

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 979**

51 Int. Cl.:

F01K 13/00 (2006.01)

F01K 25/00 (2006.01)

H01L 35/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2013 PCT/IB2013/056029**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.02.2014 WO2014020486**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2013 E 13767115 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 2888455**

54 Título: **Proceso de producción de energía útil a partir de energía térmica**

30 Prioridad:

30.07.2012 EP 12178430

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

02.06.2017

73 Titular/es:

**COHEN, YOAV (100.0%)
5, chemin de la Tour-de-Pinchat
1234 Vessy, CH**

72 Inventor/es:

COHEN, YOAV

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 614 979 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

Proceso de producción de energía útil a partir de energía térmica

- 5 En el documento WO 2010/115654 el inventor de la presente invención divulgan un proceso y una instalación basada en principios de acción relacionados con la presente invención, pero se limita a un proceso que es aplicable solo en un campo de fuerza centrífuga que actúa sobre un fluido que se requiere que esté en estado de gas o líquido ideal.
- 10 En los documentos DE 102 34 568 A1 y WO 2010/097260 describen procesos que se basan en principios de acción que están relacionados con la presente invención, pero se limitan a los procesos que son aplicables solo en un campo de fuerza conservativa gravitacional que actúa sobre un fluido que se requiere que esté en estado de gas o líquido ideal.
- 15 El documento US 7.486.000 B1, la técnica anterior más próxima, describe un proceso que utiliza la fuente de calor comúnmente conocida, un disipador de calor y una carga. El campo eléctrico genera el movimiento de una sustancia de trabajo, como una mesa de giro o una cinta. Esta energía mecánica se extrae posteriormente para un trabajo útil. Este movimiento se genera mediante la manipulación de la constante dieléctrica de la sustancia de trabajo a través de un ciclo de calentamiento/enfriamiento. En dicha modulación de la constante dieléctrica, el calor
- 20 añadido/eliminado se utiliza para modificar las características dieléctricas inherentes de cada elemento de la sustancia de trabajo y así crea dos tipos de materia: una que está interactuando fuertemente con el campo eléctrico y la otra que es repelida o indiferente al campo eléctrico. Este proceso se define por el inventor precisamente como el “efecto termo dielectroforético” que se utiliza en las reivindicaciones (página 2, línea 30).
- 25 A diferencia de lo anterior, en el proceso propuesto en este documento el calor no cambia el tipo de cada partícula y la interacción de cada partícula con el campo de fuerza conservativa (como campo eléctrico) permanece idéntica a lo largo de un ciclo de calor/frío completo. El proceso de calentamiento/enfriamiento modula la distancia o la densidad media de las interrelaciones partículas y por lo tanto actúa influyendo en su distribución general en el proceso en estado estacionario y no su sustancia.
- 30 Además, en el proceso del documento US 7.486.000 B1, cada elemento se mueve en una dirección cuando un tipo de sustancia, con una fuerza fuerte (F) y la distancia (S) convierten su energía potencial en el campo eléctrico de otra forma mecánica y en su trayectoria de regreso, encuentra una débil o ninguna fuerza contraria (ya que ha cambiado de tipo real de la sustancia) en la misma distancia. Ese ciclo, por tanto, no es uno conservativo y el campo
- 35 eléctrico tiene una contribución de energía de entrada de red para cada ciclo, contrariamente al proceso en el presente documento propuesto.
- En el presente proceso de la invención, cada partícula, a través de un ciclo de estado estacionario completo se encuentra con la misma fuerza aguas abajo como aguas arriba, en la misma distancia, y el campo de fuerza tiene,
- 40 por lo tanto, nulo aporte de energía neta para cada ciclo de partículas completo haciendo que el ciclo sea conservativo. El flujo a través de la carga, bajo la influencia del campo de fuerza conservativa, actúa para homogeneizar la distribución de partículas a través de los circuitos de flujo cerrados y el calor restablece la distribución desigual, manteniéndolo estable en estado estacionario.
- 45 En el documento EP 0369670 A2 también se describe un proceso utilizando la fuente de calor comúnmente conocido, un disipador de calor y una carga. Esto convierte los diferenciales de calor para producir una energía eléctrica de salida útil (y viceversa) mediante el aprovechamiento de los efectos que se producen en una unión entre dos metales o dos tipos de canales como relacionados con los efectos Seebeck/Peltier y como se hace referencia en sus reivindicaciones. El proceso propuesto en la presente invención no se refiere a ninguna unión ni variaciones en
- 50 los tipos de canales. Además de que el proceso utiliza un campo eléctrico variable, pero con un propósito diferente y en una configuración diferente que el proceso en este documento propuesto. El proceso del documento EP 0369670 A2 utiliza el campo eléctrico para imponer una corriente intermitente rápida de lo que le permite mejorar la eficiencia mediante la resolución del problema de las ocurrencias de “puntos fríos” haciendo las trayectorias de corriente al azar.
- 55 El propósito de la presente invención es mejorar los procesos discutidos anteriormente mediante la ampliación del proceso para tipos adicionales de campo de fuerza, los materiales y estados materiales, formas físicas y circunstancias de uso.
- 60 El proceso de la presente invención se define en la reivindicación 1.
- Qué es lo que el proceso hace y cómo funciona:** Se recibe calor y, según sea necesario, enfriamiento, y se genera energía útil. Actúa sometiendo una población total de partículas móviles (también, en el presente documento “fluido”) que forma un circuito cerrado, a un campo de fuerza conservativa y a calentamiento/enfriamiento selectivo.
- 65 Esta combinación de parámetros hace que la población de partículas en general en el circuito tenga, en su conjunto, una tendencia espontánea a acelerarse a lo largo del circuito cerrado. La energía de este flujo de fluido y la

consiguiente producción de energía en estado estacionario viene de la entrada de calor más que a partir de la fuente que general campo de fuerza.

