



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

(11) PI 0517698-0 B1

(22) Data do Depósito: 20/10/2005

(45) Data de Concessão: 12/07/2016



* B R P I 0 5 1 7 6 9 8 B 1 *

(54) Título: PROCESSO PARA SECAR GÁS COMPRIMIDO

(51) Int.Cl.: B01D 53/26

(30) Prioridade Unionista: 10/11/2004 BE 2004/0553

(73) Titular(es): ATLAS COPCO AIPOWER, NAAMLOZE VENNOOTSCHAP

(72) Inventor(es): DANNY ETIENNE ANDRÉE VERTRIEST

PROCESSO PARA SECAR GÁS COMPRIMIDO

[001] A presente invenção se refere a um processo para secar gás comprimido, de modo particular, gás comprimido proveniente de um dispositivo compressor, com um compressor tendo pelo menos dois estágios de pressão conectados em série.

[002] Já é conhecido, a fim de secar gás comprimido, fazer uso de um secador tendo pelo menos dois vasos de pressão, que são cheios com um dessecante ou agente de secagem, cujos vasos de pressão operam alternadamente, de modo que, quando um vaso de pressão estiver em ação para secar o gás comprimido, o outro vaso de pressão está sendo regenerado, pelo qual, a fim de secar o gás comprimido, esse gás é inicialmente refrigerado em um refrigerador, e é então conduzido através do vaso de pressão secador, e pelo qual, a fim de regenerar o outro vaso de pressão, pelo menos uma parte desse gás comprimido é conduzida em contracorrente através do vaso de pressão regenerador.

[003] Além disso, já é conhecido utilizar, no final do ciclo de regeneração do vaso de pressão regenerador, uma parte do gás comprimido para refrigerar o agente de secagem regenerado ou praticamente regenerado, fazendo com que essa parte do gás comprimido seja primeiro expandida à pressão atmosférica, em que esse gás expandido, após sua passagem pelo vaso de pressão regenerador, é emanado na atmosfera.

[004] Uma vantagem de refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão regenerador, no final do ciclo de regeneração, é que, no momento em que os vasos de pressão são comutados, onde o vaso de pressão regenerador se torna o vaso de pressão secador e vice-versa, picos de

temperatura e do ponto de orvalho do gás comprimido são evitados.

[005] Uma desvantagem desse processo conhecido, porém, é que quantidades relativamente grandes de ar comprimido são perdidas na atmosfera e que a emissão do ar já comprimido para uma pressão atmosférica está vinculada a grandes perdas de energia, que podem levar a custos adicionais consideráveis, no caso de um dispositivo compressor com grande capacidade.

[006] Além disso, a invenção procura remediar as desvantagens acima citadas e outras mais, pela provisão de um processo que torne possível refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão regenerador de uma maneira mais econômica e com menos perdas no final da fase regeneradora.

[007] Para este fim, a invenção diz respeito a um processo para secagem do gás comprimido de um dispositivo compressor com um compressor tendo pelo menos dois estágios de pressão conectados em série, em que um secador é usado com pelo menos dois vasos de pressão que são cheios com um dessecante ou agente de secagem, cujos vasos de pressão operam alternadamente, de modo que, quando um vaso de pressão estiver em ação para secar o gás comprimido, o outro vaso de pressão está sendo regenerado, pelo qual, a fim de secar o gás comprimido, esse gás é inicialmente refrigerado em um refrigerador, e é a seguir passado através do vaso de pressão secador, e onde, a fim de regenerar o outro vaso de pressão, pelo menos uma parte desse gás comprimido é conduzida através do vaso de pressão regenerador, e onde, pelo menos no final do ciclo regenerador do vaso de pressão regenerador, essa parte do

gás comprimido, após sua passagem pelo vaso de pressão regenerador, é conduzida ao tubo de pressão entre dois estágios de pressão.

[008] Desta maneira, a parte do gás comprimido, que é usada para refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão regenerador, é passada novamente entre os dois estágios de pressão do compressor, de modo que não haja perdas de ar comprimido.

[009] Além disso, não existe expansão em uma pressão atmosférica, mas em uma maior pressão reinante entre um estágio de pressão alta e baixa do compressor, de modo que menos energia de compressão é perdida.

[0010] Na prática, foi constatado que a energia necessária para refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão regenerador pode ser reduzida a um terço, se comparada ao processo conhecido.

