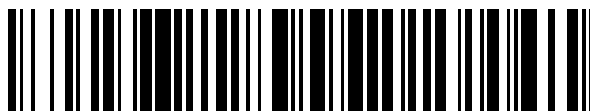


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 779 849**

51 Int. Cl.:

**F04F 13/00** (2009.01)

**H01L 35/30** (2006.01)

**B01D 61/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.12.2015 PCT/US2015/063924**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2016 WO16090216**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.12.2015 E 15866328 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 3227563**

54 Título: **Intercambiador térmico y de presión híbrido**

30 Prioridad:

**04.12.2014 US 201462087298 P**  
**12.05.2015 US 201562160025 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.08.2020**

73 Titular/es:

**BREAKTHROUGH TECHNOLOGIES, LLC**  
**(100.0%)**  
**One Financial Center**  
**Boston, MA 02111, US**

72 Inventor/es:

**JAFFREY, KAMAL**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 779 849 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 térmico y de presión híbrido

5 Campo técnico

La materia objeto descrita en el presente documento se refiere a un sistema para intercambiar presión y calor de una corriente de fuente a una corriente de disipación para recuperar energía en forma de una o más de entre energía de presión, energía eléctrica y/o energía térmica, tal y como se define en el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Antecedentes

Muchos procesos industriales operan a presiones y temperaturas elevadas. Estos procesos industriales a menudo producen corrientes residuales a alta presión y/o alta temperatura. Estos procesos industriales a menudo requieren una energía significativa, en términos de aumento tanto de la presión como de la temperatura de la corriente de entrada, lo cual es costoso e ineficiente. Las corrientes residuales de alta presión y/o alta temperatura representan una energía potencial significativamente subutilizada. Un proceso ejemplar que opera a presiones y temperaturas elevadas es la desalinización, que puede utilizar ósmosis inversa a alta presión y/o altas temperaturas para crear agua potable.

20 Como un ejemplo de la técnica anterior conocida, el documento US 7.021.063 B2 divulga un sistema de generación de energía que incluye un componente de intercambiador de calor de recalentamiento en el mismo, en donde el intercambiador de calor de recalentamiento incluye una ruta de alta presión en relación de transferencia de calor con una ruta de baja presión, de modo que el intercambiador de calor de recalentamiento utilice el exceso de calor dentro de un fluido de trabajo a alta presión de un sistema de generación de energía para recalentar el fluido de trabajo después de que se haya descargado respecto de un expansor, y antes de que el fluido de trabajo haya pasado a un segundo expansor o se haya utilizado de otra forma de manera ventajosa la presión más baja.

30 Como un ejemplo más de la técnica anterior, el documento US 2013/168964 A1 describe una encapsulación del generador del sistema de recuperación de residuos, con un generador configurado para recibir un flujo de un fluido de trabajo orgánico, en donde el generador incluye un estátor y un rotor de imán permanente configurado para girar dentro del estátor para generar electricidad, y en donde el generador incluye además componentes dispuestos dentro del generador y configurados para exponerse al flujo del fluido de trabajo orgánico, componentes que incluyen cada uno un componente subyacente y un barniz configurado para resistir la exposición al fluido de trabajo orgánico para inhibir el contacto entre el componente subyacente y el fluido de trabajo orgánico.

40 Asimismo, como otro ejemplo de la técnica anterior, el documento WO 2012/136243 A1 divulga una central hidroeléctrica-termoeléctrica combinada que comprende una central hidroeléctrica y al menos un generador termoeléctrico donde la central hidroeléctrica está acoplada térmicamente a al menos uno de los generadores termoeléctricos. En la central hidroeléctrica-termoeléctrica combinada, un lubricante líquido calentado por pérdidas disipativas en los cojinetes de fluido de los árboles de las turbinas de agua o generadores eléctricos en la central hidroeléctrica se utiliza como fuente de calor para una o más de las centrales termoeléctricas y el agua que impulsa las turbinas o generadores o que pasa al lado de la central o que proporciona otro depósito se usa como disipador de calor para una o más de las centrales termoeléctricas.

45 Así mismo, el documento GB 2 405 448 A describe un sistema de recuperación de energía para extraer energía de una fuente de calor residual, siendo el sistema un sistema cerrado con un fluido de trabajo en circulación, que comprende un primer intercambiador de calor para recibir fluido de fuente, que incorpora el calor residual, una unidad de turbina dispuesta para recibir la salida del fluido de trabajo del primer intercambiador de calor a una primera presión y para emitir el fluido de trabajo a una segunda presión, impartiendo la unidad de turbina energía de rotación a un árbol de turbina montado dentro de la unidad de turbina, una unidad de conversión electromecánica acoplada al árbol de la turbina para convertir dicha energía de rotación en energía eléctrica, y un sistema de enfriamiento acoplado a la unidad de turbina y al primer intercambiador de calor para recibir el fluido de trabajo de la unidad de turbina, que enfría el fluido y que suministra el fluido al primer intercambiador de calor.

50 Finalmente, como otro documento de la técnica anterior, el documento US 2004/045594 A1 divulga un sistema de motor de turbina con un motor de turbina que quema combustible y genera escape de calor, un generador termoeléctrico situado aguas abajo del motor de la turbina y que tiene un primer lado que mira al escape de calor, un módulo de enfriamiento acoplado a un segundo lado del generador termoeléctrico para proporcionar enfriamiento al segundo lado, y una bomba provista para bombear un fluido de enfriamiento a través del módulo de enfriamiento.

Sumario

65 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema para intercambiar presión y calor de una corriente de fuente a una corriente de dispersión, que comprende las características de la reivindicación 1, incluyendo el sistema un intercambiador de fuente y un intercambiador de disipación. El intercambiador de fuente incluye un primer

intercambiador de presión y un primer intercambiador de calor. El primer intercambiador de presión convierte la presión de la corriente de fuente en energía eléctrica. El primer intercambiador de calor convierte la temperatura de la corriente de fuente a través de un primer diferencial de temperatura en energía eléctrica. El intercambiador de disipación incluye un segundo intercambiador de presión y un segundo intercambiador de calor. El segundo intercambiador de presión  
 5 utiliza energía eléctrica recibida del intercambiador de fuente para cambiar la presión de la corriente de disipación. El segundo intercambiador de calor utiliza la energía eléctrica recibida del intercambiador de fuente para cambiar la temperatura de la corriente de disipación.

10 Uno o más de los siguientes aspectos pueden incluirse en cualquier combinación factible. Por ejemplo, el intercambiador de fuente puede incluir una caja de conexiones de fuente que combina la energía eléctrica recibida del primer intercambiador de presión con la energía eléctrica recibida del primer intercambiador de calor. El intercambiador de disipación puede incluir una caja de conexiones de disipación que distribuye una porción de energía eléctrica al segundo intercambiador de presión y distribuye otra porción de energía eléctrica al segundo intercambiador de calor.

15 El primer intercambiador de calor y/o el segundo intercambiador de calor pueden incluir una pluralidad de placas termoelectricas. Cada placa termoelectrica puede incluir una capa termoelectrica, capas de junta adyacentes al menos a dos lados de la capa termoelectrica, capas de transferencia de calor adyacentes a las capas de junta de manera que las capas de junta separen las capas de transferencia de calor de la capa termoelectrica y una o más capas de unión en contacto con la capa termoelectrica. La capa termoelectrica y la una o más capas de unión pueden estar formadas  
 20 por un material de tipo n y/o tipo p. La pluralidad de placas termoelectricas se puede disponer en una configuración de caja. La pluralidad de placas termoelectricas se puede disponer dentro de una tubería y a lo largo de un eje de flujo axial de la tubería. El intercambiador de fuente y el intercambiador de disipación pueden ser no proximales.

25 La materia objeto descrita en el presente documento proporciona muchas ventajas técnicas. Por ejemplo, la energía se puede recuperar y reciclar en muchos procesos y entornos. El intercambiador se puede construir de manera simple, evitando sistemas mecánicos complejos que requieren mantenimiento y soporte constantes. El intercambio de uno a uno, el intercambio de uno a muchos, el intercambio de muchos a uno y el intercambio de muchos a muchos pueden ser posibles, lo que permite la recuperación y/o el reciclaje de energía tanto en presión como en forma térmica. Reciclando energía, se reducen los costes de energía. Se puede lograr la transferencia eléctrica de calor y presión.  
 30 Los requisitos de tubería se pueden reducir. La transferencia de energía se puede realizar incluso mientras la fuente (por ejemplo, una corriente residual) y la disipación (por ejemplo, una corriente de entrada) son no proximales. Dichas disposiciones no proximales pueden permitir la transferencia de energía entre entornos o corrientes peligrosas y entornos o corrientes limpias.

35 Se pueden lograr ventajas técnicas adicionales en algunas implementaciones. Por ejemplo, el ensuciamiento de componentes (por ejemplo, placas de transferencia de calor) puede verse limitado, reducido y/o eliminado a través de elementos extraíbles y/o de autolimpieza. Las vibraciones, que pueden ser comunes en algunos intercambiadores de presión y calor, pueden reducirse y/o eliminarse. La materia objeto actual se puede implementar en unidades pequeñas y/o escalables y sin partes móviles. Las implementaciones pueden incluir sistemas más baratos y más eficientes a través de materiales económicos, métodos de fabricación y construcción simple. De acuerdo con los aspectos de la materia objeto actual, las corrientes con temperaturas y/o presiones extremas pueden considerarse un recurso. La materia objeto actual puede ser no específica o independiente de los materiales de flujo. Algunas implementaciones permiten intercambiadores de bajo peso.  
 40

45 También se describe en el presente documento un intercambiador que incluye un sello, un primer canal, un segundo canal y una turbina de transferencia. El primer canal incluye una entrada y una salida. El segundo canal está junto al primer canal, está aislado del primer canal por el sello, y el segundo canal incluye una entrada y una salida. La turbina de transferencia incluye una primera porción, una segunda porción y un árbol. La primera porción incluye una o más palas situadas dentro del primer canal. La segunda porción incluye una o más palas situadas dentro del segundo canal. El árbol conecta la primera porción y la segunda porción de tal manera que la rotación de la primera porción se sincroniza con la rotación de la segunda porción. El árbol se extiende a través del sello.  
 50

Además, también se describe en el presente documento un sistema de reciclaje de energía que incluye una bomba y un intercambiador. La bomba aumenta la presión de una corriente de entrada para generar una corriente de alta presión para su uso dentro de un proceso. El proceso genera una corriente residual que tiene una presión. El intercambiador recibe la corriente residual, recibe al menos una parte de la corriente de entrada y convierte parte de la presión de la corriente residual en la corriente de entrada para generar la corriente de alta presión. El intercambiador de presión incluye un sello, un primer canal, un segundo canal y una turbina de transferencia. El primer canal incluye una entrada que recibe la corriente residual y una salida para que la corriente residual salga del primer canal. El  
 60 segundo canal está al lado del primer canal y aislado del primer canal por el sello. El segundo canal incluye una entrada que recibe la corriente de entrada y una salida para que la corriente de alta presión salga del segundo canal. La turbina de transferencia incluye una primera porción, una segunda porción y un árbol. La primera porción incluye una o más palas situadas dentro del primer canal. La segunda porción incluye una o más palas situadas dentro del segundo canal. El árbol conecta la primera porción y la segunda porción de tal manera que la rotación de la primera porción se sincroniza con la rotación de la segunda porción. El árbol se extiende a través del sello.  
 65

Se pueden incluir una o más de las siguientes características en cualquier combinación factible. Por ejemplo, se puede incluir un estátor de generador eléctrico adyacente al árbol de la turbina de transferencia. El árbol de la turbina de transferencia puede incluir un rotor, que, cuando lo gira el flujo de corriente en el primer canal, induce corriente eléctrica. La fuerza ejercida sobre las palas de la primera porción de la turbina de transferencia por una corriente de alta presión puede causar la rotación de las palas de la segunda porción de la turbina de transferencia, que puede transferir presión desde la corriente de alta presión a una corriente de baja presión en el segundo canal.

Un tercer canal puede ser adyacente al segundo canal y puede incluir una entrada y una salida, con un segundo sello entre el segundo canal y el tercer canal aislando el segundo canal y el tercer canal. El árbol puede extenderse a través del segundo canal y el segundo sello hacia el tercer canal. El árbol puede incluir una tercera porción que incluye palas y que reside dentro del tercer canal de manera que la rotación de la primera porción esté sincronizada con la rotación de la segunda porción y la tercera porción. La fuerza ejercida sobre las palas de la primera porción de la turbina de transferencia por una corriente de alta presión que entra en la entrada del primer canal y que sale de la salida del primer canal provoca la rotación de las palas de la segunda porción de la turbina de transferencia, que transfiere la presión de la corriente de alta presión a una primera corriente de baja presión que entra en la entrada del segundo canal y sale de la salida del segundo canal, y también transfiere la presión de la corriente de alta presión a una segunda corriente de baja presión que entra en la entrada del tercer canal y sale del tercer canal de salida.