5 Esta tendencia aceleración rotacional a lo largo de los circuitos de fluido es causada por tener constantemente, en el estado de equilibrio del proceso, dos subpoblaciones de fluido: una más densa con respecto a la otra. La fuerza conservativa aplica una fuerza acumulativa más fuerte sobre la población más densa de líquido en comparación con la fuerza acumulativa en la menos densa. Esto resulta en una fuerza neta equivalente, tangencial al circuito, aplicada al fluido general forzando su flujo.

10 Esta diferencia de densidad existente entre los volúmenes más calientes/más fríos del circuito, es causada por el hecho de que el calor de entrada, junto con la producción de energía útil y la salida de calor según sea necesario, impuesta a la población de las partículas en general para estabilizar en estado estacionario, como dos distintas subpoblaciones separadas de fluido que fluye de diferentes temperaturas y densidades medias, apareciendo como zona fría inmóvil y zona caliente inmóvil en el sistema de referencia.

15 La tendencia de la masa de fluido en general para acelerar la rotación a lo largo del circuito, crea un diferencial de densidad de energía en las extremidades de la carga que la carga convierte en trabajo de salida útil. El flujo del fluido en estado estacionario no tiene ningún intercambio de energía neta con el campo de fuerza ya que la distribución de masas dentro del campo de fuerza se mantiene sin cambios con el tiempo y es, por tanto, balanceado en equilibrio solo por el flujo neto de calor (entrada menos de salida) y la producción de trabajo.

20 La particularidad más importante del proceso es que la entrada de calor se convierte directamente en un aumento de energía potencial, además de otras formas de energía, lo cual es a continuación junto con las otras formas, convertido a salida. En el estado de equilibrio del sistema, sometido a los parámetros de proceso, cada una de las subpoblaciones de fluidos antes mencionadas tiene una energía potencial relativa diferente para el mismo punto de referencia debido a su centro energético de alturas de masas en el campo de fuerza conservativa. Esto se traduce en que el total de fluido presente en el sistema se comporta como teniendo un potencial diferencial de energía de rotación global que se manifiesta como la inercia de rotación asimétrica para la que en el estado de equilibrio no hay movimiento relacionado en la distribución de la masa del fluido. El fluido en su conjunto tiene la tendencia a acelerarse de forma espontánea en un movimiento circular a lo largo de la trayectoria de flujo que se traduce en la fuerza direccional y, en consecuencia, el diferencial de presión y de densidad de energía sobre la carga.

25 **El proceso de descripción detallada comienza aquí:** como parte de los distintos fenómenos conocidos potenciados por el proceso, tales como las leyes de la conservación de la energía y de la masa, hay dos fenómenos que vale la pena mencionar como fondo. El primero: cuando las partículas están en un campo de fuerza conservativa, el campo aplicando una fuerza en ellos, causará su aceleración en la dirección de las líneas de campo, de acuerdo con la segunda ley de Newton. Esto significa que, en un sistema de referencia dado, para el que existe un campo de fuerza conservativa distinto de cero, las partículas se manifiestan una conducta inercial asimétrica cuando estas partículas solamente se someten al campo de fuerza representada por sus líneas, que acelerará espontáneamente en su dirección, recibiendo energía desde el campo cuando su centro de masa cambia de posición. En dicho campo cada partícula tiene una energía potencial, ya sea positiva o negativa, con respecto a una posición de referencia. Su movimiento en la dirección de la fuerza convierte su cambio negativo en energía potencial en trabajo o en otra forma o combinación de formas, de energía y, a la inversa, de su movimiento en contra de la fuerza reduce la otra forma/s de energía a medida que gana energía potencial. En tal sistema, el cambio de la energía potencial de la partícula está relacionado con su cambio de posición física del centro de masa (trayectoria independiente) con relación a una posición de referencia. El segundo: la energía térmica, esencialmente, una energía electromagnética, viaja por el espacio vacío solo como ondas electromagnéticas hasta que interactúa con las partículas. Una vez transferida a las partículas, también se manifiesta en ellas y se propaga entre ellas como energía entre las partículas cinética y potencial (energía interna) y haciendo trabajo sobre su ambiente, ocupando volumen. La energía interna representa las diversas formas de energía cinética y potencial internas hechas posibles por cada tipo de partícula, su medio ambiente, y por sus grados de libertad inherentes. En partículas cargadas, por ejemplo, campos eléctricos y magnéticos también juegan un papel en el patrón de propagación y la distribución de partículas en el equilibrio. Esto tiene la consecuencia de impactar la distancia media entre las partículas y, por tanto, su cantidad en un volumen fijo determinado o, en otras palabras: su densidad.

