

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 812 153**

51 Int. Cl.:

**F28F 17/00** (2006.01)

**F25B 39/04** (2006.01)

**F28B 1/06** (2006.01)

**F28B 9/08** (2006.01)

**F28D 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2017** **E 17200358 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020** **EP 3480548**

54 Título: **Intercambiador de calor de tres etapas para un aerocondensador**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.03.2021**

73 Titular/es:

**SPG DRY COOLING BELGIUM (100.0%)**  
**Avenue Ariane 5**  
**1200 Brussels (Woluwe-Saint-Lambert), BE**

72 Inventor/es:

**VOUCHE, MICHEL y**  
**DELEPLANQUE, CHRISTOPHE**

74 Agente/Representante:

**FLORES DREOSTI, Lucas**

ES 2 812 153 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**

Intercambiador de calor de tres etapas para un aerocondensador

**Campo de la invención**

5 [0001] La invención está relacionada con un intercambiador de calor para condensar vapor de escape de una turbina de vapor de, por ejemplo, una central eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1. Este intercambiador de calor está descrito en US 3 707 185. Más específicamente, la invención está relacionada con un intercambiador de calor en forma de V y con un intercambiador de calor en forma de W que comprende dos intercambiadores de calor en forma de V.

10 [0002] La invención también está relacionada con un aerocondensador (ACC por sus siglas en inglés) que comprende un intercambiador de calor en forma de V o un intercambiador de calor en forma de W.

[0003] De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método para condensar vapor de escape de una turbina de vapor utilizando un aerocondensador.

**Descripción de la técnica anterior**

15 [0004] Varios tipos de aerocondensadores (ACC por sus siglas en inglés) para condensar vapor de una central eléctrica son conocidos en la materia. Estos aerocondensadores utilizan intercambiadores de calor formados por varios tubos de condensación con aletas colocados en paralelo. Los tubos de condensación con aletas están en contacto con el aire ambiente y cuando el vapor pasa a través de los tubos, el vapor desprende calor y, finalmente, se condensa. Normalmente, varios tubos de condensación situados en paralelo están agrupados para formar un haz de tubos. Un intercambiador de calor puede comprender varios haces de tubo.

20 [0005] Ventiladores motorizados colocados o arriba o abajo del haz de tubos generan, respectivamente, una corriente de aire forzada o una corriente de aire inducida a través de los tubos de condensación. Para tener un volumen de aire suficiente para circular, los ventiladores y el intercambiador de calor están situados a gran altura con respecto al nivel del suelo. Dependiendo del diseño detallado del aerocondensador, se requieren elevaciones de, por ejemplo, 4 a 20 m.

25 [0006] Los tubos de condensación están situados en una posición vertical o en una posición inclinada con respecto al nivel horizontal. De esta manera, cuando un condensado se forma en los tubos de condensación, puede fluir por gravedad hacia el extremo del tubo inferior donde el condensado se almacena en un drenaje junto con un depósito colector de condensado.

30 [0007] Una geometría generalmente conocida para un intercambiador de calor es una geometría donde los tubos de condensación están colocados en una geometría en forma de delta donde los tubos de condensación reciben el vapor de escape de un colector superior de suministro de vapor que está conectado a los extremos de tubo superiores de los tubos condensadores. En esta geometría, cuando está en funcionamiento, el vapor y el condensado de los tubos de condensación fluyen en la misma dirección, en un llamado modo en paralelo. Un canal de drenaje está acoplado a los extremos inferiores de los tubos de condensación para almacenar el condensado.  
35 Los tubos de condensación de estos intercambiadores de calor pueden tener la longitud de, por ejemplo, 10 a 12 metros.

40 [0008] Una geometría alternativa para un intercambiador de calor en una llamada geometría en forma de V donde los tubos de condensación están colocados en una geometría en forma de V. Este intercambiador de calor en forma de V comprende un primer equipo y un segundo equipo de tubos de condensación que están inclinados con respecto a un plano vertical. Un ángulo de apertura  $\delta$  entre el primer equipo de tubos y el segundo equipo de tubos se forma donde el ángulo de apertura  $\delta$  tiene un valor típico entre 40° y 80°.

45 [0009] Un ejemplo de un ACC con base en forma de V se describe en la patente estadounidense US3707185. En este ejemplo, los tubos de condensación en varias filas están situados en una geometría en forma de V y el intercambiador de calor opera en un modo a contraflujo (también llamado modo de flujo a contracorriente) donde vapor y condensado fluyen en una dirección opuesta. El colector de suministro de vapor comprende una sección de drenaje para drenar el condensado que viene de cada uno de los tubos de condensación del intercambiador de calor en forma de V. Los extremos de tubo superiores de los tubos de condensación están conectados con válvulas de ventilación para extraer gases no condensables. Este intercambiador de calor se llama intercambiador de calor de una sola etapa ya que el vapor se condensa durante un avance a través de un único tubo de condensación.  
50 En este intercambiador de calor en forma de V, como el colector de suministro de vapor está suministrando el vapor de escape a los extremos de tubo inferiores de los tubos de condensación, el vapor y el condensado fluyen en una dirección opuesta, esto es, un modo a contracorriente.

55 [0010] Uno de los problemas con el intercambiador de calor en forma de V de una sola etapa descrito en US3707185 es que debido a tasas de condensación variables en los tubos en varias filas se pueden producir zonas muertas en los tubos que se llenan de gases no condensables. Esto reduce la eficacia del intercambiador de calor.

Además, debido a esta evacuación no eficiente de los gases no condensables, se puede producir una congelación de condensado en los haces de tubo durante el invierno y causar daños severos a los tubos de condensación.

5 **[0011]** En la publicación de la patente US7096666, se describe un ACC con un intercambiador de calor en forma de V donde el intercambiador de calor en forma de V comprende tubos de condensación de una única fila que presentan una longitud tubular de 10 metros. Cuando está en funcionamiento, este intercambiador de calor utiliza un esquema de condensación de dos etapas. Los tubos de condensación de la primera etapa del condensador están situados en una geometría en forma de V y están diseñados de manera que tras un avance del vapor a través del primer tubo de condensación, no se condense todo el vapor. En US7096666, el vapor que no se ha condensado durante un primer avance a través de un tubo de condensación se almacena en el extremo del tubo superior y se transporta por un tubo de transferencia a un condensador de segunda etapa que funciona en un modo a contracorriente. Este condensador de segunda etapa está colocado en un plano perpendicular al plano vertical mencionado anteriormente y el condensador de segunda etapa utiliza ventiladores dedicados para generar un flujo de aire a través del condensador de segunda etapa. El condensador de segunda etapa está configurado para extraer gases no condensables.

10 **[0012]** Uno de los problemas con el ACC descrito en US7096666 es que el condensador de primera etapa, el cual es un condensador en forma de V, es complejo y requiere medios para inyectar el vapor de escape dentro de los extremos de tubo superiores e inferiores de los tubos de condensación. La parte superior que conecta el colector está configurada para extraer e inyectar vapor y se necesita un tubo de transferencia para transportar el vapor restante hacia el segundo condensador. Los tubos del segundo condensador están colocados verticalmente e incorporados en las paredes de los extremos del ACC. Este ACC también necesita estructura de soporte dedicada para soportar el segundo condensador y los ventiladores dedicados del segundo condensador. En US7096666, los tubos de condensación del condensador de la primera y segunda etapa también son diferentes. Los tubos de condensación del condensador de la primera etapa requieren aberturas laterales específicas de extracción de vapor. Aunque el ACC de US7096666 proporciona una solución para reducir las zonas muertas mencionadas anteriormente y también proporciona un sistema de extracción de gases no condensables, el ACC tiene un inconveniente de ser complejo lo que resulta en un aumento en costes. También, en vista de la complejidad y de los varios componentes de equipo y estructuras de soporte necesarios, aumenta el tiempo *in situ* para montar y construir este tipo de ACC.

15 **[0013]** En US2017/0234168A1, se describe un aerocondensador que comprende intercambiador de calor en forma de V funcionando en modo a contracorriente. Haces de tubo, situados en una geometría de V, están conectados con sus extremos superiores a las líneas de suministro de vapor y un colector condensado está conectado a los extremos inferiores de los haces de tubo. Un inconveniente del intercambiador de calor en forma de V descrito en este documento es que las estructuras de soporte dedicadas son necesarias para soportar los haces de tubo, las líneas de suministro de vapor y los colectores condensados como se muestran por ejemplo en la Fig. 5 y Fig. 6 de US2017/0234168A1. De hecho, este intercambiador de calor en forma de V está montado en un soporte de apoyo que se extiende en una dirección longitudinal paralela a las líneas de suministro de vapor y los haces de tubo están aún más apoyados por puntales laterales y/o por una estructura de soporte secundaria de celosía y con forma triangular. El soporte está unido a un pilar central de apoyo que esta apoyando un ventilador. Un mayor inconveniente de este intercambiador de calor en forma de V es que el vapor de escape tiene que administrarse a mayor altura ya que el vapor se administra a los haces de tubo desde la parte superior y por consiguiente el sistema requiere tubería de suministro de vapor adicional para llevar al vapor de escape a la altitud necesaria. Esta estructura de soporte compleja para soportar el intercambiador de calor en forma de V resulta en un encarecimiento de los aerocondensadores y también resulta en un aumento del tiempo para montar el aerocondensador.

### Sumario de la invención

20 **[0014]** Es un objeto de la presente invención proporcionar un intercambiador de calor nuevo, mejorado y robusto que reduzca el riesgo potencial de congelación de condensado en los tubos de condensación y que al mismo tiempo permita construir un aerocondensador económico que presente una reducción del tiempo de producción e instalación

25 **[0015]** La presente invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas. Se definen las formas de realización preferidas en las reivindicaciones adjuntas.

30 **[0016]** De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un intercambiador de calor en forma de V para condensar vapor de escape de una turbina. Tal intercambiador de calor en forma de V comprende un primer equipo de tubos primarios y un segundo equipo de tubos primarios. Los tubos primarios del primer equipo son tubos de condensación de una única fila situados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_1$  con respecto a un plano vertical V, y donde  $15^\circ < \delta_1 < 80^\circ$ , preferiblemente  $20^\circ < \delta_1 < 40^\circ$ . Los tubos primarios del segundo equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_2$  con respecto al plano vertical, y donde  $15^\circ < \delta_2 < 80^\circ$ , y donde se forma un ángulo de abertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de los tubos primarios y el segundo equipo de tubos primarios mencionado.