El primer canal puede incluir una primera tubería y el segundo canal puede incluir una segunda tubería. La corriente de alta presión puede tener una presión mayor que la presión de la corriente de baja presión. El intercambiador puede recibir al menos una parte de la corriente de entrada en paralelo con la bomba. El intercambiador puede recibir al menos una parte de la corriente de entrada en serie con la bomba.

Los detalles de una o más variaciones de la materia objeto descrita en el presente documento se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción siguiente. Otras características y ventajas de la materia objeto descrita en el presente documento serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, así como de las reivindicaciones.

#### Descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de sistema de un sistema híbrido de intercambiador de calor y presión que puede transferir calor y presión convirtiendo calor y presión en energía eléctrica, convirtiendo luego la energía eléctrica en calor y presión;  
 la FIG. 2A es una ilustración de un ejemplo de intercambiador de presión a energía eléctrica;  
 la FIG. 2B es una vista en sección transversal de un generador que tiene hélices configuradas en una configuración de flujo axial;  
 la FIG. 3 es un ejemplo de implementación de un intercambiador de calor a energía eléctrica que utiliza el efecto termoeléctrico;  
 la FIG. 4 es una sección transversal de un ejemplo de implementación de una placa de enfriamiento termoeléctrico;  
 la FIG. 5 es una vista en sección transversal de una implementación alternativa de un intercambiador de calor a energía eléctrica;  
 la FIG. 6 es un diagrama de bloques funcional que ilustra entradas y salidas a una caja de distribución para controlar un sistema híbrido de intercambio de presión y calor;  
 la FIG. 7 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de sistema informático de acuerdo con la materia objeto actual;  
 la FIG. 8 es una vista en sección transversal de un ejemplo de intercambiador;  
 la FIG. 9 es una vista en perspectiva de un ejemplo de turbina de transferencia;  
 la FIG. 10 es una vista en sección transversal de un ejemplo de intercambiador para transferir energía de una corriente a muchas corrientes;  
 la FIG. 11 es un diagrama de bloques de sistema que ilustra una central de procesamiento de desalinización;  
 la FIG. 12 es un diagrama de bloques de sistema que ilustra un ejemplo de sistema de desalinización que utiliza un intercambiador;  
 la FIG. 13 es un diagrama de bloques de sistema que ilustra otro ejemplo de central de procesamiento de desalinización en la que se utiliza un intercambiador para reciclar energía en forma eléctrica para su reutilización en la central; y  
 la FIG. 14 es un diagrama de bloques de sistema que ilustra un intercambiador que funciona para reciclar energía en un edificio de oficinas.

Los símbolos de referencia similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

#### Descripción detallada

La materia objeto actual puede incluir un intercambiador para transferir o intercambiar energía de una corriente a alta temperatura y presurizada a otra corriente de temperatura y presión más baja. La energía transferida puede ser térmica, mecánica (en forma de presión) o ambas (por ejemplo, un intercambio híbrido). En algunas implementaciones, el intercambio es indirecto, por ejemplo, la presión y el calor de una fuente se pueden convertir (usando, por ejemplo, turbinas/generadores y generadores termoeléctricos) en energía eléctrica, que se puede distribuir a un dissipador para

cambiar la presión y el calor del disipador (usando, por ejemplo, la energía eléctrica para impulsar bombas/motores y generadores termoeléctricos). La materia objeto actual puede ser compacta, de bajo coste y puede aplicarse para reciclar energía en muchas aplicaciones que involucran corrientes de fluidos a alta temperatura y presurizados.

5 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de sistema de un sistema híbrido de intercambiador de calor y presión (PHX) 100 que puede transferir calor y presión convirtiendo el calor y la presión en energía eléctrica, convirtiendo luego la energía eléctrica en calor y presión. El sistema PHX 100 incluye un intercambiador de fuente 105, un intercambiador de disipación 110 y una caja de distribución 115. El intercambiador de fuente 105 puede convertir la presión y la temperatura de una corriente de fuente 120 en energía eléctrica. El intercambiador de disipación 110 puede convertir la energía eléctrica en presión y temperatura, que se puede impartir en la corriente de disipación 125. La caja de distribución 115 puede dirigir la energía eléctrica desde el intercambiador de fuente 105 al intercambiador de disipación 110 y, en algunas implementaciones, controlar las operaciones de cada uno de entre el intercambiador de fuente 105 y el intercambiador de disipación 110.

15 El intercambiador de fuente 105 incluye un intercambiador de presión a energía eléctrica (P2EX) 130, un intercambiador de calor a energía eléctrica (H2EX) 135 y la caja de conexiones 140 conectada al P2EX 130 y al H2EX 135 a través de la línea eléctrica de presión 145 y la línea eléctrica de calor 150, respectivamente. El P2EX 130 recibe la corriente de entrada de fuente 120 y convierte la energía en forma de presión en energía eléctrica. El P2EX 130 puede producir una corriente intermedia que tiene una presión, que es más baja en presión que la corriente de entrada de fuente 120. El P2EX 130 puede incluir una turbina y/o generador hidroeléctrico, por ejemplo, tal y como se ilustra en las FIGS. 2A y 2B.

La FIG. 2A es una ilustración de un ejemplo de P2EX 130, que puede comprender un ciclón 205 que hace girar hélices para producir energía eléctrica en una configuración de flujo radial, y la FIG. 2B es una vista en sección transversal de un generador que tiene hélices configuradas en una configuración de flujo axial. La energía eléctrica convertida por el P2EX 130 puede caracterizarse por:

$$P_{th} = \frac{\Delta P m}{1000 (SG)}$$

30 Dónde  $P_{th}$  es la energía de la corriente de entrada de fuente 125 en kilovatios,  $\Delta P$  es el cambio de presión entre la corriente de entrada de fuente 120 y la corriente intermedia 155,  $m$  es la tasa de flujo másico en kilogramos por segundo, y  $SG$  es la gravedad específica de la corriente. La eficiencia de la conversión puede caracterizarse por:

$$\eta = \frac{P_{Pausa}}{P_{th}}$$

35 dónde  $\eta$  es eficiencia y  $P_{Pausa}$  es el trabajo realizado. Las eficiencias logradas pueden ser de entre 85 % y 95 % en algunas implementaciones.

40 Con referencia nuevamente a la FIG. 1, el H2EX 135 recibe la corriente intermedia 155 y convierte la energía térmica en energía eléctrica. El H2EX 135 puede producir una corriente de salida de fuente 160, que puede usarse en otros procesos según se desee, y tiene una presión y temperatura diferentes a la corriente de entrada de fuente 125. El H2EX 135 puede aprovechar el efecto termoeléctrico para convertir directamente las diferencias de temperatura en tensión/corriente eléctrica. Por ejemplo, la FIG. 3 es un ejemplo de implementación de un H2EX 135 que utiliza el efecto termoeléctrico.

45 La FIG. 3 es una sección transversal de un ejemplo de H2EX 135 que adopta la forma de una caja con múltiples placas de enfriamiento termoeléctrico (TEC) 305. Las placas están dispuestas en paralelo al flujo de la corriente para que el fluido fluya más allá de cada placa, lo que eleva la temperatura en la superficie de la placa creando así un diferencial de temperatura y generando energía eléctrica. Las placas se pueden quitar fácilmente para limpiarlas y reemplazarlas o repararlas. Las dimensiones de las placas, la cantidad de placas y su disposición pueden variar según la aplicación.

50 La FIG. 4 es una sección transversal de un ejemplo de implementación de una placa de TEC 305. Las placas de TEC 305 incluyen una capa de TEC 405 entre dos capas de junta 410, que están entre dos capas de transferencia de calor 415. Las capas de unión 420 pueden formar la parte superior e inferior de la placa, que puede estar formada del mismo material que la capa de TEC 405. La capa de TEC 405 puede adherirse a las dos capas de junta 410, que pueden adherirse a las dos capas de transferencia de calor 415. La capa de TEC 405 puede incluir elementos de tipo n y uno de tipo p colocados térmicamente en paralelo entre sí y eléctricamente en serie. Un ejemplo de material de capa de TEC 405 puede incluir telururo de bismuto ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ), aunque son posibles otros materiales, como los materiales que permiten la transmisión termoiónica en función del efecto Edison. Las capas de junta 410 sirven para separar la capa de TEC 405 y las capas de transferencia de calor 415. En algunas implementaciones, las capas de junta 410 también pueden incluir materiales de TEC. Las capas de transferencia de calor 415 pueden incluir un material termoconductor, tal como el aluminio, para mejorar la transferencia de calor. Cuando la placa de TEC 305 está en el H2EX 135, fluye fluido a alta temperatura (por ejemplo, caliente) a cada lado de las capas de transferencia 415, lo que causa un

diferencial de temperatura, lo que hace que los portadores de carga en el material tipo n y materiales tipo p se difundan desde el lado caliente (por ejemplo, las capas de transferencia 415, al lado frío (por ejemplo, capa de unión 420). Estos portadores de carga producen corriente eléctrica (o tensión).

- 5 Un ejemplo de capa de TEC 405 adecuada se encuentra disponible por parte de Hebi I.T. Co., Ltd., Shanghai, China, n.º de unidad. TEC1-12730.

La tensión generada cuando las temperaturas de las capas de transferencia 415 y la capa de unión 420 son diferentes se puede caracterizar por:

10

$$V_i = k_T (T - T_{REF}) \qquad V_{Total} = \sum V_t$$

$$Z = \frac{s^2}{p_k}, \qquad EMF = -s \nabla T, \rho = \frac{1}{\sigma}$$

15 Dónde Z es figura de mérito (efectividad del material termoeléctrico); *i* es el número de placa donde hay varias placas en el H2EX 135, *s* es el coeficiente de Seebeck, *k<sub>T</sub>* es la conductividad térmica, *p<sub>k</sub>* es resistividad eléctrica, *V* es la tensión y *T<sub>REF</sub>* es la referencia de temperatura.

20 En algunas implementaciones, se puede incluir una capa piezoeléctrica 425 en la placa de TEC 305. La capa piezoeléctrica 425 puede residir dentro de (por ejemplo, rodeada por al menos dos lados por la capa de TEC 405 y puede servir para convertir los cambios de presión en energía eléctrica. Por ejemplo, la capa piezoeléctrica 425 puede incluir cerámicas piezoeléctricas que, cuando se activan mecánicamente con presión o vibración, tienen capacidad para generar tensiones eléctricas. La capa piezoeléctrica 425 puede incluir múltiples capas de cerámica piezoeléctrica alternadas con electrodos. La capa piezoeléctrica 425 puede servir como otra fuente de corriente eléctrica que transfiere energía de la presión a la forma eléctrica. Una placa de TEC 305 que tiene una capa piezoeléctrica 425  
25 puede suministrar más energía eléctrica.

30 La FIG. 5 es una vista en sección transversal de una implementación alternativa de H2EX 135 que adopta la forma de una tubería con múltiples placas de TEC 500 que se extienden desde la pared de la tubería hacia el centro de la tubería. Cada placa de TEC 500 tiene una capa de TEC 505 rodeada por una capa de transferencia 510 y una capa de unión 515.

35 Con referencia nuevamente a la FIG. 1, a medida que la corriente de fuente 120 fluye a través del intercambiador de fuente 105, el P2EX 130 y el H2EX 135 pueden producir energía eléctrica (por ejemplo, tal y como se describió anteriormente), y la caja de conexiones 140 puede combinar la energía eléctrica y proporciona la energía combinada a la caja de distribución 115 a través de la línea eléctrica fuente 165. En algunas implementaciones, la caja de distribución 115 puede recibir energía eléctrica adicional de fuentes adicionales 170, que pueden incluir una o más unidades de intercambiador de fuente adicionales 105, aunque las fuentes adicionales 170 pueden incluir cualquier fuente eléctrica.

40 La caja de distribución 115 puede distribuir la energía eléctrica recibida al intercambiador de disipación 110 a través de la línea eléctrica de disipación 175. El intercambiador de disipación 110 recibe la energía eléctrica en la caja de conexiones 180, que redirige una parte apropiada de la energía eléctrica al intercambiador de energía eléctrica a presión (E2PX) 185 y al intercambiador de energía eléctrica a calor (E2HX) 190 usando la línea eléctrica de presión 182 y la línea eléctrica de calor 184, respectivamente. En algunas implementaciones, la caja de distribución 115 puede  
45 distribuir la energía eléctrica recibida a disipadores adicionales 197, que pueden incluir una o más unidades de intercambiador de disipación adicionales 110.

