



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0902173-6 B1**



**(22) Data do Depósito:** 09/06/2009

**(45) Data de Concessão:** 02/02/2021

**(54) Título:** CONJUNTO DE ABSORVEDOR E EVAPORADOR PARA MÁQUINAS DE ABSORÇÃO E BROMETO DE LÍTIO E MÁQUINAS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA QUE INTEGREM O REFERIDO CONJUNTO ABSORVEDOR E EVAPORADOR

**(51) Int.Cl.:** F25B 15/10.

**(30) Prioridade Unionista:** 05/12/2008 ES 200803461; 09/06/2008 ES 200801738; 12/03/2009 ES 200900691.

**(73) Titular(es):** CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC).

**(72) Inventor(es):** MARCELO IZQUIERDO MILLÁN; EMILIO MARTÍN LÁZARO; MARÍA ESTHER PALACIOS LORENZO.

**(57) Resumo:** ABSORVEDOR DA MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO; CONJUNTO ABSORVEDOR-EVAPORADOR DA MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO; MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO, DE EFEITO SIMPLES, DE EFEITO DUPLO, E DE USO COMBINADO O absorvedor, que incorpora uma bateria de pulverizadores (5), situada no interior de um tanque de armazenamento (4), destinada a receber uma solução concentrada e quente, e a projetá-la no interior do tanque (4), para respectiva diluição, dispõe de um permutador de calor (6) do tipo solução-ar ou solução- água, que é exterior ao tanque de armazenamento (4) e que arrefece a solução diluída. Cada um dos pulverizadores da bateria de pulverizadores (5) compreende bocais (14), de forma oval, destinados a pulverizar a solução, em forma de lâmina plana (15), com uma configuração essencialmente triangular, tipo leque, que se projetam em paralelo.

**“CONJUNTO DE ABSORVEDOR E EVAPORADOR PARA MÁQUINAS DE ABSORÇÃO E BROMETO DE LÍTIO E MÁQUINAS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA QUE INTEGREM O REFERIDO CONJUNTO ABSORVEDOR E EVAPORADOR”**

[0001] A presente invenção refere-se a máquinas de absorção com aplicação em instalações de climatização e/ou refrigeração, cujo funcionamento se baseia na absorção de uma solução de brometo de lítio em água.

[0002] Um primeiro objeto da invenção é um absorvedor de uma máquina de absorção.

[0003] Um segundo objeto da invenção é um conjunto absorvedor-evaporador.

[0004] Um terceiro objeto da invenção é uma máquina de absorção de brometo de lítio, de efeito simples, que incorpora os mencionados absorvedor ou o conjunto absorvedor-evaporador.

[0005] Um quarto objeto da invenção é uma máquina de absorção de brometo de lítio, de efeito duplo, que incorpora os mencionados absorvedor ou conjunto absorvedor-evaporador.

[0006] Um quinto objeto da invenção é uma máquina de absorção de brometo de lítio, que alterna um funcionamento de efeito simples e duplo, e que incorpora os mencionados absorvedor ou o conjunto absorvedor-evaporador.

[0007] A tecnologia de refrigeração e climatização utiliza, na maioria das aplicações, máquinas frigoríficas, que trabalham com refrigerantes (CFCs, HCFCs e HFCs), que destroem o ozono (CFCs e HCFCs) e geram um efeito de estufa muito superior ao gerado pelo CO<sub>2</sub>. Como estas máquinas, na maioria dos casos, utilizam eletricidade, o seu funcionamento gera também dióxido de carbono.

[0008] Como alternativa a estas máquinas desenvolveram-se as primeiras aplicações industriais baseadas nos princípios termodinâmicos da absorção de um vapor por um líquido para conseguir a refrigeração de outro líquido. Os ciclos de absorção baseiam-se fisicamente na capacidade que têm algumas

substâncias, como a água e alguns sais, como o brometo de lítio, para absorver, na fase líquida, vapores de outras substâncias, como o amoníaco e a água, respectivamente.

[0009] Em uma máquina de absorção ocorre um processo em que o refrigerante, a água, o amoníaco ou outros, se evaporam no evaporador, devido ao calor gerado pela mudança de estado do fluido que circula no interior do feixe tubular deste permutador. Os vapores produzidos são absorvidos pelo absorvente, pela água ou pela solução de brometo de lítio, ou outros, num processo de solução mediante o qual aumenta a sua temperatura, o que requer uma refrigeração externa para que a solução se mantenha em condições de temperatura correta e não aumente a pressão na câmara em que se produz a absorção e que se designa por Absorvedor.

[0010] Neste circuito de refrigeração externa são utilizadas normalmente torres de refrigeração de água. Faz-se com que a água arrefecida na torre circule através do interior do feixe tubular de outro permutador, que se encontra situado no interior da câmara do absorvedor e sobre o qual se condensa o absorvente, para facilitar o processo de absorção. A massa de absorvente que contém o refrigerante absorvido é transportada, por bombagem, até outro permutador de calor, cuja função é separar o refrigerante do absorvente, por destilação do primeiro. Este permutador de calor é designado por gerador. Pelo seu feixe tubular faz-se circular o fluido quente, normalmente água ou vapor de água, que constitui a fonte principal de energia para o funcionamento do ciclo de absorção, e que também pode funcionar como efluente de qualquer tipo de processo no qual se gere calor residual.

[0011] O documento US 5 205 137 refere-se a um condicionador de ar de absorção com alterações regenerativas para aquecimento e condensação de uma porção de uma solução diluída gerada em um absorvedor e uma câmara de absorção para fazer com que o vapor de refrigerante gerado na câmara de regeneração seja absorvido na referida solução diluída que está em uma

posição intermediária na passagem conectada do absorvedor ao regenerador, de modo que o tamanho do absorvedor é reduzido e o tamanho geral do ar condicionado de absorção é reduzido

#### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0012] A máquina de absorção objeto desta invenção foi desenvolvida para utilização em sistemas de climatização ou refrigeração, mais especificamente nos sistemas que utilizam a absorção de brometo de lítio e água.

[0013] A máquina de absorção de brometo de lítio-água de efeito simples inclui como elementos fundamentais:

- um absorvedor, capaz de manter baixa a pressão e a temperatura de evaporação quando a temperatura exterior é alta, que é refrigerado diretamente por ar exterior ou por água, e que executa processos separados de transferência de calor e massa;
- um condensador, refrigerado diretamente por ar exterior ou por água de uma torre ou de outro circuito de refrigeração;
- um evaporador;
- um gerador de calor; e
- um recuperador de calor.

[0014] O gerador de calor inclui pelo menos uma câmara de aquecimento, na qual se pode encontrar um permutador de calor, preferencialmente construído em aço inoxidável refractário, quando a fonte de calor é de chama direta, de modo a facilitar a transferência de calor para a solução de brometo de lítio em água; um permutador que pode utilizar o calor produzido por um campo de coletores solares, por uma caldeira de biomassa, por uma caldeira de biodiesel, uma caldeira de bio-etanol, uma caldeira de combustível fóssil convencional, ou pelo calor residual dos gases de escape dos motores, de pilhas de combustível, ou de qualquer processo térmico que possa gerar calor residual a uma temperatura suficiente.

[0015] O gerador, como alternativa ou complemento ao permutador, pode

ainda incorporar um queimador modulante de pequena, média ou alta potência, controlado por um regulador PDI, que permite controlar livremente a temperatura, e que gera calor na câmara de aquecimento, em consequência da combustão de um combustível fóssil, de preferência GLP, GN, Gasóleo, Biodiesel, Biogás ou outros.

[0016] Adicionalmente, o gerador dispõe, na câmara de aquecimento, de um separador de vapor de água.

[0017] A solução de brometo de lítio é introduzida diluída, na câmara de aquecimento do gerador, onde absorve calor, fervendo a uma temperatura compreendida entre 85°C e 125°C, ou superior, dependendo da temperatura do ar exterior, produzindo vapor a partir do refrigerante reaquecido (solução quente e concentrada) e vapor de água, o qual é separado no separador. O vapor de água abandona o gerador dirigindo-se ao condensador, onde é transformado em líquido, para a seguir se dirigir, através de uma válvula de expansão, para o evaporador, onde se transforma novamente em vapor de água.

[0018] O recuperador de calor é preferencialmente um permutador de placas, com soldadura de cobre, que transfere o calor da solução quente e concentrada que sai do girador, para a solução diluída e fria que vem do absorvedor, pré-aquecendo-a antes de esta ser alimentada no gerador.

[0019] A solução quente e concentrada procedente do gerador atravessa o recuperador e reduz a sua pressão numa válvula redutora, situada entre o recuperador e o absorvedor, a fim de entrar no absorvedor a uma pressão inferior.

