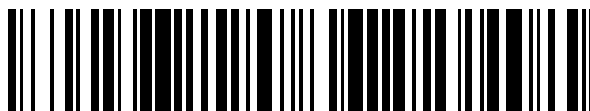


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 665**

51 Int. Cl.:

F28F 27/02 (2006.01)

F28D 20/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2017 E 17194890 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2020 EP 3327399**

54 Título: **Método para hacer funcionar un sistema de intercambio de calor con un conducto de derivación y sistema de intercambio de calor con un conducto de derivación**

30 Prioridad:

23.11.2016 DE 102016223217

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

22.10.2020

73 Titular/es:

**SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)
Borupvej 16
7330 Brande, DK**

72 Inventor/es:

**SEIDEL, VOLKER;
BARMEIER, TILL ANDREAS y
WAGNER, JENNIFER VERENA**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 788 665 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

Método para hacer funcionar un sistema de intercambio de calor con un conducto de derivación y sistema de intercambio de calor con un conducto de derivación

5

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método para hacer funcionar un sistema de intercambio de calor con un conducto de derivación según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un sistema de intercambio de calor con un conducto de derivación según la reivindicación 6. El documento WO 2016/050365 da a conocer un método de este tipo.

2. Descripción de la técnica relacionada

Una solución del estado de la técnica es almacenar energía eléctrica que fluctúa a partir de energías renovables como calor en el interior de almacenamientos de calor con el fin de reconvertirla de nuevo en energía eléctrica en momentos en los que la demanda es mayor que la producción. Estos almacenamientos de calor forman habitualmente parte de plantas de almacenamiento de energía térmica que pueden comprender adicionalmente un dispositivo calentador, un generador de vapor, una turbina de vapor, un fluido de transporte de calor, un material de almacenamiento y un sistema de tuberías, véase la figura 1. Con el fin de conseguir una alta eficiencia del ciclo de calor a potencia, el generador de vapor debe hacerse funcionar con temperaturas de al menos 600°C. Como resultado, el almacenamiento de calor tiene que cargarse con temperaturas mayores de 600°C debido a pérdidas de calor durante el funcionamiento y, en caso de un almacenamiento de calor horizontal, el mezclado del perfil de temperatura en el interior del almacenamiento de calor debido a convección natural.

Debido a pérdidas térmicas y a la influencia de la convección natural, la temperatura del fluido de transporte de calor es menor durante la descarga que durante el procedimiento de carga. Este efecto es especialmente relevante para tiempos de inactividad largos del sistema. Para compensar por esta pérdida de temperatura, la temperatura de carga es elevada. El conducto entre el almacenamiento térmico y el generador de vapor se acentúa por la alta temperatura del fluido caliente. Si tiene que diseñarse para temperaturas mayores de 600°C, los costes aumentan en gran medida, porque tiene que usarse material de alta resistencia térmica. Por tanto, el aumento de temperatura posible tiene que ser tan bajo como sea posible para limitar el consumo adicional.

Debido a que el coste de instalación para plantas de almacenamiento de energía térmica tiene que ser tan bajo como sea posible con el fin de poder obtener beneficios, el uso de productos personalizados debe mantenerse a un nivel mínimo.

Un segundo efecto es la disminución de la temperatura de descarga durante el ciclo de descarga. La temperatura de descarga disminuye después de aproximadamente el 40% del tiempo de descarga, véase la figura 2. El ciclo de vapor se diseña para una determinada alimentación en temperatura y si esta temperatura se reduce, tiene que controlarse el flujo de gas y agua o bien para mantener un determinado flujo de entalpía o bien para reducir la potencia de descarga. Esto es posible hasta un nivel en el que la calidad de vapor es demasiado baja para el ciclo de vapor diseñado. Por tanto, se necesita detener el ciclo de descarga.

Sumario de la invención

Un objetivo de la invención es proporcionar un sistema de intercambio de calor de alta temperatura que evite las desventajas descritas anteriormente.

Este objetivo se consigue mediante la invención especificada en las reivindicaciones.