[0011] A parte acima citada do gás comprimido, que é usada para refrigerar o agente de secagem na válvula de alívio de pressão, é de preferência inicialmente expandida, a fim de refrigerar e secar o agente de secagem, ao passar pelo vaso de pressão regenerador.

[0012] A invenção também se refere a um dispositivo, que torna possível aplicar o processo acima descrito para secar gás comprimido de um compressor, tendo pelo menos dois estágios de pressão conectados em série, cujo dispositivo compreende basicamente pelo menos dois vasos de pressão, que são cheios com dessecante ou agente de secagem, em que esses vasos de pressão operam alternadamente, de modo que, quando um vaso de pressão estiver em ação para secar o gás comprimido, o outro vaso

de pressão está sendo regenerado; um refrigerador para refrigerar o gás comprimido; e tubos com torneiras interruptoras que conectam o compressor aos vasos de pressão acima citados, onde tubos e torneiras interruptoras adicionais são instalados, que possibilitam que pelo menos uma parte do gás comprimido do compressor, após sua passagem pelo refrigerador e vaso de pressão no estágio de secagem, seja conduzida ao tubo de pressão entre dois estágios de pressão através do vaso de pressão regenerador.

[0013] A fim de mais bem explicar as características da invenção, a seguinte modalidade preferida é descrita somente como um exemplo, sem ser de nenhuma maneira limitadora, com referência aos desenhos anexos, onde:

a fig. 1 representa um dispositivo compressor dotado de um dispositivo, de acordo com a invenção, para secar o gás comprimido;

as figs. 2 e 3 representam o dispositivo da fig. 1, mas em outros estágios do processo de secagem.

[0014] A fig. 1 representa um dispositivo compressor 1, que consiste basicamente de um compressor 2 e um dispositivo de secagem 3, de acordo com a invenção.

[0015] O compressor 2 compreende basicamente um estágio de baixa pressão 4 e um estágio de alta pressão 5, que são conectados em série por meio de um tubo de pressão 6, no qual são sucessivamente implementados um refrigerador intermediário 7 e um separador de água 5.

[0016] O dispositivo de secagem 3 compreende um primeiro vaso de pressão isolado 9 com uma entrada 10 e uma saída 11 contendo sílica gel ou qualquer outro agente de secagem; um segundo vaso de pressão isolado 12 com uma

entrada 13 e uma saída 14, que também contém sílica gel como um agente de secagem; um refrigerador 15; e tubos 16 com torneiras interruptoras 17 e válvulas 18 para possibilitar a conexão do compressor 2 aos vasos de pressão 9 e 12, para secar o gás comprimido e para regenerar o agente de secagem nos vasos de pressão, e para estabelecer uma conexão com a rede de consumo 19.

[0017] Tubos adicionais 20, 21 e torneiras interruptoras 22 são respectivamente instalados, que permitem que pelo menos uma parte do gás comprimido, aquecido, do compressor 2 seja conduzida ao tubo de pressão 6 através de um dos vasos de pressão 9 ou 12 entre os dois estágios de pressão 4 e 5.

[0018] O tubo 20 é formado de uma ponte, que pode ser bloqueada entre as saídas 11 e 14 dos dois vasos de pressão 9 e 12, e ele contém uma válvula de alívio de pressão 23.

[0019] O tubo 21 conecta cada uma das entradas 10 e 13 dos vasos de pressão 9 e 12 ao tubo de pressão 6, de modo particular, à parte do tubo de pressão 6 na entrada do refrigerador intermediário 7, e ele compreende respectivamente um filtro 24 e uma válvula 25.

[0020] O tubo 21 pode ser conectado à atmosfera através de uma torneira 26, na qual é incluída uma válvula 27, e na qual um absorvedor de som pode ser opcionalmente instalado, para retornar a pressão no vaso de pressão regenerador 9 à pressão no tubo de pressão 6 entre dois estágios de pressão 4, 5, e na qual também é opcionalmente instalado um absorvedor de som 28.

[0021] A operação do dispositivo compressor 1 e do secador 3 é simples, e é ilustrada por meio das figs. 1 a

3, onde as torneiras interruptoras 17 e 22 são representadas em preto na sua posição fechada, e em branco na sua posição aberta, e onde o trajeto do gás comprimido é representado em negrito.