- 5 **[0017]** El intercambiador de calor en forma de V comprende un colector de suministro de vapor junto con extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios y junto con extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios. El colector de suministro de vapor comprende una sección de suministro de vapor para transportar el vapor de escape a los extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del primer y segundo equipo de tubos primarios, y una sección de drenaje de condensado configurada para drenar condensado de los tubos primarios del primer equipo y segundo equipo de tubos primarios.
- 10 **[0018]** El intercambiador de calor en forma de V de acuerdo con la invención se caracteriza en que comprende un primer equipo de tubos secundarios y un segundo equipo de tubos secundarios. Los tubos secundarios del primer equipo son tubos de condensación de una única fila situados en paralelo e inclinados con el ángulo mencionado  $\delta_1$  con respecto al plano vertical V. Los tubos secundarios del segundo equipo son tubos de condensación de una única fila situados en paralelo e inclinados con el ángulo mencionado  $\delta_2$  con respecto al plano vertical de manera que el ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  se forme entre el primer equipo de tubos secundarios y el segundo equipo de tubos secundarios.
- 15 **[0019]** El intercambiador de calor en forma de V comprende al menos un primer equipo de tubos terciarios, donde los tubos terciarios del primer equipo están situados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_1$  con respecto al plano vertical V mencionado, preferiblemente los tubos terciarios son tubos de condensación de una única fila.
- 20 **[0020]** El intercambiador de calor en forma de V de acuerdo con la invención comprende además un primer colector de conexión superior, un segundo colector de conexión superior, un colector de conexión inferior y al menos un primer colector de evacuación para evacuar los gases no condensables.
- [0021]** El primer colector de conexión superior está acoplando los extremos de tubo superiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios con los extremos de tubo superiores de los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios.
- 25 **[0022]** El segundo colector de conexión superior está acoplando los extremos de tubo superiores de los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios con los extremos de tubo superiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios.
- 30 **[0023]** El colector de conexión inferior está acoplado con los extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios, acoplada con los extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios y acoplada con extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios.
- [0024]** El al menos primer colector de evacuación para evacuar gases no condensables está acoplado con los extremos de tubo superiores de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios.
- 35 **[0025]** El colector de conexión inferior comprende medios de drenaje configurados para drenar el condensado de los tubos secundarios del primer equipo y del segundo equipo de tubos secundarios y para drenar el condensado de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios.
- 40 **[0026]** Ventajosamente, mediante el acoplamiento de los tubos de condensación como se reivindica, se forma un intercambiador de calor de tres etapas donde el vapor puede fluir en tres tubos de condensación consecutivos y donde se evacuan de manera eficiente los gases no condensables. Cuando están en funcionamiento, en una primera etapa, los tubos primarios del primer y segundo equipo de tubos primarios funcionan en un modo a contraflujo donde el vapor y el condensado fluyen una dirección opuesta. En una segunda etapa, el vapor restante que no se ha condensado en la primera etapa se condensa aún más en un modo a contraflujo en los tubos secundarios del primer y segundo equipo de tubos secundarios. Finalmente, en una tercera etapa, los tubos terciarios funcionan en un modo a contraflujo para condensar aún más el vapor restante que no se ha condensado durante la primera y segunda etapa. El esquema de condensación de tres etapas permite una evacuación efectiva de gases no condensables a través del colector de evacuación acoplado a los extremos de tubo superiores de los tubos terciarios. De hecho, a través de la secuencia de los tubos primarios, secundarios y terciarios se transportan los gases no condensables junto con el vapor. Los gases no condensables terminan en una parte superior de los tubos terciarios donde se extraen. De esta manera, no se forman zonas muertas en los tubos de condensación y, por consiguiente, el riesgo de congelación de condensado en el periodo invernal se reduce encarecidamente.
- 45 **[0027]** Ventajosamente, mediante la colocación de todos los tubos en una geometría en forma de V, se facilitan el trabajo de montaje y el trabajo de construcción *in situ*. Por ejemplo, el intercambiador de calor en forma de V con los tubos de condensación, el colector superior y el colector de suministro de vapor inferior se pueden premontar primero y luego levantarse como una única entidad y colocarse en una subestructura de soporte.
- 50 **[0028]** Ventajosamente, utilizando un colector de suministro de vapor que suministre vapor a los extremos de tubo inferiores de los tubos primarios, el colector de suministro de vapor se sitúa en la región del vértice del intercambiador de calor en forma de V. De esta manera, el colector de suministro de vapor también actúa como
- 55

elemento de refuerzo y elemento de soporte para el intercambiador de calor. Por ejemplo, no se necesitan estructuras de soporte adicionales para soportar los tubos de condensación y los colectores superiores.

5 [0029] Además, una plataforma de ventiladores se puede colocar en la parte superior del colector superior y el colector de suministro de vapor puede también, por consiguiente, soportar el peso de los ventiladores. Una ventaja más de colocar los tubos primarios, secundarios y terciarios en una geometría en forma de V es que los mismos ventiladores se pueden utilizar para enfriar los distintos tubos.

[0030] Ventajosamente, se puede utilizar el mismo tipo de tubos de condensación de una única fila para los tubos de condensación primarios, secundarios y terciarios.

10 [0031] La invención también está relacionada con un intercambiador de calor en forma de W para condensar vapor de escape de una turbina que comprende un primer intercambiador de calor en forma de V y un segundo intercambiador en forma de V situado adyacentemente al primer intercambiador de calor en forma de V de manera que el colector de suministro de vapor del primer intercambiador de calor en forma de V esté colocado paralelamente con el colector de suministro de vapor del segundo intercambiador de calor en forma de V.

15 [0032] La ventaja de utilizar un intercambiador de calor en forma de W es que por ejemplo se puede colocar una única fila de ventiladores que se extiendan en la dirección del colector de suministro de vapor en la parte superior del intercambiador de calor. Estos ventiladores pueden configurarse para soplar aire en cada uno de los dos intercambiadores de calor en forma de V. De esta manera, se puede reducir la cantidad de ventiladores que se necesitan.

20 [0033] La invención está relacionada además con un aerocondensador que comprende un intercambiador de calor en forma de W. Este aerocondensador comprende un ventilador configurado para suministrar aire de refrigeración al intercambiador de calor en forma de W. El aerocondensador, según la invención, comprende además una subestructura de soporte configurada para elevar el intercambiador de calor en forma de W con respecto a la planta inferior. Ventajosamente, elevando el colector de suministro de vapor, se eleva todo el intercambiador de calor en forma de W y, por consiguiente, la subestructura de soporte no necesita un soporte de apoyo en la dirección del  
25 colector de suministro de vapor ya que los colectores de suministro de vapor actúan como estructuras de soporte longitudinales.

[0034] Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para condensar vapor de escape de una turbina utilizando un aerocondensador tal y como se define en las reivindicaciones adjuntas.

#### Breve descripción de los dibujos

30 [0035] Estos y demás aspectos de la invención se explicarán más detalladamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos que los acompañan que:

- La Fig. 1 ilustra esquemáticamente una vista lateral de una parte de un intercambiador de calor en forma de V de acuerdo con la invención;
- 35 La Fig. 2 muestra una sección transversal del intercambiador de calor en forma de V de la Fig. 1 tomada a través del plano A;
- La Fig. 3 muestra una sección transversal del intercambiador de calor en forma de V de la Fig. 1 tomada a través del plano B;
- La Fig. 4 muestra parte de una sección transversal del intercambiador de calor en forma de V de la Fig. 1 tomada a través del plano C;
- 40 La Fig. 5 muestra una vista transversal de una parte de una forma de realización alternativa de un intercambiador de calor en forma de V de acuerdo con la invención;
- La Fig. 6<sup>a</sup> ilustra esquemáticamente una primera vista lateral de una parte de otro ejemplo de un intercambiador de calor en forma de V de acuerdo con la invención;
- 45 La Fig. 6b ilustra esquemáticamente una segunda vista lateral de un intercambiador de calor en forma de V de la Fig. 6a;
- La Fig. 7 muestra una vista transversal de una parte de un intercambiador de calor en forma de W;
- La Fig. 8 muestra una vista transversal de una parte de una forma de realización ejemplar de un intercambiador de calor en forma de W;
- La Fig. 9 muestra una vista frontal de un ejemplo de un aerocondensador de acuerdo con la invención;

La Fig. 10 muestra una vista lateral de una subestructura de un aerocondensador de acuerdo con la invención;

La Fig. 11 muestra una vista frontal de otro ejemplo de un aerocondensador de acuerdo con la invención.

5 [0036] Las figuras no están dibujadas a escala. Generalmente, las mismas referencias numéricas de las figuras denotan componentes idénticos.

#### Descripción detallada de las formas de realización preferidas

[0037] De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un intercambiador de calor en forma de V para condensar vapor de escape.

10 [0038] Este intercambiador de calor en forma de V para condensar vapor de escape de una turbina comprende un primer equipo de tubos primarios 91 y un segundo equipo de tubos primarios 94. Los tubos primarios del primer equipo son tubos de condensación de una única fila situados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_1$  con respecto a un plano vertical V, y donde  $15^\circ < \delta_1 < 80^\circ$ . Los tubos primarios del segundo equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_2$  con respecto al plano vertical, y donde  $15^\circ < \delta_2 < 80^\circ$ , de manera que, tal como se ilustra en la Fig. 2, se forma un ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo mencionado de tubos primarios 91 y el segundo equipo mencionado de tubos primarios 94. En formas de realización preferidas,  $20^\circ < \delta_1 < 40^\circ$  y  $20^\circ < \delta_2 < 40^\circ$ .

15 [0039] Los tubos de condensación de una única fila son tubos de condensación del estado de la técnica que están disponibles en tiendas. Cada tubo de condensación de una única fila comprende un tubo central que presenta una forma transversal que puede ser circular, ovalada, rectangular o rectangular con extremos semicirculares. Los tubos de condensación de una única fila comprenden además aletas unidas a lados del tubo central. Normalmente, el corte transversal de un tubo de una única fila es de unos 10 cm<sup>2</sup> a 60 cm<sup>2</sup>. Por ejemplo, un tubo con forma rectangular tiene un corte transversal típico de 2 cm por 20 cm.

20 [0040] Tal y como se ilustra en la Fig. 1 y Fig. 2, el intercambiador de calor en forma de V comprende un colector de suministro de vapor 21 configurado para recibir vapor de escape de una turbina. El colector de suministro de vapor 21 está acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios 91 y acoplado con los extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios.

[0041] La figura 2 muestra una vista transversal, tomada a través de un plano A, del intercambiador de calor en forma de V que se muestra en la Fig. 1. Esta figura ilustra la posición en forma de V de los tubos de condensación primarios de una única fila y muestra los ángulos  $\delta_1$  y  $\delta_2$  con respecto al plano vertical V.

