

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organização Mundial da Propriedade
Intelectual
Secretaria Internacional



(43) Data de Publicação Internacional
24 de Junho de 2010 (24.06.2010)

PCT

(10) Número de Publicação Internacional
WO 2010/069018 A1

(51) Classificação Internacional de Patentes :
C07C 4/06 (2006.01) C01C 1/04 (2006.01)
C01B 3/24 (2006.01) C07C 273/04 (2006.01)

Macedo, 950, Cidade Universitária, Ilha do Fundão,
21941-915 Rio de Janeiro - RJ (BR).

(21) Número do Pedido Internacional :
PCT/BR2009/000343

(81) Estados Designados (sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção nacional existentes) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Data do Depósito Internacional :
21 de Outubro de 2009 (21.10.2009)

(25) Língua de Depósito Internacional : Português

(26) Língua de Publicação : Português

(30) Dados Relativos à Prioridade :
PI 0805566-1
18 de Dezembro de 2008 (18.12.2008) BR

(71) Requerente (para todos os Estados designados, exceto US) : PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS [BR/BR]; Avenida República do Chile nº 65, Centro, 20035-900 Rio de Janeiro - RJ (BR).

(84) Estados Designados (sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), Europeu (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Requerentes (para US unicamente) :
MELLO, Leonardo Fialho de [BR/BR]; Rua Eng. Rosauro Zambrano Nº 130, Apt. 103, Ilha do Governador, 21940-280 Rio de Janeiro - RJ (BR).
PRAVIA, Oscar Rene Chamberlain [NI/BR]; Rua Araguaia, Nº 1215, Bloco II, Apt. 202, Freguesia, 22745-270 Rio de Janeiro - RJ (BR).
MOURE, Gustavo Torres [BR/BR]; Rua Belisário Távora, Nº 231, Apt. 301, Laranjeiras, 22245-070 Rio de Janeiro - RJ (BR).

Declarações sob a Regra 4.17 :

— relativa à autoria da invenção (Regra 4.17(iv))

Publicado:

— com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))

(74) Mandatário : JUNIOR, Fernando Baratelli; Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS, Avenida Horácio

(54) Title : INTEGRATED PROCESS FOR PRODUCING OLEFINS AND INTERMEDIATE CHEMICALS FOR THE PRODUCTION OF AMMONIA AND UREA

(54) Título : PROCESSO INTEGRADO PARA A FABRICAÇÃO DE OLEFINAS E INTERMEDIÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE AMÔNIA E URÉIA

(57) Abstract : An integrated process is described for producing olefins and intermediate chemicals for the production of ammonia and urea, using an FCC reactor, a regenerator, a steam reforming unit, an air separation unit, an ammonia production unit and an urea production unit. This process allows, at the same time, minimising CO₂ emissions into the atmosphere, and utilising heavy fractions with reduced added value (atmospheric residue) for the production of light olefins, besides maximising the utilisation of all streams concerned, thus achieving higher energy efficiency.

(57) Resumo : É descrito um processo integrado para a fabricação de olefinas e intermediários para a produção de amônia e uréia, compreendendo um reator de FCC, um regenerador, uma unidade de reforma a vapor, uma unidade de separação de ar, uma unidade de produção de amônia e uma unidade de produção de uréia. Esse processo possibilita simultaneamente: a minimização das emissões de CO₂ para a atmosfera, o aproveitamento de cargas pesadas e de baixo valor agregado (RAT) na produção de olefinas leves, além do aproveitamento máximo de todas as corrente envolvidas, aumentando assim a eficiência energética alcançada.



WO 2010/069018 A1

PROCESSO INTEGRADO PARA A FABRICAÇÃO DE OLEFINAS E INTERMEDIÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE AMÔNIA E URÉIA

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção pertence ao campo de processos integrados para a produção de olefinas leves, amônia e uréia, de forma a aperfeiçoar sua eficiência energética e diminuir a quantidade de emissões produzidas. Mais especificamente a invenção diz respeito à integração de um processo de craqueamento catalítico fluido, preferencialmente para a geração de olefinas leves, a um processo de geração de hidrogênio por reforma a vapor e uma unidade de separação de ar (**ASU**), de forma a produzir intermediários, tais como o hidrogênio (H_2), nitrogênio (N_2) e o dióxido de carbono (CO_2), que servirão de carga para unidades de produção de fertilizantes nitrogenados, tal como amônia (NH_3) e uréia.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

A crescente demanda por fertilizantes tem sido impulsionada por uma convergência de fatores, incluindo o crescimento populacional, a redução das reservas mundiais de grãos e o crescimento da produção de biocombustíveis, tendo o consumo global de fertilizantes aumentado em média 31% entre os anos de 1996 a 2008.

