

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 831**

51 Int. Cl.:

F28D 20/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.08.2011 PCT/GB2011/001215**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2012 WO12020234**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2011 E 11761681 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 2603762**

54 Título: **Integración de un dispositivo de almacenamiento de energía con un proceso térmico separado**

30 Prioridad:

15.03.2011 GB 201104387
12.08.2010 GB 201013578

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.06.2020

73 Titular/es:

HIGHVIEW ENTERPRISES LIMITED (100.0%)
Suite A, 6 Honduras Street
London EC1Y 0TH, GB

72 Inventor/es:

MORGAN, ROBERT y
BRETT, STEPHEN GARETH

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 764 831 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

Integración de un dispositivo de almacenamiento de energía con un proceso térmico separado

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a la integración de dispositivos de almacenamiento de energía térmica y termodinámica, y particularmente dispositivos de almacenamiento de energía criogénica, con otros procesos térmicos de ubicación conjunta que generan calor o frío y pueden beneficiarse, incluso económicamente, de la transferencia de calor o frío a o desde el dispositivo de almacenamiento de energía.

Antecedentes de la invención

Las redes de transmisión y distribución de electricidad (o redes) deben equilibrar la generación de electricidad con la demanda de los consumidores. Normalmente, esto se logra modulando el lado de generación (lado de suministro) encendiendo y apagando las centrales eléctricas y haciendo funcionar algunas con carga reducida. Como la mayoría de las centrales térmicas y nucleares existentes son más eficientes cuando funcionan continuamente a plena carga, existe una penalización de eficiencia al equilibrar el lado de suministro del sistema eléctrico de esta manera. La introducción esperada de una importante capacidad de generación renovable intermitente, tal como turbinas eólicas y colectores solares, en las redes complicará aún más el equilibrio de las redes, al crear incertidumbre en la disponibilidad de partes de la flota de generación. Un medio para almacenar energía durante los períodos de baja demanda para su uso posterior durante los períodos de alta demanda, o durante la baja producción de generadores intermitentes, sería de gran beneficio para equilibrar la red y proporcionar seguridad de suministro.

Los dispositivos de almacenamiento de energía operan de forma muy intermitente cuando hay una escasez de capacidad de generación en la red de transmisión o distribución. Esto se puede indicar al operador del dispositivo de almacenamiento a través de un alto precio de la electricidad en el mercado de energía local o mediante una solicitud de la organización responsable del funcionamiento de la red para obtener capacidad adicional. En algunos países, como el Reino Unido, el operador de red suscribe contratos para el suministro de reservas de seguridad a la red con operadores de plantas de energía con una capacidad de arranque rápido. Dichos contratos pueden abarcar meses o incluso años, pero generalmente el tiempo de funcionamiento del proveedor de energía (generación de energía) es muy corto. Esto se ilustra en la figura 1, que muestra un perfil operativo típico para un dispositivo de almacenamiento.

Los documentos WO 2007-096656 A1 y GB1100569.1 desvelan dispositivos de almacenamiento de energía criogénica (CPSD) que utilizan fluidos criogénicos, tal como nitrógeno líquido o aire líquido, como medios de almacenamiento para almacenar energía como energía térmica potencial para proporcionar almacenamiento de energía y servicios de soporte de red a las redes de transmisión y distribución de electricidad. El Sistema de Energía Criogénica (CES) descrito en el documento WO 2007-096656 A1 es un primer tipo de dispositivo de almacenamiento de energía criogénica (CPSD) y es un dispositivo de almacenamiento totalmente integrado que requiere solo electricidad y, opcionalmente, calor como entrada. El conjunto criogénico descrito en el documento GB1100569.1 es otro tipo de dispositivo de almacenamiento de energía criogénica (CPSD) y es un dispositivo simplificado de almacenamiento/generación de energía que utiliza fluido criogénico fabricado por una planta industrial de licuefacción de gas alejada del criogénico, que se entrega al sitio del criogénico por tubería o camión cisterna. Ambos CPSD descritos en las solicitudes de patente mencionadas anteriormente se benefician de la recepción de calor residual de baja calidad (energía térmica caliente) de un proceso de ubicación conjunta. Además, ambos dispositivos producen energía térmica fría a baja temperatura (energía fría) que puede ser beneficiosa para otros usuarios que requieren frío, por ejemplo, aire acondicionado (oficinas); refrigeración (como un centro de datos); congelación o refrigeración (como una fábrica de procesamiento de alimentos).

Sin embargo, los CPSD solo operan de forma intermitente, como cuando hay una gran demanda de los consumidores o una baja generación de energías renovables intermitentes, y generalmente de 250 a 1000 horas al año, y puede ser tan bajo como < 100 horas al año, dependiendo de la aplicación. Esto plantea al menos tres problemas para la integración del CPSD con un proceso de ubicación conjunta, que generalmente opera de manera continua. En primer lugar, la demanda de calor residual es intermitente y, por lo tanto, la utilización global del calor residual, basada en la carga térmica máxima, será baja y, por lo tanto, ineficiente. En segundo lugar, el suministro de energía fría también será intermitente y difícil de utilizar de manera eficiente en un proceso de ubicación conjunta que opera de manera continua. En tercer lugar, la velocidad de transferencia de calor del proceso de ubicación conjunta puede ser diferente de la velocidad de transferencia de calor requerida para una eficiencia óptima del CPSD.

Estos problemas también son relevantes para la integración de otros procesos térmicos entre sí, en los que los procesos térmicos a integrar tienen diferentes criterios de oferta y demanda. La intermitencia de la oferta y/o la demanda puede ser por hora, día, semana, mes, temporada o año.

65

Los almacenes térmicos pueden integrarse dentro de un dispositivo de almacenamiento de energía, como un dispositivo de almacenamiento de energía criogénica, para optimizar el rendimiento térmico. Otras tecnologías de almacenamiento de energía, cuyos ejemplos incluyen, entre otros, almacenamiento de energía de aire comprimido adiabático y tecnologías de ciclo de Ericsson, también pueden beneficiarse de la integración con el calor residual y el uso de almacenamiento térmico integrado dentro del dispositivo de almacenamiento y/o entre el almacenamiento dispositivo y un proceso de ubicación conjunta.

El documento US 2010/0176602 A1 desvela un procedimiento para almacenar calor de un colector solar térmico de concentración en una planta de energía solar de concentración cuando sea necesario. El procedimiento utiliza un gas comprimido como el dióxido de carbono o el aire como medio de transferencia de calor en el colector solar térmico de concentración y transfiere el calor depositándolo en un lecho de sólidos resistentes al calor y más tarde, recuperando el calor por un segundo circuito del mismo gas comprimido

El documento US 4173125 A desvela un sistema de recuperación de energía para plantas industriales que proporciona recuperación y utilización de calor de fuentes de calor residual a baja temperatura. El sistema incluye unidades de refrigeración que funcionan como bombas de calor para absorber el calor recuperado de cada una de las fuentes en el evaporador y transferir el calor a los procesos que utilizan calor desde el condensador.

El documento US 2010/0089391 A1 desvela un sistema para capturar radiación solar a una velocidad variable y proporcionar calor a una velocidad constante a una estación de generación eléctrica. El sistema utiliza un componente de almacenamiento térmico que incluye dos o más zonas de almacenamiento térmico para coordinar la velocidad y la cantidad de calor entregado a la estación generadora.

Sumario

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. La presente divulgación proporciona un procedimiento para integrar un primer proceso térmico, un segundo proceso térmico y un tercer proceso térmico en el que la velocidad de transferencia de calor desde el primer proceso térmico es diferente de la velocidad de transferencia de calor al segundo proceso térmico, el procedimiento que comprende:

proporcionar un primer depósito térmico;

cargar el primer depósito térmico con la primera energía térmica del primer proceso térmico transfiriendo la primera energía térmica al primer depósito térmico a una primera velocidad de transferencia de energía; y

descargar el primer depósito térmico transfiriendo la primera energía térmica almacenada desde el primer depósito térmico a componentes del segundo proceso térmico a una segunda velocidad de transferencia de energía, en la que la segunda velocidad es diferente de la primera velocidad.

La presente divulgación permite la provisión de un procedimiento para integrar un primer dispositivo de almacenamiento de energía criogénica (CPSD) con un segundo proceso, en el que el segundo proceso proporciona energía térmica caliente y/o recibe energía térmica fría, y en el que la demanda y el suministro de energía térmica del primer y segundo procesos están desfasados y tienen una velocidad diferente de transferencia de calor. Esta desigualdad en la demanda y el suministro está, en muchos casos, causada por el segundo proceso que opera continuamente, o al menos casi continuamente, o en un momento diferente del día del proceso de CPSD.

La primera energía térmica puede comprender energía térmica o energía fría.

La etapa de descargar el primer depósito térmico puede llevarse a cabo en un momento posterior al paso de cargar el primer depósito térmico. La duración del retraso depende de la aplicación. Si el procedimiento se utiliza para controlar la demanda máxima para el proceso de ubicación conjunta, la carga y descarga puede implicar un patrón de demanda diaria regular. Sin embargo, para aplicaciones de red, el retraso puede ser más irregular.

Las etapas de carga y descarga del primer depósito térmico pueden llevarse a cabo en bases continuas o intermitentes.

