

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

(21) **PI 0713628-5 A2**

(22) Data de Depósito: 11/07/2007
(43) Data da Publicação: 23/10/2012
(RPI 2181)



(51) *Int.Cl.:*
F25J 1/02

(54) Título: MÉTODO DE LIQUEFAÇÃO DE GÁS NATURAL, E, APARELHO PARA A LIQUEFAÇÃO DE UMA CORRENTE DE GÁS NATURAL

(30) Prioridade Unionista: 13/07/2006 EP 06117142.7

(73) Titular(es): Shell Internationale Research Maatschappij B.V

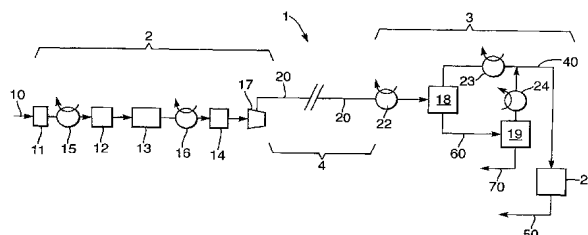
(72) Inventor(es): David Bertil Runbalk, Johan Jan Barend Pek, Marcus Johannes Antonius Van Dongen, Michiel Gijsbert Van Aken, Peter Marie Paulus

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007057069 de 11/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/006842de 17/01/2008

(57) Resumo: MÉTODO DE LIQUEFAÇÃO DE GÁS NATURAL, E, APARELHO PARA A LIQUEFAÇÃO DE UMA CORRENTE DE GÁS NATURAL. A presente invenção apresenta um método de gás natural, o método sendo composto, pelo menos, das seguintes etapas: (a) produção de uma corrente de gás natural (10) em um primeiro local (2); e (b) o tratamento da corrente de gás tratada (20), onde a corrente de gás natural tratada é composta, na faixa de 70 a 100%, em mols de metano; (c) o transporte da corrente de gás natural tratada (20) através de uma tubulação (4) ao longo de uma distância, pelo menos de 2 km, para um segundo local (3); e (d) a liquefação da corrente tratada de gás natural (20) no segundo local (3), dessa forma obtendo um produto de hidrocarbonetos liquefeito (50) na pressão atmosférica. A invenção apresenta ainda um aparelho (1) para a liquefação de uma corrente de gás natural (10), o aparelho (1) sendo composto pelo menos de: - uma ou mais unidades de tratamento (11, 12, 13, 14, 18, 19,...) em um primeiro local (2) para a obtenção de uma corrente tratada de gás natural (20); - pelo menos uma planta de liquefação (21) em um segundo local (3) para a produção de um produto liquefeito de hidrocarbonetos (50) na pressão atmosférica; - uma tubulação (4) para o transporte da corrente tratada de gás natural (20) para um segundo local (3) ao longo de uma distância pelo menos de 2 km.



“MÉTODO DE LIQUEFAÇÃO DE GÁS NATURAL, E, APARELHO PARA A LIQUEFAÇÃO DE UMA CORRENTE DE GÁS NATURAL”

A presente invenção refere-se a um método de liquefação de uma corrente de gás natural.

5 São conhecidos vários métodos de liquefação de uma corrente de gás natural, obtendo-se dessa forma o gás natural liquefeito (GNL). É desejável liquefazer-se uma corrente de gás natural por várias razões. Como um exemplo, o gás natural pode ser estocado e transportado ao longo de grandes distâncias mais rapidamente como um líquido do que na forma
10 gasosa, porque ele ocupa um volume menor e não necessita ser estocado em pressões elevadas.

Usualmente, a corrente de gás natural a ser liquefeito (principalmente composta de metano) contém etano, hidrocarbonetos mais pesados e possivelmente outros componentes que devem ser removidos até
15 um certo ponto, antes do gás natural ser liquefeito. Para este fim, a corrente de gás natural é tratada. Um dos tratamentos poderá envolver a remoção dos componentes indesejáveis, tais como H_2O , CO_2 e H_2S e parte do etano, propano e hidrocarbonetos maiores, tais como butano e pentano.

Na WO 2006/009646 A2 é apresentado um método para a
20 liquefação de gás natural. Na figura 1, é mostrada uma planta convencional de liquefação de GNL, onde a planta de liquefação de GNL inclui vários exemplos de etapas opcionais de tratamento, tais como as etapas de purificação da alimentação (a remoção de líquidos, remoção de sulfeto de hidrogênio, remoção de dióxido de carbono, desidratação), etapas de
25 purificação do produto (remoção de hélio, remoção de nitrogênio) e etapas de produção de produtos diferentes de metano (desetanização, despropanização, recuperação de enxofre). De acordo com a WO 2006/009646 A2, a liquefação e o tratamento são ambos executados em um só local.