Grande parte desta demanda é direcionada para os fertilizantes nitrogenados. Tais fertilizantes têm em sua composição o nitrogênio como nutriente principal e são originários da fabricação da amônia anidra (NH_3), que é a matéria-prima de todos os nitrogenados sintéticos. A amônia anidra é um gás obtido pela reação direta de nitrogênio proveniente do ar com o hidrogênio de fontes diversas, tais como o gás natural e a nafta, por exemplo.

O gás natural aparece como a principal matéria-prima para a geração do hidrogênio necessário na produção de amônia. Cerca de 90% da produção mundial de amônia tem como fonte primária o gás natural, que aparece como fator essencial para a viabilização de futuros projetos

para a produção de fertilizantes nitrogenados.

O uso do gás natural para a geração de hidrogênio para seu posterior emprego na produção de amônia, porém, apresenta problemas relacionados à disponibilidade e à volatilidade de seus preços.

5 Além disso, é conhecido que ao se utilizar o gás natural como matéria-prima para a produção de amônia, não se produz amônia e dióxido de carbono em quantidades estequiométricas para a síntese subsequente de uréia, o que acaba por gerar um excesso de amônia em relação ao dióxido de carbono (CO_2). Portanto, para que toda amônia seja consumida na produção de uréia, é necessário dispor de um montante adicional de dióxido de carbono.

15 Geralmente, este montante é obtido através da queima do gás natural, realizada com o objetivo de fornecer calor para a produção do gás de síntese (mistura de hidrogênio, dióxido de carbono e nitrogênio obtidos a partir da reforma a vapor e/ou reforma auto-térmica de um hidrocarboneto, tal como gás natural ou nafta).

20 Para que o dióxido de carbono obtido a partir da queima do gás natural seja utilizado em unidades de produção de uréia, torna-se necessária a sua recuperação, ou separação, ou absorção, usualmente empregando-se soluções aquosas de aminas.

Tais processos de recuperação, porém, apresentam a desvantagem de envolver uma série de reações químicas interdependentes, difíceis de executar e controlar, além de gerar resíduos, tais como a amina oxidada em quantidades consideráveis e de difícil eliminação.

25 No intuito de superar os problemas vinculados ao uso do gás natural como fonte de hidrogênio e dióxido de carbono para a produção de amônia e uréia respectivamente, uma das alternativas atualmente empregadas é a geração do hidrogênio pela gaseificação de cargas tais como o carvão, o coque de petróleo, e outros resíduos. Neste caso, o hidrocarboneto é gaseificado na presença de oxigênio puro, obtido após a separação do

nitrogênio removido do ar em uma unidade de separação de ar (**ASU**).

A integração de processos de gaseificação com plantas de gás natural para produção de amônia, não tem apresentado eficiência energética adequada. Em particular, não tem geração suficiente de vapor para atender a demanda do processo.

Inúmeros estudos vêm sendo realizados com o intuito de se alcançar maior eficiência energética e menor emissão de CO₂ em processos integrados para a produção de fertilizantes, mais especificamente amônia e uréia.

O pedido de patente **US 2007/0245787** apresenta um processo de produção de amônia e fertilizantes nitrogenados baseada em oxidação parcial de combustível fóssil, co-produzindo policarbonato e com baixa emissão de CO₂. O combustível fóssil reage com o oxigênio do ar e vapor em um plasma com descarga elétrica, produzindo o policarbonato, hidrogênio e nitrogênio que posteriormente são separados, purificados e utilizados na síntese de amônia.

Já o pedido de patente **US 2004/028595** descreve um método para a produção de amônia a partir de uma mistura de nitrogênio-hidrogênio obtido a partir da reforma auto-térmica do gás natural. O gás natural é alimentado a um reformador auto-térmico juntamente com uma corrente rica em oxigênio, a temperaturas variando de 900°C a 1200°C, uma pressão de 40bar a 100bar e na presença de um catalisador de reforma. O gás de síntese bruto que deixa o reformador é resfriado, e conduzido para um reator de deslocamento para converter CO para H₂ e, assim, obter uma conversão em gás de síntese com um alto conteúdo de H₂, no estado seco. O gás de síntese é submetido posteriormente a um processo de purificação para eliminar CO₂, CO e CH₄ e, assim, produzir uma mistura de N₂-H₂ que é encaminhado para a síntese de amônia.

