogenação.