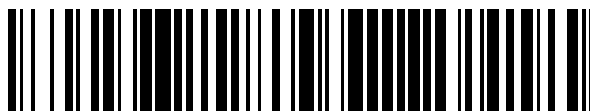


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 977**

51 Int. Cl.:

**F28C 1/14** (2006.01)

**F28D 5/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2017 E 17194597 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3306247**

54 Título: **Estructura de intercambiador de calor aire-agua y método para controlar y mejorar su funcionamiento**

30 Prioridad:

**05.10.2016 IT 20160099929**

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

**28.01.2020**

73 Titular/es:

**LU-VE S.P.A. (100.0%)  
Via V. Veneto 11  
21100 VARESE, IT**

72 Inventor/es:

**MERLO, UMBERTO;  
MARIANI, GIOVANNI y  
FILIPPINI, STEFANO**

74 Agente/Representante:

**JIMENEZ URIZAR, Maria**

ES 2 738 977 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**

Estructura de intercambiador de calor aire-agua y método para controlar y mejorar su funcionamiento

**5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

**[0001]** La presente invención se refiere, en un primer aspecto de la misma, a una estructura mejorada de un intercambiador de calor con un rendimiento mejorado.

**10 [0002]** En un segundo aspecto de la misma, la presente invención se refiere a un método para controlar y regular el funcionamiento de la estructura de intercambiador de calor de la invención.

**15 [0003]** Como es sabido, muchos procesos, de hecho todos los ciclos termodinámicos cerrados, tanto los ciclos de energía como los inversos, y muchos procesos industriales, requieren la liberación de calor a un disipador de calor, representado por el ambiente.

**[0004]** Cuanto más baja sea la temperatura durante estos procesos, mejores serán los rendimientos energéticos globales.

**20 [0005]** Esto es particularmente cierto si la liberación de calor implica condensación, tanto de los ciclos de enfriamiento como de los ciclos de energía: en el primer caso, el factor de eficiencia energética (EER) aumenta, en el segundo aumenta el rendimiento del ciclo.

**25 [0006]** El mejor disipador de calor para realizar este proceso es ciertamente el agua, debido a sus características óptimas de intercambio de calor y porque generalmente está disponible a temperaturas relativamente bajas durante todo el año.

**[0007]** Por esta razón, la mayoría de las grandes centrales térmicas están ubicadas cerca del mar, lagos o ríos y, cuando es económica y técnicamente viable, se utiliza agua subterránea.

**30 [0008]** Sin embargo, en los casos cada vez más frecuentes en los que no hay suministro de agua en grandes cantidades, el intercambio de calor necesariamente tiene lugar con el aire ambiente.

**[0009]** Aunque, por un lado, el aire ambiente tiene la gran ventaja de estar disponible en todas partes y en una cantidad infinita, tiene numerosos inconvenientes, que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- 35 -** Temperaturas muy variables, tanto a lo largo del día como a lo largo del año.
- Bajos coeficientes de intercambio, en comparación con los de líquidos o fluidos en cambio de fase.
- Baja densidad, lo que conlleva la necesidad de mover grandes volúmenes.

**40 [0010]** Las consecuencias negativas de estas características son múltiples y dan lugar a la necesidad de aceptar, al menos en ciertos periodos del año, altas temperaturas de liberación de calor, adoptar grandes superficies de intercambio de calor y mover grandes flujos de aire. La eficiencia energética de los procesos se ve afectada, con un aumento en los espacios ocupados, consumo auxiliar de los ventiladores eléctricos, emisiones de ruido y volúmenes internos de los fluidos de refrigeración.

**45 [0011]** En ocasiones, se prefiere el intercambio directo entre el fluido de funcionamiento del ciclo, y en este caso se usa el término "condensador remoto enfriado por aire"; en otros momentos, se adopta un fluido de transferencia de calor intermedio (agua o mezclas de agua/glicol), y en este caso se usa el término "enfriador seco".

**50 [0012]** Cuando se requiere un intercambio de calor dual, los enfriadores secos tienen la ventaja de que facilitan la adopción del enfriamiento gratuito en las plantas de acondicionamiento, limitan el contenido de líquido refrigerante y pueden conectarse a una pluralidad de máquinas de refrigeración, incluso utilizando diferentes fluidos, utilizando por tanto toda la capacidad de intercambio de calor independientemente del número de unidades de refrigeración en funcionamiento.

**55 [0013]** Con el fin de limitar dichas consecuencias perjudiciales, el diseño de los enfriadores y condensadores modernos ha seguido diferentes tendencias:

- 60 a)** La adopción de matrices de intercambio de calor cada vez más compactas y eficientes, obtenidas al optimizar la geometría de turbulencia de las aletas, adoptando tubos con diámetros cada vez más pequeños con geometrías internas de evaluación cada vez más eficientes
- b)** La adopción de equipos en forma de V que limitan la superficie ocupada (huella).
- c)** La adopción de ventiladores con palas cada vez más aerodinámicas y diámetros cada vez más grandes, con beneficios en términos de eficiencia y emisión de ruido.

d) La adopción de motores electrónicos, que proporcionan una alta eficiencia eléctrica y la posibilidad de variar la velocidad de rotación, manteniendo una alta eficiencia.

e) La adopción de difusores / silenciadores que, a la misma velocidad que los ventiladores, aumentan la eficiencia y reducen el ruido.

5

**[0014]** También se sabe que, conceptualmente, son posibles dos métodos de uso del agua para aumentar el intercambio de calor de los condensadores o enfriadores secos:

10

a) El primero consiste en realizar un enfriamiento adiabático del aire corriente arriba del intercambiador, aumentando la humedad relativa del mismo, obteniendo así una mayor caída térmica entre el fluido a enfriar y el aire en el intercambiador; para obtener una alta eficiencia de este proceso, el aire debe pasar a través de una matriz (paquete de evaporación) que consiste en un conjunto de láminas, generalmente hechas de celulosa o materiales plásticos / metálicos, caracterizadas por pliegues con diferente inclinación, en la parte superior de los cuales se inyecta agua. Se produce un flujo cruzado en el paquete que provoca un contacto intenso entre el aire y el agua, lo que favorece la evaporación de esta última a expensas del calor suministrado por el aire, que por lo tanto disminuye en temperatura.

15

b) El segundo consiste en rociar directamente gotas de agua tratadas adecuadamente, con el doble propósito de evitar depósitos y efectos corrosivos, sobre las superficies de intercambio de calor. En este caso, la evaporación de las gotas sustrae calor de las paredes del intercambiador, que a su vez lo extrae del fluido a enfriar.

20

**[0015]** En ambos casos, el gran problema es que solo una fracción del flujo de agua introducido participa en el proceso, mientras que la parte restante se puede dispersar en el terreno, o recolectarse en un tanque y reintroducirse en el proceso.

25

**[0016]** Sin embargo, dicha reintroducción actualmente requiere el uso de sistemas auxiliares complicados y costosos para la reintroducción y el tratamiento del agua para adaptarse a los intercambiadores en una base periódica.