[0020] O absorvedor é composto pelos seguintes elementos:

- um tanque de armazenamento;
- uma bateria de pulverizadores, situada no interior do tanque de armazenamento, através da qual se introduz a solução concentrada e quente, que é projetada no interior do tanque, onde se dilui, ao contato com o vapor

de água procedente do evaporador;

- um permutador de calor, exterior ao tanque de armazenamento e preferencialmente munido de aletas, que arrefece a solução diluída,
- uma bomba de recirculação que aspira a solução diluída do tanque de armazenamento e a impulsiona para o permutador de calor, do qual sai a solução diluída arrefecida, regressando à bateria de pulverizadores, num processo contínuo de recirculação que potencia o incremento da transferência de massa e calor; e
- uma bomba de alimentação do gerador, que aspira a solução diluída do absorvedor e a impulsiona para o gerador, através do recuperador, onde a solução volta a concentrar-se.

[0021] O absorvedor transmite o calor da absorção, desde a respectiva dissolução no absorvedor, diretamente para o ar atmosférico, através do permutador de calor. Esta é uma das características fundamentais e diferenciadoras do absorvedor da presente invenção, comparativamente a outros sistemas onde primeiro é transferido o calor de absorção desde a sua dissolução para um circuito de água, sendo depois transferido desde a água até ao ar exterior, impulsionado pelo ventilador. Em contrapartida, com o sistema descrito na presente invenção, aumenta a diferença de temperatura entre a solução e o ar exterior, comparativamente à diferença de temperaturas que é necessária à re-refrigeração; por esta razão, a transferência de calor é melhor e a área de permuta é menor, poupando-se um permutador e fazendo com que a temperatura de absorção se aproxime, o máximo possível, da temperatura do ar exterior.

[0022] Outra característica muito importante é o modelo do absorvedor, que trabalha pulverizando a solução. A pulverização facilita a transferência de massa e, como o processo de absorção é adiabático, a transferência de calor é feita no permutador, independente e externo, que, ao trabalhar com alta eficiência, também diminui a área de permuta.

[0023] A absorção é obtida pulverizando a solução em forma de lâminas planas paralelas, de configuração essencialmente triangular, tipo leque, o que facilita em grande medida, e de forma altamente eficiente, a transferência de massa.

[0024] Os pulverizadores dispõem de bocais de forma oval, que permitem realizar uma pulverização da solução em lâmina plana, com a forma descrita de leque; a referida lâmina plana apresenta uma grande superfície, que permanece em contato com o vapor de água proveniente do evaporador e presente na câmara do absorvedor, potenciando a absorção.

[0025] Isto tem como resultado um absorvedor de menor volume que os que são atualmente comercializados, e um permutador de calor solução-ar de alta eficiência e menor área que os atualmente existentes no mercado. Estas qualidades fazem com que o volume total do absorvedor-permutador seja menor que os existentes no mercado e, por conseguinte, que o volume da máquina também seja menor. Portanto, as vantagens de um absorvedor como o descrito são: altos coeficientes de transferência de calor e massa, fraca relação volume/potência, fácil construção, fácil acesso, fácil inspeção e fácil manutenção. Este absorvedor é aplicável a máquinas de efeito simples e efeito múltiplo.

[0026] O evaporador incorpora um permutador, pelo interior do qual circula água procedente do espaço a climatizar e que se pretende arrefecer, por exemplo, uma divisão, o transportador de um veículo, uma câmara frigorífica, e dispõe de uma bomba de água fria, que impulsiona a água arrefecida neste permutador até ao dispositivo arrefecedor instalado no espaço a climatizar.

[0027] O condensador foi concebido especificamente para vapor de água a baixa pressão, procedente do gerador, e a sua integração na máquina é feita segundo um modelo especial, em duas etapas, a fim de poupar espaço. Dado o seu escasso tamanho e a sua disposição no interior da máquina, contribui para a redução do tamanho final da mesma. Nos casos em que é utilizado o

ar refrigerado, o condensador é constituído preferencialmente por um permutador de calor e um ventilador, sendo o permutador de calor preferencialmente constituído por tubos de cobre com aletas de alumínio. Também pode ser arrefecido por água procedente da torre ou de outro circuito de refrigeração. O vapor de água produzido no gerador, a uma temperatura entre 80°C e 125°C, é condensado diretamente pelo ar exterior, quando se trabalha com refrigeração, ou pelo ar do espaço a climatizar, por exemplo o interior de um edifício, quando se trabalha em aquecimento.

[0028] É de destacar que esta máquina de absorção permite o uso dos gases de escape, de calor renovável, ou de combustível renovável ou procedente de uma caldeira de combustível convencional, para transferir o seu calor no gerador.

[0029] Esta máquina de absorção é aplicada para produzir frio numa máquina frigorífica, estática ou móvel, capaz de trabalhar sobre planos inclinados e com acelerações bruscas: em autocarros urbanos ou interurbanos a gasóleo, com ignição espontânea, em autocarros urbanos ou interurbanos a gasolina, com ignição provocada, em camiões e furgões, tanto a gasolina como a gasóleo, para o transporte de produtos refrigerados, em embarcações de motor térmico, tanto a gasolina como a gasóleo, em veículos com motor térmico, diferentes dos indicados nas reivindicações anteriores, e que libertem gases de escape quente; assim como para a climatização de estufas, para câmaras frigoríficas a temperaturas superiores a 7°C, para a climatização de locais onde se utilizem motores térmicos.

[0030] Por conseguinte, a máquina de absorção de brometo de lítio-água pode ser utilizada como sistema de produção de calor adicional ao dos gases de escape, durante períodos de tempo muito prolongados em ponto morto, por combustão de combustível adicional, externamente ao motor, ou internamente, na própria câmara de combustão, e como sistema de produção de calor adicional ao dos gases de escape, durante períodos de tempo muito

prolongados de transporte por estrada ou caminho de ferro, por combustão de combustível adicional, externamente ao motor, ou internamente, na própria câmara de combustão.

[0031] Outro objeto da invenção é uma máquina de absorção de efeito múltiplo, como se fosse uma máquina de efeito duplo, que, complementarmente aos elementos que formam a máquina de efeito simples compreende adicionalmente outro gerador, outro recuperador e um sub-arrefecedor.

[0032] A máquina de efeito duplo compreende um gerador de alta e outro de baixa, já ligado ao de alta, em que o gerador de alta está associado à câmara de aquecimento, que pode incluir um queimador. Cada um dos geradores de alta e de baixa está, por sua vez, ligado respectivamente a um recuperador de alta e de baixa, que envia a solução quente e concentrada dos geradores para o absorvedor, por intermédio das respectivas válvulas redutoras.

[0033] O gerador de baixa, ligado a seguir ao gerador de alta, separa o vapor refrigerante e a água líquida, dirigindo-se o vapor para um condensador, enquanto a água líquida se dirige para um sub-arrefecedor, contíguo ao condensador. A seguir, o vapor de água condensado no condensador e no sub-arrefecedor dirige-se às válvulas de expansão de alta e de baixa, onde, respectivamente, ocorre uma redução da pressão e da temperatura, até à sua entrada no evaporador.

[0034] O absorvedor, ao contrário da máquina de efeito simples, dispõe de uma entrada adicional ligada ao recuperador de alta, por intermédio de uma das válvulas redutoras antes citadas, e a bomba de alimentação ao gerador dirige a solução diluída para os recuperadores de alta e de baixa, por intermédio de uma válvula de distribuição da solução.

[0035] Por outro lado, foi prevista a possibilidade de o permutador de calor do absorvedor ser um permutador solução-água em vez de um permutador solução-ar, em que a água é arrefecida pela água de uma torre.

[0036] Outro objeto da invenção é que tanto a máquina de absorção de efeito simples como as de efeito múltiplo podem apresentar o absorvedor e o evaporador integrados num conjunto absorvedor-evaporador.

[0037] Este conjunto absorvedor-evaporador dispõe de um recipiente ou tanque de armazenamento, que possui uma parede separadora isolante, perpendicular à base do recipiente, que gera dois espaços ou câmaras e que permite a mistura de gases ou de vapor de água na parte superior, já que a referida parede não chega até à tampa ou superfície superior do contentor. O evaporador encontra-se numa câmara de evaporação e compreende um feixe de tubos que formam um circuito pelo qual circula o líquido de refrigeração normalmente procedente do espaço a arrefecer, ficando os tubos que estão situados na parte superior da câmara de evaporação a uma temperatura superior à dos tubos situados na parte inferior da câmara, ou vice-versa.

[0038] Neste evaporador, a água que chega a esta câmara de evaporação, procedente do condensador, sofre uma evaporação. A água, uma vez evaporada, passa, sob a forma de vapor de água, para a câmara contígua, ou câmara de absorção.

[0039] Nesta câmara de absorção contígua à câmara de evaporação entra o vapor de água procedente da câmara de evaporação e encontra-se um coletor que junta os pulverizadores a partir dos quais é descarregada a solução concentrada quente.

