

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 897**

51 Int. Cl.:

F28B 1/06 (2006.01)

F28B 9/08 (2006.01)

F25B 39/04 (2006.01)

F28D 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2011 E 11158989 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2369282**

54 Título: **Aparato y método para una torre de refrigeración de condensador enfriado por aire de tiro natural**

30 Prioridad:

22.03.2010 US 728701

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

18.06.2018

73 Titular/es:

**SPX DRY COOLING USA LLC (100.0%)
7401 West 129th Street
Overland Park, KS 66213, US**

72 Inventor/es:

**BADIN, FRANCIS;
THIRY, BENOIT;
CORNELIS, MARC y
VOUCHE, MICHEL**

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 672 897 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para una torre de refrigeración de condensador enfriado por aire de tiro natural

CAMPO DE LA INVENCION

5 **[0001]** La presente invención se refiere a una torre de refrigeración de tiro natural que utiliza un condensador enfriado por aire. La torre de refrigeración mencionada anteriormente funciona mediante tiro natural y alcanza el intercambio de calor entre dos fluidos, tales como aire atmosférico, habitualmente, y otro fluido, que es normalmente vapor. La torre de refrigeración mencionada anteriormente funciona mediante tiro natural, que utiliza flotabilidad a través de una chimenea alta. El aire caliente se eleva de forma natural debido al diferencial de densidad con respecto al aire ambiente exterior, que es más frío. En efecto, el aire caliente es, evidentemente, 10 menos denso que el aire ambiente, más frío, a la misma presión.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 **[0002]** Las torres de refrigeración son intercambiadores de calor de un tipo ampliamente utilizado para emitir calor de baja temperatura a la atmósfera y se utilizan normalmente en la generación de electricidad, en instalaciones de aire acondicionado y similares. En una torre de refrigeración de tiro natural para las aplicaciones mencionadas anteriormente, se induce el flujo de aire a través de una torre de tipo chimenea hueca por medio de la diferencia de densidad entre el aire frío que entra por la parte inferior de la torre y el aire caliente que sale por la parte superior. Esta diferencia se debe a la transferencia de calor del fluido que se enfría, que pasa a través del interior de la torre. Las torres de refrigeración pueden ser húmedas o secas. Las torres de refrigeración secas pueden ser, bien "secas directas", en las que el vapor se condensa directamente por medio del aire que pasa a lo largo de un medio de 20 intercambio de calor que contiene el vapor o un tipo de torres de refrigeración de tiro natural "secas indirectas", en las que el vapor, en primer lugar, pasa a través de un condensador de superficie enfriado mediante un fluido, y este fluido calentado se envía a un intercambiador de calor de torre de refrigeración donde el fluido permanece aislado del aire, de forma similar a un radiador de automóvil. La refrigeración por corriente de aire presenta la ventaja de que no se producen pérdidas por evaporación de agua. Ambos tipos de torres de refrigeración secas 25 disipan el calor mediante conducción y convección, y ambos tipos se utilizan actualmente. Las torres de refrigeración húmedas proporcionan contacto de aire directo a un fluido que se enfría. Las torres de refrigeración húmedas aprovechan el calor latente de la vaporización, que permite una transferencia de calor muy eficiente, pero a costa de evaporar un porcentaje pequeño del fluido de circulación.

30 **[0003]** Además de los tipos de diseños de torre de refrigeración que se han descrito anteriormente, las torres de refrigeración también pueden clasificarse como de flujo transversal o de contraflujo. Normalmente, en una torre de refrigeración de flujo transversal, el aire se mueve de forma horizontal a través del relleno a medida que el líquido que se va a enfriar se mueve hacia abajo. Por el contrario, en una torre de refrigeración de contraflujo, el aire se desplaza hacia arriba a través del relleno, en dirección contraria al movimiento descendente del líquido que se va a enfriar.

35 **[0004]** En una torre de refrigeración seca directa, los gases de escape de vapor de turbina se condensan directamente en un condensador enfriado por aire. Las torres de refrigeración secas necesitan aproximadamente entre cinco y diez veces el aire requerido por las torres de evaporación de tiro mecánico. Este tipo de refrigeración se utiliza, normalmente, cuando hay disponible poco suministro de agua o cuando no lo hay. Este tipo de sistema consume muy poca agua y no emite penacho de vapor de agua.

40 **[0005]** Con el fin de conseguir la refrigeración requerida, el condensador normalmente necesita una zona de superficie grande para disipar la energía térmica en el gas o vapor y conlleva diversos problemas para el ingeniero de diseño. Resulta difícil dirigir de forma eficiente y eficaz el vapor a todas las zonas de superficie interior del condensador debido a la falta de uniformidad en el suministro del vapor como consecuencia de pérdidas de presión en los conductos del sistema y de la distribución de velocidad. Por consiguiente, la distribución uniforme de vapor es conveniente en los condensadores enfriados por aire y es primordial para un rendimiento óptimo. Por lo tanto, 45 sería deseable tener un condensador con un diseño estratégico de superficies de condensador y conductos que permitiera asegurar una distribución uniforme de vapor a lo largo del condensador, al tiempo que permita que fluya un máximo de flujo de aire de refrigeración a lo largo y a través de las superficies de condensador.

50 **[0006]** Otro problema con los condensadores enfriados por aire actuales es la dilatación y la contracción de los conductos y las superficies de refrigeración, provocadas por los diferenciales de temperatura. Pueden emplearse juntas de dilatación de tubería en zonas clave para compensar el movimiento térmico. Un tipo habitual de junta de dilatación para sistemas de tuberías es un fuelle que puede estar hecho de metal (más comúnmente, acero inoxidable). Un fuelle está formado por una serie de una o más circunvoluciones, estando diseñada la forma de la circunvolución para resistir las presiones internas de la tubería, pero siendo lo suficientemente flexible como para admitir las deflexiones axiales, laterales y/o angulares. En todas las aplicaciones, menos la más pequeña, se necesita la ramificación de los conductos de vapor para distribuir el vapor a las diversas secciones de serpentín 55 del condensador. La misma naturaleza de la ramificación rompe el flujo de vapor en distintas direcciones, lo que introduce inevitablemente la dilatación térmica en distintas direcciones. Estos dispositivos de admisión de dilatación

son costosos. Por lo tanto, sería deseable, de forma adicional, tener una disposición de condensador en la que la dilatación y la contracción térmica se controlen de forma simple y económica.

5 **[0007]** La torre de refrigeración de tiro natural normalmente presenta una carcasa a cielo abierto hueca de hormigón armado con un eje vertical de simetría y una sección transversal circular. La estructura de carcasa tapiada fina normalmente comprende una forma hiperbólica de cuello cuando se observa en sección transversal meridiana o la carcasa puede presentar una forma cilíndrica o cónica. Unas aberturas en la base de la estructura de la torre permiten el acceso de aire ambiente para facilitar el intercambiador de calor desde el fluido al aire. También son conocidas las torres de refrigeración de tiro forzado, en las que el flujo de aire es generado por ventiladores. Estos dispositivos, normalmente, no incorporan una carcasa de tiro natural, puesto que los ventiladores sustituyen el efecto chimenea de las torres de refrigeración de tiro natural. Sin embargo, los ventiladores de tiro forzado pueden incorporarse en un diseño de tiro natural para complementar el flujo de aire cuando la diferencia de densidad descrita anteriormente no sea suficiente para producir el flujo de aire deseado.

10 **[0008]** En la técnica, se sabe que la mejora del rendimiento de la torre de refrigeración (es decir, la capacidad de extraer una cantidad mayor de calor residual en una superficie determinada) puede dar lugar a un rendimiento total mejorado de una conversión de calor de una planta de vapor en energía eléctrica y/o a incrementos en la salida de potencia en condiciones específicas. Se desean métodos rentables de mejora. La presente invención aborda este deseo. Consideraciones equivalentes pueden aplicarse en otros sectores en los que se utilizan torres de refrigeración de tiro natural grandes.

15 **[0009]** Adicionalmente, las torres de refrigeración de tiro natural grandes son instalaciones fijas con larga vida útil que conllevan un alto coste de capital y es deseable que se puedan obtener mejoras sin grandes modificaciones, en particular en la estructura principal de la torre. El método y aparato de la presente invención pueden aplicarse a la mejora de las torres de refrigeración de tiro natural actuales, así como a nuevas torres de refrigeración.

20 **[0010]** En un clima más frío, la temperatura de retorno de un fluido desde la torre de refrigeración y/o la congelación de un fluido en el intercambiador de calor representa una gran preocupación. Cuando el flujo de aire tiene la capacidad de intercambiar más calor que el deseado, debe reducirse el flujo de aire. Los reguladores de tiro de flujo de aire se conocen por utilizarse en serie con los intercambiadores de calor. Los reguladores de tiro pueden regularse para restringir el flujo de aire. Sin embargo, incluso en la posición abierta más amplia, se produce una pérdida de presión a través del regulador de tiro. Esta pérdida de presión reduce el flujo de aire total y, por lo tanto, la capacidad de refrigeración de la torre.