30

**[0017]** WO 2015/173767 A1 describe un convector para enfriar con aire un fluido que fluye en una tubería, que comprende: una trayectoria para un flujo de aire de enfriamiento que comprende una entrada desde y una salida hacia el medio ambiente, una sección de intercambio de calor que comprende un haz de tubos definiendo una superficie de intercambio de calor y provisto en el recorrido para el flujo de aire, medios de ventilación que producen el flujo de aire a lo largo del recorrido de modo que el flujo de aire rodea externamente el haz de tubos en la superficie de intercambio de calor, una sección de humidificación dispuesta en el recorrido, aguas arriba de la sección de intercambio de calor, donde el agua se atomiza para ser rodeada por el flujo de aire; el convector tiene un dispositivo de humectación para humedecer directamente con agua una parte de la superficie de intercambio de calor del haz de tubos para enfriar aún más la porción del haz de tubos.

35

40

**[0018]** B 1 559 329 A describe un intercambiador de calor atmosférico enfriado por aire para enfriar un líquido caliente con aire derivado del ambiente que tiene una pluralidad de láminas de resina sintética, térmicamente conductoras, dobladas sobre sí mismas para presentar estructuras individuales transversalmente en forma de U que están orientadas en disposición vertical, invertida, yuxtapuesta en uso con estructuras adyacentes que se unen para presentar un paquete de intercambio de calor, las paredes laterales verticales de cada estructura están ubicadas en una disposición espaciada horizontalmente, unidas en los extremos superiores de las mismas por una parte integral superpuesta superior derecha, y define un pasaje de aire recto vertical para el flujo horizontal del aire derivado del ambiente a su través que entra en las estructuras respectivas del paquete en una cara de extremo abierto y vertical de cada una de las estructuras debajo de las partes superiores respectivas y sale de la cara de extremo abierto y vertical recta de las mismas, las paredes laterales verticales de las estructuras adyacentes encontrándose también en una relación espaciada horizontalmente con medios proporcionados para interconectarse y sellar los márgenes laterales adyacentes verticales de estructuras proximales para evitar la pérdida de líquido a lo largo de prácticamente toda su longitud longitudinal para hacer que las paredes laterales de las estructuras adyacentes definan pasos de transporte de líquido verticales entre ellas, cada uno de los cuales tiene una entrada de líquido que se extiende de manera sustancialmente horizontal y una descarga de líquido en la parte superior e inferior respectivamente; los pasajes de líquido se alternan con los pasajes de aire y permiten que el líquido gravite hacia abajo a su través en relación de intercambio de calor con el aire que se mueve en relación de flujo cruzado a través de los pasajes de aire, cada una de las paredes laterales estando provista de segmentos salientes integrales que se extienden dentro de los pasajes de recepción de líquido para aumentar la trayectoria de flujo del líquido que gravita hacia abajo en las superficies de los lados respectivos y también extendiéndose en el área entre las paredes laterales que definen cada paso de aire para impartir turbulencia al aire que fluye a través de los pasos de aire correspondientes; elementos de soporte horizontales y alargados se extienden por debajo de una pluralidad de las partes curvas superiores de las estructuras de intercambio de calor en relación de soporte de carga para soportar completamente el paquete.

45

50

55

60

**[0019]** WO 2015/108603 A1 describe un condensador o enfriador de fluido adiabático que tiene un serpentín de condensación o de enfriamiento de fluido, una almohadilla adiabática en la que se puede usar agua para enfriar el aire ambiente antes de entrar o impactar en el serpentín de condensación o de enfriamiento de fluido. Se proporcionan controles que pueden ajustar o eliminar la cantidad de agua que fluye sobre la almohadilla adiabática. La almohadilla

adiabática también se puede mover físicamente para permitir que el aire ambiente afecte directamente la bobina de condensación o de enfriamiento del fluido.

RESUMEN DE LA INVENCION

5

**[0020]** El objetivo de la presente invención es proporcionar una estructura de intercambiador de calor de aire y agua que tenga dimensiones compactas, capacidad de intercambio mejorada y consumo reducido de agua, con un sistema de recogida y re-introducción o recirculación del agua directamente integrado, que pueda ser tratado además como apropiado.

10

**[0021]** Dentro del alcance del objetivo mencionado anteriormente, un objeto principal de la presente invención es proporcionar una estructura de intercambiador de calor del tipo indicado, diseñada para evitar cualquier distorsión de los flujos de agua atomizada de las boquillas del intercambiador debido al efecto de viento lateral, evitando así desperdicio de agua y fallos o defectos en la energía descargada.

15

**[0022]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una estructura de intercambiador de calor del tipo indicado, cuyo funcionamiento sea extremadamente silencioso, debido también a las altas velocidades de los ventiladores de generación de aire.

20

**[0023]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una estructura de intercambiador de calor del tipo indicado, cuya batería de intercambio de calor, o paquete de aletas, esté perfectamente protegida de posibles ataques corrosivos externos.

25

**[0024]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una estructura de intercambiador de calor del tipo indicado que incluya un sistema innovador de control y ajuste que proporcione una regulación óptima del funcionamiento del intercambiador para obtener una reducción significativa en su consumo de energía y agua.

30

**[0025]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una estructura de intercambiador de calor del tipo indicado que también pueda suministrarse por medio de dos entradas de agua separadas y que incluya una unidad autónoma de control para controlar la calidad del agua, en particular diseñada para mantener en tiempo real y de manera óptima el pH y la conductividad del agua.

35

**[0026]** Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar una estructura de intercambiador de calor del tipo indicado, cuya batería de intercambio de calor, o paquete con aletas, se proteja eficazmente de agentes corrosivos externos, en particular, por ejemplo, de aire contaminado por contaminantes industriales y/o aire marino.

40

**[0027]** Por último, pero no menos importante, un objeto adicional de la invención es proporcionar una estructura de intercambiador de calor del tipo indicado, con funcionamiento seguro y fiable, que se pueda producir a un costo competitivo a partir de materiales y componentes disponibles en el mercado y requiera mantenimiento mínimo.

45

**[0028]** El objetivo y los objetos mencionados anteriormente, así como otros objetos que se harán más evidentes en lo sucesivo, se consiguen, de acuerdo con un aspecto de la presente invención, mediante una estructura de intercambiador de calor que tiene las características de la reivindicación independiente 1.

**[0029]** Según otro aspecto de la presente invención, el objetivo y los objetos antes mencionados, así como otros objetos que se harán más evidentes en adelante, también se logran mediante un método innovador para controlar el funcionamiento de la estructura del intercambiador de calor, de acuerdo con las reivindicaciones del método adjunto.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

50

**[0030]** Otras características y ventajas de la estructura del intercambiador de calor de acuerdo con la presente invención y del método de la invención para la operación de la misma se harán más claros en adelante a partir de la siguiente descripción detallada de una realización actualmente preferida de la misma, ilustrada a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, en los que:

55

FIG. 1 es una vista en perspectiva de una realización actualmente preferida de la estructura del intercambiador de calor aire-agua, de acuerdo con la presente invención;

FIG. 2 es una vista en perspectiva adicional de la estructura de intercambiador de calor mostrada en la FIG. 1, con partes retiradas;

60

FIG. 3 es una vista esquemática a escala ampliada de una parte frontal de la estructura del intercambiador de calor de las figuras precedentes;

FIG. 4 es una vista en perspectiva parcial a una escala más ampliada de una pared lateral o de costado de la estructura del intercambiador de calor de la invención;

FIG. 5 es una vista esquemática general de la estructura de intercambiador de calor de la presente invención; y

FIG. 6 es un gráfico cualitativo que ilustra un sistema lógico de regulación asociado con la estructura del intercambiador de calor de la presente invención y que también forma parte de la presente invención.