Para solucionar el problema, se proporciona un método para hacer funcionar un sistema de intercambio de calor. El sistema de intercambio de calor comprende al menos una cámara de intercambio de calor con límites de cámara de intercambio de calor que rodean al menos un interior de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor, en el que los límites de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura para guiar hacia dentro un flujo de entrada de al menos un fluido de transferencia de calor al interior de cámara de intercambio de calor y al menos una segunda abertura para guiar hacia fuera un flujo de salida del fluido de transferencia de calor fuera del interior de cámara de intercambio de calor, al menos un material de almacenamiento de calor está dispuesto en el interior de cámara de intercambio de calor de modo que un flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor provoca un intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor y el fluido de transferencia de calor. Durante un procedimiento de carga con una transferencia de calor desde el fluido de transferencia de calor hasta el material de almacenamiento de calor, se usa un fluido de transferencia de calor de más de 700°C. Preferiblemente, se usa un fluido (13) de transferencia de calor de más de 750°C.

La novedad de esta invención es la temperatura de carga aumentada para compensar la disminución de temperatura durante la descarga y el control de la temperatura de descarga derivándose fluido del extremo frío para evitar la cámara de intercambio de calor térmica. Mediante esta medida la temperatura de descarga se mantiene constante hasta que disminuye por debajo de la temperatura de diseño del generador de vapor. En este caso, el generador de vapor puede diseñarse apropiadamente con respecto a las propiedades de descarga constantes del fluido de transferencia de calor. Por tanto, se requiere menos acción de control del generador de vapor y el diseño para un determinado punto de funcionamiento conduce a una eficiencia aumentada, puesto que el sistema no necesita cubrir un intervalo de funcionamiento amplio. Entonces pueden ajustarse y diseñarse los componentes a este punto de funcionamiento para funcionar en este punto de diseño con alta eficiencia.

Además, se aumenta la densidad de energía del sistema de intercambio térmico y la cámara de intercambio de calor puede diseñarse más pequeña.

Se necesita aumentar el aislamiento térmico para reducir las pérdidas térmicas adicionales que surgen de la mayor diferencia de temperatura entre el material de almacenamiento y el entorno.

Este mayor esfuerzo se sobrecompensa mediante las ventajas del tiempo de descarga más largo y el aumento de eficiencia del generador de vapor que puede diseñarse para un determinado punto de diseño.

El esfuerzo de coste e instalación adicional para la derivación y el regulador o válvula adicional es relativamente bajo puesto que el fluido guiado a través de la derivación está relativamente frío. Se necesita diseñar el trayecto de gas para un máximo del 25% del flujo de masa principal del sistema. Esta parte del sistema de tuberías puede realizarse con tuberías aisladas externamente que resisten por ejemplo 250°C.

Con este sistema, la producción de potencia se mantiene constante durante el ciclo de descarga y esto aumenta las posibilidades de funcionamiento de un almacenamiento térmico de este tipo en diferentes mercados de energía tales como mercado al contado o servicios auxiliares tales como potencia de reserva.

Según la invención, durante un modo de descarga con una transferencia de calor desde el material de almacenamiento de calor hasta el fluido de transferencia de calor se lleva a cabo un mezclado del fluido de transferencia de calor que viene del interior de cámara de intercambio de calor con fluido de transferencia de calor que viene desde un sistema de tuberías de derivación de la cámara de intercambio de calor. El mezclado da como resultado una temperatura del fluido de transferencia de calor resultante menor de 700°C y preferiblemente menor de 650°C.

Preferiblemente, para el mezclado, se usa un fluido de transferencia de calor que viene del conducto de derivación que tiene una temperatura menor de 300°C y preferiblemente menor de 250°C. Por ejemplo, este fluido de transferencia de calor tiene una temperatura de aproximadamente 200°C.

Además del método, un sistema de intercambio de calor respectivo está dotado de al menos una cámara de intercambio de calor con límites de cámara de intercambio de calor que rodean al menos un interior de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor, en el que los límites de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura para guiar hacia dentro un flujo de entrada de al menos un fluido de transferencia de calor al interior de cámara de intercambio de calor y al menos una segunda abertura para guiar hacia fuera un flujo de salida del fluido de transferencia de calor fuera del interior de cámara de intercambio de calor, al menos un material de almacenamiento de calor está dispuesto en el interior de cámara de intercambio de calor de modo que un flujo de intercambio de calor del fluido de transferencia de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor provoca un intercambio de calor entre el material de almacenamiento de calor y el fluido de transferencia de calor, al menos un conducto de derivación para conducir el fluido de transferencia de calor sin guiarse a través del interior de cámara de intercambio, y al menos una estación de mezclado de fluido para mezclar el fluido de transferencia de calor que viene del interior de cámara de intercambio de calor y el fluido de transferencia de calor que se conduce a través del conducto de derivación.