50 El E2PX 185 utiliza la energía eléctrica recibida de la caja de conexiones 180 para aumentar la presión de la corriente de disipación 125. El E2PX 185 puede incluir una bomba, un motor y/o turbogenerador, que pueden convertir la energía eléctrica en mecánica (por ejemplo, presión). El E2PX 185 puede ser similar en estructura al P2EX 130, aunque puede configurarse de manera diferente para convertir la energía eléctrica en presión. El E2PX 185 produce una corriente de disipación intermedia 187, que tiene una presión más alta que la corriente de entrada de disipación 125.

55 El E2HX 190 utiliza la energía eléctrica recibida de la caja de conexiones 180 para cambiar la temperatura de la corriente de disipación intermedia 187 para producir la corriente de salida de disipación 195. El cambio de temperatura puede aumentar o disminuir la temperatura de la corriente de disipación intermedia 187. El E2HX 190 puede incluir un enfriador termoeléctrico (también denominado calentador termoeléctrico, bomba de calor y similares) y puede incluir una estructura similar al H2EX 135 (por ejemplo, tal y como se describe con referencia a las FIGS. 3-5), aunque puede configurarse de manera diferente para convertir la energía eléctrica en cambio de temperatura. En algunas implementaciones, y dependiendo de la aplicación, el E2HX 190 es igual que el H2EX 135, mientras que en otras implementaciones, el E2HX 190 puede incluir placas de TEC 305 de diferentes tamaños y formas, y puede incluir un número diferente de placas de TEC 305, que pueden ser extraíble o estar fijas dentro de la unidad del E2HX 190.

65 En algunas implementaciones, el sistema PHX 100 puede incluir uno o más módulos de almacenamiento de energía 199 para almacenar y/o acceder a la energía de modo que la energía no pueda transferirse inmediatamente (por

ejemplo, el PHX 100 puede almacenar energía para su uso posterior y/o revenderla a una red de servicios públicos) o se puede requerir energía adicional para cambiar la presión o el calor de las corrientes de entrada de fuente o de entrada de disipación (120, 125) que pueden intercambiarse entre las corrientes. El módulo de almacenamiento de energía 199 puede incluir una batería u otro dispositivo de almacenamiento de energía. La caja de distribución 115 también puede conectarse a una red eléctrica para suministrar energía adicional según sea necesario.

Por lo tanto, el sistema PHX 100 toma la corriente de entrada de fuente 120 y produce la corriente de salida de fuente 160 que tiene una presión diferente (por ejemplo, más baja o más alta) y una temperatura diferente (por ejemplo, más baja o más alta) que la corriente de entrada de fuente 120 mientras que también toma la corriente de entrada de disipación 125 y produce la corriente de salida de disipación 195 que tiene una presión diferente (por ejemplo, más baja o más alta) y una temperatura diferente (por ejemplo, más baja o más alta) que la corriente de entrada de disipación 125. Se contempla que el sistema PHX 100 no se limita al intercambio de energía únicamente usando corrientes de fuente de alta presión y alta presión y corrientes de disipación de baja temperatura y baja presión, sino que puede transferir energía entre una corriente de fuente de baja temperatura y alta presión y una corriente de disipación de baja presión y alta temperatura, viceversa, o cualquier combinación de los enfoques descritos en el presente documento, de modo que se puedan transferir diferentes tipos de energía entre corrientes de acuerdo con una implementación dada.

En algunas implementaciones, la caja de distribución 115 sirve como controlador del sistema. La caja de distribución 115 puede determinar la capacidad y los parámetros de funcionamiento del sistema PHX 100 y puede provocar o provoca un cambio dentro del intercambiador de fuente 105 y/o el intercambiador de disipación 110. La caja de distribución 115 puede realizar un análisis de clasificación y determinar tasas de transferencia de calor y/o cambios de presión. Por ejemplo, la FIG. 6 es un diagrama de bloques funcional 600 que ilustra entradas y salidas a una caja de distribución 115 para controlar el sistema PHX 100. Tal y como se ilustra en la FIG. 6, las entradas incluyen caudales de corriente, temperaturas, presiones, configuraciones de intercambiador, propiedades de fluido y factores de ensuciamiento. Las salidas pueden incluir una temperatura de salida (longitud fija), longitud (servicio fijo) y cambios de presión o caídas. Las diversas determinaciones para un intercambiador de calor tipo placa (por ejemplo, para el H2EX 135 y/o el E2HX 190) se pueden caracterizar por:

$$Q = A_0 U_0 \Delta T_{LMTD} \text{ (transferencia de calor)}$$

$$Q = m C_p \Delta T \text{ (carga de calor)}$$

$$LMTD = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \left( \frac{T_1 - t_2}{T_2 - t_1} \right)} \text{ (Diferencia de temperatura media logarítmica)}$$

$$Re = \frac{d_v \rho V}{\mu}$$

$$d_h = \frac{4A_c}{P_w}$$

$$j = \left( \frac{h}{C_p \rho V} \right) \left( \frac{C_p \mu}{k} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ (Factor de Colburn para comparación)}$$

$$f = \frac{2\Delta p d_h}{4\rho V^2 L} \text{ (factor de fricción)}$$

$$C_p = \left( \frac{kJ}{Kg * C} \right)$$

$$d_h = \text{diámetro hid. (mm)}$$

$$\Delta p = \text{caída de presión (Pa)}$$

$$\mu = \text{viscosidad dinámica (Pa * s)}$$

$$\rho = \text{densidad} \left( \frac{kg}{m^3} \right)$$

$$h = \text{coeficiente} \left( \frac{w}{m^2 * C} \right)$$

$$k = \text{conductividad} \left( \frac{w}{m * C} \right)$$

## ES 2 779 849 T3

$$V = \text{velocidad} \left( \frac{m}{s} \right)$$

$P_w = \text{parámetro humedecido} (m)$

5  $A_c = \text{Área de sección transversal} (m^2)$

$U = \text{coeficiente global de transferencia de calor}$

10 La caja de distribución 115 puede incluir uno o más módulos inteligentes, como el aprendizaje automático o los algoritmos de inteligencia artificial que incluyen, entre otros, máquinas de vectores de soporte, redes neuronales, algoritmos bayesianos de toma de decisiones, motores de reglas, y similares. Los módulos inteligentes pueden ajustar los componentes del sistema PHX 100, tal como la velocidad de flujo de la corriente de entrada de fuente 120 y la corriente de entrada de disipación 125, así como cuánta energía intercambiar entre las corrientes. En algunas implementaciones, los módulos inteligentes pueden determinar si almacenar o acceder a la energía desde el módulo de almacenamiento de energía 199. Los módulos inteligentes pueden recibir datos de uno o más sensores que caracterizan las condiciones relacionadas con el entorno del sistema PHX 100, por ejemplo, el entorno industrial, y hacer los ajustes apropiados al sistema PHX 100.

20 La caja de distribución 115 también puede servir para determinar el punto de pellizco del sistema. Por ejemplo, el análisis de pellizco es una metodología para minimizar el consumo de energía de los procesos químicos mediante el cálculo de objetivos de energía termodinámicamente factibles (o consumo mínimo de energía) y su consecución mediante la optimización de los sistemas de recuperación de calor, métodos de suministro de energía y condiciones de operación del proceso. Un conjunto de corrientes se puede representar en función de la carga de calor frente a la temperatura. Estos datos se pueden combinar para todas las corrientes en una instalación o central dada para caracterizar todas las corrientes de alta temperatura y todas las corrientes de baja temperatura. El punto de aproximación más cercano es el punto de pellizco con una temperatura de pellizco de corriente caliente y una temperatura de pellizco de corriente fría.

30 La caja de distribución 115 también puede controlarse de forma remota, por ejemplo, utilizando una red de datos, como en el caso en que otro módulo de control realiza el análisis de pellizco.

35 Tal y como se utiliza en el presente documento, la corriente de "alta presión" y "baja presión" implica que la presión de la corriente de alta presión es mayor que la corriente de baja presión, aunque la materia objeto actual puede no estar limitada por valores relativos, en su lugar, "alta presión" puede considerarse como una corriente que tendrá una reducción en la energía de presión (por ejemplo, libera energía de presión) y "baja presión" puede considerarse como una corriente que tendrá un aumento en la energía de presión (por ejemplo, que requiere energía de presión). La materia objeto actual no se limita a valores de presión específicos, a no ser que se indique lo contrario. Además, "alta temperatura" y "baja temperatura" implica que la corriente de alta temperatura tiene una temperatura que es mayor que la corriente de baja temperatura, aunque la materia objeto actual puede no estar limitada por valores relativos, en cambio, "alta temperatura" puede considerarse como una corriente que tendrá una reducción en la energía térmica (por ejemplo, libera calor) y "baja temperatura" se puede considerar como una corriente que tendrá un aumento en la energía térmica (por ejemplo, requiere calor). La materia objeto actual no se limita a valores de temperatura específicos, a no ser que se indique lo contrario.

45 En algunas implementaciones, el PHX 100 se puede operar de manera continua de modo que la energía se transfiera de manera continua o el PHX 100 se puede operar de manera discreta de modo que la energía se transfiera solo durante periodos discretos.

50 En algunas implementaciones, el PHX 100 no transfiere energía directamente entre corrientes, por ejemplo, una transferencia de temperatura a temperatura o una transferencia de presión a presión, sin convertirse en energía eléctrica como una forma intermedia de energía.

55 Algunas implementaciones de la materia objeto actual incluyen un simulador para calcular las tasas de transferencia de calor en consonancia con las expresiones anteriores. La transferencia se da por el sistema PHX 100 para su uso en la configuración de una instalación con un sistema PHX 100. En algunas implementaciones, el simulador puede configurarse para implementarse en un sistema 700, tal y como se muestra en la FIG. 7. El sistema 700 puede incluir uno o más de entre un procesador 710, una memoria 720, un dispositivo de almacenamiento 730 y un dispositivo de entrada/salida 740. Cada uno de los componentes 710, 720, 730 y 740 puede interconectarse utilizando un bus de sistema 750. El procesador 710 se puede configurar para procesar instrucciones de ejecución dentro del sistema 700.

60 En algunas implementaciones, el procesador 710 puede ser un procesador de subproceso único. En implementaciones alternativas, el procesador 710 puede ser un procesador multiproceso. El procesador 710 puede configurarse adicionalmente para procesar instrucciones almacenadas en la memoria 720 o en el dispositivo de almacenamiento 730, incluyendo recibir o enviar información a través del dispositivo de entrada/salida 740. La memoria 720 puede almacenar información dentro del sistema 700. En algunas implementaciones, la memoria 720 puede ser un medio legible por ordenador. En implementaciones alternativas, la memoria 720 puede ser una unidad de memoria volátil.



En algunas otras implementaciones, la memoria 720 puede ser una unidad de memoria no volátil. El dispositivo de almacenamiento 730 puede ser capaz de proporcionar almacenamiento masivo para el sistema 700. En algunas implementaciones, el dispositivo de almacenamiento 730 puede ser un medio legible por ordenador. En implementaciones alternativas, el dispositivo de almacenamiento 730 puede ser un dispositivo de disquete, un dispositivo de disco duro, un dispositivo de disco óptico, un dispositivo de cinta, una memoria de estado sólido no volátil, o cualquier otro tipo de dispositivo de almacenamiento. El dispositivo de entrada/salida 740 se puede configurar para proporcionar operaciones de entrada/salida para el sistema 700. En algunas implementaciones, el dispositivo de entrada/salida 740 puede incluir un teclado y/o dispositivo señalador. En implementaciones alternativas, el dispositivo de entrada/salida 740 puede incluir una unidad de visualización para visualizar interfaces gráficas de usuario.

Aunque se han descrito algunas variaciones en detalle anteriormente, son posibles otras modificaciones o adiciones. Por ejemplo, tamaños de placa de TEC (altura, anchura, longitud de sus diversas capas), geometrías, tipos (por ejemplo, placa paralela, carcasa en tubo, y similares), y las configuraciones pueden variar. Los sistemas PHX 100 se pueden usar en una variedad de procesos industriales para reciclar energía.

Ejemplo de intercambiador de presión

La divulgación actual también describe un intercambiador para transferir o intercambiar energía de una corriente de fluido a presión a otra corriente de fluido a presión más baja, o a electricidad, o a ambas. El intercambiador descrito puede ser compacto, económico, y se puede aplicar para reciclar energía en muchas aplicaciones que involucran corrientes de fluido a presión.

La FIG. 8 es una vista en sección transversal de un ejemplo de intercambiador 800. El intercambiador 800 incluye el canal de alta presión 805 y el canal adyacente de baja presión 810, cada uno de los cuales puede incluir tuberías formadas a partir de un material adecuado, tal como el acero de grado industrial. El canal de alta presión 805 incluye la entrada 807 y la salida 809. El canal de baja presión 810 incluye la entrada 802 y la salida 814.