El segundo proceso térmico o el primer proceso térmico puede incluir un dispositivo de almacenamiento de energía. El dispositivo de almacenamiento de energía puede comprender un dispositivo de almacenamiento de energía criogénica. Como alternativa, el dispositivo de almacenamiento de energía puede comprender un proceso térmico alternativo, tal como un dispositivo de almacenamiento de energía de aire comprimido.

El segundo proceso puede ubicarse junto con el primer proceso. Si el segundo proceso comprende un CPSD, el primer proceso puede ser, por ejemplo, centrales térmicas y procesos industriales tales como acerías y plantas de fabricación de productos químicos. El primer proceso térmico puede comprender el calentamiento directo del depósito térmico mediante un dispositivo de calentamiento alimentado por una fuente o fuentes de energía renovable intermitente.

Un dispositivo de almacenamiento de energía, por su naturaleza, funciona de manera intermitente, es decir, cuando hay una gran demanda de energía de la red y los precios de la energía son altos, o cuando existe el peligro de que la red falle y se requiere soporte adicional. Esta intermitencia de operación puede ser por hora, diaria, semanal, mensual, estacional o anual. Por lo tanto, existe una diferencia sustancial en la velocidad óptima de transferencia de calor entre el primer proceso de CPSD y el segundo proceso o procesos de ubicación conjunta.

Los presentes inventores han descubierto que al instalar un depósito térmico entre los dos procesos, la recepción y el suministro de energía térmica se pueden gestionar mejor para mejorar el rendimiento general de los dos sistemas. En particular, dado que el CPSD requiere calor y suministro de energía fría a una velocidad típicamente superior a 20 veces la de un proceso continuo de ubicación similar con una capacidad energética similar, se requiere un depósito térmico para optimizar el rendimiento térmico.

La primera velocidad puede ser al menos cinco veces la segunda velocidad. La primera velocidad puede ser al menos diez veces la segunda velocidad. La primera velocidad puede ser al menos veinte veces la segunda velocidad.

La depósito térmico puede tener cualquiera de las características descritas en el documento GB1013578.8. En particular, la depósito térmico comprende una depósito térmico asimétrica. El depósito térmico comprende:

una primera masa térmica;

una segunda masa térmica; y

una tercera masa térmica;

en el que:

las relaciones de aspecto de al menos dos de la primera, segunda y tercera masas térmicas son diferentes entre sí; y

una disposición de conductos y válvulas configuradas para dirigir un fluido de transferencia de calor para que pase a través de una combinación de una o más de las masas térmicas.

en el que la disposición de conductos y válvulas es tal que las masas térmicas pueden aislarse entre sí.

En una realización preferida, la disposición de conductos y válvulas está configurada para permitir que el fluido de transferencia de calor (HTF) se dirija a través de:

i) todas las masas térmicas primera, segunda y tercera, y, como alternativa,

ii) dos de la primera, segunda y tercera masas térmicas, y como alternativa,

iii) una de las masas térmicas primera, segunda y tercera.

La disposición de los conductos y las válvulas puede ser tal que el HTF se pueda dirigir a través de dos de las masas térmicas primera y segunda en paralelo y la tercera masa térmica en serie, y como alternativa a través de dos de las masas térmicas primera y segunda en paralelo.

El HTF puede comprender un gas o un líquido. El HTF se utiliza para calentar o enfriar la masa térmica.

Una masa térmica es una sustancia que es capaz de absorber y emitir energía térmica.

El dispositivo de almacenamiento de energía térmica puede comprender más de tres masas térmicas.

Cada una de las al menos tres masas térmicas puede comprender una única celda térmica o una pluralidad de celdas térmicas dispuestas en paralelo entre sí. Cuando una o más de las masas térmicas comprenden una pluralidad de celdas térmicas, cada celda térmica dentro de una masa térmica puede tener las mismas o diferentes áreas de sección transversal media. Cuando una masa térmica comprende más de una celda térmica dispuesta en paralelo entre sí, la relación de aspecto de la masa térmica es la relación entre la longitud media de las celdas térmicas y la suma del área de flujo transversal promedio de las celdas térmicas.

Las masas térmicas primera, segunda y tercera pueden comprender partículas sólidas y el diámetro de las partículas en al menos dos de las masas térmicas primera, segunda y tercera puede ser diferente entre sí. Como alternativa, el diámetro de las partículas en al menos dos de la primera, segunda y tercera masas térmicas puede ser igual entre

sí. Cuando se hace referencia al diámetro de las partículas, se entiende el diámetro esférico equivalente medio de todas las partículas dentro de la masa térmica.

Cada celda térmica puede comprender uno o una combinación de:

- 5
- i) un lecho lleno de partículas sólidas a través de las cuales el HTF puede pasar directamente para transportar energía térmica hacia y desde el dispositivo de almacenamiento de energía térmica,
 - 10 ii) un lecho lleno de partículas sólidas dispuestas alrededor de al menos un conducto a través del cual puede pasar el HTF,
 - 15 iii) una "matriz" de masa sólida que incluye una pluralidad de canales a través de los cuales puede pasar el HTF, o
 - iv) un volumen de material de cambio de fase.

Cuando la primera, segunda y tercera masas térmicas comprenden partículas sólidas, la celda térmica puede comprender una, o una combinación, de las opciones i) y ii).

- 20 Un material de cambio de fase es un material que es capaz de almacenar y liberar energía cambiando su estado, por ejemplo, de sólido a líquido o de líquido a gas y viceversa.

En la opción ii), el lecho empaquetado está aislado del HTF por el al menos un conducto.

- 25 En las opciones i) y ii), las partículas pueden ser esféricas o cercanas a partículas esféricas. El diámetro esférico equivalente medio de las partículas es preferentemente de 1 a 25 mm. Cada celda térmica puede incluir una pluralidad de partículas sólidas que tienen los mismos diámetros esféricos equivalentes, o diferentes diámetros esféricos equivalentes. Además o como alternativa, cada una de las partículas sólidas puede formarse a partir de diferentes materiales. Los diámetros esféricos equivalentes de las partículas dentro de cada celda térmica pueden
- 30 aumentar o disminuir a lo largo de la celda térmica, desde la entrada hasta la salida. El material a partir del cual se forman las partículas dentro de cada celda térmica puede cambiar a lo largo de la longitud de la celda térmica.

- El diámetro esférico medio equivalente de las partículas en una celda térmica puede ser diferente o igual que el de otra celda térmica. Al variar el diámetro de las partículas entre las masas térmicas, se pueden optimizar las
- 35 características de caída de presión/transferencia de calor del depósito térmico. Cada celda térmica puede tener una sección transversal circular, hexagonal, cuadrada, romboidal o de cualquier otra forma que se pueda empaquetar fácilmente en una estructura de soporte.

Cada masa térmica puede tener una alta capacidad térmica para minimizar el volumen de la masa térmica.

- 40 Preferentemente, cada masa térmica tiene una baja conductividad térmica. Preferentemente, cada masa térmica tiene una conductividad térmica inferior a 20 W/mK. Más preferentemente, cada masa térmica tiene una conductividad térmica inferior a 5W/mK. Es deseable que cada masa térmica tenga una alta relación de capacidad térmica a conductividad. Preferentemente cada masa térmica tiene $C_p \cdot \rho / k > 180$ s/mm, más preferentemente cada
- 45 masa térmica tiene $C_p \cdot \rho / k > 500$ s/mm, donde C_p es la capacidad calorífica específica, ρ es la densidad y k es la conductividad térmica de las partículas que comprenden la masa térmica. La roca es un material preferido para las partículas para cada masa térmica. Preferentemente, la roca comprende granito, basalto o un material cerámico artificial. Como alternativa, podría usarse agua en forma de hielo para las partículas para cada masa térmica. Preferentemente, el hielo no cambiaría su estado en todo el intervalo operativo del almacén.

- 50 El dispositivo de almacenamiento de energía térmica puede comprender además una estructura de soporte para soportar las masas térmicas. La estructura de soporte puede soportar adicionalmente al menos una parte de la disposición de conductos y válvulas.

- 55 El dispositivo de almacenamiento de energía térmica puede comprender además aislamiento para aislar cada masa térmica para minimizar las pérdidas térmicas de la masa térmica durante el almacenamiento.

- El aislamiento puede comprender material aislante térmico aplicado al interior de la estructura de soporte y/o roturas térmicas entre una base de la masa térmica y la estructura de soporte. Las roturas térmicas son capas de material
- 60 de baja conducción o espacios de aire que evitan la conducción de calor a través de la ruptura térmica. Cada celda térmica puede estar aislada en su interior. En una realización particular, el aislamiento interno comprende un diseño de doble capa en el que la estructura de soporte externa está aislada de la masa o células térmicas por una capa de aislamiento y una capa interna delgada en contacto con la masa o células térmicas. Como alternativa, se puede aplicar un revestimiento por pulverización de material aislante térmico al interior de la estructura de soporte, o se
- 65 puede colocar material de aislamiento encapsulado en el interior de la estructura de soporte.

El dispositivo de almacenamiento de energía térmica puede comprender además aislamiento para aislar la disposición de conductos y válvulas para minimizar las pérdidas térmicas del dispositivo de almacenamiento.

5 Aislar las masas térmicas entre sí ayuda a evitar pérdidas por convección del almacén de energía térmica durante la fase de almacenamiento entre la carga y la descarga. En particular, se puede proporcionar una válvula en la entrada y salida de cada masa térmica.

10 La disposición de los conductos y las válvulas puede ser tal que el HTF se pueda dirigir a través de dos o más de las masas térmicas en serie.

