



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

(21) **PI 1102632-4 A2**

(22) Data de Depósito: 14/06/2011
(43) Data da Publicação: 30/10/2012
(RPI 2182)



(51) *Int.Cl.:*
B01J 20/34
B01D 53/14
B01D 53/02

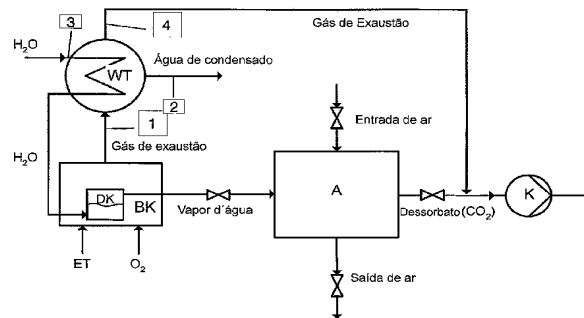
(54) **Título:** PROCESSO PARA REGENERAÇÃO DE UM ADSORVEDOR OU ABSORVEDOR

(30) **Prioridade Unionista:** 15/06/2010 EP 10 006 168.8-2113

(73) **Titular(es):** Astrium GMBH

(72) **Inventor(es):** Carsten Matthias, Helmut Westermann, Lutz Schauer, Willigert Raatschen

(57) **Resumo:** PROCESSO PARA REGENERAÇÃO DE UM ADSORVEDOR OU ABSORVEDOR. A presente invenção refere-se a um processo para regeneração de um adsorvedor ou absorvedor a bordo de um submarino, onde o adsorvedor ou absorvedor está presente para fixação dos gases nocivos contidos no CO₂ produzidos metabolicamente, no interior do submarino, e onde os gases nocivos contendo CO₂ preparados metabolicamente são levados para fora de bordo por um compressor. De acordo com a invenção, a energia térmica para regeneração do adsorvedor ou absorvedor é gerada por combustão de uma fonte de energia contendo hidrocarboneto com oxigênio, sendo que pelo menos um produto da combustão é conduzido para fora de bordo por meio de um compressor, juntamente com os gases nocivos contendo CO₂ produzidos metabolicamente.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO PARA REGENERAÇÃO DE UM ADSORVEDOR OU ABSORVEDOR**".

Descrição

5 A presente invenção refere-se a um processo para regeneração de um adsorvedor ou absorvedor a bordo de um submarino segundo a descrição geral do pedido de patente 1.

Submarinos, em geral, são equipados com adsorvedores ou absorvedores sólidos ou líquidos, com o fim de remover gases nocivos do ar da cabine. Gases nocivos aqui podem ser liberados no ar da cabine como produtos do metabolismo de pessoas, produtos de desprendimento de gases de materiais e processos, assim como de vazamentos de equipamentos.

Dentre os produtos do metabolismo destaca-se em grande parte a fixação do CO₂ expirado. Ao lado desses, são emitidas diversas substâncias orgânicas voláteis, VOC (volatile organic compounds) tanto de pessoas quanto também de materiais e processos.

Enquanto que para submarinos com tempos de imersão curtos são empregados frequentemente conceitos de fixação não reversíveis, como por exemplo hidróxido de lítio ou cal de respiração (Atemkalk) para a fixação de CO₂, e carvão ativo para a fixação de VOC, no caso de submarinos com tempos de imersão mais longos, tais como em submarinos impulsionados por energia nuclear ou em submarinos AIP (Air Independent Propulsion) (com propulsão independente a ar), são empregados processos de fixação regenerativos. Isto porque, desta forma, economiza-se agente de fixação e reduz-se, portanto, a necessidade de espaço para o armazenamento do agente de fixação. Essa vantagem, entretanto, por outro lado, é obtida ao custo de um maior consumo de energia necessária para a regeneração. Em submarinos nucleares, normalmente isto não representa nenhum problema. Para submarinos AIP todavia, a energia elétrica para a regeneração de sistemas de agentes de fixação de gases nocivos é disponível de forma muito limitada.

Processos de fixação regenerativos necessitam de energia elétrica, por exemplo, para um ventilador, um compressor de gás para expulsão

para fora de bordo dos gases nocivos ou para os equipamentos de controle. Frequentemente é necessária energia para o aquecimento dos adsorventes e absorventes ou para a geração de vapor d'água para a regeneração. Esta pode ser energia elétrica, mas também energia térmica.