**DIVULGACIÓN DE LA REALIZACIÓN PREFERENTE**

- 5
- [0031]** Con referencia a las figuras 1 a 3, una realización preferida de la estructura del intercambiador de calor aire-agua, según la presente invención, se indica generalmente por el número de referencia 1.
- 10
- [0032]** Como puede verse, dicha realización comprende un alojamiento hueco sustancialmente paralelepípedo en forma de un tanque de recogida de agua CR, limitado por dos paredes laterales de las cuales solo la pared lateral derecha PD se muestra en detalle en la FIG. 1, mientras que la pared lateral izquierda PS está simplemente esquematizada.
- 15
- [0033]** Según la presente invención, las dos paredes laterales están cubiertas ventajosamente por una batería interna de intercambio de calor, preferiblemente del tipo de aletas, de la cual solo se muestra la parte central C1 en la FIG. 2.
- 20
- [0034]** La batería de intercambio de calor está cubierta, según la presente invención, por tres paneles P1, P2 y P3, que constituyen los denominados paneles adiabáticos de la estructura de intercambiador en cuestión, que a su vez cubren la batería de intercambio de calor.
- 25
- [0035]** En la fig. 2, se ha retirado el panel adiabático central P2, para mostrar una porción de la batería P1 del intercambiador de calor subyacente, y un sistema de boquillas rociadoras superiores U1, U2, U3, U4, U5, U6, para rociar agua en el paquete adiabático, extendiéndose hacia abajo y asociado con la pared superior del alojamiento 1 del intercambiador en cuestión que también comprende, en la parte inferior, una estructura de soporte en forma de caballete, generalmente indicado por las letras de referencia IS.
- 30
- [0036]** La pared superior del alojamiento también soporta una pluralidad de ventiladores V1, V2, V3, V4, V5 y V6, diseñados para generar aire, con caudal y velocidad adecuados, para soplar simultáneamente sobre la batería de intercambio de calor C1 y sobre los paneles del paquete adiabático P1, P2, P3, sobre cada uno de los cuales las respectivas boquillas superiores U1, U2, U3 antes mencionadas rocían una cantidad apropiada de agua a un caudal y frecuencia predeterminados.
- 35
- [0037]** La fig. 4 muestra otra vista de detalle en perspectiva parcial ampliada del intercambiador de calor, según la presente invención, con el paquete PA adiabático externo y la batería de intercambio de calor subyacente adyacente y con el sistema de pulverización indicado esquemáticamente por la fila de boquillas superior e inferior.
- 40
- [0038]** La fig. 3 muestra con mayor detalle la parte frontal de la carcasa del intercambiador de calor de la invención, que muestra en particular los conductos hidráulicos para la conducción apropiada del agua de refrigeración y que muestran en particular el elemento de sonda S para el control del agua.
- 45
- [0039]** En la fig. 3 las letras de referencia TAR1, TAR2 indican la entrada de agua de la red, particularmente dos entradas separadas para el agua, TAR1 para suministrar agua de rociado y TAR2 para suministrar agua para ser rociada en el paquete adiabático PA, mientras que la letra de referencia C indica una unidad de control de regulación para regular el funcionamiento de la estructura del intercambiador de la invención, que se describirá más específicamente de aquí en adelante, operando un sistema de regulación y control nuevo e inventivo.
- 50
- [0040]** La fig. 5 muestra una vista esquemática del sistema completo del intercambiador de calor de la presente invención, operando simultáneamente en el modo de pulverización y el modo de paquete adiabático.
- 55
- [0041]** Se puede ver en la FIG. 5 que el paquete adiabático y la batería de intercambio de calor subyacente estén instalados en ambas paredes laterales del alojamiento del intercambiador de calor 1.
- [0042]** La fig. 5 muestra también una bomba, generalmente indicada por las letras de referencia PM, así como una unidad de control de agua, generalmente indicada por las letras de referencia CA y un ablandador de agua generalmente indicado por las letras de referencia AD, electroválvulas EV, electroválvulas de descarga SC, válvulas moduladoras VM1 y VM2, un medidor de flujo FL y una sonda de presión PR1.
- 60
- [0043]** Los estados de funcionamiento de las válvulas principales incluidas en la estructura del intercambiador de calor de la presente invención se muestran en la tabla 1 adjunta, destacando también el orden de apertura de los sectores.
- [0044]** La presente invención enseña el uso de agua en secuencia para los dos procesos descritos inicialmente, es decir, primero el agua tratada se pulveriza sobre la batería de intercambio de calor y el agua no evaporada reintroduce entonces en el paquete adiabático.
- 65
- [0045]** Esta combinación de los dos modos de operación en serie, en la que el aire primero cruza el paquete adiabático y luego la batería de intercambio, mientras que el agua se inyecta primero desde la batería de intercambio y luego se

introduce en el paquete adiabático, tiene efectos positivos sobre la energía térmica intercambiada y sobre el consumo de agua.

5 **[0046]** En otras palabras, según la presente invención, el aumento mencionado en la energía descargada se produce mediante la combinación de dos contribuciones:

- 10 1) efecto de la humidificación adiabática del aire a través del paquete adiabático (reducción de la temperatura del bulbo seco en la entrada de la parte con aletas con el consiguiente aumento de la propensión de intercambio de calor sensible y latente);  
2) efecto del calor latente de evaporación debido a la atomización del agua tratada sobre la batería de intercambio de calor (calor sustraído del fluido dentro de los tubos de la batería de intercambio).

**[0047]** La estructura del intercambiador de calor de la invención proporciona las siguientes ventajas adicionales:

15 Eliminación del efecto del viento sobre el sistema de pulverización.

**[0048]** La instalación del paquete adiabático delante de la batería de intercambio de calor, es decir, fuera del alojamiento del intercambiador, evita las distorsiones del flujo atomizado por las boquillas sobre la batería debido al viento lateral, evitando así el desperdicio de agua y fallos eléctricos descargados (en particular cuando la velocidad del ventilador es baja, menor efecto de succión del flujo de agua desde las boquillas a la batería).

Reducción del nivel de ruido debido al efecto de pantalla del paquete adiabático.

25 **[0049]** La reducción del nivel de ruido es mayor en las partes de la superficie que rodean la unidad que se enfrenta directamente al paquete adiabático / con aletas (lado normal de succión de aire), mientras que en el lado de suministro del ventilador, el efecto general se puede mejorar aún más instalando un silenciador Whisperer PLUS® (bien conocido por un experto en la materia); además, el efecto de pantalla es muy efectivo cuando el sistema SPRAY está funcionando, en particular a bajas velocidades de rotación del ventilador.

30 Reducción del consumo de agua.

**[0050]** Durante el funcionamiento combinado de los dos sistemas PA + Spray, el agua atomizada sobre la batería de intercambio de calor se recoge en un canal ubicado debajo de la batería y se conduce a un lado en el que se forma un pequeño depósito colector donde una bomba envía el agua así recogida al paquete adiabático, suministrándola sin consumo adicional. Bajo pedido, es posible montar una lámpara UV para neutralizar cualquier bacteria.