30 [0042] El intercambiador de calor en forma de V, de acuerdo con la invención, comprende también un primer equipo de tubos secundarios 92 y un segundo equipo de tubos secundarios 95. Los tubos secundarios del primer equipo 92 están colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_1$  con respecto al plano vertical V y los tubos secundarios del segundo equipo 94 están situados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_2$  con respecto al plano vertical de manera que se forme el ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de tubos secundarios 92 y el segundo equipo de tubos secundarios 95. Los tubos secundarios tanto del primer como segundo equipo con tubos de condensación de una única fila.

[0043] La figura 3 muestra una vista transversal del intercambiador de calor en forma de V que se muestra en la Fig. 1 tomada a través de un plano B, ilustrando la posición en forma de V de los tubos de condensación secundarios.

40 [0044] El intercambiador de calor en forma de V, de acuerdo con la invención, comprende además al menos un primer equipo de tubos terciarios 93, donde los tubos terciarios del primer equipo están colocados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_1$  con respecto al plano vertical V. Preferiblemente, los tubos terciarios también son tubos de condensación de una única fila.

45 [0045] El intercambiador de calor en forma de V 1, de acuerdo con la invención, se caracteriza en que comprende, como se ilustra en la Fig. 2, un primer colector de conexión superior 31 y un segundo colector de conexión superior 32.

50 [0046] El primer colector de conexión superior 31 está acoplando extremos de tubo superiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios 91 con extremos de tubo superiores de los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios 92. El segundo colector de conexión superior 32 está acoplando extremos de tubo superiores de los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios 94 con extremos de tubo superiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios 95. Con el acoplamiento del primer y segundo colector de conexión, se colocan en series tubos de condensación primarios y secundarios. De esta manera, el vapor que no se ha condensado en los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios puede fluir, junto con gases no condensables, a los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios y el vapor que no se ha

condensado en los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios puede fluir junto con gases no condensables a los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios.

5 **[0047]** El intercambiador de calor en forma de V 1 de acuerdo con la invención se caracteriza en que comprende un colector de conexión inferior 22 acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del primer  
 10 equipo de tubos secundarios 92, acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios 95 y acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios. De esta manera, cuando está en funcionamiento, el vapor restante que no se ha condensado en los tubos primarios o secundarios se puede transportar a través del colector de conexión inferior 22 a los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios. Este vapor restante puede entonces condensarse en los tubos terciarios.

**[0048]** Como se ilustra en la Fig. 1, el intercambiador de calor en forma de V 1, de acuerdo con la invención, comprende al menos un primer colector de evacuación 41 para evacuar gases no condensables; el primer colector de evacuación 41 está acoplado con extremos de tubo superiores de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios 93.

15 **[0049]** Como además se ilustra en la Fig. 1 y Fig. 2, el colector de suministro de vapor 21 comprende una sección de suministro de vapor 65 y una sección de drenaje de condensado 61. La sección de suministro de vapor 65 permite transportar el vapor de escape a los extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del primer 91 y segundo 94 equipo de tubos primarios. La sección de drenaje de condensado 61 permite drenar condensador de los tubos primarios del primer equipo 91 y del segundo equipo 94 de tubos primarios. Generalmente, el colector de  
 20 suministro de vapor 21 está inclinado ligeramente de manera que el condensado en la sección de drenaje del condensado 61 fluye bajo gravedad en una dirección opuesta a la dirección de entrada del vapor.

**[0050]** Generalmente, la sección de drenaje del condensado 61 comprende una primera salida de condensado para acoplarse a un depósito colector de condensado. Normalmente, se utiliza una tubería para formar el acoplamiento entre la primera salida de condensado y el depósito colector de condensado.

25 **[0051]** En formas de realización, la sección de drenaje del condensado 61 comprende un deflector 25 que separa la sección de suministro de vapor 65 de la sección de drenaje del condensado 61. De esta manera, el flujo del vapor de escape y el flujo del condensado no se alteran mutuamente. El deflector 25, ilustrado con una línea de puntos en la Fig. 1 y Fig. 2, está situado en la parte superior del colector de suministro de vapor principal 21. Normalmente, el deflector 25 comprende una placa con aberturas de manera que el condensado pueda caer desde  
 30 la sección de suministro de vapor 65 a la sección de drenaje del condensado 61.

**[0052]** Como además se ilustra en las Fig. 1, Fig. 3 y Fig. 4, el colector de conexión inferior 22 comprende un medio de drenaje 62 configurado para drenar condensado de los tubos secundarios del primer equipo 92 y segundo equipo de tubos secundarios 95 y para drenar condensado de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios 93.

35 **[0053]** Generalmente, los medios de drenaje 62 comprenden una segunda salida de condensado para acoplarla al depósito colector de condensado. Normalmente, se utiliza otra tubería para crear este acoplamiento entre la segunda salida de condensado y el depósito colector de condensado. De esta manera, todo condensado se almacena en un depósito colector común de condensado.

40 **[0054]** En formas de realización preferidas, como se ilustra en la Fig.3, el intercambiador de calor en forma de V, de acuerdo con la invención, comprende un segundo equipo de tubos terciarios 96, donde los tubos terciarios del segundo equipo están colocados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_2$  con respecto al plano vertical V. En esta geometría, el ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  también se ha formado entre el primer equipo de tubos terciarios 93 y el segundo equipo de tubos terciarios 96.

45 **[0055]** En estas formas de realización preferidas, el colector de conexión inferior 22 también está acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios 96. Preferiblemente, los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios 96 también son tubos de condensación de una única fila. Como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 3, un segundo colector de evacuación 42 para evacuar gases no condensables está acoplado con los extremos de tubo superiores de los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios 96. En estas formas de realización preferidas, los medios de drenaje 62 están configurados además  
 50 para drenar condensado de los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios 96.

**[0056]** El funcionamiento del intercambiador de calor, de acuerdo con la invención, se trata más adelante. El intercambiador de calor para condensar vapor de escape de una turbina funciona, normalmente, a una presión en el rango entre 70 mbar y 300 mbar correspondientes a la temperatura del vapor en el rango entre 39 °C y 69 °C. Las flechas negras en la Fig. 1 representan el flujo de vapor y/o gases no condensables a través del intercambiador de calor en forma de V. Cuando está en funcionamiento, el vapor de escape de la turbina entra en el colector de suministro de vapor principal 21 y el colector de suministro de vapor principal 21 redistribuye el vapor a los tubos primarios del primer y segundo equipo de tubos primarios. El vapor y condensado de los tubos primarios fluyen en

una dirección opuesta. De hecho, el condensado formado en los tubos primarios fluirá por gravedad de vuelta al colector de suministro de vapor principal 21 donde la sección de drenaje de condensado 61 almacena y drena el condensado. Este modo de funcionamiento se llama modo a contracorriente. Los tubos primarios desempeña una primera etapa del proceso de condensación.

5 **[0057]** El vapor restante que no se ha condensado después de un solo paso a través de un tubo de condensación primario del primer equipo de tubos primarios se almacena en el primer colector de conexión superior 31. De manera similar, el vapor restante que no se ha condensado después de un solo paso a través de los tubos de condensación primarios del segundo equipo de tubos primarios se almacena en el segundo colector de conexión superior 32. El primer colector de conexión superior 31 y el segundo colector de conexión superior 32 suministran  
10 el vapor restante a los tubos secundarios del primer y segundo equipo respectivamente de los tubos secundarios. Los tubos de condensación secundarios funcionan en un llamado modo a contraflujo donde el vapor y el condensado que se ha formado fluyen en la misma dirección. Los tubos secundarios desempeñan una segunda etapa del proceso de condensación.

15 **[0058]** El colector de conexión inferior 22 almacena el vapor restante que no se ha condensado en los tubos primarios ni condensado en los tubos secundarios y transporta este vapor restante a los tubos terciarios.

**[0059]** Los tubos terciarios también funcionan en el modo a contracorriente. Los tubos terciarios desempeñan una tercera y última etapa del proceso de condensación. Durante las tres etapas de condensación, los gases no condensables también están fluyendo a través de la secuencia de tubos de condensación y se almacenan y evacuan mediante el colector de evacuación para gases no condensables.

20 **[0060]** Cuando están en funcionamiento, los gases no condensables son arrastrados a la parte superior de los tubos terciarios donde pueden ser eliminados. El colector de evacuación comprende un eyector para extraer los gases no condensables. Normalmente, una bomba de vacío está acoplada al primer colector de evacuación 41 y/o al segundo colector de evacuación 42 para bombear los gases no condensables y soplarlos en la atmósfera. Este tipo de colectores de evacuación para extraer gases no condensables son muy conocidos en la materia y se  
25 utilizan, por ejemplo, para una etapa de deflegmación (también llamada reflujo), también funcionando en un modo a contracorriente, de un clásico intercambiador de calor de tipo delta.

**[0061]** En las formas de realización de acuerdo con la invención, los tubos de condensación están configurados de manera que la mayoría del vapor de escape se condense en los tubos primarios (normalmente 60 % a 80 %) y otra fracción se condense en los tubos secundarios (normalmente 10 % a 30 %). En los tubos terciarios, solamente  
30 se condensa una pequeña fracción del vapor de escape total (normalmente 10 % o menos). La cantidad de vapor que se condensa en las tres etapas de condensación está determinada por la cantidad de tubos primarios, secundarios o terciarios.

**[0062]** Normalmente, los tubos primarios y secundarios del intercambiador de calor, de acuerdo con la invención, tienen una longitud tubular TL en el rango de 4 metros  $\leq$  TL  $\leq$  7 metros. En formas de realización preferidas, la longitud de tubo está entre 4,5 y 5,5 m. En algunas formas de realización, como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 1, la longitud de los tubos de condensación de los tubos terciarios es más corta que la longitud de los tubos primarios y los tubos secundarios. En esta forma de realización, la longitud más corta permite, por ejemplo, instalar el colector de evacuación como se ilustra en la Fig. 1. En otras formas de realización, como se ilustra en la Fig. 6a y Fig. 6b, la longitud de tubo de los tubos terciarios es la misma que la longitud de tubo de los tubos primarios y secundarios.  
40

**[0063]** Un fenómeno conocido al utilizar un intercambiador de calor en un modo a contracorriente es el llamado fenómeno de inundación que puede bloquear o bloquear parcialmente el flujo del vapor a través de los tubos. Esto resulta en una gran pérdida de presión. La inundación se produce cuando el vapor entrando en los tubos de condensación presenta una gran velocidad y, como resultado, obliga al condensado a reorientarse en una trayectoria ascendente. Para abordar este problema de inundación, el intercambiador de calor debe ser diseñado de manera que no alcance una velocidad crítica donde se produce la inundación.  
45

**[0064]** Como se ha analizado anteriormente, intercambiadores de calor de la técnica anterior, como por ejemplo los intercambiadores de calor de tipo delta funcionando en un modo a contraflujo, normalmente utilizan tubos de condensación que presentan una longitud de tubo entre 10 y 12 metros. Una velocidad normal del vapor entrando en los tubos de condensación de estos intercambiadores de calor de tipo delta es de unos 100 m/s. El uso de tubos tan larga de 10 metros como tubos primarios para los intercambiadores de calor, de acuerdo con la invención, podría ser crítico en lo que respecta al problema de inundación.  
50

**[0065]** Si la longitud de los tubos de condensación se redujese por un factor de dos, para mantener la misma superficie del intercambiador de calor y, por consiguiente, la misma capacidad del intercambiador de calor, la cantidad de tubos de condensación tiene que duplicarse. La ventaja en hacer esto es que la velocidad del vapor entrando en los tubos de condensación también se reduce por un factor de 2.  
55

**[0066]** Por ello, en formas de realización preferidas, de acuerdo con la invención, la longitud de tubo TL de los tubos primarios está en el rango de 4 metros  $\leq$  TL  $\leq$  7 metros. De esta manera, la velocidad del vapor entrando en los tubos se reduce cuando se compara con los tubos largos de 10 a 12 metros de los clásicos intercambiadores de calor de tipo delta y se pueden evitar los problemas relacionados con la inundación.

