



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



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

## CARTA PATENTE N.º PI 0415036-8

*Patente de Invenção*

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito : PI 0415036-8

(22) Data do Depósito : 24/09/2004

(43) Data da Publicação do Pedido : 07/04/2005

(51) Classificação Internacional : B01D 53/22; B01D 53/26

(30) Prioridade Unionista : 01/10/2003 BE 2003/0514

(54) Título : Método para a separação de gases de uma mistura de gás e dispositivo para a separação de gases de uma mistura de gás de acordo com o dito método

(73) Titular : ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE VENNOOTSCHAP, Sociedade Belga. Endereço: BOOMSESTEENWEG 957, WÍLRIJK, Bélgica (BE).

(72) Inventor : Ben Paul Karl Van Hove. Endereço: Ballaaestraat 26, B-2018, Antwerpen, Bélgica. Cidadania: Belga.

Prazo de Validade : 10 (dez) anos contados a partir de 29/10/2014, observadas as condições legais.

Expedida em : 29 de Outubro de 2014.

Assinado digitalmente por  
Júlio César Castelo Branco Reis Moreira  
Diretor de Patentes

15 de Novembro  
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
de 1889

**MÉTODO PARA A SEPARAÇÃO DE GASES DE UMA MISTURA DE GÁS E  
DISPOSITIVO PARA A SEPARAÇÃO DE GASES DE UMA MISTURA DE GÁS  
DE ACORDO COM O DITO MÉTODO**

[001] A presente invenção se refere a um método melhorado para separação de gases de uma mistura de gás.

[002] A invenção também se refere a um dispositivo que aplica tal método para a separação de gases de uma mistura de gás.

[003] Mais particularmente, a invenção se refere a um método conhecido para a separação de gases de uma mistura de gás, por exemplo, para a separação de nitrogênio e/ou oxigênio do ar ou para a separação de vapor d'água de uma corrente de gás ou similar, por meio do que é feito uso de um separador de membrana e por meio do que a mistura de gás a ser tratada é conduzida através do separador de membrana por meio de uma instalação de compressor, e por meio do que a mistura de gás comprimida usualmente é resfriada na instalação de compressor, de modo a secar e filtrar a mistura de gás por meio de técnicas de condensação.

[004] É sabido que a saída da separação de gases, pela aplicação de tal método por meio do qual é feito uso de uma separação de membrana, pode ser melhorada pelo reaquecimento da mistura de gás que foi resfriada na instalação de compressor, antes de enviá-la através do separador de membrana.

[005] Uma saída mais alta implica em uma seletividade mais alta do processo de separação, uma maior pureza e menos perdas dos gases separados e uma permeabilidade mais alta do separador de membrana para a mesma pureza almejada dos gases separados.

[006] O reaquecimento da mistura de gás a ser tratada após ter deixado a instalação de compressor foi feito, até agora, por meio de calor vindo de uma fonte de calor externa tal como uma resistência elétrica, um circuito de vapor ou similar.

[007] Uma desvantagem de uma fonte de calor externa como essa é que um reaquecimento da mistura de gás a ser tratada requer energia extra, o que, obviamente, é desvantajoso para os custos de produção e o preço de custo dos gases separados.

[008] A presente invenção tem por objetivo remediar as desvantagens mencionadas acima e outras pela provisão de um método melhorado para a separação de gases de uma mistura de gás, por meio do que a mistura de gás a ser tratada é conduzida através de um separador de membrana por meio de uma instalação de compressor e por meio do que a mistura de gás comprimida a ser tratada é resfriada na instalação de compressor, dentre outras, de modo a separar o condensado da mistura de gás, após isso, quando deixa a instalação de compressor, a mistura de gás é reaquecida antes que ela termine no separador de membrana, e por meio do que, de modo a reaquecer a mistura de gás a ser tratada conforme ela deixar a instalação de compressor, é feito uso do calor de recuperação da instalação de compressor em si.

[009] Uma vantagem de um método melhorado como esse de acordo com a invenção é que o reaquecimento da mistura de gás a ser tratada, de modo a se maximizar a saída do separador de membrana, não leva a quaisquer custos de energia extra, de modo que a separação almejada de gases possa ser feita mais seletivamente e a um preço de custo

favorável.

