

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

(21) **PI0609397-3 A2**



(22) Data de Depósito: 07/03/2006
(43) Data da Publicação: 18/10/2011
(RPI 2128)

(51) *Int.Cl.:*
B01D 1/26

(54) **Título:** EVAPORADOR DE MÚLTIPLO EFEITO ADAPTADO PARA DESTILAÇÃO DE ÁGUA

(30) **Prioridade Unionista:** 07/03/2005 US 60/658588

(73) **Titular(es):** I.D.E. TECHNOLOGIES LTD.

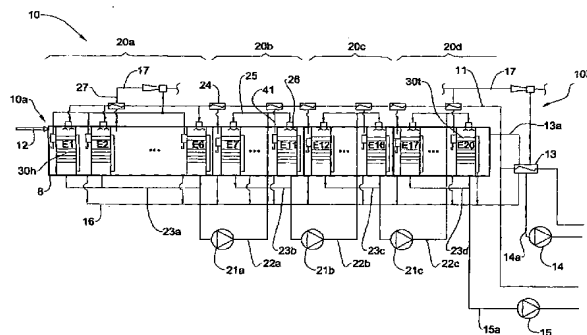
(72) **Inventor(es):** AVRAHAM OPHIR, JOSEPH WEINBERG

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT IL2006000302 de 07/03/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2006/095340de
14/09/2006

(57) **Resumo:** EVAPORADOR DE MÚLTIPLO EFEITO ADAPTADO PARA DESTILAÇÃO DE ÁGUA. Evaporador de múltiplo efeito (10), tendo uma extremidade a montante e uma extremidade a jusante, apropriado para destilação de água. Compreende uma pluralidade de efeitos (20a a 20d) conectados de uma maneira em série e distribuídos em grupos. Cada grupo tem uma entrada de alimentação de água paralela comum adaptada para alimentar todos os efeitos no grupo com água de alimentação. O evaporador ainda inclui uma linha de água de alimentação principal (11) em comunicação fluida com o grupo mais a montante. Um conjunto de aquecedores (24) é disposto ao longo da linha, apropriado para aquecer a água de alimentação antes do seu ingresso no interior dos efeitos do último grupo. Cada efeito compreende dispositivos para encaminhar o segundo vapor de saída para o interior de um dos aquecedores para aquecer a água de alimentação. Cada grupo compreende uma bomba (21) adaptada para extrair o concentrado (23) dos efeitos do grupo e bombear o mesmo para o interior da alimentação de água paralela comum de um grupo a jusante adjacente.





PI0609397-3

“EVAPORADOR DE MÚLTIPLO EFEITO ADAPTADO PARA DESTILAÇÃO DE ÁGUA”

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a instalações e processos de destilação, particularmente a um processo utilizando evaporadores de múltiplo efeito.

Fundamentos da Invenção

10 A destilação de água é um processo no qual vários materiais solúveis tal como sal, contaminantes etc. são eliminados da água contendo estes materiais, deixando água limpa usualmente potável. Um processo conhecido para a realização da dita destilação confia sobre a evaporação da água, grande parte tal como sais e incrustações sendo acumulado sobre o fundo de uma chaleira elétrica após a água ter se evaporado. Neste processo durante a evaporação da água, materiais solúveis que não são voláteis
15 permanecem em um resíduo em estado sólido, usualmente na forma de sal e carepa, e são descartados. O vapor pode então ser condensados de retorno a estado de líquido, resultando em água isenta de contaminantes.

A patente US nº 3 868 308 da requerente do presente pedido apresenta um sistema evaporador de múltiplo efeito compreendendo um
20 alojamento e uma pluralidade de efeitos ligados em série entre si, cada efeito tendo uma pluralidade de feixes de tubos. O sistema é de tal maneira construído que vapor de alta temperatura é introduzido ns tubos do primeiro efeito, enquanto água não destilada é pulverizada contra o exterior dos tubos, causando o vapor no tubo a se condensar enquanto evaporando uma parte da
25 água não destilada. O restante do vapor proveniente dos tubos de primeiro efeito, juntamente com a água evaporada no exterior dos tubos ingressa nos tubos de efeito a jusante adjacente, ao passo que o restante da água não destilada que não se evaporou, é acumulada no fundo do alojamento de efeito na forma de um concentrado e é movida para ser pulverizada contra o exterior

dos tubos do efeito a montante adjacente e assim por diante.

Uma vez que a água tenha completado sua passagem através de todos os efeitos do sistema evaporador, o processo produz água destilada na extremidade a jusante do evaporador e um concentrado quente na forma de uma solução aquosa altamente concentrada de materiais solúveis sobre a extremidade a montante.

