

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

(21) **PI 1002224-4 A2**

(22) Data de Depósito: 08/03/2010
(43) Data da Publicação: 22/02/2012
(RPI 2146)



(51) *Int.Cl.:*
B01D 53/92

(54) **Título:** PROCESSO PARA RECUPERAÇÃO DE CO₂

(73) **Titular(es):** Fernando Jorge Bozzetto

(72) **Inventor(es):** Fernando Jorge Bozzetto

(57) **Resumo:** PROCESSO PARA RECUPERAÇÃO DE CO₂. Que tem por objetivo recuperar o CO₂ exaurido das descargas de automóveis, caminhões e termoeletricas; sendo que uma vez recuperado, haverá um valor a ser pago por este CO₂, compensando o gasto a mais de gasolina pela energia gasta com o compressor.

PROCESSO PARA RECUPERAÇÃO DE CO₂

CAMPO TÉCNICO

O seguinte relatório descritivo da presente aplicação de invenção se refere ao desenvolvimento de um processo para recuperação de CO₂, que tem por
5 objetivo recuperar o CO₂ exaurido das descargas de automóveis, caminhões e termoeletricas; sendo que uma vez recuperado, haverá um valor a ser pago por este CO₂, compensando o gasto a mais de gasolina pela energia gasta com o compressor.

ESTADO DA ARTE

10 A recuperação do CO₂ em processos industriais é uma preocupação que está cada vez mais presente em diversos documentos de patente, acordos entre empresas e governos etc.

Por exemplo, a Air Liquid está investindo cerca de € 10 milhões da Austrália em uma unidade de recuperação de dióxido de carbono. Esse gás
15 carbônico será recuperado, liquefeito e reciclado para uso comercial, em vez de ser lançado diretamente na atmosfera.

Assim, a recuperação do gás carbônico é um tema presente em quase todo o mundo.

Em buscas efetuadas nos bancos de dados foram encontrados diversos
20 documentos que mencionam sistemas de recuperação do gás carbônico.

O documento US 01/30017 (BR 0.117.144-5) de SHEPPARD (2001) descreve uma instalação para manufaturar uréia de materiais carbonáceos, oxigênio de uma unidade de separação de ar e água, preferencialmente vapor, é feita por uma unidade geradora de gás sintético, uma unidade de separação de ar,

uma unidade Fischer-tropsch, uma unidade de remoção de CO₂, uma unidade de remoção de hidrogênio, uma unidade metanadora, uma unidade conversora de amônia e uma unidade sintetizadora de uréia. Cada um dos líquidos Fischer-tropsch, amônia, hidrogênio e uréia pode ser recuperado sobre condições econômicas próprias. A energia elétrica pode ser recuperada pela adição de ao menos uma turbina a vapor e uma turbina a gás a qual é/são acopladas a um gerador elétrico.

Um método de recuperação de CO₂ a partir de correntes de gases é descrito no CA 2004/000844 (BR 0.411.329-2) de HAKKA et al. (2004), compreende tratar a corrente de alimentação de gás com um absorvente regenerado, que compreende pelo menos um absorvente de amina terciária dotado de um pKa para a função amino de cerca de 6, 5 a cerca de 9 na presença de um inibidor de oxidação para obter uma corrente rica em CO₂ e subseqüentemente tratar a corrente rica em CO₂ para se obter o absorvente regenerado e uma corrente de produto rica em CO₂. A corrente de alimentação de gás pode também incluir SO₂ e/ou CO₂.

BENDER (2006) descreve no EP 05003306.7 (BR 0.600.109-2) um sistema e método de recuperação de CO₂ e uso de um separador de aerossol. De acordo com a invenção, um separador de aerossol a ser arranjado antes do compressor de CO₂ é empregado para impedir o desgaste e danos em sistemas de recuperação de CO₂ para a recuperação de CO₂ resultante na fermentação utilizando um compressor.