Versatilidad del sistema

40 **[0051]** Posibilidad de suministrar al sistema dos entradas de agua separadas, una para la pulverización y otra para el paquete adiabático.

Soluciones anticorrosión y anti-incrustación para la batería de intercambio térmico.

45 **[0052]** Protección del paquete de aletas contra ataques corrosivos externos (aire con contaminación industrial y/o marina).

- Aletas de paquete de aletas hechas de una aleación especial de aluminio 5005.
- Como se ha mencionado y mostrado en la FIG. 5, aguas abajo del ablandador AD, hay una unidad de control CA para controlar la calidad del agua: los parámetros controlados son el pH y la conductividad (los parámetros más significativos para controlar la corrosión del paquete con aletas). Ventajosamente, la unidad de control tendrá dos niveles de seguridad:  
50 - Cuando se superan ligeramente los valores de umbral establecidos, se generará un aviso.  
- Cuando se excede un segundo umbral, se activa una alarma que detiene el sistema.

55 **[0053]** Con referencia a la FIG. 6, se describirá ahora el sistema o unidad de regulación que, como se mencionó, también constituye una característica principal de la presente invención, teniendo en cuenta que el intercambiador tiene tres modos de funcionamiento en la configuración combinada:

- Seco: funcionamiento en seco, se ajustan las rpm del ventilador.
- Solo PA: solo el paquete adiabático se rocía con agua. La velocidad del ventilador es constante.
- Spray + PA: batería con aletas rociada con agua, la PA solo es suministrada con el agua recogida en el tanque. La velocidad del ventilador es constante.

60 **[0054]** La combinación de estos métodos proporciona una regulación óptima en términos de ahorro de energía y consumo de agua. En el caso de los refrigeradores secos, la variable de control es la temperatura de salida del agua (Tsalida agua), y para los condensadores, la presión de entrada.

**[0055]** Para explicar la lógica, y con referencia a la FIG. 6, la última resalta los parámetros principales y el campo operativo se divide en zonas:

- 5
- 1) Condición de diseño SPmax.
  - 2) La banda ( $SP_{max}-\Delta S$ ) delimita la zona C en la cual, de acuerdo con un diferencial (fijo) sobre Tsalida agua, se pueden cerrar / abrir los 4 sectores del rociado, con PA operando. El funcionamiento del rociado solo se permite si la temperatura ambiente es superior a la temperatura establecida de conmutación. Por lo tanto las dos condiciones, en orden de importancia, son:
    - 1)  $T_{ambiente} > T_{conm}$ , rociado
    - 2)  $T_{salida\ agua} > (SP_{max}-\Delta S)$
  - 3) De manera similar está delimitada la zona B en la que solo opera el paquete adiabático PA. El caudal de agua en el PA será regulado proporcionalmente según Tsalida agua. En este caso, las condiciones para activar el PA son:
    - 1)  $T_{ambiente} > T_{conm}$ , PA (siempre  $T_{conm}$ ,  $PA < T_{conm}$ , rociado)
    - 2)  $T_{salida\ agua} > (SP_{max}-\Delta A)$
  - 4) El punto de ajuste de SPmin establecido al mínimo, identificado por ( $SP_{max}-\Delta Tot$ ), corresponde al mínimo aceptable de Tsalida agua. Los ventiladores V1 a V6 están regulados en lógica PID (o similar) para mantener SPmin. Esto crea una zona de operación seca A en la que, con los ventiladores a la velocidad máxima, se acepta el aumento de Tsalida agua.

**[0056]** La tabla 1 muestra los estados de las válvulas en las distintas zonas, resaltando el orden de apertura de los sectores. Para la numeración, referirse al diagrama de la FIG. 6.

Tabla 1: Apertura / cierre de válvulas, estado de la bomba y ventiladores en las zonas de regulación.

Zonas	0-A	B	C1	C2	C3	C4
<b>ABIERTA</b>	-	V1, EV5, EV6	V2, EV1, EV6	V2, EV1, EV2, EV5, EV6	V2, EV1, EV2, EV3, EV5, EV6	V2, EV1, EV2, EV3, EV4, EV5, EV6
<b>CERRADA</b>	todas	V2	V1, EV2, EV3, EV4, EV5	V1, EV3, EV4	V1, EV4	V1
<b>BOMBA</b>	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
<b>VENTILADOR</b>	ON PID	ON const	ON const	ON const	ON const	ON const

**[0057]** Para contar las horas por año de funcionamiento de la pulverización, se utilizarán contadores totales y parciales; los contadores parciales se restablecerán al final del año.

**[0058]** Si se excede el valor establecido de horas/año para el rociado, se generará una advertencia.

**[0059]** Para hacer que las horas de rociado/año sean uniformes, se implementa una lógica para la conducción de rampas rotativas en la batería.

**[0060]** El primer módulo encendido no siempre será el mismo, rotará entre los 4 disponibles.

Explicación detallada de las tres zonas / fases de control A. B. C (FIG. 6)

**[0061]** ZONA A) Inicialmente, la velocidad del ventilador se modula para mantener el punto establecido (como Seco).

**[0062]** Una vez que se ha alcanzado la velocidad máxima del ventilador, el paquete adiabático se habilita (tan pronto como el agua fluye al paquete adiabático, la velocidad del ventilador se mantiene fija a la velocidad establecida).

**[0063]** ZONA B) El caudal de agua al paquete adiabático se regula de acuerdo con la misma regulación que la zona A hasta el caudal máximo permitido.

**[0064]** Una vez que se ha alcanzado el caudal máximo de agua al paquete adiabático, se habilita la fase de rociado.

**[0065]** ZONA C) En este caso, la regulación se realiza en 4 etapas, de modo que la pulverización permanecerá inactiva hasta que se alcance la demanda correspondiente a la primera etapa. Cuando se alcanza la primera etapa:

- La válvula moduladora (V1) que regula el flujo de agua a los paquetes adiabáticos está cerrada (los paquetes adiabáticos utilizarán solo el agua "residual" de las boquillas de rociado recogida en el tanque mediante la bomba).
- Se activa la primera electroválvula de pulverización.
- Se activa la válvula moduladora (V2) que regula el flujo de agua a las boquillas de aspersion.
- El paquete adiabático en el lado opuesto de la unidad se activa simultáneamente.

**[0066]** La bomba para recuperar el agua del tanque se ajustará automáticamente para mantener el nivel constante.

**[0067]** Naturalmente, también es posible extender el método de control citado al control del caudal del agua de pulverización: es posible variar el número de etapas o regularlo con una válvula de modulación continua.

**[0068]** De lo anterior, se puede ver que la presente invención logra completamente el objetivo y los objetos pretendidos.

**[0069]** De hecho, se proporciona una estructura de intercambiador de calor extremadamente compacta, que permite un aumento considerable de la potencia térmica descargada asociada con una reducción marcada de la energía y el agua requeridas para el funcionamiento de la estructura del intercambiador.