Sumário da Invenção

De acordo com a presente invenção é apresentado um evaporador de múltiplo efeito apropriado para a destilação de água, compreendendo uma pluralidade de efeitos conectados de uma maneira em série e distribuídos em grupos incluindo um grupo mais a montante e subseqüentes grupos a jusante, cada grupo tendo um efeito mais a montante e um efeito mais a jusante e tendo uma entrada de alimentação de água paralela comum adaptada para abastecer todos os efeitos no dito grupo com água de alimentação, o evaporador ainda incluindo uma linha de água de alimentação principal em comunicação fluida com o grupo mais a montante, um conjunto de aquecedores dispostos ao longo da dita linha e adaptados para aquecer a dita água de alimentação antes do seu ingresso no interior dos efeitos do grupo mais a montante, cada efeito compreendendo dispositivos de transferência de calor adaptados para receber um vapor de admissão e produzir a partir da água de alimentação um primeiro vapor de saída, deixando o restante da água de alimentação como um concentrado, e para condensar uma parte do vapor de admissão para produzir água destilada, deixando o restante do primeiro vapor de admissão como um segundo vapor de saída, cada efeito compreendendo dispositivos para encaminhar o primeiro vapor de saída para o interior de um efeito a jusante adjacente, onde constituirá o primeiro vapor de admissão, e dispositivos para encaminha o segundo vapor de saída para o interior de um dos ditos aquecedores para aquecer a dita água de alimentação desse modo, cada grupo ainda

compreendendo uma bomba adaptada para extrair o concentrado dos efeitos do dito grupo e bombear a mesma para o interior da alimentação de água paralela comum de um grupo a jusante adjacente, e dispositivos para recolher a água destilada.

5 Na modalidade da invenção, os dispositivos de transferência de calor em cada efeito compreendem uma pluralidade de tubos com intervalos entre tubos intermediários, os tubos sendo adaptados para receber o vapor de admissão, e contatar a água de alimentação para causar uma transferência de calor entre eles, resultando na vaporização de uma parte da
10 água de alimentação nos espaços entre tubos, para produzir o dito primeiro vapor de saída, deixando o restante da água de alimentação como um concentrado, e resultando na condensação de uma parte do vapor de admissão nos tubos, para produzir a água destilada, deixando o restante do vapor de admissão como o segundo vapor de saída. Os tubos são adicionalmente
15 adaptados para canalizar a água condensada e o segundo vapor de saída de um lado do efeito para o outro.

 A entrada de alimentação de água paralela em cada grupo dos efeitos pode compreender dispositivos de dispersão adaptados para introduzir a dita água de alimentação no interior de cada um dos efeitos do grupo de
20 modo a permitir o seu contato com os tubos. A alimentação de água pode ser introduzida no interior dos dispositivos de dispersão em várias formas, *e.g.* na forma de película delgada e temperaturas, permitindo a otimização da transferência de calor e processo de dessalinização total.

 O número de efeitos compreendidos em um grupo pode variar
25 de acordo com a taxa de alimentação de água, temperatura de água e fatores adicionais. A formação do grupo pode conter até 30 efeitos mantendo altos fatores de eficiência.

 O feixe de tubos pode ser de qualquer material permitindo transferência de calor razoável entre o vapor no interior do tubo e a água

sobre o exterior do tubo, tal como de alumínio ou de outros metais ou ligas metálicas. Em operação, os tubos podem ser posicionados horizontalmente ou inclinados a um ângulo para auxiliar o vapor condensado no interior dos tubos a se escoar para a extremidade oposta do tubo pela força da gravidade. O perfil do tubo não está limitado a uma seção transversal circular e pode ser de outros perfis, por exemplo, oval.

Modificações adicionais podem ser introduzidas no evaporador tal como a galvanização dos tubos condensadores, adicionar coletores de íons, usar várias ligas para os tubos condensadores, etc.

10 Descrição Sucinta dos Desenhos

Para entender a invenção e ver como pode ser posta em prática, uma modalidade da presente invenção passa a ser descrita a seguir, meramente a título de exemplo não limitativo, com referência aos desenhos apensos, de acordo com os quais:

15 A figura 1 é uma vista esquemática de um evaporador de múltiplo efeito de acordo com a presente invenção, mostrando somente o primeiro e últimos efeitos dos grupos;

A figura 2 é uma vista ampliada do grupo 20c com efeitos a montante e a jusante dos grupos adjacentes 20b, 20d do evaporador mostrado na figura 1; e

A figura 3 é uma vista esquemática de um aquecedor alimentador usado no evaporador de múltiplo efeito mostrado nas figs. 1 e 2.