30 La correlación de temperatura-densidad, sin embargo, depende del tipo de las partículas y las condiciones a las que están sometidas. En un gas ideal, por ejemplo, esta relación existe en una forma pronunciada, el aumento de la temperatura reduciría la densidad del gas, a presión constante, y viceversa. En los gases degenerados, tales como electrones libres en un metal, esta relación todavía existe, pero es mucho menos pronunciada y en función del tipo de metal puede incluso ser invertida, mayor temperatura-más densidad. En los líquidos y sólidos esta relación también existe en un grado mucho menor que en los gases ideales y puede incluso ser invertida en función de sus parámetros particulares tales como el tipo de partículas y la temperatura.

35 El proceso de la presente invención ahora será descrito usando varias representaciones basadas en las figuras adjuntas.

La figura 1 es una representación esquemática de una primera realización del proceso;
la figura 2 es una representación esquemática de una segunda realización del proceso;

la figura 3 es otra representación esquemática de la primera realización del proceso;

la figura 4 es otra representación esquemática de la segunda realización del proceso;

las figuras 5 a 8 son representaciones esquemáticas del proceso el campo de fuerza conservativa siendo respectivamente, eléctrico, magnético, de acuerdo con la presente invención y gravitatoria y centrífuga de acuerdo con la técnica anterior.

Opciones de proceso: El proceso puede representarse de varias maneras. Para proporcionar una visión suficientemente amplia del proceso, se analizó el presente documento en dos ejemplos representativos de configuración opcionales: uno, por el cual el calentamiento se lleva a cabo en el canal de circuito de enfriamiento 2-3 y 4-1 en el canal de circuito y todo el resto del proceso se aísla térmicamente (figura 1). El otro por el cual el calentamiento se lleva a cabo en el canal de circuito 33-33' y el enfriamiento en el canal de circuito 31-32 y el resto del proceso es aislado térmicamente (figura 3). La carga se representa como posicionada en el canal de circuito 3'-4 o 33'-34. En un proceso práctico la configuración de calentamiento puede variar, y también puede estar basada en una combinación de estas dos opciones.

La primera opción anterior: el proceso, en su forma básica generalizada, como en la figura 1, se compone de partículas móviles confinadas a un circuito cerrado 1, 2, 3, 3', 4, 1 distribuidos en el interior o alrededor de la piel exterior en casos de partículas cargadas, de canales conductores. El sistema se somete a un campo de fuerza conservativa como se muestra. Las líneas de fuerza son paralelas a las columnas verticales con dirección de 1 a 2 y de 3'-3. El circuito es, por simplicidad de la explicación, aislado térmicamente completamente, con la excepción de una zona de intercambio de calor entre las estaciones 2-3 para el calentamiento del ambiente más cálido fuera del mismo, y otro en 4-1 para el enfriamiento por el medio ambiente más frío fuera del mismo, según sea necesario. El circuito incluye una carga en 3'-4, la conversión de la energía que recibe el flujo de las partículas a una energía de salida útil. El campo de fuerza conservativa puede ser cualquier tipo de campo conservativo que se aplica la fuerza en todo/parte de las partículas móviles presentes en el proceso en la dirección mostrada. Este campo de fuerza conservativa puede ser eléctrico, magnético u otro. Algunos de los tipos de campo serán de facto conservativos solo en condiciones específicas como se aclarará más adelante. Las partículas son partículas móviles que son libres de moverse en un circuito con respecto a los canales de proceso 1-2-3-3'-4-1 y pueden ser prácticamente de cualquier tipo: con carga eléctrica o no, por ejemplo, electrones, iones, átomos, moléculas eléctricamente neutras, etc., y pueden estar en cualquier estado, tal como gas ideal o degenerado, líquido, sólido, semisólido (como un anillo/correa), plasma superconductor. La carga en 3'-4 puede ser cualquier dispositivo adaptado a las circunstancias del circuito, que convierte la energía de las partículas móviles en una salida útil como, por ejemplo, una hélice o pistón de activación de un generador, una resistencia eléctrica (salida de calor del sistema), motor eléctrico, etc.

En un ciclo de proceso en estado estacionario, se presenta en su forma más simplificada y analizada de aquí en adelante, el fluido fluye de 1 a 2, sometido al campo de fuerza en la misma dirección que el flujo. Se pierde energía potencial, ya que fluye de 1 a 2 y gana en su energía combinada total de otras formas, independientemente de sus tipos individuales detallados. Con la ausencia de intercambio de energía neta con el exterior a través de las paredes del canal, que fluye adiabáticamente, el total de la energía potencial más todas las demás formas de una masa $m_{(t)}$ dada es una constante en cualquier posición a lo largo de la trayectoria de flujo 1-2. En 2-3, el fluido fluye perpendicular al campo de fuerza y recibe calor de entrada. En 3-3' el fluido calentado fluye contra el campo de fuerza. Se gana energía potencial (en relación con una posición fija de referencia dada) a medida que fluye de 3-3' y su energía total combinada de otras formas se reduce, independientemente de sus tipos individuales detallados. Con la ausencia de intercambio de energía neta con el exterior, que fluye adiabáticamente, el total de la energía potencial más todas las demás formas de energía de una masa $m_{(t)}$ dada es una constante en cualquier posición a lo largo de la trayectoria de flujo 3-3'. En 3'-4 el fluido fluye a través de la carga, donde su energía es convertida a una forma útil, que se emite desde el sistema. En 4-1 las salidas de fluido de calor, fuera del sistema, enfrían según sea necesario, para la porción del calor de entrada que no se convierte en una salida útil en 3'-4, para llegar a la estación 1 en el nivel de energía requerido para mantener el estado estacionario. En 3'-1 el fluido fluye perpendicular al campo de fuerza. En el proceso optimizado, los canales 1-2, 3-3' son de la misma longitud a lo largo de las líneas de campo de fuerza. En la forma básica del proceso, para la simplicidad de la representación, se considera que sobre cada partícula del fluido se aplica un vector de fuerza idéntico, constante (dirección y la magnitud). Nótese que el proceso se analizará en una estructura de canal rectangular, pero igualmente puede ser en la práctica de una estructura de canal circular, formando un anillo, o cualquier otra forma en un circuito. Otra consideración es que la densidad del fluido se reduce con el aumento de temperatura del fluido. Todas las secciones de canal son idénticas y, por tanto, 1-2, 3-3' tienen el mismo volumen. Estos supuestos no son una necesidad, pero permiten una representación generalizada simplificada del proceso. Las pérdidas de flujo del canal y las pérdidas térmicas son ignoradas.

