

REPUBLICA DE COLOMBIA



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 15-305349- -00000-0000

Fecha: 2015-12-23 11:15:30
Tra. 2 PATENTES
Act. 411 PRESENTACION

Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Eve: 1 REGDEPOSITO
Folios: 78

GL

PATENTE INVENCION

EXPEDIENTE No. _____

Contiene los documentos relativos a la solicitud de Patente de invención de:

Título: HUMIDIFICADOR MULTITAPA CON COLUMNA DE BURBUJEO

Solicitante: 1. MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
2. KING FAHD UNIVERSITY OF PETROLEUM & MINERALS

De: 1. Cambridge, Estados Unidos
2. Dhahran, Arabia Saudita

Apoderado: MAURICIO JARAMILLO C.

Bogotá, D.C., Diciembre de 2015



No. 15-305349- -00000-0000

Fecha: 2015-12-23 11:15:30 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 78

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD FASE NACIONAL -PCT

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención ☒ Capítulo I	☐ Patente de Modelo de Utilidad ☐ Capítulo II
2	DATOS SOLICITUD INTERNACIONAL PCT		
Solicitud Internacional No.		PCT/US2014/041226	Fecha 06.06.2014
Publicación Internacional No.		WO/2014/200829	Fecha 18.12.2014
3	TÍTULO DE LA INVENCIÓN (200 caracteres o espacios máximos)		
HUMIDIFICADOR MULTITAPA CON COLUMNA DE BURBUJEO			
4	CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL (CIP)		
B01D 1/14 (2006.01), B01D 19/00 (2006.01), C02F 1/04 (2006.01)			
5	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. ☐ Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN TIPO
1. MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY 2. KING FAHD UNIVERSITY OF PETROLEUM & MINERALS			
6	DATOS DEL SOLICITANTE		
DIRECCIÓN		77 Massachusetts Avenue	No. TELÉFONO
CIUDAD		Cambridge	CORREO ELECTRÓNICO
DEPARTAMENTO/ESTADO		02139, Massachusetts	NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN
PAÍS DE RESIDENCIA		Estados Unidos	
7	INVENTOR (ES) ☒ Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria		
APELLIDOS		NOMBRES	NACIONALIDAD
1. GOVINDAN 2. ELSHARQAWY 3. LAM 4. ST. JOHN 5. LIENHARD		Prakash Mostafa Steven Maximus John	India Egipto Estados Unidos Estados Unidos Estados Unidos
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:			
8	DATOS INVENTOR (ES)		
PAÍS RESIDENCIA	DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
1. Estados Unidos	Massachusetts	Woburn	78-H Olympia Avenue
2. Arabia Saudita	Provincia Oriental	31261 Dhahran	House #5283, KFUPM Compound
3. Estados Unidos	Massachusetts	Woburn	78-H Olympia Avenue
4. Estados Unidos	Massachusetts	Woburn	78-H Olympia Avenue
5. Estados Unidos	Massachusetts	Cambridge	77 Massachusetts Avenue
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)			
☒ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en hoja de información complementaria.			
9	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO		
APELLIDOS		NOMBRES	IDENTIFICACIÓN
JARAMILLO CAMPUZANO		MAURICIO	C.C. 80.421.942 T.P. 74.555
DIRECCIÓN	Calle 67 NO. 7 – 35, oficina 1204		No. TELÉFONO 3192900 Ext. 214
CIUDAD	Bogotá D.C.		CORREO ELECTRÓNICO dbotero@gpzlegal.com
PAÍS	Colombia		No. RADICACIÓN DE PROTOCOLO DE PODER GENERAL

2

X

10	DECLARACIÓN(ES) DE PRIORIDAD ☒ SI ☐ NO			
(33) PAÍS DE ORIGEN 1. Estados Unidos		CÓDIGO PAÍS US	(31) NÚMERO 13/916, 038	(32) FECHA (AAAA/MM/DD) 2013.06.12
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS			
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.				
12	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES			
Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado, o número de registro expedido por la Autoridad competente.				
13	REDUCCIÓN DE TASAS			
Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente. ☐ SI ☒ NO Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento. Micro, pequeñas y medianas empresas Universidades públicas o privadas Entidades sin ánimo de lucro Si aplica, debe aportar los soportes de acuerdo a lo que se indica en el numeral 18 - Documentos que acompañan la solicitud				
14	RESUMEN			
Un líquido de alimentación fluye hacia una cámara de la segunda etapa del humidificador para formar un baño en la segunda etapa del humidificador. A continuación, un primer remanente del líquido de alimentación procedente de la cámara de la segunda etapa del humidificador fluye hacia una cámara de la primera etapa del humidificador, para formar un baño de la primera etapa del humidificador que tiene una temperatura menor que la del baño de la segunda etapa. A continuación, se retira un segundo remanente del líquido de alimentación de la primera etapa del humidificador. Al mismo tiempo, se inyecta un gas portador y se hace burbujear a través del baño de la primera etapa del humidificador, que recoge un componente vaporizable, en forma de vapor procedente del primer remanente del líquido de alimentación, con el fin de humidificar parcialmente el gas portador. A continuación, el gas portador parcialmente humidificado se hace burbujear a través del baño de la segunda etapa del humidificador, donde el gas portador recoge más del componente vaporizado procedente del líquido de alimentación con el fin de humidificar adicionalmente el gas portador antes de su extracción desde la cámara de la segunda etapa del humidificador.				

15

FIGURA CARACTERISTICA

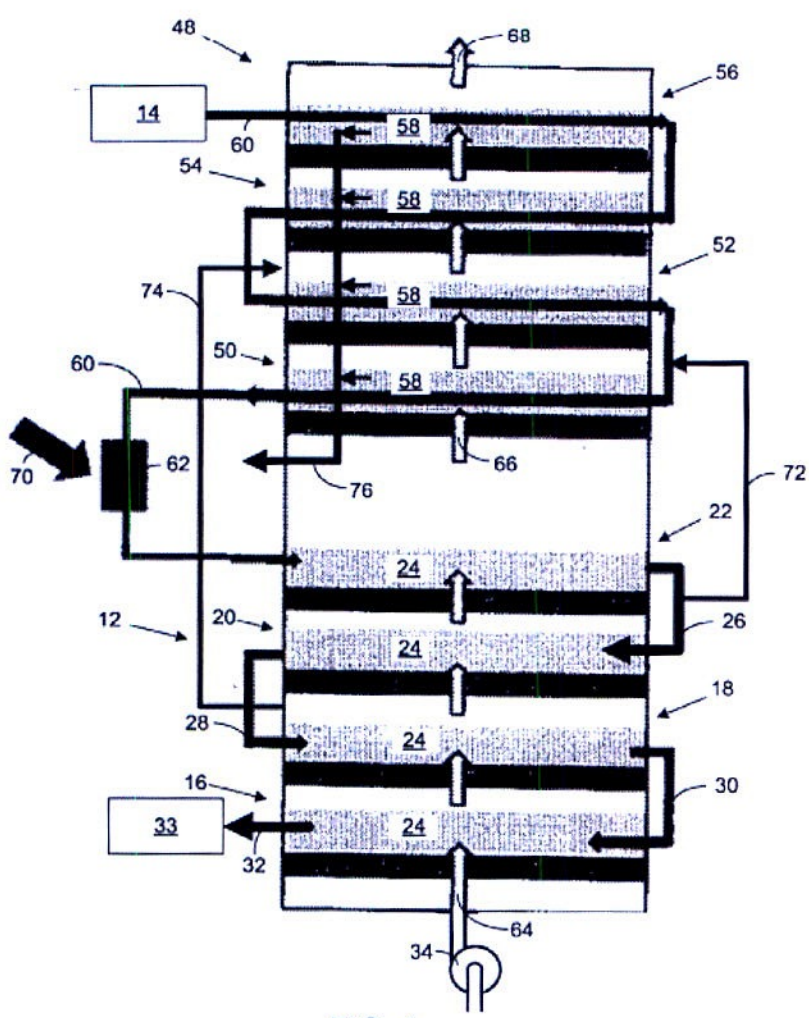


FIG. 4

16	COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO	Nº	Fecha
17	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL <i>Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)</i>		
18	DOCUMENTOS QUE ACOMPAÑAN LA SOLICITUD		
Documentación Técnica Solicitud Internacional en castellano		Documentación Jurídica	
1. X Descripción N° de folios: 21		9. ☐ Poderes, si fuera el caso.	
2. X Reivindicaciones N° Reivindicaciones: 22		10. ☐ Documento que legalmente pruebe la cesión del inventor al solicitante o a su causante.	
3. X Dibujos y/o figuras N° folios: 4		11. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, certificado o número de registro, si fuera el caso.	
4. X Resumen.		12. ☐ Copia de la licencia o autorización de Conocimientos Tradicionales, certificado o número de registro, si fuera el caso.	
5. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso.		13. Reducción de tasas	
6. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso.		Micro, pequeñas o medianas empresas	
7. ☐ Arte final 12 x 12.		☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea.	
8. X Anexo formato digital.		☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004.	
		Universidades públicas o privadas	
		☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación	
		Entidades sin ánimo de lucro	
		☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio.	
		☐ Hoja de información complementaria.	
		☐ Otros, especificar	
		14. X Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud.	
		15. X Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.	