25 **[0011]** Adicionalmente, debido a los extremos de temperatura y de humedad, una torre de refrigeración de tiro natural puede extraer demasiada energía calorífica del líquido calentado o congelar el líquido que se va a enfriar. Por ejemplo, una torre de refrigeración seca puede extraer demasiada energía térmica procedente del condensado líquido calentado, lo que haría necesaria más energía calorífica procedente de una caldera o fuente de calor para volver a calentar el líquido hasta alcanzar su temperatura óptima, de tal forma que se rebaja la eficacia del sistema. Por el contrario, una torre húmeda es propensa a la formación de hielo en un clima frío. En particular, puede formarse y acumularse hielo en el relleno y provocar daños estructurales al relleno y/o a la estructura de sustentación.

30 **[0012]** En el documento de patente DE 19 46 915 A1, se da a conocer un condensador enfriado por aire para la destilación en el que los vapores en cabeza de columna procedentes de una columna de destilación pasan a través de un tubo ascendente y de tubos hacia dentro de tubos con aletas exteriores ensambladas en planos verticales alrededor de una cámara por encima de la columna, estando dispuestos los tubos con aletas de manera simétrica con respecto al eje vertical de la columna y estando rodeados de una cubierta que está cerrada en la parte superior, pero abierta a la atmósfera en la base, de tal forma que se atrae aire por medio de un ventilador y fluye entre los tubos con aletas, de manera que se produce la condensación de los vapores en ese espacio. El condensado se recoge en cámaras y una tubería desde la cual una parte del condensado se hace hervir en reflujo en la columna y el resto se retira como producto.

35 **[0013]** En el documento de patente EP 0 553 435 A2, se da a conocer una torre de refrigeración de tiro natural que presenta una pluralidad de elementos de intercambio de calor en forma de techo para la condensación del vapor de turbina de una central eléctrica. Los elementos de intercambio de calor se suministran condensándose el vapor por medio de un conducto de alimentación de vapor común dispuesto centralmente y de líneas de distribución que se bifurcan radialmente desde el mismo estando conectadas en parte de forma condensadora y en parte parcialmente condensadora, donde los elementos de intercambio de calor conectados de forma parcialmente condensadora están dispuestos en el lado del vapor en dirección descendente con respecto a los elementos de intercambio de calor conectados de forma condensadora. Los elementos de intercambio de calor están distribuidos sobre una pluralidad de sectores idénticos que, en cada caso, presentan líneas completas para la distribución de vapor, así como el drenaje del gas inerte y el condensado. Asimismo, los elementos de intercambio de calor conectados de forma condensadora están dispuestos con su eje longitudinal en una estructura de sustentación, en cada caso como una secante en relación con el conducto de alimentación de vapor central.

[0014] En el documento de patente DE 19 60 619 A1 , se da a conocer una torre de refrigeración de tiro natural para vapores o líquidos con entrada por la parte inferior circunferencial y parte superior abierta, donde el líquido que se ha de enfriar pasa a través de tubos cerrados, lisos o acanalados. Los elementos de intercambio de calor o sus componentes están dispuestos a una altura que aumenta hacia el centro de la torre, generalmente en la misma medida que el aumento de la proporción del flujo de aire ascendente hacia el centro. Específicamente, los elementos están dispuestos a modo de pirámide plana o pirámide frustocónica o frustocono.

[0015] Por lo tanto, sería deseable contar con una torre de refrigeración de tiro natural económica y eficiente, en la que también pueda controlarse el flujo de aire de refrigeración, al tiempo que se mantengan los efectos mínimos de la dilatación y la contracción térmica del condensador y de los conductos, de tal forma que se simplifique y se reduzca el gasto en mantenimiento.

SUMARIO DE LA INVENCION

[0016] Los modos de realización de la presente invención contemplan, de forma ventajosa, una torre de refrigeración de tiro natural de acuerdo con la reivindicación 1 y un método para enfriar un fluido industrial, normalmente vapor, de acuerdo con la reivindicación 9. En las reivindicaciones dependientes respectivas, se dan a conocer modos de realización preferidos y variantes del método.

[0017] De este modo, los expertos en la materia observarán que el concepto sobre el que se basa la presente exposición puede utilizarse fácilmente como base para el diseño de otras estructuras, métodos y sistemas para llevar a cabo los distintos objetivos de la presente invención. Por lo tanto, es importante considerar que las reivindicaciones incluyen dichas construcciones equivalentes en la medida en que no se desvían del alcance de la presente invención.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

[0018] Las características y ventajas mencionadas, así como otras, de la presente exposición, y la manera de conseguirlas, resultarán más evidentes y se entenderá mejor la exposición con referencia a la siguiente descripción de diversos modos de realización de la exposición tomados junto con las figuras adjuntas.

En la figura 1, se muestra un diagrama de circuito de vapor/agua esquemático de una instalación de generación de energía eléctrica simplificada en la que puede utilizarse un modo de realización de la presente invención.

En la figura 2, se muestra una ilustración esquemática simple de un modo de realización de la invención en la que la salida de una turbina de vapor está acoplada directamente a la torre de condensador.

En la figura 3, se muestra una vista de planta de un modo de realización de la presente invención que ilustra un conducto de vapor que conecta brazos de conductos radiales y haces.

En las figuras 4A y 4B, se muestra una vista lateral de un modo de realización que ilustra la orientación de los conductos de un modo de realización de la presente invención y una representación exagerada del movimiento radial del presente sistema.

En la figura 5, se ilustra el distribuidor de brazo de conductos radiales de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

En la figura 6A, se ilustran los conductos bifurcados y una parte de la sección de anillo anular de refrigeración de acuerdo con un modo de realización de la presente invención y también se ilustra el movimiento radial del sistema.

En la figura 6B, se ilustra una disposición alternativa para conectar el brazo radial a la sección de anillo anular de refrigeración.

En la figura 7, se ilustra la estructura de refrigeración, que comprende una sección de estrato base, una sección de anillo anular de refrigeración, una sección de techo angular y una sección de chimenea de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

En la figura 8, se muestra una orientación de vista lateral de la sección de estrato y el anillo anular de refrigeración de la presente invención.

En la figura 9, se ilustra un único conjunto de la unión de haces de tubos con aletas al distribuidor periférico de una caja de vapor ubicada de acuerdo con un modo de realización de la presente invención y también se ilustra el movimiento radial y angular del sistema de manera sumamente exagerada.

En la figura 10, se ilustra la sección inferior del haz de tubos con aletas y el colector de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

En la figura 11A, se ilustra una torre de refrigeración en la que una desviación de entrada de aire está cerrada y aumenta el aire a través del intercambiador de calor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

5 En la figura 11B, se ilustra una torre de refrigeración en la que una desviación de entrada de aire situada dentro de una estructura está cerrada y aumenta el aire a través del intercambiador de calor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

En la figura 12A, se ilustra una torre de refrigeración en la que una entrada de aire está abierta y disminuye el aire a través del intercambiador de calor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

10 En la figura 12B, se ilustra una torre de refrigeración en la que una desviación de entrada de aire situada dentro de una estructura está abierta y disminuye el aire a través del intercambiador de calor de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

15 En la figura 13, se ilustra una torre de refrigeración en la que la desviación de aire está cerrada y aumenta el aire a través del intercambiador de calor, donde el intercambiador de calor está situado fuera de la estructura de carcasa de torre, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

En la figura 14, se ilustra una torre de refrigeración en la que la desviación de aire está abierta y disminuye el aire a través del intercambiador de calor, donde el intercambiador de calor está situado fuera de la torre, de acuerdo con un modo de realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

20 **[0019]** En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que forman parte de este documento y muestran, de forma ilustrativa, modos de realización específicos en los que puede llevarse a cabo la invención. Estos modos de realización se describen con suficiente detalle para permitir a los expertos en la materia llevarlos a cabo, y cabe observar que pueden utilizarse otros modos de realización, así como que pueden realizarse cambios estructurales, lógicos, procedimentales y eléctricos. Cabe observar que cualquier lista de materiales o
25 disposiciones de elementos se ofrece a modo de ejemplo solamente y, de ningún modo, pretende ser exhaustiva. La progresión de las etapas de proceso descritas es un ejemplo; sin embargo, la secuencia de etapas no se limita a la establecida en el presente documento y puede cambiarse como se conoce en la técnica, con la excepción de etapas que se producen necesariamente en un determinado orden.

30 **[0020]** En la figura 1, se muestra un diagrama esquemático del circuito vapor/agua 1 de una instalación de generación de energía eléctrica simplificada en gran medida. Una caldera 2 produce vapor que se desplaza a través de un conducto 3 hasta una turbina de vapor 4 que acciona un generador 5. La caldera 2 puede encenderse con combustible fósil, tal como carbón o gas natural, para proporcionar calor, o la fuente de calor puede ser un reactor nuclear (no se muestra). El vapor húmedo que sale de la turbina de vapor 4 se condensa en un intercambiador de calor 6 y sale en forma de agua, que se vuelve a hacer circular en forma de agua de alimentación
35 a la caldera 2 por medio de una bomba de agua de alimentación 7.