Descrição Detalhada de Modalidades Típicas

25 As figs. 1 e 2 mostram um sistema evaporador de múltiplo efeito 10 juntamente com sua linha de alimentação de água principal 11 se estendendo acima e ao longo do evaporador 10 de sua extremidade a jusante 10b para sua extremidade a montante 10a, e com sua linha de alimentação de vapor principal 11 associada com a extremidade a montante 10a do evaporador. O evaporador 10 é apropriado para a destilação de água admitida

a partir da linha de alimentação de água principal 11 usando o vapor admitido proveniente da linha de alimentação de vapor principal 12.

O evaporador 10 compreende um alojamento 8 e quatro grupos de efeitos designados como 20a a 20d, dispostos no seu interior, o grupo 20aa sendo o grupo mais a montante e o grupo 20d sendo o grupo mais a jusante. O evaporador 10 adicionalmente compreende um condensador 13 adaptado para condensar os remanescentes de vapor provenientes do processo de destilação, uma linha principal de água destilada 16 adaptada para recolher a água destilada produzida pelo evaporador, uma bomba de produto 14 apropriada para extrair do evaporador a água destilada, e uma bomba de salmoura 15 adaptada para extrair do evaporador a salmoura deixada após a destilação. O condensador e ambas as bombas são localizadas na extremidade a jusante do sistema.

A linha de alimentação de água 11 é munida de uma pluralidade de aquecedores 24, cada um tendo de uma entrada de vapor de aquecedor 41 adaptada para receber o vapor de cada grupo 20 e aquecer desse modo a água na linha de alimentação 11. Cada aquecedor 24 adicionalmente compreende uma primeira saída 27 (mostrada na fig. 3 e na fig. 1 somente para os aquecedores mais a montante e a jusante dos grupos 20a e 20d, respectivamente usados para remover gases não condensáveis (NCG) e vapor remanescente, em comunicação fluida com uma linha de remoção de NCO e vapor 17, e uma segunda saída 44 para extração de água da mesma.

Cada grupo de efeitos 20aa a 20d compreende uma pluralidade de efeitos 30 e uma pluralidade de câmaras de admissão 40 ligadas em série com os efeitos de maneira que cada efeito 30 tem no seu lado a montante uma câmara de admissão 40. Os efeitos são designados E1 a E20, os efeitos mais a montante e a jusante de cada grupo de efeitos 20 sendo designado como 30h e 30t, respectivamente. Os grupos 20a, 20b, 20c e 20d alojam no seu interior os efeitos E1 a E6, E7 a E11, E12 a E16, e E17 a E20, respectivamente.

Cada um dos grupos de efeitos 20 também compreende uma linha de admissão de água paralela comum 25 dividida em dispositivos de dispersão 26, cada um adaptado para introduzir água de alimentação na forma de uma delgada película em um dos efeitos 30. Cada grupo 20 adicionalmente
 5 compreende uma linha de drenagem de concentrado 23 e uma bomba de concentrado 21 conectada com a mesma, ambas adaptadas para extrair concentrado do grupo 20, a bomba 21 sendo adaptada para introduzir o concentrado na entrada de água 25 do grupo a jusante subsequente.

Cada efeito 30 compreende no seu topo uma entrada de água principal 31 adaptada para receber água a ser destilada do dispositivo de dispersão 26; uma entrada de vapor 32 localizada no lado a montante do efeito; e um coletor de concentrado 33 no fundo do efeito em comunicação fluida com a linha de drenagem de concentrado 23 do grupo de efeito. A entrada de vapor 32 do efeito mais a montante 30h do primeiro grupo 20a está
 10 em comunicação fluida com a linha de vapor principal 12, enquanto a entrada de vapor 32 de cada um dos outros efeitos de cada grupo é adaptada para receber vapor, através de suas câmaras de admissão precedentes 40, proveniente do efeito a montante adjacente imediatamente precedente 30.