A patente **US 6,586,480** apresenta um processo integrado para a produção de hidrocarbonetos líquidos e amônia. Neste caso, uma corrente

de gás de síntese, obtida a partir da reforma do gás natural com vapor e mistura contendo oxigênio, passa por um processo de Fischer-Tropsch produzindo hidrocarbonetos líquidos, dióxido de carbono, nitrogênio e hidrogênio. Após a separação, as correntes de nitrogênio e hidrogênio são encaminhadas para o processo de produção de amônia. Neste caso, não é necessário utilizar uma unidade de deslocamento para converter o CO a H₂, como nos processos convencionais uma vez que o CO reage com parte do H₂ no reator de Fischer-Tropsch para produzir hidrocarbonetos líquidos.

Já a patente **US 6,723,876** descreve um processo integrado para a produção de amônia e uréia. Em tal documento, a amônia, produzida a partir do gás de síntese, reage com dióxido de carbono, produzindo carbamato de amônio, que é decomposto resultando em uréia.

No entanto, não há na literatura, descrição nem sugestão de um processo integrado para produção de olefinas leves e intermediários para a produção de amônia e uréia de forma que haja o aproveitamento máximo de todas as corrente envolvidas, aumentando assim a eficiência energética alcançada.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção diz respeito a um processo que integra uma unidade de craqueamento catalítico fluido, preferencialmente para a produção de olefinas leves, mais especificamente o eteno e o propeno, a uma unidade de geração de hidrogênio por reforma a vapor e uma unidade de separação de ar, de forma que as correntes produzidas sejam utilizadas nos processos de síntese de amônia e uréia.

Mais especificamente, o escopo da invenção diz respeito a um processo integrado que inclui uma unidade de craqueamento catalítico fluido, preferencialmente ajustada para operar em condições tais que há maximização da produção de olefinas leves tais como, porém não restrito a, eteno e propeno, em que tal unidade utiliza para regeneração do coque

depositado na superfície do catalisador de craqueamento, uma corrente rica em oxigênio misturado a um inerte, preferivelmente o inerte sendo o CO_2 , sendo que o oxigênio utilizado foi gerado em uma unidade de separação de ar que por sua vez gera como subproduto uma corrente de nitrogênio puro, sendo que a utilização de uma mistura rica em oxigênio misturada a um inerte, preferivelmente CO_2 , para a queima do coque gerada na superfície do catalisador proporciona, na saída do regenerador, uma corrente enriquecida em CO_2 , diferentemente do que ocorre em uma unidade convencional de craqueamento catalítico fluido. Ainda dentro do escopo da invenção, o processo integrado inclui uma unidade de reforma a vapor em que tal unidade utiliza como carga uma corrente de hidrocarbonetos proveniente da unidade de craqueamento catalítico fluido, sendo que tal corrente é preferivelmente constituída de hidrogênio e de hidrocarbonetos na faixa de **C1** a **C2** (gás de combustão) e/ou **C3** a **C4** (gás liquefeito de petróleo) e/ou hidrocarbonetos com 5 ou mais átomos de carbono e com faixa de ebulição abaixo de 220°C (nafta), sendo que a mistura proveniente da unidade de reforma, constituída basicamente de CO_2 , CO e H_2 , pode ser conduzida para um reator de deslocamento (shift) para converter o CO a H_2 pela reação do CO com vapor d'água na presença de um catalisador, sendo ainda que a mistura resultante de CO_2 e H_2 pode ser encaminhada a uma unidade de separação de CO_2 e H_2 , tal como uma unidade **PSA**, para obter uma corrente de H_2 pura. Ainda dentro do escopo da invenção, o processo integrado inclui utilizar a corrente de H_2 pura gerada na unidade de reforma e reator de deslocamento e, juntamente com a corrente de N_2 puro gerado na unidade de separação de ar, ser encaminhada a uma unidade de produção de amônia, sendo que a amônia produzida pode ser encaminhada, juntamente com a corrente rica em CO_2 produzida no regenerador da unidade de craqueamento catalítico fluido, a um reator para produção de uréia.

A invenção permite reduzir a emissão de dióxido de carbono devido ao aproveitamento do CO₂ produzido durante a etapa de regeneração do catalisador de **FCC** a ser aproveitado na síntese de uréia.