1	(12) TIPO DE SOLICITUD		NUMERO DE RADICACIÓN	
X Patente de invención			FECHA DE PRESENTACIÓN	
☐ Patente de Modelo de Utilidad				
4	(71) SOLICITANTE (S)			
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	TIP O
2. KING FAHD UNIVERSITY OF PETROLEUM & MINERALS				
3.				
4.				
5	DATOS DEL SOLICITANTE			
PAÍS DE RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
2. Arabia Saudita		Provincia Oriental	31261 Dhahran	University Boulevard
3.				
4.				
TELÉFONO		FAX	E-MAIL	NACIONALIDAD
2.				
3.				
4.				
6	(72) INVENTOR (ES)			
APELLIDOS		NOMBRE	NACIONALIDAD	
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
7	DATOS INVENTOR (ES)			
DIRECCIÓN		CIUDAD	DEPARTAMENTO/ESTADO	PAÍS RESIDENCIA
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
9	(30) DECLARACIONES DE PRIORIDAD			
PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	NÚMERO	FECHA (AAAA/MM/DD)
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



RECIBO DE CAJA

No. 15 - 134961

Bogotá D.C., Diciembre 15 de 2015 - 15:32:39

RECIBIDO DE : GOMEZ PINZON ASEMARCA S.A.

NI 830.121.797

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
RECIBO DE CA	SIC ** RECIBO **	999999999	133550	10/12/2015	66.840.00
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	745251695	11/12/2015	2.076.160.00
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	745251710	15/12/2015	3.425.000.00
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	745251721	15/12/2015	1.732.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	530.000.00	530.000.00
			\$530.000.00

SON: **QUINIENTOS TREINTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 15-305349- -00000-0000

Fecha: 2015-12-23 11:15:30 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 78

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C.- Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mai: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

Diciembre 15 de 2015 - 15:32:42

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT : 800.176.089-2

- / -



RECIBO DE CAJA

No. 15 - 134963

Bogotá D.C., Diciembre 15 de 2015 - 15:32:39

RECIBIDO DE : GOMEZ PINZON ASEMARCA S.A.

NI 830.121.797

RE

*** Soporte del Pago ***

TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
RECIBO DE CA	SIC ** RECIBO **	999999999	133550	10/12/2015	66.840.00
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	745251695	11/12/2015	2.076.160.00
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	745251710	15/12/2015	3.425.000.00
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	745251721	15/12/2015	1.732.000.00

*** Conceptos Pagados ***

CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr.UNDITARIO	Vr.CONCEPTO
12 50005-01-01 SOLICITUDES	1607 REIVINDICACION PATENTE UNITARIA ADICIONAL A LAS 10 INIC	32.000.00	384.000.00
			\$384.000.00

SON: **TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____

Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 15-305349-00000-0000

Fecha: 2015-12-23 11:15:30 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 8

Sede Centro: Carrera 13 No. 27 - 00 Pisos 3,4,5 y 10 Bogotá, D.C. - Colombia

Web: www.sic.gov.co e-mail: info@sic.gov.co Conmutador: (571) 5870000 Fax: (571) 5870284 Línea: 018000-910165 Call Center: (571) 6513240

, Diciembre 15 de 2015 - 15:32:42



No. 15-305349- -00000-0000

Fecha: 2015-12-23 11:15:30 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
 Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
 Act. 411 PRESENTACION Folios: 78



LI
 ADMISIÓN A TR

PATENTE DE INVENCION ☐MODELO DE UTILIDAD ☐

Art 33 Decisión 486/00

- ☐ Indicación que se solicita una patente.
- ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
- ☐ Descripción de la invención
- ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
- Completa ☐ Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

- ☐ Indicación que se solicita una PCT
- ☐ Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
- ☐ Dibujos de ser estos pertinentes
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
- Completa ☐ Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐

(Art. 119 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita Diseño industrial
- ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
- ☐ Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐

(Art. 92 Decisión 486/00)

- ☐ Indicación que se solicita un esquema de trazado
- ☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
- ☐ Representación gráfica de un esquema de trazado
- ☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
- Completa ☐ Incompleta ☐

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	TESTIGO DOCUMENTAL	Folio: <u>8</u>
--	---------------------------	-----------------

Dependencia Jerárquica: DEL PROPIEDAD INDUSTRIAL		Código	2000
Dependencia Productora: GRUPO DE NUEVAS CREACIONES		Código	2020
Tipo de Radicación: Entrada: ☒ Salida: ☐ Traslado: ☐ Convenio: ☐			
Radicador:			
DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA			
Nombre de la Serie / Subserie:		Código:	
Expediente:		Solicitante / <i>Quejoso / Demandante / otros.</i>	
15-305349			
Prueba excluida: CD			
N°. de Pruebas excluidas: 1			
Fecha de emisión de la Prueba:			
UBICACIÓN DE LA PRUEBA EN LA SECCIÓN DE MATERIAL GRÁFICO			
N°. de bloque:		Otras especificaciones:	
N°. de rodante:			
N°. de estante:			
N°. de archivador:			
N°. de entrepaño:			
N°. de gaveta:			
N°. de caja:			
IMPORTANTE: - El material gráfico <i>o especial</i> que se encuentra <i>dentro o anexo a</i> las unidades documentales o expedientes, debe extraerse y llevarse a aquella sección del archivo que se haya dispuesto para conservar documentos en distintos formatos. - Entiéndase por material gráfico todos aquellos dibujos, croquis, mapas, planos, fotografías, ilustraciones, pictografías, códigos, prensa, objetos tridimensionales, entre otros.			
Observaciones:		Unidad de Conservación	
El CD contiene 4		☐ Bolsa ☐ Caja ☐ Libro ☐ Sobre ☐ Tomo ☐ Otro	
archivos PDF			
procesados y cargados			
al sistema.			
		Soporte Documental	
		☒ CD ☐ Disquete ☐ DVD ☐ Folleto ☐ Periódico ☐ Plano ☐ Publicación Periódica ☐ USB ☐ Otro	
K3			

GL.

Humidificador multietapa con columna de burbujeo

ANTECEDENTES

En este siglo, la escasez de agua dulce puede superar ampliamente a la escasez de energía como preocupación global para la humanidad; y estos dos retos están inexorablemente relacionados, tal como se explica, por ejemplo, en el artículo "Special Report on Water" del número del 20 de mayo de 2010 de *The Economist*. El agua dulce es una de las necesidades más básicas de los humanos y otros organismos; cada humano necesita consumir un mínimo de aproximadamente dos litros de agua al día. El mundo también se enfrenta a una demanda mayor de agua dulce por parte de los procesos agrícolas e industriales.

Los peligros que plantea un suministro insuficiente de agua son particularmente graves. Una escasez de agua dulce puede conducir a una serie de crisis, que incluyen, hambruna, enfermedad, muerte, migración forzada en masa, conflicto/guerra entre territorios y colapso de ecosistemas. A pesar de lo esencial de la necesidad de agua dulce y de las consecuencias significativas de su escasez, los suministros de agua dulce son particularmente limitados. El 97.5% del agua de la tierra es salada, y aproximadamente un 70% de la restante está encerrada en forma de hielo (la mayoría en los casquetes polares y los glaciares), lo que deja disponible únicamente una fracción de toda el agua de la Tierra como agua dulce (no salada).