En estado estacionario, los canales en el sistema están llenos de líquido que fluye/se desliza. Este análisis

termodinámico del proceso se basa en la distribución de energía y la energía de este fluido en el campo de fuerza dado. Los tipos de energía implicados en este proceso teniendo en cuenta un tipo de fluido genérico sometido a un campo de fuerza conservativa genérico: cada masa de fluido dado en este proceso puede ser representada como teniendo cualquier combinación de varios tipos de energía correspondientes, en diversos grados de detalle según el tipo y el estado de las partículas móviles, como entalpía, energía cinética del flujo. Además, en un campo de fuerza conservativa, dicha masa tiene una energía potencial con relación a un punto de referencia. Para una masa de fluido situada en el canal 1-2 por ejemplo, entre las estaciones 1 y 2, esta energía potencial es positiva con respecto a la estación 2 y negativa con relación a la estación 1 ya que la masa tiene un vector de aceleración con la dirección desde la estación 1 hacia 2. Lo mismo para fluido en 3'-3, la masa de fluido en ella tiene energía potencial positiva en relación con la estación 3 y negativa relativa 3'.

Componentes de energía

En este análisis, la energía correspondiente del fluido o de una porción del mismo, siendo el "sistema", puede ser representada por una combinación de dos componentes: la energía potencial con relación a un punto de referencia en el sistema circundante más todos los demás tipos pertinentes de la energía atribuible al sistema combinado, que se conoce como E_{Otra}. Este componente de energía E_{Otra} puede ser más detallado como una combinación de dos componentes: energía cinética direccional en relación con el sistema circundante en el marco de referencia elegido, y todos los otros tipos pertinentes de la energía atribuible a cada sistema, correlacionados con cada porción de masa de fluido. Este último componente es equivalente a la entalpía total del sistema, o es la porción relevante de la misma, que puede ser dividida en dos subcomponentes: energía interna, ya sea cinética interna, o potencial interna, la energía siendo la energía requerida para crear el sistema, y la cantidad de energía necesaria para hacer espacio para el mismo al desplazar el medio ambiente estableciendo su volumen y presión (se denominan en este documento como energía de presión-volumen): se puede afirmar que $E_{Otra} = H + E_{Cin} = U + PV + E_{Cin} = KpV + E_{Cin}$, siendo H la entalpía, U siendo la energía interna, PV siendo la energía presión-volumen, siendo P la presión o la densidad de energía de presión-volumen, V siendo el volumen ocupado por el sistema, E_{Cin} siendo la energía cinética de un sistema, K siendo la relación entre la entalpía y la energía de presión-volumen. Aunque K puede variar de un estado de equilibrio a otro, y en algunos sistemas, de manera significativa, se considera en este documento como constante para la simplificación de las ecuaciones, ya que es aproximadamente así en muchas circunstancias de variaciones relativamente pequeñas de los parámetros del sistema. El comportamiento dinámico de este parámetro se incorporará, donde no sea despreciable, para cada aparato práctico que utiliza este proceso, para obtener resultados precisos.

En el estado de equilibrio de un sistema que contiene fluido que fluye, la energía, la temperatura, densidad de energía, etc., de una cantidad de masa de fluido dada en una estación dada son constantes en el tiempo. En otras palabras, la temperatura, por ejemplo, del fluido en la estación 1 será constante a través del tiempo. Además, los parámetros del fluido que fluye, siendo constantes en el tiempo en cada estación, son interdependientes y por lo tanto su relación se fija en el tiempo. Esto significa que, por ejemplo, dos parámetros escogidos al azar, la energía cinética en la estación 1 y la densidad de energía en la estación 2, son parte de un equilibrio global fijo. Por esta razón, se requiere que los parámetros del fluido en cada estación en el estado de equilibrio sean cuantificados en el contexto de, y en consecuencia de, este equilibrio general. En vista de lo anterior, el método elegido para analizar el proceso incorpora el equilibrio global como la base para el análisis de la estación de parámetros relevantes a la estación.