El intercambiador 800 incluye la turbina de transferencia 815 que tiene un árbol 820 o un conjunto de rotor que conecta la primera porción 825 y la segunda porción 830. La FIG. 9 es una vista en perspectiva de un ejemplo de implementación de la turbina de transferencia 815. La primera porción 825 incluye palas 835, tales como una hélice o un cucharón, conectadas al árbol 820 y que residen dentro del canal de alta presión 805. La segunda porción 830 incluye palas 840, tales como una hélice o un cucharón, conectadas al árbol 820 y que residen dentro del canal de baja presión 810. Un sello 845 puede residir entre el canal de alta presión 805 y el canal de baja presión 810 aislando el canal de alta presión 805 y el canal de baja presión 810 para evitar la mezcla de fluido en el canal de alta presión 805 y fluido en el canal de baja presión 810. La turbina de transferencia 815 puede configurarse para flujo radial o flujo axial. Los fluidos que fluyen a través del intercambiador 800 pueden incluir líquido, gas y/o una suspensión o mezcla de líquido, gas y/o sólidos. La turbina de transferencia 815 puede ser impulsiva o mixta.

El intercambiador 800 también puede incluir un estátor de generador eléctrico 850 formado en paredes entre el canal de alta presión 805 y el canal de baja presión 810. Se puede incluir un rotor 855 de generador eléctrico correspondiente en el árbol 820 de la turbina de transferencia 815.

En operación, una corriente de fluido a alta presión puede fluir a través del canal de alta presión 805, que imparte una fuerza sobre las palas 835 de la primera porción 825, girando las palas 835. Esto, a su vez, hace que el árbol 820 gire, lo que hace que las palas 840 de la segunda porción 830 giren sincronizadas con la rotación de la primera porción 825. La segunda porción 830 puede girar para aumentar una presión de un fluido a baja presión que fluye a través del canal 810 de baja presión. Por lo tanto, la energía mecánica en forma de presión de una corriente de fluido a alta presión que fluye a través del canal de alta presión 805 se puede transferir a una corriente de fluido a baja presión que fluye a través del canal de baja presión 810.

Además del intercambio de presión a presión, el intercambiador 800 puede transferir energía mecánica en forma de presión a energía eléctrica en un intercambio de presión a energía eléctrica. La corriente de fluido a alta presión puede fluir a través del canal 805 de alta presión, que imparte fuerza sobre las palas 835 y hace que el árbol 820 gire. El rotor del generador eléctrico 855 gira con el árbol 820 y, en combinación con el estátor de generador eléctrico 850, puede generar energía eléctrica.

En algunas implementaciones, el estátor de generador eléctrico 850 puede ser accionado por una entrada eléctrica como un motor, lo que hace que el árbol 820 y la primera porción asociada 825 y la segunda porción 830 giren. Por lo tanto, el intercambiador descrito puede servir como bomba en algunas aplicaciones.

La FIG. 10 es un ejemplo de implementación de un intercambiador 1000 que transfiere energía de una corriente a muchas corrientes. El intercambiador 1000 incluye un canal de alta presión 805, un canal de baja presión 810 y un segundo canal de baja presión 1005. El segundo canal de baja presión incluye una entrada 1007 y una salida 1009. Un segundo sello 1010 puede residir entre el primer canal de baja presión 810 y el segundo canal de baja presión 1005 que aísla el canal de baja presión 810 y el segundo canal de baja presión 1005 para evitar la mezcla de fluido en el canal de baja presión 810 y fluido en el segundo canal de baja presión 1005.

El árbol 820 puede extenderse dentro del segundo canal de baja presión 1005 a través del segundo sello 1010 y puede incluir una tercera porción 1015 con palas 1020. La rotación de cualquiera de las porciones (por ejemplo, la primera porción 825, la segunda porción 830 y la tercera porción 1015) dan como resultado la rotación del árbol 820, que sincroniza la rotación de todas las porciones (por ejemplo, la primera porción 825, la segunda porción 830, y la tercera porción 1015) y sus palas correspondientes.

En operación, la fuerza ejercida sobre las palas 835 de la primera porción 825 de la turbina de transferencia 815 por una corriente de alta presión que entra en la entrada del primer canal 807 y que sale de la salida del primer canal 809 provoca la rotación de las palas 840 de la segunda porción 830 de la turbina de transferencia 815, que transfiere la presión de la corriente de alta presión a una primera corriente de baja presión que entra en la entrada del segundo canal 812 y sale de la salida del segundo canal 814. La presión también se transfiere desde la corriente de alta presión a una segunda corriente de baja presión que entra en la entrada del tercer canal 1007 y sale de la salida del tercer canal 1009. En algunas implementaciones, el intercambiador descrito también puede incluir un intercambio de muchos a muchos (por ejemplo, múltiples canales de alta presión y múltiples canales de baja presión) y un intercambio de muchos a uno (por ejemplo, múltiples canales de alta presión y un canal de baja presión).

Un ejemplo de aplicación para un intercambiador 800 puede incluir una central de procesamiento de desalinización que utiliza ósmosis inversa. La ósmosis inversa se realiza usando presiones de fluido muy altas. La FIG. 11 es un diagrama de bloques de sistema que ilustra una implementación conocida de una central de procesamiento de desalinización 1100. Una corriente de entrada 1105, generalmente agua de mar, se lleva a la central y se alimenta a una primera bomba 1110, que aumenta la presión de la corriente de entrada 1105 para crear una corriente de presión intermedia 1115 (ilustrada en la FIG. 11 como teniendo una presión de 2 unidades). La corriente de presión intermedia 1115 se divide, una parte de la cual se alimenta a una segunda bomba 1120 y una parte se alimenta al intercambiador de presión 1125. La segunda bomba 1120 crea una corriente de alta presión 1145 (ilustrada como que tiene una presión de 10 unidades) para la entrada en la central de ósmosis inversa 1130, que desaliniza la corriente de alta presión creando la corriente de salida 1135 de agua potable y la corriente residual 1140 que tiene altas concentraciones de sal. La corriente residual 1140 todavía está a una presión relativamente alta (ilustrada como teniendo una presión de 8 unidades) y se alimenta al intercambiador de presión 1125, que transfiere la presión de la corriente residual 1140 a la corriente de presión intermedia 1115 para crear una segunda corriente de presión intermedia 1150 (ilustrada como teniendo una presión de 8 unidades) reciclando así la presión de la corriente residual 1140.

Una tercera bomba 1155 aumenta la presión de la segunda corriente intermedia 1150 y envía la corriente a la corriente de alta presión 1145. Pero para tener un rendimiento suficiente, el sistema de desalinización de la FIG. 11 requiere muchos intercambiadores de presión 1125 que funcionan en paralelo, que a su vez requiere tuberías dedicadas, lo que aumenta los costes y reduce la eficiencia porque cuanto mayor sea la longitud de tubería utilizada por un sistema, mayor será la energía requerida por las bombas del sistema para presurizar adecuadamente el sistema.

La FIG. 12 es un diagrama de bloques de sistema que ilustra un ejemplo de implementación de un sistema de desalinización 1200 que usa un intercambiador 800, por ejemplo, tal y como se describe en la FIG. 8. El sistema de desalinización 1200 puede requerir menos bombas, tuberías e intercambiadores que el sistema ilustrado en la FIG. 11 y, por lo tanto, es más eficiente y rentable. Adicionalmente, la corriente de entrada 1205 de agua que tiene un alto contenido de sal, como el agua de mar, entra en paralelo a una bomba 1210 y al intercambiador 800. Específicamente, la corriente de entrada 1205 alimenta a la entrada 812 del canal de baja presión 810.

La bomba 1210 emite una corriente de alta presión 1215, que alimenta a la central de ósmosis inversa 1220, que desaliniza la corriente de alta presión creando la corriente de salida 1225 de agua potable y la corriente residual 1230 que tiene altas concentraciones de sal. La corriente residual 1230 todavía está a una presión relativamente alta y se alimenta al intercambiador 800. Específicamente, la corriente residual 1230 alimenta a la entrada 807 del canal de alta presión 805. La corriente residual 1230 provoca la rotación de la turbina de transferencia 815, que transfiere la presión de la corriente residual 1230 a la corriente de entrada 1205 para crear la corriente de alta presión 1215. La corriente de alta presión 1215 se alimenta fuera de la salida 814 del canal de baja presión 810 y se combina con la salida de la bomba 1210 reciclando así la presión de la corriente residual 1230. La corriente residual 1230 se alimenta fuera de la salida 809 del canal de alta presión 805 y puede desecharse.

La FIG. 13 es un diagrama de bloques de sistema que ilustra otro ejemplo de configuración de la central de procesamiento de desalinización 1300 en la que el intercambiador 800 se usa para reciclar energía en forma eléctrica para su reutilización en la central 1300. La central de procesamiento de desalinización 1300 puede requerir menos bombas, tuberías e intercambiadores que el sistema ilustrado en la FIG. 11 y, por lo tanto, es más eficiente y rentable.

La corriente de entrada 1305 de agua con alto contenido de sal, como el agua de mar, entra a una bomba 1310. La bomba 1310 emite una corriente de alta presión 1315, que alimenta a la central de ósmosis inversa 1320, que desaliniza la corriente de alta presión creando la corriente de salida 1325 de agua potable y la corriente residual 1330 que tiene altas concentraciones de sal. La corriente residual 1330 todavía está a una presión relativamente alta y se alimenta al intercambiador 800. Específicamente, la corriente residual 1330 alimenta a la entrada 807 del canal de alta

presión 805. La corriente residual 1230 provoca la rotación de la turbina de transferencia 815, lo que hace que el rotor del generador eléctrico 855 gire.

El intercambiador 800 puede generar energía eléctrica o potencia a través de la interacción del rotor del generador eléctrico giratorio 855 y el estátor 850. El intercambiador 800 puede producir energía eléctrica, 1335, que puede alimentar a la bomba 1310 para hacer funcionar la bomba 1310 reciclando así la energía de la corriente residual de alta presión 1330. En algunas implementaciones, la energía 1335 puede usarse para otros fines, tales como retroalimentar a una red pública para consumo remoto. La corriente residual 1330 se alimenta fuera de la salida 809 del canal de alta presión 805 y puede desecharse.

El intercambiador descrito se puede usar en muchas aplicaciones diferentes en parte porque algunas implementaciones del intercambiador 800 pueden ser compactas y económicas. Por lo tanto, algunas aplicaciones anteriormente demasiado caras para ser prácticas son posibles con el intercambiador descrito. Por ejemplo, la FIG. 14 es un diagrama de bloques de sistema que ilustra un intercambiador 800 que funciona para reciclar energía en un edificio de oficinas 1400. El edificio de oficinas 1400 puede tener decenas de metros de altura (si no más). Para proporcionar agua a instalaciones como baños y cocinas, una bomba 1410 debe bombear una corriente de entrada 1405 a un piso dado para consumo. Algunos edificios de oficinas tienen depósitos 1415 cerca de la parte superior del edificio 1400 que suministran agua a todo el edificio. La energía de la corriente de aguas residuales 1420 que sale del edificio de oficinas 1400 puede reciclarse utilizando un intercambiador 800. Específicamente, la corriente de entrada 1405 puede alimentar al canal de baja presión 810 y la corriente de aguas residuales 1420 puede alimentar al canal de alta presión 805. La corriente de aguas residuales 1420 puede provocar la rotación de la turbina de transferencia, que puede transferir presión desde la corriente de aguas residuales 1420 a la corriente de entrada 1405. Dicha configuración puede ahorrar energía y recuperar parte de la energía requerida para bombear agua a la parte superior de un edificio.

La materia objeto descrita en el presente documento proporciona muchas ventajas técnicas. Por ejemplo, la energía se puede recuperar y reciclar en muchos procesos y entornos. El intercambiador se puede construir de manera simple, evitando sistemas mecánicos complejos que requieren mantenimiento y soporte constantes. El intercambio de uno a uno o el intercambio de uno a muchos pueden ser posibles, permitiendo la recuperación de energía tanto en presión como en forma eléctrica. La materia objeto actual puede evitar la mezcla entre corrientes de alta y baja presión, eliminando la contaminación entre las corrientes de entrada y residual. Asimismo, reciclando energía, se reducen los costes de energía.

Uno o más aspectos o características de la materia objeto descrita en el presente documento pueden realizarse en circuitos electrónicos digitales, circuitería integrada, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) especialmente diseñados, hardware de ordenador de matrices de puertas programables de campo (FPGA), firmware, software y/o combinaciones de los mismos. Estos diversos aspectos o características pueden incluir la implementación en uno o más programas informáticos que son ejecutables y/o interpretables en un sistema programable que incluye al menos un procesador programable, que puede ser especial o de uso general, acoplado para recibir datos e instrucciones de, y para transmitir datos e instrucciones a, un sistema de almacenamiento, al menos un dispositivo de entrada y al menos un dispositivo de salida. El sistema programable o el sistema informático pueden incluir clientes y servidores. Un cliente y un servidor generalmente están alejados entre sí y generalmente interactúan a través de una red de comunicación. La relación del cliente y el servidor surge en virtud de los programas informáticos que se ejecutan en los ordenadores respectivos y que tienen una relación cliente-servidor entre sí.