Asimismo, el agua dulce de la Tierra y disponible no está distribuida uniformemente. Por ejemplo, los países muy poblados, tales como India y China, tienen muchas regiones que están sujetas a suministros limitados. Además, el suministro de agua dulce no es por lo general constante a lo largo de las estaciones. Mientras tanto, las demandas de agua dulce se están intensificando en todo el Globo. Las reservas se están secando; los acuíferos están descendiendo; los ríos están muriendo; y los glaciares y los casquetes polares están retrocediendo. El incremento de las poblaciones aumenta la demanda, así como también los cambios en la agricultura y el aumento de la industrialización. El cambio climático plantea incluso más riesgos en muchas regiones. En consecuencia, está aumentando el número de personas que se enfrentan a la escasez de agua. No obstante, el agua dulce de origen natural está confinada habitualmente en cuencas de drenaje regionales; y el transporte de agua es costoso y requiere mucha energía. Sin embargo, muchos de los procesos existentes de producción de agua dulce a partir de agua de mar (o a partir de agua salobre o de corrientes residuales contaminadas) requieren cantidades masivas de energía. En la actualidad, la ósmosis inversa (RO, por sus siglas en inglés) es la tecnología líder de desalación. En plantas a gran escala, la energía eléctrica específica requerida puede ser tan baja como 4 kWh/m³ con un 30% de recuperación, en comparación con el mínimo teórico de

alrededor de 1 kWh/m³; los sistemas de RO a menor escala (p. ej., a bordo de barcos) son menos eficientes.

Otros sistemas existentes de desalación del agua de mar incluyen la destilación flash multietapa (MSF, por sus siglas en inglés) con aporte de energía térmica, y la destilación multiefecto (MED, por sus siglas en inglés), ambos de los cuales son procesos intensivos en capital y energía. No obstante, en sistemas MSF y MED la temperatura máxima de la salmuera y la temperatura máxima de la entrada de calor están limitadas con el fin de evitar la precipitación del sulfato de calcio, el hidróxido de magnesio y el carbonato de calcio, lo que conduce a la formación de depósitos duros y blandos en el equipo de transferencia de calor.

Los sistemas de desalinización por humidificación-deshumidificación (HDH, por sus siglas en inglés) incluyen un humidificador y un deshumidificador como sus principales componentes y utilizan un gas portador (p. ej., aire) para transferir energía entre la fuente de calor y la salmuera. Una versión simple de esta tecnología incluye un humidificador, un deshumidificador y un calentador para calentar la corriente de agua de mar. En el humidificador, el agua de mar caliente se encuentra en contacto directo con aire seco, y este aire se calienta y humidifica. En el deshumidificador, el aire caliente y humidificado se pone en contacto (indirecto) con agua de mar fría y se deshumidifica, lo que produce agua pura y aire deshumidificado. Como con

los sistemas de MSF y MED, se puede producir la precipitación de componentes que forman depósitos dentro del sistema, con el consiguiente daño si la temperatura se eleva demasiado.

Un planteamiento diferente, descrito en la patente de
5 EE. UU. n.º 8.119.007 (A. Bajpayee, *et al.*), utiliza disolvente direccional que disuelve principalmente el agua pero no disuelve la sal. El disolvente direccional se calienta de modo que disuelva el agua a partir de una solución salina en el disolvente direccional. El agua salada
10 muy concentrada restante se retira, y la solución del disolvente direccional y agua se enfría de modo que sustancialmente precipite el agua pura fuera de la solución.

Algunos de los inventores de la presente también fueron citados como inventores en las siguientes solicitudes de
15 patentes que incluyen análisis adicionales de HDH y otros procesos para la purificación de agua: patente de EE. UU. n.º 8.465.006 B2; patente de EE. UU. n.º 8.252.092 B2; US 2012/0205236 A1; US 2013/0074694 A1; y patente de EE. UU. n.º 8.496.234 B1.

20 COMPENDIO

En la presente, se describen métodos y aparatos para separar un líquido (p. ej., agua pura) que se encuentra en un líquido de alimentación (p. ej., agua de mar, agua salobre, agua residual o agua de producción o de refluo) de
25 una manera rentable. Diversas realizaciones de los métodos

y del aparato pueden incluir algunos o todos los elementos, características y pasos descritos a continuación.

En un método para la humidificación de un componente vaporizable de un líquido de alimentación, el líquido de alimentación que incluye el componente vaporizable fluye hacia una cámara de la segunda etapa del humidificador para formar un baño de la segunda etapa del humidificador a una segunda temperatura de humidificación. A continuación, un primer remanente del líquido de alimentación procedente de la cámara de la segunda etapa del humidificador fluye hacia una cámara de la primera etapa del humidificador, para formar un baño de la primera etapa del humidificador a una primera temperatura de humidificación, donde la primera temperatura de humidificación es menor que la segunda temperatura de humidificación. A continuación, se retira un segundo remanente del líquido de alimentación de la cámara de la primera etapa del humidificador.

Al mismo tiempo, se inyecta un gas portador en el baño de la primera etapa del humidificador en la cámara de la primera etapa y se hace burbujear a través del baño de la primera etapa del humidificador, donde el gas portador recoge el componente vaporizable, en forma de vapor procedente del primer remanente del líquido de alimentación, con el fin de humidificar parcialmente el gas portador con el componente vaporizable. A continuación, el gas portador parcialmente humidificado se dirige desde la primera cámara del

humidificador hasta el baño de la segunda etapa del humidificador en la cámara de la segunda etapa del humidificador y se hace burbujear a través del baño de la segunda etapa del humidificador, donde el gas portador recoge
5 más cantidad del componente vaporizable en forma de vapor procedente del líquido de alimentación, con el fin de humidificar adicionalmente el gas portador con el componente vaporizable; a continuación, se retira el gas portador humidificado de la cámara de la segunda etapa del
10 humidificador.

En un aparato de humidificación multietapa con columna de burbujeo, una fuente de líquido de alimentación contiene un líquido de alimentación; y se configura una cámara de la segunda etapa del humidificador de modo que reciba el líquido
15 de alimentación procedente de la fuente de líquido de alimentación y contiene un distribuidor de burbujas. Asimismo, se configura una cámara de la primera etapa del humidificador de modo que reciba un remanente del líquido de alimentación procedente de la cámara de la segunda etapa del
20 humidificador y contiene un distribuidor de burbujas. Una fuente de gas portador contiene un gas portador, donde la cámara de la primera etapa del humidificador se configura de modo que reciba el gas portador procedente de la fuente de gas portador y de modo que disperse dicho gas portador a
25 través del distribuidor de burbujas de la cámara de la primera etapa del humidificador, y donde la cámara de la

segunda etapa del humidificador se configura de modo que reciba el gas portador procedente de la cámara de la primera etapa del humidificador y de modo que disperse el gas portador a través del distribuidor de burbujas de la cámara
5 de la segunda etapa del humidificador.

El humidificador multietapa con columna de burbujeo descrito en la presente puede sustituir el intercambiador de calor de lecho compacto utilizado anteriormente en los sistemas de humidificación-deshumidificación para
10 humidificar de manera eficiente el aire seco. Las ventajas que pueden proporcionar las realizaciones de los métodos y aparato descritos en la presente incluyen un menor costo de deshumidificación, ya que se pueden reducir tanto el costo del equipamiento como el costo de la energía para su
15 funcionamiento. En particular, la energía para la humidificación se puede proporcionar directamente mediante el líquido de alimentación en las cámaras de humidificación. Adicionalmente, unas tasas de transferencia de masa y calor muy altas en el humidificador multietapa permiten el diseño
20 y la utilización de un dispositivo de humidificación muy pequeño. Además, la extracción múltiple se puede utilizar en la columna de burbujeo multietapa con el fin de aumentar más la recuperación de calor.

Adicionalmente, los métodos descritos en la presente se
25 pueden utilizar ventajosamente para extraer agua de corrientes residuales contaminadas (p. ej., procedentes de

la producción de petróleo y gas) tanto para obtener agua dulce como para concentrar y reducir el volumen de las corrientes residuales, lo que por tanto reduce la polución y contaminación y reduce los costos.

5 DESCRIPCIÓN BREVE DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una ilustración esquemática de una sección de una realización de un humidificador multietapa con columna de burbujeo.

La figura 2 es una ilustración de una sección de una
10 realización de una cámara de la primera etapa de humidificación en el humidificador multietapa con columna de burbujeo.