En estado de equilibrio, en cualquier punto dado en el tiempo la energía relevante total del: Fluido total presente en el canal 3-3' (también, la "columna caliente") con respecto a 1 y a 3', el líquido total en el canal 1-2 (también, la "columna fría") con respecto a 1 y a 3', el fluido total presente en el canal 3-3' con relación a 3 y a 2, el fluido total presente en el canal 1-2 con relación a 2 y 3, puede ser representado como sigue:

1.
$$E_{H1} = E_{H\ otro} - E_{PH1} = E_{H\ otro} - m_{Ha} h_H$$

2.
$$E_{C1} = E_{C\ otro} - E_{PC1} = E_{C\ otro} - m_{Ca} h_C$$

3.
$$E_{H2} = E_{H\ otro} + E_{PH2} = E_{H\ otro} + m_{Ha} (R-h_H)$$

4.
$$E_{C2} = E_{C\ otro} - E_{PC2} = E_{C\ otro} + m_{Ca} (R - h_C)$$

5. $E_{H2}/V = E_{C2}/V$ que son las densidades de energía del fluido en general en 1-2 relativos a 2 y el líquido total en 3-3' con respecto a 3 (también a 2) son iguales dado que en el estado estacionario conservan sus parámetros estables en el tiempo (presiones, temperaturas, etc.) y no hay carga entre ellos en 2-3 lo que permitiría un diferencial de densidad de energía para sostenerse. Como se mencionó anteriormente las pérdidas son ignoradas.

6.

$$[E_{H \text{ otro}} + m_{HA} (R-h_H)]/V = [E_{C \text{ otro}} + m_{CA} (R - h_C)]/V$$

5 7. A partir de 6,

$$E_{C \text{ otro}} = E_{H \text{ otro}} + \rho_H V a (R - h_H) - \rho_C V a (R - h_C), (m_H = \rho_H V, m_C = \rho_C V)$$

Donde,

10 - E_{PH1} , - E_{PC1} , son los componentes de energía potencial, con respecto a la estación 1 (o 3') del fluido total en el interior de 3-3', 1-2, respectivamente. E_{PH2} , E_{PC2} son los componentes de energía potencial, con respecto a la estación 2 (o 3) del fluido total en el interior de 3-3', 1-2, respectivamente. Nota: Todos estos valores se basan en centro energético del fluido de la masa en cada columna. E_{H1} : energía relevante total del fluido en la columna caliente 3-3' con respecto a la estación 1 (o 3'). E_{H2} : energía relevante total de fluido en la columna caliente 3-3' con respecto a la estación 2 (o 3). $E_{H \text{ otro}}$: la energía total del fluido en la columna caliente 3-3' de todos los tipos pertinentes combinada distintos de la energía potencial con relación a un punto de referencia en el sistema circundante. E_{C1} : energía relevante total del fluido en la columna fría 1-2 relativa a la estación 1 (o 3'). E_{C2} : energía relevante total del fluido en el frío columna 1-2 relativa a la estación 2 (o 3). $E_{C \text{ otro}}$: energía total del fluido en la columna fría 1-2 de todos los tipos pertinentes combinada diferente de la energía potencial con relación a un punto de referencia en el sistema circundante. a: tasa de aceleración de cada unidad de masa de las partículas del fluido, provocada por el campo de fuerza conservativa, en la dirección de las líneas de fuerza (en la dirección 1 a 2 y 3'-3). V: Volumen de la columna caliente y también de la columna fría. m_H : masa de todo el líquido en la columna caliente 3'-3. m_C : masa de todo el líquido en la columna fría 1-2. R: longitud total del canal 1-2 y del canal 3 - 3'. h_H : distancia entre la estación 3' y el centro de masa (m_H) del fluido dentro de la columna caliente (3-3'). h_C : distancia entre la estación 1 y el centro de masa (m_C) del fluido dentro de la columna fría (1-2). ρ_H : es la densidad media del fluido en 3'-3 y se define como m_H/V . ρ_C es la densidad media del fluido en 1-2 y se define como m_C/V . U_H es la energía interna total de todo el líquido en la columna caliente. u_H es la velocidad del fluido en la columna caliente considerada en centro de masa. P_H es la presión o la densidad de la porción de presión-volumen en la energía $E_{H \text{ otro}}$ de todo el líquido en la columna caliente.

20 Proceso de entrada/salida: La energía 3'-1, $E_{3'-1(t)}$ que es la producción de trabajo en 3'-4 y enfriamiento adicional por la producción de calor en 4-1, según sea necesario para mantener el estado estacionario durante un período de tiempo (t) se cuantifica como igual a la energía del fluido recibido de la columna caliente sobre que el tiempo menos la energía del fluido de misma masa, que sale a la columna en frío durante el mismo tiempo.

35 8.

$$E_{3'-1(t)} = E_{H1(t)} - E_{C1(t)}$$

40 Cuando, $E_{3'-1(t)}$: el trabajo de salida total recibido durante un período de tiempo (t) por consecuencia del flujo de fluido en 3'-4 además de la salida de calor total en el mismo período de tiempo (t) en 4-1, según sea necesario para mantener estado estable. $E_{H1(t)}$: la energía relativa a 3' o a 1, del fluido más caliente de masa $m_{(t)}$ que entra en 3'-1 durante un período de tiempo (t) de la columna caliente 3-3'. $E_{C1(t)}$: la energía relativa a 1 (o 3') del fluido más frío de igual masa, $m_{(t)}$, saliendo de 3'-1 durante el mismo período de tiempo (t) en dirección a la columna fría 1-2

45 Como consecuencia de los niveles de energía restantes sin cambios en cada posición en el sistema con el tiempo, y, los canales 3-3', 1-2, estando aislados térmicamente desde el exterior, la relación entre la energía del fluido que entra en 3'-1 de la columna caliente 3'-3 durante un período de tiempo (t), $E_{H1(t)}$ y la energía total del líquido en la columna caliente, E_{H1} , es igual a la relación entre la masa $m_{(t)}$ que pasa a través de la misma durante ese tiempo (t) y la masa total (m_H) del fluido en la columna caliente 3'-3.