5 São vantajosos aqui, para a geração de calor e de vapor d'água, submarinos com conceito de propulsão AIP, nos quais o calor residual recai no nível exigido e pode ser utilizado, como por exemplo, em submarinos com motor Stirling, motor Diesel fechado ou reformadores para células combustíveis.

10 Para submarinos com células combustíveis e H_2/O_2 como combustível normalmente não é necessário nenhum reformador, e o calor residual das células combustíveis se situa em um nível demasiadamente baixo, para que pudesse fazer sentido aproveitá-lo. Para tais submarinos são, portanto, necessários novos conceitos, com o fim de cobrir a necessidade de
15 energia térmica.

Da DE 10 2006 048 716 B3 é conhecido um processo no qual H_2 e O_2 , que de qualquer modo estão presentes a bordo para o funcionamento das células combustíveis, são queimados para produzir, com utilização do calor da reação, vapor d'água da água líquida para o processo de regeneração de sistemas de fixação de CO_2 . Uma outra variante prevê também a utilização do vapor d'água originado na reação de H_2 e O_2 para a regeneração.
20 Nesta reação não é formado nenhum outro componente de gás de exaustão, como por exemplo CO_2 ou CO .

Esse processo conhecido, entretanto apresenta a desvantagem
25 de serem necessários grandes tanques para armazenamento do hidrogênio. Na maior parte são empregados aqui armazenadores de hidreto metálico, nos quais a densidade da carga fica abaixo de 3% em peso.

Da DE 690 02 112 T2 assim como da FR 2 552 160 A1 são conhecidas, respectivamente, máquinas térmicas a vapor para emprego em
30 um submarino, nas quais, da queima de uma fonte de energia contendo hidrocarboneto com oxigênio em um processo em ciclo Stirling-Hirn, a água empregada como fluido de trabalho é transformada em vapor d'água supe-

raquecido. Na DE 690 02 112 T2 o CO₂ originado na combustão é armazenado em garrafas, que estão dispostas do lado de fora do casco do submarino, e que originalmente continham o oxigênio necessário para a combustão. Na FR 2 552 160 A1 o CO₂ originado é levado para fora de bordo por meio de um compressor.

É tarefa da invenção assim, indicar um processo para regeneração de adsorventes/absorventes carregados com CO₂ metabólico a bordo de submarinos, com o qual o volume de armazenamento da fonte de energia necessária para a regeneração pode ser essencialmente reduzido.

Essa tarefa é solucionada com o processo de acordo com a reivindicação 1. Projetos vantajosos são objetivos das reivindicações abaixo.

De acordo com a invenção, para a geração de energia térmica é empregada uma fonte de energia contendo hidrocarboneto, em regra líquida, tal como, por exemplo, etanol, metanol, propano, butano etc. para a combustão com O₂.

Além de vapor d'água, os gases originados da combustão desta fonte de energia de acordo com a invenção são postos para fora de bordo por meio de um compressor. Já que, para o sistema de fixação de CO₂ regenerativo, está presente a bordo, via de regra, um compressor de CO₂ para remoção do CO₂ metabólico, esse compressor pode ser utilizado vantajosamente também para colocar para fora de bordo os gases de exaustão.

Para manter assim a quantidade de gás de exaustão para o compressor tão baixa quanto possível, pode ser previamente acionado um resfriamento do gás de exaustão com separação de condensado.

Basicamente a energia térmica gerada pela combustão pode ser empregada de duas maneiras diferentes:

1. O calor da combustão pode ser utilizado para a vaporização de água. O vapor d'água assim produzido é utilizado para regeneração do adsorvedor ou absorvedor.

Um emprego especial disto são os processos de regeneração, nos quais o vapor d'água saturado ou superaquecido entre 80 – 150 °C é empregado para expulsão de gases nocivos do adsorvedor, como por e-

xemplo na regeneração de adsorvedores de CO₂ à base de amina sólida ou na regeneração de leitos de zeólito após a fixação do CO₂ metabólico. Outros adsorvedores apropriados são resinas trocadoras de íons ou aminas sólidas para fixação de CO₂, em particular os descritos na DE 198 30 470
5 C1. Além disso, o adsorvedor pode conter um zeólito para fixação de VOC ou um freon, em particular R 134 a. Todos os adsorvedores aqui mencionados também são apropriados para a regeneração por introdução de calor (vide abaixo em 2.).