[0022] Durante uma primeira fase, conforme representada na fig. 1, todo o fluxo não-refrigerado de gás comprimido do compressor 2, de modo particular, do estágio de alta pressão 5, é conduzido em contracorrente através do vaso de pressão 9, onde esse fluxo de gás irá regenerar o agente de secagem ou material dessecante, por exemplo, sílica gel, fazendo uso do calor contido no gás comprimido.

[0023] Em seguida, o fluxo do gás comprimido vai para o refrigerador, onde ele é refrigerado, para ser então conduzido através do vaso de pressão 12, a fim de secar o gás comprimido.

[0024] Nesta ocasião, a saída 14 do vaso de pressão 12 é conectada na rede de consumo 19, na qual um ou diversos consumidores de ar comprimido não-representados são conectados.

[0025] Durante uma segunda fase, no final do ciclo de regeneração do agente de secagem no vaso de pressão regenerador 9, de acordo com a invenção e conforme representado na fig. 2, toda a descarga do gás comprimido é sucessivamente conduzida através do refrigerador 15 e do vaso de pressão 12 para ser seca, após o que uma parte do gás refrigerado é alimentado à rede de consumo 19; a parte restante é conduzida em contracorrente através do vaso de pressão 9 e dos tubos 20, a fim de refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão 9, e ele é ainda desviado através do tubo 21 e do filtro 24 para o tubo de pressão 6

com o refrigerador intermediário 1.

[0026] Antes da válvula 25 ser aberta para refrigeração, o vaso de pressão 9, que precisa ser refrigerado e que se encontra situado na pressão extrema, é aliviado através da válvula 27 e do absorvedor de som 28 a uma pressão que corresponde ao refrigerador intermediário 7, a fim de impedir que um impulso de pressão seja criado na direção do refrigerador intermediário 7.

[0027] A parte da descarga de gás, que flui através do vaso de pressão regenerador 9 para refrigerar o agente de secagem, é aliviada na válvula de alívio de pressão 23, que pode resultar em uma refrigeração adicional.

[0028] Essa parte da descarga de gás se abre na entrada do refrigerador intermediário 7 e é subsequentemente novamente comprimida pelo estágio de alta pressão 5. Assim, nenhum gás comprimido será perdido e a energia necessária para comprimir o gás, até o nível de pressão do refrigerador intermediário, que corresponde, por exemplo, a 300 kPa, é recuperada.

[0029] A válvula de alívio de pressão 23 é, de preferência, selecionada de tal modo, ou é regulada de tal modo, que a expansão do gás a partir da pressão extrema nominal na saída do compressor 2, cuja pressão extrema é, por exemplo, de 800 kPa, até a pressão do refrigerador intermediário de por exemplo 300 kPa, ocorra principalmente na válvula de alívio de pressão 23.

[0030] A parte da descarga de gás, que flui através do vaso de pressão regenerador 9 antes do agente de secagem ser refrigerado, é de preferência uma fração da descarga total de gás que é comprimida pelo compressor 2, onde essa

fração é de preferência da ordem de grandeza de 6% da descarga total do compressor.

[0031] Conforme é representado na fig. 3, em uma terceira fase (fase final), imediatamente antes dos vasos de pressão serem comutados, onde o vaso de pressão regenerador 9 se torna o vaso de pressão secador e vice-versa, o gás comprimido úmido é distribuído por um curto intervalo de tempo através do refrigerador 15 sobre ambos os vasos de pressão 9 e 12. O vaso de pressão regenerado 9 é, assim, um pouco mais refrigerado, e o vaso de pressão 12 praticamente saturado é aliviado até certo ponto.

[0032] O resultado das segunda e terceira fases é um pico mínimo do ponto de orvalho e da temperatura, por ocasião da comutação acima mencionada dos vasos de pressão 9 e 12.

[0033] Se necessário, o dispositivo de secagem 2 pode ser complementado com elementos de aquecimento 29 que são incorporados aos vasos de pressão 9 e 12 e que podem ser ativados para promover e otimizar o processo de secagem.

[0034] Deve ficar claro que, para a segunda fase acima mencionada do processo de secagem, a parte do gás comprimido que é usada para refrigerar o agente de secagem regenerado, ou praticamente regenerado, não deve ser necessariamente extraída na saída 14 atrás do vaso de pressão secador 12, embora isto seja preferido.