50 9.

$$(E_{H1(t)}/E_{H1}) = (m_{(t)}/m_H)$$

55 Y, de la misma manera: la relación entre la energía del fluido que entra, que llega de 3'-1 en la columna fría 1-2 durante un período de tiempo (t) $E_{C1(t)}$ y la energía total del líquido en la columna fría 1-2: E_{C1} , es igual a la relación entre la masa $m_{(t)}$ que entra en la columna fría 1-2 durante ese tiempo (t) y la masa total del fluido en la columna fría m_C . Por lo tanto,

60 10.

$$(E_{C1(t)}/E_{C1}) = (m_{(t)}/m_C)$$

Combinando las ecuaciones anteriores:

65 11.

$$E_{3'-1(t)} = (m_{(t)}/m_H) [E_{H \text{ otro}} - m_{HA} h_H] - (m_{(t)}/m_C) [E_{C \text{ otro}} - m_C a h_C]$$

12.

$$E_{3'-1(t)} = (m_{(t)}/V) (\rho_H^{-1} E_{H1 \text{ otro}} - \rho_C^{-1} E_{C \text{ otro}}) - m_{(t)} a (h_H - h_C)$$

5 Y por lo tanto cuando se combina con la ecuación 7:

13.

$$10 \quad E_{3'-1(t)} = (m_{(t)}/V) (\rho_H^{-1} E_{H1 \text{ otro}} - \rho_C^{-1} (E_{C \text{ otro}} + \rho_H V a (R - h_H) - \rho_C V a (R - h_C))) - m_{(t)} a (h_H - h_C) = m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [a (R - h_H) + m_H^{-1} E_{H \text{ otro}}] = m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [m_H^{-1} E_{H \text{ otro}} - a h_H] + m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R$$

14.

$$E_{H \text{ otro}} = U_H + P_H V + E_{HCin} = K_H P_H V + m_H u_H^2/2 \text{ a partir de "componentes de energía", página 4}$$

15 15.

$$E_{3'-1(t)} = m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [K_H (P_H/\rho_H) + a (R - h_H) + u_H^2/2]$$

Por otro lado, la energía térmica neta recibida durante un periodo de tiempo (t) debido al calentamiento, $Q_{2-3(t)}$ en el equilibrio energético:

20

16.

$$Q_{2-3(t)} = Q_{\text{entrada}(t)} = E_{3'-1(t)} = m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [a (R - h_H) + m_H^{-1} E_{H \text{ otro}}] = m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [m_H^{-1} E_{H \text{ otro}} - a h_H] + m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R = m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [K_H (P_H/\rho_H) + a (R - h_H) + u_H^2/2]$$

25 Según las ecuaciones 15, 16, la energía del calor de entrada en el sistema aumenta sus tres componentes energéticos relevantes: entalpía, energía potencial y la energía cinética direccional y la salida en 3' - 1 los disminuye. Las proporciones de la división dependen de la magnitud relativa de cada componente como se muestra en estas ecuaciones.

30 Para el cálculo de la salida de energía útil del sistema a través de la carga:

$E_{3'-4(t)}$, $E_{\text{salida}(t)}$, es el trabajo de salida desde el sistema durante un periodo de tiempo t, a través de la carga. $E_{3'(t)}$, $E_{4(t)}$ son los valores de energía totales de la masa m_t en las estaciones 3' y 4. Ambos tienen los mismos componentes de energía potencial, E_P , ya que 3'-4 es perpendicular al campo de fuerza. Su energía, como se aclara en "componentes de energía" detallados anteriormente, puede ser representado como más abajo. $U_{3'(t)}$, $U_{4(t)}$, son las energías internas del fluido m_t en las estaciones 3', 4, respectivamente. $P_{3'}$, P_4 son las presiones en las estaciones 3', 4 respectivamente. $V_{3'(t)}$, $V_{4(t)}$ son los volúmenes ocupados por m_t en las estaciones 3', 4, respectivamente. $K_{3'}$, K_4 , representan las relaciones entre los componentes de entalpía y de presión-volumen de la energía de un fluido en las estaciones 3', 4, respectivamente, estos coeficientes son inherentes al tipo de fluido (y a los grados de libertad de sus partículas) y sus parámetros de funcionamiento dentro del proceso. En muchas circunstancias, como en los gases ideales, líquidos, etc., para condiciones no varían en gran medida, puede considerarse constante. $E_{Cin3'}$, E_{Cin4} son los componentes de energía cinética direccionales de m_t , en la dirección del flujo en las estaciones 3', 4 respectivamente. $\rho_{3'}$, ρ_4 son las densidades de m_t en las estaciones 3', 4, respectivamente. La eficiencia η , se define aquí como la relación entre el trabajo útil de salida a la entrada de calor, para el mismo periodo de tiempo, t:

$$(E_{3'-4(t)}/Q_{2-3(t)})$$

17.