Estos programas informáticos, que también se pueden denominar programas, software, aplicaciones de software, aplicaciones, componentes o código, incluye instrucciones de máquina para un procesador programable y puede implementarse en un lenguaje de procedimiento de alto nivel, un lenguaje de programación orientado a objetos, un lenguaje de programación funcional, un lenguaje de programación lógico y/o en lenguaje ensamblador/de máquina. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término "medio legible por máquina" se refiere a cualquier producto de programa informático, aparato y/o dispositivo, como por ejemplo discos magnéticos, discos ópticos, memoria y dispositivos lógicos programables (PLD), utilizados para proporcionar instrucciones y/o datos de la máquina a un procesador programable, incluyendo un medio legible por máquina que recibe instrucciones de máquina como una señal legible por máquina. El término "señal legible por máquina" se refiere a cualquier señal utilizada para proporcionar instrucciones y/o datos de máquina a un procesador programable. El medio legible por máquina puede almacenar tales instrucciones de máquina de forma no transitoria, como, por ejemplo, una memoria de estado sólido no transitoria o un disco duro magnético o cualquier medio de almacenamiento equivalente. El medio legible por máquina puede almacenar de forma alternativa o adicional dichas instrucciones de máquina de manera transitoria, como, por ejemplo, un caché de procesador u otra memoria de acceso aleatorio asociada con uno o más núcleos de procesador físico.

En las descripciones anteriores y en las reivindicaciones, pueden aparecer frases como "al menos uno de" o "uno o más de entre" seguidas de una lista copulativa de elementos o características. El término "y/o" también puede aparecer en una lista de dos o más elementos o características. A menos que se contradiga implícita o explícitamente por el contexto en el que se utiliza, dicha frase pretende significar cualquiera de los elementos o características enumerados individualmente o cualquiera de los elementos o características recitados en combinación con cualquiera de los otros

5 elementos o características citados. Por ejemplo, las frases "al menos uno de A y B"; "uno o más de A y B"; y "A y/o B" están destinadas a significar "A solo, B solo, o A y B juntas". Una interpretación similar también está destinada a listas que incluyen tres o más elementos. Por ejemplo, las frases "al menos uno de A, B y C"; "uno o más de A, B y C" y "A, B y/o C" están destinadas a significar "A solo, B solo, C solo, A y B juntas, A y C juntas, B y C juntas o A y B y C juntas". Además, el uso del término "en función de" anteriormente y en las reivindicaciones pretende significar, "en función al menos en parte de", de modo que una característica o elemento no citado también sea permisible.

10 Las implementaciones establecidas en la descripción anterior no representan todas las implementaciones en consonancia con la materia objeto tal y como se define en las reivindicaciones adjuntas. En su lugar, son simplemente algunos ejemplos en consonancia con el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Aunque se han descrito algunas variaciones en detalle anteriormente, son posibles otras modificaciones o adiciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. En particular, se pueden proporcionar características y/o variaciones adicionales además de las establecidas en el presente documento. Por ejemplo, las implementaciones descritas anteriormente se pueden dirigir a varias combinaciones y subcombinaciones de las características descritas y/o combinaciones y subcombinaciones de varias características adicionales descritas anteriormente. Además, los flujos lógicos representados en las figuras adjuntas y/o descritos en el presente documento no requieren necesariamente el orden particular que se muestra o el orden secuencial, para lograr resultados deseables. Otras implementaciones pueden estar dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (100) para intercambiar presión y calor de una corriente de fuente (120) a una corriente de disipación (125), estando caracterizado el sistema (100) por comprender:
- 5 un intercambiador de fuente (105) que comprende:
- un primer intercambiador de presión (130) que convierte la presión de la corriente de fuente (120) en energía eléctrica; y
- 10 un primer intercambiador de calor (135) que convierte la temperatura de la corriente de fuente (120) a través de un primer diferencial de temperatura en energía eléctrica;
- un intercambiador de disipación (110) que comprende:
- 15 un segundo intercambiador de presión (185) que utiliza energía eléctrica recibida del intercambiador de fuente (105) para cambiar una presión de la corriente de disipación (125); y
- un segundo intercambiador de calor (190) que usa energía eléctrica recibida del intercambiador de fuente (105) para cambiar una temperatura de la corriente de disipación (125).
- 20 2. El sistema (100) según la reivindicación 1, comprendiendo además el intercambiador de fuente (105): una caja de conexiones de fuente (140) que combina la energía eléctrica recibida del primer intercambiador de presión (130) con la energía eléctrica recibida del primer intercambiador de calor (135); y/o comprendiendo además el intercambiador de disipación (110): una caja de conexiones de disipación (180) que distribuye una parte de energía eléctrica al segundo intercambiador de presión (185) y distribuye otra parte de energía eléctrica al segundo intercambiador de calor (190).
- 25 3. El sistema (100) según la reivindicación 1 o 2, comprendiendo el primer intercambiador de calor (135) y/o el segundo intercambiador de calor (190) una pluralidad de placas termoeléctricas (305; 500).
- 30 4. El sistema (100) según la reivindicación 3, en donde
- a) cada placa termoeléctrica (305; 500) comprende:
- una capa termoeléctrica (405; 505);
- 35 capas de junta (410) adyacentes al menos a dos lados de la capa termoeléctrica (405; 505);
- capas de transferencia de calor (415; 510) adyacentes a las capas de junta (410) de modo que las capas de junta (410) separen las capas de transferencia de calor (415; 510) de la capa termoeléctrica (405); y
- una o más capas de unión (420; 515) en contacto con la capa termoeléctrica (405; 505), más preferentemente en donde cada placa termoeléctrica (305; 505) comprende además una capa piezoeléctrica (425) rodeada al
- 40 menos en parte por la capa termoeléctrica (405; 505) y/o en donde la capa termoeléctrica (405; 505) y la una o más capas de unión (420; 515) están formadas por un material de tipo n y/o tipo p;
- b) la pluralidad de placas termoeléctricas (305) está dispuesta en una configuración de caja; o
- 45 c) la pluralidad de placas termoeléctricas (505) está dispuesta dentro de una tubería y a lo largo de un eje de flujo axial de la tubería.
5. El sistema (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el intercambiador de fuente (105) y el intercambiador de disipación (110) son no proximales.
- 50 6. El sistema (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un módulo de almacenamiento de energía (199).

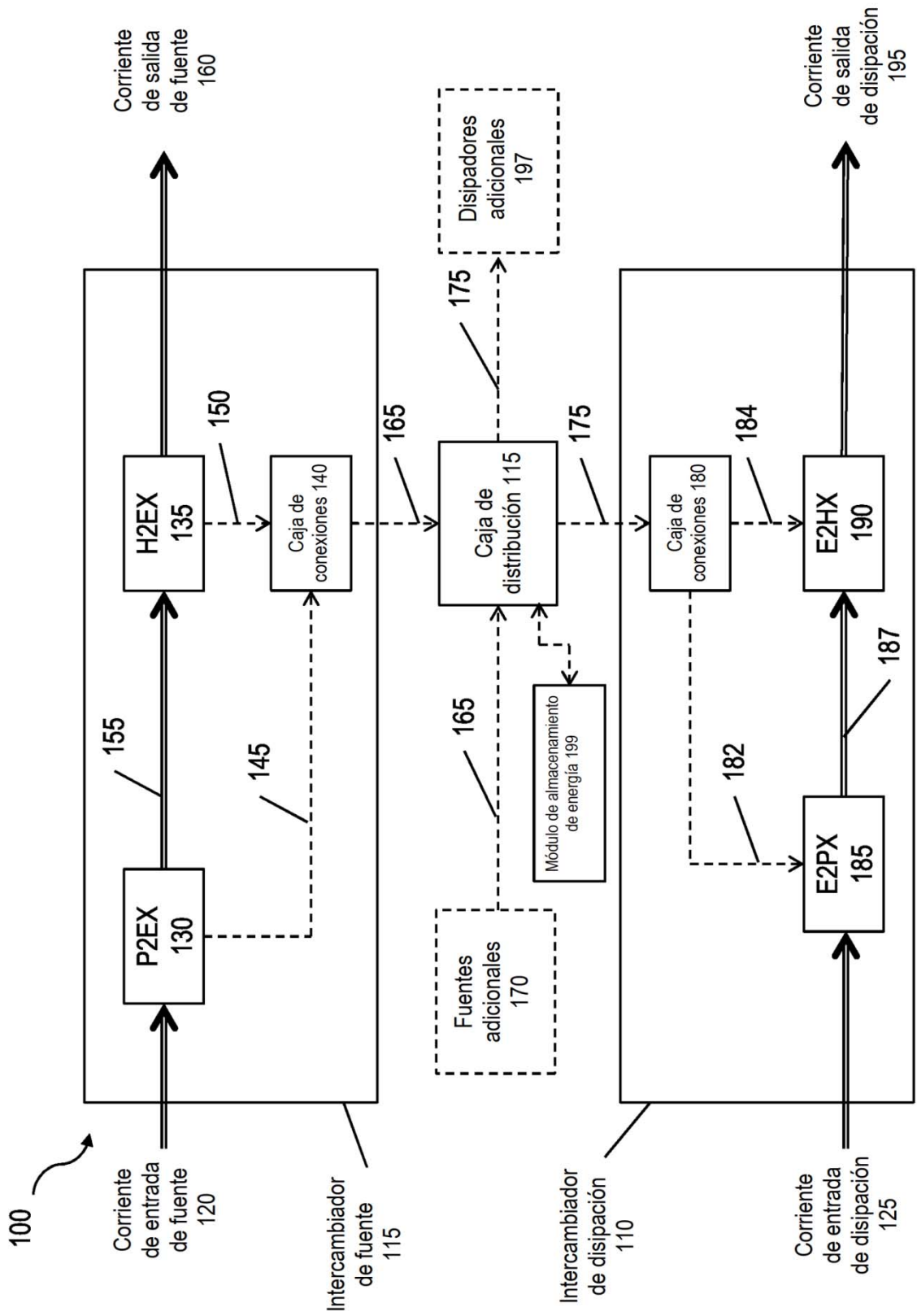
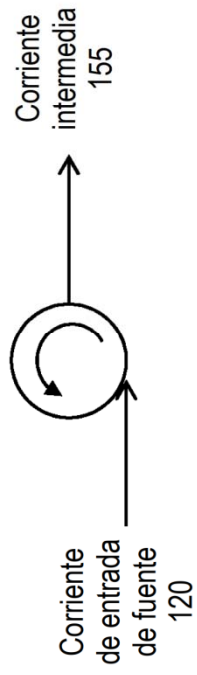
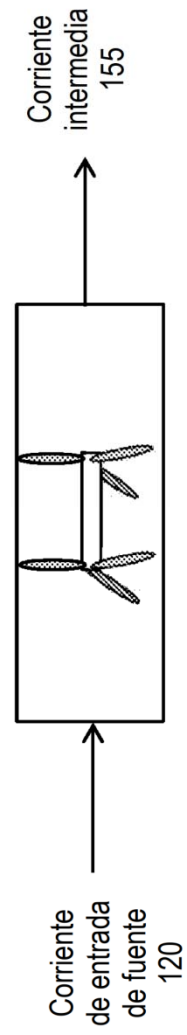