5 **[0067]** Otra ventaja de la velocidad reducida del vapor es que se reduce la pérdida de presión en el intercambiador de calor y, por consiguiente, se mejora el rendimiento del intercambiador de calor. De hecho, la pérdida de presión en un tubo de condensación es proporcional al cuadrado de la velocidad de entrada del vapor. Por ello, si se reduce la velocidad del vapor entrando en un tubo de condensación por un factor de dos, la pérdida de presión en un tubo de condensación se reduce por un factor de cuatro.

10 Por consiguiente, aunque el intercambiador de calor, de acuerdo con la invención, está utilizando tres etapas de condensación con tubos primarios, secundarios y terciarios, la pérdida de presión total es aún más baja cuando se compara con la pérdida total de presión en, por ejemplo, un intercambiador de calor clásico de tipo delta donde se utilizan dos etapas de condensación: un intercambiador de calor de primera etapa en modo contraflujo y una segunda etapa de deflegmación en modo contracorriente.

15 **[0068]** En la práctica, se agrupan varios tubos de condensación paralelos de una única fila para formar un haz de tubos. Una primera placa tubular y una segunda placa tubular están soldadas respectivamente a los extremos inferiores y superiores de los tubos del haz. Las placas tubulares son láminas de metal de paredes gruesas con agujeros. La primera placa tubular está entonces soldada al colector de suministro de vapor y la segunda placa tubular está soldada al colector superior. De esta manera, se establece el acoplamiento entre los colectores y los  
20 tubos de condensación. Este acoplamiento entre los tubos y los colectores tiene que construirse como un acoplamiento hermético a los fluidos de manera que se minimicen las fugas en el intercambiador de calor.

**[0069]** El ancho W del haz de tubos está determinado por la cantidad de tubos de condensación del haz. En algunas formas de realización, los haces de tubo tienen una anchura estándar de, por ejemplo, 2,5 m, lo que facilita el proceso de manufacturación de los distintos haces de tubo.

25 **[0070]** Los equipos de tubos primarios, secundarios y terciarios pueden comprender una cantidad distinta de haces de tubo. Por ejemplo, en la forma de realización mostrada en la Fig. 6a, el primer equipo de tubos primarios 91 comprende seis haces de tubo que presentan una anchura W y cuya referencia son los números 91a, 91b, 91c, 91d, 91e y 91f. El primer equipo de tubos secundarios 92 comprende dos haces de tubo, que también presentan una anchura W, y se identifican con los números de referencia 92a y 92b. El primer equipo de tubos terciarios 93  
30 comprende un haz de tubos 93a que, en este ejemplo, tiene también la misma anchura. En esta forma de realización, como se ilustra además en la Fig. 6b, el segundo equipo de tubos primarios 94 comprende seis haces de tubo con números de referencia 94a, 94b, 94c, 94d, 94e y 94f, el segundo equipo de tubos secundarios 95 comprende dos haces de tubo 95a y 95b, y el segundo equipo de tubos terciarios 96 comprende un haz de tubos 96a.

35 **[0071]** Como se ilustra esquemáticamente en la Fig. 2 y Fig. 6a, la longitud del haz de tubos está determinada por la longitud TL de los tubos de condensación de una única fila.

**[0072]** Como se ilustra en la Fig. 6a y Fig. 6b, el primer colector de conexión 31 y el segundo colector de conexión superior pueden comprender varios subcolectores. En el ejemplo mostrado en la Fig. 6a, el primer colector superior 31 comprende dos subcolectores 31a y 31b y, como se muestra en la Fig. 6b, el segundo colector de conexión superior 32 comprende dos subcolectores 32a y 32b.  
40

**[0073]** En formas de realización, como se ilustra en la Fig. 3 y Fig. 4, el colector de suministro de vapor 21 comprende un compartimento separado formando el colector de conexión inferior 22. En otras palabras, el colector de conexión inferior 22 está integrado en el interior del colector de suministro de vapor 21. Por ejemplo, se puede obtener el compartimento separado soldando una o más placas metálicas dentro del colector de suministro de vapor 21. Como el colector de suministro de vapor tiene normalmente un diámetro entre uno y tres metros, soldar las placas de dentro del colector de suministro de vapor para formar el colector de conexión inferior 22 es una  
45 manera económica para llevar a cabo esta actividad en el momento de la instalación.

**[0074]** Como se ha mencionado anteriormente, el colector de conexión inferior 22 comprende un medio de drenaje 62 configurado para drenar condensado de los tubos secundarios y terciarios. El medio de drenaje 62 tiene que construirse como un canal u hoyo para drenar el condensado. Normalmente, el colector de conexión inferior 22 comprende una parte superior y una inferior. La parte inferior está formando el medio de drenaje 62. En algunas formas de realización, se puede utilizar otro deflector para separar la parte inferior de la parte superior. De esta manera, el flujo del vapor de los tubos secundarios a los tubos terciarios en la parte superior está separado del flujo del condensado de la parte inferior. El condensado drenado con el medio de drenaje 62 se transporta más  
50 adelante por otro conducto al depósito colector de condensado (no se muestra en las figuras).

**[0075]** En las formas de realización que se muestran en las Fig. 3 y Fig. 4, el colector de conexión inferior 22 está formado por una única cavidad que está recibiendo el vapor restante de los tubos secundarios del primer y segundo equipo de tubos secundarios. Como se muestra en la Fig. 4, en esta forma de realización, los extremos de tubo  
55

inferiores de los tubos terciarios del primer y segundo equipo de tubos terciarios también están conectados a esta única cavidad para recibir el vapor restante y los gases no condensables que vienen del primer y segundo equipo de tubos terciarios.

5 **[0076]** En formas de realización alternativas, ilustradas en la Fig. 5, el colector de conexión inferior 22 está formado por dos cavidades separadas. En esta forma de realización, el colector de conexión inferior 22 comprende una primera parte de conexión 22a y una segunda parte de conexión 22b correspondiendo a las dos cavidades. La primera parte de conexión 22a está conectando los extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios 92 con los extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios del primer equipo de tubos terciarios 93. La segunda parte de conexión 22b está conectando los extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios 94 con los extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios 96. La primera y segunda parte de conexión puede, por ejemplo, estar formada mediante la soldadura de un primer y segundo elemento tubular del interior del colector de suministro de vapor principal. De esta manera, dos cavidades separadas están formadas dentro del colector de suministro de vapor principal.

10 **[0077]** En estas formas de realización alternativas, mostradas en la Fig. 5, la primera parte de conexión 22a y la segunda parte de conexión 22b comprenden respectivamente un primer 62a y un segundo 62b compartimento de drenaje. Este primer 62a y segundo 62b compartimento de drenaje están formando el medio de drenaje 62 del colector de distribución inferior 22.

15 **[0078]** Generalmente, debido a la pérdida de presión en el intercambiador de calor, la presión en el colector de conexión inferior 22 es más baja que la presión en el colector de suministro de vapor. Como consecuencia, la temperatura del condensado en el colector de conexión inferior es también más baja que la temperatura del condensado en el colector de suministro de vapor. Por lo tanto, integrando el colector de conexión inferior en el interior del colector de suministro de vapor proporciona la ventaja de que el condensado del colector de conexión inferior esté en contacto, a través de las paredes del colector de conexión inferior, con el vapor de escape en el colector de suministro de vapor. Esto tiene el efecto ventajoso de que aumente la temperatura del condensado del colector de conexión inferior. De esta manera, se minimiza el subenfriamiento del condensado.

20 **[0079]** Sin embargo, el colector de conexión inferior 22 no está necesariamente integrado en el interior del colector de suministro de vapor 21. Por ejemplo, en otras formas de realización, se reduce el diámetro del colector de suministro de vapor 21 en el lugar de los tubos secundarios y terciarios para permitir la instalación de un colector de conexión inferior 22 que esté acoplado a los tubos secundarios y terciarios pero que esté separado del colector de suministro de vapor principal 21.

25 **[0080]** La invención también está relacionada con un llamado intercambiador de calor en forma de W 2 para condensar vapor de escape de una turbina. Este intercambiador de calor en forma de W, como se ilustra en las Fig. 7 y Fig. 8, comprende un primer intercambiador de calor en forma de V 1a y un segundo intercambiador de calor en forma de V 1b situado adyacentemente al primer intercambiador de calor en forma de V 1a. El colector de suministro de vapor del primer intercambiador de calor en forma de V 1a está en paralelo con el colector de suministro de vapor del segundo intercambiador de calor en forma de V 1b.

30 **[0081]** En una forma de realización preferida de un intercambiador de calor en forma de W 2, como se ilustra en la Fig. 8, el segundo colector de conexión superior del primer intercambiador de calor en forma de V 1a y el primer colector de conexión superior del segundo intercambiador de calor en forma de V 1b están formando un único colector de conexión superior común para el primer 1a y el segundo 1b intercambiador de calor en forma de V. Utilizando un colector de conexión superior común 33 aumenta la potencia del intercambiador de calor.

35 **[0082]** La invención también está relacionada con un aerocondensador 10 comprendiendo un intercambiador de calor en forma de V tal y como se ha tratado anteriormente y donde un depósito colector de condensado está acoplado la parte de drenaje de condensado 61 del colector de suministro de vapor 21 y acoplado con el medio de drenaje 62 del colector de conexión inferior. De esta manera, todo condensado que se ha formado en el intercambiador de calor se almacena en un depósito colector común.