No interior do efeito 30 está localizado um feixe de tubos 35, consistindo de tubos condensadores horizontalmente co-extensivos 35a de
 20 perfil oval ou circular em seção transversal, com um espaço 35b intermediário. As extremidades a montante dos tubos 35a constituem a entrada de vapor 32 do efeito, e as extremidades a jusante dos tubos 35a constituem uma primeira saída de vapor e água 34 do efeito, para vapor e
 25 água destilada egressando dos tubos, ao passo que o espaço 35b entre os tubos constituem uma segunda saída de vapor 36 do efeito para vapor criado a partir da água de alimentação no espaço 35b entre os tubos 35a. Os tubos são ligeiramente inclinados para baixo a partir do lado a montante do efeito para seu lado a jusante para permitir o fluxo de água no seu interior usando forças

gravitacionais. Os tubos são localizados sob a entrada principal 31 para permitir que a água de alimentação proveniente dos dispositivos de dispersão 26 seja pulverizada sobre os mesmos, para causar transferência de calor entre o vapor fluindo no interior dos tubos e a água pulverizada. As extremidades dos tubos 35 são suportadas por e dispostas no interior das chapas de tubos verticais 39.

Cada efeito adicionalmente compreende uma linha de efluxo de concentrado 37 que conecta o coletor de concentrado 33 de cada efeito 30 com a linha de drenagem de concentrado 23. A bomba de concentrado 21 de cada grupo 20 é conectada com a extremidade a jusante da linha de drenagem 23.

Como mencionado acima, a câmara de admissão 40 é disposta entre cada par de dois efeitos adjacentes 30, um efeito sendo no lado a montante da câmara e o outro situado no lado a jusante da câmara. A câmara 40 é adaptada para receber água e vapor proveniente das primeira e segunda saídas 34 e 36 do efeito localizado no lado a montante da câmara. A câmara é configurada para permitir que vapor proveniente da saída 34 flua para o interior da entrada de vapor 32 d efeito 30 localizado no lado a jusante da câmara. A câmara também tem no seu topo uma saída de vapor 43 através da qual o vapor proveniente da saída 36 é desviado para a entrada de vapor 41 do correspondente aquecedor 24. A câmara 40 adicionalmente compreende um separador de gotículas 38 localizado nas saídas de vapor 34, 36 de cada efeito e um coletor de água destilada 42 localizado no fundo da câmara, adaptado para receber a água destilada proveniente da primeira saída 34 do efeito no lado a montante da câmara. Conectada com cada coletor de água destilada 42 existe uma linha de efluxo de água destilada 47 conduzindo à linha principal de água destilada 16.

Deve ser apreciado que embora descritas aqui como sendo drenagens paralelas em comum tanto pra concentrado como para água

destilada, os coletores de concentrado 33 podem ser ligados em série entre, e os coletores de água destilada 42 também podem ser ligados entre si de uma maneira em série.

5 Os aquecedores 24 podem cada um ser associado com um grupo 20 ou com uma câmara de entrada 20 de cada grupo 20, conforme mostrado nos desenhos.

10 A linha de alimentação de água principal 11 e a linha de alimentação de vapor 12 são conectadas com o primeiro efeito 3h do primeiro grupo 20a. O condensador 12 está em comunicação fluida com a saída de água e vapor 34 do último efeito 30t do último grupo 20d através do conduto 13a e a bomba de salmoura 15 está em comunicação fluida com a linha de drenagem de concentrado 23 do último grupo 20d através do conduto 15a.

15 Em operação, a água de alimentação é introduzida a partir de uma fonte externa no interior da linha de alimentação 11 na extremidade a jusante do sistema, em torno de 25°C, e passada ao longo da linha de alimentação 11 através dos aquecedores 24. Os aquecedores 42 gradualmente aquecem a água de alimentação até ser introduzida no interior da entrada de água paralela comum 25 e dos dispositivos de dispersão 26 do primeiro grupo 20a. O aquecimento da água é de tal ordem que atinge o primeiro efeito 30h do primeiro grupo 20a à sua temperatura mais alta que pode atingir 82-85°C, 20 Ao mesmo tempo, vapor à uma temperatura ligeiramente acima de 85°C é introduzido pela entrada de vapor 32 d primeiro efeito, isto é, para o interior das extremidades a montante dos tubos 35a do primeiro grupo 20a.

25 A água proveniente da linha de alimentação é pulverizada para baixo a partir da entrada de água principal 25 usando o dispositivo de dispersão 26 cuja pulverização é na forma de uma delgada película, isto é, com cerca de 0,2 a 0,3 mm, sobre os tubos 35a de cada um dos efeitos 30 do primeiro grupo 20a. Mediante o contato da película de água com os tubos 35a, um processo de transferência de contato se processa entre esta película e o

vapor fluindo no interior dos tubos 35aa, resultando em parcial condensação do vapor nos tubos 35 e parcial evaporação da água de alimentação no espaço 35b entre os tubos.