La disposición de los conductos y las válvulas puede ser adicionalmente tal que una primera y segunda de las masas térmicas estén en paralelo y un tercio de las masas térmicas esté en serie con la primera y segunda masas térmicas.

15 La disposición de los conductos y las válvulas puede ser además tal que el HTF se pueda dirigir a través de dos o más de las masas térmicas en paralelo.

20 La relación de aspecto de cada masa térmica es la relación entre la longitud media de la masa térmica y el área de flujo transversal promedio de la masa térmica. Se pueden proporcionar masas térmicas con diferentes relaciones de aspecto proporcionando masas térmicas de diferente área de sección transversal media. Cada una de las masas térmicas puede tener áreas de sección transversal uniformes a lo largo de su longitud. Como alternativa, cada una de las masas térmicas puede tener diferentes áreas de sección transversal a lo largo de su longitud. Por ejemplo, cada una de las masas térmicas puede tener secciones transversales estrechas. Cuando una masa térmica comprende más de una celda térmica, una o más de las celdas térmicas pueden tener secciones transversales que se estrechan.

Las relaciones de aspecto de al menos dos de las masas térmicas primera, segunda y tercera pueden ser diferentes entre sí. Preferentemente, las relaciones de aspecto de las tres masas térmicas son diferentes entre sí.

30 Preferentemente, el área de sección transversal media de la tercera masa térmica es menor que el área de sección transversal media de la segunda masa térmica. Preferentemente, el área de sección transversal media de la segunda masa térmica es menor que el área de sección transversal media de la primera masa térmica.

35 Preferentemente, la última masa térmica a través de la cual fluye el HTF durante la descarga final tiene el área de sección transversal media más pequeña de las tres masas térmicas. En este caso, un área de flujo tan pequeña en la parte final del almacén durante la descarga permite lograr la eficiencia térmica óptima.

El dispositivo de almacenamiento de energía térmica puede comprender más de tres masas térmicas.

40 Cada una de las al menos tres masas térmicas puede comprender una única celda térmica o una pluralidad de celdas térmicas dispuestas en paralelo entre sí. Preferentemente, la primera masa térmica comprende más células térmicas que la segunda masa térmica que, a su vez, comprende más células térmicas que la tercera masa térmica. En una realización ejemplar, la primera masa térmica comprende cinco celdas térmicas en paralelo, la segunda masa térmica comprende cuatro celdas térmicas en paralelo, y la tercera masa térmica comprende una sola celda térmica.

50 Un almacenamiento térmico del tipo descrito anteriormente también puede ser beneficioso dentro de otras tecnologías de almacenamiento de energía, cuyos ejemplos incluyen, pero no se limitan a, almacenamiento de energía de aire comprimido adiabático y tecnologías de ciclo de Ericsson. El depósito térmico puede integrarse dentro del dispositivo de almacenamiento y/o entre el dispositivo de almacenamiento y un proceso de ubicación conjunta.

55 La figura 2 muestra un CPSD 100 integrado con un proceso térmico de ubicación conjunta 200 que dona calor, Q_H , y recibe energía fría, Q_c , a través de almacenes térmicos 300 y 400 respectivamente.

Además, los presentes inventores han descubierto que a menudo hay varios lugares en un proceso de ubicación conjunta donde se puede extraer calor. El uso del depósito térmico para optimizar las tasas de extracción de energía térmica puede, si se aplica correctamente, proporcionar beneficios a ambos procesos.

60 La primera energía térmica puede ser generada por una o más fuentes de energía térmica.

La primera energía térmica puede comprender energía térmica, y la una o más fuentes de energía térmica pueden incluir una o más de:

65 condensado de vapor de una central térmica o nuclear, gas de combustión de una central térmica;

vapor de una caldera;

aire ambiente;

5 calor del suelo (geológico); y

agua de mar, río o lago.

10 La primera fuente de energía térmica puede comprender el calentamiento directo del depósito térmico mediante un dispositivo de calentamiento alimentado por una fuente o fuentes de energía renovable intermitente.

15 Por ejemplo, el primer proceso puede comprender una planta de energía de vapor. Muchas plantas de energía de vapor rechazan cantidades significativas de calor de baja calidad a través de la condensación de vapor del escape en la turbina de vapor. La extracción de calor antes del condensador de la central eléctrica de vapor para su uso posterior en el CPSD reducirá la carga parasitaria en la central eléctrica de vapor al reducir el flujo de aire requerido a través del condensador. Por lo tanto, la integración del CPSD con la planta de energía de vapor beneficia ambos procesos: al suministrar 'calor libre' al CPSD y al reducir la carga parasitaria (a menudo denominada carga doméstica) en la planta de energía de vapor. Un ejemplo de dicho proceso se muestra esquemáticamente en la figura 3, en la que la caldera 201 de la central eléctrica de vapor vaporiza y sobrecalienta el fluido de trabajo, que acciona la turbina 202 de la central eléctrica de vapor. El calor se extrae del fluido de trabajo expulsado de la turbina por medio del intercambiador de calor 203. El fluido de trabajo se condensa luego por el condensador 204 de la central eléctrica de vapor facilitado por un ventilador de aire motorizado (que se muestra dentro de la caja discontinua 204). El fluido de trabajo condensado se bombea nuevamente a la caldera 201 por medio de la bomba de alimentación de la caldera 205. El calor extraído del fluido de trabajo del proceso de ubicación conjunta por el intercambiador de calor 203 se almacena en el depósito térmico 300 hasta que el CPSD 100 lo requiera.

20 Sin embargo, los sistemas de condensado en las centrales eléctricas de vapor a menudo operan a una temperatura de 30 a 70 °C, lo que limita la temperatura a la que el gas de proceso puede calentarse en el CPSD y, por lo tanto, la eficiencia del CPSD. Preferentemente, el calor suministrado al CPSD sería al menos 100 °C, más preferentemente a 200 °C. El calor adicional de "grado medio" Q_f se puede extraer del gas de combustión 206 de la central eléctrica de vapor, como se muestra en la figura 3.

25 Los presentes inventores también han descubierto que es beneficioso limitar la cantidad de calor Q_f que se extrae del gas de combustión de una central térmica. Si se extrae demasiado calor, los gases de combustión pierden flotabilidad y no se dispersan correctamente en la atmósfera, lo que puede generar altas emisiones a nivel del suelo cerca de la central eléctrica. Al extraer la mayor parte del calor requerido del sistema de condensado, solo se necesita tomar una pequeña cantidad de energía del conducto, minimizando así el impacto en la flotabilidad de los gases de combustión y sus consecuencias.

40 El procedimiento de la presente divulgación puede comprender además:

proporcionar un segundo depósito térmico;

45 cargar el segundo depósito térmico con segunda energía térmica del segundo proceso térmico transfiriendo la segunda energía térmica al segundo depósito térmico a una tercera velocidad de transferencia de energía; y

50 descargar el segundo depósito térmico transfiriendo la segunda energía térmica almacenada en el segundo depósito térmico desde el segundo depósito térmico a componentes de un tercer proceso térmico a una cuarta velocidad de transferencia de energía, en el que la cuarta velocidad es diferente de la tercera velocidad.

El segundo depósito térmico puede tener cualquiera de las características descritas anteriormente. En particular, el segundo depósito térmico puede comprender un depósito térmico asimétrico.

55 La segunda fuente de energía térmica puede comprender el calentamiento directo del depósito térmico mediante un dispositivo de calentamiento alimentado por una fuente o fuentes de energía renovable intermitente.

El tercer proceso térmico puede ser el mismo proceso que el primer proceso térmico.

60 La etapa de descargar el segundo depósito térmico puede llevarse a cabo más tarde que la etapa de cargar el segundo depósito térmico.

La etapa de descargar el segundo depósito térmico puede llevarse a cabo de forma continua o intermitente.

65 La etapa de cargar el segundo depósito térmico puede llevarse a cabo de forma continua o intermitente. La intermitencia de la carga puede ser por hora, día, semana, mes, temporada o año.

La cuarta velocidad puede ser al menos cinco veces la tercera velocidad. La cuarta velocidad puede ser al menos diez veces la tercera velocidad. La cuarta velocidad puede ser al menos veinte veces la tercera velocidad.

La segunda energía térmica puede comprender energía térmica o energía fría.

5 Cuando el primer proceso térmico incluye un dispositivo de almacenamiento de energía criogénica, la primera energía térmica puede comprender energía fría liberada del dispositivo de almacenamiento de energía criogénica.

El segundo proceso térmico puede incluir uno o más de:

10 el sistema de aire acondicionado para un edificio;

la unidad de refrigeración en un proceso de fabricación;

15 un proceso de licuefacción de gas; y

refrigeración de un centro de datos.

20 Cuando el segundo proceso térmico incluye un CPSD y se proporciona un segundo depósito térmico, la segunda energía térmica puede comprender energía fría liberada del dispositivo de almacenamiento de energía criogénica. En ese caso, el tercer proceso térmico puede incluir uno o más de:

el sistema de aire acondicionado para un edificio;

25 la unidad de refrigeración en un proceso de fabricación;

un proceso de licuefacción de gas; y

refrigeración de un centro de datos.