FIG. 1

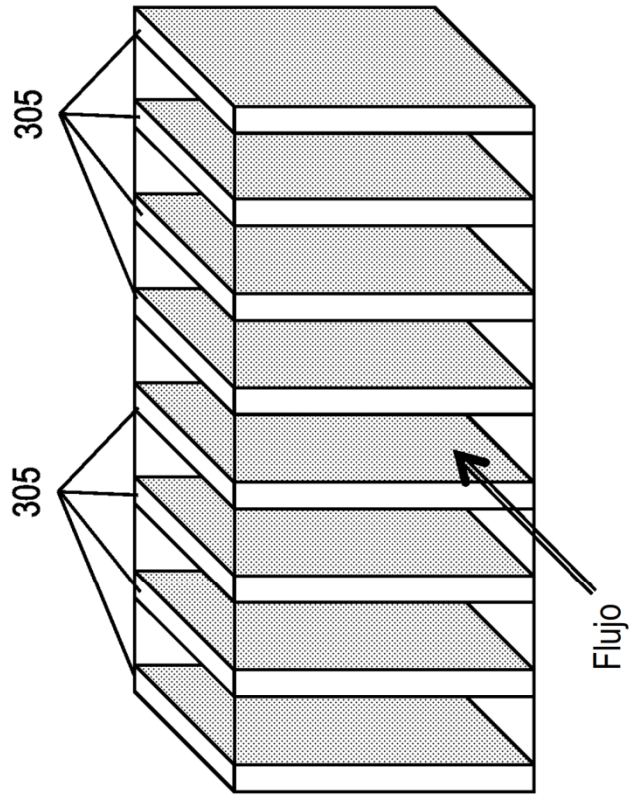


**FIG. 2A**



**FIG. 2B**

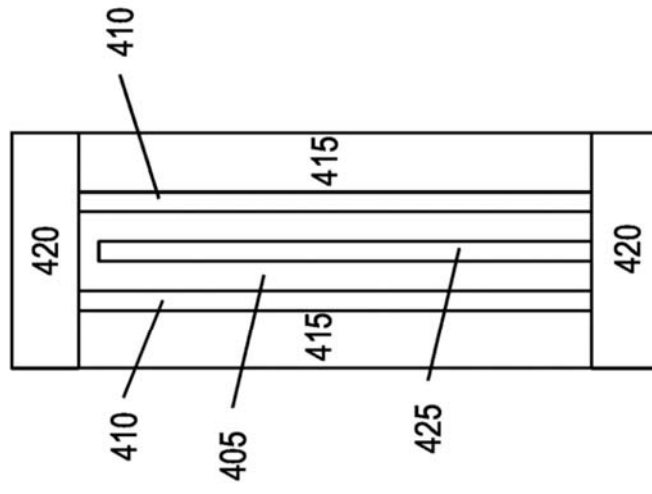
135



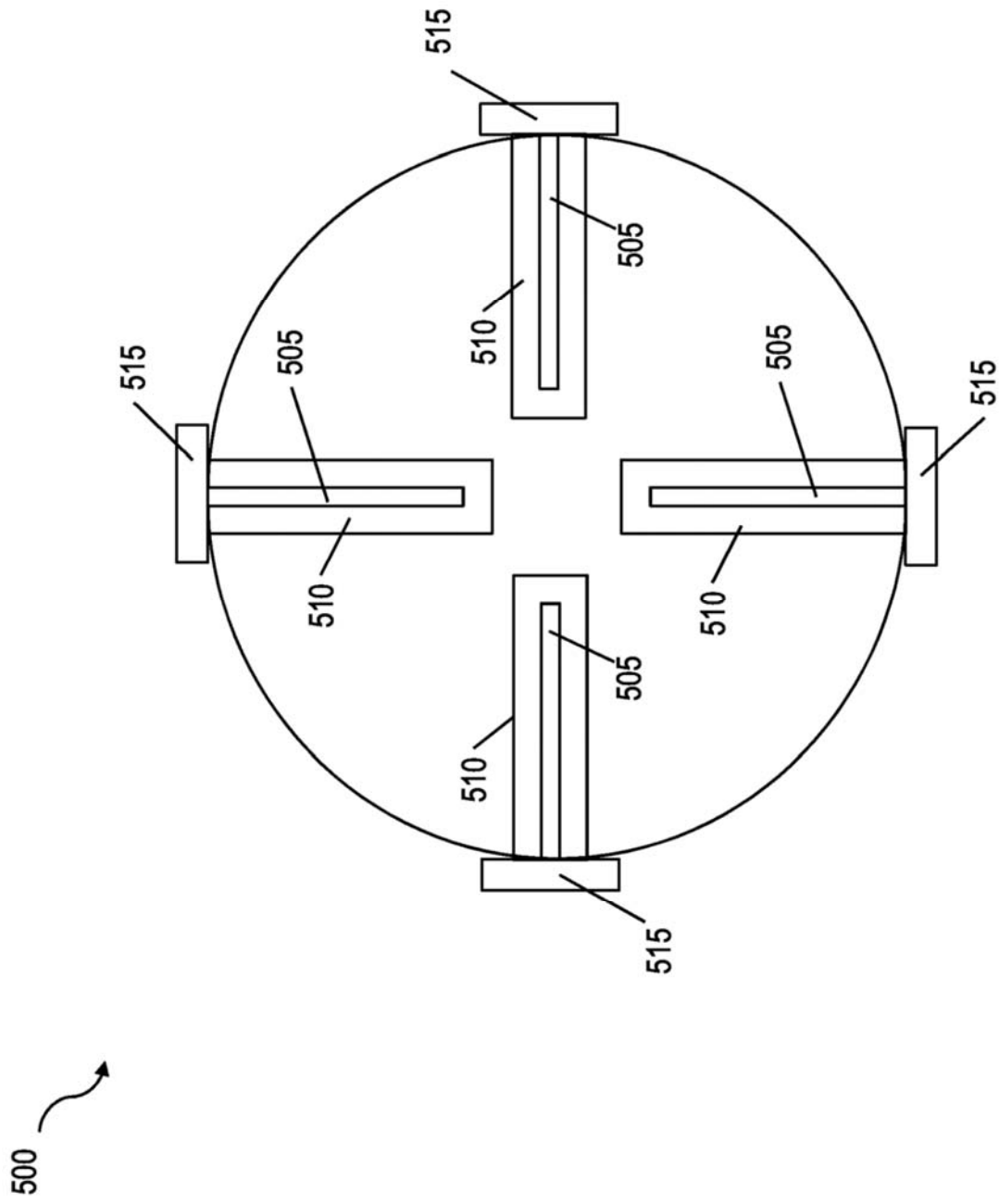
**FIG. 3**




305 

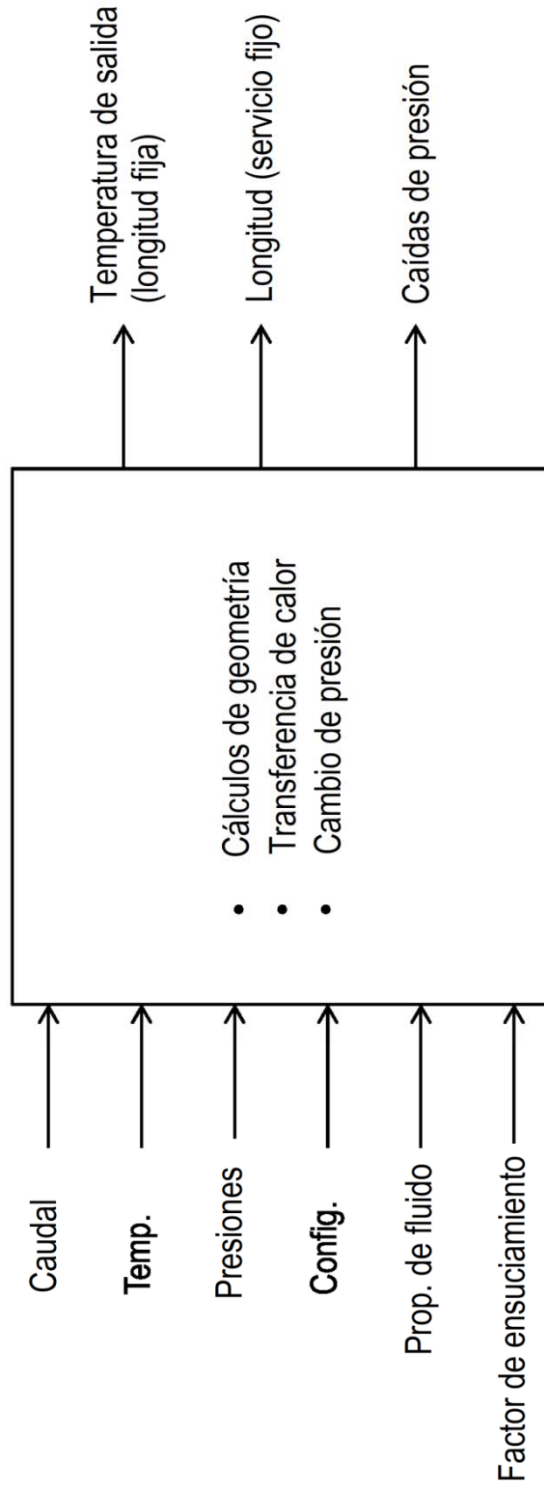


**FIG. 4**

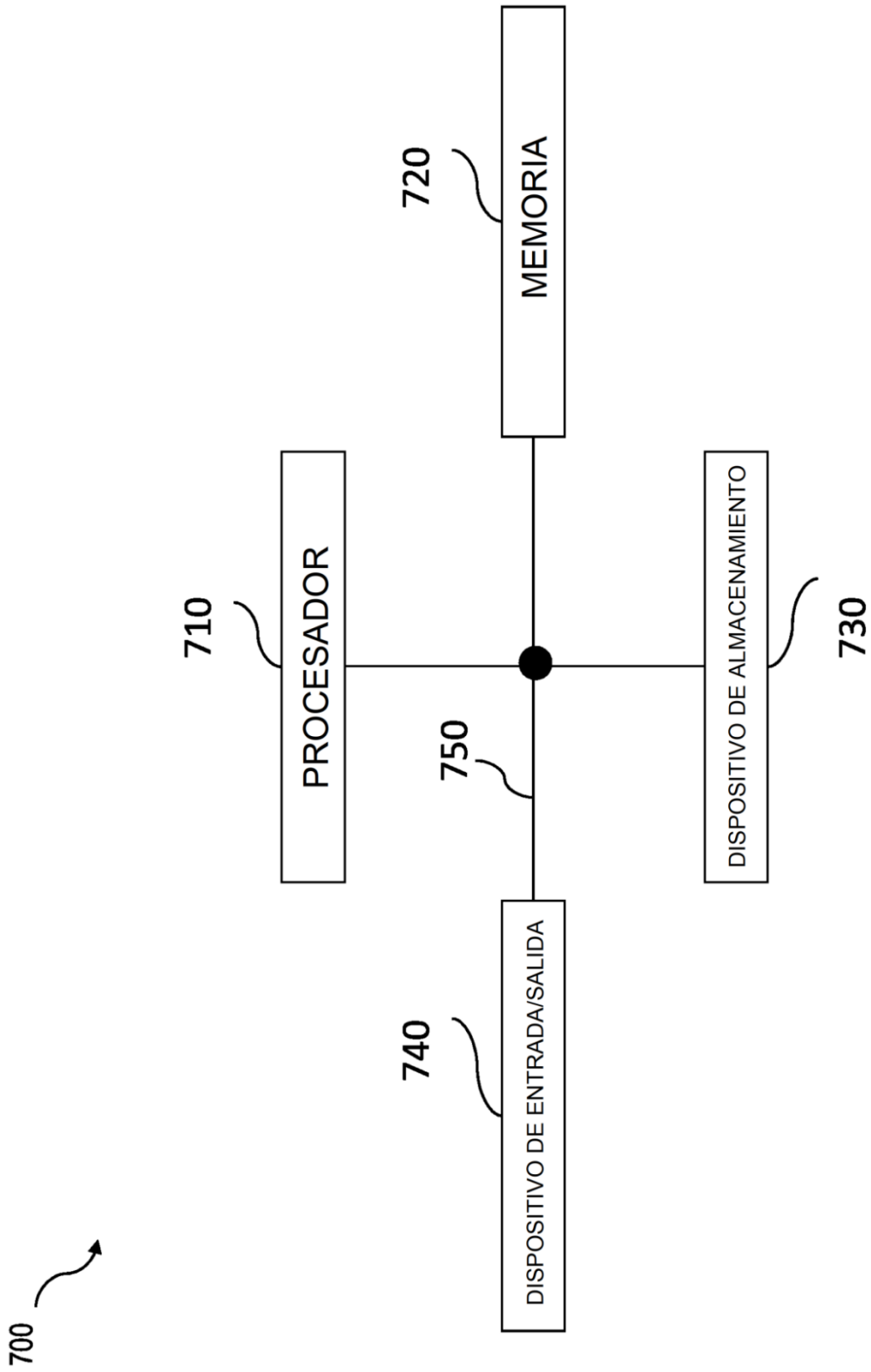