O vapor que se condensou nos tubos 35a constitui a água destilada e se escoia pela ação da gravidade ao longo dos tubos, que são inclinados, para o interior da câmara de admissão 40 localizada na extremidade a jusante dos tubos, onde goteja para o coletor de água destilada 42. A água destilada se escoia do coletor 42 de cada câmara de admissão 40 para a linha principal de água destilada 16 através da linha de efluxo 47. O restante do vapor que não se condensou nos tubos 35a, flui para o interior da câmara de admissão 40 e é aspirado através da saída de vapor 43 para o interior da entrada de vapor 41 do respectivo aquecedor 24 que utiliza o vapor quente para aquecer a água de alimentação na linha de alimentação de água principal 11.

A água de alimentação que foi convertida em vapor no espaço 35b entre os tubos 35a do efeito é encaminhada através da câmara 40 para a entrada de vapor 32, e as extremidades a montante dos tubos 35a, do efeito seguinte, imediatamente a jusante. A água de alimentação que não se evaporou, isto é, o concentrado, goteja para o coletor do concentrado 33 no fundo do efeito 30, do qual o concentrado se escoia para o interior da linha de drenagem de concentrado 23 do primeiro grupo 20a.

O concentrado é então bombeado da linha de drenagem de concentrado 23 usando uma bomba de concentrado 21 através do conduto 22 para o interior da entrada de água paralela comum 25 do segundo grupo 20b, quando o processo é repetido neste e nos subseqüentes grupos, com a única diferença entre o primeiro grupo 20a e todos os grupos subseqüentes, de que o primeiro grupo 20a recebe água de alimentação da linha de alimentação de água principal 11 ao passo que os outros grupos recebem água de alimentação das bombas de concentrado 21. Assim, a água de alimentação e o vapor

ambos se deslocam a jusante durante o processo, o sistema evaporador sendo assim um evaporador de múltiplo efeito de fluxo de alimentação para frente.

O aquecedor de alimentação 24 mostrado na fig. 3 é adaptado para receber água de alimentação através da entrada 11a e vapor quente com NCG através da entrada 41 e permitindo transferência de calor entre os dois. Este processo produz água de alimentação aquecida egressando do aquecedor 124 através da saída 11b e vapor condensado, constituindo água destilada, egressando do aquecedor 24 através da saída 44. O vapor que não foi condensado é removido através da saída 27 através NCG e linha de vapor 17. A saída 44 pode estar em comunicação fluida com o coletor de água destilada 42 da câmara de admissão 40 ou com a linha principal de água destilada 16.

O processo acima descrito produz água destilada e obtém a salmoura mais altamente concentrada à sua temperatura mais baixa devido ao fluxo de alimentação para frente, em contraposição do fluxo de alimentação reverso onde a salmoura é produzida à temperatura mais alta. A salmoura de baixa temperatura prevenindo o risco de formação de incrustações e corrosão da instalação. A salmoura é removida do sistema usando uma bomba de salmoura 15 através do conduto 25a conectado com a drenagem de último concentrado 23d. Na extremidade a jusante do sistema a água destilada proveniente da linha principal de água destilada 16 é introduzida em um condensador 13 através do conduto 13aa, onde é utilizada para condensar o vapor proveniente do último efeito 30t do último grupo 20d. A partir do condensador 12, as bombas de produto 14 descarregam a água destilada usando o conduto 14a.

A operação do evaporador de múltiplo efeito 10 acima descrito pode ser adicionalmente modificada e otimizada por vários meios tais como coletores de íons para metais pesados, desaeração prévia da água em um tubo de titânio, isolamento de tubos das placas de tubos por ilhós elastoméricos e incorporando anodos de alumínio/magnésio sacrificiais na seção submersa de

cada efeito. Outrossim, vários tipos de água podem ser usados para o processo, o mais comum dos quais é água do mar. Além disso, vários números de efeitos para cada grupo e, um número variado de efeitos conjuntamente podem ser usados de maneira a produzir diferentes resultados.

5 Aqueles versados na técnica à qual a presente invenção se refere facilmente apreciarão que numerosas alterações, variações e modificações podem ser introduzidas sem se afastar do âmbito da invenção *mutatis mutandis*.