[0040] A configuração descrita é válida tanto para as máquinas de absorção de efeito simples como para máquinas de absorção de efeito múltiplo, e ainda para as máquinas de efeito duplo e também de efeito triplo. Consoante o tipo de coletor, chegaria uma, duas ou três linhas de solução concentrada quente, procedente de dois geradores, assim como uma, duas ou três entradas de água procedente de um condensador.

[0041] Outro objeto da invenção é constituído por uma máquina de absorção de uso combinado, que alia o modo de funcionamento de efeito simples, com o de

efeito duplo, e em que se pode alternar o funcionamento de uma para a outra, em função das necessidades da instalação a que se dá o serviço, e em que ainda se dispõe de um sistema de canalizações e válvulas que permite determinar o modo de funcionamento da mesma. Esta máquina de absorção pode, por conseguinte, incorporar o absorvedor descrito ou o conjunto absorvedor-evaporador.

[0042] Esta máquina de absorção de uso combinado tem fundamentalmente aplicação no caso de se utilizarem energias renováveis, em que a máquina de efeito simples utilizaria uma energia renovável, designadamente energia solar ou recuperável de calores residuais, e a máquina de efeito duplo utilizaria como fonte de calor um combustível comercial.

[0043] A máquina de absorção objeto desta invenção é, portanto, utilizada tanto nos casos de condensação por água como de condensação por ar, para climatizar edifícios, prédios, lojas e para refrigerar lojas, câmaras frigoríficas, estufas, edifícios industriais, etc., assim como pode igualmente ser utilizada para climatizar e refrigerar qualquer tipo de veículo: barcos, autocarros urbanos, autocarros interurbanos, caminhões, cabines de caminhões.

[0044] Para complementar a descrição que está a ser feita, e com vista a ajudar a uma melhor compreensão das características da invenção, de acordo com um exemplo preferencial de realização prática da mesma, junta-se, como parte integrante da referida descrição, um conjunto de desenhos, nos quais, com carácter ilustrativo e não limitativo, foi representado o seguinte:

- A figura 1 mostra um esquema da máquina de absorção de efeito simples, que inclui o absorvedor da invenção representado de forma esquemática.
- A figura 2 mostra uma perspectiva em corte da projeção do bocal associado ao pulverizador.
- A figura 3 mostra uma perspectiva esquemática do bocal.
- A figura 4 mostra uma perspectiva esquemática do pulverizador, com o bocal projetando uma lâmina plana, de forma triangular, em leque.

- A figura 5 mostra o gerador de calor, com permutador.
- A figura 6 mostra o gerador de calor, com queimador.
- A figura 7 mostra um esquema da máquina de absorção de efeito duplo, que incorpora o absorvedor da invenção, representado de forma esquemática.
- A figura 8 mostra um esquema da máquina de absorção, que integra o modo de funcionamento de efeito simples com o de efeito duplo.
- A figura 9 mostra um esquema da máquina de absorção de efeito simples, que incorpora o conjunto absorvedor-evaporador da invenção, representado de forma esquemática.
- A figura 10 mostra um esquema da máquina de absorção de efeito duplo, que incorpora o conjunto absorvedor-evaporador da invenção, representado de forma esquemática.
- A figura 11 mostra uma perspectiva em projeção seccionada do conjunto absorvedor-evaporador, na sua aplicação para uma máquina de efeito simples.
- A figura 12 mostra uma perspectiva lateral seccionada do conjunto absorvedor-evaporador na sua aplicação para uma máquina de efeito simples.
- A figura 13 mostra uma perspectiva em projeção seccionada do conjunto absorvedor-evaporador, na sua aplicação para uma máquina de efeito duplo.
- A figura 14 mostra uma perspectiva lateral seccionada do conjunto absorvedor-evaporador, na sua aplicação para uma máquina de efeito duplo.

[0045] De acordo com o esquema mostrado na figura 1, a máquina de absorção de brometo de lítio, de efeito simples, da invenção, compreende:

- um gerador (1) de calor, que dispõe de uma câmara de aquecimento (2), adaptada para aquecer a solução de brometo de lítio em água e que inclui um separador de vapor de água (não representado);
- um absorvedor (3) que compreende:
  - um tanque de armazenamento (4),
  - uma bateria de pulverizadores (5), situada no interior do tanque de armazenamento (4), pelo qual se introduz a solução concentrada e quente,

que é projetada no interior do tanque (4), para respectiva diluição,

- um permutador de calor (6), exterior ao tanque de armazenamento (4), que arrefece a solução diluída,

- uma bomba de recirculação (7), que aspira a solução diluída do tanque de armazenamento (4) e a impulsiona até ao permutador de calor (6), do qual sai a solução diluída arrefecida, retornando à bateria de pulverizadores (5), num processo contínuo de recirculação, e

- uma bomba de alimentação (8), destinada a alimentar o gerador de calor (1), aspirando a solução diluída do absorvedor (3) e impulsionando-a até ao gerador (1), onde a solução volta a concentrar-se,

- um recuperador de calor (9), situado entre o gerador (1) e o absorvedor (3), no qual se transfere o calor da solução quente e concentrada que sai do gerador (1) para a solução diluída e fria que vem do absorvedor (3), pré-aquecendo-a, antes de ser alimentada ao gerador (1),

- uma válvula redutora de pressão (10), situada entre o recuperador de calor (9) e o absorvedor (3),

- um condensador (11), ligado ao gerador (1), que condensa o vapor de água produzido no gerador (1),

- um evaporador (12), ligado ao absorvedor (3), adaptado para introduzir vapor de água no absorvedor (3), e

- uma válvula de expansão (13), que liga o condensador (11) ao evaporador (12).

[0046] De acordo com a configuração descrita, a máquina de absorção destaca-se fundamentalmente pela incorporação, em cada um dos pulverizadores da bateria de pulverizadores (5), de bocais (14) de forma oval, representados nas Figuras 2 e 3, destinados a pulverizar a solução, e que são em forma de lâmina plana (15), de configuração essencialmente triangular, tipo leque, conforme se vê na Figura 4, e em que os bocais (14) dos pulverizadores estão dispostos preferencialmente de forma a que as referidas

lâminas planas (15) se projetem paralelamente, conforme se observa na Figura 1.

[0047] É também de destacar que, de acordo com uma das características fundamentais da invenção, o permutador de calor (6) da máquina de absorção é um permutador solução-ar, como o que está representado na Figura 1, com um ventilador (16) associado ao referido permutador, embora também se tenha em conta que, mantendo as particularidades descritas no parágrafo anterior, o permutador de calor (6) possa ser do tipo solução-água.

[0048] O ventilador (16) do permutador de calor (6), do tipo solução-ar, pode ser o mesmo que o ventilador (16) que arrefece o condensador (11), conforme se observa na Figura 1.

[0049] Nas Figuras 5 e 6 observa-se que o gerador (1) pode incorporar, na câmara de aquecimento (2), um permutador de calor (23) e/ou, associado à câmara de aquecimento, pode dispor de um queimador (17) de combustível fóssil.

[0050] Na Figura 1 observa-se a aplicação da máquina de absorção a um espaço a climatizar (18), onde se nota que o evaporador (12) incorpora um permutador (19), pelo interior do qual circula água procedente do espaço a climatizar (18) e que se quer arrefecer, assim como dispõe de uma bomba de água fria (20), que impulsiona a água arrefecida neste permutador (19) até um dispositivo arrefecedor (21), instalado no espaço a climatizar (18), e que está dotado de um ventilador (22).

[0051] Na figura 7 está representada uma máquina de brometo de lítio de efeito duplo, que compreende parte dos elementos representados na Figura 1 da máquina de efeito simples, e a qual, em lugar de um único gerador, dispõe de um gerador de alta (1') e de um gerador de baixa (1''), ligado ao gerador de alta (1'), onde o gerador de alta (1') pode estar associado ao queimador (17). Por conseguinte, cada um dos geradores de alta (1') e de baixa (1'') estão por sua vez ligados, respectivamente, a um recuperador de

alta (9') e a um recuperador de baixa (9''), que envia a solução quente e concentrada dos geradores de alta e de baixa (1', 1'') para o absorvedor (3), incorporando entre eles e o absorvedor (3) umas válvulas redutoras (10', 10''). [0052] O gerador de baixa (1'') está ligado ao condensador (11) e a um sub-arrefecedor (24), contíguo ao condensador (11). Do condensador (11) e do sub-arrefecedor (24) parte a seguir vapor de água condensado, que se dirige a umas das válvulas de expansão de alta (13') e de baixa (13''), respectivamente, onde se reduz a pressão e a temperatura até à sua entrada no evaporador (12).

