

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

(21) **PI0706722-4 A2**

(22) Data de Depósito: 22/01/2007
(43) Data da Publicação: 05/04/2011
(RPI 2100)



★ B R P I O 7 0 6 7 2 2 A 2 ★

(51) *Int.Cl.:*

F28F 27/02

F23J 15/06

F23L 15/04

F28D 21/00

(54) Título: **UNIDADE DE RECUPERAÇÃO DE CALOR**

(30) Prioridade Unionista: 23/01/2006 NO 20060363

(73) Titular(es): Kanfa-Tec As

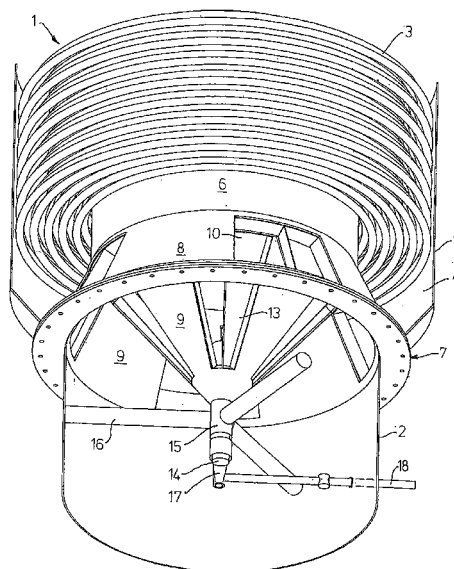
(72) Inventor(es): Jan Inge Sorensen , Pål Kloster , Terje Kaspersen

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

(86) Pedido Internacional: PCT NO2007000020 de 22/01/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/084011 de 26/07/2007

(57) **Resumo:** UNIDADE DE RECUPERAÇÃO DE CALOR Uma unidade de recuperação de calor compreende um trocador de calor (3) que é arranjado em um espaço anular (4) que constitui uma parte de um conduto de exaustão (2) de, por exemplo, uma turbina a gás ou motor diesel. Um conduto de desvio (6) para a exaustão é arranjado através do espaço anular (4), e a distribuição de fluxo de exaustão através do trocador de calor (3) e do conduto de desvio (6) é regulada por meio de uma válvula de regulação (7). A válvula de regulação é uma válvula de amortecimento rotativa (7) que é arranjada no conduto de exaustão (2) adjacente ao trocador de calor (3), dita válvula de amortecimento rotativa tendo uma parte estacionária (8) e uma parte rotativa (9) que, ambas, são providas com aberturas (10, 12; 11, 13) que podem ser colocadas a se cobrirem ou se superporem uma em relação à outra. Tanto a parte estacionária (8) quanto a parte rotativa (9) são formadas por meio de duas porções cônicas (8a, 8b; 9a, 9b) dirigidas opostamente.



“UNIDADE DE RECUPERAÇÃO DE CALOR”

Recuperação de calor a partir de turbinas é um método comum para prover calor para a produção de vapor e água quente em instalações fora da costa. Frequentemente existe uma demanda por grandes quantidades de calor para uso na produção de petróleo ou para outras demandas de calor. Ultimamente se explorou também as possibilidades de recuperar calor para produzir vapor para injeção em turbinas a gás a fim de reduzir emissões de NO_x para a atmosfera.

A recuperação de calor usualmente tem lugar por se deixar a exaustão quente da turbina a gás fluir através de um trocador de calor tubular para que o calor da exaustão seja transferido para um sistema baseado em líquido ou vapor.

Comum a todas estas unidades de recuperação de calor é que elas são muito grandes e pesadas. Uma unidade típica para geração de água quente pesa aproximadamente 50 toneladas e tem 10 x 8 x 14 metros (largura x comprimento x altura). Isto não é normalmente um problema em terra onde existe frequentemente suficiente espaço, mas pode ser um problema em instalações fora da costa onde o espaço é limitado. Isto é particularmente verdadeiro para plataformas existentes que sofrem uma demanda de calor adicional.

A razão destas unidades serem tão grandes é geralmente a necessidade de regulagem da quantidade de exaustão a ser suprida para a unidade de recuperação de calor. Por conseguinte, é frequentemente necessário ter um sistema de derivação que é muito consumidor de espaço. Hoje em dia é costumeiro regular a quantidade de fornecimento de exaustão por meio de um registro. Ou o registro é de do tipo de uma lâmina, de modo que, quando visto a partir da turbina a gás, sempre existirá um percurso de exaustão aberto, ou um conjunto de registros é instalado no conduto principal e um segundo conjunto é instalado no conduto de desvio, ditos conjuntos

trabalhando juntos. A desvantagem desta última solução é que operação defeituosa pode resultar em uma saída bloqueada, quando visto a partir da turbina a gás.