5 Ao contrário do que ocorre nas unidades de reforma a vapor convencionais utilizadas na síntese de fertilizantes nitrogenados, onde se utiliza, além de vapor d'água, ar para a oxidação parcial de uma carga composta por metano proveniente do gás natural e também como fonte de nitrogênio, na presente invenção a carga para a unidade de reforma a vapor é constituída por hidrocarbonetos de maior massa molecular (gás
10 combustível, GLP e/ou nafta), sendo a reforma efetuada somente com vapor d'água. Com a utilização apenas do vapor d'água para efetuar a reforma, elimina-se a necessidade do emprego de equipamentos de grande porte, projetados para comportar também o uso de ar.

A invenção permite ainda que, ao utilizar uma única fonte de ar
15 como fonte de oxigênio e nitrogênio tanto para a regeneração do catalisador de craqueamento como para a produção de fertilizantes nitrogenados, seja alcançada uma maior eficiência energética.

Assim sendo, a presente invenção possibilita simultaneamente: a redução das emissões de CO₂ para a atmosfera, o aproveitamento de
20 cargas pesadas e de baixo valor agregado na produção de olefinas leves, além do aproveitamento máximo de todas as corrente envolvidas, aumentando assim a eficiência energética alcançada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A **Figura1** ilustra de modo simplificado o diagrama de fluxo do
25 processo da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

De um modo amplo, a presente invenção trata de um processo que integra a produção de olefinas leves por craqueamento catalítico fluido com a produção de intermediários para a síntese de amônia e uréia.

30 Em tal processo, a unidade de craqueamento catalítico fluido (**FCC**),

que compreende um reator de **FCC** e um regenerador, integrada a uma unidade de separação de ar e a uma unidade de reforma a vapor produz intermediários, no caso, hidrogênio, nitrogênio e dióxido de carbono, para a produção de amônia e uréia, produtos úteis como fertilizantes.

5 Assim, o processo integrado para a produção de olefinas leves e de intermediários para a produção de amônia e uréia da presente invenção, compreende as seguintes etapas:

- a) introduzir uma carga, constituída por uma corrente de hidrocarbonetos de refino de petróleo com ponto de ebulição inicial superior 250°C em um
10 conversor de (**FCC**) de modo a proporcionar o contato da carga com um catalisador contendo alumina, preferencialmente entre 20% e 50% em massa, e zeólita, preferencialmente entre 20% e 45% em massa, sendo a zeólita preferencialmente **Y**, **USY**, **RE-Y**, **RE-USY** e/ou **ZSM-5**, em que **RE** significa terras-raras, sendo com um teor entre 0,5% a 5% em massa,
15 podendo conter ainda sílica entre 5% e 30% e caulim, operando em temperaturas na faixa de 500°C a 700°C e pressões na faixa de 0,10 MPa a 0,45MPa;
- b) separar os produtos de hidrocarbonetos e um catalisador desativado, na saída do reator;
- 20 c) enviar o catalisador desativado a uma zona de retificação por vapor, daí a um regenerador e realizar a combustão do coque depositado sobre as partículas de catalisador, com uma mistura O_2 /inerte, sendo o inerte preferivelmente o CO_2 , em uma proporção de 15% a 35% em massa de O_2 , preferivelmente entre 20% e 30%, onde o O_2 é proveniente de uma unidade
25 de separação de ar;
- d) encaminhar a corrente de N_2 obtida da unidade de separação de ar para uma unidade de produção de amônia;
- e) recuperar a corrente de CO_2 produzida no regenerador do **FCC**, sendo que tal corrente de CO_2 pode ser reciclada na proporção de 70% a 90% para
30 o regenerador, preferivelmente 75% a 85% e encaminhar o restante da

corrente para uma unidade de produção de uréia;

- f) recuperar a corrente de hidrocarbonetos obtida no reator de **FCC** e separá-la em outras correntes de acordo com o ponto de ebulição dos hidrocarbonetos, sendo a primeira compreendendo hidrogênio e hidrocarbonetos na faixa de **C1** a **C2** (gás combustível), a segunda compreendendo hidrocarbonetos na faixa de **C3** a **C4 (GLP)** e a terceira compreendendo hidrocarbonetos com 5 ou mais átomos de carbono e com ponto de ebulição abaixo de 220°C (nafta) e outras correntes conforme o processo convencional de **FCC**;
- g) recuperar, da corrente que compreende o gás combustível, a fração correspondente ao eteno e da corrente que compreende o **GLP**, a fração correspondente ao propeno, sendo o eteno e o propeno produtos finais;
- h) encaminhar as correntes de gás combustível sem eteno, de **GLP** sem propeno e/ou de nafta, obtidas no **FCC**, para uma unidade de geração de hidrogênio que compreende uma unidade de reforma a vapor, opcionalmente um reator de deslocamento de CO e uma unidade de separação de hidrogênio;
- i) encaminhar a corrente de hidrogênio obtida na unidade de geração de hidrogênio para uma unidade de produção de amônia;
- j) opcionalmente encaminhar a corrente de dióxido de carbono obtida na unidade de geração de hidrogênio para uma unidade de produção de uréia.