Um problema do método conhecido é que, se no local onde o

gás natural é tratado e liquefeito não existe nenhum acesso fácil a navios ou vasos que se destinem ao transporte do GNL para mercados remotos, o GNL tem que ser transportado primeiramente através de uma tubulação para um porto remoto. Isto é altamente indesejável, em vista dos altos custos das tubulações criogênicas.

Um objetivo da invenção é minimizar o problema acima.

Um outro objetivo da presente invenção é apresentar um método alternativo para a liquefação de uma corrente de gás natural, especialmente sob condições muito frias, tais como aquelas encontradas na região ártica.

Um ou mais dos objetivos acima ou outros, são alcançados de acordo com a presente invenção, através da apresentação de um método para a liquefação de uma corrente de gás natural, o método sendo composto pelo menos das etapas de:

(a) produção de uma corrente de gás natural no primeiro local;
(b) tratamento da corrente de gás natural no primeiro local, dessa forma obtendo uma corrente de gás natural tratada, onde a corrente de gás natural tratada é composta, na faixa de 70 a 100% em moles, de metano;

(c) o transporte da corrente de gás natural tratada através de uma tubulação ao longo de uma distância pelo menos de 2 km para um segundo local;

(d) a liquefação da corrente tratada de gás natural no segundo local, dessa forma obtendo um produto liquefeito de hidrocarbonetos, na pressão atmosférica.

O primeiro e o segundo local poderão ser situados ambos na costa ou em fora da costa. Assim sendo, são parte desta invenção todas as combinações de instalações na costa-na costa, fora da costa-fora da costa, na costa-fora da costa e fora da costa-na costa, para o primeiro e para o segundo local.

Uma vantagem da invenção é que é requerido menos equipamento em ambos os locais; isto permite a liquefação de uma corrente de gás natural, mesmo quando é disponível um espaço limitado de instalação na costa e/ou fora da costa.

5 Outra vantagem é que, especialmente, se o método da presente invenção é aplicado em regiões muito frias, tais como o Ártico, pode-se utilizar o ambiente frio onde a corrente de gás natural tratada pode ser resfriada até um certo ponto, antes de acontecer a liquefação real. Isto poderá resultar em um CAPEX reduzido (despesas de capital) para o equipamento de
10 liquefação.

 Em uma realização preferida, o segundo local é situado em fora da costa. Uma vantagem desta realização preferida é que o produto liquefeito de hidrocarbonetos pode ser facilmente transportado do segundo local, utilizando-se um vaso de transporte. Assim sendo, não há a necessidade
15 de se transportar nenhum produto liquefeito de hidrocarbonetos, especialmente o GNL, ao longo de grandes distâncias, através de um oleoduto.

 O primeiro e o segundo local não são limitados para a inclusão somente de um único processo ou unidade de tratamento, mas ao contrário,
20 eles se destinam a incluir um local de planta que contém uma ou mais unidades de processo. O primeiro e o segundo locais estão em uma distância pelo menos de 2 km um do outro, de preferência, pelo menos 5 quilômetros, mais de preferência, pelo menos 10 quilômetros. A distância poderá ser maior do que 1.000 km, mas de preferência, é menor do que 900 km.

25 O primeiro local, de preferência, é situado próximo de um local onde é produzida a corrente de gás natural a ser tratada e liquefeita, como um reservatório de gás natural ou de petróleo. No primeiro local, são localizadas uma ou mais unidades de tratamento. Estas unidades de tratamento poderão incluir unidades de tratamento convencionais, tais como

armadilhas para lesmas, um estabilizante de condensado, unidades de remoção de gás ácido (AGR), unidades de desidratação, unidades de recuperação de enxofre (SRU), unidades de remoção de mercúrio, unidades de rejeição de nitrogênio (NRU), unidades de recuperação de hélio (HRU), unidades de ponto de orvalho de hidrocarbonetos, etc. Também unidades de fracionamento ou de extração para a recuperação, por exemplo, de gás liquefeito de petróleo C₃/C₄ (LPG) e C₅, poderá estar presente líquido (condensado) no primeiro local. Como estas unidades de tratamento são bem conhecidas pela pessoa versada na arte, elas não são discutidas em maiores detalhes aqui.

O segundo local, de preferência, é situado próximo de um terminal de exportação de GNL, onde o gás natural liquefeito é embarcado ou de outra forma é transportado para os mercados desejados. No segundo local, está presente pelo menos uma planta de liquefação para a obtenção de um produto liquefeito de hidrocarbonetos. Se desejado, também poderão estar presentes algumas das unidades de tratamento mencionadas a respeito do primeiro local, no segundo local. No entanto, de preferência, no segundo local são localizadas o menor número possível de unidade de tratamento. Aqui a quantidade de manipulação (e dessa forma a presença de mão-de-obra) próxima da planta de liquefação pode ser minimizada. Além disso, o espaço de instalação no segundo local é minimizado.