5 Em adição ao trocador de calor, uma típica unidade de recuperação de calor irá compreender uma luva, uma válvula de regulação, um sistema de derivação, uma carcaça de trocador de calor e uma chaminé de saída.

10 A patente US 6 302 191 sugere uma solução diferente que tem um conduto de desvio integral. Neste caso, o trocador de calor é arranjado em um espaço anular que constitui parte do conduto de exaustão. O espaço anular é delimitado no lado interno por meio de uma corredeira de válvula cilíndrica, a qual ao mesmo tempo forma a limitação externa do conduto de desvio. A corredeira de válvula é móvel axialmente entre duas posições extremas. Na posição superior, a corredeira de válvula abre para a exaustão para o trocador
15 de calor e fecha a derivação, e na posição inferior ela abre a derivação e fecha para o trocador de calor. Nas posições centrais, a exaustão é dividida entre o trocador de calor e a derivação.

20 Em uma planta fora da costa, a corredeira de válvula cilíndrica de acordo com a US 6302191 teria diâmetro de aproximadamente 3 metros e 5-10 metros de comprimento. Ela teria que ser suportada de modo que pudesse ser movida axialmente em uma maneira simples, uma vez que toda a regulação da exaustão é baseada no movimento axial do cilindro. Isto necessita mancais de deslizamento ou de rolamento para minimização de fricção, e também necessita que a espessura de parede seja suficientemente
25 grande para evitar deflexões durante movimentos do cilindro e devidos a aquecimento e resfriamento repetidos (temperaturas operacionais são tipicamente 600°C). Isto torna o cilindro grande e pesado. Ele tem também que ser suportado por meio de mancais complicados que serão posicionados na exaustão quente, uma situação que, em aplicações similares, tem causado

problemas. Os mancais são de acesso difícil sem a desmontagem de toda a unidade.

5 A presente invenção visa prover uma unidade de recuperação de calor do tipo mencionado acima, a qual é simples e barata de ser produzida e tem baixo peso, e que ao mesmo tempo é de regulagem fácil em uma maneira relativamente acurada.

Isto é obtido de acordo com a invenção por meio de uma unidade de recuperação de calor como definida na reivindicação 1. Formas de concretização vantajosas são definidas nas reivindicações dependentes.

10 A válvula de regulagem de acordo com a presente solução tem um movimento angular relativamente pequeno e preciso para controlar a quantidade de exaustão a ser suprida para o trocador de calor. Existe, por conseguinte, uma menor força necessária para regular a exaustão, vez que não é necessário elevar o peso de um grande e pesado elemento de válvula, mas
15 somente fricção a ser vencida. Em adição, a presente solução pode ser baseada em mancais comuns para eixos de diâmetro relativamente pequeno, os quais podem operar em altas temperaturas. Estas são encontradas em inúmeras aplicações que deram bons resultados em poços. Os mancais são pequenos, e, quando arrançados em uma maneira sensível, eles podem ser
20 inspecionados ou substituídos em uma maneira simples sem desmontagem de toda a unidade. Isto simplificará consideravelmente a manutenção.

Hoje em dia é também comum usar isolamento interno nos condutos de exaustão para atenuação de ruído. Tal isolamento é também mais simples de ser instalado com a presente solução.

25 Para melhor compreensão da invenção, esta será descrita mais detalhadamente com referência à forma de concretização exemplificativa mostrada nos desenhos anexos, onde:

a figura 1 é uma vista prospectiva de partes de uma unidade de recuperação de calor, parcialmente seccionada, de acordo com a invenção, com

a válvula de regulação em uma posição central,

a figura 2 mostra a mesma unidade, mas com a válvula de regulação fechada em direção ao trocador de calor,

a figura 3 mostra uma vista explodida da unidade na figura 2,

5 a figura 4 mostra uma seção transversal esquemática através da válvula de regulação, e

a figura 5 mostra uma seção longitudinal através de uma forma de concretização alternativa de um unidade de recuperação de calor de acordo com a invenção.

10 A unidade de recuperação de calor, a qual é geralmente designada com 1 nas figuras, é situada em um conduto de exaustão 2, que, por exemplo, pode provir de uma turbina a gás. A unidade de recuperação de calor compreende um trocador de calor 3, do qual somente uma parte é mostrada. O trocador de calor é arranjado em um espaço anular 4, que
15 constitui uma parte do conduto de exaustão e é delimitado por meio de uma parede externa 5 (parcialmente removida) e uma parede interna 6. A parede interna 6 ao mesmo tempo forma um conduto de desvio 6 para além do trocador de calor 3.