En una realización preferida, la estación de mezclado de fluido comprende al menos una válvula.

La cámara de intercambio de calor es un espacio, cavidad o un alojamiento en el que está ubicado el material de almacenamiento de calor. Dentro de la cámara de intercambio de calor tiene lugar el intercambio de calor. El material de almacenamiento de calor comprende preferiblemente arena y/o piedras. Además, el fluido de transferencia de calor comprende preferiblemente un gas a presión de gas ambiental. El gas a presiones de gas ambiental es preferiblemente aire.

El fluido de transferencia de calor se guía (conduce) al interior de cámara de intercambio de calor a través de la primera abertura y se guía fuera del interior de cámara de intercambio de calor a través de la segunda abertura. La primera abertura de los límites de cámara de intercambio de calor es una abertura de entrada. La segunda abertura de los límites de cámara de intercambio de calor es una abertura de salida. Por tanto, existen diferentes zonas de los límites de cámara de intercambio de calor, concretamente una zona de entrada de los límites de cámara de

intercambio de calor con la primera abertura y una zona de salida de los límites de cámara de intercambio de calor con la segunda abertura.

5 Dependiendo del modo de funcionamiento, una abertura específica puede tener la función de una abertura de entrada o la función de una abertura de salida. El sentido de flujo del flujo de intercambio de calor depende del modo de funcionamiento. Preferiblemente, durante el modo de carga, el flujo de intercambio de calor se dirige en un sentido de modo de carga, durante el modo de descarga, el flujo de intercambio de calor se dirige en un sentido de modo de descarga y el sentido de modo de carga y el sentido de modo de descarga son opuestos entre sí (funcionamiento a contracorriente). Sin embargo, no es necesario un cambio de los sentidos del flujo de intercambio de calor. El sentido de modo de carga y el sentido de modo de descarga comprenden el mismo sentido (funcionamiento en corriente paralela).

15 En el funcionamiento a contracorriente, cambiando del modo de carga al modo de descarga se invierte el sentido del flujo de intercambio de calor a través del interior de cámara de intercambio de calor y, por consiguiente, también se invierte la función de las aberturas (abertura de entrada, abertura de salida). Con una solución de este tipo es especialmente ventajoso usar el mismo fluido de transferencia de calor para el modo de carga y para el modo de descarga. Pero naturalmente, también pueden usarse fluidos de transferencia de calor diferentes para el modo de carga y el modo de descarga.

20 Para el modo de carga, el sistema de intercambio de calor está dotado de al menos una unidad de carga para calentar el fluido de transferencia de calor. En el modo de carga con una unidad de carga activada, la unidad de carga puede estar ubicada aguas arriba de la cámara de intercambio de calor. En contraposición a esto, en el modo de descarga con una unidad de carga desactivada, la unidad de carga puede estar ubicada aguas abajo de la cámara de intercambio de calor.

25 Preferiblemente, la unidad de carga comprende al menos un dispositivo de calentamiento eléctrico que se selecciona del grupo que consiste en un calentador de resistencia, un calentador por inducción, un emisor de radiación electromagnética y una bomba de calor. La radiación electromagnética es preferiblemente radiación infrarroja. Es posible una combinación de diferentes dispositivos eléctricos de calentamiento. Con la ayuda de los dispositivos de calentamiento eléctricos, se transforma electricidad en calor. Este calor lo absorbe el fluido de transferencia de calor y se transporta al material de almacenamiento de calor en el interior de cámara de intercambio de calor.

35 Preferiblemente, el sistema de intercambio de calor está dotado de al menos una unidad de descarga para descargar calor del fluido de transferencia de calor del flujo de salida para la producción de electricidad. La unidad de descarga comprende al menos un ciclo de vapor.

40 El sistema de intercambio de calor es preferiblemente un sistema de intercambio de calor de alta temperatura. De este modo, puede almacenarse energía térmica a altas temperaturas. De este modo, una temperatura de funcionamiento del modo de funcionamiento se selecciona preferiblemente del intervalo de entre 300°C y 1000°C, más preferiblemente se selecciona del intervalo de entre 500°C y 1000°C, más preferiblemente se selecciona del intervalo de entre 600°C y 1000°C y de 650°C a 1000°C y lo más preferiblemente se selecciona del intervalo de entre 700°C y 1000°C.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Se producen características y ventajas adicionales de la invención a partir de la descripción de realizaciones a modo de ejemplo con referencia a los dibujos. Los dibujos son esquemáticos.