[0035] Também deve ficar claro que o compressor 2 pode compreender mais do que dois estágios de pressão 4-5, e que um refrigerador intermediário 7 não é imperativo, em que o gás, que é usado para a refrigeração do agente de secagem regenerado, pode ser conduzido entre dois estágios de

pressão sucessivos, conforme desejado.

[0036] Também deve ficar claro que, ao invés de sílica gel como um agente de secagem, outros dessecantes são também apropriados.

[0037] O dispositivo 1 e o compressor 2 podem ser possivelmente instalados com aparelhos de medição para medir a pressão PI, a temperatura TT, o ponto de orvalho TS e a descarga, bem como com um controlador não-representado para controlar o ciclo do dispositivo 1 e o consumo de energia em função da qualidade necessária do ar seco na descarga, pelo qual as torneiras interruptoras 17 e 22 são neste caso torneiras interruptoras controladas, que podem ser controladas pelo controlador acima citado.

[0038] Além disso, a válvula de alívio de pressão 23 pode ser regulada e controlada, se necessário, pelo controlador acima citado, para fazer com que as segunda e terceira fases acima citadas do processo de secagem sejam conduzidas de forma ideal para fora.

[0039] A invenção pode ser também aplicada a outros tipos de secadores dessecantes, por exemplo, a secadores dessecantes rotativos, onde os vasos de pressão são feitos como compartimentos separados de um e do mesmo secador e onde um agente de secagem comum é usado para esses compartimentos, o qual é montado de uma maneira rotativa e que se estende parcialmente em cada um de ambos os compartimentos, de forma que a parte do agente de secagem em um compartimento seja usada para secar o gás comprimido, enquanto que a parte do agente de secagem no outro compartimento seja regenerada.

[0040] A invenção também pode ser aplicada em

combinação com diferentes tipos de compressores, com compressores isentos de óleo, bem como com injeção de óleo.

[0041] Deve ficar claro que a presente invenção não é restrita ao processo acima descrito e ao dispositivo através dele aplicado, mas que ela pode ser aplicada em todas as espécies de formato e combinações, enquanto que ainda permanecendo dentro do âmbito da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para secagem do gás comprimido de um dispositivo compressor (1) com um compressor (2) tendo pelo menos dois estágios de pressão (4-5) conectados em série, onde um secador (3) é usado com pelo menos dois vasos de pressão (9-12), que são cheios com um dessecante ou agente de secagem, cujos vasos de pressão (9-12) operam alternadamente, de modo que, quando um vaso de pressão (12) estiver em ação para secar o gás comprimido, o outro vaso de pressão (9) está sendo regenerado, onde, a fim de secar o gás comprimido, esse gás é inicialmente refrigerado em um refrigerador (15) e é, então, enviado através do vaso de pressão secador (12) e onde, a fim de regenerar o outro vaso de pressão (9), uma parte desse gás comprimido é conduzida através do vaso de pressão regenerador (9), **CARACTERIZADO** pelo fato de que no final do ciclo de regeneração do vaso de pressão regenerador (9), essa parte do gás comprimido, após sua passagem pelo vaso de pressão regenerador, é conduzida ao tubo de pressão (6) entre dois estágios de pressão (4-5), e pelo fato de que a parte do gás comprimido que é usada para refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão regenerador (9) é extraída na saída (14) do vaso de pressão secador (12).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a parte do gás comprimido que é usada para refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão regenerador (9) é inicialmente expandida a fim de refrigerar e secar o agente de secagem conforme ele passa pelo vaso de pressão regenerador (9).

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO pelo fato de que a parte do gás comprimido, que é usada para refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão regenerador (9), antes dela passar pelo vaso de pressão (9), é expandida a uma pressão que é igual ou um pouco maior do que a pressão no tubo de pressão (6) entre os respectivos estágios de pressão (4-5).