[0021] Se proporciona un suministro de agua de refrigeración distinto al intercambiador de calor 6 a través de un conducto 8, que sale a una temperatura elevada a través de un conducto 9, al ser bombeada por bombas de agua de refrigeración 10. En algunas instalaciones, un lago, río o estanque de refrigeración artificial pueden proporcionar un gran suministro de agua para su utilización como agua de refrigeración. Sin embargo, en los casos en los que
40 no se disponga de suministro, el agua de refrigeración puede volverse a hacer circular directamente, según se muestra en la figura 1, pasando a través de una torre de refrigeración 11 para que disminuya su temperatura antes de volver al intercambiador de calor 6 a través del conducto 8. Esta disposición evita la necesidad de contar con un gran suministro natural de agua de refrigeración. Cabe observar que el circuito 1 se proporciona con fines ilustrativos solamente. En una instalación de generación de energía práctica (no se muestra), puede haber
45 componentes adicionales, tales como economizadores, recalentadores y (normalmente) diversas calderas, turbinas y conductos para alojarlos.

[0022] Las torres de refrigeración húmedas o de evaporación son intercambiadores de calor del tipo en los que un líquido, según se muestra en la figura 1, es agua de refrigeración que se introduce en un espacio a través del cual
50 fluye un aire atmosférico de gas y, en ese espacio, se enfría mediante contacto directo con el aire más frío y mediante evaporación parcial. Para proporcionar tiempos de residencia de líquido lo suficientemente largos y zonas de interfaz gas/líquido, normalmente se pulveriza el líquido en el espacio, cayendo hacia abajo o salpicándose sobre una estructura fija con una gran superficie (conocida, por ejemplo, como "relleno") en la base de la torre, recogiendo finalmente en un depósito por debajo del relleno. En torres de refrigeración pequeñas, con tamaños de las que se utilizan en aplicaciones de aire acondicionado y similares, el flujo de gas normalmente es producido por ventiladores, que normalmente forman parte integrante de la torre de refrigeración. Sin embargo, en las torres
55 de refrigeración más grandes, habituales en aplicaciones de generación de energía eléctrica, se utiliza normalmente tiro natural para proporcionar el flujo de aire.

[0023] En la figura 2, se ilustra un esquema simple de un modo de realización de la presente invención en el que la salida de una turbina de vapor está acoplada directamente a un condensador enfriado por aire. La caldera 2 calienta un fluido, por ejemplo agua, hasta que se convierte en un gas (vapor). El vapor sale de la caldera 2 a través de un conducto de vapor 3 y entra a la turbina de vapor 4, que es un dispositivo mecánico que extrae energía térmica del vapor a presión y la convierte en movimiento rotativo. Este movimiento rotativo, por ejemplo, puede hacer girar un generador 5 para producir electricidad. En este ejemplo, la turbina de vapor es una turbina de condensación. Este tipo de turbina de vapor expulsa vapor en un estado parcialmente condensado, normalmente de una calidad cercana al 90 %, a una presión muy por debajo de la atmosférica, hacia una torre de condensador enfriado por aire 14 a través de un conducto 12. La torre de condensador enfriado por aire 14 también extrae energía térmica del vapor y produce un líquido con una temperatura inferior a la ebullición que se recoge y se vuelve a bombear a la caldera 2 con una bomba 16 a través de un conducto de retorno de agua 18.

[0024] Ahora, con referencia a las figuras 3-6, en las que se muestra un generador 30 que se hace funcionar mediante una turbina de vapor 32. El vapor puede generarse en una variedad de maneras, por ejemplo, con una caldera caldeada con carbón o con un reactor nuclear. A medida que el vapor de exhaustación sale de la turbina 32, entra por un primer extremo del conducto horizontal 34. El otro extremo del conducto horizontal 34 está fijado a un conducto ascendente central 36, que está situado en medio de la torre y termina en un distribuidor radial 38. Cuatro conductos radiales 40 salen del distribuidor radial 38. Cada conducto radial está conectado a un conducto terminal, mostrado como conducto en Y 42 en la figura 6A. Los otros lados del conducto en Y 42 están conectados al distribuidor periférico 46, que es continuo alrededor del perímetro de la torre. El distribuidor periférico 46 está conectado a los haces de tubos con aletas 48 por medio de un conducto de haz 50. El sistema de haces produce un patrón circular, que produce el anillo anular 52. Cabe observar que, en función de las necesidades de rendimiento y el tamaño del sistema de refrigeración, el número de conductos radiales puede variar. Por ejemplo, puede haber seis u ocho conductos radiales que salen del conducto ascendente central 36 hacia el distribuidor periférico en modos de realización adicionales. En la figura 6B, se ilustra un modo de realización alternativo para conectar el conducto radial 40 al distribuidor periférico 46, que emplea un conducto en T redondeado 43.

[0025] En la figura 3, se ilustra una serie de columnas 53 que sustentan la carcasa 62. En este modo de realización, el sistema de conductos cuelga de la parte inferior de la carcasa y no está sustentado por debajo. En la figura 6A, se muestra una vista más cercana de la figura 3. Los conductos de brazo radial 40 cuelgan de la parte inferior de la carcasa de torre 62. Haciendo referencia de nuevo a las figuras 4A y 4B, se muestran soportes de conducto 35 para sustentar el conducto horizontal 34. El conducto está fijado de forma rígida al soporte en el centro de la torre y se indica como 37. En estas figuras, también se muestra cualquier movimiento radial exagerado del presente sistema. En un modo de realización preferido, los tubos de serpentín, conductos y material de tubería son de acero al carbono, de tal forma que se proporciona una alternativa económica al material más costoso.

[0026] Como ocurre con cualquier cuerpo físico en el que se producen variaciones de temperatura, se dilatará o contraerá en función de su temperatura. Una ventaja de utilizar el distribuidor periférico en un circuito grande con una disposición ascendente con punto de centro fijo es que su dilatación térmica es puramente radial y no se necesita un fuelle. La dilatación radial máxima es de aproximadamente 1 pulgada. Este movimiento se introduce en la parte superior del serpentín, que no tiene restringido, deliberadamente, en la parte superior el movimiento radial, puesto que la parte superior de los haces está conectada solamente a la caja de vapor y al conducto periférico. Puesto que los serpentines son tan altos, el movimiento radial provocará solamente una inclinación ligera de los serpentines. Con esto, no solamente se ahorran costes en la construcción al no tener que emplear fuelle, sino que el fuelle no se convertirá en un punto de fallo del sistema, ni tampoco habrá de reemplazarlo en un intervalo de mantenimiento regular. Una ventaja adicional de la disposición anterior es que permite que un ingeniero diseñe un sistema de limpieza fácil y económico que puede colgarse en un riel situado en el perímetro del anillo anular de refrigeración y por encima de los haces, debido al hecho de que los haces de tubos están dispuestos en una cara exterior orientada de forma circunferencial, a diferencia de una disposición plisada o en zigzag.

[0027] Haciendo referencia de nuevo a la figura 7, una estructura de refrigeración 56 comprende una sección de base 54 con su sección de anillo anular 52, una sección de techo angular 60 y una sección de chimenea 62. La sección de anillo anular 52 de la sección de base 54 se compone de una pluralidad de haces de tubos con aletas 48 situados en una disposición circular continua alrededor del perímetro, según se muestra en la figura 3. La sección de techo angular 60 es, fundamentalmente, un director de aire caliente entre los haces de tubos con aletas 48 y la sección de chimenea 62 y puede tener un revestimiento de acero o de cualquier otro material de construcción de estructura de refrigeración.

[0028] Como puede observarse, la parte inferior de la sección de estrato base 54 se encuentra a ras del suelo y presenta una entrada de aire con un regulador de flujo de aire instalado. En este ejemplo, el regulador de flujo de aire se muestra como las rejillas de ventilación 55, que cambian de una posición abierta a una cerrada para controlar el flujo de aire a través de la estructura de refrigeración 56. Las rejillas de ventilación analizadas a lo largo de la presente solicitud pueden reemplazarse por cualquier dispositivo de regulación de flujo de aire. Por ejemplo, las rejillas de ventilación pueden reemplazarse por puertas enrollables, puertas de bisagra, puertas correderas o cualquier estructura variable para limitar el flujo de aire a través de una abertura. También se muestra una puerta de acceso optativa 59. La sección de chimenea mostrada es cilíndrica; sin embargo, puede presentar cualquier

forma que permita un recorrido del aire eficiente a través de la sección de chimenea. Por ejemplo, la sección de chimenea puede presentarse en forma de hiperboloide, que es la forma que la mayoría de la gente asocia a las centrales nucleares de generación de energía.

5 **[0029]** En la figura 8, se muestra una vista lateral adicional de la presente invención que ilustra mejor la sección de estrato base 54 y la sección de anillo anular 52. En la figura 9, se muestra una vista lateral de una porción de los haces de tubos con aletas 48. Los haces de tubos con aletas 48 están unidos al distribuidor periférico 46 a través del conducto de haz 50. Una caja de vapor 51 puede estar situada en la parte superior del haz de tubos con aletas 48 para facilitar el movimiento del vapor. Una caja de vapor de este modo de realización particular puede distribuir el vapor de escape a lo largo de la parte superior del juego de haces de tubos con aletas 48 para facilitar la condensación del vapor. Para observar mejor la dimensión del presente modo de realización, una medida AA representa la altura de los haces de tubos con aletas 48 y también se ilustra en la figura 7. En la figura 9, también se muestra el movimiento radial y angular del presente sistema de manera sumamente exagerada para la claridad de la ilustración.