O documento US 09/092934 (BR 9.901.138-7) de NOVAK et al. (1999) descreve um processo para recuperação de CO₂ de uma corrente gasosa de

alimentação de entrada contendo uma baixa concentração de dióxido de carbono. O processo de invenção recupera CO₂ de uma corrente de alimentação fria de entrada contendo uma baixa concentração de dióxido de carbono, e inclui as seguintes etapas:

- 5 - uma corrente gasosa de alimentação de entrada é passada através de um trocador de calor, contra um fluxo comprimido da corrente gasosa de alimentação de entrada, para esfriar o fluxo comprimido;
- o fluxo comprimido é adicionalmente esfriado e comprimido para uma pressão elevada, alimentado em uma coluna de destilação e nesta é convertido em um
- 10 gás de escape incluindo CO₂ e um CO₂ líquido de fundo de elevada pureza;
- uma primeira porção do CO₂ líquido de fundo é expandida para obter um primeiro fluxo refrigerante de CO₂ líquido esfriado, que é depois vaporizado contra o gás de escape para recuperar seu CO₂ condensado;
- o CO₂ condensado é então re-introduzido dentro da coluna de destilação;
- 15 - uma segunda porção do CO₂ líquido de fundo é expandida para obter um segundo fluxo refrigerante de CO₂ líquido esfriado, que é depois usado para subesfriar à saída de CO₂ produto.

O documento EP 01109028.9 de FILIPPI et al. (2002) descreve um processo para a separação e recuperação de dióxido de carbono a partir de gases

20 de rejeito produzidos por combustão oxidativa, o qual compreende as etapas de alimentar um fluxo de gás de rejeito a um material semipermeável a gás, separar um fluxo gasoso compreendendo dióxido de carbono altamente concentrado do dito fluxo de gás de rejeito; através do dito material semipermeável a gás e empregar pelo menos uma parte do dito fluxo gasoso, compreendendo dióxido de carbono

altamente concentrado como matéria prima de partida em uma planta de produção industrial e/ou armazenar pelo menos uma parte do dito fluxo; gasoso compreendendo dióxido de carbono.

DANIEL et al. (2005) revela no SE 2005/001036 (BR 0.512.842-0) um sistema de gás de exaustão de motor de combustão interna, caracterizado pelo fato de que compreende um trocador de calor adaptado para possibilitar troca de calor entre pelo menos uma parte do fluxo de egr e pelo menos uma parte do fluxo de exaustão; o referido trocador de calor estando associado com o conduto de gás de exaustão em uma posição a jusante da unidade de recuperação de energia.

Ultralimpeza de gás de combustão a uma concentração quase zero de contaminantes residuais, seguida pela captura de CO_2 é descrita no US 60/599,228 (BR 0.514.141-9). A alta eficiência de remoção de contaminantes residuais é conseguida por resfriamento de contato direto e lavagem do gás com água fria. A temperatura do gás de combustão é reduzida a 0 - 20 °C para se conseguir um efeito máximo de condensação e limpeza do gás. O CO_2 é capturado do gás queimado resfriado e limpo em um absorvedor de CO_2 (134) utilizando uma solução ou pasta fluida amoniacal no sistema de $\text{NH}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{O}$. O absorvedor opera a 0 - 20 °C. A regeneração é realizada por elevação da pressão e da temperatura na solução rica em CO_2 do absorvedor. A pressão de vapor de CO_2 é alta, e gera-se uma corrente de CO_2 pressurizada, com baixa concentração de NH_3 e vapor d'água. A corrente de CO_2 de alta pressão é resfriada e lavada para recuperar a amônia e a umidade do gás.

SUNDIN (2005) revela no SE 2005/001749 (BR 0.520.649-4) um motor de combustão interna com uma com uma tubulação de gás de exaustão para

tomada de gases de exaustão a partir da câmara de exaustão do motor e uma tubulação de entrada para suprimento de ar para a referida câmara de combustão. O motor compreende um sistema de turbo charging com uma turbina de alta pressão que interage com um compressor de alta pressão e uma turbina de baixa pressão que interage com um compressor de baixa pressão, para recuperação de energia a partir do fluxo de gás de exaustão do motor e pressurização do ar de entrada do motor. A turbina de alta pressão é conectada para a turbina de baixa pressão, por intermédio de um duto um regulador de pressão de gás de exaustão é localizado no duto entre a turbina de alta e a de baixa pressão.