[010] Preferencialmente, de modo a reaquecer a mistura de gás a ser tratada, é feito uso do calor da mistura de gás comprimida na saída de um elemento compressor do dispositivo compressor, por meio do que, mais particularmente, o calor será usado, o qual é retirado da mistura de gás a ser tratada na saída de um elemento compressor durante o resfriamento para separação de condensado, como mencionado acima.

[011] Quando, mais particularmente, um elemento compressor com injeção de líquido é usado, por meio do que o líquido injetado é separado da maneira conhecida na saída do elemento compressor concernido e é subseqüentemente levado de volta para o elemento compressor de modo a ser injetado de novo, também pode ser feito uso, para o reaquecimento da mistura de gás a ser tratada conforme ela deixar a instalação de compressor, do calor do líquido separado.

[012] Se a instalação de compressor for equipada com um resfriador, o qual faça uso de um meio de resfriamento, por exemplo, para resfriamento de um ou vários elementos compressores, o calor de recuperação do referido meio de resfriamento pode ser usado de uma maneira que poupa energia, de modo a reaquecer a mistura de gás a ser tratada conforme ela deixar a instalação de compressor.

[013] É desnecessário dizer que, de modo a reaquecer a mistura de gás a ser tratada, o calor da mistura de gás comprimida e/ou o calor do líquido de injeção recirculado e/ou o calor do meio de resfriamento de um circuito de resfriamento ou similar podem ser usados simultaneamente ou

em combinação.

[014] O gás comprimido na instalação de compressor preferencialmente é seco e filtrado, antes de ser conduzido para a membrana, de modo a removerem gotas de líquido, manchas de sujeira ou outras impurezas da mistura de gás as quais poderiam parar ou danificar o separador de membrana.

[015] A invenção também se refere a um dispositivo melhorado para a separação de gases de uma mistura de gás, de acordo com o método descrito acima, cujo dispositivo consiste principalmente em uma instalação de compressor com uma entrada e uma saída para a mistura de gás a ser tratada e um separador de membrana cuja entrada é conectada à saída, mencionada acima, da instalação de compressor através de uma linha de suprimento, caracterizado pelo fato de um radiador ser incorporado nesta linha de suprimento através da qual a mistura de gás a ser tratada flui e a qual é parte de pelo menos um trocador de calor da instalação de compressor em si.

[016] De modo a explicar melhor as características da invenção, a modalidade preferida a seguir de um dispositivo melhorado de acordo com a invenção para a separação de gases de uma mistura de gás é dada como um exemplo apenas, e sem ser limitativa de forma alguma, com referência aos desenhos em anexo, nos quais:

as figuras 1 a 7 representam esquematicamente variantes diferentes de um dispositivo melhorado de acordo com a invenção.

[017] O dispositivo melhorado 1 da figura 1 consiste principalmente em uma instalação de compressor 2 e um separador de membrana 3, o qual é conectado a esta

instalação de compressor 2.

[018] A instalação de compressor 2 neste caso consiste em um elemento compressor 4, mais particularmente, um elemento compressor sem óleo, cuja entrada é conectada através de um filtro de sucção 5, por meio de uma linha de sucção 6, à entrada 7 da instalação de compressor 2, ao passo que a saída do elemento compressor 4 é conectada à saída 9 da instalação de compressor 2 por meio de uma linha de ar comprimido 8.

[019] Na linha de ar comprimido 8 é provido um trocador de calor 10, o qual é composto, da maneira conhecida, por dois radiadores posicionados opostos um ao outro, 11 e 12 respectivamente, onde o radiador 11 é incorporado na linha de ar comprimido 8, mencionada acima, em direção à saída 9 da instalação de compressor 2.

[020] Atrás do radiador 11 é incorporado um separador de água 13 na mesma linha de ar comprimido 8.

[021] Oposto ao trocador de calor 10 é provido um ventilador 14, o qual é dirigido para o trocador de calor 10.