**FIG. 5**

600 



**FIG. 6**



**FIG. 7**

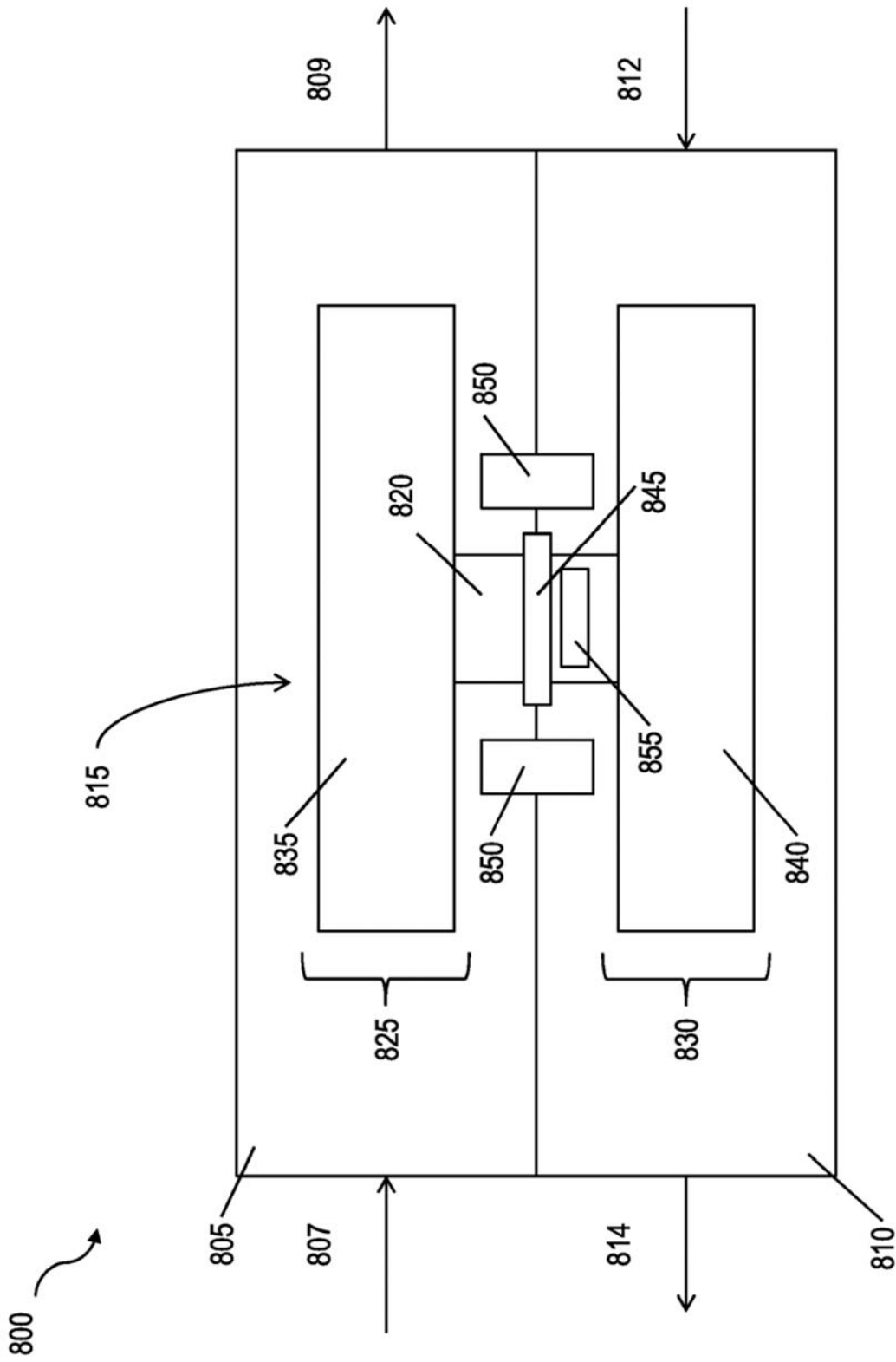
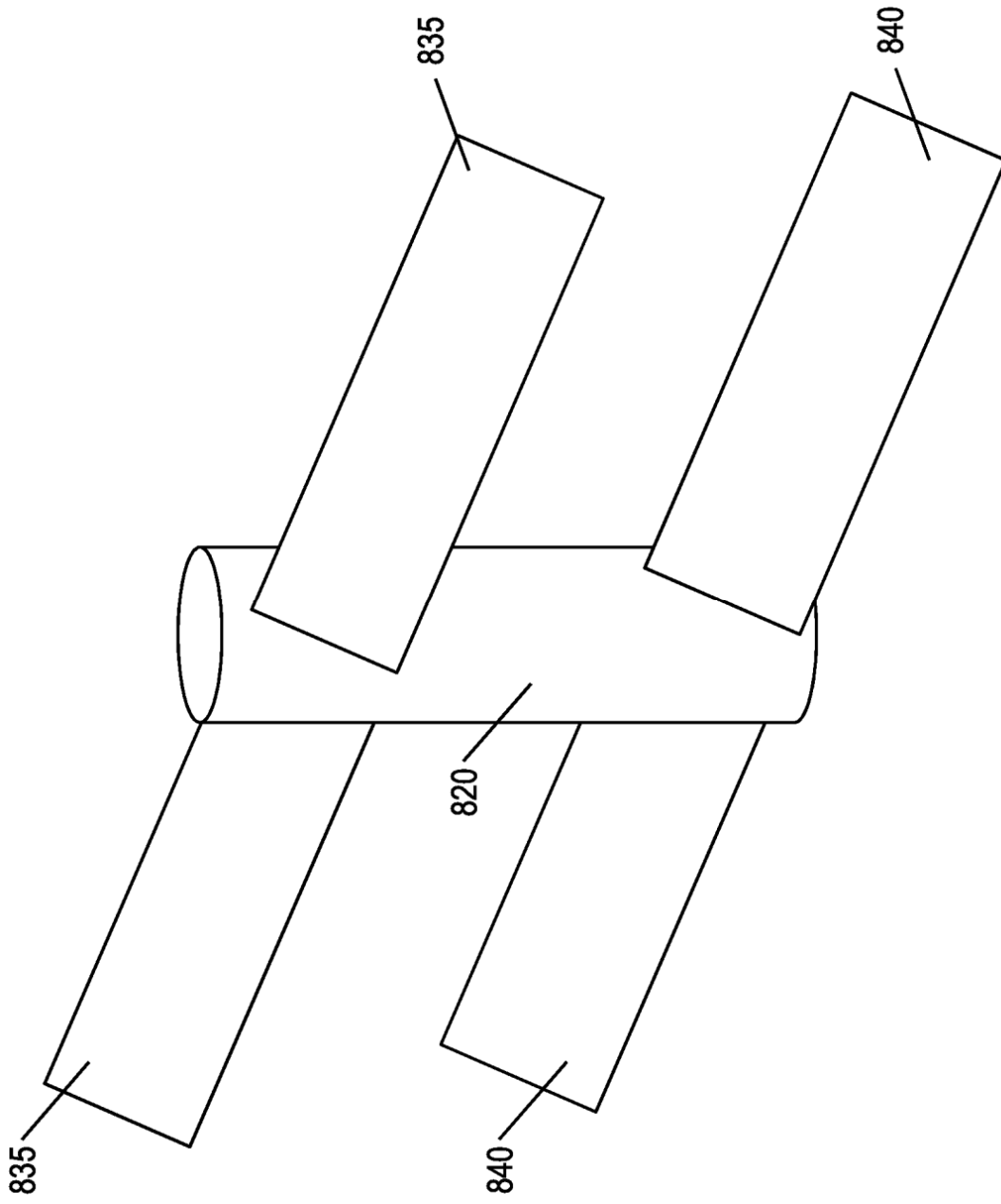
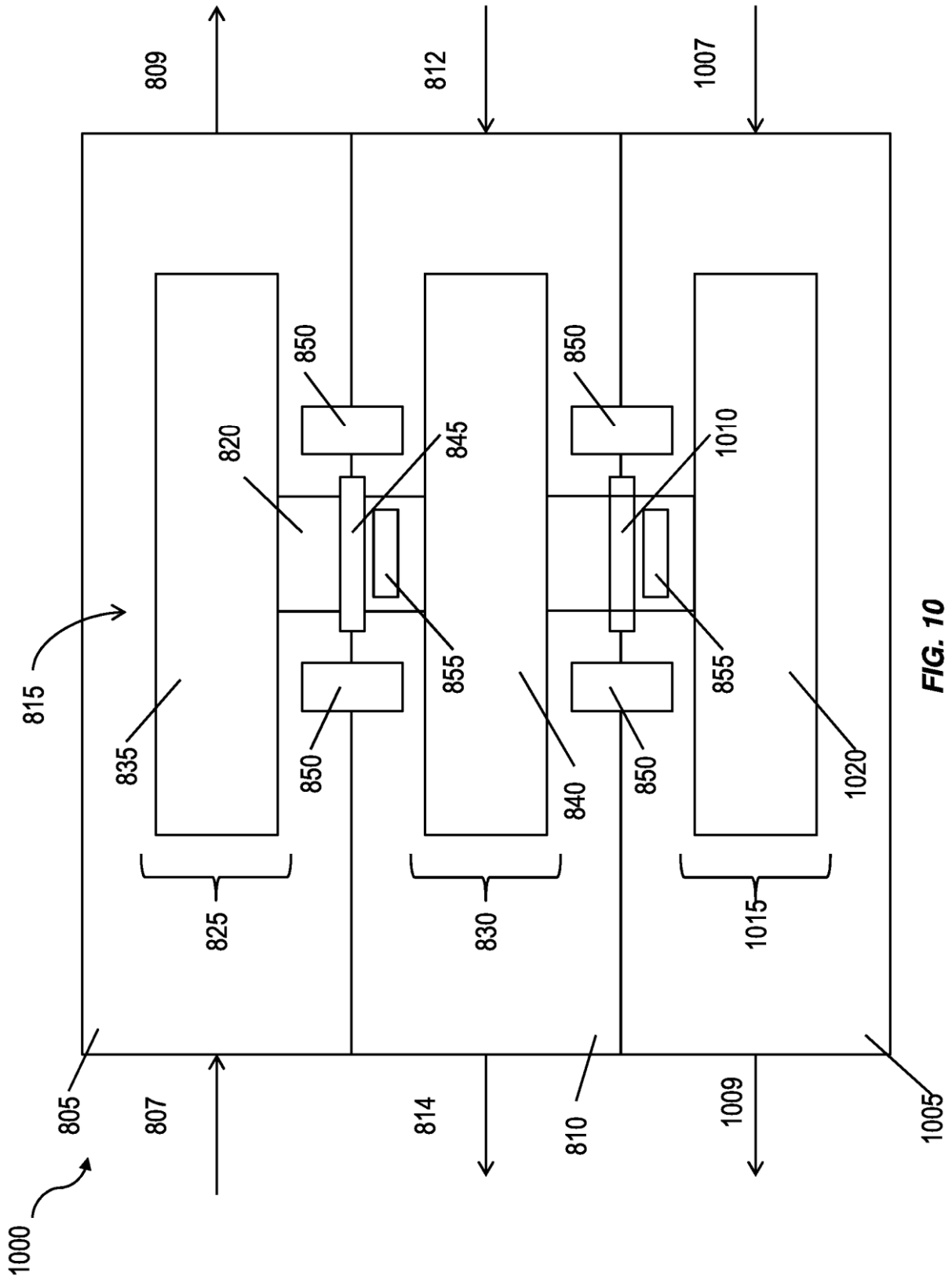


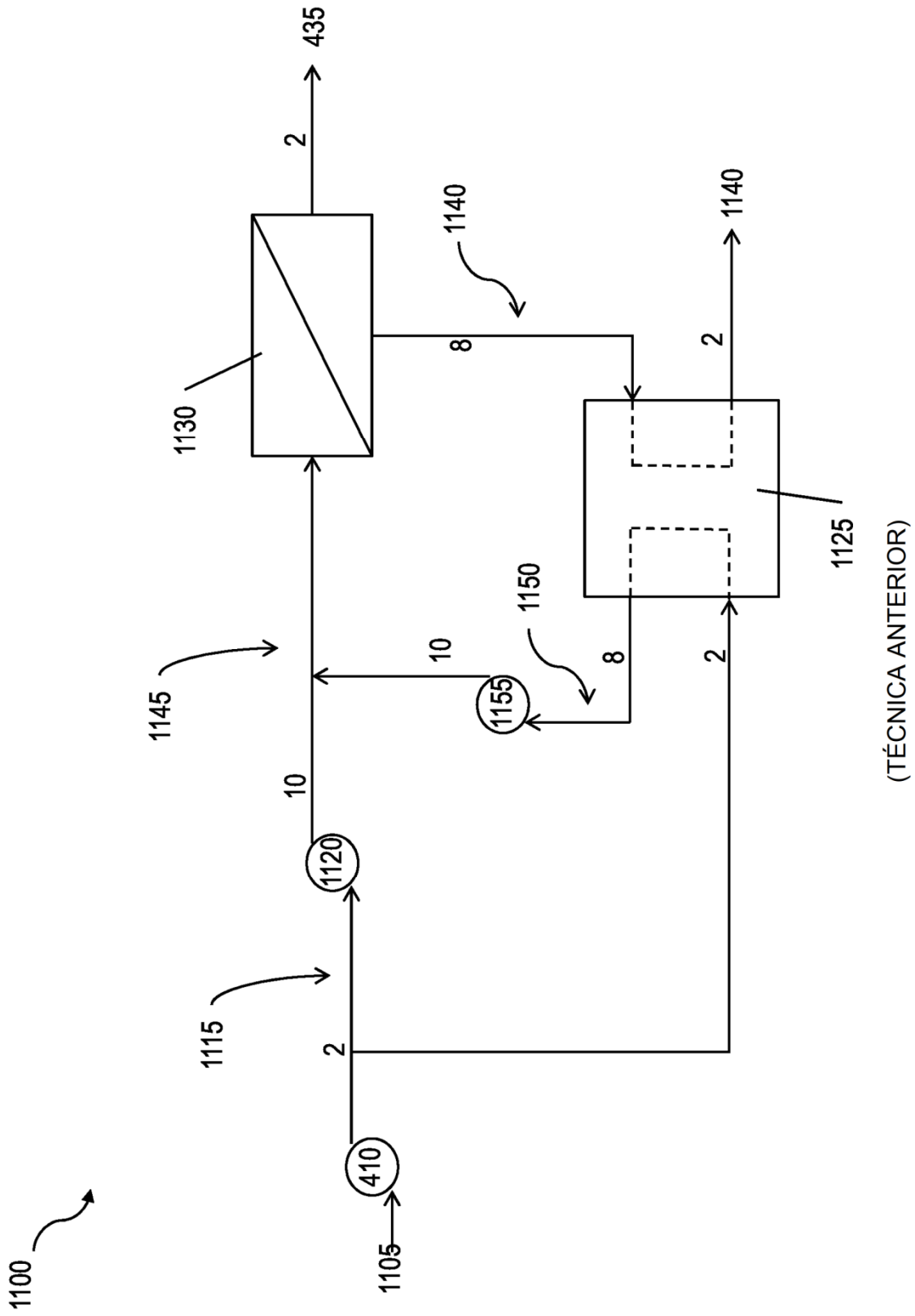
FIG. 8



**FIG. 9**



**FIG. 10**



(TÉCNICA ANTERIOR)