[0053] Neste caso, contempla-se a incorporação de uma entrada adicional no absorvedor (3), que estaria ligada ao recuperador de baixa (9''), por intermédio da válvula redutora (10'') atrás referida, assim como se contempla que a bomba de alimentação (8) dirija a solução diluída no absorvedor (3) até aos recuperadores de alta (9') e de baixa (9''), por intermédio de uma válvula de distribuição da solução (25).

[0054] Na figura 8 está representada uma máquina de absorção, em que alterna o funcionamento de uma máquina de efeito simples com uma de efeito duplo, incorporando uma série de válvulas que permitem ativar um ou outro modo. Concretamente, a máquina incorpora:

- uma válvula de ligação (37) entre o gerador (1) e o condensador (11),
- uma válvula de retorno ao recuperador (26), situada entre o recuperador (9) e um ramal que parte de um ponto entre a válvula de distribuição da solução (25) e a bomba de alimentação (8),
- uma válvula de circulação para o sub-arrefecedor (27), que liga o gerador de baixa (1'') ao sub-arrefecedor (24), e
- uma válvula de circulação para o condensador (28), que liga o gerador de baixa (1'') ao condensador (11).

[0055] Distinguem-se dois modos de funcionamento da máquina: o modo de funcionamento de efeito simples e o modo de funcionamento de efeito duplo. No

caso do efeito simples, representou-se a cheio a circulação do fluido, que intervém no funcionamento da máquina, e no qual se encontram abertas apenas a válvula redutora (10), a válvula de retorno ao recuperador (26), a válvula de ligação (37) e a válvula de expansão de alta (13'), enquanto que as restantes válvulas permanecem fechadas.

[0056] No caso de funcionamento da máquina em modo de efeito duplo, encontram-se fechadas apenas a válvula de retorno ao recuperador (26), a válvula de expansão (10) e a válvula de ligação (37).

[0057] Por outro lado, na Figura 9 foi representada uma máquina de absorção de efeito simples, na qual, em lugar do absorvedor (3), é proposta a incorporação de um conjunto absorvedor-evaporador (3'), representado de forma esquemática, que compreende um tanque de armazenamento (4'), dotado de uma parede vertical separadora (29) e isolante, que define duas câmaras (30, 33) que comunicam pela sua parte superior:

- uma câmara de evaporação (30), definida a um lado da parede vertical separadora (29), e que compreende um evaporador (32), e
- uma câmara de absorção (33), definida do outro lado da parede vertical separadora (29), e na qual tem lugar a diluição da solução concentrada.

[0058] Este conjunto absorvedor-evaporador (3') mantém em comum com o absorvedor (3) a incorporação da bomba de alimentação (8), destinada a extrair a solução diluída, o permutador de calor (6) exterior, que arrefece a solução diluída, e a bomba de recirculação (7), que aspira a solução diluída e a impulsiona até ao permutador de calor (6), para o seu retorno à bateria de pulverizadores (5), num processo contínuo de recirculação.

[0059] Na figura 10 representou-se uma máquina de absorção de efeito duplo, que integra portanto este conjunto absorvedor-evaporador (3').

[0060] Nas figuras 11 e 12 observa-se mais particularmente o conjunto absorvedor-evaporador, no qual a parede vertical (29), representada na figura 12, permite a passagem do vapor da câmara de evaporação (30) para a câmara

de absorção (33), pela parte superior do tanque de armazenamento (4'), já que a parede separadora (29) não chega até à parte superior.

[0061] À câmara de evaporação (30) chega, pelo menos, em uma linha de abastecimento de água (38) procedente do condensador (11), até onde se encontra o evaporador (32), o qual compreende um circuito de líquido refrigerante, formado por tubos (35), pelos quais circula líquido refrigerante secundário, quente (aproximadamente a 10°C-18°C), pelos tubos (35) superiores, e líquido refrigerante secundário, mais frio (aproximadamente a 7°C-15°C), pelos tubos (35) inferiores, líquido refrigerante secundário, que pode ser dirigido para o local (18) a arrefecer, para uma câmara frigorífica, uma estufa, etc. A água, ao entrar em contato com os tubos (35) do circuito de líquido refrigerante, a água, que se encontra a muito baixa pressão (aproximadamente 8 a 15 mbar), evapora-se e sobe dentro da câmara de evaporação (30), ultrapassando a parede vertical separadora (29) e chegando à câmara de absorção (33).

[0062] Nesta câmara de absorção (33), o vapor de água procedente da câmara de evaporação (30) entra em contato com a solução de brometo de lítio que se projeta desde os pulverizadores (5).

[0063] Foi previsto que, na câmara de absorção (33), se encontra um coletor (36), destinado a receber a solução de refrigerante concentrado e quente, procedente do recuperador (9), um coletor (36), que reúne os referidos pulverizadores (5), e que, por conseguinte, se destina a receber uma linha de recirculação (39).

[0064] Assim, desde o coletor de solução (36) é pulverizada a solução de brometo, através dos pulverizadores (5). A pulverização, em forma de lâminas planas (15), de solução de brometo de lítio, favorece a sua diluição com o vapor.

[0065] Uma vez desprendida a lâmina de solução, esta cai no fundo da câmara de absorção (33), conforme se observa na figura 12, de onde, uma vez diluída, uma parte da solução se dirige para o gerador (1), com a ajuda da bomba de

alimentação (8), e a outra parte se dirige, por intermédio do permutador (6), para o coletor de solução (7) da câmara de absorção (13) do depósito (10), iniciando outra vez o processo de absorção.

[0066] O permutador (6) de calor é do tipo solução-ar ou do tipo solução-água.

[0067] No caso de uma máquina de efeito duplo, contempla-se igualmente a incorporação deste conjunto absorvedor (3'), conforme representado na figura 10, mostrando-se minuciosamente, nas figuras 13 e 14, que o conjunto absorvedor-evaporador (3') mantém a mesma estrutura, com a incorporação das respectivas linhas de entrada no coletor (36), neste caso procedentes dos recuperadores (9', 9''), e das respectivas linhas de entrada de água (38), procedentes do condensador (11) e do sub-arrefecedor (24).

## **REIVINDICAÇÕES**

1. “**ABSORVEDOR DA MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO**”, o referido absorvedor compreendendo um tanque de armazenamento (4), uma bateria de pulverizadores (5), situada no interior do tanque de armazenamento (4), destinada a receber uma solução concentrada e quente, e para a projetar no interior do tanque (4), para a respectiva diluição, uma bomba de alimentação (8), destinada a extrair a solução diluída do absorvedor (3), compreendendo adicionalmente um permutador de calor (6), exterior ao tanque de armazenamento (4) que arrefece a solução diluída, e uma bomba de recirculação (7), destinada a aspirar a solução diluída do tanque de armazenamento (4) e a impulsioná-la até ao permutador de calor (6), para o seu retorno à bateria de pulverizadores (5), em um processo contínuo de recirculação caracterizado por cada um dos aspersores da fila de aspersores (5) compreender bicos (14) de forma oval, adaptados para pulverizar a solução na forma de uma folha plana (15) com uma forma essencialmente triangular do tipo leque, os referidos bocais (14) sendo dispostos de tal maneira que as folhas planas (15) são projetadas em paralelo.

2. “**ABSORVEDOR**”, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o permutador de calor (6) ser do tipo solução-ar.

3. “**ABSORVEDOR**”, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o permutador de calor (6) ser do tipo solução-água.

4.- “**CONJUNTO ABSORVEDOR-EVAPORADOR DA MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO**”, o referido conjunto absorvedor-evaporador compreende um tanque de armazenagem (4’), uma bateria de pulverizadores (5), situada no interior do tanque de armazenamento (4), destinada a receber uma solução concentrada e quente, e a projetá-la no interior do tanque de armazenamento (4’) para respectiva diluição, uma bomba de alimentação (8), destinada a extrair a solução diluída, compreendendo

adicionalmente um permutador de calor (6), exterior ao tanque de armazenamento (4), que arrefece a solução diluída, e uma bomba de recirculação (7), destinada a aspirar a solução diluída do tanque de armazenamento (4) e a impulsioná-la até ao permutador de calor (6), para o seu retorno à bateria de pulverizadores (5), em um processo contínuo de recirculação, e por o tanque de armazenamento (4') estar dotado de uma parede vertical separadora (29) e isolante, que define duas câmaras (30, 33), que comunicam entre si pela sua parte superior, e que consistem em uma câmara de evaporação (30), definida de um dos lados da parede vertical separadora (29), e que compreende um evaporador (32), e uma câmara de absorção (33), definida do outro lado da parede vertical separadora (29) caracterizado por cada um dos aspersores da fila de aspersores (5) compreender bicos (14) de forma oval, adaptados para pulverizar a solução na forma de uma folha plana (15) com uma forma essencialmente triangular do tipo leque, os referidos bocais (14) sendo dispostos de tal maneira que as folhas planas (15) são projetadas em paralelo.