[022] O separador de membrana 3, mencionado acima, tem uma entrada 15 a qual é conectada à saída 9, mencionada acima, da instalação de compressor 2 por meio de uma linha de suprimento 16, onde o segundo radiador 12 mencionado, acima mencionado, do trocador de calor 10 da instalação de compressor 2 é incorporado nesta linha de suprimento 16.

[023] O separador de membrana 3 neste caso é provido com duas saídas 17 e 18, respectivamente, mas também pode ter várias saídas.

[024] O trabalho e o uso do dispositivo 1 para a

separação de gases de uma mistura de gás é muito simples e como se segue.

[025] A mistura de gás a ser tratada, por exemplo, ar ambiente, é succionada pela instalação de compressor, como representada na figura 1, através da entrada 7 e do filtro 5, e é comprimida pelo elemento compressor 4 e forçada através da linha de ar comprimido 8 através do radiador 11 e do separador de água 13 e, subsequentemente, passada via a linha de suprimento 16 através do radiador 12 e do separador de membrana 3, por meio do que neste separador de membrana 3, a mistura de gás é separada em dois ou mais componentes da maneira conhecida, por exemplo, nitrogênio e oxigênio, os quais são coletados nas respectivas saídas 17 e 18.

[026] O fluxo relativamente frio de ar que é gerado pelo ventilador 14, sucessivamente flui através das malhas do radiador 11 e através das malhas do radiador 12 do trocador de calor 10, como resultado do que a mistura de gás quente a ser tratada fluindo diretamente para fora do elemento compressor 4 através do radiador 11 será resfriada e, então, após um resfriamento adicional no separador de água 13, será reaquecida no radiador 12 antes de fluir para o separador de membrana 3.

[027] No separador de água 13, o vapor d'água da mistura de gás a ser tratada é separado por meio de condensação ou similar, como resultado disso, é impedido que o separador de membrana seja saturado por água, o que seria desvantajoso para o bom funcionamento do mesmo.

[028] Conforme a mistura de gás a ser tratada, após ter deixado a instalação de compressor, é reaquecida antes de

fluir através do separador de membrana, a separação de gás no separador de membrana será mais eficiente.

[029] Embora no exemplo dado da figura 1 a saída inteira do elemento compressor 4 flua através do separador de membrana, não está excluído que, de acordo com uma variante, apenas uma parte desta saída seja passada através do separador de membrana via uma ramificação da linha de ar comprimido 8 ou similar.

[030] A figura 2 representa uma variante da figura 1, por meio do que um compressor de dois estágios é aplicado, neste caso, com dois elementos compressores 4 posicionados em série um atrás do outro e os quais são conectados um ao outro através de uma linha intermediária 19, na qual são incorporados um resfriador intermediário 20 e um separador de água extra 13 para o resfriamento intermediário e a secagem da mistura de gás a ser tratada.

[031] O trocador de calor 10 não é um trocador de calor resfriado a ar, como na figura 1, neste caso, mas é resfriado por um circuito de resfriamento em separado 21 com um radiador de resfriamento extra 22 e um líquido de resfriamento o qual absorve calor do radiador 11 e dá este calor de volta na altura do radiador 12 para, assim, se reaquecer a mistura de gás a ser tratada, conforme ela deixar a instalação de compressor 2.

[032] A figura 3 representa uma variante, por meio da qual, neste caso, se comparado com o dispositivo da figura 2, um secador adicional 23 é provido, o qual é preenchido com um dessecante, onde este secador 23 é incorporado atrás do separador de água 13 na linha de ar comprimido 8, mencionada acima, e o qual provê uma secagem extra da

mistura de gás a ser tratada.

[033] Se requerido, a instalação de compressor 2 pode ser equipada com os recursos necessários os quais tornam possível regenerar o dessecante saturado ou parcialmente saturado da maneira conhecida.

[034] A figura 4 representa uma variante por meio da qual um resfriador extra 24 é aplicado entre o trocador de calor 10 e o separador de água 13, o qual permite um resfriamento extra da mistura de gás a ser tratada, de modo a ser capaz de separar mais água por meio de condensação no separador de água 13.

[035] É evidente que também o calor de recuperação deste resfriador extra 24 pode ser usado para o reaquecimento da mistura de gás a ser tratada.