A corrente de gás natural poderá ser qualquer corrente de gás natural adequada para ser tratada e liquefeita, mas usualmente é uma corrente de gás natural produzida e obtida de reservatórios de gás natural ou de petróleo. Como uma alternativa, a corrente de gás natural poderá também ser obtida de outra fonte, incluindo também uma fonte sintética, como um processo Fischer-Tropsch, onde é produzido metano a partir de gás de síntese.

Usualmente, o gás natural é substancialmente composto de metano. De preferência, a corrente de alimentação é composta pelo menos de

60% em mols de metano, mais de preferência, pelo menos 80% em mols de metano.

Dependendo da fonte, o gás natural poderá conter quantidades variadas de hidrocarbonetos mais pesados do que o metano, tais como etano, propano, butanos e pentanos, assim como alguns hidrocarbonetos aromáticos. O gás natural poderá também conter não-hidrocarbonetos, tais como H_2O , N_2 , CO_2 , H_2S e outros compostos de enxofre, e semelhantes.

De acordo com uma realização preferida, o tratamento na etapa (b) é composto, pelo menos, da remoção de CO_2 , de preferência, de tal forma que a corrente tratada de gás natural seja composta de menos de 500 ppm de CO_2 , mais de preferência, menos de 200 ppm de CO_2 , ainda mais de preferência, menos de 50 ppm de CO_2 . É especialmente preferível que não aconteça nenhuma remoção de CO_2 no segundo local.

Alem disso, é preferível que o tratamento na etapa (b) seja composto pelo menos da remoção de H_2O , de preferência, de tal forma que a corrente de gás natural tratada seja composta de menos de 100 ppm de H_2O , mais de preferência, menos de 10 ppm de H_2O , ainda mais de preferência, menos de 1 ppm de H_2O .

Alem disso, é preferível que o tratamento na etapa (b) seja composto da remoção de mercúrio (Hg).

A corrente tratada de gás natural a ser liquefeito é composta, na faixa de 70 a 100% em mols, de metano, de preferência, de 80 a 100% em mols, de metano. De preferência, a corrente de gás natural tratada a ser liquefeita é composta de menos de 5% em mols, de preferência, menos de 1% em mols de hidrocarbonetos C_{5+} , significando pentanos e hidrocarbonetos mais pesados.

De preferência, a corrente tratada de gás natural é comprimida antes do transporte na etapa (c), de preferência, até uma pressão acima de 50 bar, mais de preferência, acima de 60 bar, ainda mais de preferência, acima de

70 bar. É especialmente preferível que a corrente tratada de gás natural seja transportada em um estado que está substancialmente acima do ponto crítico. Desta forma, a corrente de gás natural tratada pode ser transportada substancialmente em uma fase densa.

5 De acordo com uma realização especialmente preferida da presente invenção, a corrente tratada de gás natural é resfriada durante o transporte por meio de troca de calor com o meio ambiente. De preferência, a corrente tratada de gás natural é resfriada até uma temperatura $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$, de preferência, $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, mais de preferência, $< -10\text{ }^{\circ}\text{C}$, antes de alcançar o
10 segundo local. Aqui, a tarefa de resfriamento na planta de liquefação no segundo local pode ser significativamente diminuída. É desejável que a distância entre o primeiro e o segundo local seja tal que a corrente tratada de gás natural é resfriada o máximo possível, de preferência, alcançando temperaturas ambientes, se ela é exportada através de uma tubulação que é
15 substancialmente não isolada termicamente. Aqui, poderá ser utilizada a vantagem total das condições do ambiente frio, especialmente, se a tubulação está em uma área fria, tais como nas regiões do Ártico. Acredita-se que isto pode ser obtido quando a distância entre o primeiro e o segundo local é maior do que 2 quilômetros, de preferência, mais de 5 quilômetros, ainda mais de
20 preferência, mais de 10 quilômetros.

Na etapa (d), a corrente tratada de gás natural é liquefeita. Adequadamente, isto é feito utilizando-se um ou mais refrigerantes. Os refrigerantes poderão ser produzidos no segundo local ou poderão ser produzidos em qualquer local e transportados para o segundo local. De
25 preferência, os refrigerantes requeridos para a liquefação da corrente tratada de gás natural são produzidos em um local que é geograficamente removido do segundo local onde acontece a liquefação. De preferência, a distância entre o local onde são produzidos os refrigerantes e o segundo local é maior do que 2 quilômetros, mais de preferência, mais de 5 quilômetros.