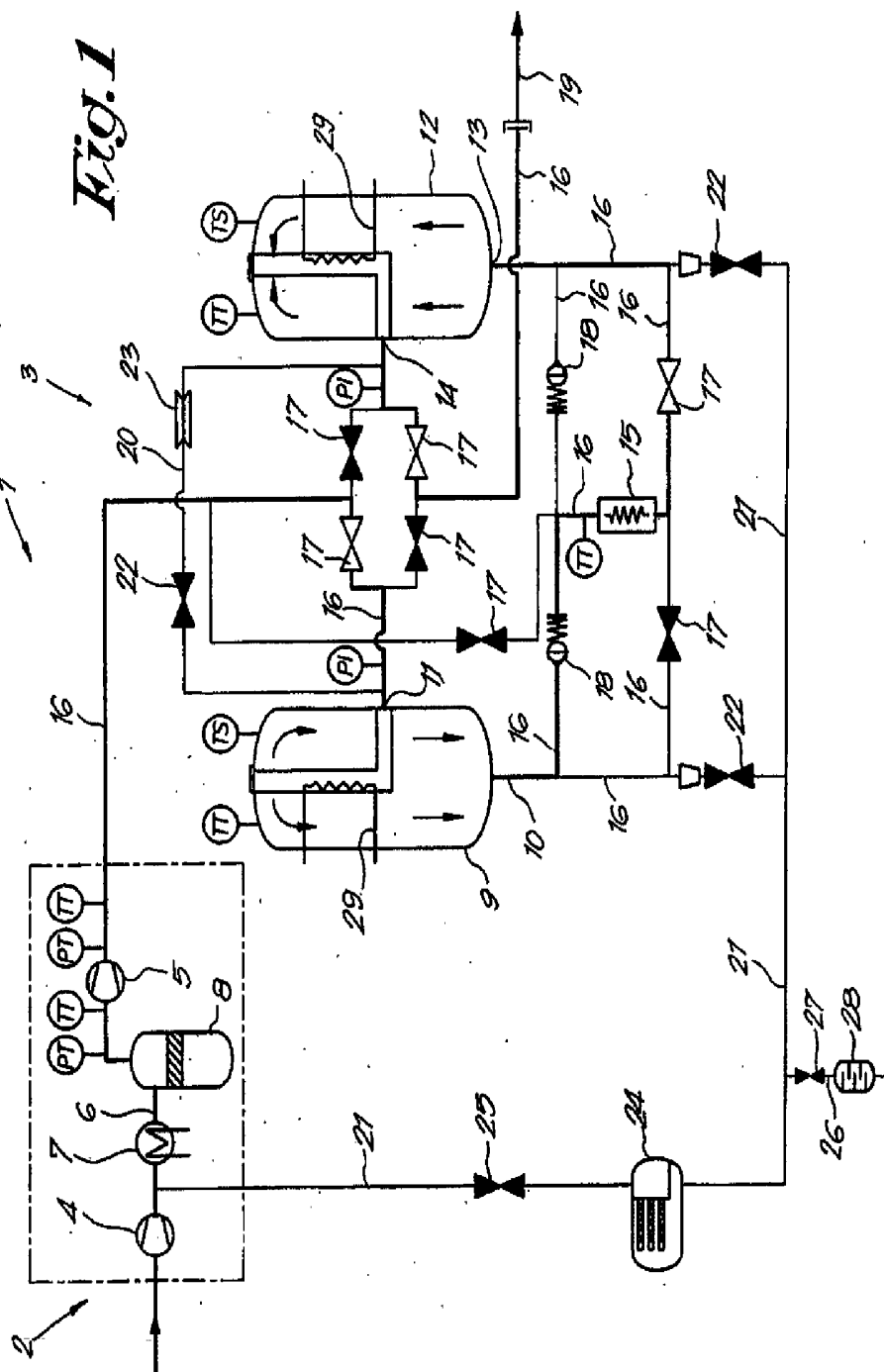
4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que no tubo de pressão (6), entre dois estágios de pressão (4-5), é instalado um refrigerador intermediário (7), e a parte do gás comprimido, após sua passagem pelo vaso de pressão regenerador (9), é conduzida até a entrada do refrigerador intermediário (7).