10 **[0030]** A medida que el vapor se desplaza a través de los haces de tubos con aletas 48, se enfría y vuelve a su forma líquida. El líquido alcanza la parte inferior de los haces de tubos con aletas 48 en dirección a un colector 49 y el líquido sale a través de un retorno de agua 64, según se muestra en la figura 10. Como también se muestra en la figura 9, se proporciona una porción de la sección de estrato base 54 que muestra dónde podrían ubicarse las rejillas de ventilación 55 en un modo de realización de la presente invención.

15 **[0031]** Según se ilustra en la figura 8, las rejillas de ventilación 55 están ubicadas por debajo de los haces de tubos con aletas 48 para proporcionar un segundo recorrido de aire y permitir que el aire rodee los haces con el fin de controlar la capacidad de refrigeración del sistema. Las rejillas de ventilación 55 están instaladas verticalmente y crean "ventanas" en el revestimiento de sellado vertical 57 situado por debajo de los haces. Cuando se cierran las rejillas de ventilación, la capacidad de refrigeración de la torre aumenta y todo el aire de refrigeración fluye a través de los haces y el tiro alcanza el valor máximo. Cuando las rejillas de ventilación se encuentran en la posición abierta, la capacidad de la torre de refrigeración seca disminuye debido a dos efectos. El primer efecto se debe a la reducción del aire de refrigeración que fluye a través de los haces de tubos con aletas. El segundo se debe a la reducción del flujo de aire total en relación con la reducción del tiro (efecto chimenea) en la sección de torre debido a la temperatura inferior dentro de la torre creada por la mezcla de aire caliente generada por el calor del aire que se desplaza a través de los haces junto con el aire frío que pasa a través de las rejillas de ventilación. A su vez, esto permite que el usuario controle la velocidad y la capacidad de la torre de refrigeración seca, por lo que el usuario puede controlar la contrapresión de turbina de vapor.

20 **[0032]** El presente modo de realización presenta muchas ventajas. Por ejemplo, las rejillas de ventilación proporcionan un sistema de control económico. Las rejillas de ventilación son menos costosas que las válvulas de aislamiento, que han de instalarse en los conductos de vapor para neutralizar la superficie de intercambio en segmentos o divisiones. La presente invención necesita una cantidad relativamente baja de rejillas de ventilación; aproximadamente un 50 % de la superficie frontal de los haces ha de cubrirse de rejillas de ventilación para ser eficaz. Adicionalmente, los accionadores de las rejillas de ventilación están situados al nivel del suelo, lo que permite un mantenimiento fácil. Sin embargo, la desviación de aire podría situarse por encima de los haces de tubos y presentar unas características de regulación de flujo de aire similares.

25 **[0033]** Haciendo referencia ahora a las figuras 11A y 12A, se ilustra la funcionalidad de las rejillas de ventilación en un modo de realización alternativo para una torre de refrigeración de tiro natural de contraflujo. Por ejemplo, en la figura 11A, se ilustra una entrada de flujo de aire con un juego de rejillas de ventilación de desviación de aire 66a en una posición cerrada y el flujo de aire a través del intercambiador de calor 76, por lo tanto, aumenta. El intercambiador de calor 76, normalmente, se compone de relleno de refrigeración de evaporación en una configuración de torre húmeda. El aire ambiente 70 entra en la base de la torre 65 a través de la entrada de flujo de aire y la totalidad del aire ambiente 70 pasa a través del intercambiador de calor 76. El intercambio de calor 76 puede ser cualquier tipo de sistema de distribución de fluido calentado en el que se elimina la energía térmica del líquido calentado. El aire calentado 72 asciende debido a la convección. La convección por encima de una superficie caliente se produce puesto que el aire caliente se expande, se hace menos denso y asciende, según se describe en la ley de los gases ideales.

30 **[0034]** Haciendo referencia ahora a las figuras 11B y 12B, en un modo de realización alternativo, el juego de rejillas de ventilación de desviación de aire de la entrada de flujo de aire 66a (figura 11A) puede sustituirse por una rejilla de ventilación de desviación de flujo de aire interna 66b, que está situada dentro de la torre 65. A este diseño es mucho más improbable que le afecte el tiempo adverso, por ejemplo, la aguanieve o la lluvia escarchada. Las primeras rejillas de ventilación de desviación de entrada de flujo de aire 66a y las rejillas de ventilación de desviación de flujo de aire internas 66b son, por lo general, rejillas de ventilación que cambian de una posición abierta a una cerrada. Las rejillas de ventilación de todos los modos de realización pueden montarse justo dentro de la estructura de sustentación de la torre de refrigeración, alineadas con el intercambiador de calor de la torre de refrigeración o justo por fuera del intercambiador de calor de la torre de refrigeración. En modos de realización adicionales, las rejillas de ventilación pueden intercambiarse por control de entrada de tipo puerta.

[0035] En las figuras 12A y 12B, el juego de rejillas de ventilación de desviación de aire de la entrada de flujo de aire 66a o 66b está abierto y el aire a través del intercambiador de calor 76 disminuye. El aire ambiente 70 entra en la base de la torre 65 y el aire ambiente 70 pasa a través del intercambiador de calor 76 y se convierte en aire calentado 73. Adicionalmente, el aire ambiente 70 entra a la torre 65 por encima del intercambiador de calor 76 y se mezcla en cierto modo con el aire calentado 73 y sale por la parte superior de la torre 65 y, por lo tanto, la cantidad de aire que fluye a través de la torre disminuye.

[0036] En la figura 12, las primeras rejillas de ventilación de desviación de aire 66a (o 66b) están abiertas y el aire a través del intercambiador de calor 76 disminuye. El aire ambiente 70 entra en la base de la torre 65 y el aire ambiente 70 pasa a través del intercambiador de calor 76 y se convierte en aire calentado 73. Adicionalmente, el aire ambiente 70 entra a la torre 65 por encima del intercambiador de calor 76 y se mezcla en cierto modo con el aire calentado 73 y sale por la parte superior de la torre 65 y, por lo tanto, la cantidad de aire que fluye a través de la torre disminuye.

[0037] Haciendo referencia ahora a las figuras 13 y 14, se ilustra la funcionalidad de las rejillas de ventilación en un modo de realización alternativo para una torre de refrigeración de tiro natural, donde el intercambiador de calor 74, situado por fuera de la torre, puede utilizarse. Por ejemplo, en la figura 13, se ilustra que la primera rejilla de ventilación de desviación de aire 78a está cerrada y el aire a través del intercambiador de calor 74 aumenta. El aire ambiente 70 pasa a través del intercambiador de calor 74 en dirección a la torre. El aire calentado 72 asciende y sale por la parte superior de la torre 65. En un modo de realización alternativo, la primera rejilla de ventilación de desviación de aire 78a puede sustituirse por una segunda rejilla de ventilación de desviación de aire 78b, que está situada entre la torre 65 y el intercambiador de calor 74.

[0038] En la figura 14, la primera desviación de aire 78a está abierta y el aire a través del intercambiador de calor 74 disminuye. El aire ambiente 70 entra en la base de la torre 65 y el aire ambiente 70 pasa a través del intercambiador de calor 74 y se convierte en aire calentado 72. Adicionalmente, con la segunda rejilla de ventilación de desviación de aire 78a, el aire ambiente 70 entra a la torre 65 más allá del intercambiador de calor 74 y se mezcla con el aire calentado 72 y sale por la parte superior de la torre 65 y, por lo tanto, la cantidad de aire que fluye a través de la torre disminuye.

[0039] Las rejillas de ventilación descritas en la descripción anterior y las figuras pueden sustituirse por otros medios para regular el flujo de aire, por ejemplo, pero sin carácter limitativo, puertas enrollables, puertas de bisagra, puertas correderas o válvulas de mariposa.

[0040] Los procesos y dispositivos de la descripción anterior y los dibujos ilustran ejemplos de solamente algunos de los métodos y dispositivos que podrían utilizarse y producirse para alcanzar los objetos, características y ventajas de los modos de realización descritos en el presente documento y los modos de realización de la presente invención pueden aplicarse a intercambiadores de calor de tipo seco indirecto, seco directo o húmedo. Por lo tanto, no se deben considerar limitados por la descripción anterior de los modos de realización, sino limitados solamente por las reivindicaciones adjuntas. Cualquier reivindicación o característica puede combinarse con cualquier otra reivindicación o característica dentro del alcance de la invención.