50 La figura 1 muestra una cámara de intercambio de calor del sistema de intercambio de calor.

La figura 2 muestra el estado de la técnica.

55 La figura 3 muestra la invención.

La figura 4 muestra el perfil de temperatura de un extremo caliente de la cámara de intercambio de calor durante diferentes modos de funcionamiento con respecto al estado de la técnica.

60 La figura 5 muestra el perfil de temperatura respectivo con respecto a la invención.

Descripción de realizaciones preferidas

Esta invención se refiere a un sistema 1 de intercambio de calor con una cámara 11 de intercambio de calor a un nivel de alta temperatura.

65 Con la ayuda del sistema 1 de intercambio de calor propuesto, puede almacenarse energía térmica a un nivel de alta

temperatura durante el modo de carga. Esta energía térmica almacenada puede usarse durante el modo de descarga para la producción de vapor en un ciclo de vapor de agua para la reconversión en energía eléctrica.

5 El sistema 1 de intercambio de calor comprende al menos una cámara 11 de intercambio de calor con límites 111 de cámara de intercambio de calor que rodean al menos un interior 112 de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor.

10 Los límites 111 de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura 1111 para guiar hacia dentro un flujo 132 de entrada de al menos un fluido 131 de transferencia de calor al interior 112 de cámara de intercambio de calor y al menos una segunda abertura 1112 para guiar un flujo 133 de salida del fluido 131 de transferencia de calor fuera del interior 112 de cámara de intercambio de calor. Al menos un material 121 de almacenamiento de calor (arena o piedras) está dispuesto en el interior 112 de cámara de intercambio de calor de modo que un flujo 13 de intercambio de calor del fluido 131 de transferencia de calor a través del interior 112 de cámara de intercambio de calor provoca un intercambio de calor entre el material 121 de almacenamiento de calor y el fluido 131 de transferencia de calor.

15 A modo de ejemplo, la longitud de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor horizontal es de aproximadamente 200 m, la altura de cámara de intercambio de calor de la cámara 11 de intercambio de calor es de aproximadamente 10 m y la anchura de cámara de intercambio de calor de la cámara de intercambio de calor es de aproximadamente 50 m.

20 Observando la figura 2 se describe el estado de la técnica. Sin la derivación para evitar la cámara de intercambio de calor se produce una disminución de la temperatura del fluido de transferencia de calor durante el ciclo de descarga (modo de descarga) (véase la figura 4). La cámara de intercambio de calor se carga con fluido de transferencia de calor de aproximadamente 600°C dando como resultado una temperatura de la cámara de intercambio de calor de aproximadamente 600°C (referencia 41). Durante un periodo de inactividad (referencia 41) la temperatura de la cámara de intercambio de calor es estable. Durante el ciclo de descarga la temperatura del cambio de intercambio de calor disminuye (referencia 42). Después del ciclo de descarga, sigue un periodo de inactividad adicional con una temperatura estable de la cámara de intercambio de calor (referencia 43).

25 Con la invención, la cámara de intercambio de calor se calienta hasta aproximadamente 750°C durante el modo de carga (figura 5, referencia 50). De nuevo, después del ciclo de carga, sigue un periodo de inactividad de temperatura estable (referencia 51). Durante el periodo 52 de descarga, la temperatura de la cámara de intercambio de calor permanece constante (referencia 52) así como durante un periodo de inactividad posterior (referencia 53).

30 A esa alta temperatura, el fluido de transferencia de calor abandona la cámara de intercambio de calor durante el modo de descarga. Este fluido 134 de transferencia de calor caliente que viene del interior 112 de cámara de intercambio de calor se mezcla con el fluido 135 de transferencia de calor relativamente frío de aproximadamente 200°C que se deriva para evitar la cámara 111 de intercambio de calor y el interior 111 de cámara de intercambio de calor. Esto da como resultado un fluido de transferencia de calor mezclado con una temperatura de aproximadamente 600°. Con esta temperatura, puede usarse el fluido 136 de transferencia de calor del ciclo 201 de vapor de la unidad 200 de descarga (ciclo de descarga).