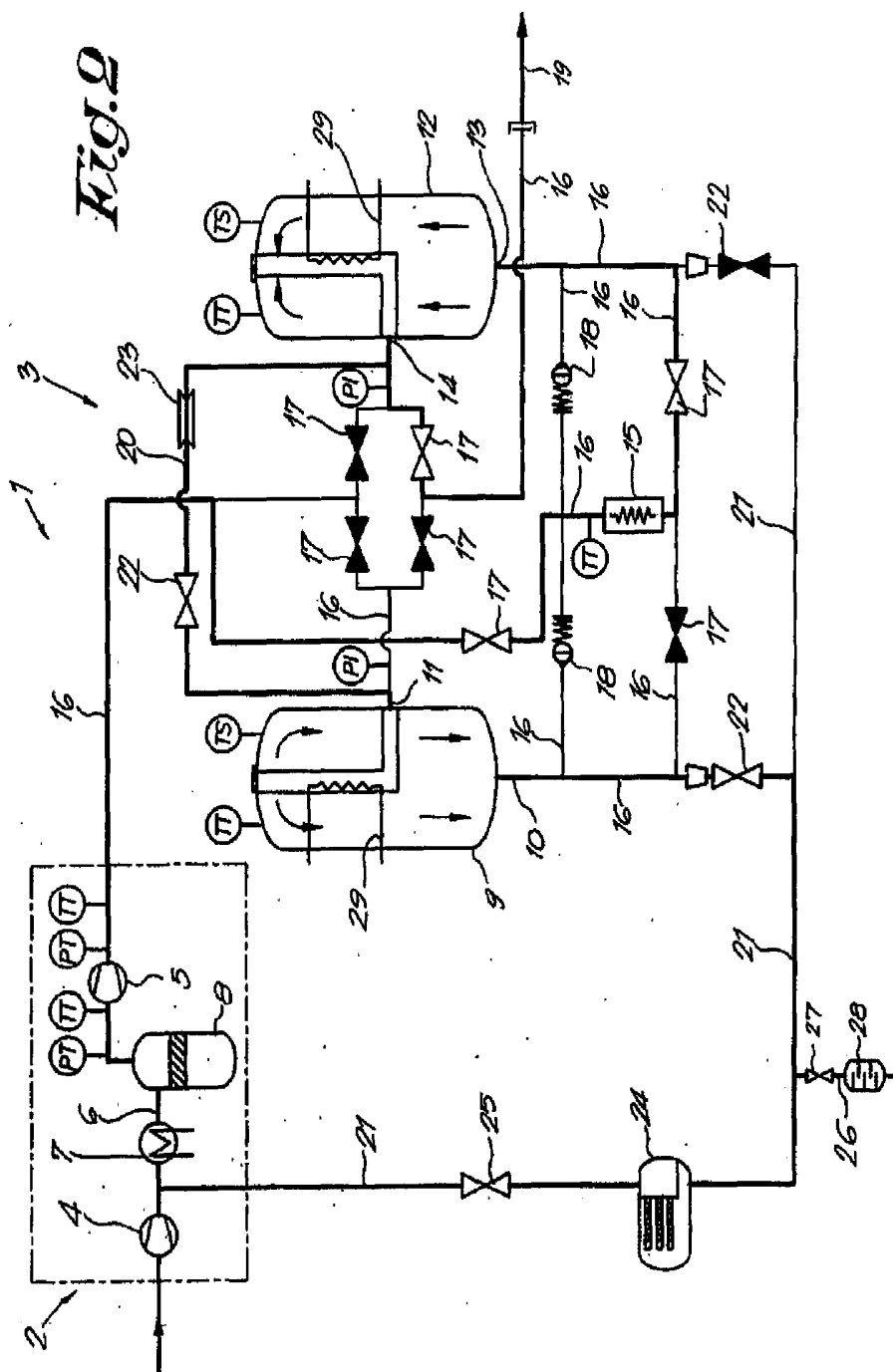
5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a parte do gás comprimido que é usada para refrigerar o agente de secagem no vaso de pressão regenerador (9) é uma fração da descarga total de gás, que é comprimida pelo compressor (2).

6. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de a fração se situar na ordem de grandeza de 6%.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de, após o agente de secagem regenerado, ou praticamente regenerado, ter sido refrigerado no vaso de pressão regenerador (5), toda ou praticamente toda a descarga de gás comprimido do compressor (2) ser passada através do refrigerador (15), após o que essa descarga refrigerada é dividida sobre as duas entradas (10-13) dos vasos de pressão (9-12), e é combinada nas saídas (11-14) dos vasos de pressão (9-12),

para ser alimentada à rede de consumo (19).