30 **Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación con referencia a las figuras en las que:

35 la figura 1 muestra el tiempo de funcionamiento de un dispositivo de almacenamiento de energía típico;

la figura 2 muestra un CPSD integrado con un proceso térmico de ubicación conjunta que dona calor y recibe energía fría a través de almacenes térmicos;

40 la figura 3 muestra un ejemplo de un CPSD integrado con una planta de energía a vapor;

las figuras 4a y 4b muestran diagramas de Sankey para un CPSD de conjunto criogénico en base a potencia y energía, respectivamente;

45 las figuras 5a y 5b muestran diagramas de Sankey para un motor de gas en base a potencia y energía, respectivamente;

las figuras 6a y 6b muestran la configuración de un CPSD de conjunto criogénico, motor de gas y depósito térmico;

50 la figura 7 muestra una configuración de un CPSD de conjunto criogénico con un depósito térmico y un vaporizador ambiental;

la figura 8a) muestra un depósito térmico que puede usarse en el procedimiento de la presente invención (el dispositivo se muestra durante una fase de carga);

55 la figura 8b) muestra el almacenamiento térmico de la figura 8a) durante una fase de descarga inicial; y

la figura 8c) muestra el dispositivo de almacenamiento térmico de la figura 8a) durante una fase de descarga final.

60 **Descripción detallada de la invención**

Aunque los dispositivos de los documentos WO 2007-096656 A1 y GB 1100569.1 son diferentes, ambos se benefician de la recepción de energía térmica caliente y proporcionan, cuando funcionan, energía térmica fría y, por lo tanto, en el contexto de la presente invención, son los mismos. Para simplificar, la invención se describirá a través de la integración con un CPSD de conjunto criogénico, pero los mismos principios inventivos podrían aplicarse igualmente a un CES.

65

Utilizando el ejemplo del régimen operativo que se muestra en la figura 1, se compara un diagrama típico de Sankey para un conjunto criogénico tanto en base a la potencia (figura 4a) como en base a la energía (figura 4b) con un diagrama típico de Sankey para un motor de gas de 2MW tanto en potencia base (figura 5a) y una base energética (figura 5b). El motor de gas de 2MW de las figuras 5a y 5b funciona con una carga base, como en un sitio de gas de relleno de tierra o sitio de gas de mina donde los motores instalados son típicamente de la capacidad dada. Es evidente que existe un desajuste entre los requisitos de energía térmica (figuras 4a y 5a) pero que los requisitos de energía (figuras 4b y 5b) se ajustan mejor. De hecho, se puede ver que, en términos energéticos, un motor de gas de 2MW podría soportar tres criogensets de 3,5 MW: cada conjunto criogénico de 3,5 MW requiere 12,5 MWh de calor para generar 7 MWh de potencia neta (figura 4b); la turbina de gas de 2 MW extrae 41,28 MWh de calor (figura 5b); teniendo en cuenta las pérdidas, sobre esta base los 41,28 MWh de calor de escape de la turbina de gas son suficientes para tres criogensets de 3,5 MW, cada uno de los cuales produce 7 MWh de potencia neta.

Los presentes inventores han descubierto que la instalación de un depósito térmico entre los dos procesos permite una utilización mucho mejor del flujo de energía entre los dos procesos y el despliegue de una capacidad de almacenamiento más útil. Por ejemplo, la realización mostrada en las figuras 4 y 5 proporciona aproximadamente 10 MW adicionales de capacidad de almacenamiento útil para un nivel dado de generación de calor de carga base a partir del proceso de ubicación conjunta, que es un motor de gas de 2 MW en el ejemplo.

Sin embargo, aunque la introducción del depósito térmico permite una buena utilización del flujo de energía entre los dos procesos, el desajuste de la velocidad de los procesos de carga térmica y descarga térmica plantea un desafío particular en el diseño del almacén y en la integración del almacenar con el proceso criogénico y generador de calor. En particular, el depósito térmico debe ser capaz de recibir calor a una velocidad de aproximadamente el 10 % de la velocidad a la que el almacén debe suministrar calor al conjunto criogénico. Esta diferencia inevitablemente da como resultado una diferencia significativa en la velocidad de flujo de los medios de transferencia de calor utilizados para transportar la energía térmica entre los dos procesos y el depósito térmico. Un tipo especial de depósito térmico 'asimétrico' se describe anteriormente. Los inventores han descubierto que un depósito térmico que tiene esta operación asimétrica es invaluable cuando se integra un CPSD intermitente con una fuente térmica de carga base. Las Figuras 8a) a 8c) muestran tal almacenamiento térmico asimétrico. La depósito térmico incluye tres masas térmicas de material de almacenamiento térmico. Las tres masas térmicas tienen diferentes áreas de sección transversal. La primera masa térmica 1 tiene un área de sección transversal media más grande que la segunda masa térmica 2 que, a su vez, tiene un área de sección transversal media más grande que la tercera masa térmica 3. En consecuencia, el dispositivo que se muestra en las figuras 8a), b) y c) tiene un área de flujo variable.

El dispositivo funciona de la siguiente manera:

Carga: durante la carga como se muestra en la figura 8a) el flujo HTF pasa a través de la primera masa térmica 1 y luego a través de las masas térmicas 2 y 3. Las masas térmicas 2 y 3 están dispuestas en paralelo. La masa térmica 1 está dispuesta en serie con las masas térmicas 2 y 3. El área de la sección transversal de la masa térmica 1 se elige de modo que se logre la relación óptima de transferencia de calor/caída de presión durante la carga.

Almacenamiento: las masas térmicas están aisladas unas de otras para evitar pérdidas por convección del almacén de energía térmica hasta que se descargue el almacén.

Descarga inicial: durante la descarga inicial, como se muestra en la figura 8b), el flujo de HTF inicialmente pasa a través de la masa térmica 1 y luego la masa térmica 2, pasando la masa térmica 3 del circuito de flujo de HTF.

Descarga final: después de experimentar la descarga inicial durante un período de tiempo, la masa térmica 2 se descargará casi por completo y la temperatura de salida del HTF comenzará a aumentar. Durante la descarga final, como se muestra en la figura 8c), la masa térmica 1 se aísla del circuito y el flujo de salida de la masa térmica 2 se dirige a través de la masa térmica 3. El área de flujo de la sección transversal de la masa térmica 3 se reduce en relación con la de la térmica masas 1 y 2 para minimizar las pérdidas finales para el caudal de descarga reducido. Por lo tanto, la masa térmica 2 se descarga completamente y solo una pequeña masa del material en la masa térmica 3 no se descarga completamente. Por lo tanto, la cantidad de energía térmica que no se descarga desde el dispositivo de almacenamiento térmico se minimiza. En algunos casos, no es necesario evitar la masa térmica 1, lo que simplifica el circuito de flujo si la pérdida de presión a través de la masa térmica 1 es baja.

Las figuras 6a y 6b muestran esquemáticamente cómo el motor de gas 210 dentro de un proceso de ubicación conjunta 200, un conjunto criogénico 100 y un depósito térmico 300 deberían configurarse para lograr una eficiencia óptima. En esta realización, el depósito térmico 300 se carga mediante intercambio de calor con la pila de escape 211 del motor de gas, por medio del intercambiador de calor de recuperación de calor de escape 212. Durante la carga del depósito térmico (figura 6a), como el flujo de calor y el flujo de masa del fluido de transferencia de calor es bajo, las celdas de almacenamiento térmico 301, formadas preferentemente, pero no exclusivamente, a partir de lechos de grava empacados, están dispuestas en serie. En esta configuración, la caída de presión a través del depósito térmico 300 será aceptable ya que el flujo de masa del fluido será bajo. Las pérdidas finales se minimizan por el hecho de que la relación longitud/diámetro del depósito térmico 300 es alta ya que las celdas de

almacenamiento térmico 301 están dispuestas en serie. Durante la descarga (figura 6b), también conocida como recuperación de energía, la velocidad de transferencia de calor y la velocidad de flujo másico del fluido de transferencia de calor deben ser más altas que durante la carga; una configuración en serie del almacén 300 daría como resultado una caída de presión inaceptablemente alta. En consecuencia, en lugar de disponer las celdas de almacenamiento térmico 301 en serie, las celdas de almacenamiento térmico 301 están dispuestas en paralelo, presentando así un área de flujo más grande al fluido de transferencia de calor y, por lo tanto, una velocidad de flujo aceptable dentro de las celdas de almacenamiento térmico 301 y, por lo tanto, una temperatura aceptable. caída de presión.