REIVINDICAÇÕES

1. Evaporador de múltiplo efeito adaptado para destilação de água, caracterizado pelo fato de que compreende uma pluralidade de efeitos conectados de uma maneira em série e distribuídos em grupos compreendendo um grupo mais a montante e subseqüentes grupos a jusante, cada grupo tendo um efeito mais a montante e um efeito mais a jusante e tendo uma entrada de alimentação de água paralela comum adaptada para suprir todos os efeitos no dito grupo com água de alimentação, o evaporador ainda incluindo uma linha de água de alimentação principal em comunicação fluida com o grupo mais a montante, um conjunto de aquecedores dispostos ao longo da dita linha e adaptados para aquecer a água de alimentação antes de seu ingresso no interior dos efeitos do grupo mais a montante, cada efeito compreendendo um dispositivo de transferência de calor adaptado para receber um vapor de admissão e produzir a partir da água de alimentação um primeiro vapor de saída, deixando o restante da água de alimentação como um concentrado e condensar uma parte do valor de admissão para produzir água destilada, deixando o restante do vapor de admissão como um segundo vapor de saída, cada efeito adicionalmente compreendendo um dispositivo para encaminhar o primeiro vapor de saída para o interior de um efeito a jusante adjacente, onde constituirá o vapor de admissão, e um dispositivo para encaminhar o segundo vapor de saída para o interior de um dos aquecedores para aquecer desse modo a água de alimentação; cada grupo compreendendo adicionalmente uma bomba adaptada pra extrair o concentrado dos efeitos do dito grupo e bombear o mesmo para o interior da alimentação de água paralela comum de um grupo a jusante adjacente; e dispositivos para recolher a água destilada.

2. Evaporador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de transferência de calor em cada efeito compreende uma pluralidade de tubos com espaços entre tubos

intermediários, os tubos sendo adaptados para receber o vapor de admissão, e contatar a água de alimentação para provocar transferência de calor entre eles, resultando na vaporização de uma parte de água de alimentação nos espaços entre tubos, para produzir o primeiro vapor de saída, deixando o restante da
5 água de alimentação como um concentrado, e resultando na condensação de uma parte do vapor de admissão nos tubos para produzir a dita água destilada, deixando o restante do vapor de admissão como o segundo vapor de saída.

3. Evaporador de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os ditos tubos são adicionalmente adaptados para canalizar a
10 água condensada e o segundo vapor de saída proveniente de um lado do efeito para o outro.

4. Evaporador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a entrada de alimentação de água em cada grupo dos efeitos compreende um dispositivo de dispersão adaptado para
15 introduzir a água de alimentação no interior de cada um dos ditos efeitos do grupo de modo a permitir seu contato com os tubos.

5. Evaporador de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a água de alimentação é introduzida em um dispositivo de dispersão na forma de uma película delgada.

20 6. Evaporador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o número de efeitos compreendido em um grupo varia.

7. Evaporador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6 caracterizado pelo fato de que o número total de efeito é maior que 20,
25 particularmente maior que 25, mais especificamente 30.

8. Evaporador de acordo com as reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o evaporador compreende uma linha de remoção de NCG.

9. Evaporador de acordo com a reivindicação 2 ou qualquer

uma das reivindicações 3 a 8, quando dependentes da reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os tubos são construídos de metais ou de ligas metálicas.

5 10. Evaporador de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que cada grupo compreende ainda uma linha de drenagem de concentrado em comunicação fluida com a bomba.

10 11. Evaporador de acordo com a reivindicação 2 ou qualquer uma das reivindicações 3 a 10, quando dependentes da reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que cada efeito tem uma extremidade a montante e uma extremidade a jusante, e os tubos serem inclinados de modo a causar a água destinada no interior dos tubos a se escoar para a extremidade a jusante do dito efeito pela força da gravidade.

15 12. Evaporador de acordo com a reivindicação 2 ou qualquer uma das reivindicações 3 a 11, quando dependente da reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os tubos são galvanicamente isolados utilizando ilhós elastoméricos.

20 13. Evaporador de acordo com a reivindicação 2 ou qualquer uma das reivindicações 3 a 12, caracterizado pelo fato de que o perfil dos tubos é oval.

14. Evaporador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda pelo fato de que compreende coletores de íons usados para remoção de metais pesados da água.

25 15. Evaporador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado ainda pelo fato de que compreende um tubo de titânio para desaeração prévia da água de alimentação.

30 16. Evaporador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada efeito compreende um coletor constituindo uma seção submersa do efeito, e anodos de alumínio-magnésio sacrificiais incorporados no seu interior.