La figura 3 es una ilustración esquemática de una sección de un sistema de humidificación-deshumidificación
15 (HDH, por sus siglas en inglés) multietapa de una sola columna.

La figura 4 es una ilustración esquemática de una sección de un sistema de HDH multietapa de una sola columna que incluye unos conductos de extracción múltiple para el
20 líquido de alimentación y el gas portador.

En los dibujos anexos, los mismos números de referencia se refieren a partes similares o iguales en todas las diferentes vistas. Los dibujos no están necesariamente a escala, en lugar de esto se hace hincapié en ilustrar los
25 principios particulares que se analizan más adelante.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las anteriores y otras características y ventajas de diversos aspectos de la o las invenciones serán evidentes a partir de la siguiente descripción más detallada de los
5 diversos conceptos y realizaciones específicas dentro de los límites más amplios de la o las invenciones. Diversos aspectos del contenido introducido anteriormente y que se analiza con más detalle a continuación se pueden implementar en cualquiera de diversas maneras, ya que el contenido no
10 está limitado a cualquier manera particular de implementación. Se proporcionan ejemplos de implementaciones y aplicaciones específicas principalmente con fines ilustrativos.

A menos que se defina, utilice o caracterice de otra
15 manera en la presente, los términos que se utilizan en la presente (incluyendo los términos técnicos y científicos) se deben interpretar con un significado que sea coherente con su significado aceptado en el contexto de la técnica pertinente y no se deben interpretar en un sentido idealizado
20 o demasiado formal a menos que así se defina expresamente en la presente. Por ejemplo, si se hace referencia a una composición particular, la composición puede ser sustancialmente aunque no perfectamente pura, ya que pueden presentarse circunstancias prácticas e imperfecciones; p.
25 ej., la presencia potencial de al menos indicios de impurezas (p. ej., menos de un 1 o 2%) se puede sobreentender como que

está dentro del alcance de la descripción; del mismo modo, si se hace referencia a un contorno particular, se pretende que el contorno incluya variaciones imperfectas con respecto a los contornos ideales, p. ej., debido a las tolerancias de
5 fabricación. Los porcentajes o concentraciones que se expresan en la presente se pueden presentar tanto en peso como en volumen.

Aunque los términos primero, segundo, tercero, etc., se pueden utilizar en la presente para describir diversos
10 elementos, estos elementos no están limitados por estos términos. Estos términos se utilizan simplemente para distinguir un elemento de otro. Por tanto, un primer elemento, analizado más adelante, se podría denominar un segundo elemento sin alejarse del contenido de las
15 realizaciones ilustrativas.

Los términos espaciales relativos, tales como, "sobre", "por debajo", "izquierda", "derecha", "delante", "detrás", y similares, se pueden utilizar en la presente para una mayor sencillez de la descripción, con el fin de describir la
20 relación de un elemento con respecto a otro elemento, tal como se ilustra en las figuras. Se sobreentenderá que los términos espaciales relativos, así como también las configuraciones ilustradas, pretenden englobar las diferentes orientaciones del aparato durante su utilización
25 o funcionamiento, además de las orientaciones descritas en la presente y representadas en las figuras. Por ejemplo, si

el aparato en las figuras se le da la vuelta, los elementos descritos como "por debajo" o "debajo" de otros elementos o características estarían en ese caso orientados "sobre" los otros elementos o características. Por tanto, el término
5 ilustrativo, "sobre" puede englobar tanto una orientación sobre como una por debajo. El aparato se puede orientar de otra manera (p. ej., girado 90 grados o con otras orientaciones) y los descriptores espaciales relativos utilizados en la presente se interpretan en consecuencia.

10 Además, en esta exposición, cuando se hace referencia a un elemento como que está "en", "conectado a" o "acoplado a" otro elemento, puede estar directamente en, conectado a o acoplado a otro elemento o elementos intervinientes que puedan estar presentes, a menos que se especifique lo
15 contrario.

La terminología utilizada en la presente tiene un propósito descriptivo de las realizaciones particulares y no pretende limitar las realizaciones ilustrativas. Tal como se utiliza en la presente, las formas singulares, tales como,
20 "un" y "una" se pretende que incluyan asimismo las formas plurales, a menos que el contexto indique lo contrario. Adicionalmente, los términos "incluye", "que incluye", "comprende" y "que comprende", especifican la presencia de los elementos o pasos mencionados aunque no excluyen la
25 presencia o adición de uno o más elementos o pasos diferentes.

En la figura 1, se ilustra una realización de un humidificador 12 multietapa con columna de burbujeo con cuatro etapas. En otras realizaciones, se pueden conectar en serie más o menos etapas de humidificación, tal como se describe más adelante, para llevar a cabo el proceso de humidificación. El líquido de alimentación que contiene componentes disueltos se suministra desde una fuente de líquido de alimentación 14 (p. ej., un océano, un estanque o un tanque de almacenamiento) hasta una cámara de la cuarta etapa de humidificación 22 del humidificador 12, donde el líquido de alimentación forma un baño 24 contenido dentro de la cámara 22. En una primera realización, el líquido de alimentación se suministra en la cámara de la cuarta etapa de humidificación 22 a una temperatura de 70 °C. Se vaporiza un componente vaporizable (p. ej., agua) del líquido de alimentación en un gas portador que se hace burbujear a través del baño 24, tal como se describe a continuación.

Un remanente del líquido de alimentación (con los componentes disueltos más concentrados) se suministra desde la cámara de la cuarta etapa de humidificación 22 a través de un conducto 26 hasta una cámara de la tercera etapa de humidificación 20, en la que el remanente del líquido de alimentación forma otro baño 24 a través del cual se hace burbujear el gas portador. En la primera realización, el remanente del líquido de alimentación se suministra en la cámara de la tercera etapa de humidificación 20 a una

temperatura de 62 °C en esta realización; la temperatura de la alimentación restante se reduce de etapa en etapa, en parte, debido a la energía utilizada para la vaporización en el gas portador del componente vaporizable del líquido de alimentación en cada etapa.

A su vez, un remanente del líquido de alimentación (con los componentes disueltos aún más concentrados) se suministra desde la cámara de la tercera etapa de humidificación 20 a través de un conducto 28 hasta una cámara de la segunda etapa de humidificación 18, en la que el remanente del líquido de alimentación forma otro baño 24 a través del cual se hace burbujear el gas portador. El remanente del líquido de alimentación se suministra en la cámara de la segunda etapa de humidificación 18 a una temperatura de 56 °C en esta realización.

Finalmente, un remanente del líquido de alimentación (con los componentes disueltos aún más concentrados) se suministra desde la cámara de la segunda etapa de humidificación 18 a través de un conducto 30 hasta una cámara de la primera etapa de humidificación 16, en la que el remanente del líquido de alimentación forma otro baño 24 a través del cual se hace burbujear el gas portador. En la primera realización, el remanente del líquido de alimentación se suministra en la cámara de la primera etapa de humidificación 16 a una temperatura de 51.3 °C en esta realización. El remanente del líquido de alimentación, que

puede estar en ese momento en forma de salmuera fría, se puede retirar desde la cámara de la primera etapa de humidificación (p. ej., a una temperatura de 45.7 °C en esta realización), a través de un conducto 32, hasta un depósito
5 de almacenamiento de la salmuera 33. En consecuencia, la temperatura del líquido de alimentación puede caer, p. ej., aproximadamente entre un 5% y un 15% a través de cada etapa.