En el ejemplo descrito anteriormente, toda la energía térmica es suministrada por el gas de combustión de un motor de gas 210. Sin embargo, la invención es aplicable a otras fuentes de energía térmica. En el caso que se muestra en las figuras 6a y 6b, como el motor 210 es pequeño (solo 2 MW), no es económicamente viable instalar un dispositivo de recuperación de calor continuo, como un juego de fondo de vapor o un ciclo orgánico de Rankine (ORC). Por lo tanto, la energía térmica está disponible en 'grado medio', definido como más de 100 °C pero menos de 250 °C, en cantidad suficiente para el CPSD 100. Equipos de generación de energía más grandes, como la planta de Energía a partir de residuos (EfW), Gas de ciclo combinado La turbina (CCGT) y la planta de vapor de carbón o biomasa más grande, con una producción del orden de 30 MW a 50 MW y más, a menudo estarán equipadas con etapas de turbina adicionales o equipos de recuperación de calor para mejorar la eficiencia general de la planta. La energía térmica en la chimenea de escape es mucho más baja y hay más calor disponible en baja calidad, definida como menos de 100 °C, por ejemplo, del condensador de vapor, que en el ejemplo de las figuras 6a y 6b. La integración de la planta térmica con el CPSD puede optimizarse aún más mediante el uso de calor de ambas fuentes. Los inventores han descubierto que la energía térmica de grado bajo puede suministrar el 50 % de los requisitos de calor para la realización preferida de un conjunto criogénico. Esto reduce la cantidad de calor de grado medio que se requiere, que puede estar disponible en una cantidad menor. La Tabla 1 resume la cantidad de calor de grado medio y bajo típicamente disponible de varios procesos térmicos candidatos como un porcentaje de la capacidad de generación eléctrica nominal del proceso:

Tabla 1

	Calor de grado BAJO	Calor de grado medio
Motor diésel o de gas	62 %	75 %
Turbina de gas de ciclo abierto (OCGT)	12 %	125 %
Turbina de gas de ciclo combinado (CCGT)	70 %	10 %
Planta de Energía de Residuos (EfW)	195 %	30 %

De la tabla anterior, es evidente que hay significativamente más calor de grado bajo disponible que el calor de grado medio en el caso de CCGT y EfW. En una realización preferida de la invención, el calor de grado medio puede almacenarse en un almacén de tampón térmico, y el calor de grado bajo puede tomarse simultáneamente de la fuente térmica durante la descarga, o recuperación de energía, del conjunto criogénico. Tal disposición permite instalar un conjunto criogénico de mayor capacidad de lo que sería posible sin el uso de un depósito térmico de tampón.

Además, el calor de grado bajo requerido por el conjunto criogénico también puede almacenarse en un depósito térmico tampón. En tal disposición, el uso del calor de grado bajo puede reducir la carga parásita (o carga doméstica) en la fuente térmica al proporcionar un medio más efectivo para rechazar el calor de los condensadores que cuando se usa un condensador enfriado por aire o una torre de refrigeración. Por lo tanto, la eficiencia de la central térmica se puede mejorar.

El calor de grado bajo no puede tomarse de la fuente térmica de forma continua. En cambio, el calor de grado bajo puede tomarse de la fuente térmica durante la hora del día cuando la temperatura ambiente es alta, como durante la tarde, y la carga parasitaria para enfriar el agua del condensador es más alta. En consecuencia, se puede lograr el beneficio máximo de reducir la carga de la casa en la planta térmica.

En algunas aplicaciones, el CPSD no se ubicará junto a una fuente de calor. El uso del calor ambiental durante la recuperación de energía, tal como a través de un vaporizador calentado por aire solo, no es práctico para los inventores porque los requisitos de energía térmica durante la recuperación de energía son muy altos. Si se basa solo en el calor ambiental, las aletas del vaporizador deberían estar separadas para evitar la acumulación de hielo de la humedad en la atmósfera, lo que llevaría a un área de transferencia de calor muy grande. En opinión de los inventores, tal solución sería costosa y ocuparía una superficie considerable y, por lo tanto, no sería rentable. Como alternativa, con el procedimiento de la presente invención, se puede usar un depósito térmico entre el vaporizador ambiental y el conjunto criogénico. El depósito térmico se puede calentar utilizando calor ambiental a un caudal de energía bajo y un vaporizador mucho más pequeño. La masa térmica del depósito térmico se puede usar durante la fase de recuperación de energía del CPSD para calentar el fluido criogénico a temperatura ambiente. Un diagrama

de esta realización de la invención se muestra en la figura 7 en la que el CPSD 100 está integrado con un acumulador de calor 300 que se carga utilizando calor ambiental del aire por medio de la bomba de circulación 310 y el intercambiador de calor 311. En realizaciones alternativas, el calor ambiental podría suministrarse desde el suelo (calor geológico), desde un río o desde el mar.

5 Los inventores también señalan que tanto el Cryogenset como el CES liberan cantidades considerables de energía fría como "frío de grado alto" (típicamente por debajo de -150°C) y 'frío de grado bajo' (típicamente entre 0°C y -150°C). La energía fría de alto y grado bajo se libera en grandes cantidades durante un corto período de tiempo. Muchos procesos requieren refrigeración y consumen cantidades considerables de energía en la planta de refrigeración y aire acondicionado. Ejemplos de tales procesos son:

- Centros de datos
- Almacenes de alimentos
- Supermercados
- 15 • Fábricas de procesamiento de alimentos.
- Centros de telecomunicaciones
- Oficinas y locales comerciales (para aire acondicionado)
-

20 La vinculación de un CPSD con tales aplicaciones se puede utilizar para reducir o incluso negar la necesidad de equipos de aire acondicionado y refrigeración, ahorrando así en energía y costos de capital. Sin embargo, como la energía fría se libera del CPSD en un corto período de tiempo, es necesario el uso de un almacén de almacenamiento en frío para lograr el rendimiento óptimo de la integración de los dos procesos. La energía fría está disponible para suministrar de forma continua (por ejemplo) para enfriar la electrónica en un centro de datos o centro de telecomunicaciones. En otras aplicaciones, como el aire acondicionado de una oficina, puede ser ventajoso extraer energía fría del depósito térmico frío de forma intermitente, como solo cuando la oficina está abierta y hay una demanda de refrigeración. La adición del depósito térmico frío a la disposición permite cambiar el uso de la energía fría y cambiar la velocidad de suministro de frío al consumidor final independientemente de la velocidad de suministro y el tiempo de suministro por parte del CPSD.

25 30 Se apreciará que la presente invención se ha descrito solo a modo de ejemplo y que se pueden hacer modificaciones o modificaciones dentro del alcance de la invención como se define en las siguientes reivindicaciones.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para integrar un primer proceso térmico (200), un segundo proceso térmico (100) y un tercer proceso térmico (200), en el que la velocidad de transferencia de calor desde el primer proceso térmico (200) es diferente de la velocidad de transferencia de calor al segundo proceso térmico (100), comprendiendo el procedimiento:
- 5 proporcionar un primer depósito térmico (300);
- 10 gestionar la recepción de la primera energía térmica por el primer depósito térmico (300) cargando el primer depósito térmico (300) con la primera energía térmica del primer proceso térmico transfiriendo la primera energía térmica al primer depósito térmico (300) en un primer índice de transferencia de energía; y
- 15 gestionar un suministro de la primera energía térmica almacenada por el primer depósito térmico (300) descargando el primer depósito térmico (300) transfiriendo la primera energía térmica almacenada desde el primer depósito térmico (300) a los componentes del segundo proceso térmico (100) a una segunda velocidad de transferencia de energía, en el que la segunda velocidad es diferente de la primera velocidad, en el que el procedimiento comprende además
- 20 proporcionar un segundo depósito térmico (400);
- cargar el segundo depósito térmico (400) con segunda energía térmica del segundo proceso térmico (100) transfiriendo la segunda energía térmica al segundo depósito térmico (400) a una tercera velocidad de transferencia de energía; y
- 25 descargar el segundo depósito térmico (400) transfiriendo la segunda energía térmica almacenada en el segundo depósito térmico (400) desde el segundo depósito térmico (400) a componentes del tercer proceso térmico (200) a una cuarta velocidad de transferencia de energía, en el que la cuarta velocidad es diferente de la tercera velocidad, **caracterizado por que**
- 30 el primer depósito térmico (300) es un depósito térmico asimétrico que comprende una primera masa térmica (1), una segunda masa térmica (2) y una tercera masa térmica (3), en la que las relaciones de aspecto de al menos dos de las primeras (1), la segunda (2) y la tercera (3) masas térmicas son diferentes entre sí, siendo la relación de aspecto entre la longitud media de la masa térmica y el área de flujo transversal promedio de la masa térmica, y una disposición de conductos y válvulas configurados para dirigir un fluido de transferencia de calor para que pase a través de una combinación de una o más de las masas térmicas (1,2,3), en el que la disposición de los conductos y válvulas es tal que las masas térmicas (1,2,3) pueden aislarse unos de otros; y
- 35 en el que las etapas de cargar y descargar el primer depósito térmico (300) comprenden pasar un fluido de transferencia de calor a través de una combinación de una o más de las masas térmicas (1,2,3).
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de descargar el primer depósito térmico (300) se lleva a cabo en un momento posterior a la etapa de cargar el primer depósito térmico (300).
- 45 3. El procedimiento de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la etapa de cargar y/o descargar el primer depósito térmico (300) se lleva a cabo de forma continua o intermitente.
4. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la primera velocidad es al menos cinco veces, preferentemente al menos diez veces, más preferentemente al menos veinte veces la segunda velocidad.
- 50 5. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente en el que la primera energía térmica comprende energía fría o caliente.
6. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el segundo proceso térmico (100) incluye un dispositivo de almacenamiento de energía, preferentemente un dispositivo de almacenamiento de energía criogénica, o un dispositivo de almacenamiento de energía de aire comprimido.
- 55 7. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente en el que la primera energía térmica es generada por una o más fuentes de energía térmica, preferentemente una o más de:
- 60 condensado de vapor de una central térmica o nuclear, gas de combustión de una central térmica;
- vapor de una caldera;
- 65 aire ambiente;

calor del suelo (geológico); y

agua de mar, río o lago.