No lado de entrada do espaço angular 4 para o trocador de calor 3, uma válvula de regulação 7 é arranjada para a finalidade de regular a
20 distribuição da exaustão em fluxo entre o trocador de calor 3 e o conduto de desvio 6. A válvula de regulação 7, a qual pode ser chamada de uma válvula de amortecimento rotativa, é provida com uma parte estacionária 8 e uma parte rotativa 9 que constitui um registro. Estas partes de válvula são, ambas,
25 providas com aberturas 10, 11 e 12, 13, respectivamente, as quais podem ser colocadas em sobreposição em pares 10, 12; 11, 13 ou serem cobertas por meio da outra parte de válvula. As aberturas 10, 12 estão voltadas para o espaço anular enquanto as aberturas remanescentes 11, 13 estão voltadas para o conduto de desvio 6. Com esta configuração será impossível fechar todas as

aberturas ao mesmo tempo.

Tanto a parte estacionária 8 quanto a parte rotativa 9 da válvula de regulação 7 são colocadas juntas para formar duas partes cônicas. Uma das partes cônicas 8a, 9a é posicionada no lado interno da outra parte cônica 8b, 9b e tem uma conicidade dirigida opostamente. As partes são concêntricas, a parte externa 8b, 9b tendo uma forma tronco-cônica e estando conectada, em sua extremidade estreita, com a base da parte cônica totalmente interna 8a, 9a. O ângulo de topo da parte externa tronco-cônica 8b, 9b é um pouco menor que o ângulo de topo para a parte interna 8a, 9a. Ângulos e alturas das duas partes cônicas podem variar, mas preferivelmente eles têm aproximadamente a mesma área de superfície, de modo que as aberturas 10-13 que podem ser feitas nas partes cônicas terão a mesma área. Isto resulta em a velocidade dos gases de exaustão através das aberturas ser substancialmente a mesma quer a exaustão seja conduzida através do espaço 4 do trocador de calor 3 quer para dentro do conduto de desvio 6. Esta velocidade não deve ser muito maior que 30 metros por segundo.

A parte rotativa 9 da válvula de regulação 7 hás um eixo central 14 que é rotativamente apoiado em um mancal 15 que é fixado em posição por meio de apoios radiais 16 ou suportes suportados no conduto de exaustão 2, ou, alternativamente, em uma parte estacionária da válvula de regulação 7. O eixo 14 é rotativo por meio de um braço 17 e barra de manobra 18 estendendo-se para o exterior do conduto de exaustão 2. Por meio da barra 18, o eixo 14 pode ser girado a fim de regular as aberturas 10-13 na válvula de regulação. Na figura 1, a parte rotativa 9 é posicionada em uma tal maneira com respeito à parte estacionária 8 que todas as aberturas 10-13 são fechadas pela metade. Por meio da tração sobre a barra 18, as aberturas 10, 12 podem ser fechadas mesmo ainda mais, enquanto as aberturas 11, 13 são abertas até que a posição relativa mostrada na figura 2 seja obtida, em que as aberturas 10 em direção ao trocador de calor são completamente fechadas e as

aberturas 11 em direção ao conduto de desvio 6 são completamente abertas. Será entendido que a válvula 7 pode ter qualquer posição entre estar completamente aberta ou completamente fechada em direção ao trocador de calor 3, e que a válvula estará em sua posição média ajustada, ou seja, devido
5 à fricção entre as partes 8, 9, a menos que ela seja atuada pela barra de manobra 18. Conseqüentemente, nenhuma força externa é necessária para manter uma dada posição de válvula.

A seção mostrada esquematicamente na figura 4 é tomada perpendicularmente ao eixo geométrico longitudinal da unidade de
10 recuperação de calor, na proximidade da transição entre as porções cônicas voltadas opostamente. A válvula de regulação 7 está substancialmente na mesma posição que na figura 1, ou seja, com todas aberturas 10-13 abertas pela metade, de modo que a exaustão será distribuída entre o espaço anular 4 do trocador de calor e o conduto de desvio 6. Aqui, será visto que as porções
15 de borda das aberturas 10 na parte externa 8b da parte estacionária 8 são providas com nervuras 19 que formam encostos para elementos de vedação 20. Em uma maneira correspondente, as porções de borda das aberturas 12 na parte externa 9b da parte rotativa 9 têm nervuras 21, as quais, por meio do fechamento das aberturas 10, 12 em direção ao espaço anular 4, encontrarão
20 com elementos de vedação 20 e proverão assim uma boa vedação contra o trocador de calor, quando desejável, por exemplo se manutenção deve ser realizada no trocador de calor, enquanto o restante da planta está em operação. Também as partes internas 8a, 9a da válvula de amortecimento rotativa 7 são providas com nervuras 22 e 23, respectivamente, as quais
25 encontram uma com a outra quando as aberturas 11, 13 em direção ao conduto de desvio 6 são fechadas e formam uma simples vedação em forma de labirinto. As nervuras 22, 23 podem elas próprias ser providas com nervuras projetantes que podem se ajustar conjuntamente em uma tal maneira que uma vedação em forma de labirinto mais eficaz é formada. Existe