Em uma realização preferida, é utilizado um refrigerante misturado que é composto pelo menos de 2 refrigerantes, e os refrigerantes são transportados para o segundo local através de tubulações separadas para cada um dos refrigerantes componentes puros que constituem o refrigerante misturado utilizado no processo de liquefação. Esta solução oferece a ligação operacional mais simples para o suprimento e a complementação dos refrigerantes requeridos.

Em outra realização, é utilizado um refrigerante misturado, composto pelo menos de dois refrigerantes, e os refrigerantes componentes puros diferentes são fornecidos previamente misturados através de uma tubulação comum. A vantagem desta realização é a eliminação de outras tubulações, que de outra forma seriam requeridos para o transporte dos componentes refrigerantes diferentes, em separado.

Ainda em outra realização, é utilizado um refrigerante misturado, composto pelo menos de dois refrigerantes, e os componentes refrigerantes puros diferentes são entregues no segundo local através de uma só tubulação em escoamentos de sucessivos. A vantagem é que não há necessidade de uma coluna de fracionamento no segundo local para separar os refrigerantes misturados.

Em outra realização, o refrigerante para o segundo local é fornecido através de tubulações e as tubulações de suprimento de refrigerante são utilizados como vasos de armazenamento para a eliminação (ou redução) da armazenamento dos refrigerantes no segundo local. Isto reduz ainda mais o espaço de instalação requerido no segundo local.

O refrigerante é utilizado para o resfriamento da corrente de gás natural tratada até menos de -140°C , de preferência, menos de -150°C . A etapa de resfriamento é seguida pela expansão até a pressão atmosférica. O produto liquefeito de hidrocarbonetos é obtido na pressão atmosférica.

Após a liquefação, o produto liquefeito de hidrocarbonetos

usualmente é transportado e regaseificado. O transporte do produto liquefeito de hidrocarbonetos, como o GNL, usualmente é executado por navio. A regaseificação usualmente é feita, por exemplo, em um terminal de importação de GNL que pode estar na costa ou em fora da costa.

5 A pessoa versada na arte rapidamente entenderá que, se desejado, após a liquefação o produto liquefeito de hidrocarbonetos poderá ser adicionalmente processado antes do transporte.

10 Em um outro aspecto, a presente invenção apresenta um aparelho para a liquefação de uma corrente de gás natural, o aparelho sendo composto pelo menos de:

- uma ou mais unidades de tratamento no primeiro local para a obtenção de uma corrente tratada de gás natural;

15 - pelo menos uma planta de liquefação no segundo local para a produção de um produto liquefeito de hidrocarbonetos na pressão atmosférica;

20 - uma tubulação para o transporte da corrente tratada de gás natural para o segundo local ao longo de uma distância, pelo menos, de 2 quilômetros. O primeiro e o segundo local poderão ser situados ambos na costa ou em fora da costa. Assim sendo, todas as combinações na costa-na costa, fora da costa- fora da costa, na costa- fora da costa e na costa-fora da costa para o primeiro e o segundo local, respectivamente, são parte da invenção. Em uma realização preferida, o primeiro local é situado na costa e o segundo local é situado em fora da costa.

25 De preferência, uma das unidades de tratamento no primeiro local é adaptada para a remoção de CO₂. Além disso, é preferível que não aconteça nenhuma remoção de CO₂ da corrente tratada de gás natural no segundo local. É também preferível que uma das unidades de tratamento no primeiro local seja adaptada para a remoção de H₂O.

Usualmente, o aparelho de acordo com a presente invenção é

ainda composto de um compressor para a compressão da corrente tratada de gás natural no primeiro local, de preferência, até uma pressão acima de 50 bar, de preferência, acima de 60 bar, mais de preferência, acima de 70 bar.

De acordo com uma realização especialmente preferida, a tubulação é substancialmente não isolada termicamente. Isto permite o resfriamento da corrente tratada de gás natural contra o meio ambiente durante o transporte do primeiro para o segundo local. Se o transporte acontece em um ambiente frio, como a região ártica, pode ser feito uso do ambiente frio.

Daqui por diante, a invenção será adicionalmente ilustrada pelos seguintes desenhos não limitantes. Aqui é mostrado:

na figura 1, esquematicamente, um esquema de processo de acordo com a presente invenção;

na figura 2, esquematicamente, um esquema de processo de acordo com outra realização da presente invenção.

Para fins desta descrição, um só número de referência será atribuído a uma linha, assim como a uma corrente transportada naquela linha. Números de referência semelhantes se referem a componentes semelhantes.