**[0070]** Además, la estructura del intercambiador de la invención permite eliminar el efecto viento en el sistema de pulverización, reducir el nivel de ruido debido al efecto de pantalla del paquete adiabático, reducir sustancialmente el consumo de agua ya que durante el funcionamiento combinado de dos sistemas, paquete adiabático más rociado, el agua atomizada sobre la batería de intercambio de calor se recoge en un tanque CR o canal ubicado debajo de la batería y se conduce a un lado en el que se forma un pequeño tanque de recogida o cubeta VR, donde una bomba de recogida envía el agua así recogida de nuevo al paquete adiabático, suministrándolo sin consumo adicional.

**[0071]** La estructura de la presente invención es además extremadamente versátil desde un punto de vista operativo, ya que es posible suministrar la estructura por medio de dos entradas de agua separadas, una para el rociado y otra para el paquete adiabático.

**[0072]** Aunque la estructura del intercambiador de calor de la invención se ha descrito con referencia específica a una realización actualmente preferida de la misma, la realización descrita anteriormente puede estar sujeta a numerosas modificaciones y variaciones, todas dentro del alcance del concepto inventivo, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.



## REIVINDICACIONES

- 5 1. Una estructura de intercambiador de calor agua-aire que comprende un alojamiento de tanque sustancialmente paralelepípedo, delimitado por dos paredes laterales, dos paredes extremas, una pared inferior y una pared superior, en donde cada una de dichas dos paredes laterales (PD, PS) soporta un conjunto (C1) de batería con aletas de intercambio de calor y un conjunto de paquete adiabático (PA), en el que dicho conjunto de paquete adiabático está colocado delante de o externamente a dicho conjunto de batería de intercambio de calor y en el que dicha estructura de intercambiador de calor comprende además primeros medios de boquilla (U) de pulverización de agua para rociar gotas de agua sobre dicho conjunto de batería de intercambio de calor (C1), segundos medios de rociado de agua para rociar gotas de agua sobre dicho paquete adiabático (PA) y medios de ventilación (V) para generar flujos de aire adecuados para favorecer la evaporación de dicha agua; estando asociados a dicha estructura de intercambiador medios de válvula (EV) para controlar dicha agua y una unidad de control central (CA) que controla dichos medios de válvula para rociar agua sobre dicho conjunto de batería de intercambio de calor, provocando así la evaporación de dicha agua y adecuados para reintroducir o re-rociar agua no evaporada sobre dicho conjunto de paquete adiabático, **caracterizada porque** dicho alojamiento de tanque inferior consta de un canal de recogida de agua (CR), ubicado debajo de dicha batería de intercambio de calor (C1), que conduce el agua para crear un tanque de recogida (VR) incluyendo una bomba (PM) que envía el agua recuperada de vuelta al paquete adiabático (PA); dicha estructura comprendiendo dos entradas de agua separadas: (TAR1) para suministrar agua de rociado que cae de la batería de intercambio de calor (C1), y (TAR2) para suministrar el agua a rociar sobre el paquete adiabático (PA), respectivamente.
2. Una estructura de intercambiador de calor, según la reivindicación 1, **caracterizada porque** dicho conjunto de batería de intercambio de calor comprende un paquete con aletas con una pluralidad de aletas hechas de una aleación especial de aluminio 5005.
3. Un método de operación de la estructura de intercambiador, según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** dicho proceso comprende al menos tres fases o zonas de operación principales, es decir: una primera fase de operación en seco en la que las r.p.m. de los medios de ventilador están regulados, una segunda fase de rociado en la que solo dicho paquete adiabático se rocía con agua, mientras dichas r.p.m. se mantienen constantes, y una tercera fase combinada en la que dicha batería de intercambio de calor con aletas se rocía con agua, y **porque** dicho paquete adiabático es suministrado solo por el agua recogida y recuperada por dicho tanque/cubeta CR/VR y las r.p.m. de dichos medios de ventilador son constantes, en donde en dicha primera fase la velocidad de dichos medios de ventilador se modula inicialmente para mantener un punto de referencia establecido como "seco" y, una vez que se alcanza una velocidad máxima de dichos medios de ventilador, dicho paquete adiabático es habilitado en donde, tan pronto como el agua comienza a fluir hacia el paquete adiabático, dicha velocidad de dichos medios de ventilador se mantiene fija en el valor de dicho punto de referencia establecido; en dicha segunda fase, el caudal de dicha agua a dicho paquete adiabático se regula mediante la misma regulación que dicha primera fase hasta el caudal máximo permitido, y una vez que se alcanza dicho caudal máximo permitido de dicha agua, dicho paquete adiabático es habilitado para dicho rociado; en dicha tercera fase se obtiene una regulación con al menos cuatro etapas, estadios o niveles, en los que en la primera etapa el rociado se mantiene inactivo hasta que se alcanza la demanda correspondiente a la primera etapa; cuando se alcanza la primera etapa, los medios de válvula moduladora (EV1) que regulan el flujo de agua a los paquetes adiabáticos (PA) se cierran, dichos paquetes adiabáticos utilizando sólo agua de recuperación de las boquillas de rociado (U) recogidas en dicho tanque (VR) a través de dichos medios de bombeo (PM); activándose entonces primeros medios de rociado de electroválvula (EV1-EV4); activándose posteriormente medios de válvula moduladora (VM1, VM2) que regulan el flujo de agua a un sistema de rociado; y dicho paquete adiabático (PA) siendo activado simultáneamente.
4. Un método, según la reivindicación 3, **caracterizado porque** comprende la fase de regular automáticamente la bomba de recuperación de agua (PM) de dicho tanque (VR) para mantener constante el nivel de dicha agua en dicho tanque.
5. Un método, según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el caudal de agua de rociado se controla mediante la variación del número de dichas etapas.
6. Un método, según las reivindicaciones 3 y 4, **caracterizado porque** el caudal de agua de rociado se controla mediante regulación continua con dichos medios de válvula moduladora (VM1, VM2) y se medidor de flujo (FL).