5.- **“CONJUNTO”**, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por o permutador de calor (16) ser do tipo solução-ar.

6.- **“CONJUNTO”**, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por o permutador de calor (16) ser do tipo solução-água.

7.- **“CONJUNTO”**, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por a câmara de absorção (33) incorporar um coletor (36), destinado a receber a solução de refrigerante concentrado e quente, assim como serve de base aos referidos pulverizadores (5), e que está adaptado para receber uma linha de recirculação (39).

8.- **“MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO, DE EFEITO SIMPLES”**, que inclui um gerador (1) de calor, que dispõe de uma câmara de aquecimento (2), destinada a aquecer a solução de brometo de lítio-água, um absorvedor (3), um recuperador de calor (9), situado entre o gerador (1) e o

absorvedor (3), em que o calor da solução quente e concentrada que sai do gerador (1) é transferido à solução diluída e fria que vem do absorvedor (3), pré-aquecendo-a antes de ser alimentada no gerador (1), uma válvula de redutora de pressão (10), situada entre o recuperador de calor (9) e o absorvedor (3), um condensador (11), ligado ao gerador (1), que condensa o vapor de água produzido no gerador (1), um evaporador (12), ligado ao absorvedor (3), destinado a introduzir vapor de água no absorvedor (3), uma válvula de expansão (13), que liga o condensador (11) ao evaporador (12), caracterizada por o absorvedor (3) ser aquele que é descrito em qualquer uma das reivindicações de 1 a 3.

9.- **“MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO, DE EFEITO DUPLO”**, que compreende um gerador de alta (1') e um gerador de baixa (1''), ligado ao gerador de alta (1'), para aquecer a solução de brometo de lítio em água, um absorvedor (3), um recuperador de alta (9') e um recuperador de baixa (9''), associados aos geradores de alta (1') e de baixa (1''), destinados a enviar a solução quente e concentrada dos geradores (1', 1'') para o absorvedor (3), válvulas redutoras (10', 10''), associadas respectivamente aos geradores de alta (1') e de baixa (1''), uma válvula de distribuição da solução (25), situada entre a bomba de alimentação (8) e os recuperadores (9' 9''), um condensador (11), ligado ao gerador de alta (1'), que condensa o vapor de água produzido no gerador de alta (1'), um sub-arrefecedor (24), contíguo ao condensador (11), ligado ao gerador de baixa (1''), um evaporador (12), ligado ao absorvedor (3), destinado a introduzir vapor de água no absorvedor (3), válvulas de expansão de alta (13') e de baixa (13''), respectivamente situadas entre o evaporador (12) e o condensador (11), e entre o evaporador (12) e o sub-arrefecedor (24), caracterizada por o absorvedor (3) ser o absorvedor (3) descrito em qualquer uma das reivindicações de 1 a 3.

10.- **“MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO, DE EFEITO SIMPLES”**, caracterizada por compreender o conjunto absorvedor-

evaporador (3') de acordo com qualquer uma das reivindicações de 4 a 7, um gerador (1) de calor, que dispõe de uma câmara de aquecimento (2), destinado a aquecer a solução de brometo de lítio em água, um recuperador de calor (9), situado entre o gerador (1) e o absorvedor-evaporador (3'), no qual é feita a transferência do calor da solução quente e concentrada que sai do gerador (1) para a solução diluída e fria que vem do absorvedor-evaporador (3'), pré-aquecendo-a antes de ser alimentada ao gerador (1), uma válvula redutora de pressão (10), situada entre o recuperador de calor (9) e o absorvedor-evaporador (3'), um condensador (11), ligado ao gerador (1), que condensa o vapor de água produzido no gerador (1), e uma válvula de expansão (13), que liga o condensador (11) ao evaporador (12).

11.- **“MÁQUINA DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO, DE EFEITO DUPLO”**, caracterizada pelo fato de compreender o conjunto absorvedor-evaporador (3') de acordo com qualquer uma das reivindicações de 4 a 7, um gerador de alta (1') e um gerador de baixa (1''), ligado ao gerador de alta (1'), para aquecer a solução de brometo de lítio em água, um recuperador de alta (9') e um recuperador de baixa (9''), associados aos geradores de alta (1') e de baixa (1''), destinado a enviar a solução quente e concentrada dos geradores (9', 9'') para o conjunto absorvedor-evaporador (3'), válvulas redutoras (10', 10''), associadas respectivamente aos geradores de alta (1') e de baixa (1''), uma válvula de distribuição de solução (25), situada entre a bomba de alimentação (8) e os recuperadores (9' 9''), um condensador (11), ligado ao gerador (1), que condensa o vapor de água produzido no gerador (1), um sub-arrefecedor (24), contíguo ao condensador (11), ligado ao gerador de baixa (1''), e válvulas de expansão de alta (13') e de baixa (13''), situadas respectivamente entre o evaporador (12) e o condensador (11), e entre o evaporador (12) e o sub-arrefecedor (24).

12.- **“UNIDADE DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO, DE EFEITO SIMPLES OU DUPLO”**, caracterizada por compreender a máquina de

absorção de efeito simples, de acordo com a reivindicação 8, e a máquina de absorção de efeito duplo, de acordo com a reivindicação 9, compreendendo adicionalmente as válvulas que a seguir se descrevem e que determinam o modo de funcionamento como de efeito simples ou duplo ou modo de funcionamento combinado como sendo: uma válvula de ligação (37) entre o gerador (1) e o condensador (11), de uma válvula de retorno ao recuperador (26), situada entre o recuperador (9) e um ramal que parte de um ponto entre a válvula de distribuição da solução (25) e a bomba de alimentação (8), de uma válvula de circulação no sub-arrefecedor (27), e que liga o gerador de baixa (1'') ao sub-arrefecedor (24), e de uma válvula de circulação no condensador (28), que liga o gerador de baixa (1'') ao condensador (11).

13.- **“UNIDADE DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO, DE EFEITO SIMPLES OU DUPLO”**, caracterizada por compreender a máquina de absorção de efeito simples de acordo com a reivindicação 10 e a máquina de absorção de efeito duplo de acordo com a reivindicação 11 e pelo fato de compreender adicionalmente as válvulas que a seguir se descrevem e que determinam o modo de funcionamento como de efeito simples ou duplo ou modo de funcionamento combinado como sendo: uma válvula de ligação (37) entre gerador (1) e o condensador (11), de uma válvula de retorno ao recuperador (26), situada entre o recuperador (9) e um ramal que parte de um ponto entre a válvula de distribuição da solução (25) e a bomba de alimentação (8), de uma válvula de circulação no sub-arrefecedor (27), que liga o gerador de baixa (1'') ao sub-arrefecedor (24), e de uma válvula de circulação no condensador (28), que liga o gerador de baixa (1'') ao condensador (11).

14. **“UNIDADE DE ABSORÇÃO DE BROMETO DE LÍTIO, DE EFEITO SIMPLES OU DUPLO”**, de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 ou 13, caracterizada por a máquina de efeito simples utilizar como fonte de calor uma fonte de energia renovável, preferencialmente solar, ou energia recuperável do calor residual e a máquina de efeito duplo utilizar como fonte

de calor a fonte de energia de um combustível.