A figura 1 mostra esquematicamente um esquema de processo (indicado geralmente com a referência nr. 1) para o tratamento e a liquefação de uma corrente de gás natural, como gás natural.

O esquema de processo da figura 1 é dividido sobre dois locais separados, contra um primeiro local 2 e um segundo local 3. O primeiro local 2 usualmente é situado próximo de um local onde é produzido o gás natural a ser tratado e liquefeito, como um reservatório de gás natural ou de petróleo (não mostrado). De preferência, o primeiro local é na costa. No primeiro local 2 são localizadas uma ou mais unidades de tratamento. Estas unidades de tratamento poderão incluir unidades de tratamento convencionais, tais como armadilhas para lesmas; um estabilizante de condensado; unidades de

remoção de gás ácido (AGR) para a remoção de CO_2 , H_2S e outros gases ácidos; unidade de desidratação para a remoção de H_2O ; unidades de recuperação de enxofre (SRU); unidades de remoção de mercúrio; unidades de rejeição de nitrogênio (NRU); unidades de recuperação de hélio (HRU);
5 unidades de ponto de orvalho de hidrocarbonetos, etc. Também unidades de fracionamento ou de extração para a recuperação, por exemplo, de gás liquefeito de petróleo C_3/C_4 (LPG) e C_{5+} líquido (condensado) poderão estar presentes no primeiro local 2. Como estas unidades de tratamento são bem conhecidas pela pessoa versada na arte, elas não são discutidas em maiores
10 detalhes aqui.

Na realização da figura 1, o primeiro local 2 contém uma unidade de remoção de CO_2 11, uma unidade de desidratação 12, uma unidade de remoção de mercúrio 13, e uma instalação de indicação de ponto de orvalho de hidrocarbonetos 14 para a remoção de hidrocarbonetos mais
15 pesados escolhidos do gás natural. Além disso, estão presentes 2 resfriadores 15, 16, assim como um compressor 17. Se desejado, o compressor 17 poderá ser um conjunto de 2 ou mais compressores.

O segundo local 3, de preferência, é situado próximo de um terminal de exportação de GNL do qual o gás natural liquefeito produzido é
20 embarcado ou é transportado de outra forma para os mercados desejados. A distância entre o segundo local e o primeiro local é pelo menos de 2 quilômetros, e poderá ser tão grande quanto 900 km. No segundo local 3, está presente pelo menos uma unidade de liquefação 21, para a obtenção de GNL.

Se desejado, também algumas das unidades de tratamento
25 mencionadas a respeito do primeiro local 2 poderão estar presentes no segundo local 3. Na realização da figura 1, o segundo local 3 inclui uma planta de liquefação 21 (que poderá ter vários conjuntos, conforme é conhecido na arte), e a montante da planta de liquefação, uma coluna de lavagem 18 na qual os hidrocarbonetos C_{3+} são removidos do gás natural e

enviados para uma unidade de fracionamento 19 para processamento adicional. Além disso, estão presentes alguns resfriadores 22, 23 e 24.

5 Durante o uso do esquema de processo mostrado na figura 1, uma corrente de alimentação 10 (por exemplo conforme obtida do reservatório de gás natural ou de petróleo) é processada pelas várias unidades de tratamento no primeiro local 2, dessa forma obtendo uma corrente tratada de gás natural 20. Tipicamente, a pressão de entrada da corrente de alimentação 10 estará entre 50 e 100 bar e a temperatura, usualmente, estará entre 0 e 60 °C. Após o tratamento da corrente 10 é obtida uma corrente de gás natural tratada 20. Dependendo das etapas de tratamento executadas, a corrente tratada de gás natural 20 usualmente terá uma temperatura na faixa de cerca de 40 - 90 °C, tipicamente, em torno de 80 °C.

15 A corrente 20 é posteriormente transportada através da tubulação 4 para o segundo local 3. A tubulação poderá estar acima ou abaixo do solo, ou cercada pela água do mar. Especialmente, se a tubulação 4 está em uma área fria, como a região ártica, é preferível que a tubulação 4 seja substancialmente não isolada termicamente do ambiente, de tal forma que a corrente tratada 20 seja resfriada contra o ambiente. Para este fim, a tubulação 4 poderá ser substancialmente feita de aço carbono resistente à baixa temperatura. De preferência, a corrente tratada 20 é resfriada durante o transporte na tubulação 4 até uma temperatura de < 10 °C, de preferência, 0 °C, mais de preferência, -10 °C, antes de alcançar o segundo local 3. É claro, a quantidade de resfriamento na tubulação dependerá de vários fatores, tais como a temperatura ambiente, o comprimento da tubulação 4 e os materiais usados na tubulação 4. Verificou-se que podem ser obtidos resultados adequados se a tubulação 4 tiver pelo menos 2 quilômetros de comprimento.