Al mismo tiempo, se hace burbujear un gas portador seco y frío a través del baño 24 de cada etapa para extraer el
10 componente vaporizable de los baños 24 (tal como se muestra en la figura 2), donde se muestra el flujo del gas portador entre las cámaras con las flechas 36 en la figura 1. El gas portador puede ser, p. ej., aire, y se puede suministrar inicialmente en la cámara de la primera etapa de
15 humidificación 16 desde un depósito de gas portador 35 presurizado mediante un compresor 34 que suministra al depósito 35. El gas portador llena una región inferior 38 del gas en el interior de la cámara de la primera etapa de humidificación 16 y fluye a través de un distribuidor de
20 burbujas (en este caso, una placa con tubo burbujeador 40) en el baño 24 en forma de burbujas 42 (tal como se muestra en la figura 2), donde el gas portador se calienta y humidifica (con el calor y la humidificación que proporciona el líquido de alimentación). El componente vaporizable (p.
25 ej., agua) del líquido de alimentación se vaporiza en las burbujas 42 de la interfase gas-líquido del baño 24 y las

burbujas 42. Las burbujas 42 fluyen hacia arriba a través del baño 24 lo que les hace ganar energía térmica y componente vaporizable (en forma de vapor) procedente del baño 24, hasta que el gas portador entre en la región superior 44 del gas sobre el baño 24, y a continuación fuera por el conducto de gas 46 hasta la cámara de la segunda etapa de humidificación 18. Las restantes cámaras de humidificación 18, 20 y 22 tienen un diseño y un funcionamiento similar o idéntico al de la cámara de la primera etapa de humidificación 16; y el baño 24 en cada una de las cámaras de humidificación 16, 18, 20 y 22 puede tener una anchura (w) que es sustancialmente mayor (p. ej., al menos dos veces mayor) que su altura (h) para aumentar la eficiencia con la que el componente vaporizable se vaporiza y transfiere al gas portador. La caída de presión en el lado (inferior) del gas portador de la placa con tubo burbujeador 40 es una función fuertemente dependiente de la altura del baño 24, debido a la altura hidrostática del baño 24 que el aire necesita superar con el fin de evitar que el líquido del baño "rezume" a través de la placa con tubo burbujeador 40 hacia la etapa por debajo. Por tanto, una ventaja principal de la escasa altura del baño 24 es el consumo reducido de electricidad del dispositivo de desplazamiento de aire 34 (soplante) debido a la menor caída de presión. Mantener una escasa altura del baño también es factible en

este contexto debido a que la dimensión característica de transferencia de calor es del orden de unos pocos milímetros.

En la figura 3, se ilustra una realización en la que se apilan un humidificador 12 y un deshumidificador 48 multietapa con columna de burbujeo. En esta realización, el humidificador 12 incluye cuatro etapas 16, 18, 20 y 22 y funciona tal como se ha descrito en las realizaciones, anteriormente. No obstante, en este caso, el gas portador 66 deshumidificado procedente de la cámara de la cuarta etapa de humidificación 22 se bombea desde la cámara de la cuarta etapa de humidificación 22 hasta la cámara de la primera etapa de deshumidificación 50 del deshumidificador 48. El deshumidificador 48 puede tener el mismo o esencialmente el mismo diseño que el deshumidificador multietapa con columna de burbujeo de la solicitud de EE. UU. con n.º de serie 13/241.907. Los baños 58 en las cámaras de deshumidificación 50, 52, 54 y 56 pueden contener un líquido que tiene la misma composición (p. ej., agua) que el componente vaporizado procedente del líquido de alimentación en el humidificador 12.

Entre las cámaras de deshumidificación 50, 52, 54 y 56, la temperatura del baño 58 en la cámara de la primera etapa de deshumidificación 50 es más alta que la temperatura del baño 58 en la cámara de la segunda etapa de deshumidificación 52; la temperatura del baño 58 en la cámara de la segunda etapa de deshumidificación 52 es más alta que la temperatura

del baño 58 en la cámara de la tercera etapa de deshumidificación 54; y la temperatura del baño 58 en la cámara de la tercera etapa de deshumidificación 54 es más alta que la temperatura del baño 58 en la cámara de la cuarta etapa de deshumidificación 56. El líquido condensado puro (p. ej., agua líquida) se extrae del deshumidificador 48 a través del conducto de salida 76 en el que fluye el condensado procedente de cada una de las cámaras de deshumidificación 50, 52, 54 y 56.

10 Los baños 58 se pueden calentar mediante energía térmica transferida desde el gas portador 66 humidificado caliente inyectado sucesivamente en cada uno de los baños 58 y a través de estos, donde el componente de vapor condensable se condensa desde el gas portador 66 humidificado en forma líquida en los baños 58 al tiempo que el gas portador 66 se enfría sucesivamente a través de las etapas. Mientras, el líquido de alimentación se bombea desde la fuente de líquido de alimentación 14, a través de un conducto de serpentín 60 que está enrollado a través del baño 58 en cada etapa; la energía térmica se dirige desde los baños 58 a través del conducto 60 hasta el líquido de alimentación, de modo que se precaliente gradualmente dicho líquido de alimentación en su camino hacia un calentador 62 que transfiere energía térmica adicional 70 al líquido de alimentación para elevar su temperatura, p. ej., hasta 70 °C antes de que el líquido de

15

20

25

alimentación se inyecte en la cámara de la cuarta etapa de humidificación 22 para formar el baño 24 en su interior.

En la realización de la figura 4, el aparato incluye además unos conductos de extracción múltiple 72 y 74 que se
5 extienden entre las posiciones intermedias (es decir, las posiciones entre las cámaras inicial y final) en el humidificador 12 y deshumidificador 48 multietapa. El conducto 74 extrae una parte del remanente del líquido de alimentación del conducto 26 desde la cuarta hasta la tercera
10 etapa (aunque puede extraer además/como alternativa de los conductos 28 o 30) y recircula el remanente del líquido de alimentación extraído (a una temperatura mayor) de vuelta al conducto 60 para el líquido de alimentación entre las etapas (en este caso, entre las cámaras de la primera y segunda
15 etapa de deshumidificación 50 y 52) del deshumidificador 48 multietapa. Con la extracción múltiple, la extracción/inyección del líquido de alimentación desde un punto intermedio de las etapas de la o las columnas de burbujeo a través de los conductos 72 se facilita el balance
20 termodinámico del sistema en funcionamiento. De manera similar, se puede extraer una parte del gas portador desde al menos una posición intermedia en el humidificador 12 (en este caso, desde la cámara de la segunda etapa de humidificación 28) a través de un conducto 74 y se inyecta
25 en una etapa (en este caso, en la cámara de la segunda etapa de deshumidificación 52) del deshumidificador 12 multietapa.

Al describir las realizaciones de la invención se utiliza terminología específica para una mayor claridad. Con fines descriptivos, los términos específicos se pretende que incluyan al menos los equivalentes técnicos y funcionales

5 que funcionan de una manera similar para lograr un resultado similar. De manera adicional, en algunas situaciones donde una realización particular de la invención incluye una pluralidad de elementos del sistema o pasos del método, esos elementos o pasos se pueden reemplazar por un único elemento

10 o paso, del mismo modo, un único elemento o paso se puede reemplazar por una pluralidad de elementos o pasos que tengan el mismo propósito. Además, cuando se especifican los parámetros de diversas propiedades u otros valores en la presente para realizaciones de la invención, esos parámetros

15 o valores se pueden ajustar hacia arriba o hacia abajo por 1/100, 1/50, 1/20, 1/10, 1/5, 1/3, 1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 9/10, 19/20, 49/50, 99/100, etc. (o hacia arriba por un factor de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 20, 50, 100, etc.), o por aproximaciones redondeadas de estos, a menos que se

20 especifique lo contrario. Asimismo, aunque esta invención se ha mostrado y descrito haciendo referencia a realizaciones particulares de esta, aquellos que son expertos en la técnica sobreentenderán que se pueden realizar en esta diversas sustituciones y alteraciones en forma y detalle sin alejarse

25 del alcance de la invención. Además, otros aspectos, funciones y ventajas se encuentran también dentro del alcance

de la invención; y todas las realizaciones de la invención no necesariamente necesitan lograr todas las ventajas o poseer todas las características descritas anteriormente. De manera adicional, los pasos, elementos y características

5 analizadas en la presente en relación con una realización se pueden utilizar del mismo modo conjuntamente con otras realizaciones. Los contenidos de las referencias, que incluyen los textos de referencia, artículos de revistas, patentes, solicitudes de patentes, etc., citados a lo largo