Apenas a água líquida vaporização pelo calor da combustão é
10 utilizada para regeneração, enquanto os produtos da combustão (CO₂, H₂O e eventualmente outros subprodutos) são conduzidos separadamente e contornando os adsorvedores e absorvedores são conduzidos ao compressor, onde eles são conduzidos para fora de bordo.

2. O calor da combustão também pode ser empregado diretamente, isto é sem acionamento intermediário de vaporização de água, para
15 regeneração do adsorvedor ou absorvedor. Aqui podem ser empregados em particular absorvedores na forma de uma amina líquida, por exemplo, monoetanolamina MEA.

A invenção tem a vantagem de que as fontes de energia contendo hidrocarboneto são armazenadas com uma maior densidade de carga e de energia, de modo que se produz um volume de armazenamento visivelmente menor do que no processo conhecido de combustão de H₂/O₂.
20

A invenção é particularmente apropriada para emprego em submarinos com conceitos de acionamento AIP, por exemplo, aqueles à base de células combustíveis.
25

A invenção é esclarecida por meio de exemplos de execução concretos. Eles mostram:

Figura 1 mostra uma primeira execução do processo de acordo com a invenção, sendo que a regeneração ocorre por meio de vapor d'água;

30 Figura 2 mostra uma outra execução do processo de acordo com a invenção, sendo que a regeneração ocorre por meio de introdução direta de calor em um adsorvedor sólido;

Figura 3 mostra uma outra execução do processo de acordo com a invenção, no qual a regeneração ocorre por meio de introdução direta de calor em um absorvedor líquido.

5 A figura 1 mostra uma primeira execução do processo de acordo com a invenção, no qual a regeneração do absorvedor ou do adsorvedor ocorre por meio de vapor d'água.

10 A geração do vapor d'água ocorre em uma câmara de combustão BK, dentro da qual se encontra uma caldeira de vapor DK com água líquida. A água é alimentada de fora pela tubulação 3. No armazenamento, a fonte de energia ET presente frequentemente na forma líquida é descomprimida ou é gaseificada, antes de fluir para a câmara de combustão BK. Oxigênio O_2 também é introduzido na câmara de combustão BK. A caldeira de vapor DK também pode se encontrar fora da câmara de combustão BK.

15 O calor que é originado da reação de combustão é conduzido para a caldeira de vapor DK, na qual a água líquida é vaporizada. O vapor de água originado é conduzido ao leito de adsorvedor/absorvedor A para sua regeneração. O dessorbato, essencialmente CO_2 metabólico, é conduzido a um compressor K, por meio da qual ele é conduzido para fora de bordo.

20 Os produtos da combustão, consistindo de CO_2 , H_2O e eventualmente outros subprodutos, deixam a câmara de combustão BK através da tubulação 1 e escoam através de um trocador de calor de gás/água WT, que resfria os gases de combustão e assim preaquece a água a ser vaporizada, na tubulação 3. A vaporização da água pode dessa forma ser realizada em melhor rendimento técnico. O condensado que precipita dos gases de exaustão da combustão é removido pela tubulação 2. Pela tubulação 4 os gases de combustão, sem condensado removido, deixam o trocador de calor gás/água WT e são conduzidos para fora de bordo pelo mesmo compressor K, o qual expulsa o dessorbato (CO_2 metabólico) para fora de bordo.

30 A figura 2 mostra uma outra modalidade do processo de acordo com a invenção. Nessa modalidade, a energia liberada pela combustão na câmara de combustão BK é utilizada diretamente para regeneração do adsorvedor/absorvedor A. Uma geração de vapor H_2O para regeneração tam-

bém não é necessária nessa execução. Estes adsorvedores/absorvedores tratam-se, por exemplo, de um sólido. Os gases de combustão são conduzidos a um trocador de calor WT, através do qual ocorre uma introdução do calor no adsorvedor/absorvedor A. Os gases de exaustão da combustão que deixam o trocador de calor WT, como na Figura 1 anterior, são conduzidos através do compressor K para fora de bordo após passarem através de um resfriamento do gás de exaustão AK com separação do condensado, juntamente com o dessorbato de CO₂ metabólico (da tubulação 8).