40 **[0083]** Como se ilustra en las Fig. 9 y Fig. 11, la invención está también relacionada con un aerocondensador 10 comprendiendo un intercambiador de calor en forma de W 2 y una subestructura de soporte 80 configurada para elevar el intercambiador de calor en forma de W 2 con respecto a la planta inferior. El aerocondensador en forma de W 10 comprende además un conjunto de soporte para ventilador que soporta un ventilador 71. El ventilador 71 está configurado para inducir una corriente de aire a través del intercambiador de calor en forma de W. El conjunto de soporte para ventilador comprende una plataforma de ventiladores 70 acoplada al colector de conexión superior del intercambiador de calor en forma de W 2.

45 **[0084]** Normalmente, la subestructura de soporte 80 del aerocondensador 10 está configurada para elevar cada uno de los colectores de suministro de vapor 21 a una altura  $H > 4\text{m}$  con respecto a la planta inferior 85.

**[0085]** Ventajosamente, debido a esta geometría en forma de V de los intercambiadores de calor y debido al uso de los colectores de suministro de vapor colocados en la región del vértice de los intercambiadores de calor en forma de V, tanto la subestructura de soporte como la estructura de soporte del ventilador se pueden simplificar cuando se comparan con los aerocondensadores de la técnica previa, como los descritos en US2017/0234168A1.

5 Con el intercambiador de calor en forma de V o en forma de W, de acuerdo con la invención, no hay necesidad de un soporte de apoyo extendiéndose en una dirección longitudinal en paralelo a las líneas de suministro de vapor como es el caso en US2017/0234168A1. De hecho, con el intercambiador de calor, de acuerdo con la invención, los colectores de suministro de vapor actúan como la estructura de soporte longitudinal y la subestructura de soporte solamente se extiende en una dirección perpendicular a los colectores de suministro de vapor como se ilustra más adelante en la Fig. 10 mostrando parte de una vista lateral de una subestructura soportando el colector de suministro de vapor. Con esta subestructura simplificada, se reduce en gran medida la cantidad de acero necesaria. Además, como se ha tratado anteriormente, los ventiladores 71 se pueden soportar por una plataforma de ventiladores colocada en la parte superior de los colectores de conexión superiores de manera que no sea necesario ningún pilar central como en US2017/0234168A1 para soportar un ventilador.

15 **[0086]** En otras formas de realización, como se ilustra en la Fig. 11, el aerocondensador 10 comprende dos o más intercambiadores de calor en forma de W 2a y 2b. Los dos o más intercambiadores de calor en forma de W 2a, 2b están colocados adyacentemente al otro de manera que los colectores de suministro de vapor 21 de cada uno o más de los intercambiadores de calor en forma de W estén en paralelo. También para estas formas de realización, una subestructura de soporte 80 está configurada para elevar los dos o más intercambiadores de calor en forma de W 2 con respecto a la planta inferior. Se proporcionan uno o más ventiladores 71 configurados para inducir una corriente de aire a través de los dos o más intercambiadores de calor en forma de W y un conjunto de soportes 50 soporta los uno o más ventiladores.

**[0087]** De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método para condensar vapor de escape de una turbina utilizando un aerocondensador. El método comprende pasos de

- 25 • proporcionar un primer equipo de tubos primarios 91, donde los tubos primarios del primer equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_1$  con respecto a un plano vertical V, donde  $15^\circ < \delta_1 < 80^\circ$ , preferiblemente  $20^\circ < \delta_1 < 40^\circ$ ,
- proporcionar un segundo equipo de tubos primarios 94, donde los tubos primarios del segundo equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_2$  con respecto al plano vertical citado V, y donde  $15^\circ < \delta_2 < 80^\circ$ , preferiblemente  $20^\circ < \delta_2 < 40^\circ$ , y donde se forma un ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de tubos primarios 91 citado y el segundo equipo de tubos primarios 94 mencionado.
- 30 • proporcionar un primer equipo de tubos secundarios 92, donde los tubos secundarios del primer equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con el ángulo citado  $\delta_1$  con respecto al plano vertical citado V,
- 35 • proporcionar un segundo equipo de tubos secundarios 95, donde los tubos secundarios del segundo equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con el ángulo citado  $\delta_2$  con respecto al ángulo vertical plano V mencionado de manera que se forme el ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de tubos secundarios 92 mencionado y el segundo equipo de tubos secundarios 95 mencionado,
- 40 • proporcionar al menos un primer equipo de tubos terciarios 93, donde los tubos terciarios del primer equipo están colocados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_1$  mencionado con respecto al plano vertical V mencionado, preferiblemente tubos terciarios mencionados son tubos de condensación de una única fila,
- 45 • suministrar el vapor de escape a extremos inferiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios 91 mencionado y segundo equipo 94 de tubos primarios mencionado,
- almacenar en extremos superiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios un primer vapor restante que no se ha condensado en el primer equipo de tubos primarios y suministrar dicho vapor restante a los extremos superiores de los tubos secundarios mencionados del primer equipo de tubos secundarios 92 mencionado,
- 50 • almacenar en extremos superiores de los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios 94 un segundo vapor restante que no se ha condensado en el segundo equipo de tubos primarios y suministrar dicho segundo vapor restante a los extremos superiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios 95 mencionado,

- almacenar en extremos inferiores de los tubos secundarios del primer y segundo equipo de tubos secundarios otro vapor restante que no se ha condensado en los tubos secundarios del primer y segundo equipo de tubos secundarios y suministrar dicho otro vapor restante a los extremos inferiores de los tubos terciarios mencionados del, al menos, primer equipo de tubos terciarios 93 mencionado,
- 5
- evacuar gases no condensables a extremos superiores de los tubos terciarios del, al menos, primer equipo de tubos terciarios 93,
  - almacenar condensado de los tubos primarios del primer y segundo equipo de tubos primarios, de los tubos secundarios del primer y segundo equipo de tubos secundarios y de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios y drenar el condensado almacenado hacia un depósito colector de condensado.
- 10

15 **[0088]** La presente invención ha sido descrita en términos de formas de realización específicas, que son ilustrativas de la invención y no deben ser interpretadas como limitantes. Más generalmente, expertos en la materia apreciarán que la presente invención no estará limitada por lo que se ha mostrado y/o descrito en particular anteriormente. La invención reside en todo y cada rasgo característico innovador y toda y cada combinación de rasgos característicos. Los números de referencia de las reivindicaciones no limitan su ámbito de protección.

**[0089]** El uso del verbo «comprender» no excluye la presencia de elementos distintos de los declarados.

**[0090]** El uso del artículo «un», «una» o «el», «la», «los», «las» que precede a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos,

**REIVINDICACIONES**

1. Un intercambiador de calor en forma de V (1) para condensar vapor de escape de una turbina comprendiendo

- 5
  - un primer equipo de tubos primarios (91), donde los tubos primarios del primer equipo (91) son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_1$  con respecto a un plano vertical (V), y donde  $15^\circ < \delta_1 < 80^\circ$ , preferiblemente  $20^\circ < \delta_1 < 40^\circ$ ,
- 10
  - un segundo equipo de tubos primarios (94), donde los tubos primarios del segundo equipo (94) son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_2$  con respecto al plano vertical (V) mencionado, y donde  $15^\circ < \delta_2 < 80^\circ$ , preferiblemente  $20^\circ < \delta_2 < 40^\circ$ , y donde se forma un ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de tubos primarios (91) mencionado y el segundo equipo de tubos primarios (94) mencionado.
- 15
  - un colector de suministro de vapor (21) acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios (91) y acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios (94), y donde el colector de suministro de vapor mencionado (21) comprende:
    - a) una parte de suministro de vapor (65) para transportar el vapor de escape a los extremos de tubo inferiores de los tubos primarios del primer (91) y segundo (94) equipo de tubos primarios, y
    - b) una parte de drenaje de condensado (61) configurada para drenar condensado de los tubos primarios del primer equipo (91) y el segundo equipo (94) de tubos primarios.
- 20
  - un primer equipo de tubos secundarios (92), donde los tubos secundarios del primer equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con el ángulo mencionado  $\delta_1$  con respecto al plano vertical (V) mencionado,
- 25
  - un segundo equipo de tubos secundarios (95), donde los tubos secundarios del segundo equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_2$  mencionado con respecto al plano vertical (V) mencionado de manera que se forme el ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de tubos secundarios (92) mencionado y el segundo equipo de tubos secundarios (95) mencionado.
- 30
  - un primer colector de conexión superior (31) acoplando extremos de tubo superiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios (91) con extremos de tubo superiores de los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios (92).
- 35
  - un segundo colector de conexión superior (32) acoplando extremos de tubo superiores de los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios (94) con extremos de tubo superiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios (95), **caracterizado por que** además comprende:
    - al menos un primer equipo de tubos terciarios (93), donde los tubos terciarios del primer equipo están colocados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_1$  mencionado con respecto al plano vertical (V) mencionado, preferiblemente los tubos terciarios mencionados son tubos de condensación de una única fila,
- 40
  - un colector de conexión inferior (22) acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios (92), acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios (95) y acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios (93).
- 45
  - al menos un primer colector de evacuación (41) para evacuar gases no condensables, donde dicho primer colector de evacuación (41) está acoplado con extremos de tubo superiores de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios (93),  
y donde dicho colector de conexión inferior (22) comprende
  - un medio de drenaje (62) configurado para drenar condensado de los tubos secundarios del primer equipo (92) y el segundo equipo de tubos secundarios (95) y para drenar condensado de tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios (93).

2. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con la invención 1 comprendiendo

5 • un segundo equipo de tubos terciarios (96), donde los tubos terciarios del segundo equipo (96) están colocados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_2$  mencionado con respecto al plano vertical (V) mencionado de manera que se forme el ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de tubos terciarios (93) mencionado y el segundo equipo de tubos terciarios mencionado (96), y donde dicho colector de conexión inferior (22) está acoplado con extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios de dicho segundo equipo de tubos terciarios (96), preferiblemente los tubos terciarios del segundo equipo (96) mencionados son tubos de condensación de una única fila, y

10 • un segundo colector de evacuación (42) para evacuar gases no condensables, donde dicho segundo colector de evacuación (42) está acoplado con extremos de tubo superiores de los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios (96), y donde los medios de drenaje mencionados (62) están además configurados para drenar condensado de los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios (96).

15 3. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde colector de suministro de vapor (21) mencionado comprende un deflector (25) separando la parte de suministro de vapor (65) de la parte de drenaje de condensado (61).

4. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde dicho colector de suministro de vapor (21) comprende un compartimento separado formando el colector de conexión inferior mencionado (22).

20 5. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con la reivindicación 4 donde se obtiene dicho compartimento separado soldando una o más placas metálicas dentro del colector de suministro de vapor mencionado (21).

6. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde dicho colector de conexión inferior (22) comprende un compartimento inferior formando el medio de drenaje mencionado (62).