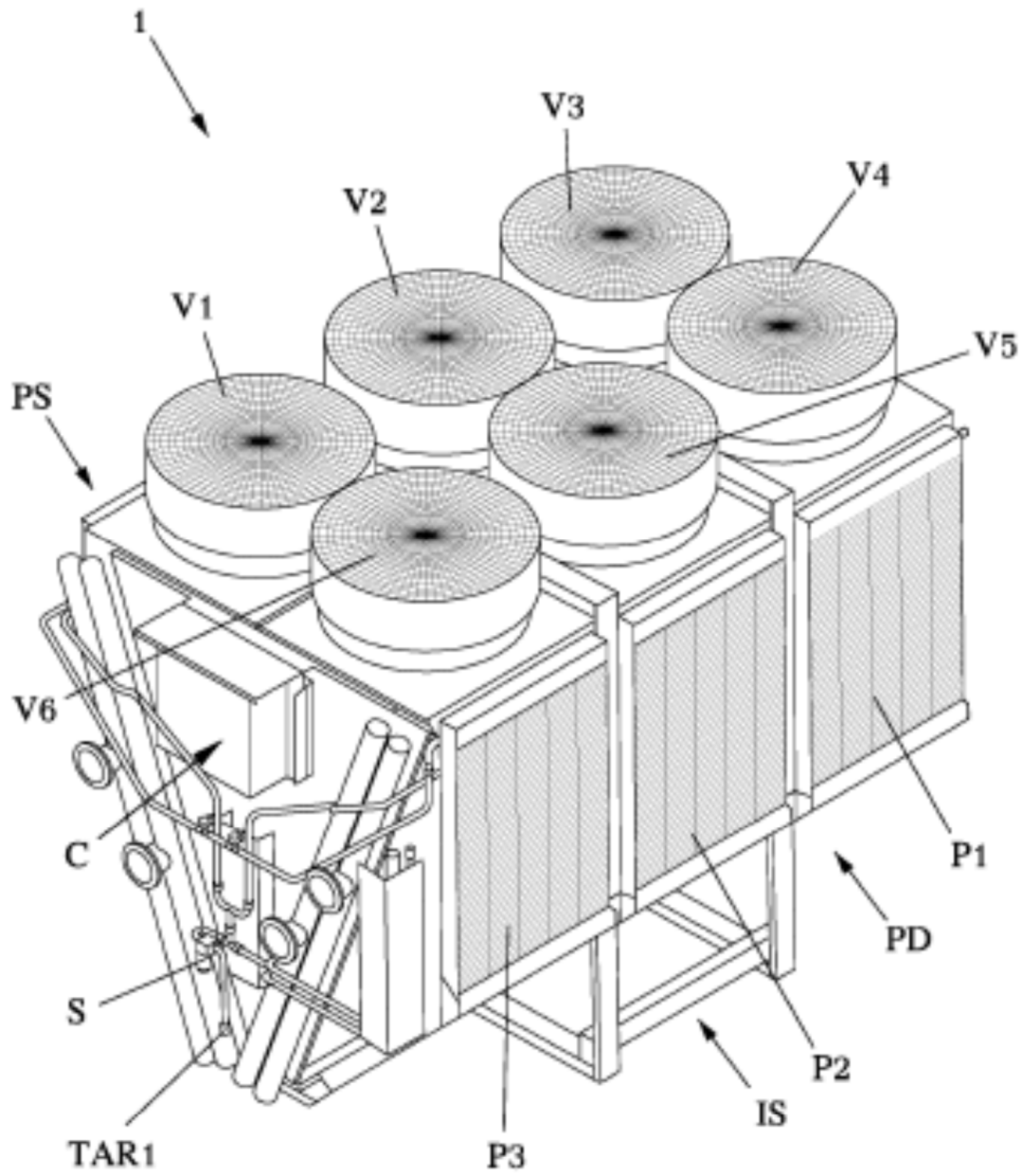


FIG. 1

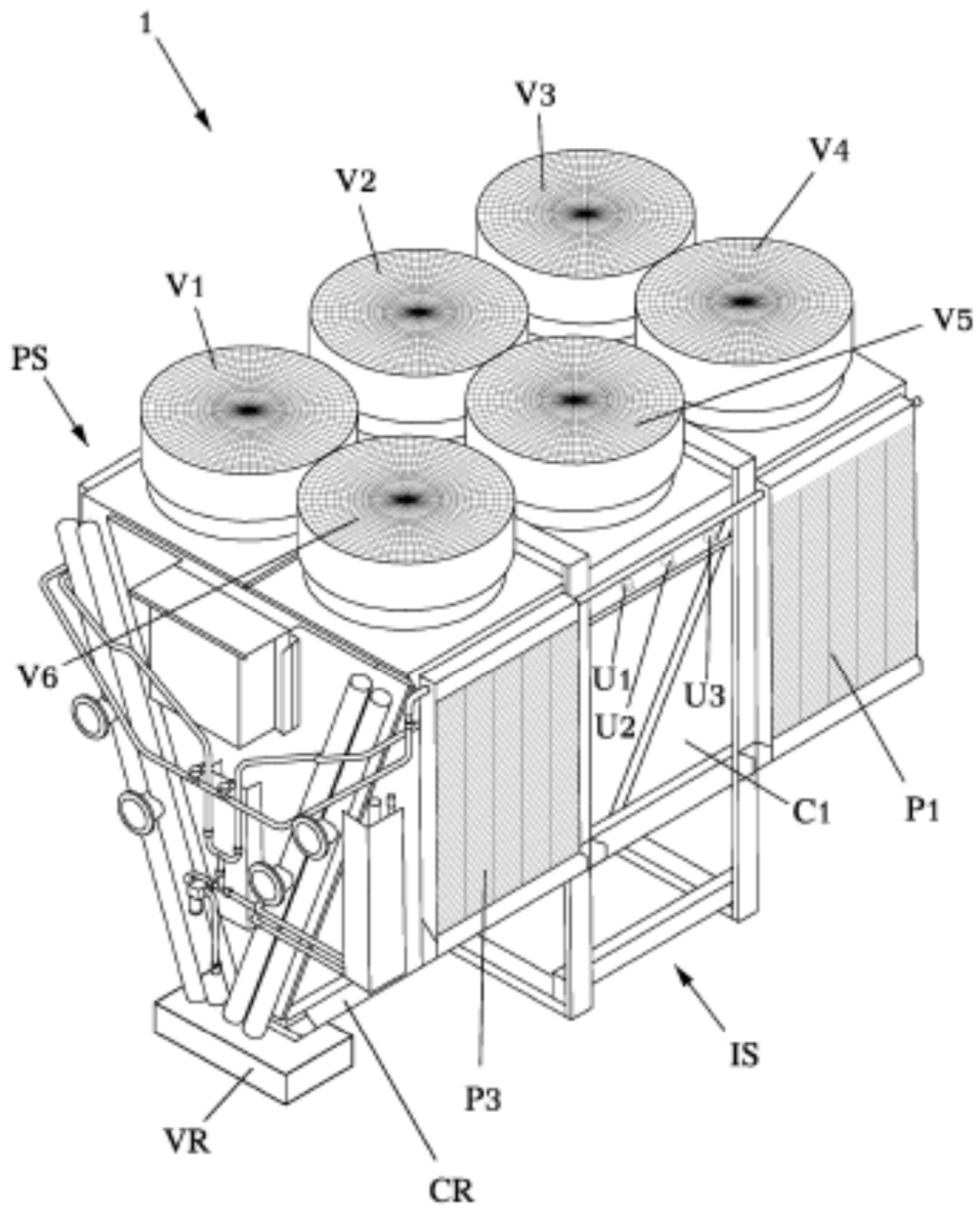


FIG. 2