A câmara de combustão BK e a unidade absorvedora/adsorvedora A com trocador de calor integrado WT podem ou ser separados um do outro ou ser montadas em uma peça.

A figura 3 mostra uma outra modalidade do processo de acordo com a invenção, na qual, para sistemas com aminas líquidas é empregada (monoetanolamina, MEA), como absorvedor para CO₂ metabólico. O absorvedor MEA carregado com CO₂, para regeneração, é conduzido para fora da unidade absorvedora A pela tubulação 9 para a unidade de dessorção D e, após o término da regeneração é reintroduzido através da tubulação 10 com êxito, na unidade absorvedora A. O fluido do absorvedor quente que deixa novamente a unidade de dessorção D pode ser empregado em um trocador de calor WT para o preaquecimento do fluido absorvedor a ser introduzido na unidade de dessorção D.

Como na modalidade segundo a figura 2, na modalidade segundo a figura 3 a energia liberada na combustão na câmara de combustão BK é empregada diretamente, isto é sem acionamento intermediário de uma vaporização de água, para regeneração do absorvedor que se encontra dentro da unidade de dessorção D. Com esse fim, um aquecedor H está integrado na unidade de dessorção D, através do qual o calor da combustão é conduzido ao meio absorvedor a ser regenerado. Para esse fim, os gases de exaustão da combustão da câmara de combustão BK são conduzidos ao aquecedor H através da tubulação 11.

Os gases de combustão que deixam o aquecedor H são introduzidos no compressor K, após passar por um resfriamento do gás de exaus-

tão AK com uma superação de condensado, é conduzido para fora juntamente com o dessorbato (da tubulação 12).

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para regeneração de um adsorvedor ou absorvedor a bordo de um submarino, onde o adsorvedor ou absorvedor está presente no interior do submarino para fixação de gases nocivos contendo CO₂ gerados por metabolismo, e onde os gases nocivos contendo CO₂ gerados por metabolismo são conduzidos para fora de bordo através de um compressor, caracterizado pelo fato de que a energia térmica para regeneração do absorvedor ou adsorvedor é gerada através da queima de uma fonte de energia contendo hidrocarbonetos com oxigênio, e onde pelo menos um produto da combustão é conduzido para fora de bordo através do compressor juntamente com os gases nocivos contendo CO₂ gerados por metabolismo.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o calor gerado na queima da fonte de energia contendo hidrocarboneto com oxigênio é empregado para vaporização de água, onde o vapor d'água gerado é empregado para regeneração do absorvedor ou adsorvedor.

3. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a água líquida a ser vaporizada é preaquecida por meio de um trocador de calor com o emprego dos produtos de combustão.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o calor gerado na combustão da fonte de energia contendo hidrocarboneto com oxigênio é empregado para a regeneração do absorvedor ou adsorvedor sem um acionamento intermediário para vaporização de água.

5. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o absorvedor é uma amina líquida, por exemplo monoetanolamina MEA, ou um sólido.

6. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que é acionado um resfriamento de gás de exaustão com separação de condensado antes do compressor.

7. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o adsorvedor é uma resina de troca iônica ou

uma amina sólida para fixação de CO₂.

8. Processo de acordo com uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o adsorvedor é um zeólito para fixação de VOC (compostos orgânicos voláteis) ou um freon, em particular R134a.