[0041] Las numerosas características y ventajas de la invención resultan evidentes a partir de la memoria detallada y, por consiguiente, se pretende, mediante las reivindicaciones adjuntas, cubrir todas dichas características y ventajas de la invención que entran en el alcance de la invención. Asimismo, puesto que a los expertos en la materia se les ocurrirán fácilmente numerosas modificaciones y variaciones, no se desea limitar la invención a la construcción y funcionamiento exactos que se ilustran y se describen y, en consecuencia, puede recurrirse a todas las modificaciones y equivalentes adecuados que entren en el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Torre de refrigeración de tiro natural (11) que enfría un fluido industrial que comprende un condensador de vapor enfriado por aire (14), que comprende:
- 5 una carcasa (62) que presenta un perímetro que se extiende verticalmente alrededor de un eje vertical, donde los condensadores de vapor enfriados por aire (14) están dispuestos cerca de dicha carcasa (62); un conducto horizontal (34) para recibir el fluido industrial que se ha de enfriar; un conducto ascendente central (36) en comunicación fluida con dicho conducto horizontal (34); un distribuidor radial (38) en comunicación fluida con el conducto ascendente central (36);
- 10 al menos un conducto radial (40) que se extiende radialmente desde dicho distribuidor radial (38); un conducto terminal (42) en comunicación fluida con dicho al menos un conducto radial (40); un distribuidor periférico (46) en comunicación fluida con dicho conducto terminal (42); y al menos un haz de tubos con aletas (48) en comunicación fluida con dicho distribuidor periférico (46), **caracterizada por que** el distribuidor periférico (46) rodea dicho conducto ascendente central (36) y es continuo alrededor del perímetro.
- 15 2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el conducto terminal (42) es un conducto en Y.
3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el conducto terminal (42) es un conducto en T redondeado.
4. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el conducto ascendente central (36) está sustentado por una estructura fija central;
- 20 5. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde una caja de vapor está ubicada entre y en comunicación fluida con el distribuidor periférico (46) y el al menos un haz de tubos con aletas (48).
6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde el material de los conductos es acero al carbono.
7. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha carcasa de torre de refrigeración (62) presenta una geometría cilíndrica.
- 25 8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicho distribuidor radial (38) está dividido en cuatro conductos radiales (40).
9. Método para enfriar un fluido industrial mediante la utilización de una torre de refrigeración de tiro natural (11), comprendiendo el método:
- 30 hacer fluir el fluido industrial que se ha de enfriar a través de un conducto horizontal (34); hacer fluir el fluido industrial que se ha de enfriar a través de un conducto ascendente central (36) sustentado por punto fijo;
- 35 hacer fluir el fluido industrial que se ha de enfriar a través de un distribuidor radial (38); hacer fluir el fluido industrial que se ha de enfriar a través de al menos un conducto radial (40) y un conducto terminal (42) hacia un distribuidor periférico (46); hacer fluir el fluido industrial que se ha de enfriar a través del distribuidor periférico (46) hacia al menos un haz de tubos con aletas (48); y hacer pasar un flujo de aire sobre los haces de tubos con aletas (48) y provocar un intercambio de calor del fluido industrial por medio de dicho flujo de aire, donde el distribuidor periférico (46) se extiende de manera continua alrededor del perímetro de la torre (11).
- 40 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:
- hacer fluir dicho fluido hacia una entrada del distribuidor radial (38); hacer fluir dicho fluido fuera del distribuidor radial (38) hacia el al menos un conducto radial (40); y hacer fluir dicho fluido hacia el conducto terminal (42);
- 45 11. Método de acuerdo con la reivindicación 9 que comprende además hacer fluir dicho fluido hacia el distribuidor periférico (46) a través del conducto terminal (42).
12. Método de acuerdo con la reivindicación 9 que comprende además hacer fluir dicho fluido en dirección al distribuidor periférico (46) hacia el al menos un haz de tubos con aletas (48) a través de un conducto de haz.
13. Método de acuerdo con la reivindicación 9, donde una caja de vapor está ubicada entre el distribuidor periférico (46) y el al menos un haz de tubos con aletas (48).
- 50 14. Método de acuerdo con la reivindicación 9, donde el material de los conductos es acero al carbono y donde la torre de refrigeración de tiro natural (11) presenta una forma cilíndrica.

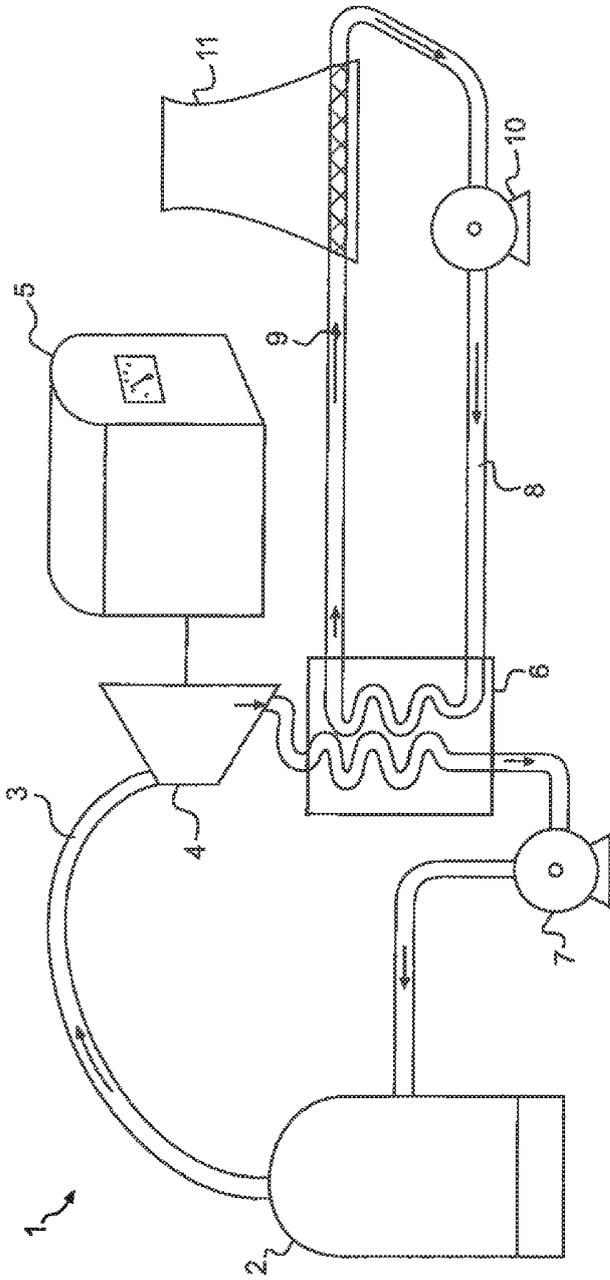
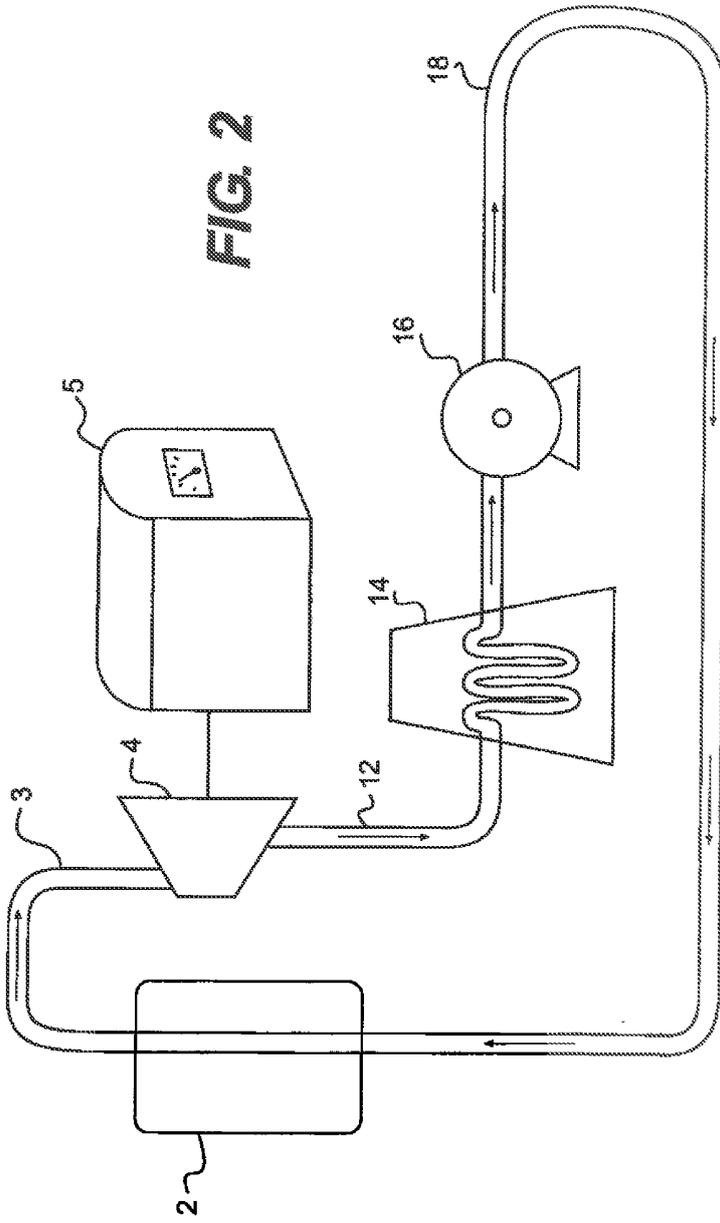
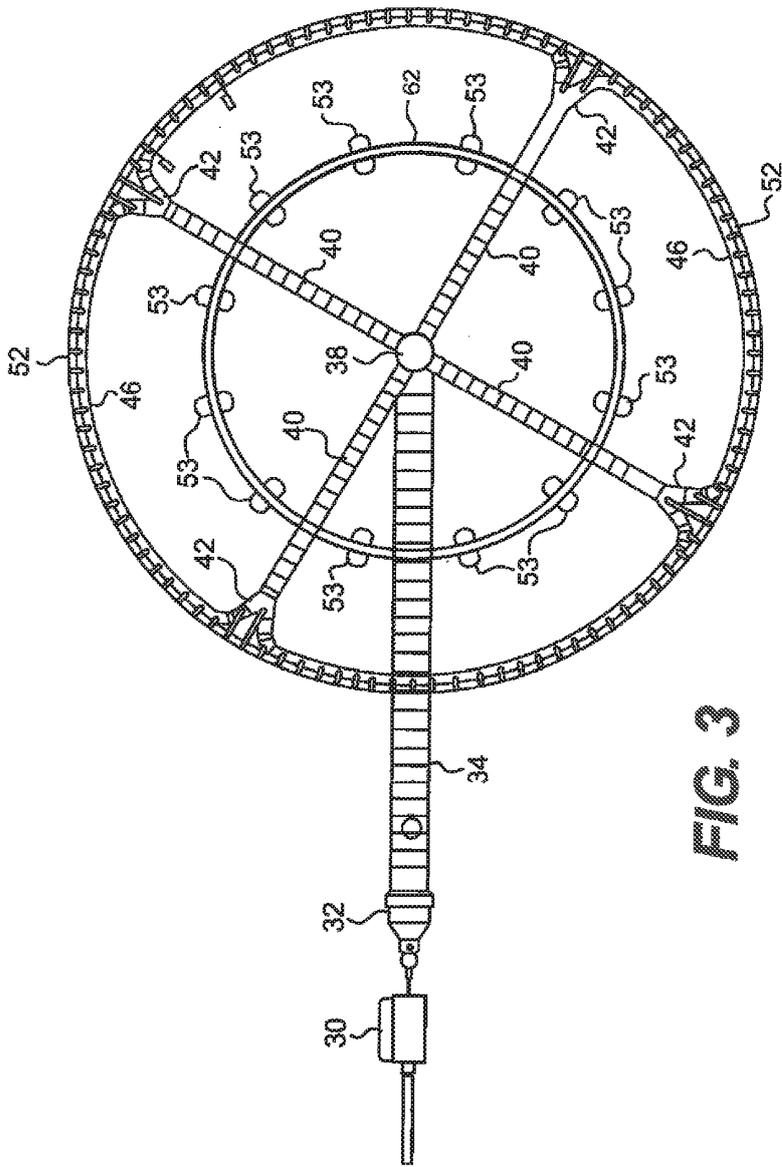