25 7. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 donde dicho colector de conexión inferior (22) comprende una primera parte de conexión (22a) y una segunda parte de conexión (22b), y donde dicha primera parte de conexión (22a) está conectando extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios (92) con extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios del primer equipo de tubos terciarios (93), y donde dicha segunda parte de conexión (22b) está conectando extremos de tubo inferiores de los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios (95) con extremos de tubo inferiores de los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios (96).

30 8. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con la reivindicación 7 donde dicha primera parte de conexión (22a) y dicha segunda parte de conexión (22b) comprenden respectivamente un primer (62a) y un segundo (62b) colector de drenaje de condensado y donde dicho primer (62a) y segundo (62b) colector de drenaje de condensado están formando dichos medios de drenaje (62) del colector de conexión inferior (22).

35 9. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas donde los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios están agrupados en uno o más haces de tubos primarios, donde los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios están agrupados en uno u otros más haces de tubos primarios, donde los tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios están agrupados en uno o más haces de tubos secundarios, donde los tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios están agrupados en uno u otros más haces de tubos secundarios y donde los tubos terciarios del primer equipo de tubos terciarios están agrupados en uno o más haces de tubos terciarios y/o donde los tubos terciarios del segundo equipo de tubos terciarios están agrupados en uno u otros más haces de tubos terciarios.

40 10. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas donde dicha parte de drenaje de condensado (61) comprende una primera salida de condensado para acoplarse a un depósito colector de condensado, y donde dicho medio de drenaje (62) comprende una segunda salida de condensado para acoplarse al depósito colector de condensado.

45 11. Un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas donde los tubos primarios del primer equipo (91) y del segundo equipo (94) de tubos primarios y los tubos secundarios del primer equipo (92) y del segundo equipo (95) de tubos secundarios tienen una longitud tubular en un rango entre 4 metros y 7 metros.

12. Un intercambiador de calor en forma de W (2) para condensar vapor de escape de una turbina comprendiendo

• un primer intercambiador de calor en forma de V (1a) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas,

- 5
- un segundo intercambiador de calor en forma de V (1b) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas colocado adyacentemente a dicho primer intercambiador de calor en forma de V (1a) y donde el colector de suministro de vapor del primer intercambiador de calor en forma de V está posicionado en paralelo con el colector de suministro de vapor del segundo intercambiador de calor en forma de V.

**13.** Un intercambiador de calor en forma de W (2) de acuerdo con la reivindicación 12 donde el segundo colector de conexión superior del primer intercambiador de calor en forma de V (1a) y el primer colector de conexión superior del segundo intercambiador de calor en forma de V (1b) están formando un colector de conexión superior único y común (33) para el primer (1a) y el segundo (1b) intercambiador de calor en forma de V.

10 **14.** Un aerocondensador (10) comprendiendo

- un intercambiador de calor en forma de W (2) de acuerdo con la reivindicación 12 o reivindicación 13,
- una estructura de soporte (80) configurada para elevar el intercambiador de calor en forma de W (2) con respecto a una planta inferior (85),
- un ventilador (71) configurado para suministrar aire de refrigeración al intercambiador de calor en forma de W (2).

15 **15.** Un aerocondensador (10) comprendiendo

- un intercambiador de calor en forma de V (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11;
- un depósito colector de condensado acoplado con la parte de drenaje de condensado mencionada (61) del colector de suministro de vapor (21) y acoplado con el medio de drenaje mencionado (62) del colector de conexión inferior (22).

20

**16.** Un método para condensar vapor de escape de una turbina utilizando un aerocondensador, el método comprendiendo pasos de

- 25
- proporcionar un primer equipo de tubos primarios (91), donde los tubos primarios del primer equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_1$  con respecto a un plano vertical (V), y donde  $15^\circ < \delta_1 < 80^\circ$ , preferiblemente  $20^\circ < \delta_1 < 40^\circ$ ,
- 30
- proporcionar un segundo equipo de tubos primarios (94), donde los tubos primarios del segundo equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con un ángulo  $\delta_2$  con respecto al plano vertical (V) mencionado, y donde  $15^\circ < \delta_2 < 80^\circ$ , preferiblemente  $20^\circ < \delta_2 < 40^\circ$ , y donde se forma un ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de tubos primarios (91) mencionado y el segundo equipo de tubos primarios (94) mencionado,
- 35
- proporcionar un primer equipo de tubos secundarios (92), donde los tubos secundarios del primer equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con el ángulo mencionado  $\delta_1$  con respecto al plano vertical (V) mencionado,
  - proporcionar un segundo equipo de tubos secundarios (95), donde los tubos secundarios del segundo equipo son tubos de condensación de una única fila colocados en paralelo e inclinados con el ángulo  $\delta_2$  mencionado con respecto al plano vertical (V) mencionado de manera que se forme el ángulo de apertura  $\delta = \delta_1 + \delta_2$  entre el primer equipo de tubos secundarios (92) mencionado y el segundo equipo de tubos secundarios (95) mencionado,
- 40
- proporcionar al menos un primer equipo de tubos terciarios (93), donde los tubos terciarios del primer equipo están colocados en paralelo e inclinados con dicho ángulo  $\delta_1$  con respecto al plano vertical (V) mencionado, preferiblemente los tubos terciarios mencionados son tubos de condensación de una única fila.
  - suministrar el vapor de escape a los extremos inferiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios (91) mencionado y el segundo equipo (94) de tubos primarios mencionado.
- 45
- almacenar en los extremos superiores de los tubos primarios del primer equipo de tubos primarios un primer vapor restante que no se ha condensado en el primer equipo de tubos primarios y suministrar dicho primer vapor restante a los extremos superiores de dichos tubos secundarios del primer equipo de tubos secundarios (92) mencionado.

## ES 2 812 153 T3

- almacenar en extremos superiores de los tubos primarios del segundo equipo de tubos primarios (94) un segundo vapor restante que no se ha condensado en el segundo equipo de tubos primarios y suministrar dicho segundo vapor restante a extremos superiores de tubos secundarios del segundo equipo de tubos secundarios (95) mencionado.
- 5
- almacenar en extremos inferiores de los tubos secundarios del primer y segundo equipo de tubos secundarios otro vapor restante que no se ha condensado en los tubos secundarios del primer y segundo equipo de tubos secundarios y suministrar dicho otro vapor restante a extremos inferiores de dichos tubos terciarios de dicho al menos primer equipo de tubos terciarios (93),
- 10
- evacuar gases no condensables a extremos superiores de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios (93),
  - almacenar condensado de los tubos primarios del primer y segundo equipo de tubos primarios, de los tubos secundarios del primer y segundo equipo de tubos secundarios y de los tubos terciarios del al menos primer equipo de tubos terciarios y drenar el condensado almacenado hacia un depósito colector de condensado.
- 15