REIVINDICACIONES

1. Método para hacer funcionar un sistema (1) de intercambio de calor con
- 5 - al menos una cámara (11) de intercambio de calor con límites (111) de cámara de intercambio de calor que rodean al menos un interior (112) de cámara de intercambio de calor de la cámara (11) de intercambio de calor, en el que
- 10 - los límites (111) de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura (1111) para guiar hacia dentro un flujo (132) de entrada de al menos un fluido (131) de transferencia de calor al interior (112) de cámara de intercambio de calor y al menos una segunda abertura (1112) para guiar hacia fuera un flujo (133) de salida del fluido (131) de transferencia de calor fuera del interior (112) de cámara de intercambio de calor;
- 15 - al menos un material (121) de almacenamiento de calor está dispuesto en el interior (112) de cámara de intercambio de calor de modo que un flujo (13) de intercambio de calor del fluido (131) de transferencia de calor a través del interior (112) de cámara de intercambio de calor provoca un intercambio (123) de calor entre el material (121) de almacenamiento de calor y el fluido (13) de transferencia de calor;
- 20 caracterizado porque
- durante un procedimiento de carga con una transferencia de calor desde el fluido (13) de transferencia de calor hasta el material (121) de almacenamiento de calor, se usa un fluido de transferencia de calor que tiene una temperatura mayor de 700°C,
- 25 - durante un procedimiento de descarga con una transferencia de calor desde el material (121) de almacenamiento de calor hasta el fluido (13) de transferencia de calor, la temperatura de descarga del fluido (13) de transferencia de calor descargado se controla para mantenerse constante hasta que la temperatura de descarga disminuye por debajo de una temperatura de diseño de un generador de vapor al que puede suministrarse el fluido (13) de transferencia de calor descargado, en el que la temperatura se mantiene constante mediante el mezclado de un fluido (134) de transferencia de calor que viene del interior (112) de cámara de intercambio de calor con un fluido (135) de transferencia de calor que tiene una temperatura menor de 300°C que viene de un sistema (15) de tuberías de derivación para conducir el fluido (135) de transferencia de calor sin guiarse a través del interior (112) de cámara de intercambio.
- 30
- 35
2. Método según la reivindicación 1, en el que se usa un fluido (13) de transferencia de calor de más de 750°C.
- 40
3. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la temperatura de diseño del generador de vapor debe ser de al menos 600°C.
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el mezclado da como resultado una temperatura del fluido (136) de transferencia de calor resultante de menos de 700°C y preferiblemente de menos de 650°C.
- 45
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se usa un fluido (135) de transferencia de calor que viene del conducto (15) de derivación con una temperatura menor de 250°C para el mezclado.
- 50
6. Sistema (1) de intercambio de calor con
- al menos una cámara (11) de intercambio de calor con límites (111) de cámara de intercambio de calor que rodean al menos un interior (112) de cámara de intercambio de calor de la cámara (11) de intercambio de calor, en el que
- 55 - los límites (111) de cámara de intercambio de calor comprenden al menos una primera abertura (1111) para guiar hacia dentro un flujo (132) de entrada de al menos un fluido (131) de transferencia de calor al interior (112) de cámara de intercambio de calor y al menos una segunda abertura (1112) para guiar hacia fuera un flujo (133) de salida del fluido (131) de transferencia de calor fuera del interior (112) de cámara de intercambio de calor;
- 60 - al menos un material (121) de almacenamiento de calor está dispuesto en el interior (112) de cámara de intercambio de calor de modo que un flujo (13) de intercambio de calor del fluido (131) de transferencia de calor a través del interior (112) de cámara de intercambio de calor provoca un intercambio (123) de calor entre el material (121) de almacenamiento de calor y el fluido (13) de transferencia de calor;
- 65

- al menos un conducto (15) de derivación para conducir el fluido de transferencia de calor sin guiarse a través del interior de cámara de intercambio; y

5 - al menos una estación (14) de mezclado de fluido para mezclar el fluido de transferencia de calor que viene del interior de cámara de intercambio de calor y fluido de transferencia de calor que se conduce a través del conducto (15) de derivación,

en el que el sistema (1) de intercambio de calor se hace funcionar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

10 7. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 6, en el que la estación (14) de mezclado de fluido comprende al menos una válvula (141).