[036] A figura 5 representa uma outra variante de um dispositivo 1 de acordo com a invenção.

[037] Neste caso, um elemento compressor 4 com uma injeção de líquido é aplicado, por meio do que um separador de líquido é provido na saída do elemento compressor 4 na linha de ar comprimido 8, e por meio do que a saída deste separador de líquido 25 é conectada ao sistema de injeção de líquido 27 do elemento compressor 4 através de uma linha de retorno 26, onde um radiador 28 é provido na linha de retorno 26, o qual é parte de um trocador de calor 29 que compreende um segundo radiador 30, cujo segundo radiador 30 é incorporado na linha de suprimento 16 ao separador de membrana 3.

[038] O trocador de calor 29 é equipado com um ventilador 31.

[039] Na linha de ar comprimido 8, após o separador de

óleo 25, é provido um resfriador 24, o qual é seguido por um separador de água 13 e o qual, por sua vez, é seguido por um filtro 32 ou por um conjunto de filtros e elementos de adsorção.

[040] O ventilador 31 sopra ar ambiente relativamente frio através dos radiadores 27-29 concernidos, como resultado de que há uma transferência de calor entre o líquido de injeção quente no primeiro radiador 27 e a mistura de gás a ser tratada fluindo através do segundo radiador 29, de modo que esta mistura de gás, conforme deixar a instalação de compressor 2, seja reaquecida, antes de ser passada no separador de membrana 3, e uma melhor saída do separador de membrana 3 será obtida.

[041] Graças ao filtro 32 ou ao conjunto de filtros, os quais são erguidos no ponto mais frio na linha de ar comprimido, vapores, manchas de sujeira ou outras impurezas da mistura de gás a ser tratada serão filtrados por meio de adsorção, condensação ou similar.

[042] O dispositivo de acordo com a figura 6 difere do dispositivo na figura 5 pelo fato de na linha de ar comprimido 8, entre o separador de água 13 e o filtro 32, ser provido um secador frio adicional 33 que consiste em um trocador de calor 34, um trocador de calor 36 conectado a um circuito de resfriamento 35 e um separador de água adicional 13, por meio do que no trocador de calor 34 do secador frio 33 a mistura de gás a ser tratada, após ter sido resfriada no trocador de calor, é reaquecida e em que esta mistura de gás, após ter passado através do filtro 32, é adicionalmente aquecida no trocador de calor 29, antes que ela termine no separador de membrana 3.

[043] A figura 7 representa uma outra variante do dispositivo da figura 5, onde uma linha de by-pass 37 neste caso é provida na linha de retorno 26, a qual forma uma ponte com o radiador 28, mencionado acima, e na qual uma válvula ajustável 38 é provida, a qual é parte de um circuito de controle 39 com um sensor de temperatura 40, o qual é erguido na linha de suprimento 16 na entrada 15 do separador de membrana 3.

[044] Neste caso, como uma função da posição da válvula 38, a saída do líquido de injeção é dividida em uma parte passando através do radiador 28 e uma parte fluindo diretamente para o sistema de injeção 27 através da linha de by-pass 37, de modo que a transferência de calor no trocador de calor 29 seja uma função da posição da válvula 38.

[045] O circuito de controle 39 garante que a abertura da válvula 38 seja controlada de modo que a temperatura da mistura de gás a ser tratada seja constante na entrada 15 do separador de membrana 3 e igual ao valor alvo regulado.

[046] Um radiador de resfriamento adicional 41, neste caso, garante que quando a válvula 38 estiver inteiramente aberta, o líquido de injeção ainda esteja suficientemente resfriado de modo a se evitar qualquer dano ao elemento compressor 4.

[047] É claro que o método descrito acima e os dispositivos podem ser aplicados com bons resultados em todos os tipos de separadores de membrana 3, com ou sem a aplicação de um gás para a lavagem dos gases separados.