FIG. 1





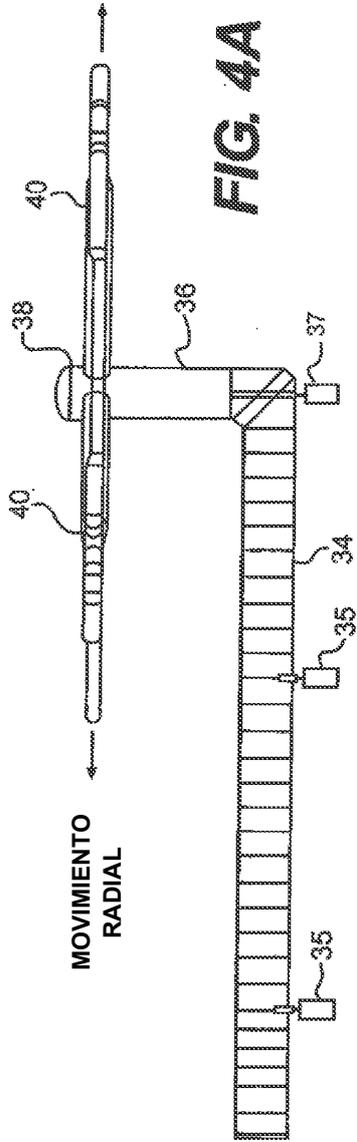


FIG. 4A

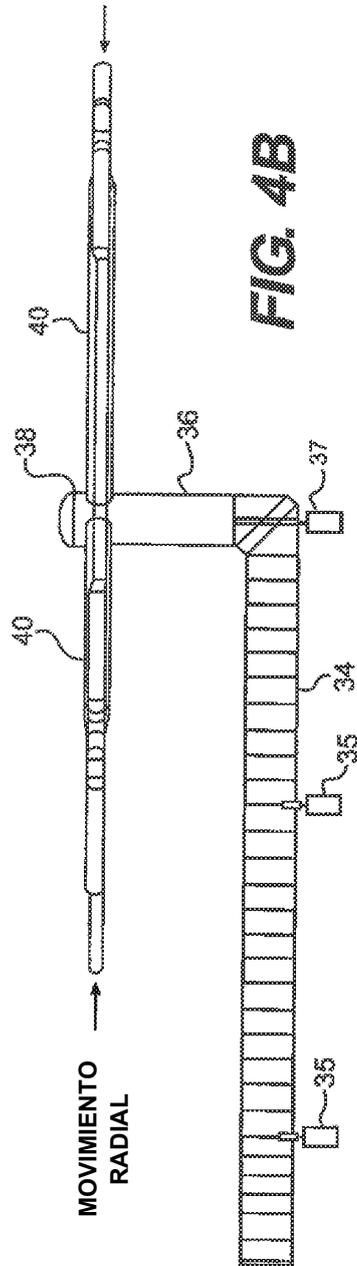


FIG. 4B

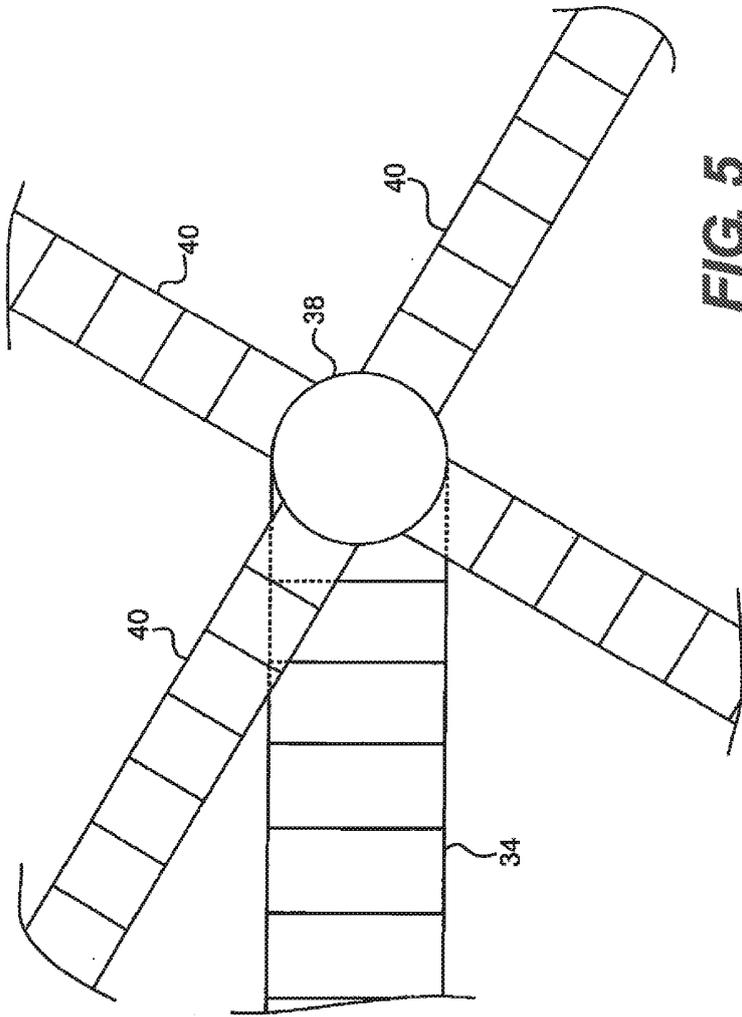