**FIG. 11**



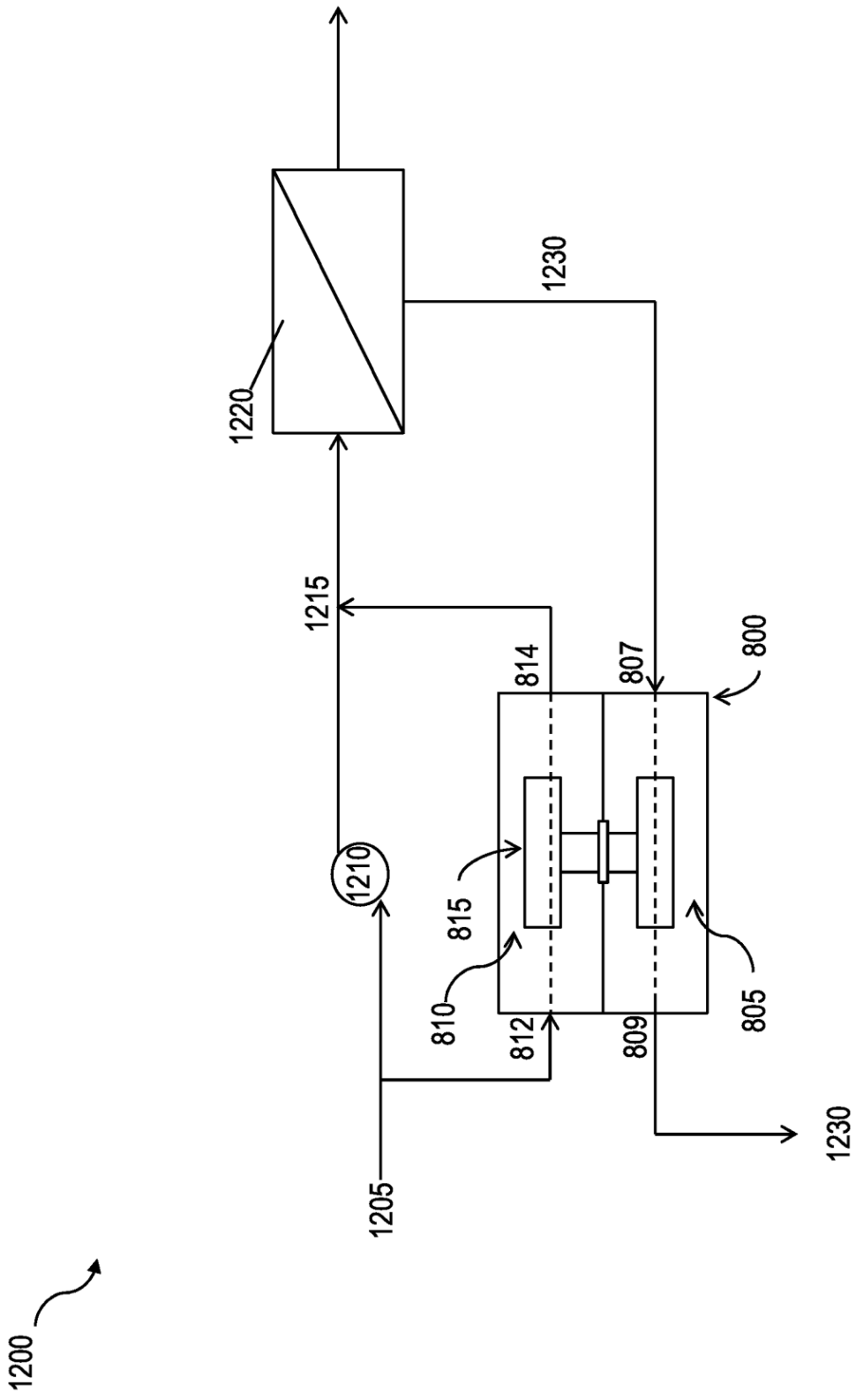


FIG. 12

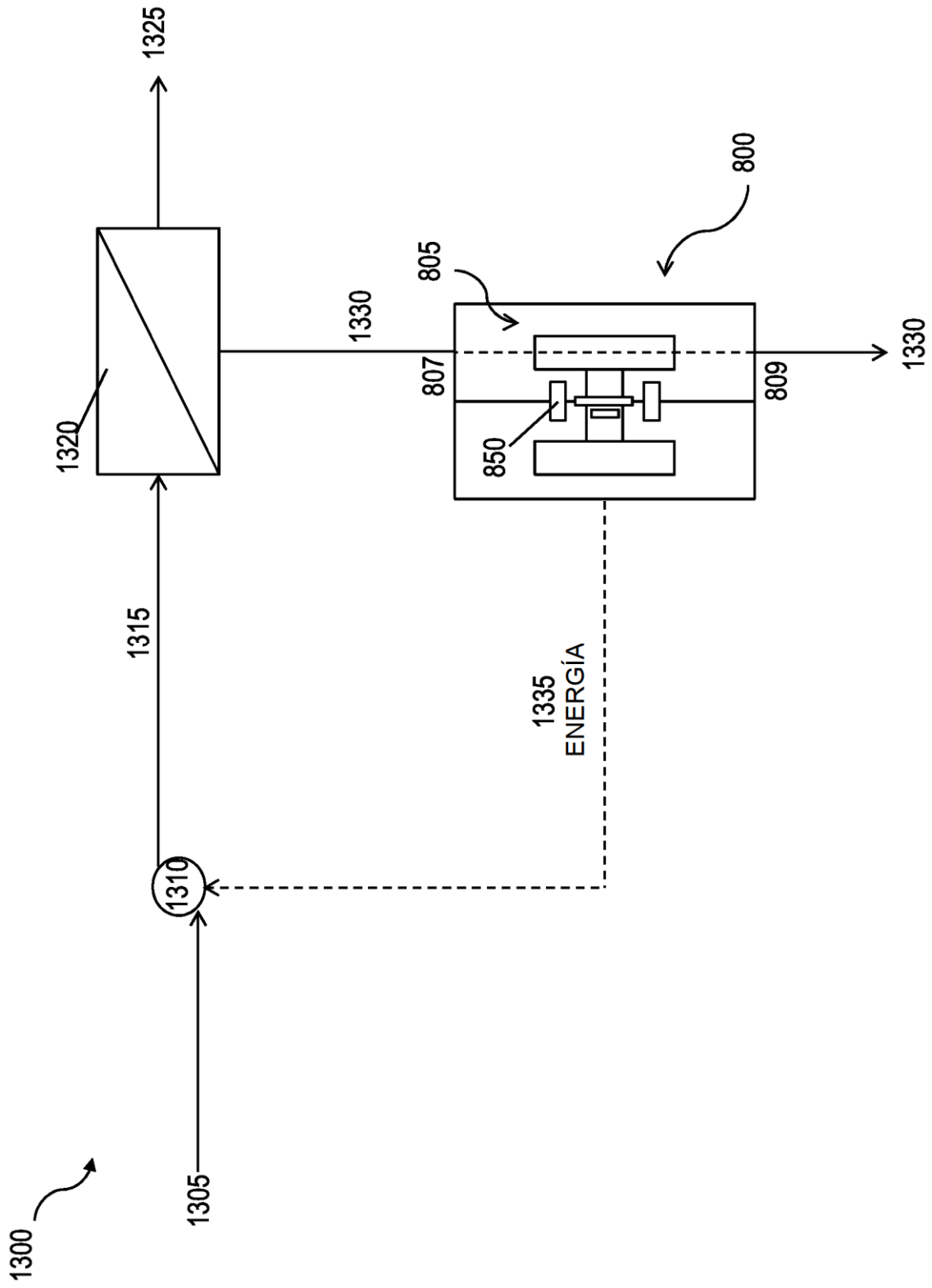


FIG. 13

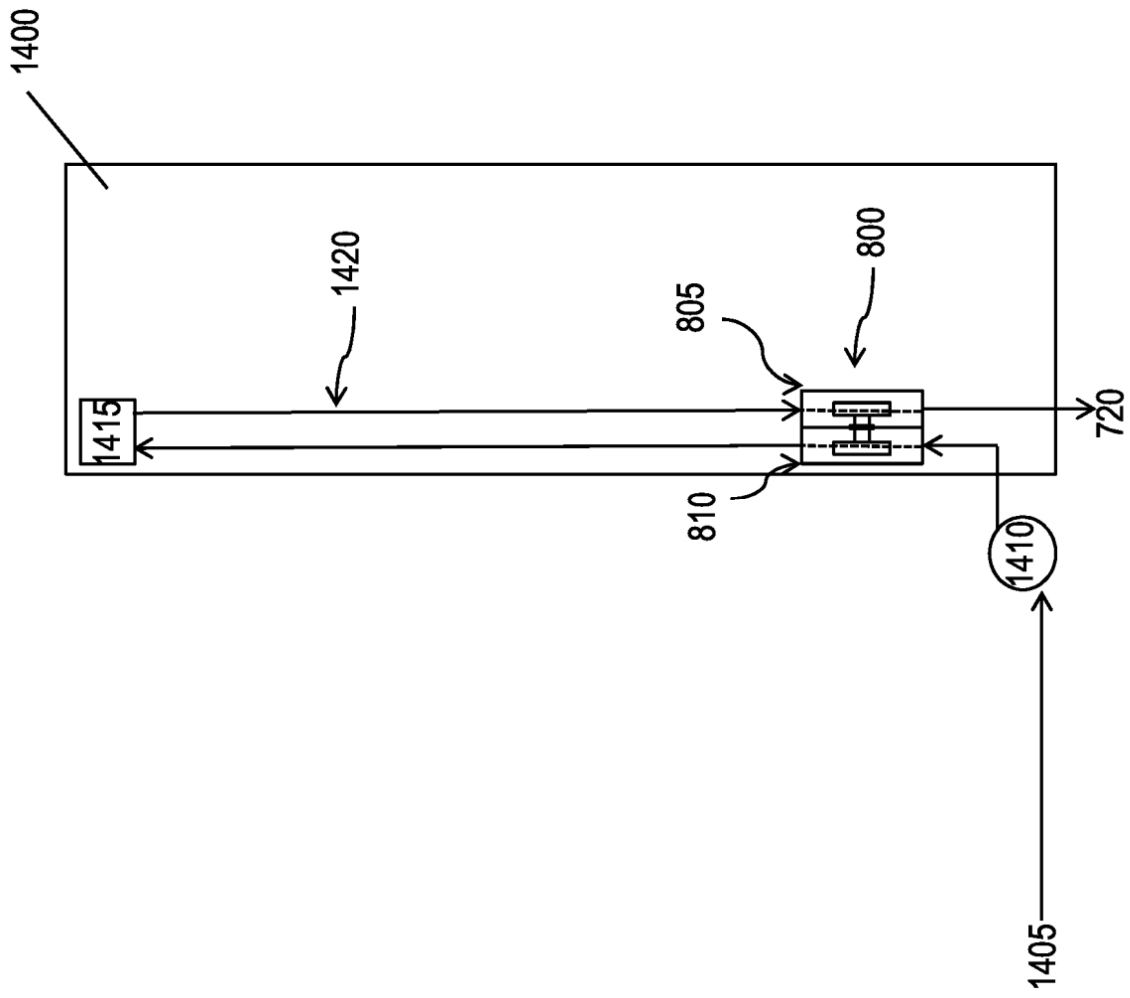


FIG. 14