Na realização da figura 1, a corrente tratada 20 é adicionalmente tratada no segundo local 3 para a remoção dos hidrocarbonetos C₃₊ (que são enviados para a unidade de fracionamento 19

como a corrente 60). A corrente resultante mais pobre 40 é (depois do resfriamento no resfriador 23) passada para a planta de liquefação 21 na qual é produzido um produto de GNL 50. O GNL 50 poderá ser enviado para um terminal de exportação de GNL para o transporte para mercados remotos, nos
5 quais o GNL será regaseificado outra vez, ou próximo de um terminal de importação de GNL (não mostrado). A regaseificação do GNL poderá acontecer na costa ou em fora da costa. Posteriormente, o gás regaseificado poderá ser enviado para uma rede de distribuição de gás e distribuído para os usuários finais.

10 O (um ou mais) produto obtido poderá ser usado como combustível ou refrigerante. Se desejado, pelo menos uma parte do produto 70 poderá ser enviada de volta para o primeiro local 2.

A figura 2 mostra uma realização alternativa da presente invenção, na qual a coluna de lavagem 18 e a unidade de fracionamento 19
15 são colocados no primeiro local 2. Nesta realização, a corrente tratada 20 já é adequada para liquefação antes de ser passada através da tubulação 4 para o segundo local 3. Assim sendo, não é necessário nenhum tratamento a ser executado no segundo local 3.

A pessoa versada na arte rapidamente entenderá que poderão
20 ser feitas várias modificações sem se afastarem do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de liquefação de gás natural, o método caracterizado pelo fato de ser composto, pelo menos, das etapas de:

(a) prover uma corrente de gás natural (10) em um primeiro local (2), o primeiro local (2) estando situado fora da costa;

(b) tratar a corrente de gás natural (10) no primeiro local (2), dessa forma obtendo uma corrente tratada de gás natural (20), onde a corrente tratada de gás natural é composta, na faixa de 70 a 100% em mols, de metano;

(c) transportar a corrente tratada de gás natural (20) através de uma tubulação (4) ao longo de uma distância pelo menos de 2 quilômetros até um segundo local (3), o segundo local (3) estando situado fora da costa e próximo a um terminal de exportação de GNL;

(d) a liquefação da corrente tratada de gás natural (20) no segundo local (3), dessa forma obtendo um produto liquefeito de hidrocarbonetos (50) na pressão atmosférica; e

(e) enviar o produto de hidrocarboneto liquefeito para o terminal de exportação de GNL para transportar para um mercado.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do tratamento na etapa (b) ser composto pelo menos da remoção de CO₂, de preferência, de tal forma que a corrente tratada de gás natural (20) seja composta de menos de 500 ppm de CO₂, mais de preferência, menos de 200 ppm de CO₂, ainda mais de preferência, menos de 50 ppm de CO₂.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de não acontecer nenhuma remoção de CO₂ no segundo local (3).

4. Método, de acordo com um ou mais das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato do tratamento na etapa (b) ser composto pelo menos da remoção de H₂O, de preferência, de tal forma que a corrente tratada de gás natural (20) seja composta de menos de 100 ppm de H₂O, mais de preferência, menos de 10 ppm de H₂O, ainda mais de preferência, menos

de 1 ppm de H₂O.

5 5. Método, de acordo com uma ou mais das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato da corrente tratada de gás natural (20) ser comprimida antes do transporte na etapa (c), de preferência, até uma pressão acima de 50 bar, mais de preferência, acima de 60 bar, ainda mais de preferência 70 bar.

6. Método, de acordo com uma ou mais das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato da corrente tratada de gás natural (20) ser transportada em um estado que está substancialmente acima do ponto crítico.

10 7. Método, de acordo com uma ou mais das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de durante o transporte, a corrente tratada de gás natural (20) é resfriada por troca de calor contra o meio ambiente.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato da corrente tratada de gás natural (20) ser resfriada até uma temperatura de < 10 °C, de preferência, < 0 °C, mais de preferência, < -10 °C, antes de alcançar o segundo local (3).

15 9. Método, de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato da corrente tratada de gás natural ser composta de menos de 5% em mols, de preferência, menos de 1% em mols de hidrocarbonetos C₅₊.

10. Método, de acordo com uma ou mais das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato do produto liquefeito de hidrocarbonetos (50) ser transportado e regaseificado.

25 11. Método, de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de na etapa (d) ser utilizado um refrigerante, cujo refrigerante é produzido em um local diferente do segundo local e é fornecido para o segundo local através de uma tubulação.