FIG. 5

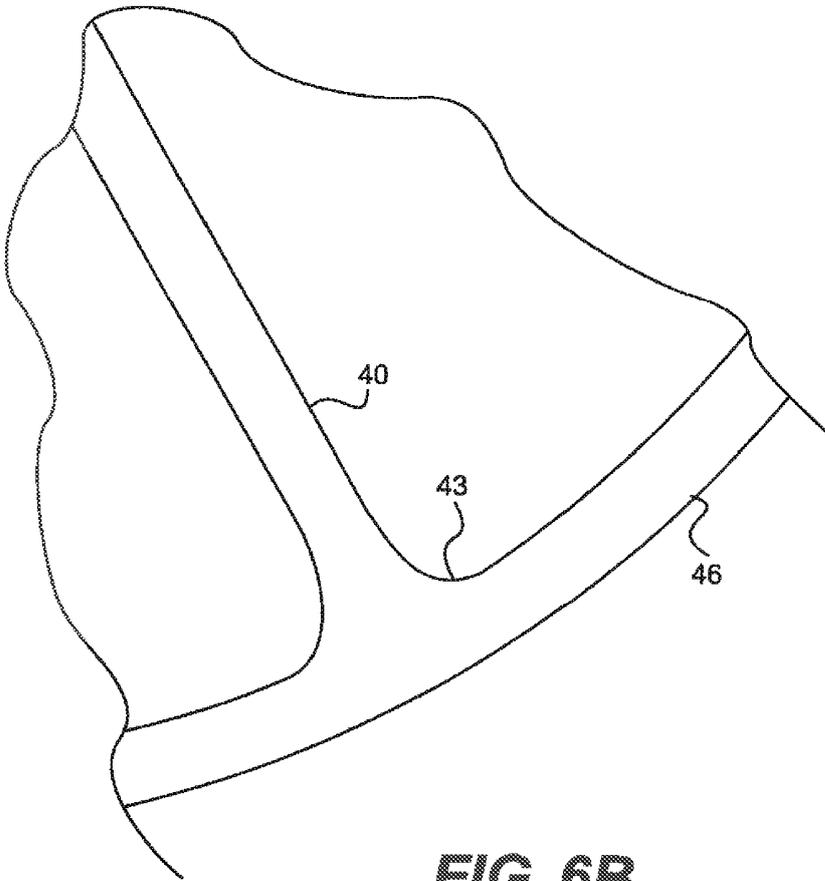
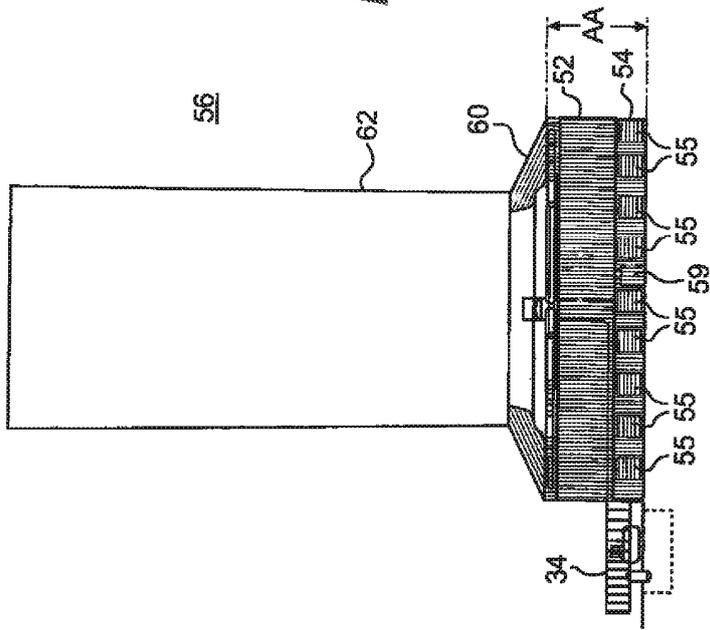
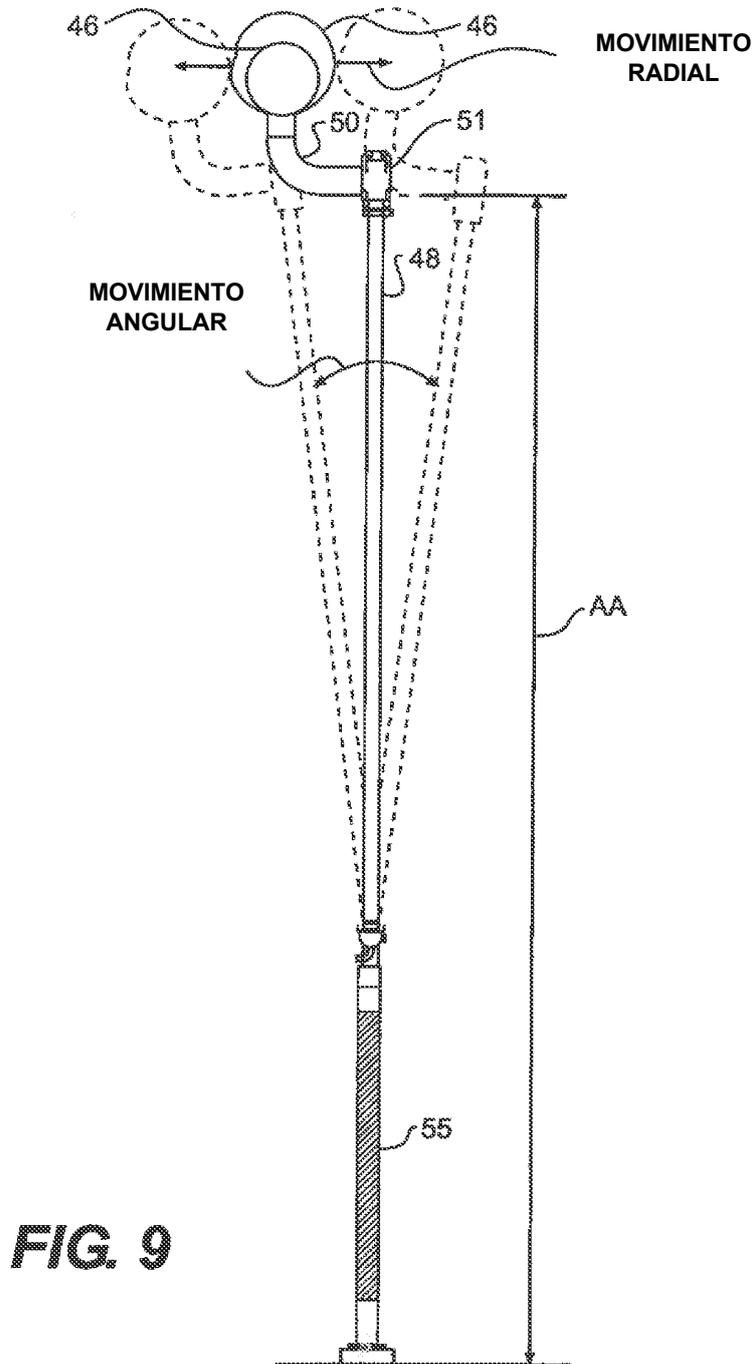