também um número de outras formas de vedação que são bem conhecidas para a pessoa versada e que podem ser usadas vantajosamente com a presente invenção. A figura 5 mostra uma seção longitudinal através de uma forma de concretização alternativa da válvula de regulação. Aqui, o suporte central com o eixo 14 no mancal 15 é substituído por um colar 24 sobre a parte rotativa 9, que é recebido em uma bolsa circunferencial 25. A bolsa 25 e possivelmente a parte estacionária 8 são providas com elementos anti-fricção (não mostrados) para manter a parte rotativa 9 centralizada e evitar emperramento da parte rotativa quando ela é girada. O movimento de rotação pode ser realizado em várias diferentes maneiras, as quais serão óbvias para a pessoa versada, preferivelmente em conexão com a bolsa circunferencial 25.

Será notado que a válvula de regulação, nas formas de concretização de exemplo descritas acima, tem quatro aberturas em direção ao trocador de calor e ao conduto de desvio. O número de aberturas em direção ao trocador de calor pode ser aumentado caso se deva desejar uma distribuição mais uniforme da exaustão fluindo para dentro do trocador de calor. Todavia, verificou-se que quatro aberturas provêm uma distribuição suficientemente boa, enquanto permite ao mesmo tempo em que a solução estrutural seja robusta e confiável e com eficiência em termos de custo.

Será entendido que a invenção não é limitada às formas de concretização de exemplo descritas acima, mas pode ser modificada e variada pela pessoa versada ou especializada dentro do escopo das seguintes reivindicações. Embora a configuração tendo duas porções cônicas dirigidas opostamente se torne tanto compacta quanto robusta, será possível é deixar que a forma das partes varie entre planar e cilíndrica e, não obstante, obtenha algumas vantagens da presente invenção. Será também entendido que, se um fechamento particularmente bom da exaustão contra o trocador de calor for requerido, uma válvula de acordo com a invenção pode ser instalada em ambas extremidades do trocador de calor.

Mesmo se as duas formas de concretização de exemplificação da invenção, reveladas acima, tenham, ambas, uma orientação vertical, ficará claro para a pessoa especializada que a unidade pode ser colocada horizontalmente, ou ter qualquer outra orientação, se esta for desejável. Os

5 desenhos mostram apenas metade da unidade de recuperação de calor. Na outra metade seria natural deixar o espaço anular 4 e conduto de desvio 6 se fundir em um conduto em comum.

REIVINDICAÇÕES

1. Unidade de recuperação de calor compreendendo um trocador de calor (3) arranjado em um espaço anular (4) formando parte de um conduto de exaustão (2), onde um conduto de desvio (6) para a exaustão é
5 arranjado dentro do espaço anular (4), uma válvula de regulação (7) sendo arranjada para regular a distribuição de exaustão entre o trocador de calor (3) e o conduto de desvio (6), caracterizada pelo fato de que a válvula de regulação (7) é uma válvula de amortecimento rotativa que é arranjada no conduto de exaustão (2) adjacente ao trocador de calor (3), uma válvula de
10 amortecimento rotativa (7) tendo uma parte estacionária (8) e uma parte rotativa (9) que, ambas, são providas com aberturas (10-13) que podem ser levadas a se fecharem ou se sobreporem uma com relação à outra.

2. Unidade de recuperação de calor de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que uma válvula de amortecimento rotativa (7) é arranjada a montante do trocador de calor (3).
15

3. Unidade de recuperação de calor de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato de que uma válvula de amortecimento rotativa é arranjada a jusante do trocador de calor (3).

4. Unidade de recuperação de calor de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, caracterizada pelo fato de que uma válvula de
20 amortecimento rotativa (7) tem aberturas ajustáveis separadas (10, 12; 11, 13) em direção ao trocador de calor (3) e o conduto de desvio (6), respectivamente, as aberturas (10, 12) em direção ao trocador de calor (3) sendo arranjadas para se abrirem quando as aberturas (11, 13) em direção ao
25 conduto de desvio (6) é fechada, e vice versa.

5. Unidade de recuperação de calor de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo fato de que as aberturas (10, 12; 11, 13) em direção ao trocador de calor (3) e ao conduto de desvio (6), respectivamente, são posicionados em respectivas partes cônicas (8b, 9b; 8a,

9a) da válvula de amortecimento rotativa (7).