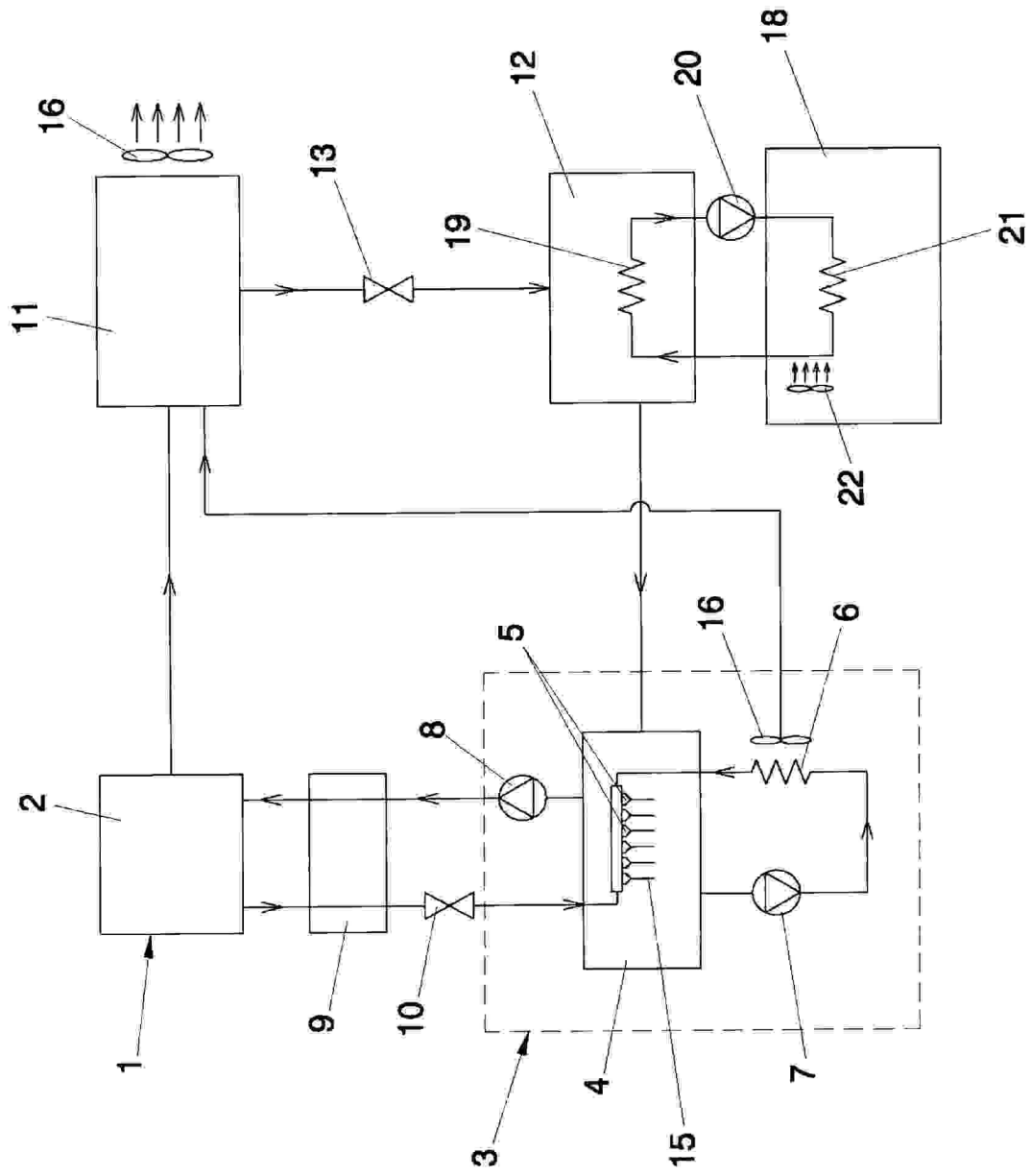
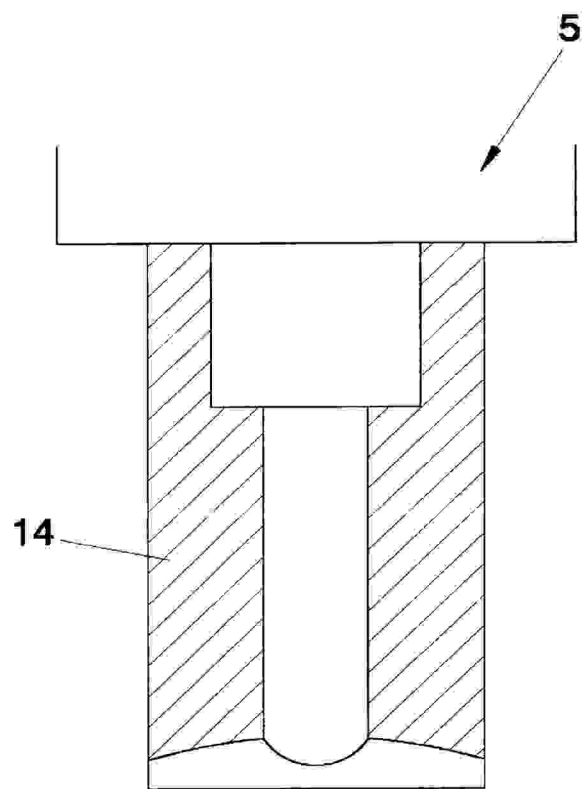
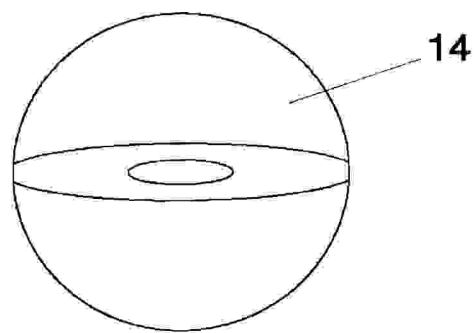
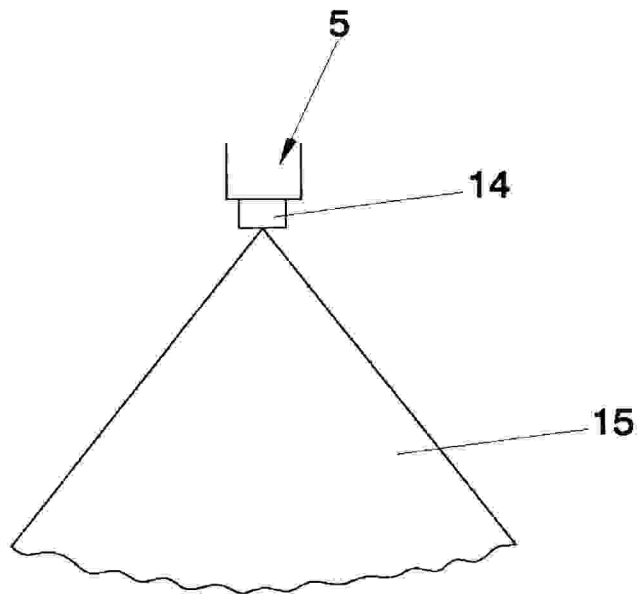
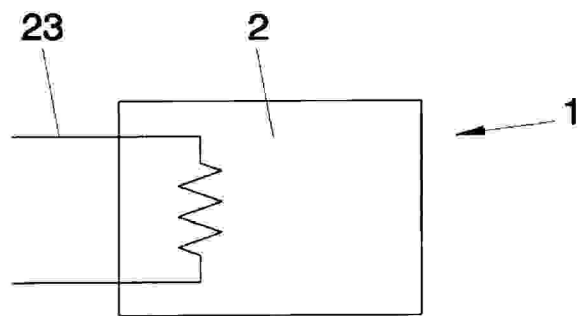
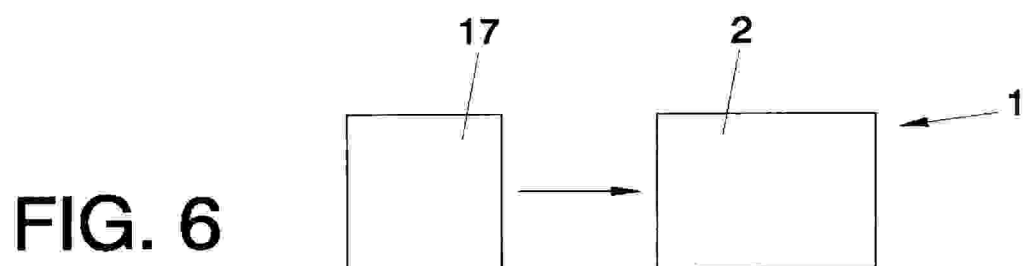