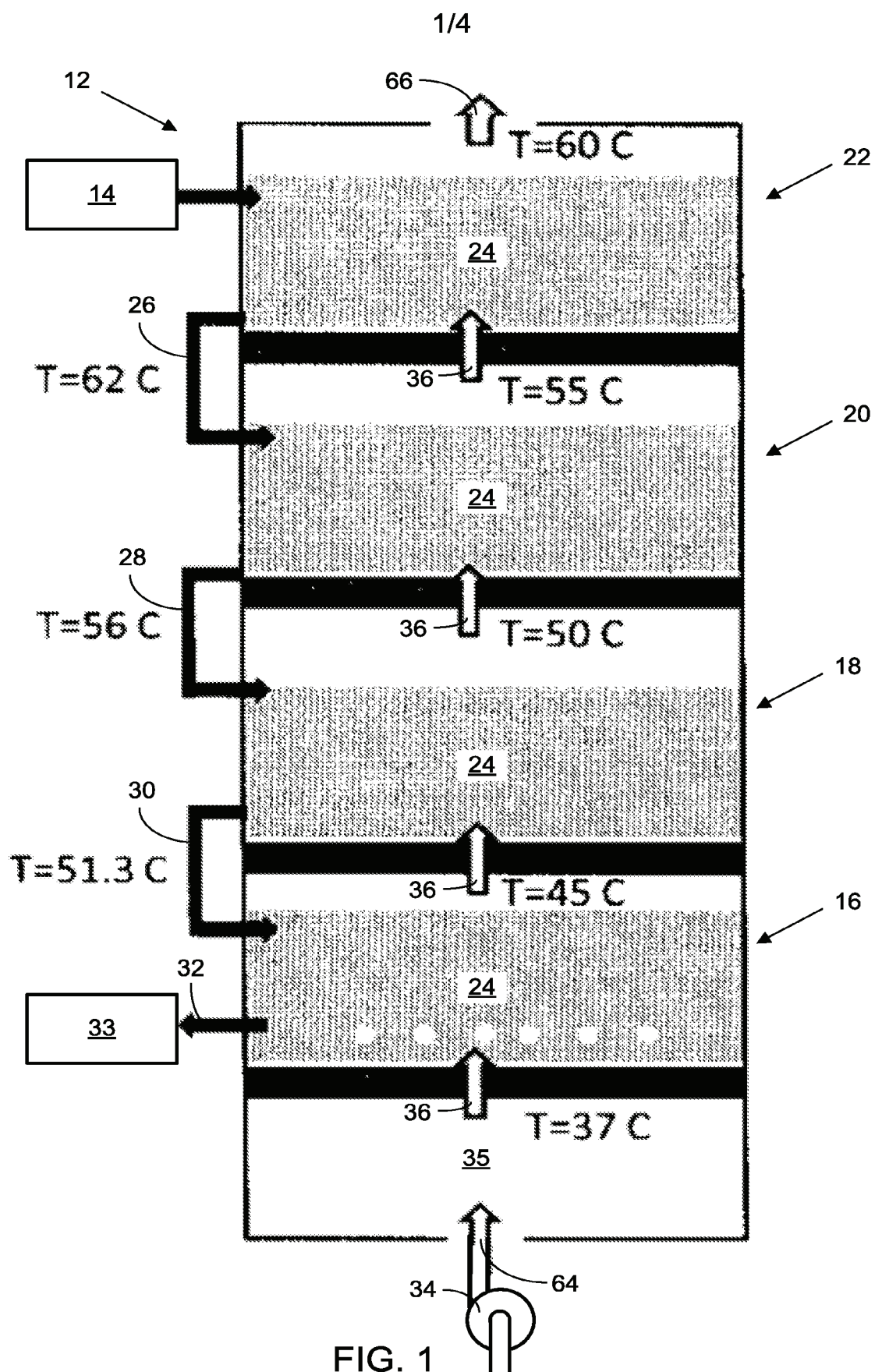
10 del texto se incorporan a la presente por referencia en su totalidad; y los componentes, pasos y caracterizaciones apropiados de estas referencias se pueden o no incluir en las realizaciones de esta invención. Además, los componentes y pasos identificados en la sección de antecedentes se

15 integran en esta exposición y se pueden utilizar conjuntamente con los componentes y pasos descritos en cualquier sitio de esta exposición o en sustitución de estos, dentro del alcance de la invención. En las reivindicaciones del método, donde se citan las etapas en un orden particular,

20 con o sin caracteres prólogo de secuenciación añadidos para mayor sencillez en la referencia, las etapas no se deben interpretar como que están limitadas temporalmente al orden en el que se citan a menos que se especifique o implique lo contrario mediante los términos y la redacción.

25 Se hace constar que con relación a esta fecha, el mejor método conocido por la solicitante para llevar a la práctica

la citada invención, es el que resulta claro de la presente descripción de la invención.