5 6. Unidade de recuperação de calor de acordo com a reivindicação 5, caracterizada pelo fato de que uma das partes cônicas (8a, 9a) é posicionada no interior da outra parte cônica (8b, 9b) e tem conicidade dirigida opostamente.

10 7. Unidade de recuperação de calor de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que uma válvula de amortecimento rotativa (7) tem uma parte rotativa (9) que tem um eixo central (14) que é rotativamente suportado em um mancal (15) que é fixado no local por meio de apoios radiais ou suportes (16) suportados no conduto de exaustão (2) ou uma parte estacionária duma válvula de amortecimento rotativa (7), o eixo (14) sendo giratório por meio de um braço (17) e um membro de transmissão de força (18) que se estende para fora através do conduto de exaustão (2).

15 8. Unidade de recuperação de calor de acordo com uma das reivindicações precedentes 1-6, caracterizada pelo fato de que a parte rotativa (9) é provida com um colar (24) que é recebido em uma bolsa estacionária circunferencial (25) que previne movimento axial e radial da parte rotativa (9), elementos anti-fricção preferivelmente sendo arranjados na bolsa (25) e
20 opcionalmente sobre a parte estacionária (8) a fim de facilitar o movimento rotativo da parte rotativa (9).

25 9. Unidade de recuperação de calor de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que nervuras (19, 21) são arranjadas ao longo de pelo menos partes das aberturas (10, 12; 11, 13) na parte estacionária (8) e a parte rotativa (9) duma válvula de amortecimento rotativa (7), as nervuras servindo como encostos para vedações (20) entre as partes (8, 9).

10. Unidade de recuperação de calor de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizada pelo fato de que uma válvula de

amortecimento rotativa (7) tem quatro aberturas em direção tanto ao trocador de calor (3) quanto ao conduto de desvio (6).

- 5 11. Unidade de recuperação de calor de acordo com uma das reivindicações 4-9, caracterizada pelo fato de que as aberturas (10, 12) duma válvula de amortecimento rotativa (7) em direção ao trocador de calor (3) têm substancialmente a mesma área de fluxo que suas aberturas (11, 13) em direção ao conduto de desvio (6).