- 5 8. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el primer proceso térmico (200) es el mismo proceso que el tercer proceso térmico (200).
9. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la etapa de descargar el segundo depósito térmico (400) se lleva a cabo en un momento posterior a la etapa de cargar el segundo depósito térmico (400).
- 10 10. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la etapa de cargar y/o descargar el segundo depósito térmico (400) se lleva a cabo de forma continua o intermitente.
- 15 11. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la cuarta velocidad es al menos cinco veces preferentemente al menos diez veces, más preferentemente al menos veinte veces la tercera velocidad.
12. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente en el que la segunda energía térmica comprende energía fría o caliente.
- 20 13. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que la primera fuente incluye un dispositivo de almacenamiento de energía, preferentemente un dispositivo de almacenamiento de energía criogénica o un dispositivo de almacenamiento de energía de aire comprimido adiabático o un dispositivo de almacenamiento de energía de aire comprimido de ciclo Ericsson.
- 25 14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la primera energía térmica comprende energía fría liberada del dispositivo de almacenamiento de energía criogénica.
15. El procedimiento de la reivindicación 14 en el que el segundo proceso térmico (100) incluye uno o más de:
- 30 el sistema de aire acondicionado para un edificio;
- la unidad de refrigeración en un proceso de fabricación;
- un proceso de licuefacción de gas; y
- 35 refrigeración de un centro de datos.
16. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que la segunda energía térmica comprende energía fría liberada del dispositivo de almacenamiento de energía criogénica.
- 40 17. El procedimiento de la reivindicación 16, en el que el tercer proceso térmico (200) incluye uno o más de:
- el sistema de aire acondicionado para un edificio;
- 45 la unidad de refrigeración en un proceso de fabricación;
- un proceso de licuefacción de gas; y
- 50 refrigeración de un centro de datos.
18. El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, en el que el segundo depósito térmico (400) comprende un depósito térmico asimétrico.
19. Una combinación de un primer sistema térmico (200), un segundo sistema térmico (100), un tercer sistema térmico (200), un primer depósito térmico (300) y un segundo depósito térmico (400), en el que la velocidad de transferencia de calor desde el primer sistema térmico (200) es diferente de la velocidad de transferencia de calor al segundo sistema térmico (100);
- 55 En la que la combinación se configura de tal manera que el primer depósito térmico (300) está dispuesto para ser:
- 60 a) cargado por la primera energía térmica del primer sistema térmico (200) tras la transferencia de la primera energía térmica al primer depósito térmico (300) a una primera velocidad de transferencia de energía; y
- 65 b) descargado al transferir la primera energía térmica almacenada desde el primer depósito térmico (300) a componentes del segundo sistema térmico (100) a una segunda velocidad de transferencia de energía, siendo la segunda velocidad diferente de la primera velocidad

y la combinación está configurada de modo que el segundo depósito térmico esté dispuesto para ser:

5 a) cargado por la segunda energía térmica del segundo sistema térmico (100) tras la transferencia de la segunda energía térmica al segundo depósito térmico (400) a una tercera velocidad de transferencia de energía; y

10 b) descargado tras la transferencia de la segunda energía térmica almacenada desde el segundo depósito térmico (400) a componentes del tercer sistema térmico (200) a una cuarta velocidad de transferencia de energía, siendo la cuarta velocidad diferente de la tercera velocidad; **caracterizado por que** el primera depósito térmico (300) es una depósito térmico asimétrica que comprende:

una primera masa térmica (1),

15 una segunda masa térmica (2); y

una tercera masa térmica (3),

20 en el que las relaciones de aspecto de al menos dos de las masas térmicas primera (1), segunda (2) y tercera (3) son diferentes entre sí, siendo la relación de aspecto la relación de la longitud media de la masa térmica a la cruz media -área de flujo seccional de la masa térmica; y

una disposición de conductos y válvulas configurados para dirigir un fluido de transferencia de calor para que pase a través de una combinación de una o más de las masas térmicas (1,2,3),

25 en el que la disposición de los conductos y las válvulas es tal que las masas térmicas (1,2,3) pueden aislarse entre sí.

30 20. La combinación de la reivindicación 19, en la que el primer sistema térmico (200) es el mismo sistema que el tercer sistema térmico (200).