US 11/139,324 (BR 0.601.799-1) de BELL (2006) descreve um sistema para recuperar energia do gás de combustão quente e processo para otimizar a recuperação de energia da corrente de gás de exaustão quente, que sai do referido regenerador.

JÚNIOR (2007) descreve no BR 0.701.222-5 um processo de extração do gás carbônico diretamente da atmosfera, através de um ciclo óxido-carbonato que utiliza íons de metal alcalino-terroso (preferencialmente cálcio, pela abundância natural) como veículo; consistindo na precipitação de carbonatos através do borbulhamento de ar atmosférico comprimido (contendo gás carbônico) em solução aquosa de óxido, formando precipitado de carbonato; e subsequente decomposição térmica do carbonato precipitado, seco e com granulometria uniformizada em reator de leito fluidizado, alimentado com gases provenientes da câmara de combustão, obtendo novamente óxido (que é reutilizado) e gás carbônico, que é então processado através de compressão, armazenagem, transporte e despejo adequado. a câmara de combustão deve ser alimentada com combustível

proveniente de biomassa (álcool, metanol, biogás, biodiesel, bagaço de cana, etc.), aproveitando-se do carbono já retido por processos biológicos. Associado a processos de recuperação da energia térmica a gás e a vapor, o processo produz energia suficiente para manter-se, gerando energia elétrica com o excedente.

5 O documento DE 19.645.550-2 (BR 9.705.416-0) descreve um conversor para tratamento de gás de exaustão, para tratar gases de exaustão provenientes de motores de combustão interna. O conversor contém, em um alojamento de conversor metálico, um catalisador monolítico para tratamento de gás de exaustão, com faces terminais que estão, em troca radiante, substancialmente irrestrita, com
10 um cambiador térmico ou um conversor termoelétrico os quais estão acoplados às paredes do conversor. O refrescamento radiante do catalisador produzido, por meio disso, restringe a temperatura do catalisador ao valor máximo que fica abaixo do limite de destruição do catalisador, mesmo quando o conversor seja instalado próximo de um motor. O calor radiado que é recuperado, pode ser usado de várias
15 de maneiras.

DISCUSSÃO

 A ideia de se fazer uma planta para recuperação do CO₂ não é novidade, haja vista, a grande quantidade de documentos de patente existentes. No entanto, é certo também que nenhum dos documentos apresentados relata a recuperação
20 do gás com os mesmos parâmetros definidos pela proposta apresentada.

 A fase industrial está sendo empregada para recuperação de grandes volumes de gás. Existe a intenção de aplicar esse projeto em usinas termoelétricas, que são sabidamente grandes geradoras de CO₂.

 O passo inventivo é dado pelos equipamentos e pelo processo

empregado para cumprir com o objetivo explicado no projeto. A unidade de recuperação industrial diferencia-se das demais encontradas na arte. O processo apresentado parece ser realmente inovador em relação ao que se conhece da arte, principalmente no que se refere à capacidade recuperativa em torno de 80%.

5 DESCRIÇÃO DA FIGURA

A caracterização da presente solicitação para patente de invenção é feita por meio de um desenho representativo do processo recuperador de CO₂, de tal modo, que o equipamento possa ser integralmente reproduzido por técnica adequada, permitindo plena caracterização da funcionalidade do objeto pleiteado.

10 A partir da figura elaborada que expressa a melhor forma ou forma preferencial de se realizar o processo idealizado, se fundamenta a parte descritiva do relatório, através de uma numeração detalhada e consecutiva, onde esta esclarece aspectos que possam ficar subentendidos pela representação adotada, de modo a determinar claramente a proteção ora pleiteada.