FIG. 1

**FIG. 2****FIG. 3**

**FIG. 4****FIG. 5****FIG. 6**

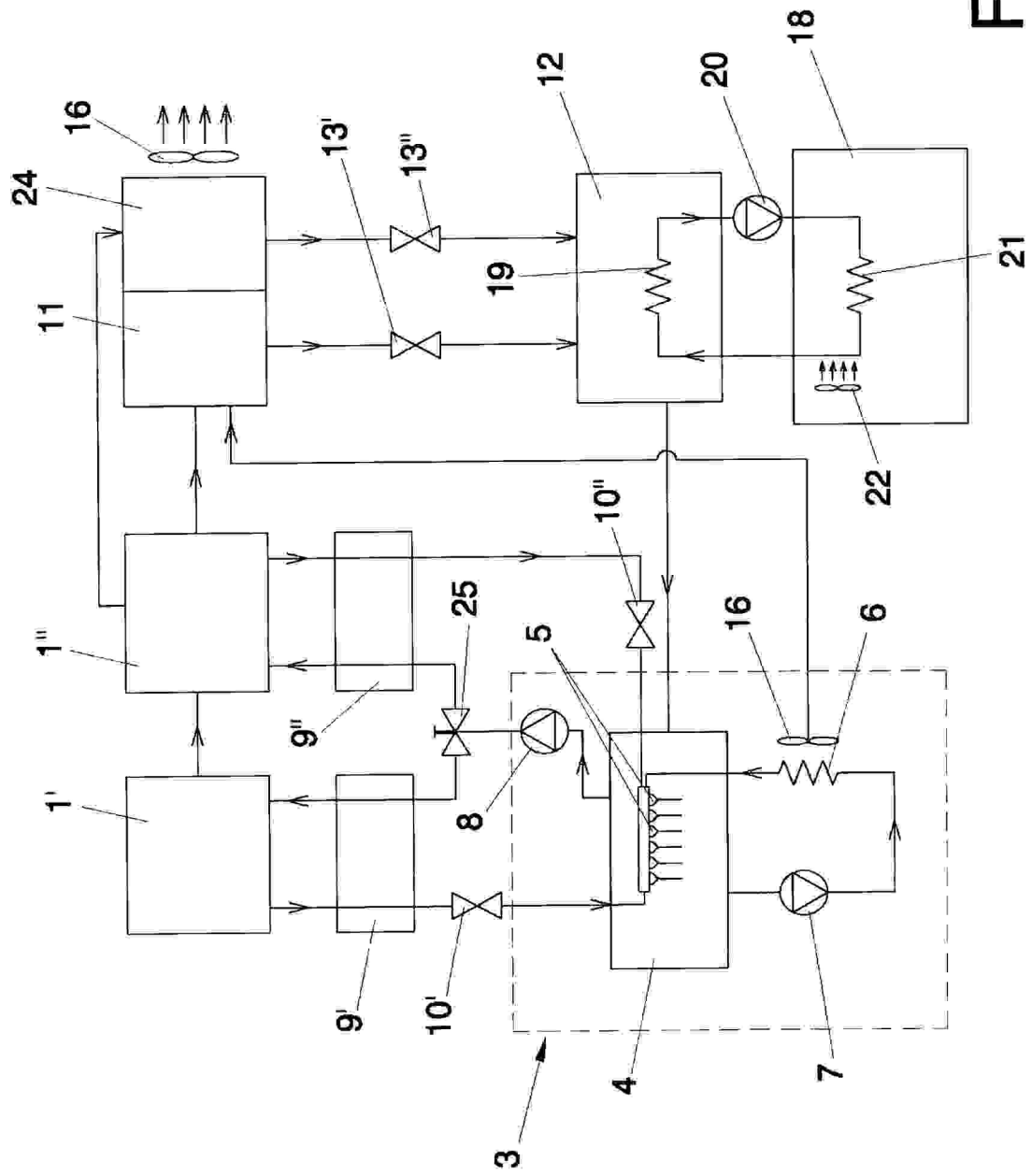


FIG. 7



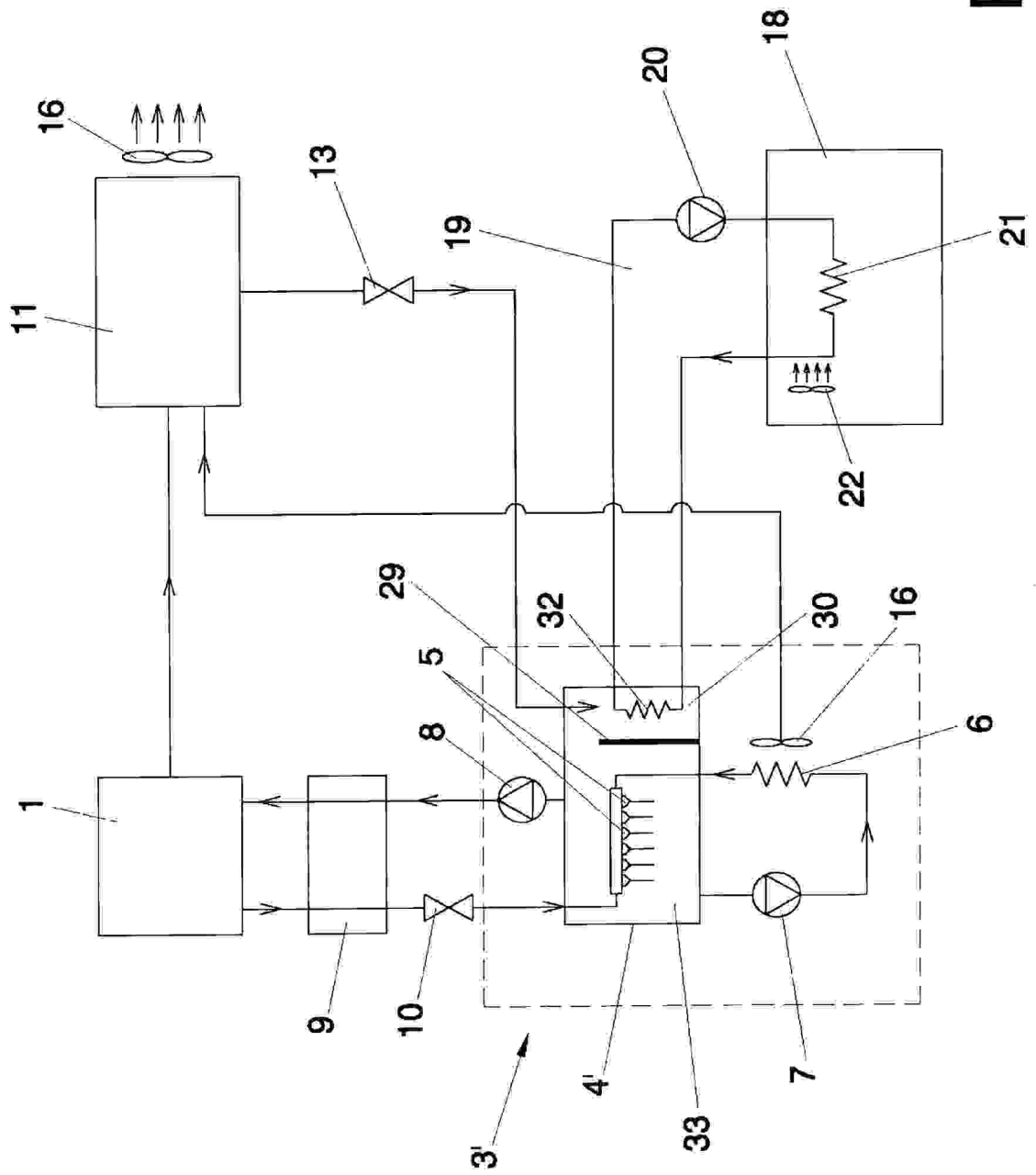


FIG. 9

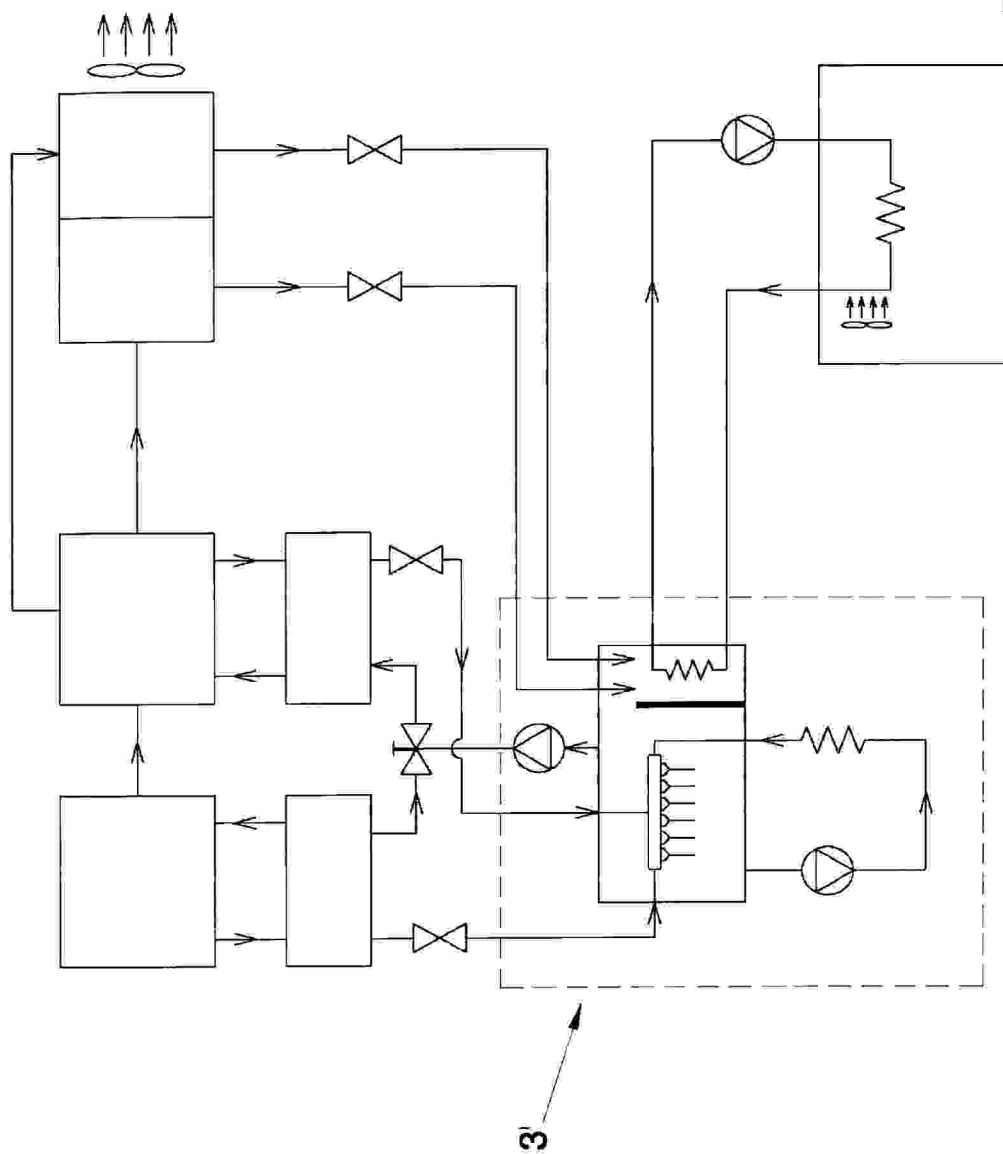