[048] A presente invenção não está restrita, de forma alguma, às modalidades dadas como um exemplo e

representadas nos desenhos associados; ao contrário, um método e um dispositivo de acordo com a invenção podem ser feitos de acordo com variantes diferentes, embora ainda permaneçam no escopo da invenção.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para a separação de gases de uma mistura de gás, pelo qual a mistura de gás a ser tratada é conduzida através de um separador de membrana (3) por meio de uma instalação de compressor (2) e pelo qual a mistura de gás comprimida a ser tratada é resfriada na instalação de compressor (2), dentre outros, de modo a separar o condensado da mistura de gás, após isso, conforme a mistura de gás deixar a instalação de compressor (2), ela será reaquecida antes que ela termine no separador de membrana (3), o método sendo caracterizado por ser feito uso do calor de recuperação da instalação de compressor (2) em si para reaquecer a mistura de gás a ser tratada conforme ela deixar a instalação de compressor (2).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por ser feito uso do calor da mistura de gás comprimida na saída de um elemento compressor (4) da instalação de compressor (2) para reaquecer a mistura de gás a ser tratada.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por ser feito uso do calor de recuperação, o qual é retirado da mistura de gás a ser tratada enquanto se resfria a mistura de gás como referido acima, dentre outros, de modo a separar o condensado, para reaquecer a mistura de gás a ser tratada.

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato da instalação de compressor (2) compreender um elemento compressor (4) com uma injeção de líquido, cujo o líquido injetado é separado na saída do elemento compressor (4) concernido por

um separador de líquido (25), pelo qual o calor do líquido separado é usado para o reaquecimento da mistura de gás a ser tratada, conforme ela deixar a instalação de compressor (2).

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato da instalação de compressor (2) ser equipada com um resfriador no qual um meio de resfriamento é aplicado e pelo qual o calor de recuperação deste meio de resfriamento é usado para o reaquecimento da mistura de gás a ser tratada, conforme ela deixar a instalação de compressor (2).

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de após o resfriamento da mistura de gás a ser tratada na instalação de compressor (2), como referido acima, a mistura de gás é conduzida através de um secador (23, 33).

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato da mistura de gás ser conduzida através de um secador (23) com base em um dessecante.

8. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato da mistura de gás ser conduzida através de um secador frio (33).

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de após o resfriamento da mistura de gás a ser tratada na instalação de compressor (2), como referido acima, a mistura de gás é conduzida através de um filtro (32) ou através de um conjunto de filtros e elementos de adsorção.

10. Dispositivo para a separação de gases de uma mistura de gás de acordo com o método como definido na

reivindicação 1, cujo dispositivo (1) consiste principalmente em uma instalação de compressor (2) que tem uma entrada (7) e uma saída (9) para a mistura de gás a ser tratada e um separador de membrana (3) cuja entrada (15) é conectada à saída (9), referida acima, da instalação de compressor (2) através de uma linha de suprimento (16), caracterizado pelo fato de um radiador (12, 30) ser incorporado nesta linha de suprimento (16) através da qual a mistura de gás a ser tratada flui e a qual é parte de um trocador de calor (10, 34, 29) da instalação de compressor (2) em si.