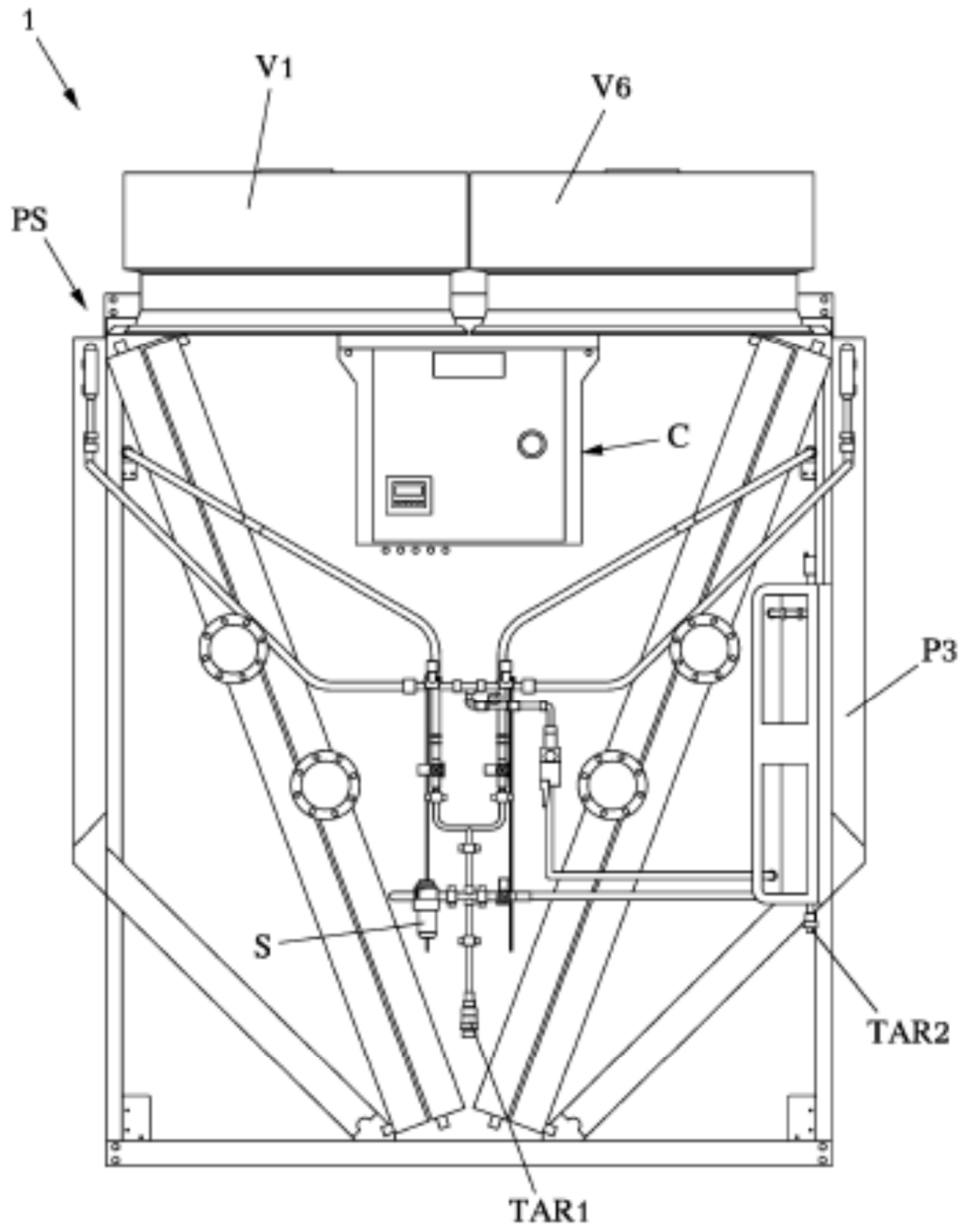


FIG. 3

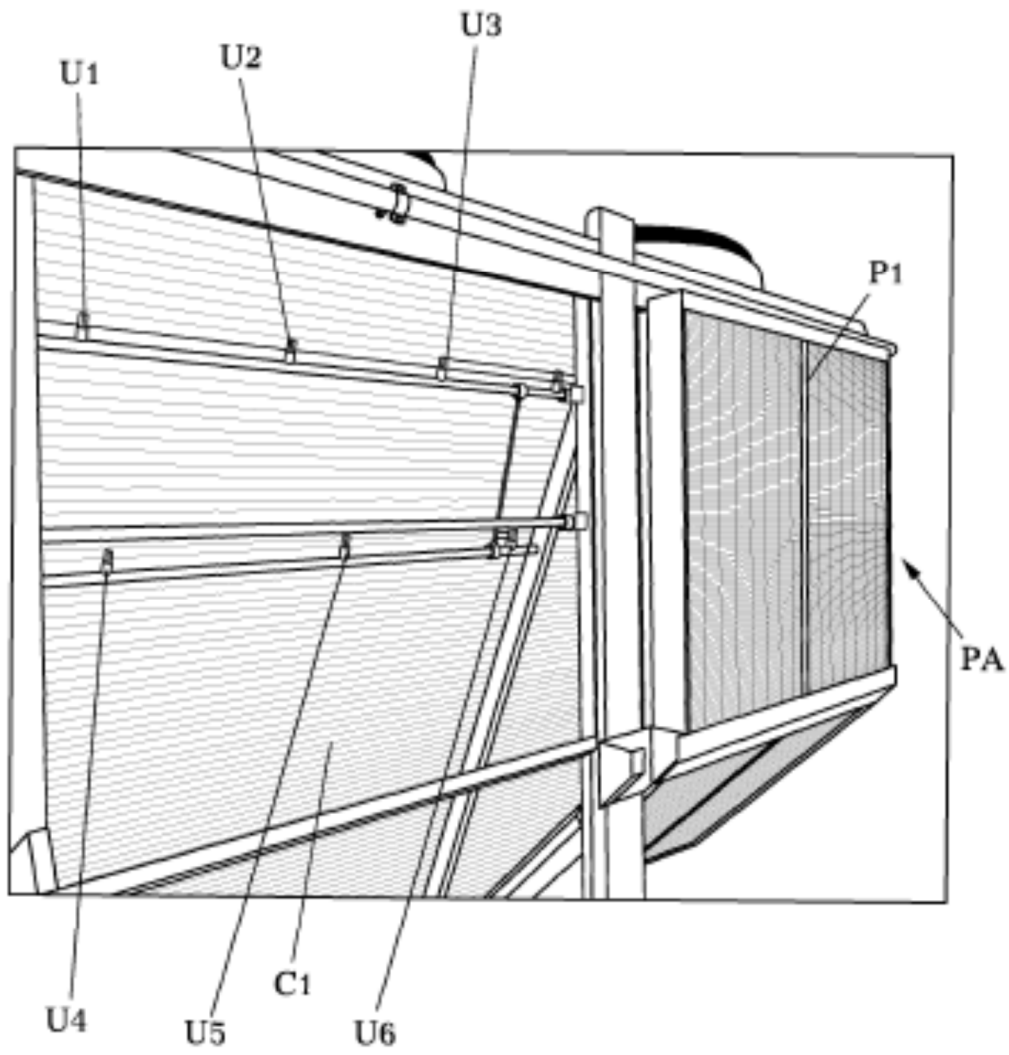


FIG. 4