15 Esta figura é meramente ilustrativa, podendo apresentar variações, desde que não fujam do inicialmente pleiteado.

Neste caso temos que:

- A FIGURA 1 ilustra a representação esquemática de uma unidade estacionária de recuperação de gás carbônico.

20 O CO₂ + H₂O exauridos do processo de combustão (1) saem à temperatura de 100°C (17) e são resfriados até 50°C e 0,02 bar (2), onde são comprimidos até 20 bar e 100°C (3). Depois de realizada compressão os gases são resfriados até 30°C (4). Uma vez realizado o resfriamento a água é separada do gás através de um ciclone (13). A fase líquida do ciclone é enviada ao trocador de

calor (15) para reduzir a temperatura de descarga do compressor e finalmente ser vaporizada para a atmosfera (14) por intermédio de válvulas PCV (15). A fase gás do ciclone é resfriada até -30°C (7) para condensação do CO_2 . O CO_2 é estocado em um tanque (8) com capacidade de (80l) de líquido para posterior remoção durante o período de abastecimento do veículo com gasolina, álcool ou gás, sendo dito tanque dotado de válvula PCV de 20 bar (16) com saída para atmosfera. O processo de resfriamento do CO_2 até -30°C é realizado pelo próprio CO_2 a temperatura de -40°C e 10 bar (9), o qual é enviado na região de compressão intermediária para garantir que o CO_2 não congele.

A remoção do CO_2 será feita através de bombeamento para um reservatório (10) instalado no posto de gasolina a pressão de 10 bar, passando antes por uma unidade elétrica de aquecimento (11). Posteriormente, o CO_2 será evaporado e utilizado como gás de enchimento dos pneus (12) e para vendas a empresas que o utilizam comercialmente.

A recuperação esperada de CO_2 é de 80%, no mínimo, do CO_2 emitido pela câmara de combustão.

* * *

REIVINDICAÇÕES:

1- PROCESSO PARA RECUPERAÇÃO DE CO₂, caracterizado pelo fato do CO₂ + H₂O exauridos do processo de combustão (1) saírem à temperatura de 100°C (17) são resfriados até 50°C e 0,02 bar (2), onde são comprimidos até 20 bar e 100°C (3), sendo que depois de realizada compressão os gases são resfriados até 30°C (4); onde uma vez realizado o resfriamento a água é separada do gás através de um ciclone (13), sendo a fase líquida do ciclone enviada ao trocador de calor (15) para reduzir a temperatura de descarga do compressor e finalmente ser vaporizada para a atmosfera (14) por intermédio de válvulas PCV (15); onde a fase gás do ciclone é resfriada até -30°C (7) para condensação do CO₂, sendo o CO₂ estocado em um tanque (8) com capacidade de (80l) de líquido para posterior remoção durante o período de abastecimento do veículo com gasolina, álcool ou gás, sendo dito tanque dotado de válvula PCV de 20 bar (16) com saída para atmosfera; sendo o processo de resfriamento do CO₂ até -30°C realizado pelo próprio CO₂ a temperatura de -40°C e 10 bar (9), o qual é enviado na região de compressão intermediária para garantir que o CO₂ não congele.

2- PROCESSO PARA RECUPERAÇÃO DE CO₂, de acordo com a reivindicação 1 e caracterizado pelo fato da remoção do CO₂ ser feita através de bombeamento para um reservatório (10) instalado no posto de gasolina a pressão de 10 bar, passando antes por uma unidade elétrica de aquecimento (11); sendo, posteriormente, o CO₂ evaporado e utilizado como gás de enchimento dos pneus (12) e para vendas a empresas que o utilizam comercialmente.