$$50 \quad E_{3'-4(t)} = E_{\text{salida}(t)} = E_{3'(t)} - E_{4(t)}$$

18.

$$E_{3'(t)} = U_{3'(t)} + P_{3'} V_{3'(t)} + E_{Cin3'} + E_P = K_{3'} P_{3'} V_{3'(t)} + E_{Cin3'} + E_P (U_{3'(t)} + P_{3'} V_{3'(t)} = K_{3'} P_{3'} V_{3'(t)})$$

55 19.

$$E_{4(t)} = U_{4(t)} + P_4 V_{4(t)} + E_{Cin4} + E_P = K_4 P_4 V_{4(t)} + E_{Cin4} + E_P (U_{4(t)} + P_4 V_{4(t)} = K_4 P_4 V_{4(t)})$$

Suponiendo por simplicidad de la representación, $K_{3'} = K_4 = K_H = K$, y de conservación de la masa:

60 20.

$$m_{(t)} = V_{3'(t)} \rho_{3'} = V_{4(t)} \rho_4 = V_{C(t)} \rho_C \text{ por lo tanto:}$$

21.

$$65 \quad E_{3'-4(t)} = (K P_{3'} V_{3'(t)} + E_{Cin3'} + E_P) - (K P_4 V_{4(t)} + E_{Cin4} + E_P) = V_{3'(t)} (K P_{3'} + \rho_{3'} u_{3'}^2/2) - V_{4(t)} (K P_4 + \rho_4 u_4^2/2)$$

Sobre la base de que el diferencial de densidad de energía entre una masa $m_{(t)}$ en 3' y una masa $m_{(t)}$ en 1 es la

misma que la impuesta por las columnas, se aplica lo siguiente:

22.

$$E_{H1}/V - E_{C1}/V = E_{3'(t)}/V_{3'(t)} - E_{1(t)}/V_{1(t)} = E_{3'(t)}/V_{3'(t)} - E_{4(t)}/V_{4(t)}$$

5 (ya que no hay ninguna carga en 4-1 y todos los parámetros del fluido permanecen fijos en el tiempo en estado estacionario).

Por lo tanto, se combina con la ecuación 7:

10 23.

$$E_{3'(t)}/V_{3'(t)} - E_{4(t)}/V_{4(t)} = [E_{H \text{ otro}} - m_{HA} h_H]/V - [E_{C \text{ otro}} - m_C a h_C]/V = [E_{H \text{ otro}} - \rho_H V a h_H - E_{H \text{ otro}} - \rho_H V a (R - h_H) + \rho_C V a (R - h_C) + \rho_C V a h_C]/V = (\rho_C - \rho_H) a R = (1 - \rho_H/\rho_C) \rho_C a R = (KP_{3'} + \rho_3 u_3^2/2) - (KP_4 + \rho_4 u_4^2/2)$$

15 24.

$$E_{3'-4(t)} = V_{3'(t)} (KP_{3'} + \rho_3 u_3^2/2) - V_{4(t)} (KP_{3'} + \rho_3 u_3^2/2 - (1 - \rho_H/\rho_C) \rho_C a R) = (KP_{3'} + \rho_3 u_3^2/2) (V_{3'(t)} - V_{4(t)}) + (1 - \rho_H/\rho_C) \rho_C a R V_{4(t)} = m_{(t)} (1 - \rho_3/\rho_4) (KP_{3'}/\rho_3 + u_3^2/2) + (\rho_C/\rho_4) m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R$$

20 25.

$$Q_{2-3(t)} = E_{3'-1(t)} = m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) (K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2) + m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R, \text{ a partir de la ecuación 16}$$

26.

$$25 \quad \eta = E_{3'-4(t)}/Q_{2-3(t)} = [m_{(t)} (1 - \rho_3/\rho_4) (KP_{3'}/\rho_3 + u_3^2/2) + (\rho_C/\rho_4) m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R] / [m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) (K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2) + m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R]$$

27.

$$m_{(t)} (KP_{3'}/\rho_3 + u_3^2/2) = m_{(t)} (K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2)$$

30 cuando la energía de $m_{(t)}$ en el centro de la columna caliente de masa con respecto a 3' se conserva y es el mismo que el de $m_{(t)}$ en la estación 3' con respecto a 3'. Por lo tanto:

28.

$$35 \quad \eta = E_{3'-4(t)}/Q_{2-3(t)} = [m_{(t)} (1 - \rho_3/\rho_4) (K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2) + (\rho_C/\rho_4) m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R] / [m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) (K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2) + m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R]$$