FIG. 6B





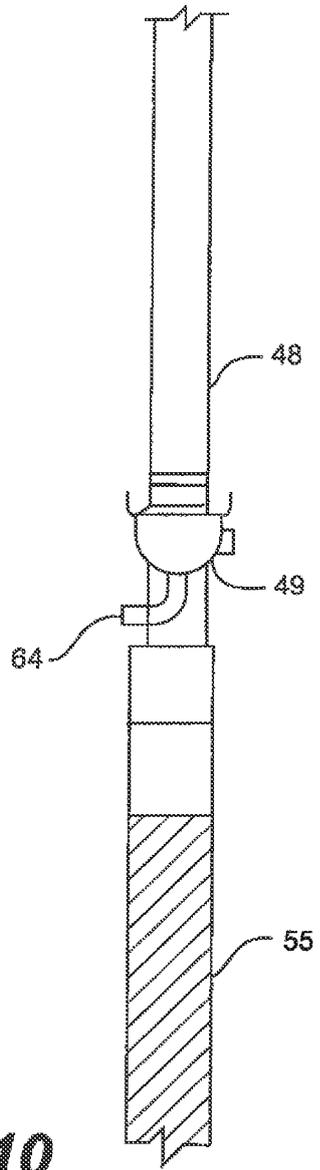


FIG. 10

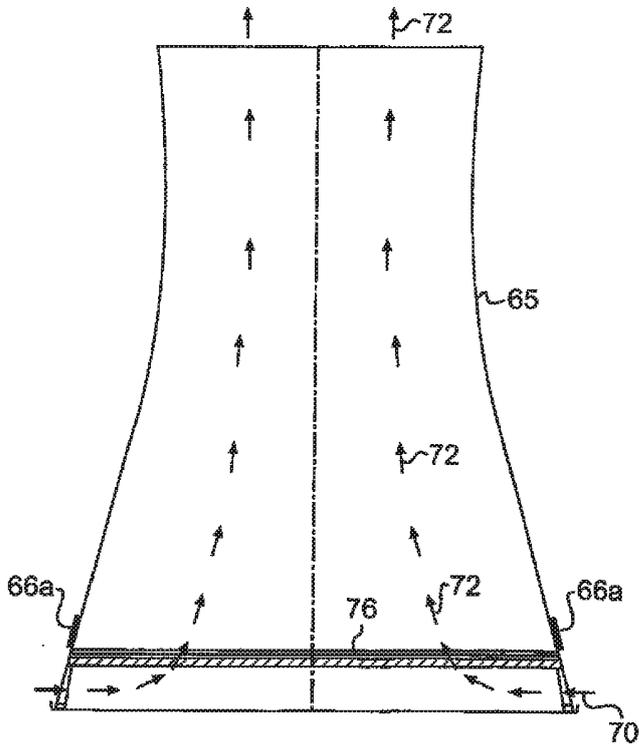


FIG. 11A

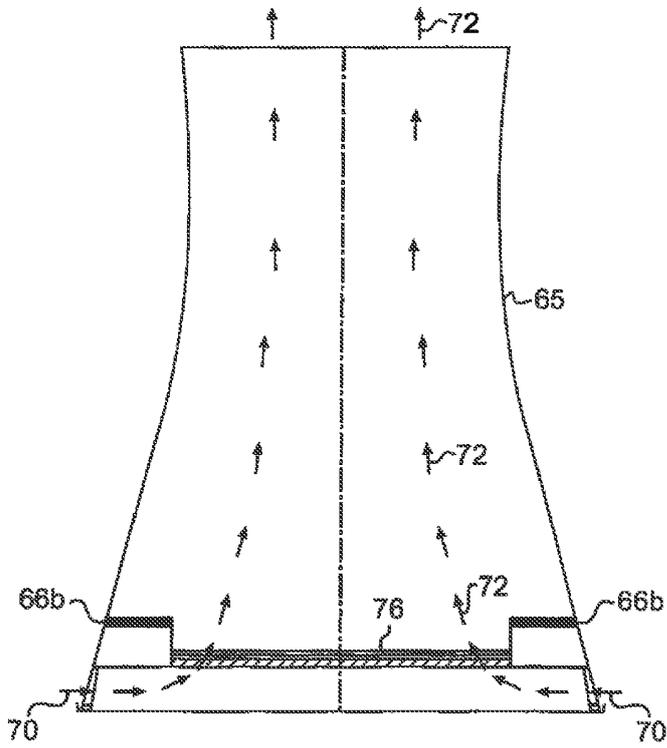


FIG. 11B

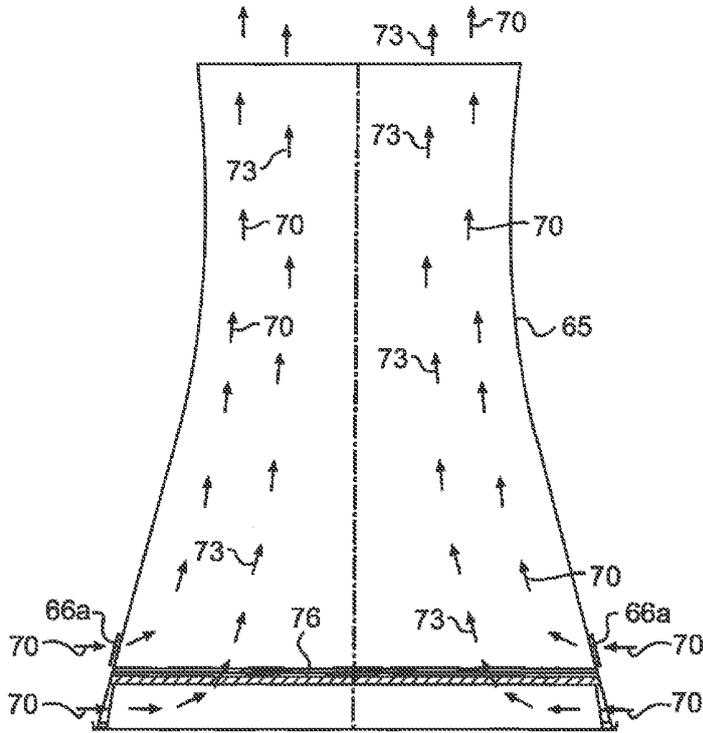


FIG. 12A

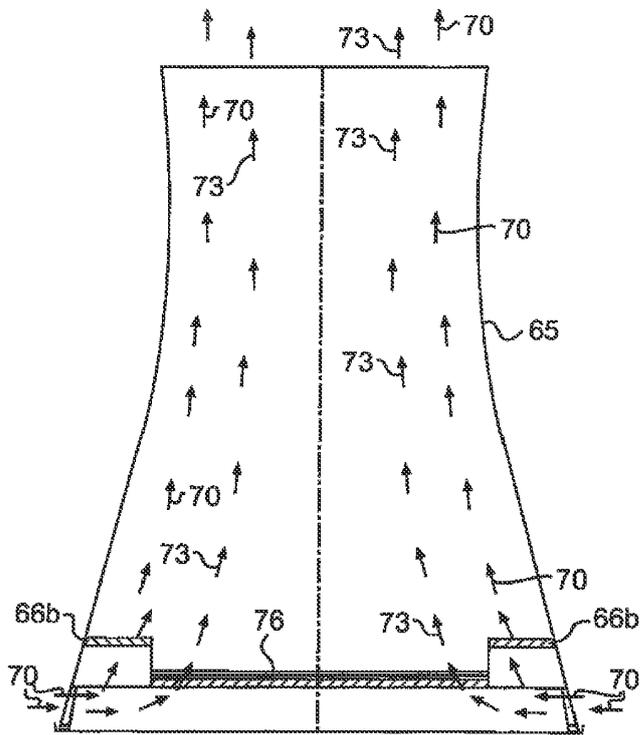


FIG. 12B

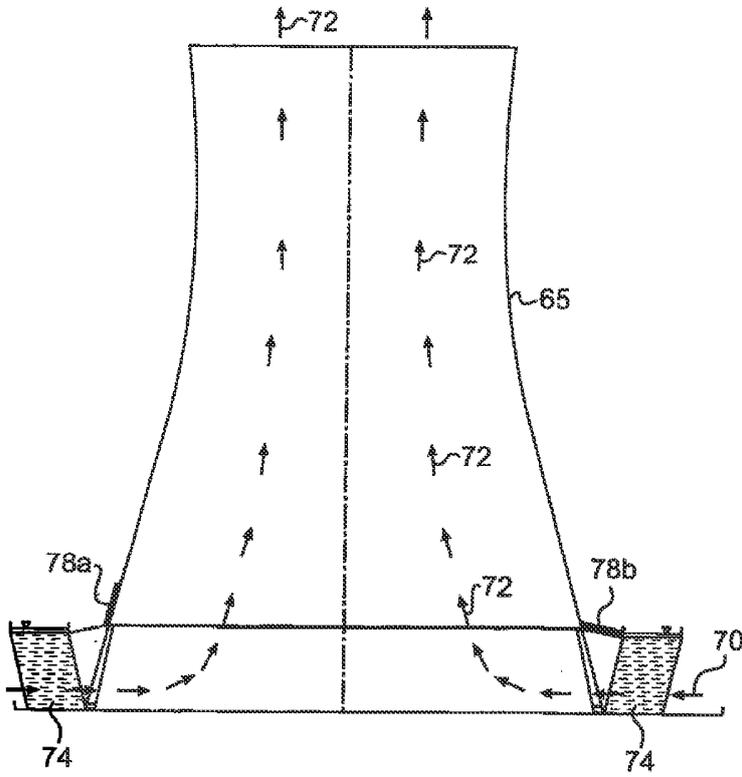


FIG. 13

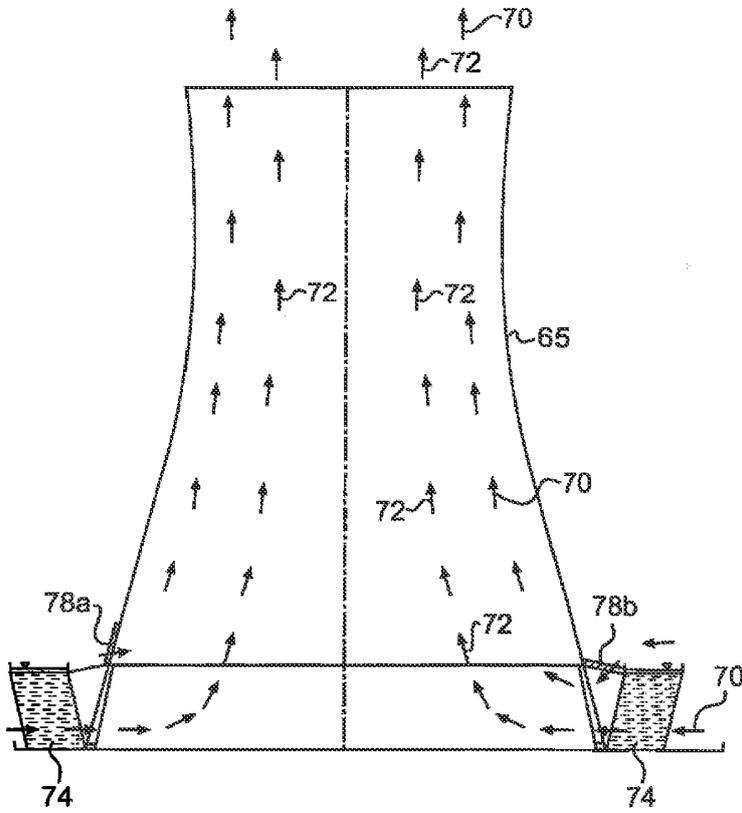


FIG. 14