FIG. 10

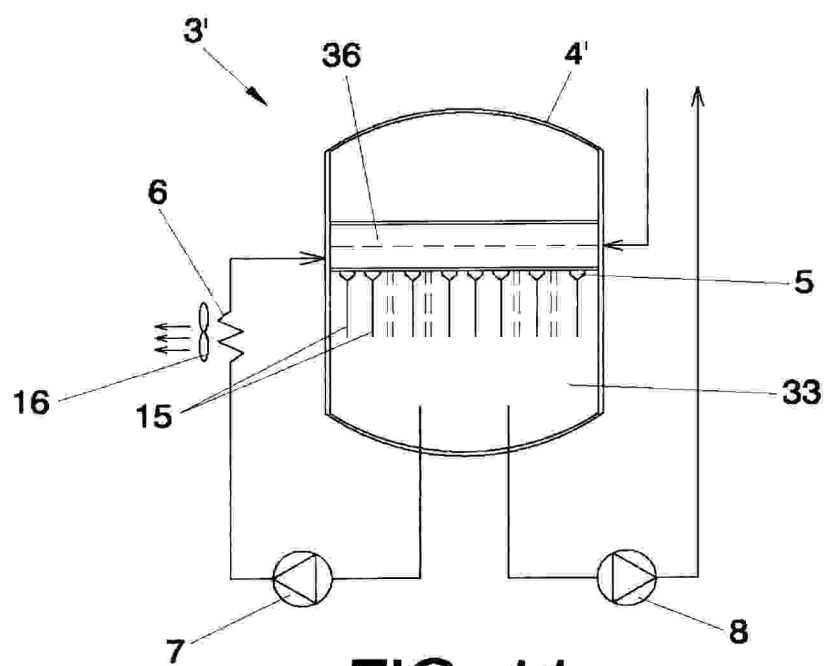


FIG. 11

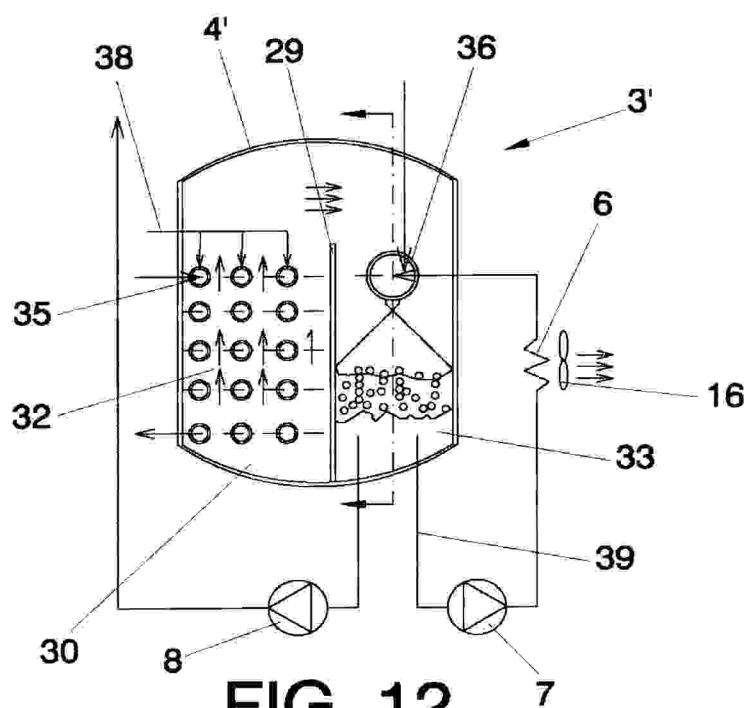


FIG. 12

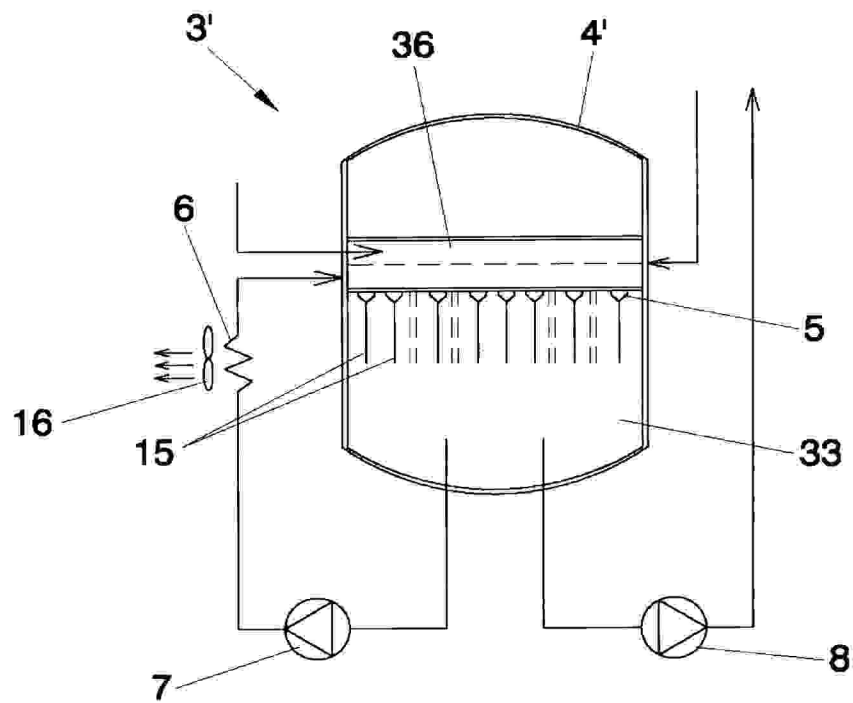


FIG. 13

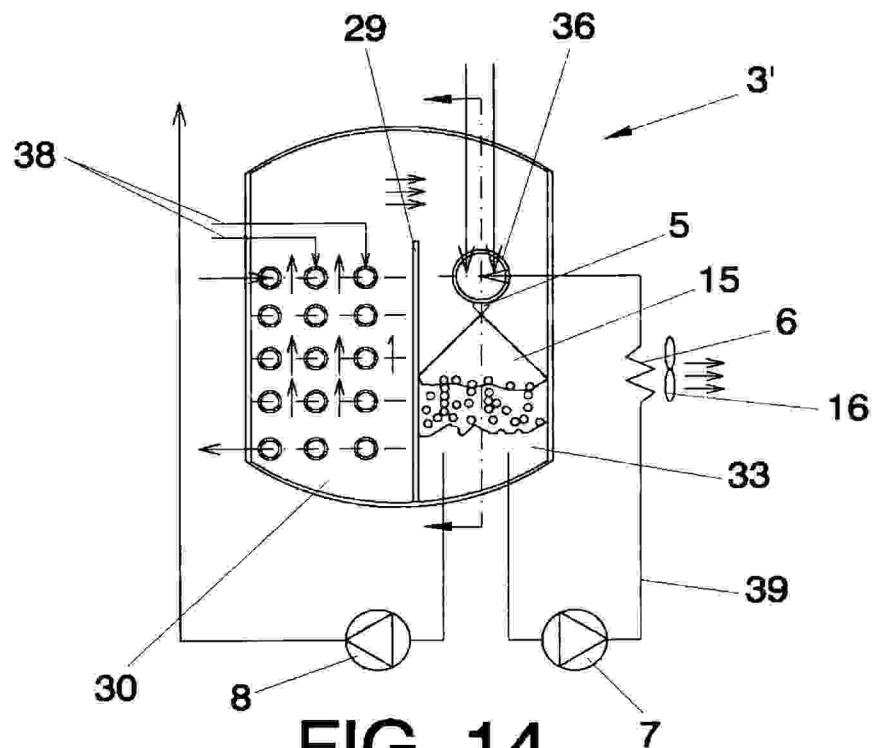


FIG. 14