3- PROCESSO PARA RECUPERAÇÃO DE CO₂, de acordo com a reivindicação 1 e caracterizado pelo fato da recuperação esperada de CO₂ ser de 80%, no mínimo, do CO₂ emitido pela câmara de combustão. * * *

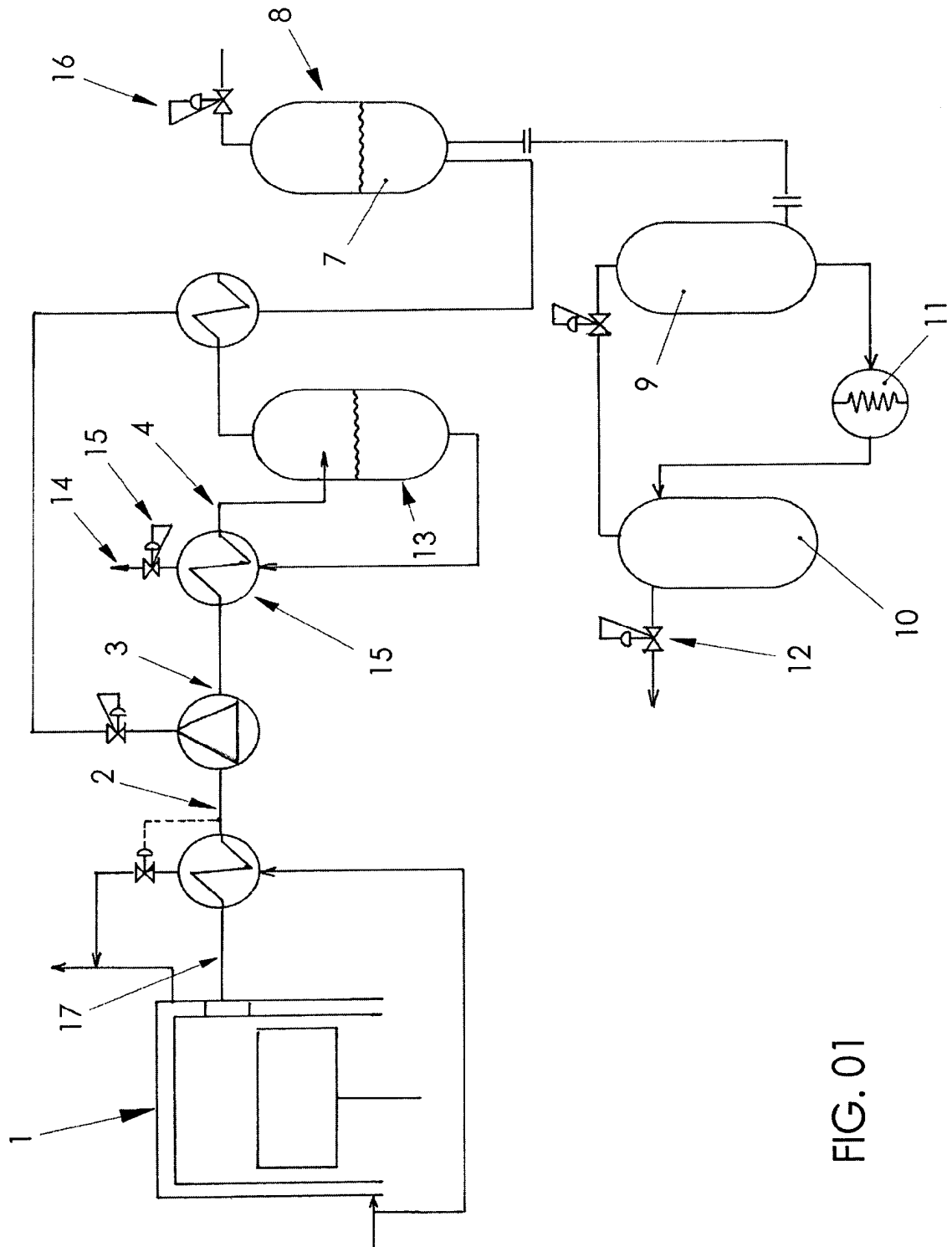


FIG. 01

RESUMO

PROCESSO PARA RECUPERAÇÃO DE CO₂, que tem por objetivo recuperar o CO₂ exaurido das descargas de automóveis, caminhões e termoelétricas; sendo que uma vez recuperado, haverá um valor a ser pago por este CO₂, compensando o gasto a mais de gasolina pela energia gasta com o compressor.

* * *