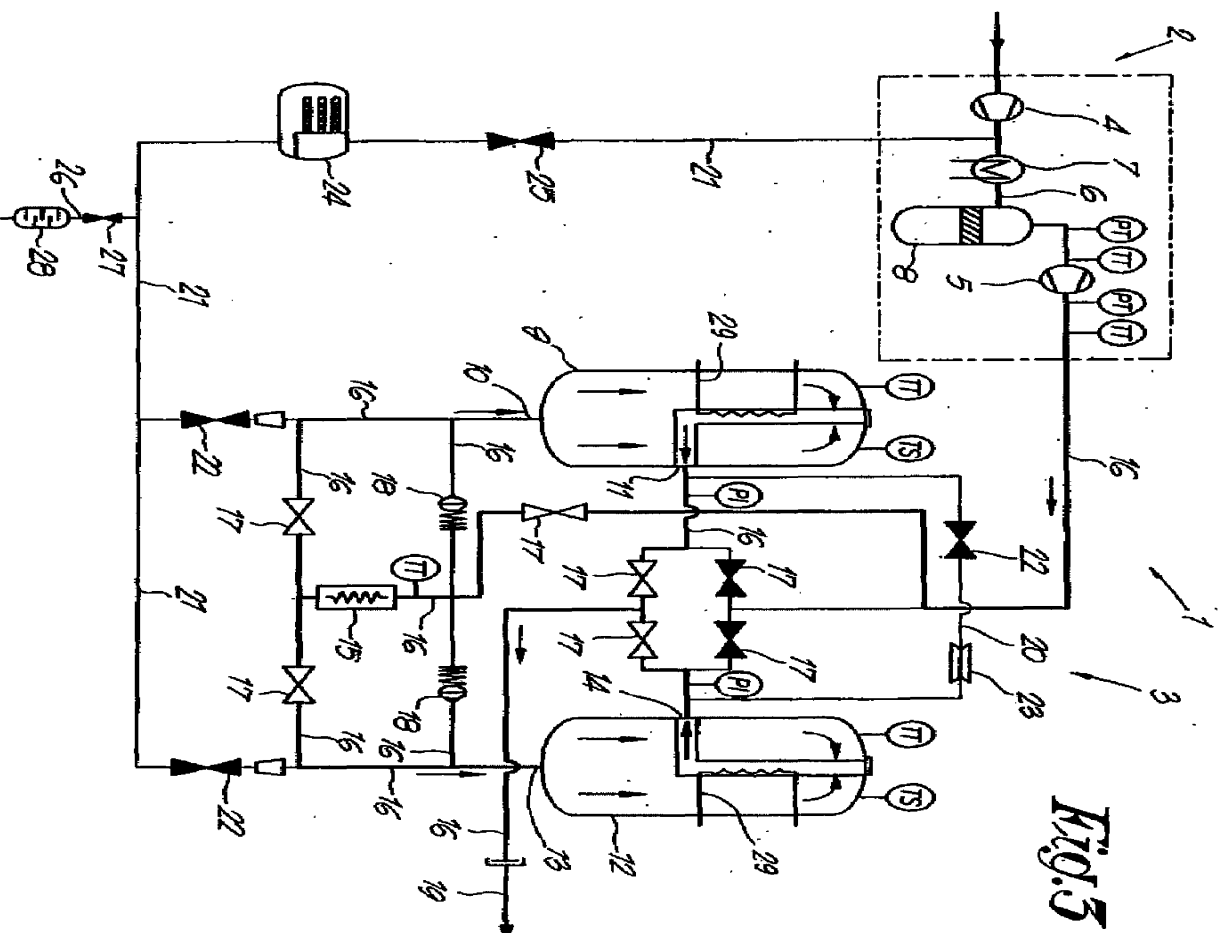


Fig. 3

PROCESSO PARA SECAR GÁS COMPRIMIDO

Processo para secar o gás comprimido de um dispositivo compressor (1) tendo pelo menos dois estágios de pressão (4-5), em que um secador (3) é usado com pelo menos dois vasos de pressão (9-12) que são cheios com um dessecante e que operam alternadamente, de modo que, quando um vaso de pressão (12) estiver em ação para secar o gás comprimido, o outro vaso de pressão (9) está sendo regenerado, onde, a fim de regenerar o outro vaso de pressão (9), pelo menos uma parte desse gás comprimido é conduzida através do vaso de pressão regenerador (9), e pelo menos no final do ciclo de regeneração, essa parte do gás comprimido, após sua passagem pelo vaso de pressão regenerador (9), é conduzida ao tubo de pressão (6) entre dois estágios de pressão (4-5).