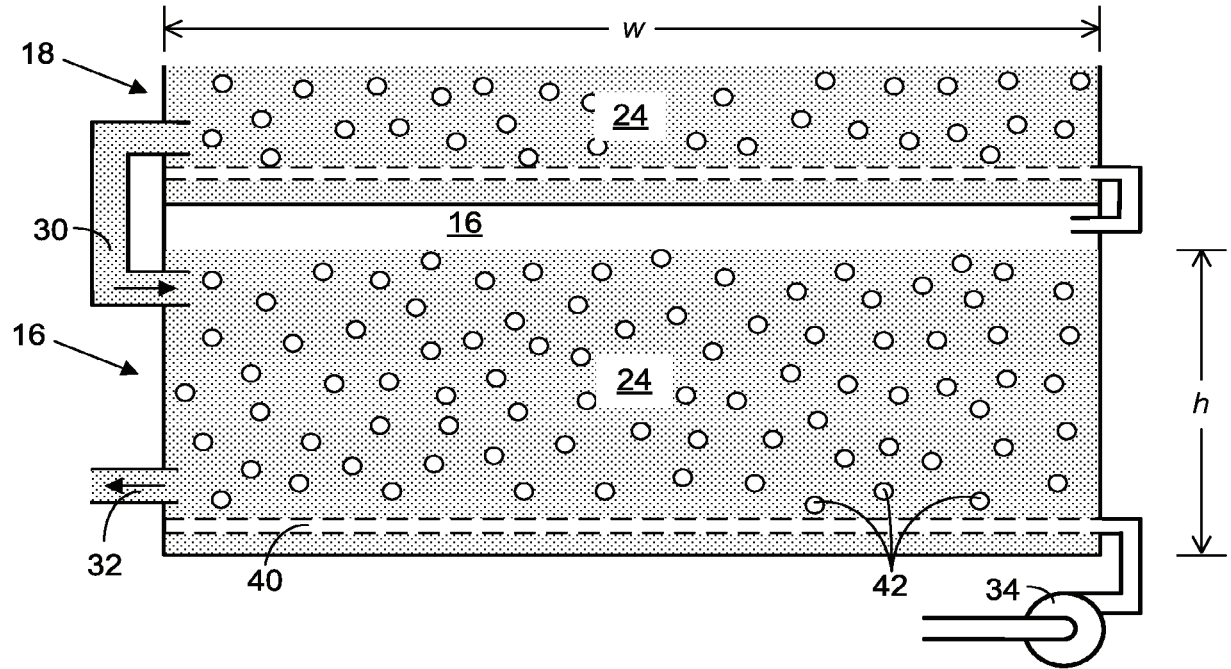


FIG. 2

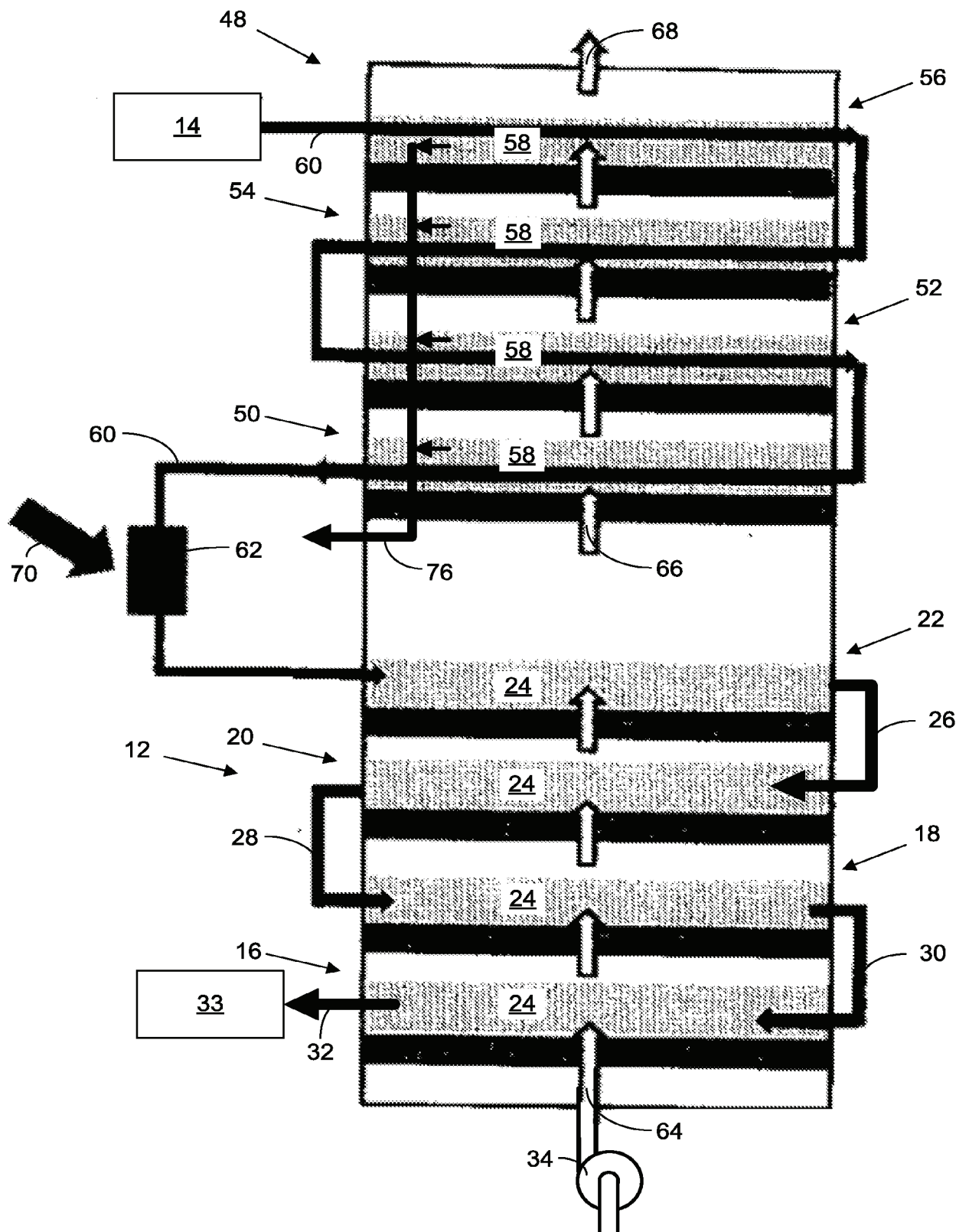


FIG. 3

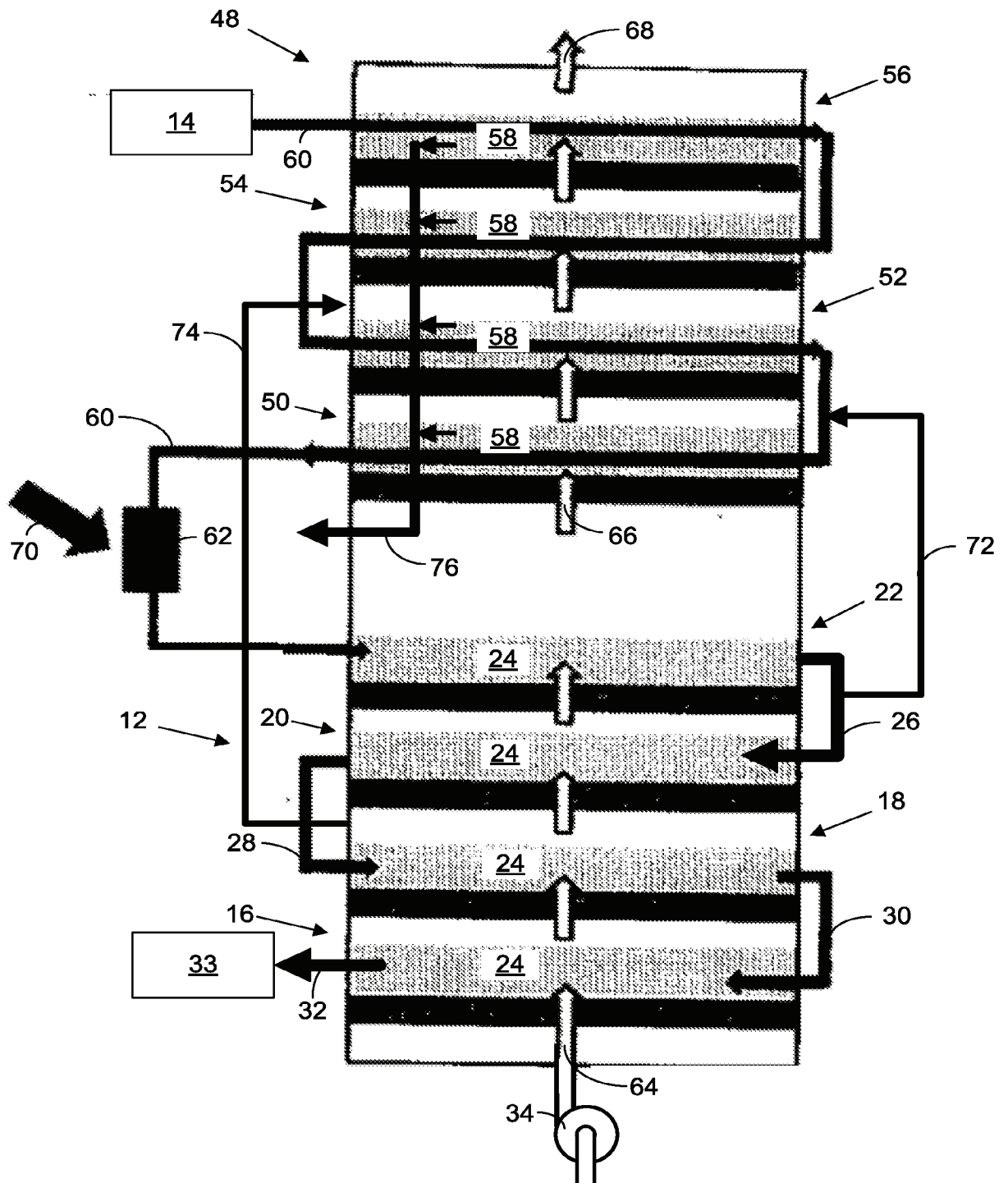


FIG. 4

REIVINDICACIONES

1. Un método para la humidificación de un componente vaporizable de un líquido de alimentación en un gas portador,
5 donde el método comprende:

hacer fluir el líquido de alimentación que incluye el componente vaporizable en una cámara de la segunda etapa del humidificador de un humidificador multietapa para formar un baño de la segunda etapa del humidificador a una segunda
10 temperatura de humidificación;

hacer fluir un primer remanente del líquido de alimentación desde la cámara de la segunda etapa del humidificador hasta una cámara de la primera etapa del humidificador del humidificador multietapa, para formar un
15 baño de la primera etapa del humidificador a una primera temperatura de humidificación, donde la primera temperatura de humidificación es menor que la segunda temperatura de humidificación;

retirar un segundo remanente del líquido de alimentación de la cámara de la primera etapa del humidificador;
20

inyectar el gas portador en el baño de la primera etapa del humidificador en la cámara de la primera etapa y hacer burbujear el gas portador a través del baño de la primera
25 etapa del humidificador, donde el gas portador recoge el componente vaporizable, en forma de vapor procedente del

primer remanente del líquido de alimentación, con el fin de humidificar parcialmente el gas portador con el componente vaporizable;

5 dirigir el gas portador parcialmente humidificado desde la primera cámara del humidificador hasta el baño de la segunda etapa del humidificador en la cámara de la segunda etapa del humidificador y hacer burbujear el gas portador a través del baño de la segunda etapa del humidificador, donde el gas portador recoge más cantidad del componente
10 vaporizable en forma de vapor procedente del líquido de alimentación, con el fin de humidificar adicionalmente el gas portador con el componente vaporizable; y

 retirar el gas portador humidificado de la cámara de la segunda etapa del humidificador.