35

40

45

50

55

60

65

FIGURA 1

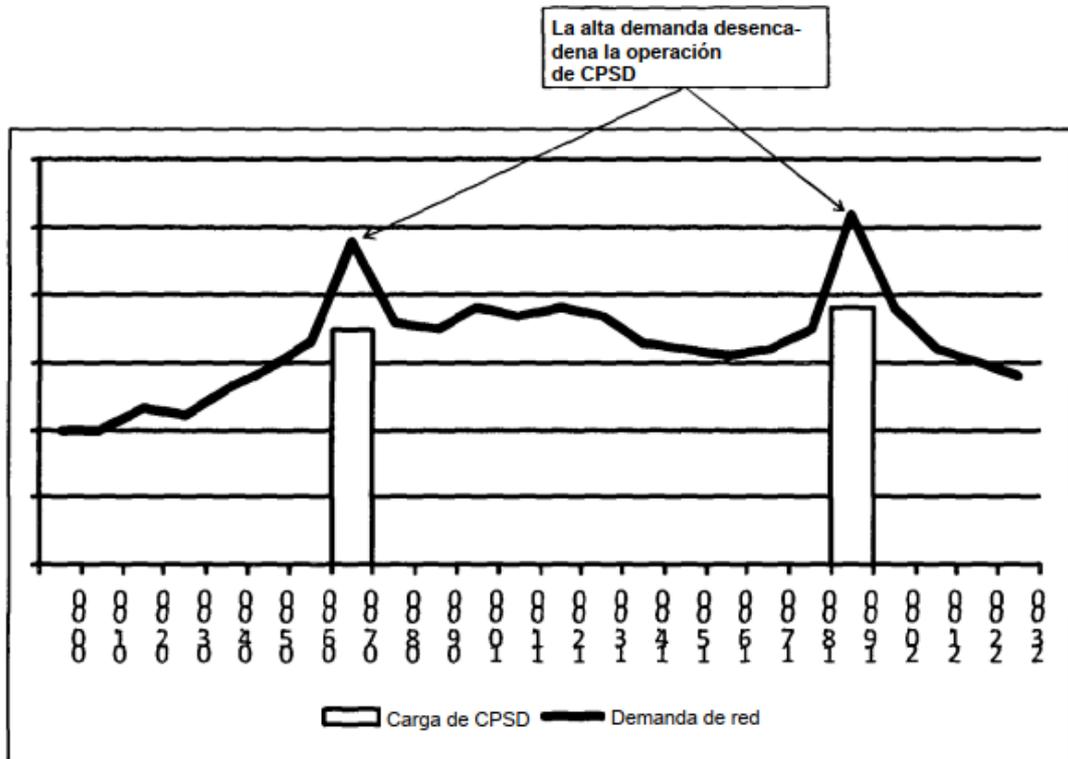


FIGURA 2

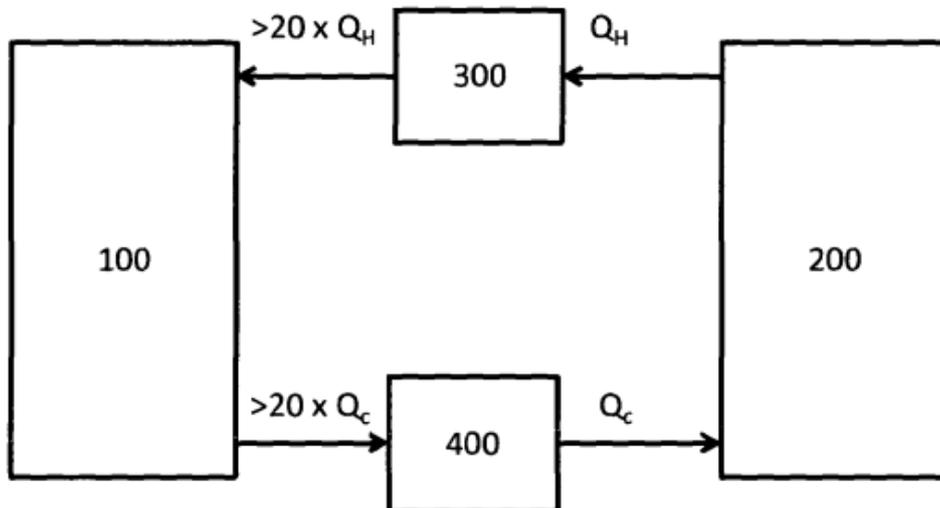


FIGURA 3

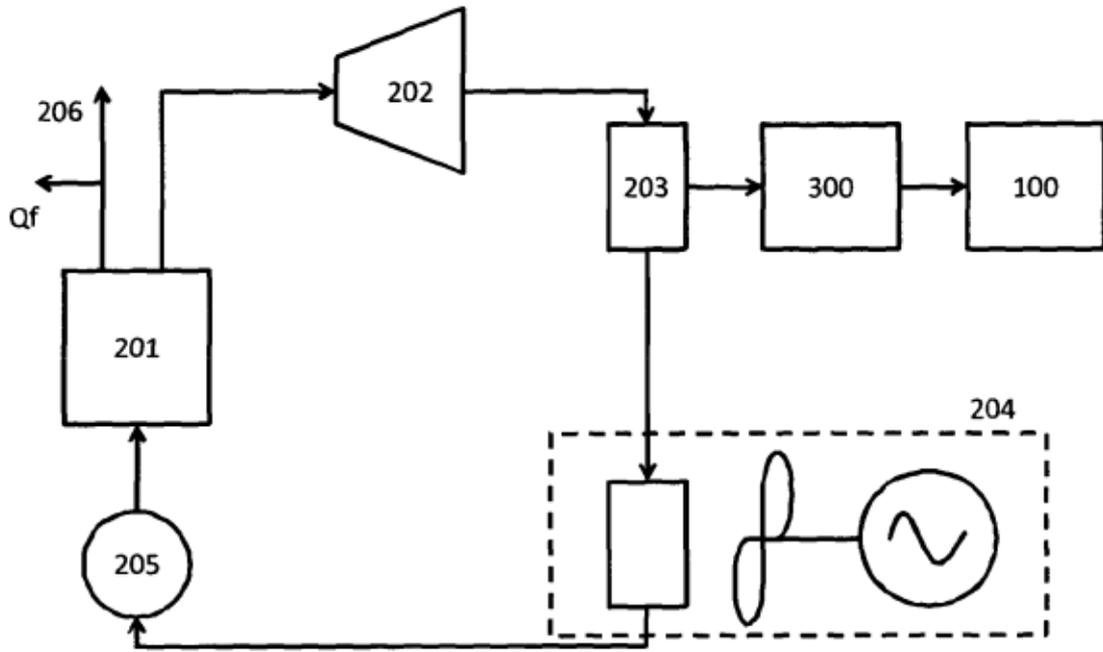


Figura 4a

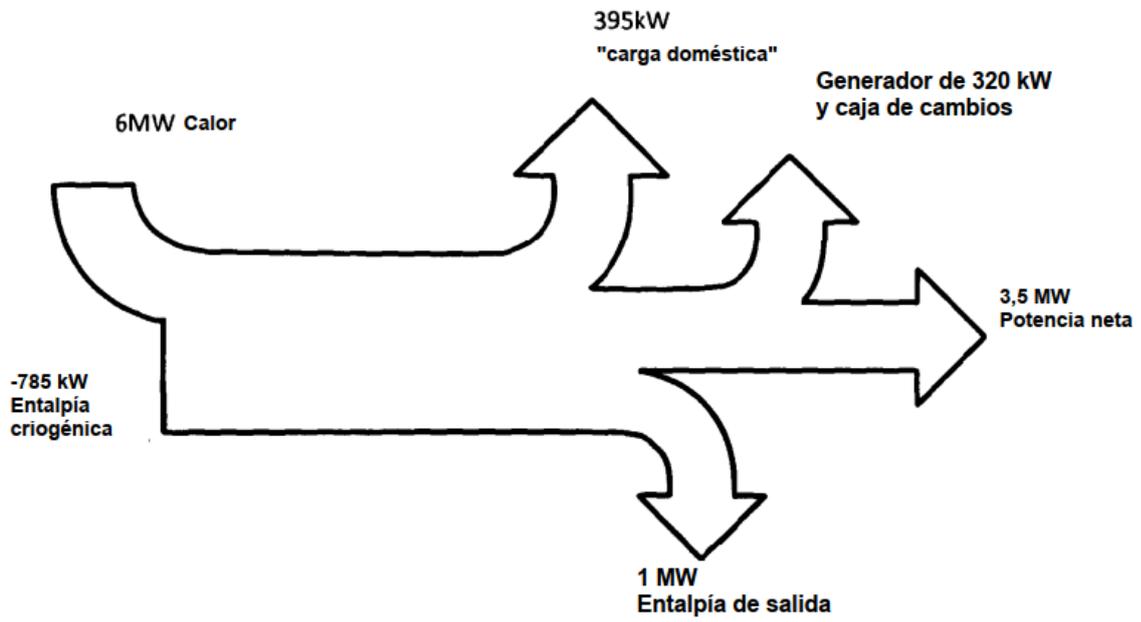


Figura 4b

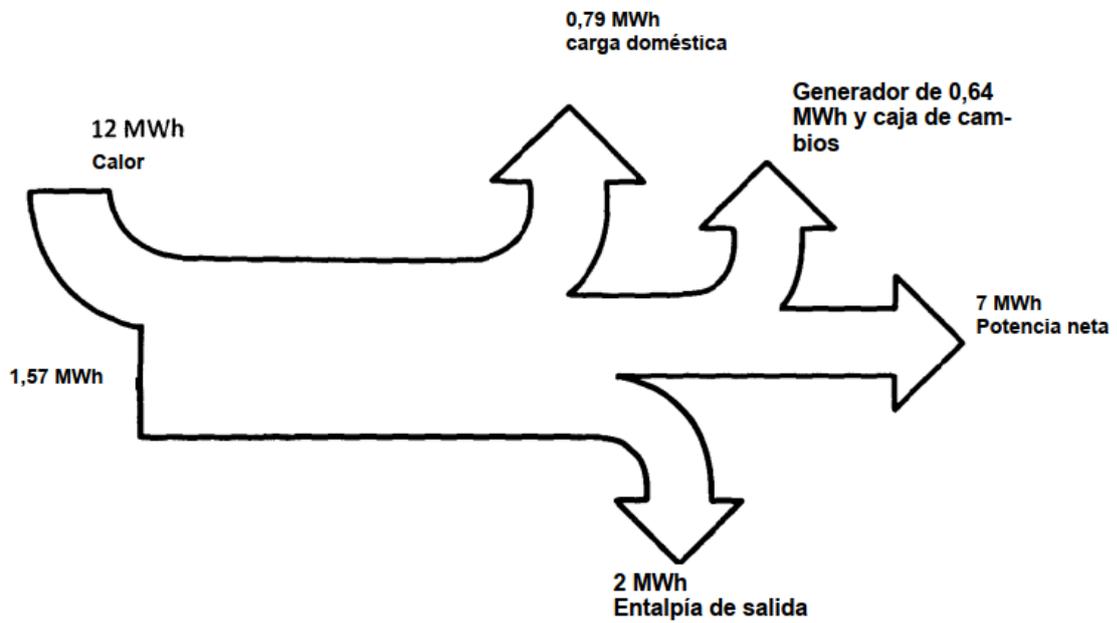


Figura 5a

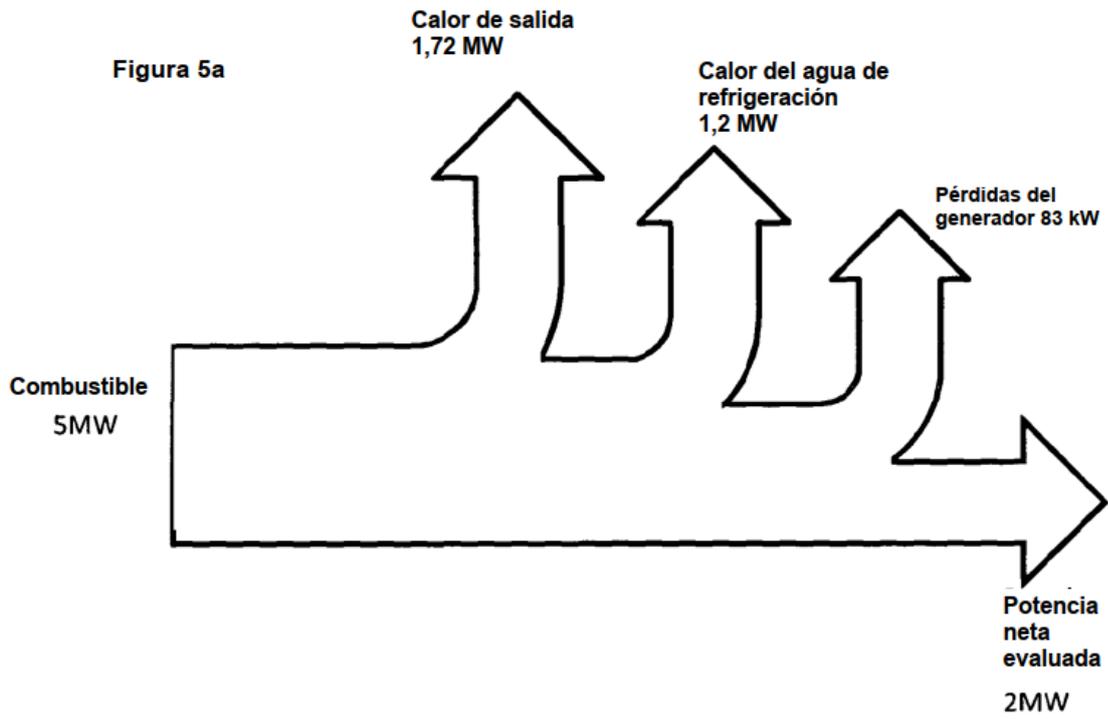