Fig. 1

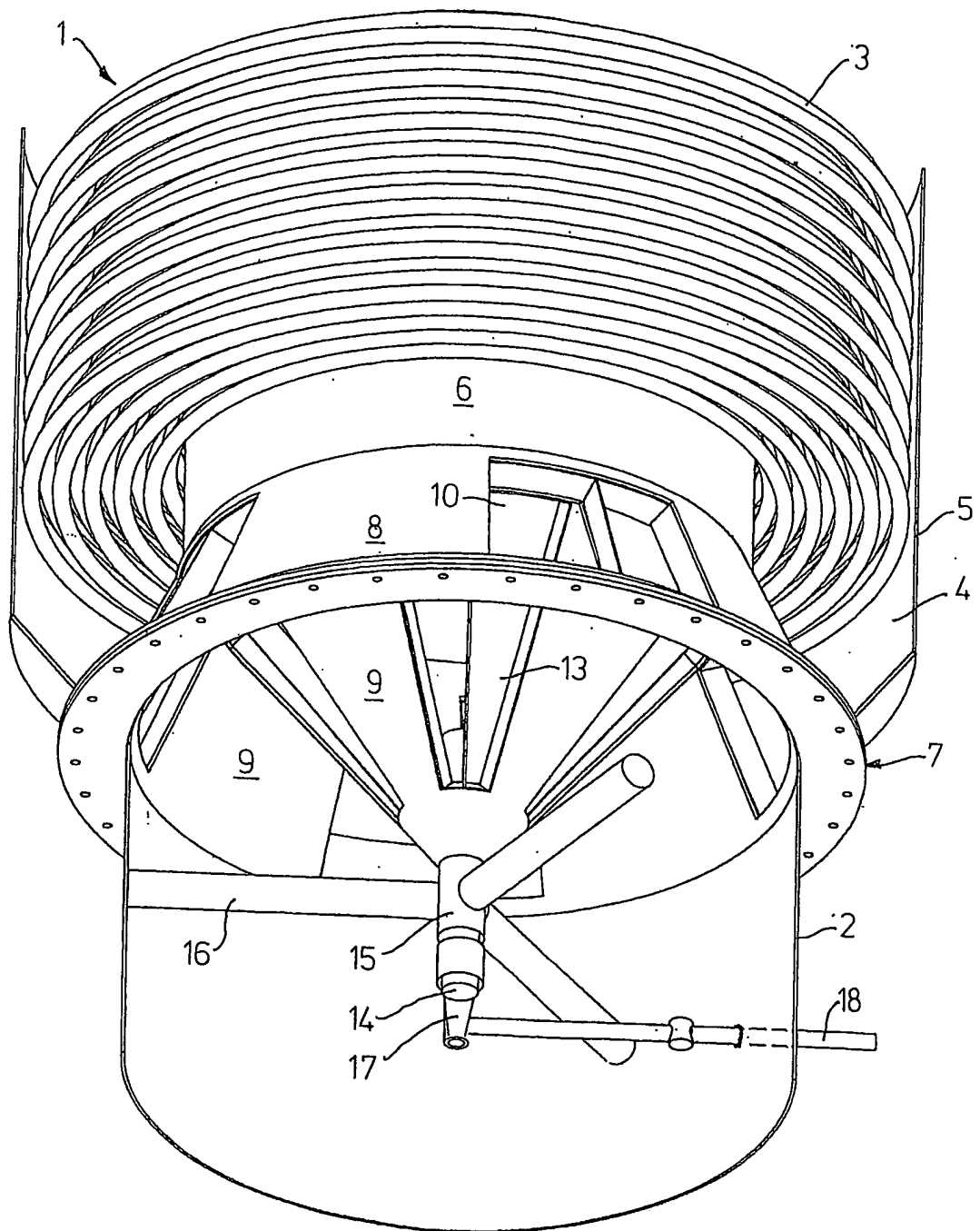
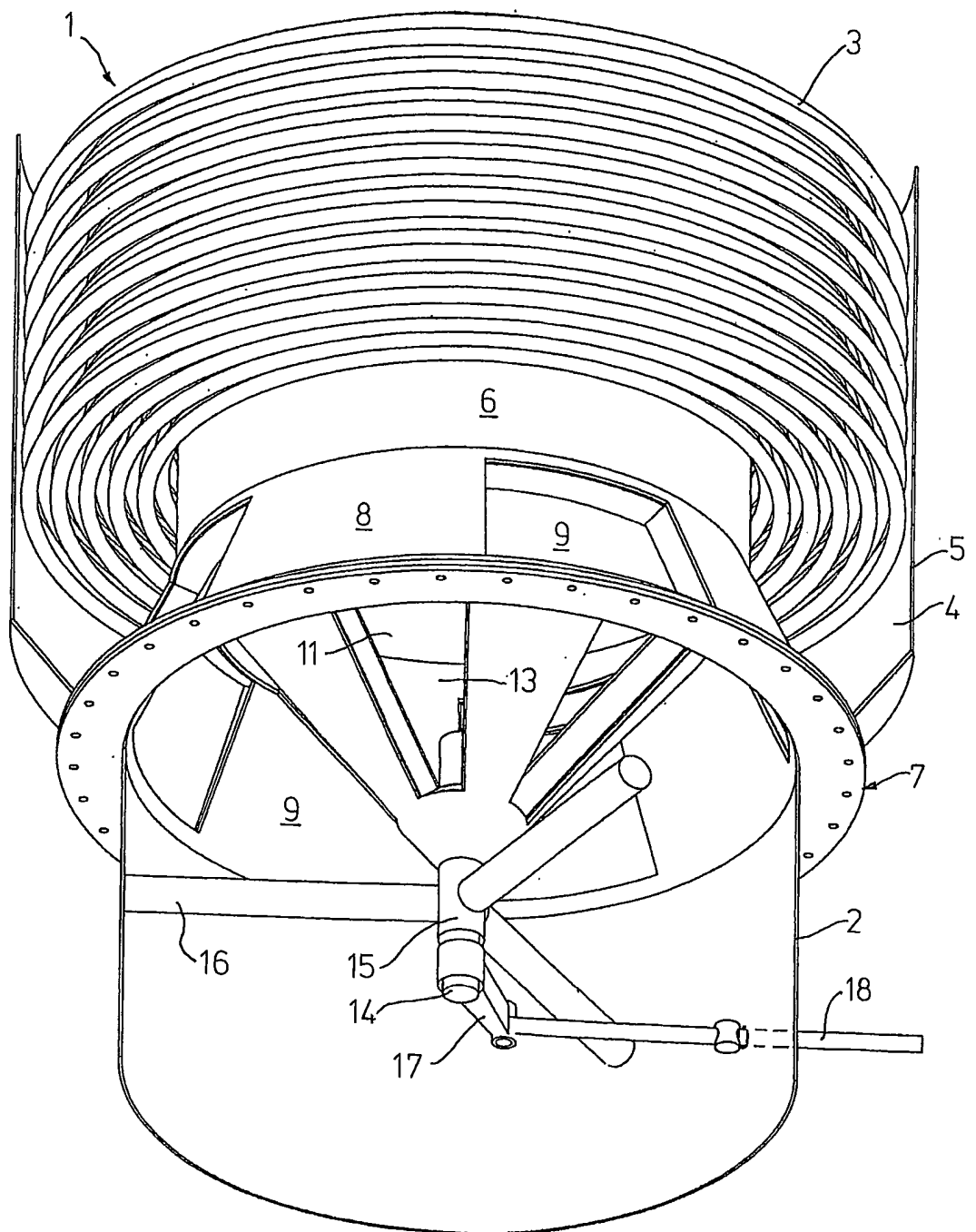