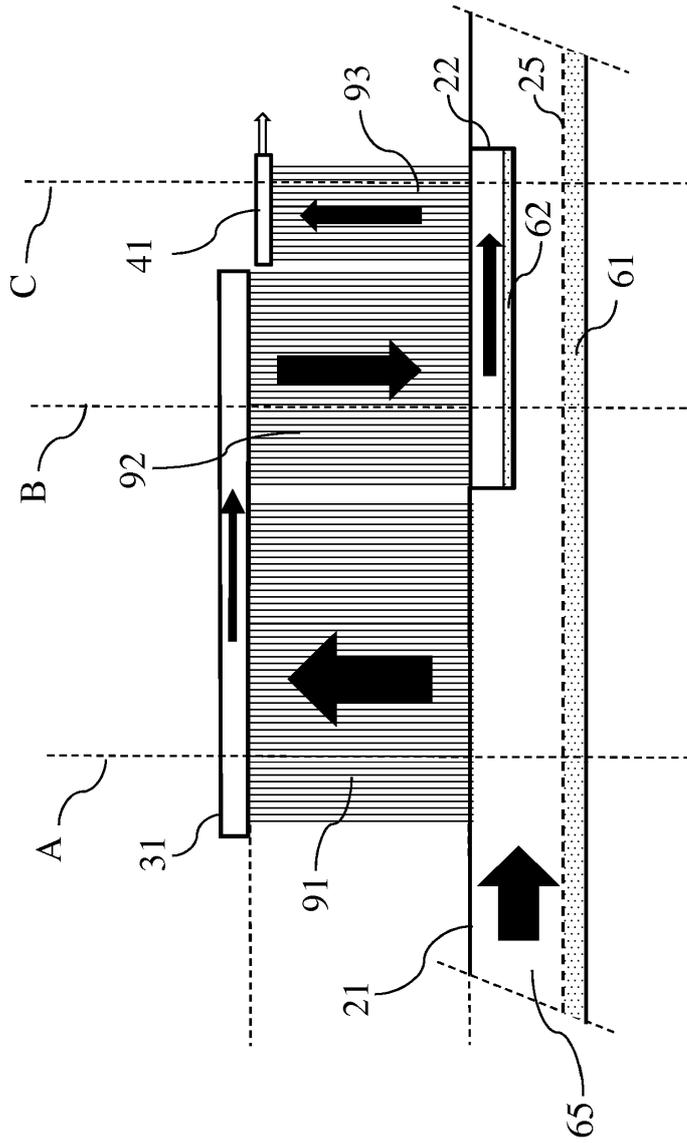


Fig. 1

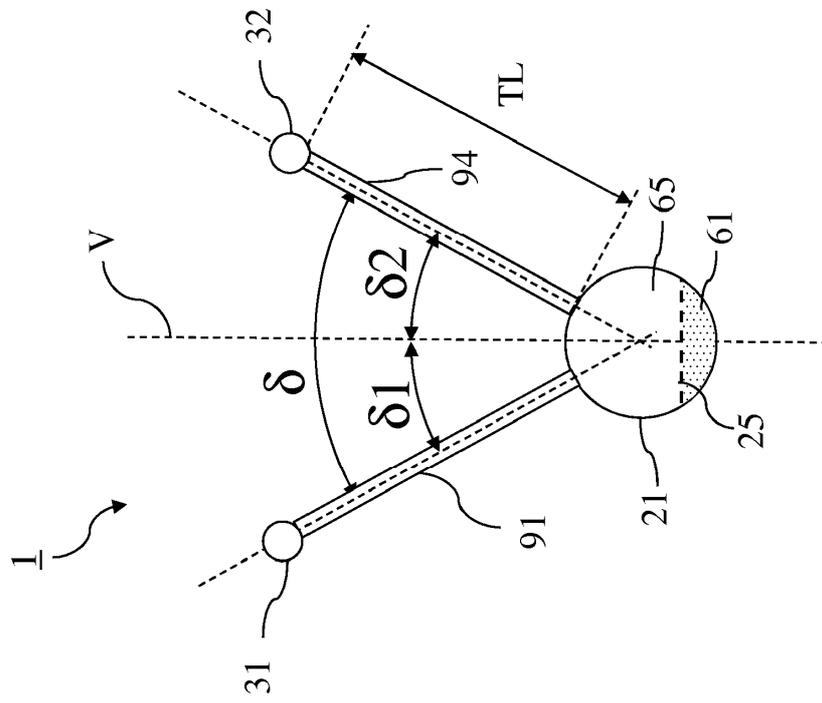


Fig. 2

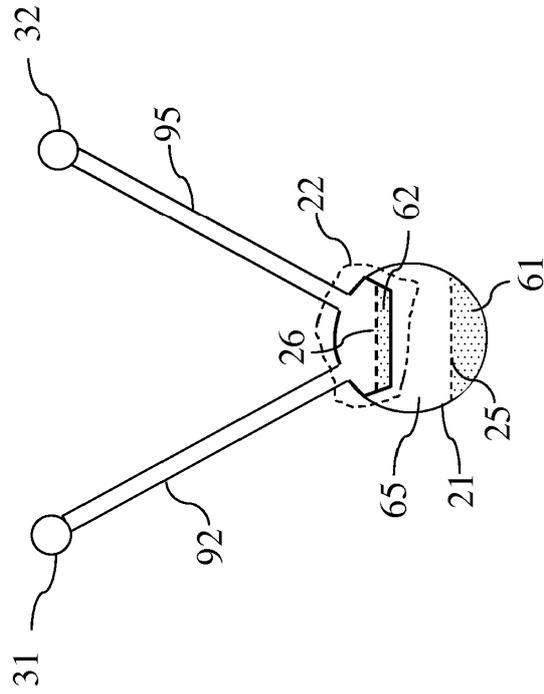


Fig. 3

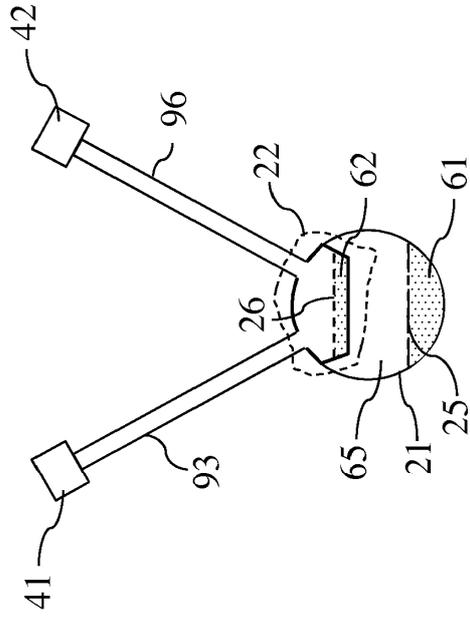


Fig. 4

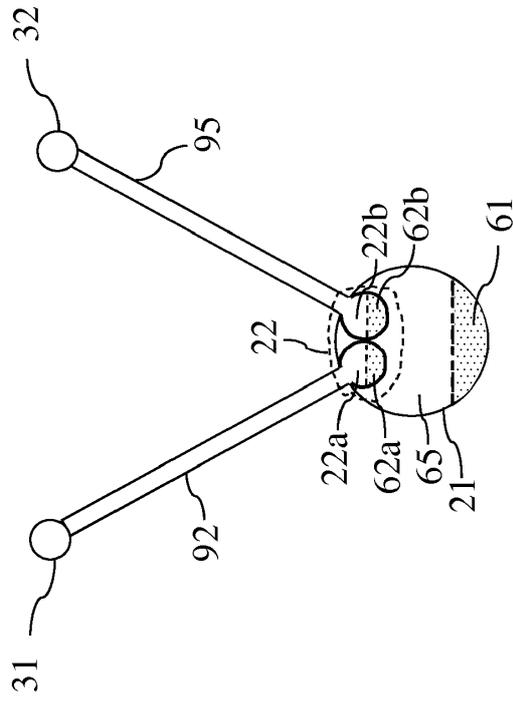


Fig. 5

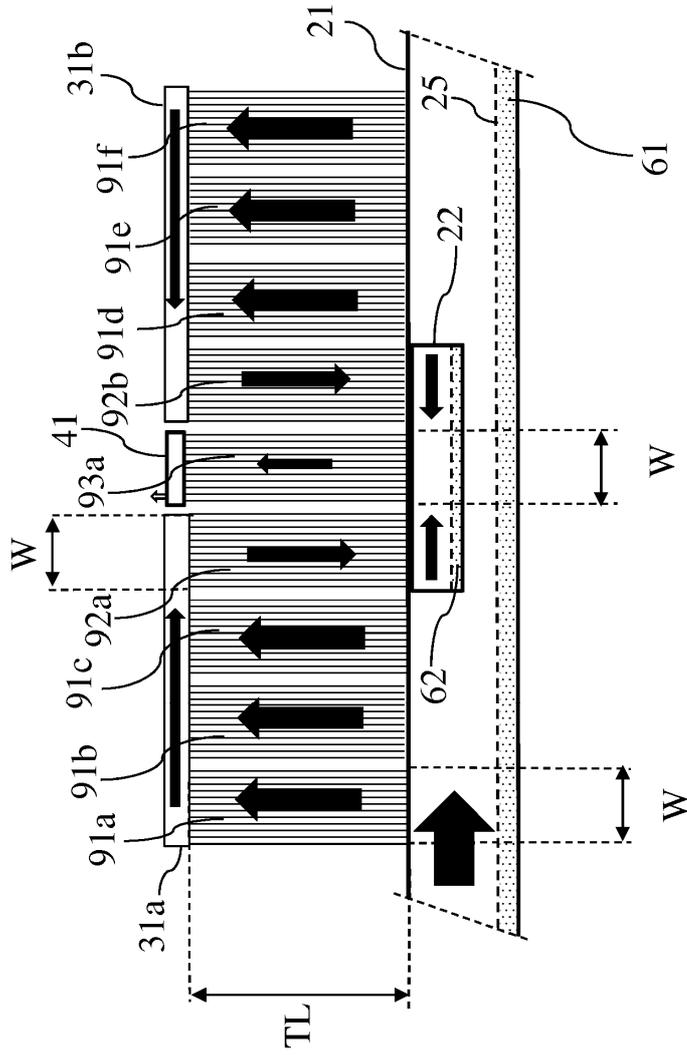