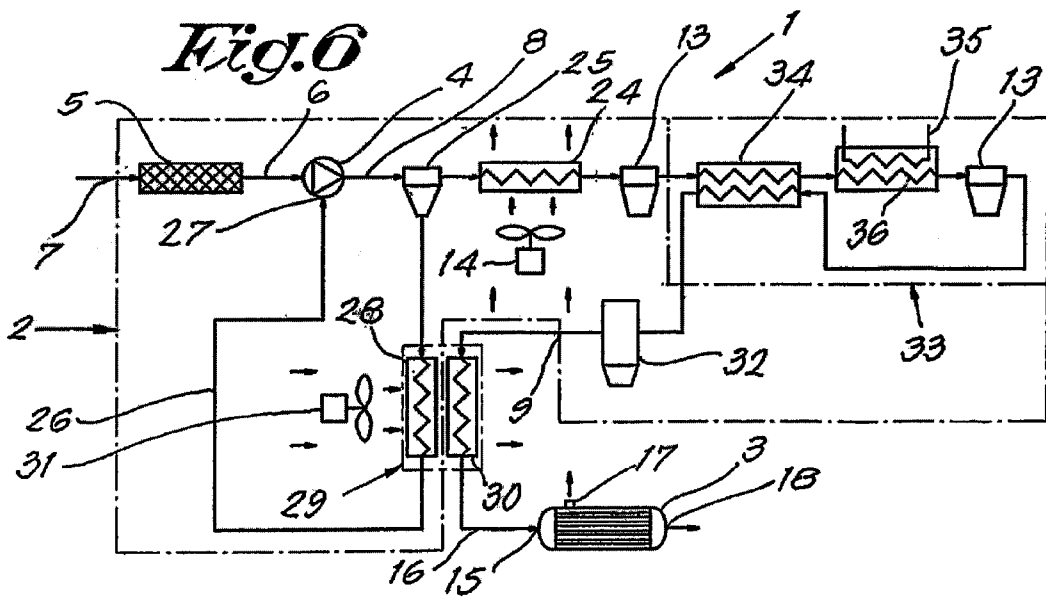
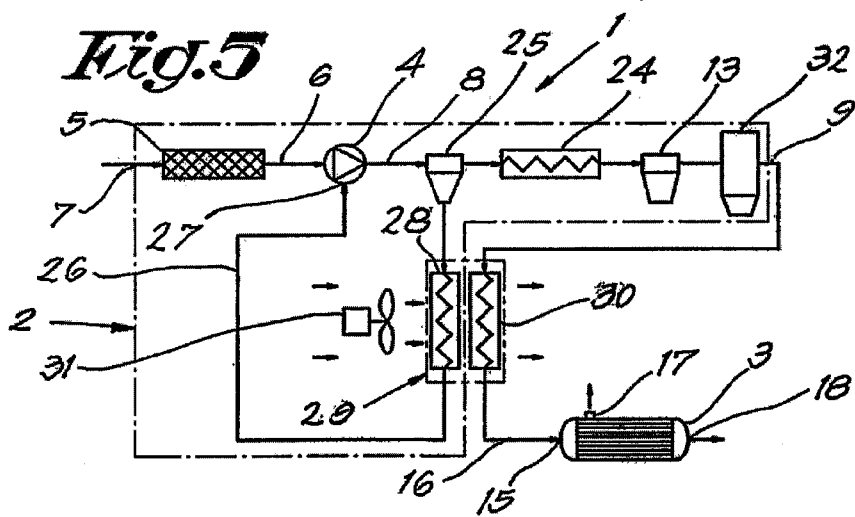
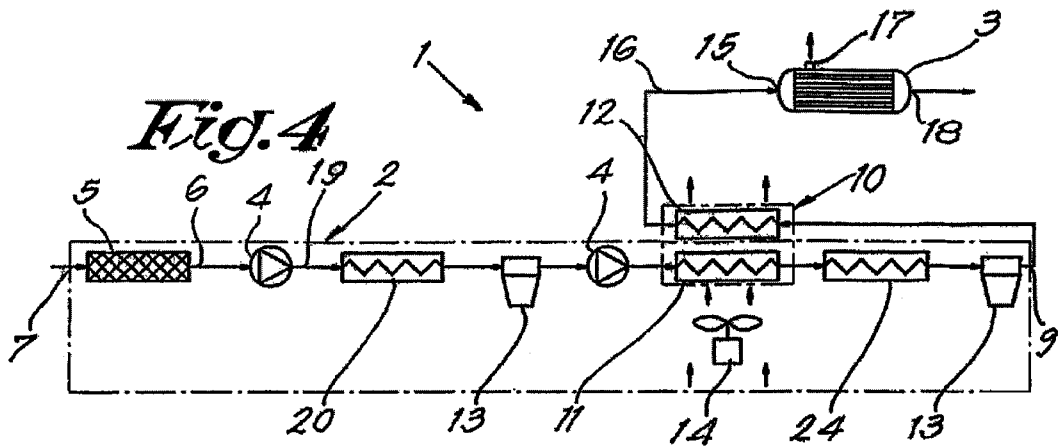
11. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato do trocador de calor (10, 34), referido acima, ser incorporado em uma linha de ar comprimido (8) entre a saída de um elemento compressor (4) e a saída (9) da instalação de compressor (2).