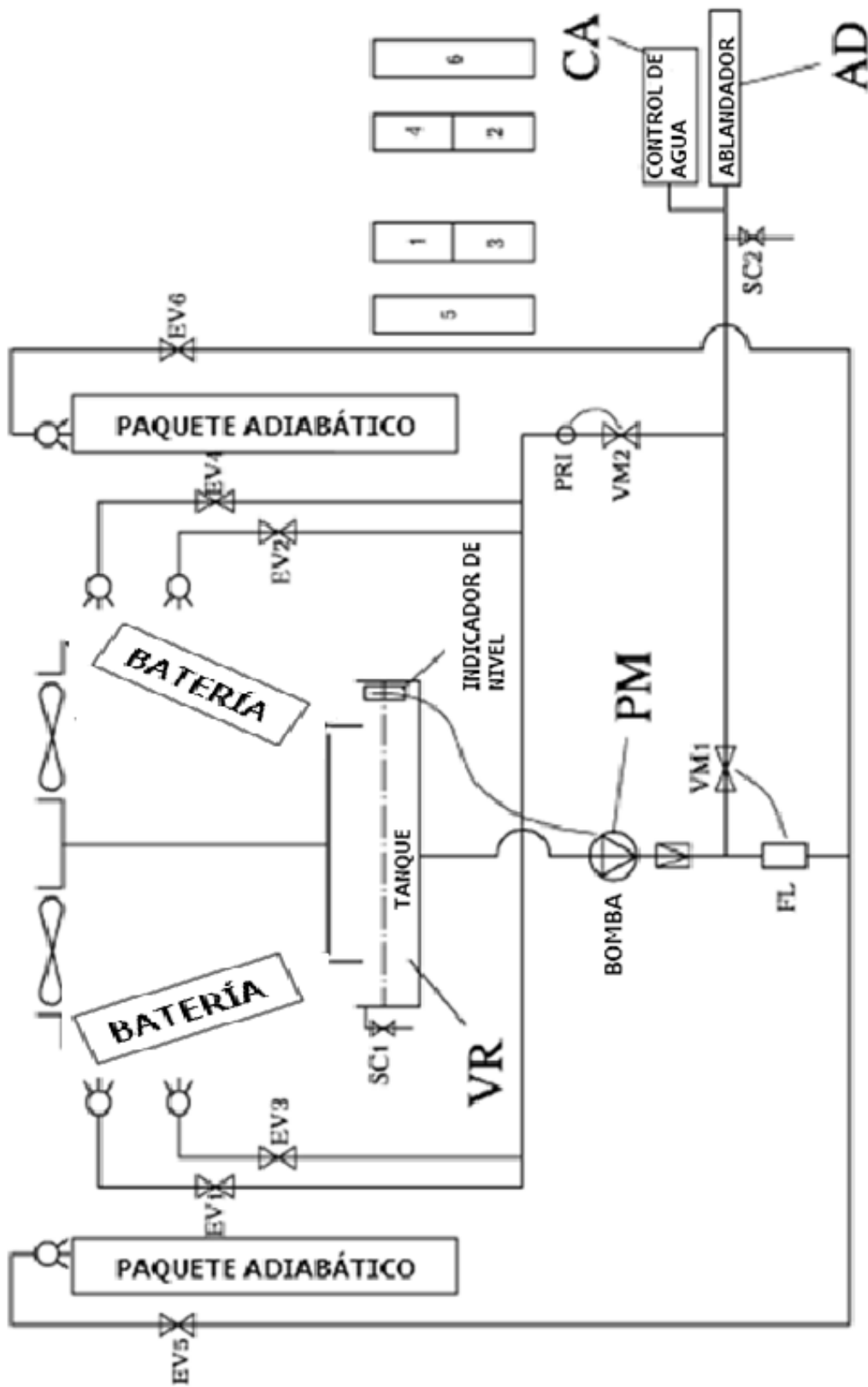


FIG. 5

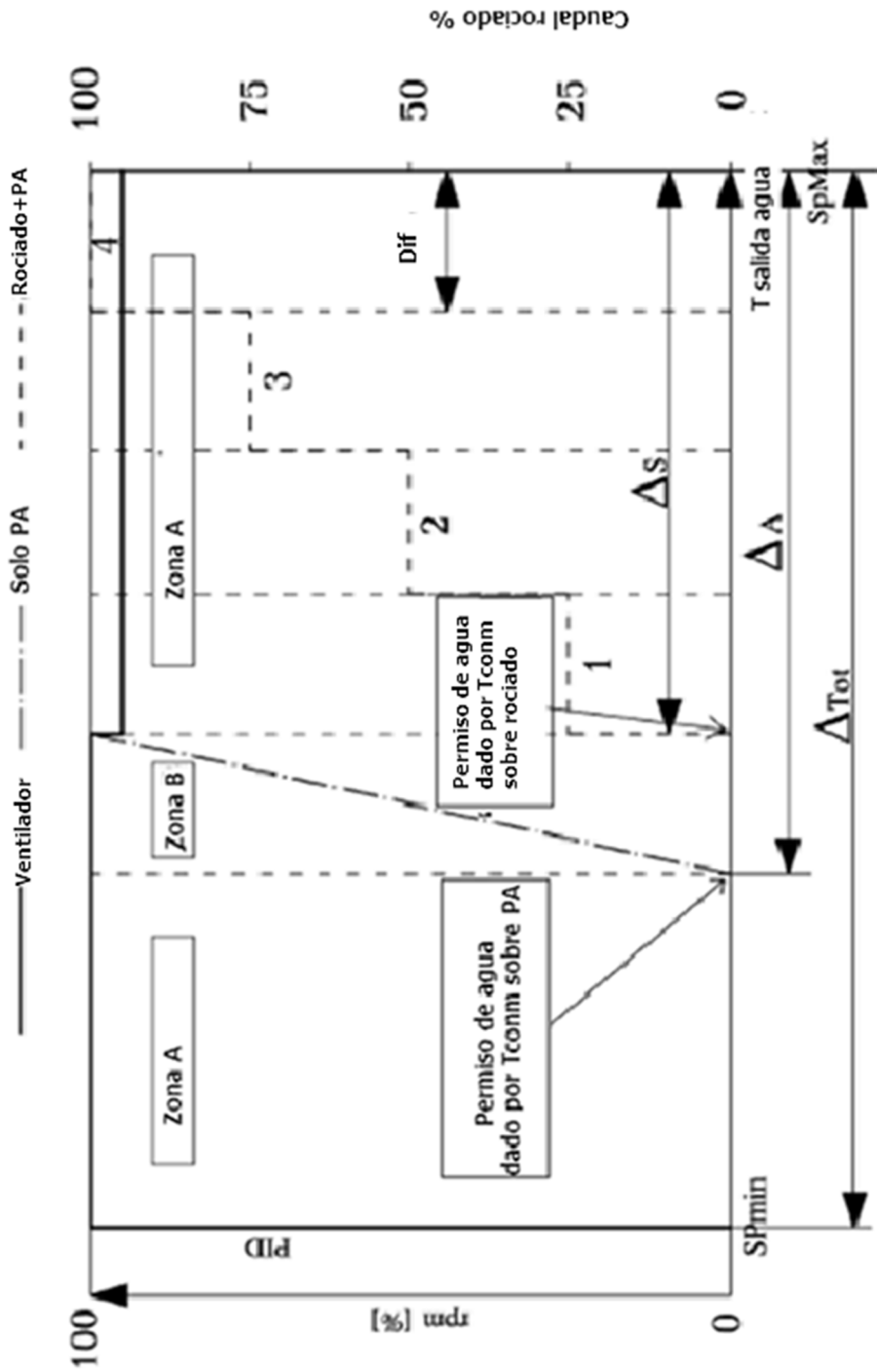


FIG. 6