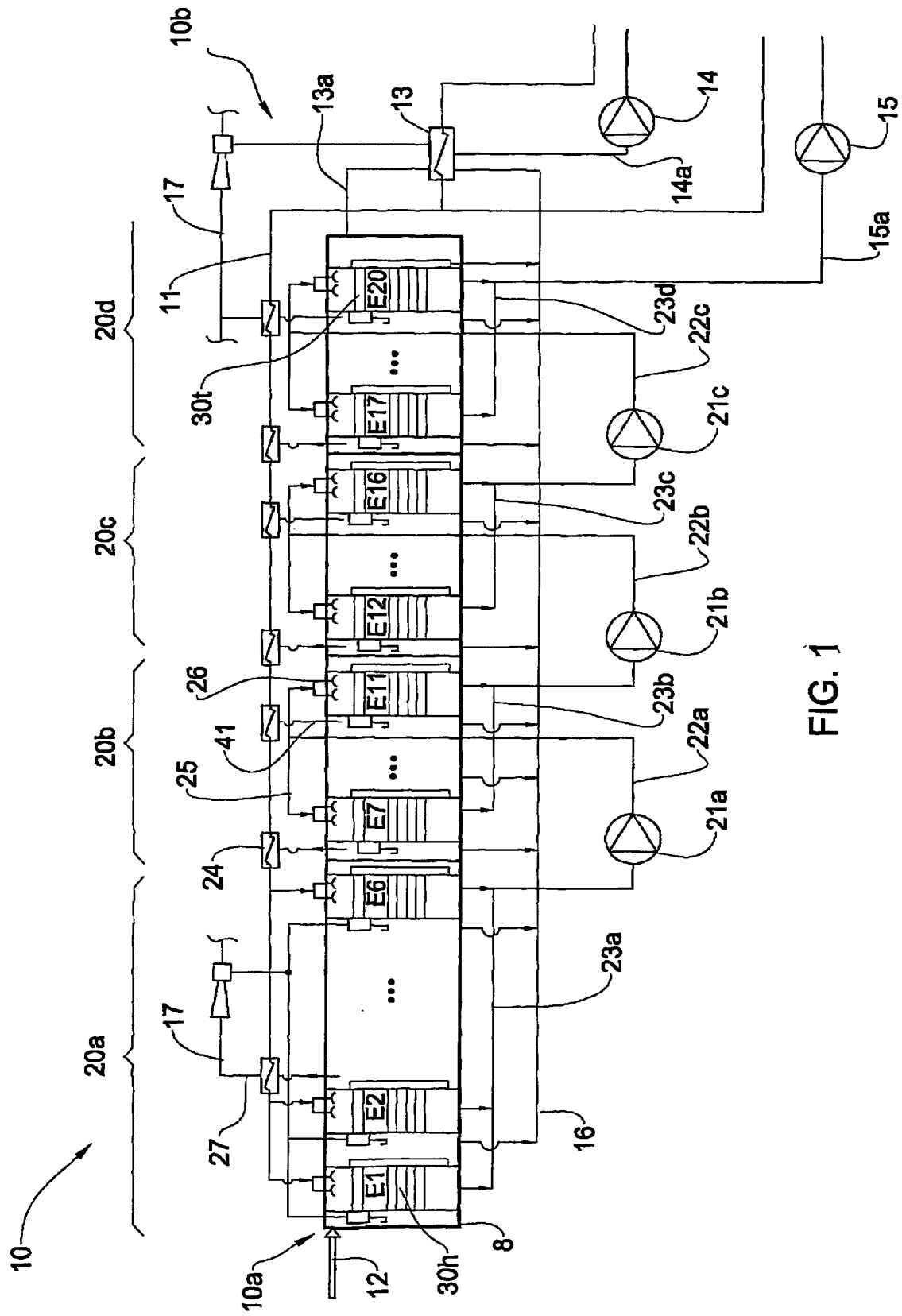


FIG. 1

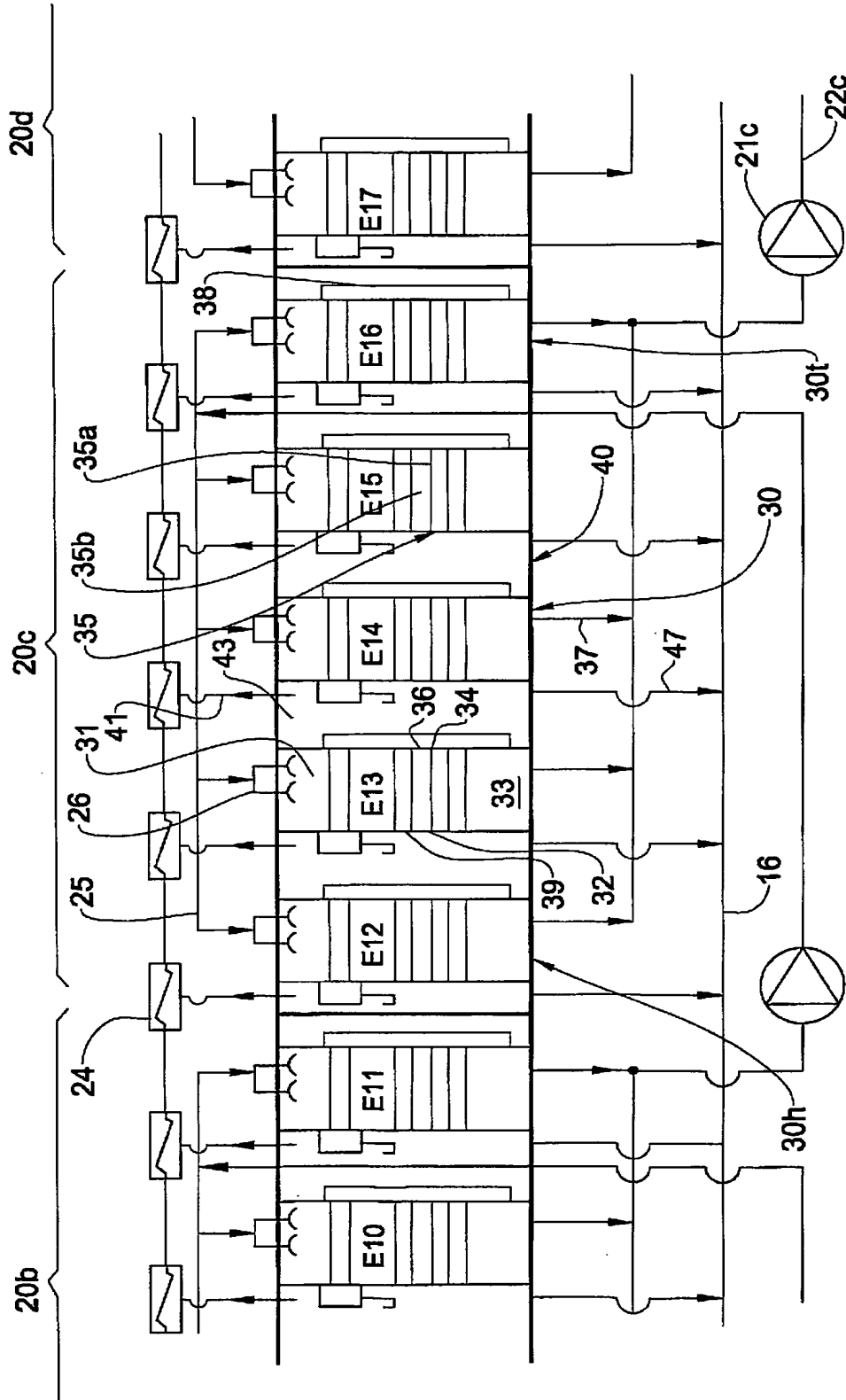


FIG. 2

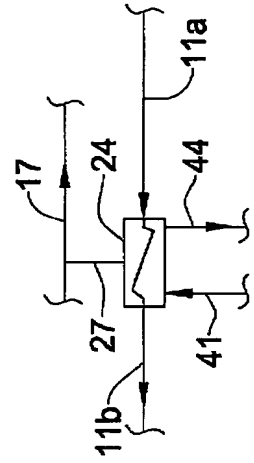


FIG. 3

RESUMO**“EVAPORADOR DE MÚLTIPLO EFEITO ADAPTADO PARA DESTILAÇÃO DE ÁGUA”**

Evaporador de múltiplo efeito (10), tendo uma extremidade a montante e uma extremidade a jusante, apropriado para destilação de água. Compreende uma pluralidade de efeitos (20a a 20d) conectados de uma maneira em série e distribuídos em grupos. Cada grupo tem uma entrada de alimentação de água paralela comum adaptada para alimentar todos os efeitos no grupo com água de alimentação. O evaporador ainda inclui uma linha de água de alimentação principal (11) em comunicação fluida com o grupo mais a montante. Um conjunto de aquecedores (24) é disposto ao longo da linha, apropriado para aquecer a água de alimentação antes do seu ingresso no interior dos efeitos do último grupo. Cada efeito compreende dispositivos para encaminhar o segundo vapor de saída para o interior de um dos aquecedores para aquecer a água de alimentação. Cada grupo compreende uma bomba (21) adaptada para extrair o concentrado (23) dos efeitos do grupo e bombear o mesmo para o interior da alimentação de água paralela comum de um grupo a jusante adjacente.