O desenho esquemático apresentado na Figura 1, anexa, ilustra de modo simplificado o fluxo do processo da invenção, incluindo um reator de **FCC**, um regenerador, uma unidade de separação de ar, uma unidade de geração de hidrogênio, uma unidade de produção de amônia e uma unidade de produção de uréia, onde:

Uma carga de resíduo atmosférico-RAT (1), composta por hidrocarbonetos com ponto inicial de ebulição superior a 250°C é introduzida em um reator de craqueamento catalítico fluido – **FCC** (2),

empregando um catalisador contendo alumina, preferencialmente entre 20% e 50% em peso e zeólita, preferencialmente entre 20% e 45% em peso, sendo a zeólita preferencialmente **Y**, **USY**, **RE-Y**, **RE-USY** e/ou **ZSM-5**, em que **RE** significa terras-raras, sendo com um teor entre 0,5% a 5%p, podendo conter ainda sílica entre 5% e 30% e caulim, preferencialmente operando em condições tais que há maximização de olefinas leves, com temperaturas na faixa de 500°C a 700°C, preferivelmente entre 550°C e 650°C e mais preferivelmente entre 580°C e 620°C e pressões na faixa de 0,10 MPa a 0,45MPa.

Na saída do reator de **FCC**, ao término das reações de craqueamento, um catalisador desativado (3) é separado dos produtos de reação.

O catalisador desativado (3) segue para uma etapa de regeneração por oxícombustão. Num regenerador (4) é utilizada uma corrente de oxigênio puro (5), separado à partir de uma corrente de ar (18), numa unidade de separação de ar (6), para a queima do coque depositado no catalisador desativado.

A utilização da oxícombustão, aliada ao emprego de uma corrente de CO₂ reciclada (7), permite aumentar efetivamente a concentração de CO₂ nos gases de combustão, em até 98%, o que acaba por facilitar a sua recuperação e permite que esta corrente rica em CO₂ (8) seja empregada em uma unidade de produção de uréia (9).

O catalisador regenerado (10) retorna ao reator de **FCC**, a uma temperatura elevada, suficiente para fornecer calor para as reações endotérmicas do processo.

As correntes de hidrocarbonetos recuperadas no processo de **FCC** compreendem: gás combustível, GLP, olefinas leves (C₂⁻ e C₃⁻); nafta (C₅⁺ - 220°C); e outros hidrocarbonetos (>220°C). Tais correntes são separadas, recuperando-se uma primeira corrente compreendendo eteno e propeno (11) e uma segunda corrente que pode compreender gás

combustível, GLP e/ou nafta (12).

5 A corrente compreendendo gás combustível, GLP e/ou nafta (12), é encaminhada para uma unidade de geração de hidrogênio (13), gerando duas correntes, uma de CO₂ (14), que é opcionalmente encaminhada para a unidade de produção de uréia e uma corrente de hidrogênio (15), que é encaminhada para uma unidade de produção de amônia (16).

A unidade de produção de amônia (16) recebe ainda como carga uma corrente de nitrogênio (17) proveniente da unidade de separação de ar (6).

10 A corrente compreendendo eteno e propeno (11) é posteriormente aproveitada na produção de petroquímicos básicos. As correntes de amônia (19) e uréia (20) podem ser recuperadas como produto final ou servirem de carga para outros processos de produção de fertilizantes.

REIVINDICAÇÕES

1- PROCESSO INTEGRADO PARA A PRODUÇÃO DE OLEFINAS LEVES E INTERMEDIÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE AMÔNIA E URÉIA, caracterizado por compreender as seguintes etapas:

- 5 a) introduzir uma carga de hidrocarbonetos de refino de petróleo em um conversor de (FCC) de modo a proporcionar o contato da carga com um catalisador contendo alumina e zeólita, em um reator de leito fluido, de modo a obter uma corrente de hidrocarbonetos leves;
- 10 b) separar os produtos hidrocarbonetos leves e um catalisador desativado, na saída do reator;
- c) passar o catalisador desativado a uma zona de retificação, daí a um regenerador e realizar a combustão do coque depositado sobre as partículas de catalisador, com uma mistura O₂/inerte em uma
- 15 proporção de 15% a 35% em massa de O₂, onde o O₂ é proveniente de uma unidade de separação de ar;
- d) encaminhar a corrente de N₂ obtida da unidade de separação de ar para uma unidade de produção de amônia;
- e) recuperar a corrente de CO₂ produzida no regenerador, reciclando
- 20 de 70% a 90% para o regenerador e encaminhar o restante da corrente para uma unidade de produção de uréia;
- f) recuperar a corrente de hidrocarbonetos leves obtida no reator de FCC e separá-la em outras correntes, a primeira compreendendo hidrogênio e hidrocarbonetos na faixa de **C1** a **C2** (gás
- 25 combustível), a segunda compreendendo hidrocarbonetos na faixa de **C3** a **C4** (GLP) e a terceira compreendendo hidrocarbonetos com 5 ou mais átomos de carbono e com ponto de ebulição abaixo de 220°C (nafta) e outras correntes conforme o processo convencional de FCC;
- 30 g) recuperar, da corrente que compreende o gás combustível, a

fração correspondente ao eteno e da corrente que compreende o GLP, a fração correspondente ao propeno, sendo o eteno e o propeno produtos finais;

h) encaminhar as correntes de gás combustível sem eteno, de GLP sem propeno e/ou de nafta, obtidas no FCC para uma unidade de geração de hidrogênio que compreende uma unidade de reforma a vapor, de modo a obter uma corrente de hidrogênio e outra de CO₂;

i) encaminhar a corrente de hidrogênio obtida na unidade de geração de hidrogênio para uma unidade de produção de amônia;

j) encaminhar a corrente de dióxido de carbono obtida na unidade de reforma a vapor para uma unidade de produção de uréia;

2- PROCESSO INTEGRADO PARA A PRODUÇÃO DE OLEFINAS LEVES E INTERMEDIÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE AMÔNIA E URÉIA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o reator de leito fluido operar em temperaturas na faixa de 500°C a 700°C e pressões na faixa de 0,10 MPa a 0,45 MPa.

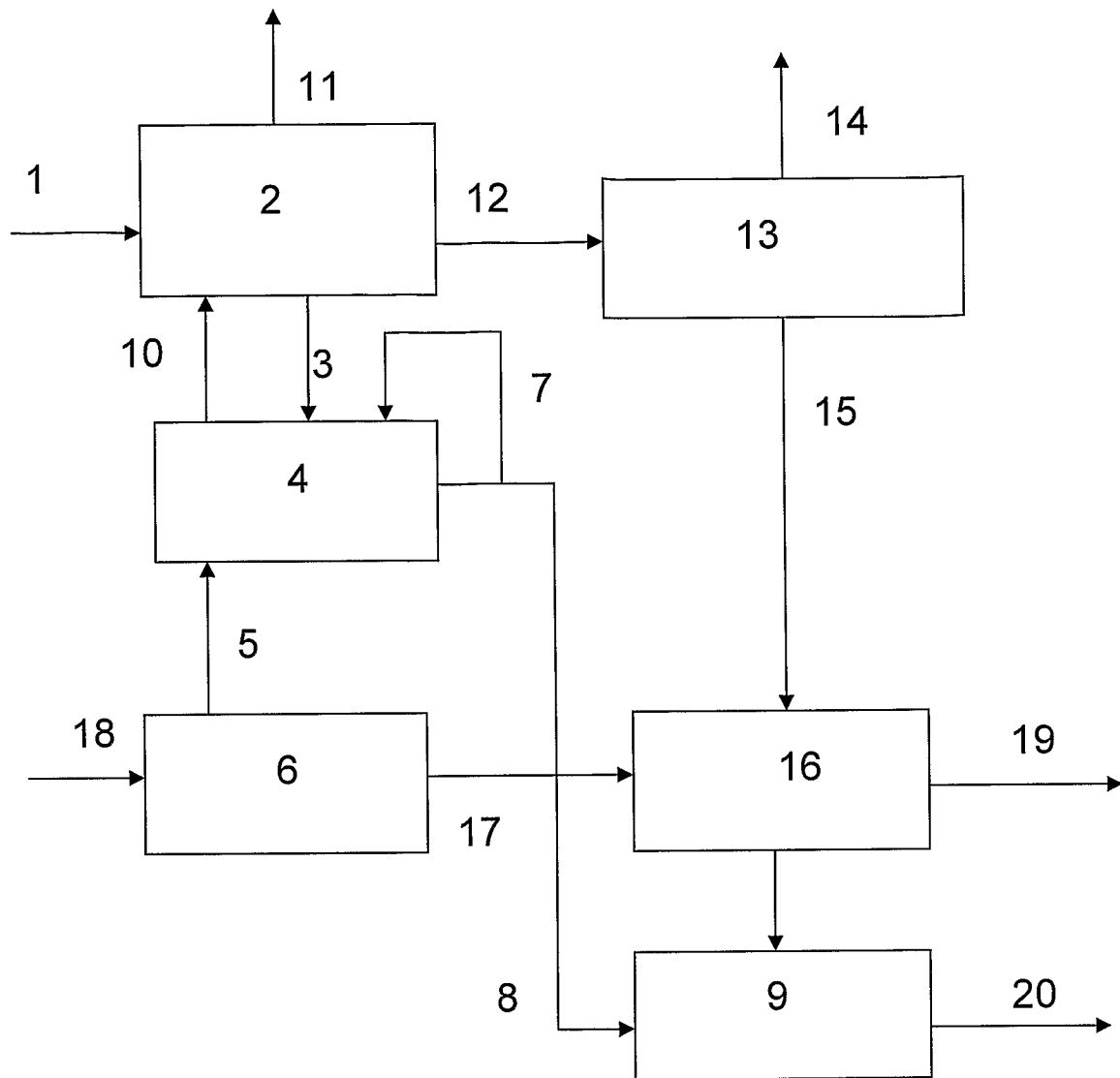
3- PROCESSO INTEGRADO PARA A PRODUÇÃO DE OLEFINAS LEVES E INTERMEDIÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE AMÔNIA E URÉIA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a carga para o reator de FCC ser constituída por uma corrente de hidrocarbonetos de refino de petróleo com ponto de ebulição inicial superior a 250°C (RAT).