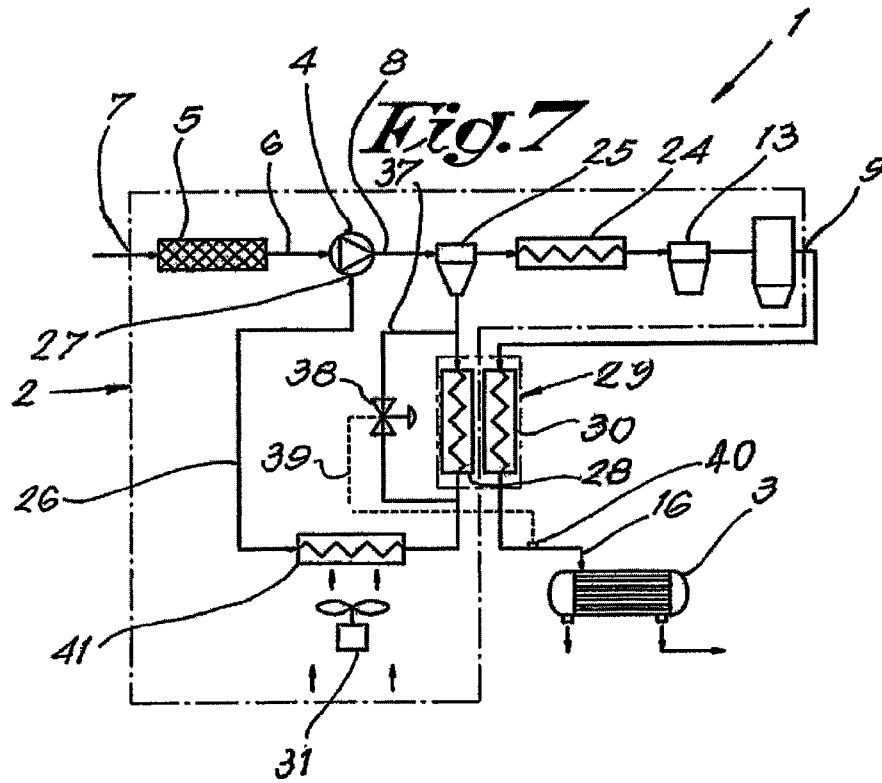
12. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato do trocador de calor (34), referido acima, ser um resfriador o qual é parte de um secador frio (33) da instalação de compressor (2).

13. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato da instalação de compressor (2) compreender um elemento compressor (4) com uma injeção de líquido e um separador de líquido (25) incorporado na linha de ar comprimido (8), referida acima, na saída do elemento compressor (4) concernido e cuja saída é conectada ao sistema de injeção de líquido (27) do elemento compressor (4) através de uma linha de retorno (26), e pelo qual o trocador de calor (29), referido acima, é incorporado na referida linha de retorno (26).

14. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato da instalação de compressor (2) ser equipada com pelo menos um circuito de resfriamento (21) e em que o trocador de calor (10), referido acima, na linha de suprimento (16) para o separador de membrana, (3) ser parte deste circuito de resfriamento (21).







**MÉTODO PARA A SEPARAÇÃO DE GASES DE UMA MISTURA DE GÁS E  
DISPOSITIVO PARA A SEPARAÇÃO DE GASES DE UMA MISTURA DE GÁS  
DE ACORDO COM O DITO MÉTODO**

Um método melhorado para a separação de gases de uma mistura de gás, por meio do que a mistura de gás a ser tratada é passada através de um separador de membrana (3) por meio de uma instalação de compressor (2), e por meio do que a mistura de gás comprimida a ser tratada é resfriada na instalação de compressor (2), dentre outros, de modo a se separar o condensado da mistura de gás, após o que, conforme ela deixar a instalação de compressor (2), será reaquecida antes de terminar no separador de membrana (3), caracterizado pelo fato de, de modo a se reaquecer a mistura de gás a ser tratada, conforme ela deixar a instalação de compressor (2), ser feito uso do calor de recuperação da instalação de compressor (2) em si.