Figura 5b

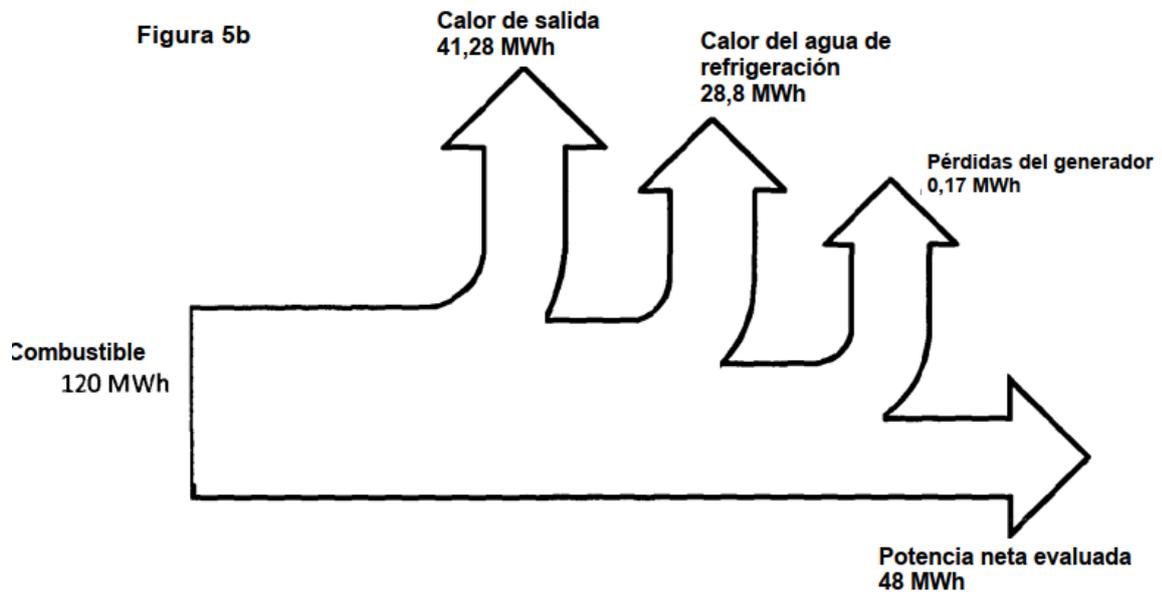


Figura 6a

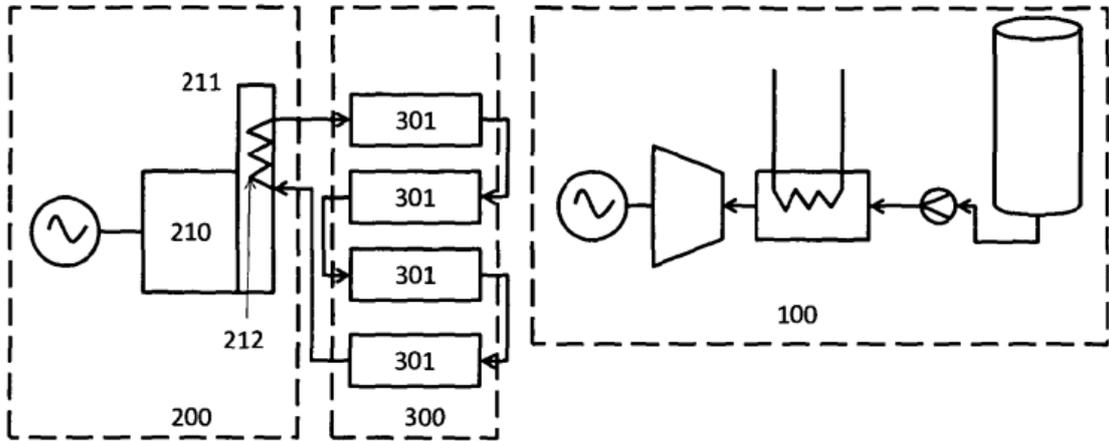


Figura 6b

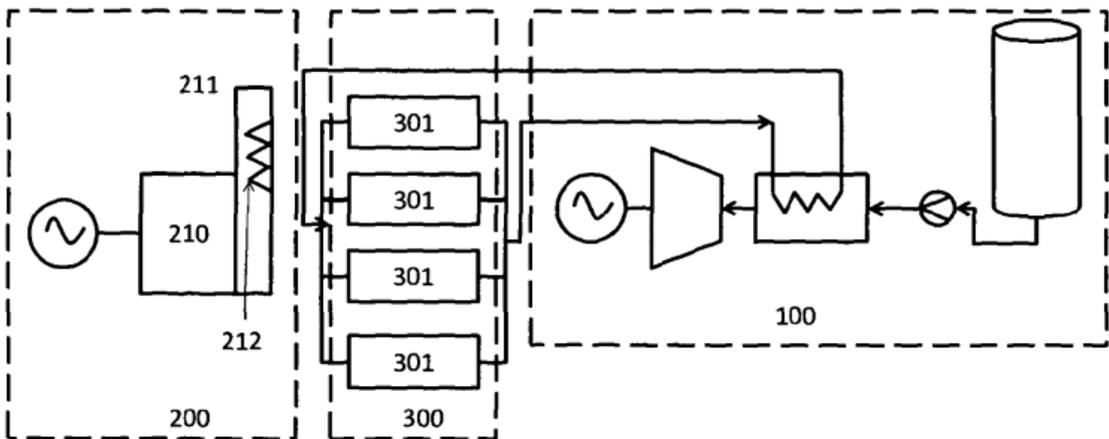


Figura 7

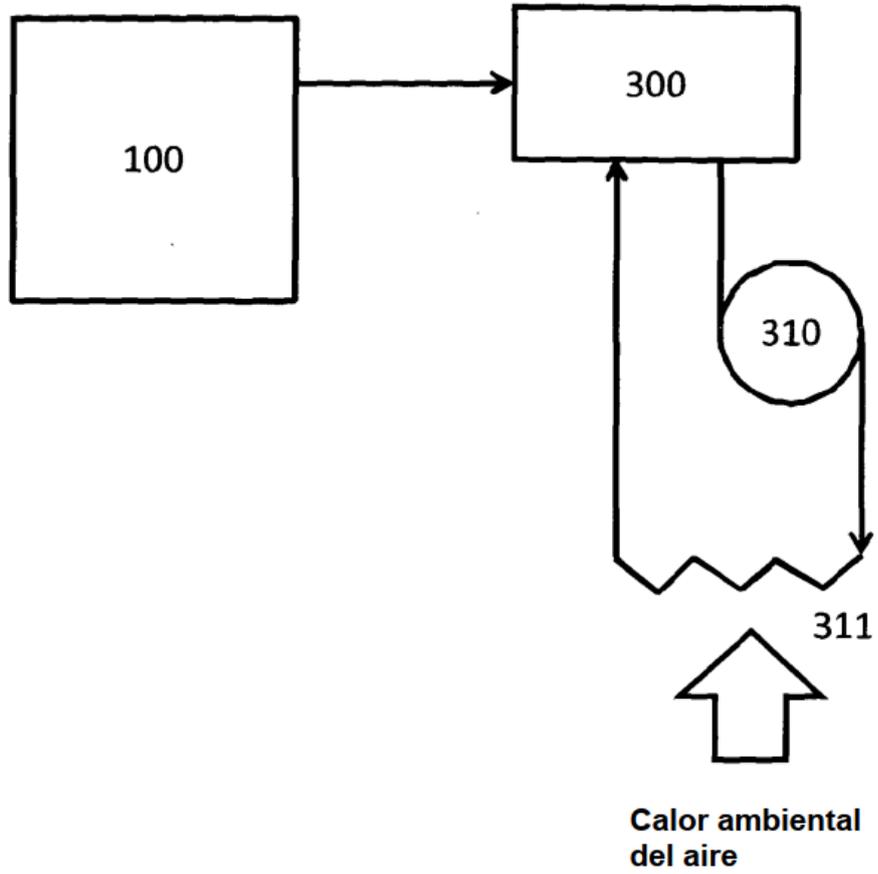


Figura 8a)

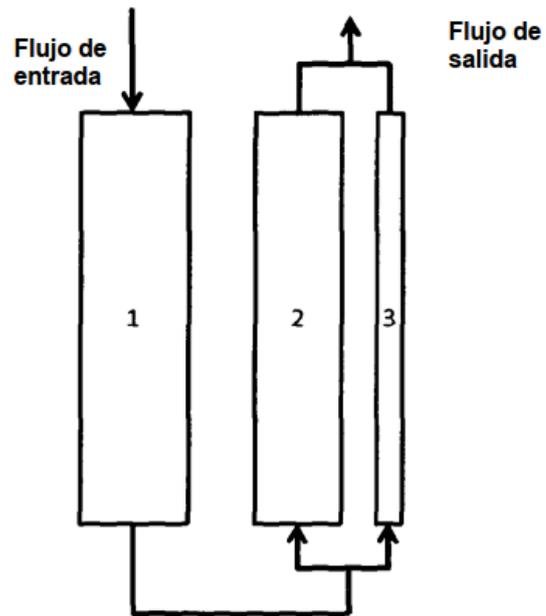


Figura 8b)

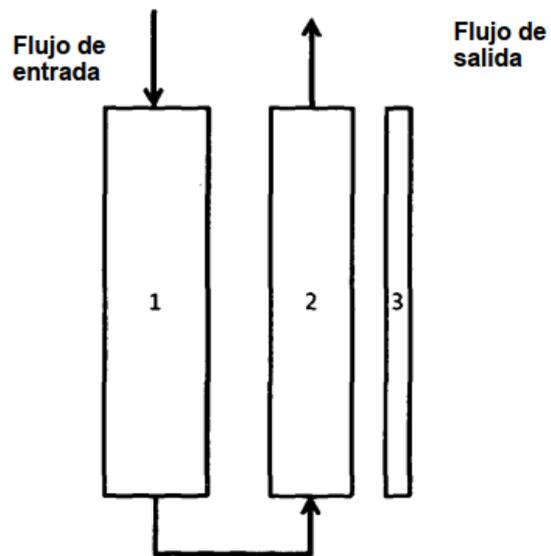


Figura 8c)