4- PROCESSO INTEGRADO PARA A PRODUÇÃO DE OLEFINAS LEVES E INTERMEDIÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE AMÔNIA E URÉIA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o catalisador em contato com a carga de hidrocarbonetos de refino de petróleo conter alumina, com concentração em massa entre 20% e 50% e zeólita, com concentração em massa entre 20% e 45%, poden-

do conter ainda sílica entre 5% e 30 % em massa e caulim.

5- **PROCESSO INTEGRADO PARA A PRODUÇÃO DE OLEFINAS LEVES E INTERMEDIÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE AMÔNIA E URÉIA**, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por a zeólita presente no catalisador em contato com a carga de hidrocarbonetos de refino de petróleo ser selecionada do grupo compreendendo: Y, USY, RE-Y, RE-USY e ZSM-5.

6- **PROCESSO INTEGRADO PARA A PRODUÇÃO DE OLEFINAS LEVES E INTERMEDIÁRIOS PARA A PRODUÇÃO DE AMÔNIA E URÉIA**, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o teor de terras-raras (RE), nas zeólitas RE-Y e RE-USY ser entre 0,5% a 5% em massa.

**FIGURA 1**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2009/000343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC (2009.01) C07C 4/06 C01B 3/24 C01C 1/04 C07C 273/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC (2009.01) C07C C01B C01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC, Ei EnCompassPAT, Ei EnCompassLIT, CA SEARCH, Energy Science and Technology, PASCAL

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4690812 A (LINDE AG [DE]) 01 September 1987 (01.09.87)	1 (h-j)
Y	US 2006116544 A1 (IDEMITSU KOSAN CO [JP]) 01 June 2006 (01.06.06)	1 (a-g), 2, -5
Y	US 2008290000 A1 (GAVIN P TOWLER [US]) 27 November 2008 (27.11.08)	
Y	US 2008001505 A1 (PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.- PETROBRAS [BR]) 03 January 2008 (03.01.08)	4, 5, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 December 2009 (10.12.09)

Date of mailing of the international search report

15/12/2009

Name and mailing address of the ISA/


 INSTITUTO NACIONAL DA
 PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 Rua Mayrink Veiga nº 9, 18º andar
 cep: 20090-050, Centro - Rio de Janeiro/RJ

Nº de fax:

+55 21 2139-3663

Authorized officer

Carlos Darlan Duarte de Souza

Telephone No.