12. Aparelho (1) para a liquefação de uma corrente de gás natural (10), o aparelho (1) caracterizado pelo fato de ser composto pelo

menos de:

- uma ou mais unidades de tratamento (11, 12, 13, 14, 18, 19, ...) em um primeiro local (2) para a obtenção de uma corrente tratada de gás natural (20), o primeiro local estando situado fora da costa;

5 - pelo menos uma planta de liquefação (21) em um segundo local (3) para a produção de um produto liquefeito de hidrocarbonetos (50) na pressão atmosférica, o segundo local estando situado fora da costa e próximo a um terminal de exportação GNL;

10 - uma tubulação (4) para o transporte da corrente tratada de gás natural (20) para o segundo local (3) ao longo de uma distância pelo menos de 2 quilômetros.

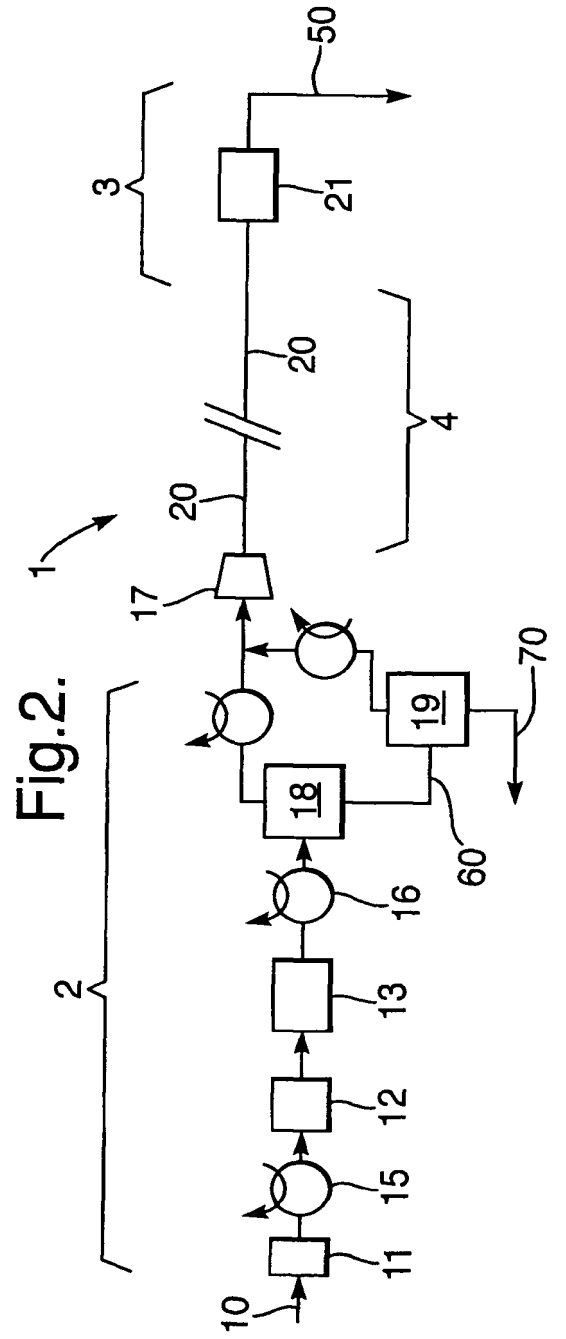
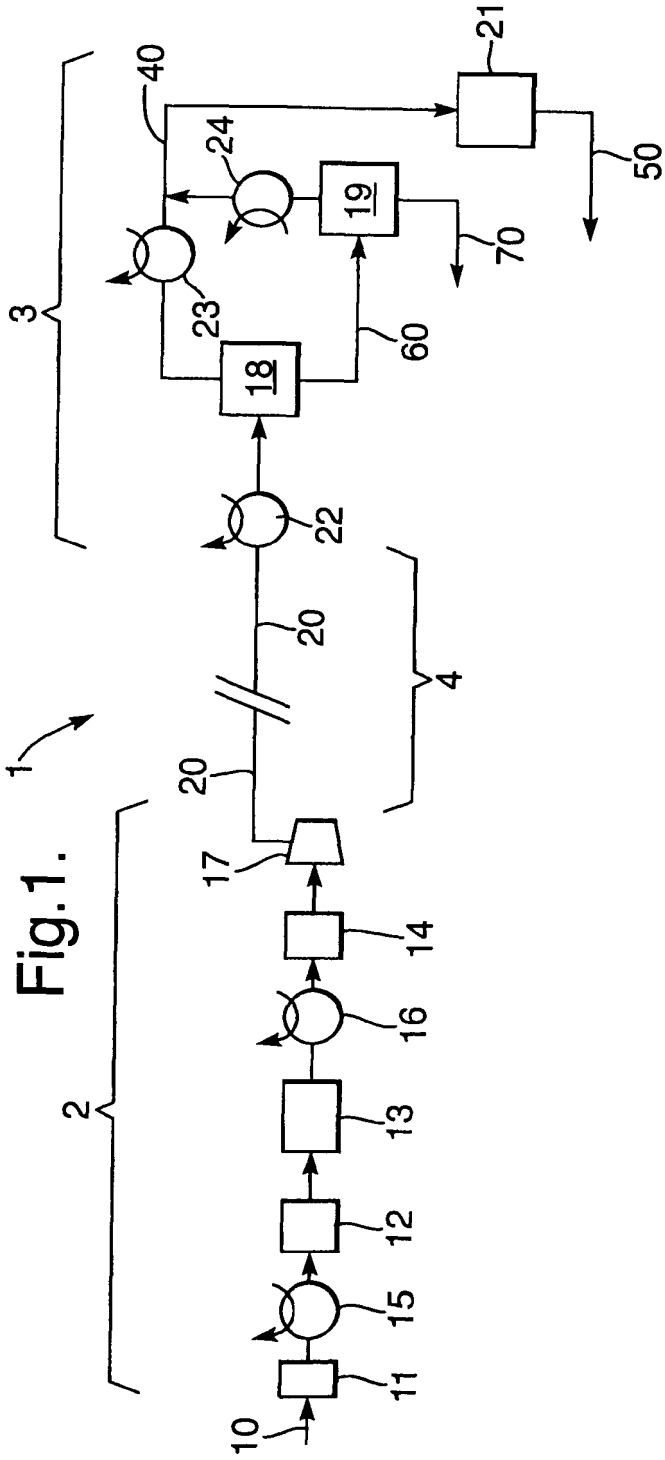
13. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de uma das unidades de tratamento (11, 12, 13, 14, 18, 19, ...) no primeiro local (2) ser adaptada para a remoção de CO₂.