Fig. 2



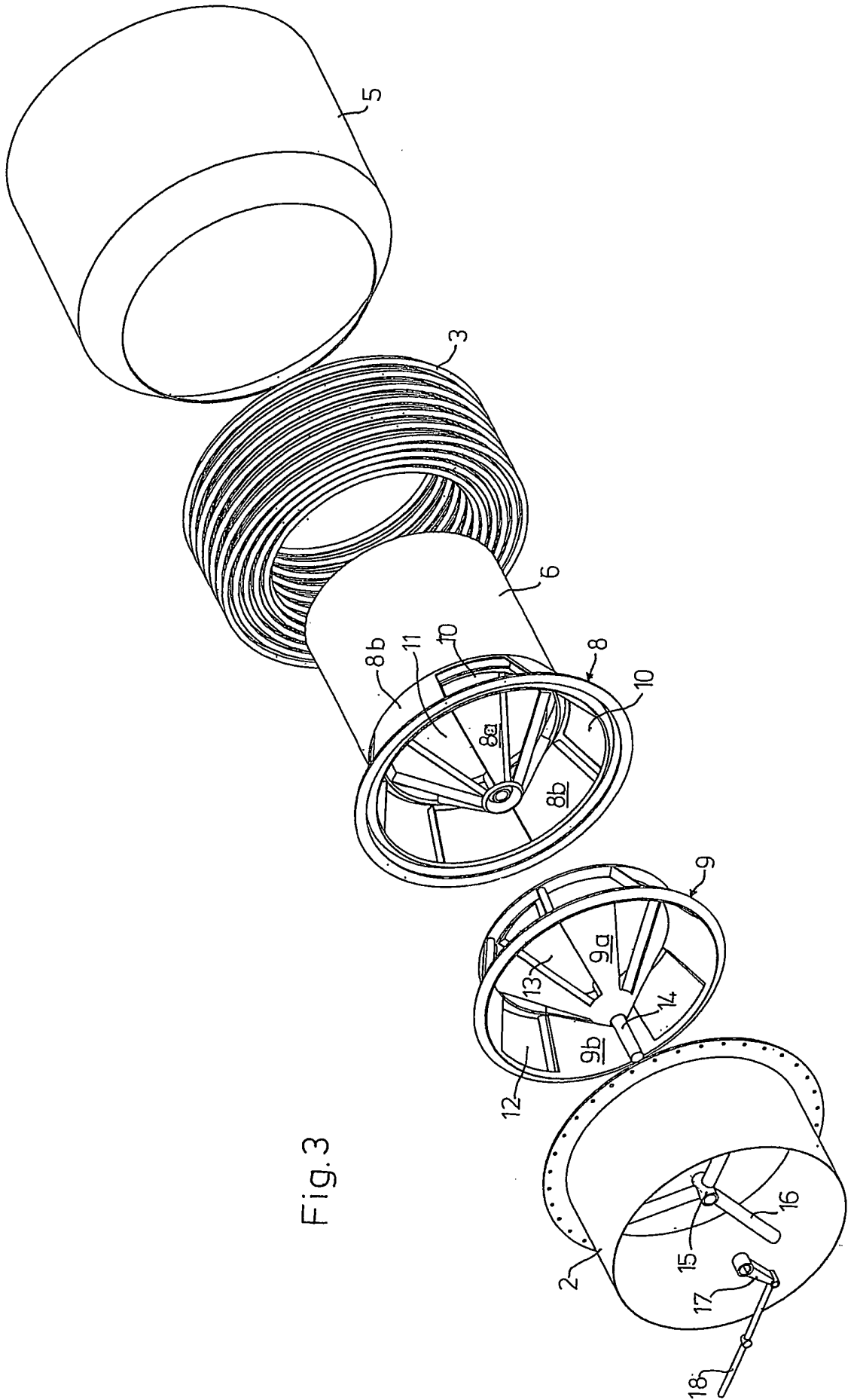
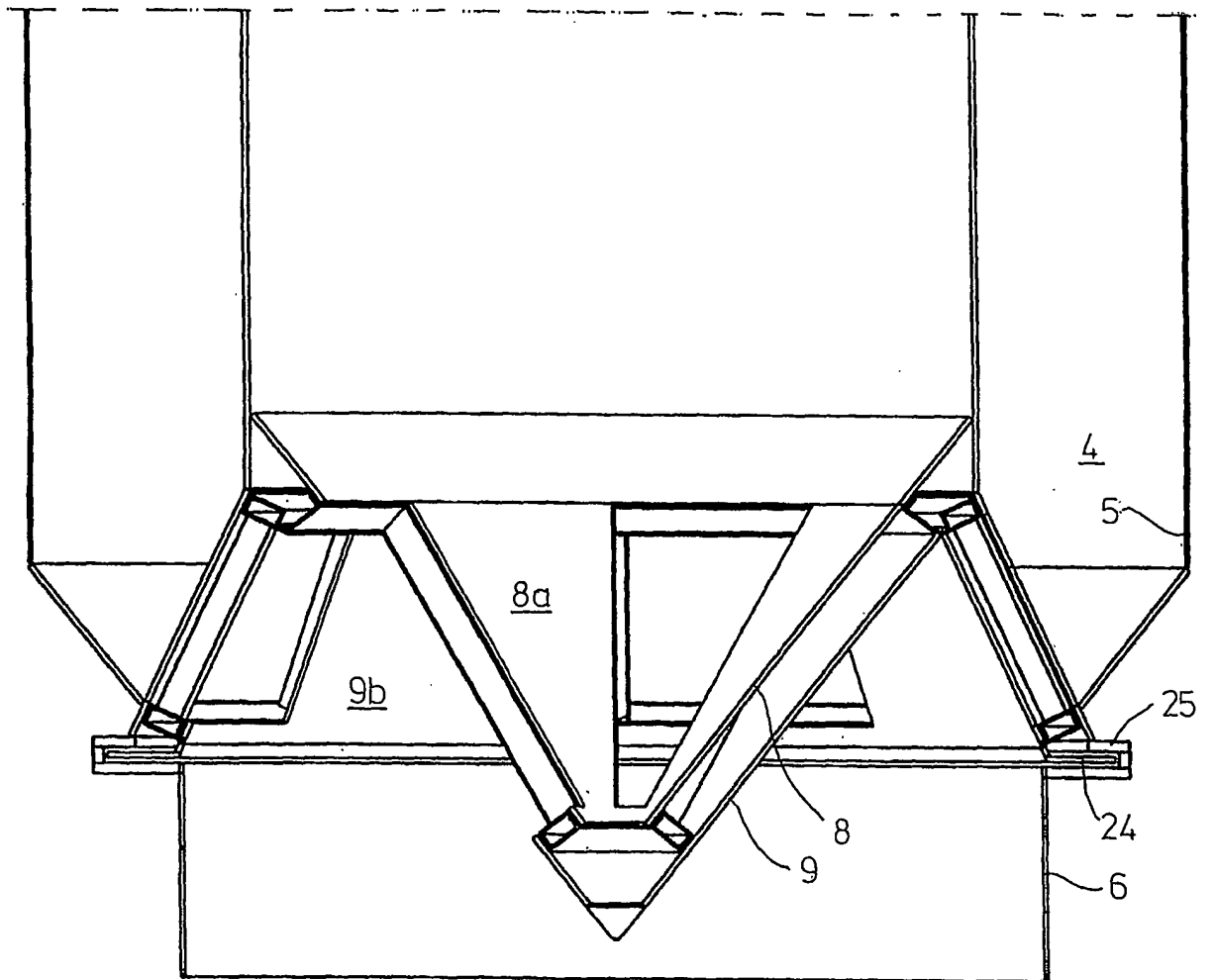


Fig. 3

Fig. 5



RESUMO

“UNIDADE DE RECUPERAÇÃO DE CALOR”

Uma unidade de recuperação de calor compreende um trocador de calor (3) que é arranjado em um espaço anular (4) que constitui
5 uma parte de um conduto de exaustão (2) de, por exemplo, uma turbina a gás ou motor diesel. Um conduto de desvio (6) para a exaustão é arranjado através do espaço anular (4), e a distribuição de fluxo de exaustão através do trocador de calor (3) e do conduto de desvio (6) é regulada por meio de uma válvula de regulação (7). A válvula de regulação é uma válvula de amortecimento
10 rotativa (7) que é arranjada no conduto de exaustão (2) adjacente ao trocador de calor (3), dita válvula de amortecimento rotativa tendo uma parte estacionária (8) e uma parte rotativa (9) que, ambas, são providas com aberturas (10, 12; 11, 13) que podem ser colocadas a se cobrirem ou se superporem uma em relação à outra. Tanto a parte estacionária (8) quanto a
15 parte rotativa (9) são formadas por meio de duas porções cônicas (8a, 8b; 9a, 9b) dirigidas opostamente.