+55 21 2139-3686/3742

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2009/000343

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P	US 2009032439 A1 (KEITH A. COUCH [US]; XIN X. ZHU [US]; JAMES P. GLAVIN [US]) 05 February 2009 (05.02.09) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/BR2009/000343

US 4690812 A	1987-09-01	BR 8500075 A	1985-08-20
		CN 85100810 A	1987-01-10
		DE 3401779 A1	1985-08-01
		EP 0150030 A2	1985-07-31
		GR 850108 A1	1985-05-16
		IN 163640 A1	1988-10-22
		JP 60171202 A	1985-09-04
US 2006116544 A1	2006-06-01	CN 1708573 A	2005-12-14
		CN 1325608 C	2007-07-11
		JP 2004143373 A	2004-05-20
		JP 4112943 B2	2008-07-02
		KR 20050083849 A	2005-08-26
		US 7531706 B2	2009-05-12
		WO 2004037951 A1	2004-05-06
US 2008290000 A1	2008-11-27	NONE	
US 2008001505 A1	2008-01-03	CN 101106289 A	2008-01-16
		DE 102006029628 A1	2008-01-03
US 2009032439 A1	2009-02-05	BR PI0802436 A2	2009-10-20
		CN 101372631 A	2009-02-25
		EP 2022838 A1	2009-02-11
		MX 2008009844 A	2009-02-27
		US 2009035191 A1	2009-02-05

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Depósito internacional Nº

PCT/BR2009/000343

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

IPC (2009.01) C07C 4/06 C01B 3/24 C01C 1/04 C07C 273/04

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

IPC (2009.01) C07C C01B C01C

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

EPODOC, Ei EnCompassPAT, Ei EnCompassLIT, CA SEARCH, Energy Science and Technology, PASCAL

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
Y	US 4690812 A (LINDE AG [DE]) 01 setembro 1987 (1987-09-01)	1 (h-j)
Y	US 2006116544 A1 (IDEMITSU KOSAN CO [JP]) 01 junho 2006 (2006-06-01)	1 (a-g), 2, -5
Y	US 2008290000 A1 (GAVIN P TOWLER [US]) 27 novembro 2008 (2008-11-27)	
Y	US 2008001505 A1(PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.- PETROBRAS [BR]) 03 janeiro 2008 (2008-01-03)	4, 5, 6

☒ Documentos adicionais estão listados na continuação do quadro C☒ Ver o anexo de famílias das patentes

* Categorias especiais dos documentos citados:

"A" documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.

"E" pedido ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional

"L" documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial

"O" documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.

"P" documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.

"T" documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita como depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.

"X" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.

"Y" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com um outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.

"&" documento membro da mesma família de patentes.

Data da conclusão da pesquisa internacional

10 dezembro 2009

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

15/12/2009

Nome e endereço postal da ISA/BR



INSTITUTO NACIONAL DA
PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Rua Mayrink Veiga nº 9, 18º andar
cep: 20090-050, Centro - Rio de Janeiro/RJ

Nº de fax:

+55 21 2139-3663

Funcionário autorizado

Carlos Darlan Duarte de Souza

Nº de telefone:

+55 21 2139-3686/3742

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
P	US 2009032439 A1 (KEITH A. COUCH [US]; XIN X. ZHU [US]; JAMES P. GLAVIN [US]) 05 fevereiro 2009 (2009-02-05) -----	

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL
 Informação relativa a membros da família da patentes

Depósito internacional Nº

PCT/BR2009/000343

Documentos de patente citados no relatório de pesquisa	Data de publicação	Membro(s) da família de patentes	Data de publicação
US 4690812 A	1987-09-01	BR 8500075 A CN 85100810 A DE 3401779 A1 EP 0150030 A2 GR 850108 A1 IN 163640 A1 JP 60171202 A	1985-08-20 1987-01-10 1985-08-01 1985-07-31 1985-05-16 1988-10-22 1985-09-04
US 2006116544 A1	2006-06-01	CN 1708573 A CN 1325608 C JP 2004143373 A JP 4112943 B2 KR 20050083849 A US 7531706 B2 WO 2004037951 A1	2005-12-14 2007-07-11 2004-05-20 2008-07-02 2005-08-26 2009-05-12 2004-05-06
US 2008290000 A1	2008-11-27	Nenhum	
US 2008001505 A1	2008-01-03	CN 101106289 A DE 102006029628 A1	2008-01-16 2008-01-03
US 2009032439 A1	2009-02-05	BR PI0802436 A2 CN 101372631 A EP 2022838 A1 MX 2008009844 A US 2009035191 A1	2009-10-20 2009-02-25 2009-02-11 2009-02-27 2009-02-05