15 14. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 12 ou 13, caracterizado pelo fato de não acontecer nenhuma remoção de CO₂ da corrente tratada de gás natural (20) no segundo local (3).

20 15. Aparelho (1) de acordo com qualquer das reivindicações 12 a 14, caracterizado pelo fato de uma das unidades de tratamento (11, 12, 13, 14, 18, 19,...) no primeiro local (2) ser adaptada para a remoção de H₂O.

25 16. Aparelho (1) de acordo com qualquer das reivindicações 11 a 15, caracterizado pelo fato do aparelho ser ainda composto de um compressor (17) para a compressão da corrente tratada de gás natural (20) no primeiro local (2), de preferência, até uma pressão acima de 40 bar, de preferência, acima de 50 bar, mais de preferência, acima de 60 bar.

17. Aparelho (1) de acordo com qualquer das reivindicações 12 a 16, caracterizado pelo fato da tubulação (4) ser substancialmente não isolada termicamente.



RESUMO

“MÉTODO DE LIQUEFAÇÃO DE GÁS NATURAL, E, APARELHO PARA A LIQUEFAÇÃO DE UMA CORRENTE DE GÁS NATURAL”

A presente invenção apresenta um método de gás natural, o método sendo composto, pelo menos, das seguintes etapas: (a) produção de uma corrente de gás natural (10) em um primeiro local (2); e (b) o tratamento da corrente de gás natural (10) no primeiro local (2), dessa forma obtendo uma corrente de gás natural tratada (20), onde a corrente de gás natural tratada é composta, na faixa de 70 a 100%, em mols de metano; (c) o transporte da corrente de gás natural tratada (20) através de uma tubulação (4) ao longo de uma distância, pelo menos de 2 km, para um segundo local (3); e (d) a liquefação da corrente tratada de gás natural (20) no segundo local (3), dessa forma obtendo um produto de hidrocarbonetos liquefeito (50) na pressão atmosférica. A invenção apresenta ainda um aparelho (1) para a liquefação de uma corrente de gás natural (10), o aparelho (1) sendo composto pelo menos de: - uma ou mais unidades de tratamento (11, 12, 13, 14, 18, 19,...) em um primeiro local (2) para a obtenção de uma corrente tratada de gás natural (20); - pelo menos uma planta de liquefação (21) em um segundo local (3) para a produção de um produto liquefeito de hidrocarbonetos (50) na pressão atmosférica; - uma tubulação (4) para o transporte da corrente tratada de gás natural (20) para um segundo local (3) ao longo de uma distância pelo menos de 2 km.