15 8. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 6 ó 7, en el que el sistema (1) de intercambio de calor comprende además al menos una unidad de carga para calentar el fluido de transferencia de calor durante un procedimiento de carga.

20 9. Sistema de intercambio de calor según la reivindicación 8, en el que la unidad de carga comprende al menos un dispositivo de calentamiento eléctrico que se selecciona del grupo que consiste en calentador de resistencia, calentador por inducción, emisor de radiación electromagnética y bomba de calor.

FIG 1

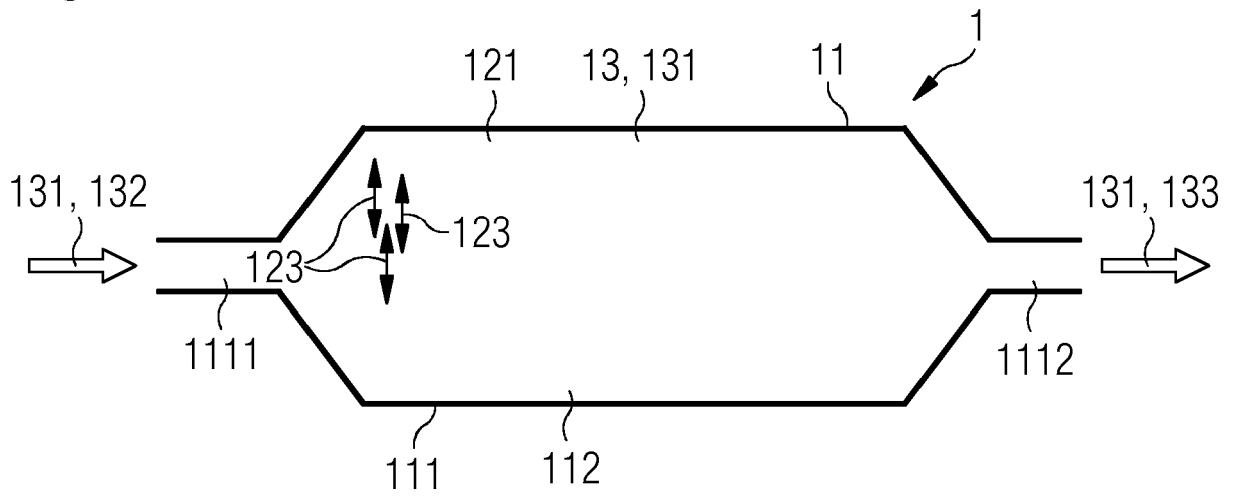


FIG 2

TÉCNICA ANTERIOR

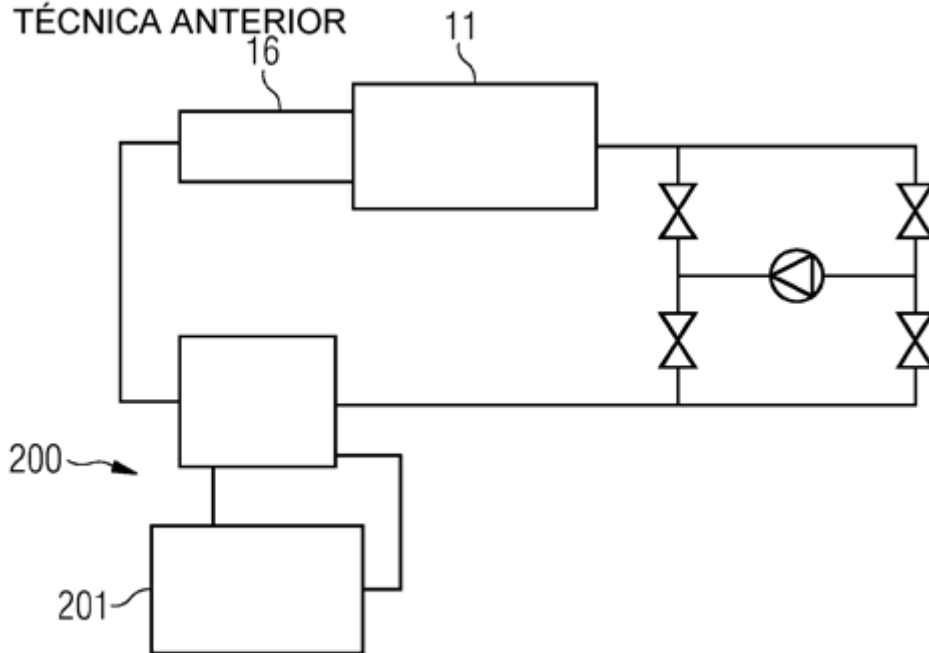


FIG 3

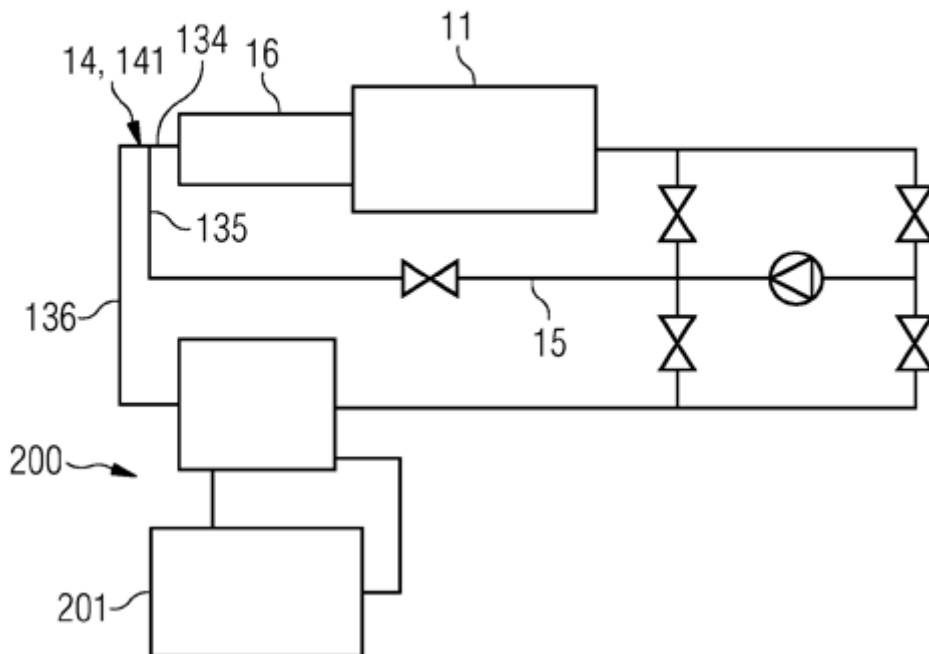


FIG 4

[grados C]

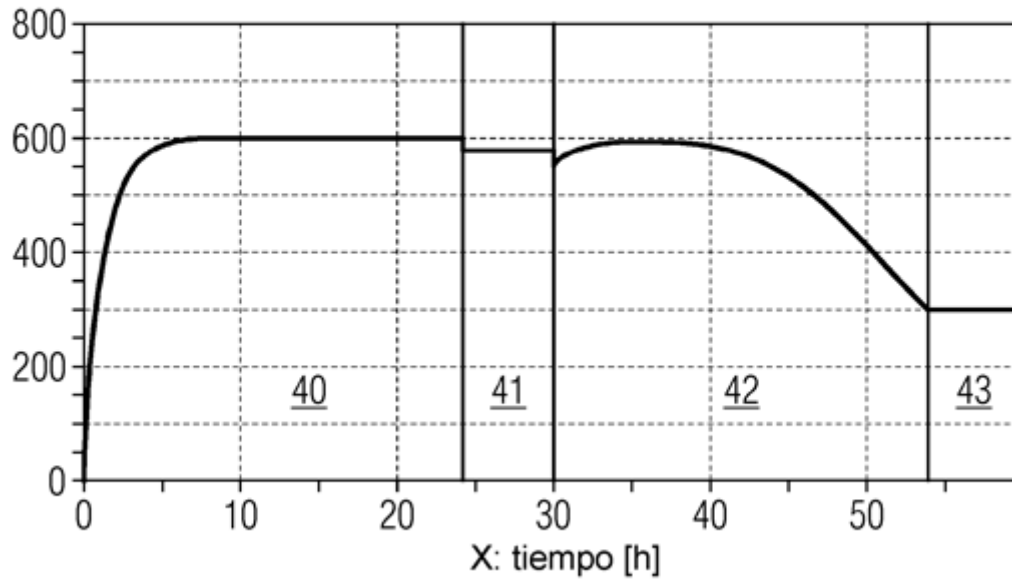


FIG 5

[grados C]