15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el líquido de alimentación que fluye en la cámara de la segunda etapa del humidificador es un remanente de un líquido procedente de un baño de la tercera etapa del humidificador a una tercera temperatura de humidificación en una cámara de
20 la tercera etapa del humidificador, donde la tercera temperatura de humidificación es mayor que la segunda temperatura de humidificación, comprendiendo además el método dirigir el gas portador humidificado desde la cámara de la segunda etapa del humidificador hasta el baño de la
25 tercera etapa del humidificador en la cámara de la tercera etapa del humidificador y hacer burbujear el gas portador

humidificado a través del baño de la tercera etapa del humidificador, donde el gas portador humidificado se humidifica adicionalmente con más del componente vaporizable en forma de vapor procedente del baño de la tercera etapa.

5 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además condensar el componente vaporizable procedente del gas portador humidificado en un deshumidificador, después de que se retira el gas portador humidificado de la segunda cámara del humidificador.

10 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde el componente vaporizable es agua.

 5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, donde el líquido de alimentación es agua de mar o agua salobre.

 6. El método de acuerdo con la reivindicación 4, donde
15 el líquido de alimentación es agua de reflujo o agua de producción procedente de la extracción de petróleo o gas.

 7. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde el gas portador, cuando sale del baño de la segunda etapa del humidificador, tiene una temperatura entre 3 y 8 °C más
20 alta que la temperatura del gas portador que sale del baño de la primera etapa del humidificador.

 8. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde los baños del humidificador tienen una anchura, medida perpendicularmente al flujo del gas portador a través del
25 baño, y una altura, medida paralelamente al flujo del gas

portador, donde la anchura es al menos dos veces mayor que la altura.

9. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde el componente vaporizable se condensa en el deshumidificador
5 procedente del gas portador humidificado al hacer burbujear el gas portador humidificado a través de un baño de la primera etapa del deshumidificador en una cámara de la primera etapa del deshumidificador a una primera temperatura de deshumidificación, donde la primera temperatura de
10 deshumidificación es menor que la segunda temperatura de humidificación.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además hacer fluir el líquido de alimentación a través de un conducto para el líquido de alimentación que
15 pasa a través de un baño de la segunda etapa del deshumidificador y a continuación a través del baño de la primera etapa del deshumidificador, antes de que el líquido de alimentación fluya hacia la cámara de la segunda etapa del humidificador, donde se calienta el líquido de
20 alimentación mediante la energía térmica extraída del baño de la primera y segunda etapa del deshumidificador, al tiempo que el líquido de alimentación fluye a través del conducto para el líquido de alimentación que pasa a través de los baños del deshumidificador.

25 11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además utilizar una fuente de calor adicional para

calentar más el líquido de alimentación después de que el líquido de alimentación fluya a través del conducto que pasa a través de las cámaras del deshumidificador y antes de que el líquido de alimentación fluya a través de las cámaras del
5 humidificador.

12. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde el deshumidificador es un deshumidificador multietapa que incluye una pluralidad de cámaras de deshumidificación.

13. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde
10 una parte del gas portador se extrae desde, al menos, una posición intermedia en el humidificador multietapa y se suministra desde cada posición intermedia extraída hasta una posición intermedia correspondiente en el deshumidificador, lo que permite la manipulación de los flujos de la masa de
15 gas y una mayor recuperación de calor.

14. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde una parte de un remanente del líquido de alimentación se extrae desde, al menos, una posición intermedia en el humidificador multietapa y se suministra desde cada posición
20 intermedia extraída hasta una posición intermedia correspondiente en el deshumidificador, lo que permite la manipulación de los flujos de líquido de alimentación y una mayor recuperación de calor.

15. El método de acuerdo con la reivindicación 9, donde
25 los baños del deshumidificador tienen sustancialmente la

misma composición, en forma líquida, que el componente vaporizable procedente del líquido de alimentación.

16. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el humidificador multietapa es una estructura integral, con
5 las etapas separadas únicamente por una placa con tubo burbujeador, y donde el gas portador parcialmente humidificado se dirige directamente desde la primera cámara del humidificador, a través de la placa con tubo burbujeador, hasta la cámara de la segunda etapa del humidificador.

10 17. Un aparato de humidificación multietapa con columna de burbujeo, que comprende:

una fuente de líquido de alimentación que contiene un líquido de alimentación;

15 una cámara de la segunda etapa del humidificador configurada de modo que reciba el líquido de alimentación procedente de la fuente de líquido de alimentación y que contiene un distribuidor de burbujas de la segunda etapa;

una cámara de la primera etapa del humidificador unida de manera integral con la cámara de la segunda etapa del
20 humidificador, configurada de modo que reciba un remanente del líquido de alimentación procedente de la cámara de la segunda etapa del humidificador y que contiene un distribuidor de burbujas de la primera etapa; y

una fuente de gas portador que contiene un gas portador,
25 donde la cámara de la primera etapa del humidificador se configura de modo que reciba el gas portador procedente de

la fuente de gas portador y de modo que disperse el gas portador a través del distribuidor de burbujas de la primera etapa, y donde la cámara de la segunda etapa del humidificador se configura de modo que reciba el gas portador
5 procedente de la cámara de la primera etapa del humidificador y de modo que disperse el gas portador directamente desde la cámara de la primera etapa del humidificador a través del distribuidor de burbujas de la segunda etapa.

18. El aparato de humidificación multietapa con
10 columna de burbujeo de acuerdo con la reivindicación 17, donde el líquido de alimentación se selecciona entre al menos uno de (a) agua de mar o agua salobre y (b) agua de reflujo o de producción procedente de la extracción de petróleo o gas.

15 19. El aparato de humidificación multietapa con columna de burbujeo de acuerdo con la reivindicación 17, donde las cámaras del humidificador están apiladas verticalmente.

20 20. El aparato de humidificación multietapa con columna de burbujeo de acuerdo con la reivindicación 19, donde cada una de las cámaras del humidificador tienen una anchura, medida horizontalmente, y una altura, medida verticalmente, donde la anchura es, al menos, dos veces mayor que la altura.

21. El aparato de humidificación multietapa con columna de burbujeo de acuerdo con la reivindicación 17, que comprende además:

una cámara de la primera etapa del deshumidificador
5 configurada de modo que reciba el gas portador procedente de la cámara de la segunda etapa del humidificador;

una cámara de la segunda etapa del deshumidificador configurada de modo que reciba el gas portador procedente de la cámara de la primera etapa del deshumidificador;

10 un conducto para el líquido de alimentación acoplado con la fuente de líquido de alimentación y configurado de modo que pase desde la fuente de líquido de alimentación, a través de la cámara de la segunda etapa del deshumidificador y a continuación a través de la cámara de la primera etapa del deshumidificador, antes de finalizar en una salida a la
15 cámara de la segunda etapa del humidificador; y

un calentador configurado de modo que caliente el conducto para el líquido de alimentación entre la cámara de la primera etapa del deshumidificador y la cámara de la
20 segunda etapa del deshumidificador.

22. El aparato de humidificación multietapa con columna de burbujeo de acuerdo con la reivindicación 21, que comprende además un conducto de extracción múltiple configurado de modo que intercambie directamente líquido de
25 alimentación entre (a) el conducto para el líquido de alimentación en una posición intermedia entre la cámara de

la primera etapa del deshumidificador y la cámara de la segunda etapa del deshumidificador y (b) la cámara de la primera etapa o segunda etapa del humidificador.

Humidificador multietapa con columna de burbujeo

RESUMEN

Un líquido de alimentación fluye hacia una cámara de la segunda etapa del humidificador para formar un baño en la
5 segunda etapa del humidificador. A continuación, un primer remanente del líquido de alimentación procedente de la cámara de la segunda etapa del humidificador fluye hacia una cámara de la primera etapa del humidificador, para formar un baño de la primera etapa del humidificador que tiene una
10 temperatura menor que la del baño de la segunda etapa. A continuación, se retira un segundo remanente del líquido de alimentación de la primera etapa del humidificador. Al mismo tiempo, se inyecta un gas portador y se hace burbujear a través del baño de la primera etapa del humidificador, que
15 recoge un componente vaporizable, en forma de vapor procedente del primer remanente del líquido de alimentación, con el fin de humidificar parcialmente el gas portador. A continuación, el gas portador parcialmente humidificado se hace burbujear a través del baño de la segunda etapa del
20 humidificador, donde el gas portador recoge más del componente vaporizado procedente del líquido de alimentación con el fin de humidificar adicionalmente el gas portador antes de su extracción desde la cámara de la segunda etapa del humidificador.