Fig. 6a

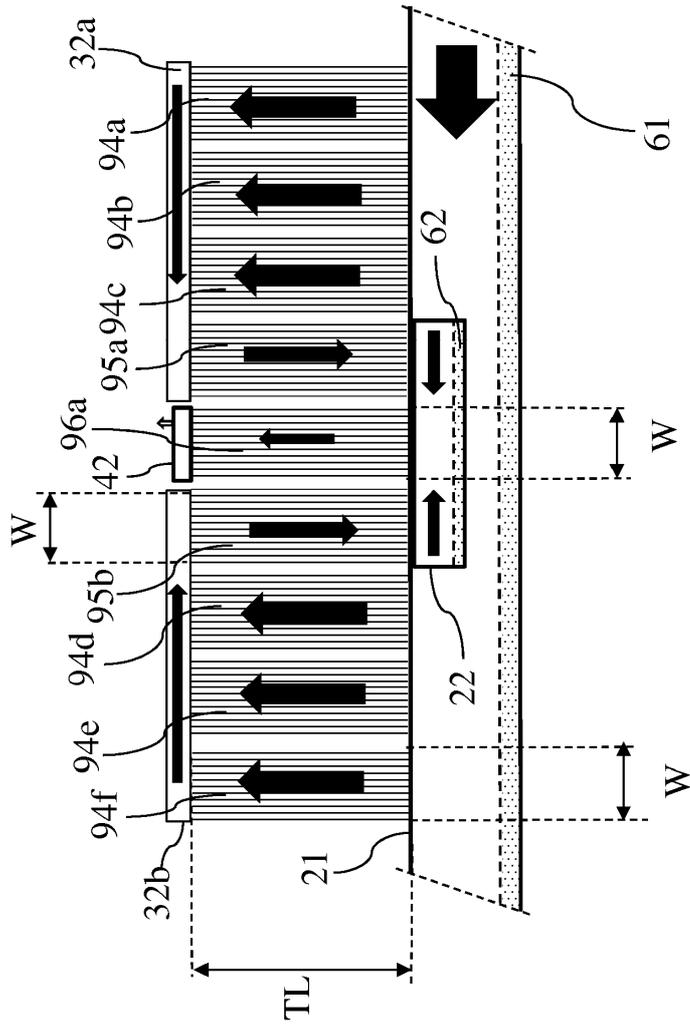


Fig. 6b

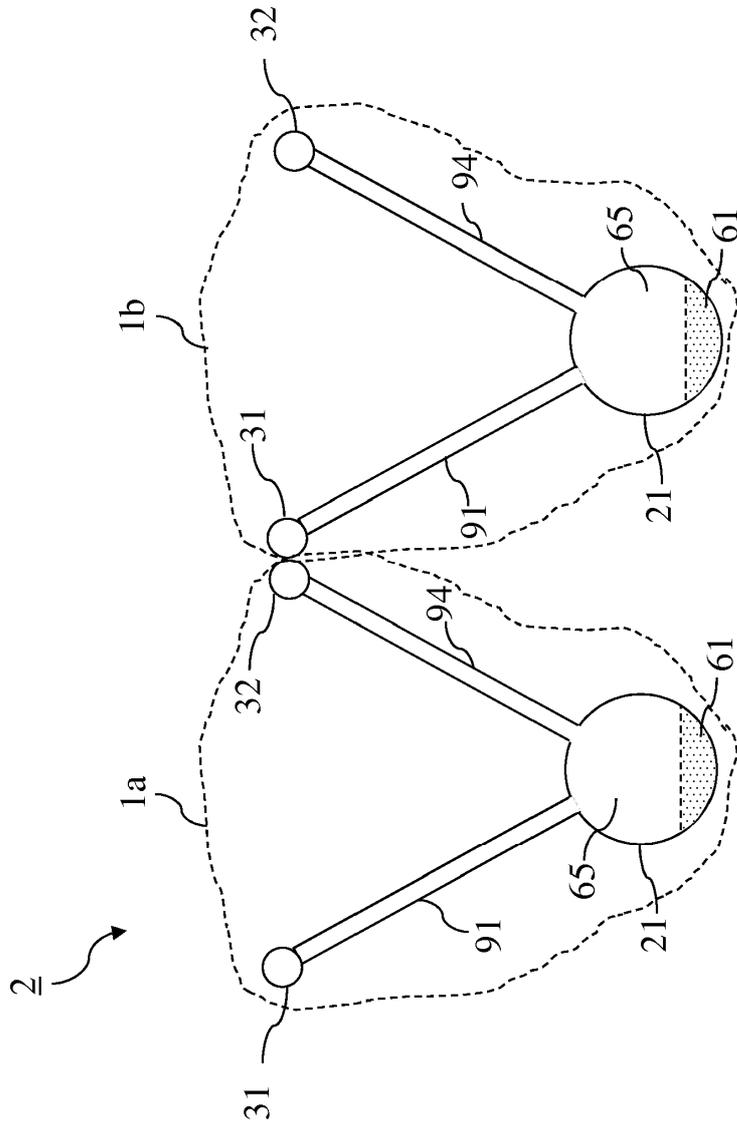


Fig. 7

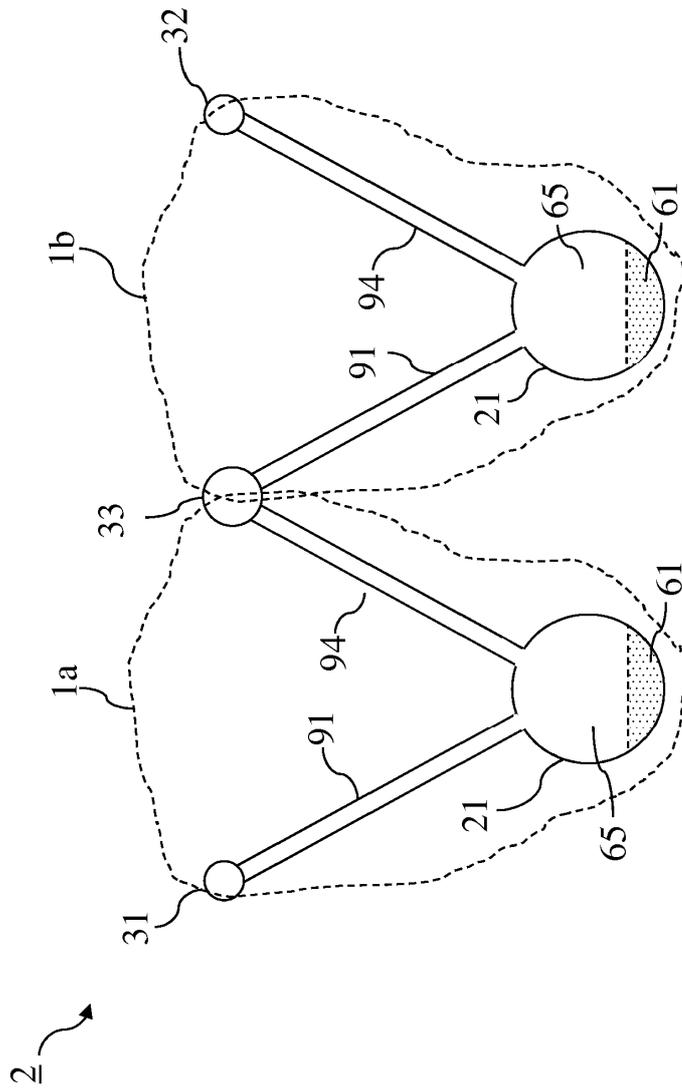


Fig. 8

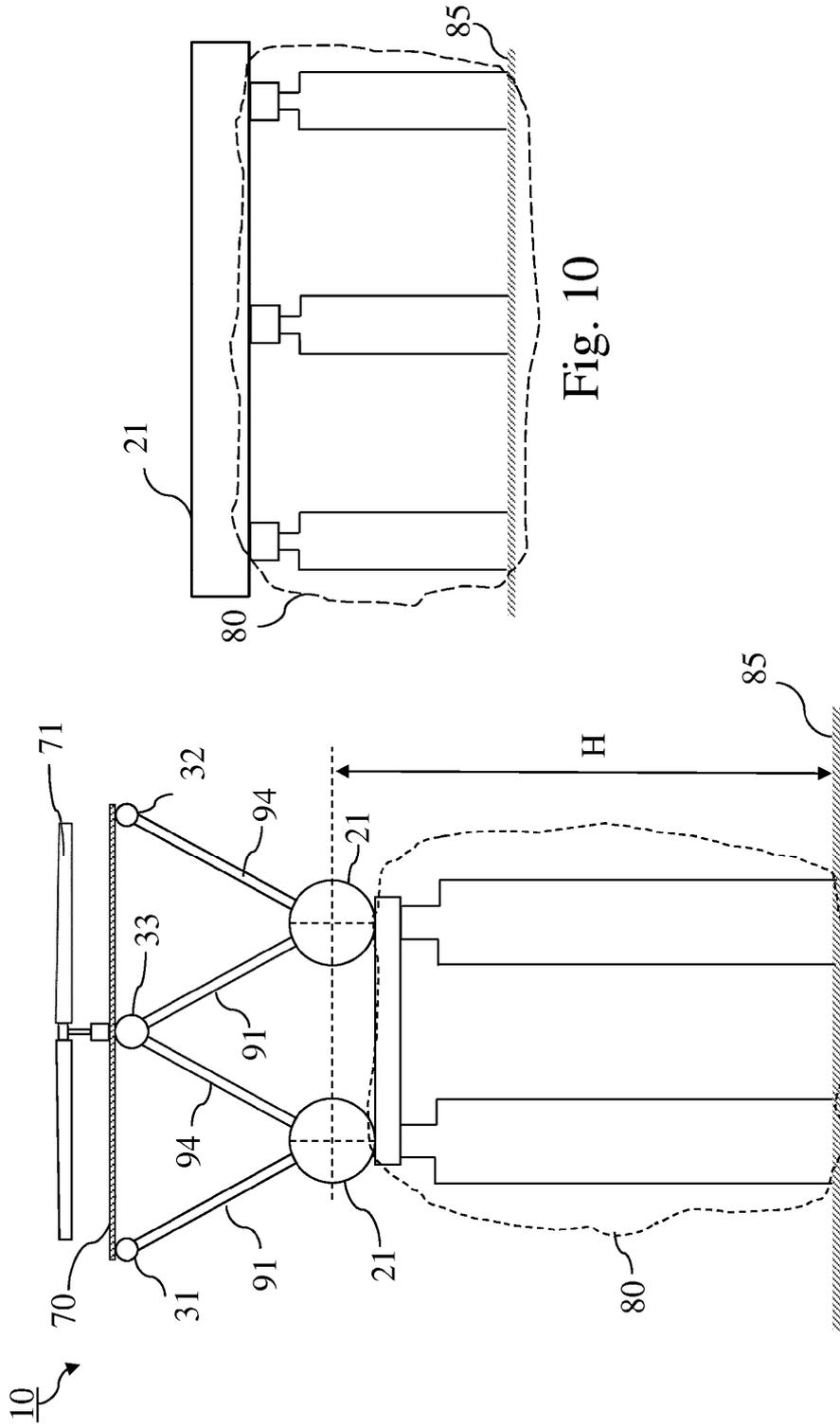


Fig. 10

Fig. 9

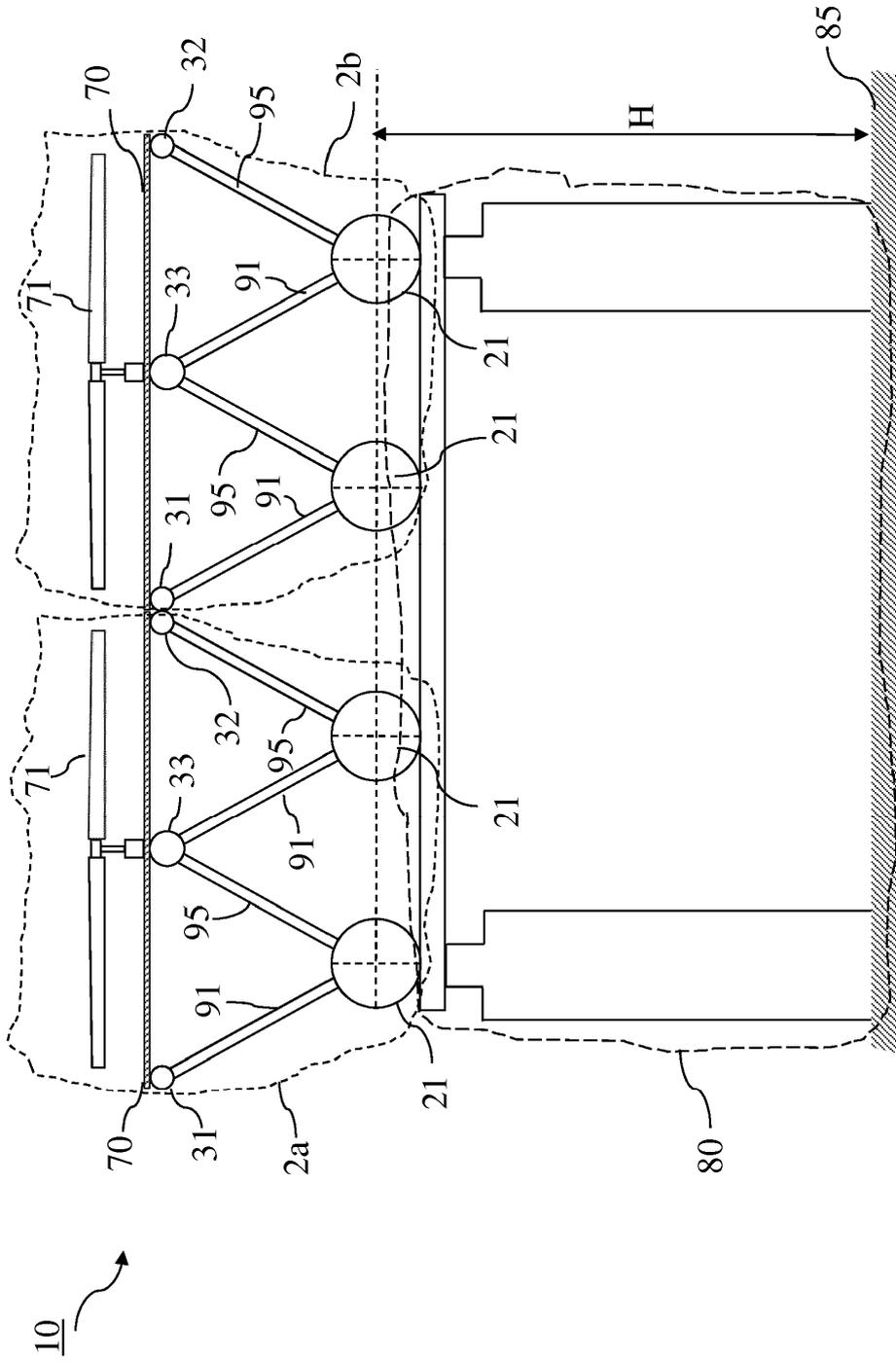


Fig. 11