Fig. 1

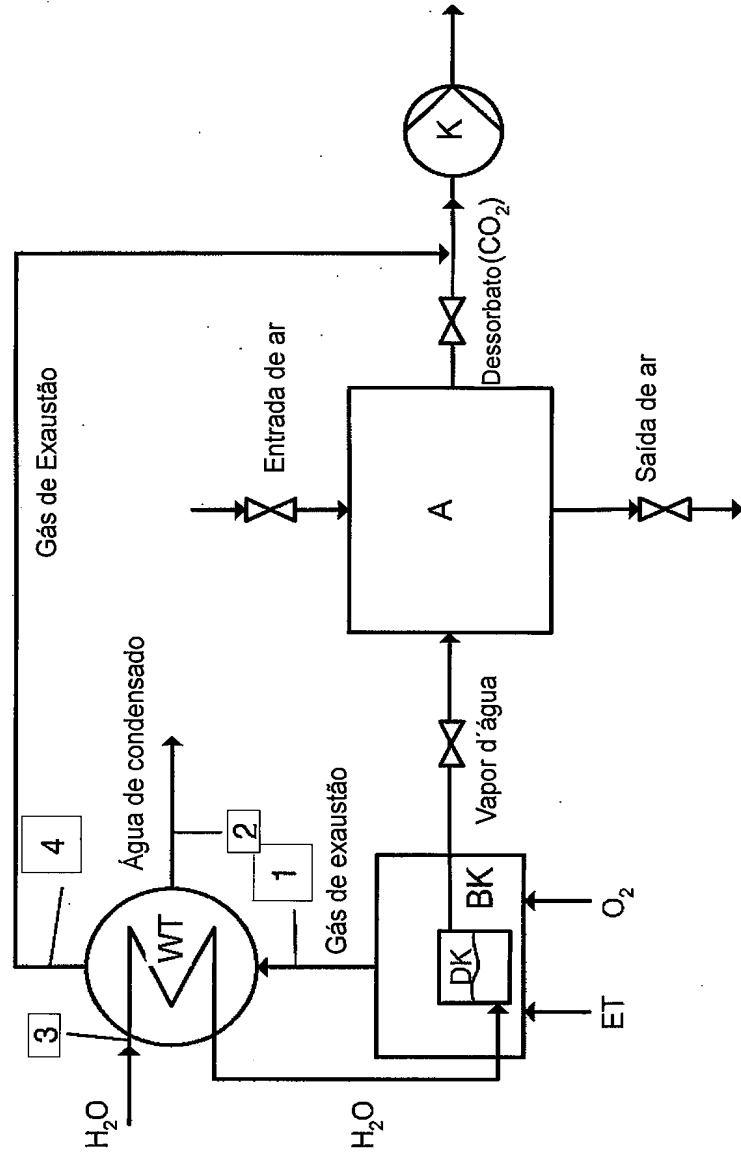


Fig. 2

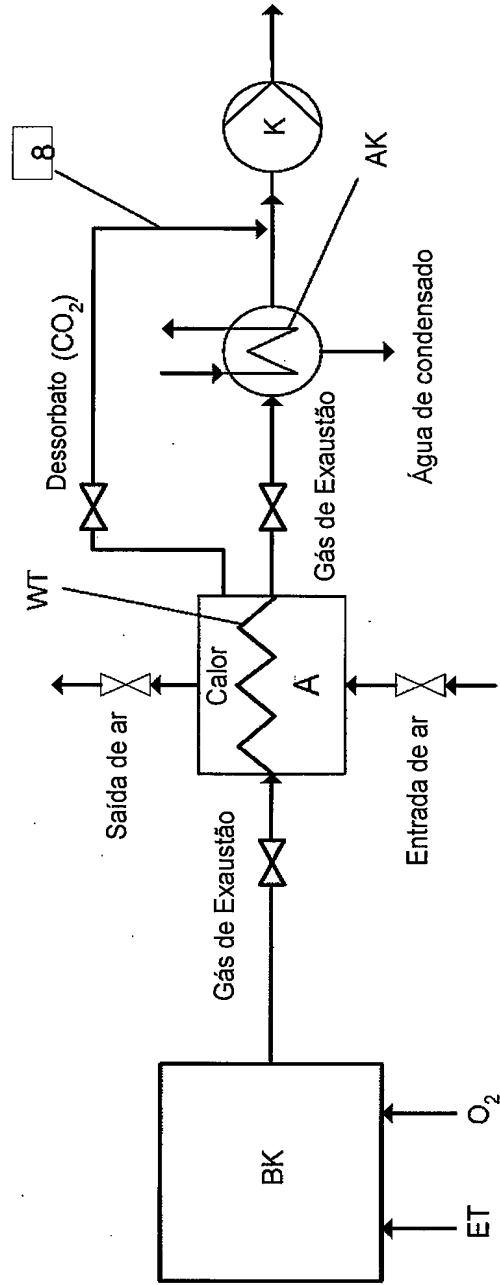
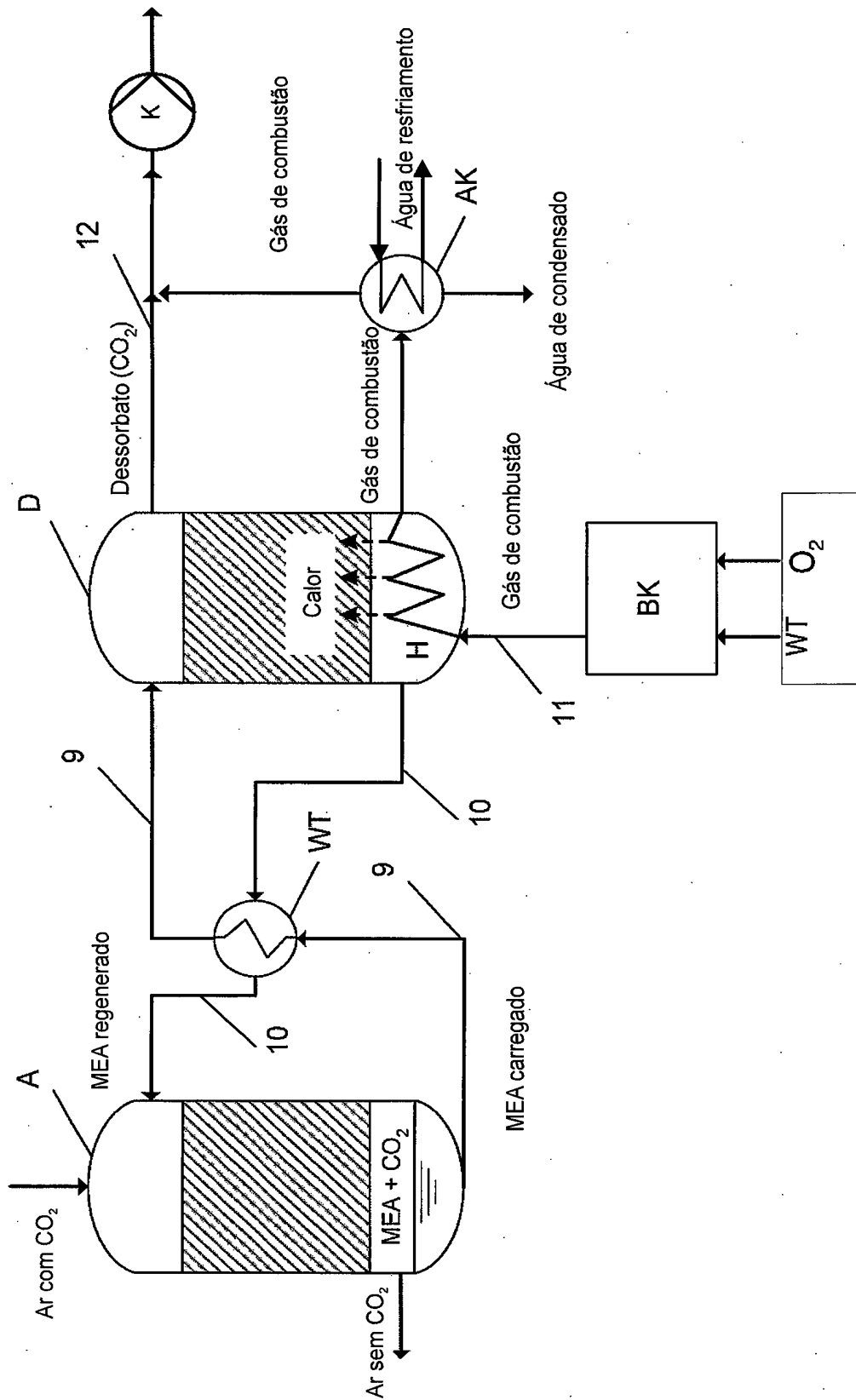


Fig. 3



RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO PARA REGENERAÇÃO DE UM ADSORVEDOR OU ABSORVEDOR"**.

A presente invenção refere-se a um processo para regeneração
5 de um adsorvedor ou absorvedor a bordo de um submarino, onde o adsorvedor ou absorvedor está presente para fixação dos gases nocivos contidos no CO₂ produzidos metabolicamente, no interior do submarino, e onde os gases nocivos contendo CO₂ preparados metabolicamente são levados para fora de bordo por um compressor. De acordo com a invenção, a energia
10 térmica para regeneração do adsorvedor ou absorvedor é gerada por combustão de uma fonte de energia contendo hidrocarboneto com oxigênio, sendo que pelo menos um produto da combustão é conduzido para fora de bordo por meio de um compressor, juntamente com os gases nocivos contendo CO₂ produzidos metabolicamente.