40 En la expansión de fluido a través de la carga $(1 - \rho_3/\rho_4)$ es negativo y el primer elemento $(1 - \rho_3/\rho_4) (K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2)$ es negativo. Este elemento se somete a dos efectos contraproducentes: por un lado la toma de expansión $\rho_4 < \rho_3$, Por el otro, de enfriamiento a través de la salida útil de energía actúa para aumentar la densidad, atenuando de este modo la caída de densidad entre ρ_3 y ρ_4 . Con el aumento de densidad total del fluido, la relación ρ_3/ρ_4 se acerca a 1, con la tendencia de muy alta densidad de acercarse a 1. Además, este primer elemento se hace más pequeño por la energía potencial negativa: $-m_{(t)} u_H$, que es de un mayor valor negativo cuando el campo se hace más fuerte. Esto significa que a más fuerte la fuerza del campo conservativo y, mayor la densidad, menor es el elemento primero $m_{(t)} (1 - \rho_3/\rho_4) (K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2)$. En el análisis de la dependencia de la eficiencia de los procesos en los diversos parámetros, por lo tanto, se puede afirmar que una mayor densidad, combinada con una mayor intensidad de campo de fuerza, en combinación con entalpía inferior (y temperatura) aumenta la eficiencia. En una muy alta densidad e intensidad del campo de fuerza el primer elemento $m_{(t)} (1 - \rho_3/\rho_4) (K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2)$ se convierte en insignificante y la relación ρ_C/ρ_4 cerca de 1, por lo que la eficiencia teórica aproximadamente:

29.

$$\eta = E_{3'-4(t)}/Q_{2-3(t)} = [m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R] / [m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2] + (a R)]$$

55 Definición de $K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2 = Tot$, Tot se hace más pequeño a medida que aumenta la intensidad de campo (pero siempre sigue siendo mayor que 0 pues de lo contrario no existe un circuito del fluido). Por lo tanto:

30.

$$\eta = (a R)/(Tot + a R) < 1$$

60

Al máximo.

Ya sea en su forma más completa (ecuación 28) o en su forma aproximada (ecuación 30): la eficacia, como se define, en este proceso se traduce como función de la proporción entre la intensidad de campo de fuerza y la energía total del fluido caliente. Esto se basa en la suposición de que el diferencial de densidad de energía entre las columnas relativas a 3' y 1 (y 4) es igual a la diferencia de densidad de energía entre dos masas $m_{(t)}$ en 3' y 1 (y 4).

65

Para analizar el intercambio de energía entre una masa $m_{(t)}$ con el campo de fuerza en su flujo desde la estación 1 (o 4) hasta la estación 3', se considera lo siguiente:

5 El fluido, de la masa $m_{(t)}$ dada, en las diversas estaciones en el canal 1-2 tiene una energía constante con respecto a 1 (o 3') de acuerdo con la ley de conservación de la energía. Lo mismo es aplicable al fluido en 3-3':

Total de otras formas de energía

10 **(excluyendo la energía potencial) + energía potencial = Total**

31.

$$E_1 = (m_{(t)}/m_C) [E_{C \text{ otro}-m_C} a h_C] - 0 = (m_{(t)}/m_C) [E_{C \text{ otro}-m_C} a h_C]$$

32.

15 $E_2 = (m_{(t)}/m_C) [E_{C \text{ otro}-m_C} a (R-h_C)] - m_t a R = (m_{(t)}/m_C) [E_{C \text{ otro}-m_C} a h_C]$

33.

$$E_3 = (m_{(t)}/m_H) [E_{C \text{ otro} - m_H} a (R - h_H)] - m_t a R = (m_{(t)}/m_H) [E_{C \text{ otro} - m_H} a h_H]$$

20

34.

$$E_{3'} = (m_{(t)}/m_H) [E_{C \text{ otro} - m_H} a h_H)] - 0 = (m_{(t)}/m_H) [E_{C \text{ otro} - m_H} a h_H]$$

25 Se puede observar que a partir del punto de vista de estación a estación: la combinación de "otros tipos de energía", agregada (indicando- todas las formas de energía combinada, excluyendo la energía potencial con relación a un punto de referencia en el sistema) desde la estación 1 a la estación 2 es $m_t a R$ siendo la misma que la de la estación de 3 a 3' $R - m_t a R$ (cuando se considera el valor específico, $m_{(t)}$ cae). El flujo de una masa fluida dada en los canales 2-3, 3'-1 no cambia su energía potencial en relación con una posición de referencia desde que el flujo es perpendicular a las líneas de campo de fuerza. Cada masa de fluido, por lo tanto, en cada ciclo tiene cero intercambio neto de energía con el campo de fuerza conservativa ya que recibe $m_t a R$ a medida que viaja de 1 a 2 y lo devuelve desde 3 a 3'. Nota: Durante cada período dado en el tiempo, en estado estacionario, la misma masa fluye en la dirección de las líneas de campo de fuerza como la que fluye en contra de ellos, el fluido más frío es más denso, pero fluye proporcionalmente más lento que el más cálido dado que la masa se conserva.

35 La energía potencial del fluido en general por consecuencia de la variación campo de fuerza y densidad conservativa entre las columnas, un factor fundamental en este proceso, se puede cuantificar la siguiente manera: Cada masa $m_{(t)}$ en cualquier lugar a lo largo de 1-2 en una posición aleatoria con su centro de masa a una distancia h_C , de la estación 1, tiene una combinación de formas de energía que, toda sumadas, con la excepción de la energía potencial se conocen como $E_{C'(t) \text{ otro}}$. En vista de su energía potencial, sin embargo, tiene energía relativa a la estación 2 y la energía relativa de la estación 1 es diferente:

40

35.

$$E_{C'(t)} = m_{(t)} [E_{C'(t) \text{ otro} - a} h_C] \quad \text{respecto a 1}$$

36.

45 $E_{C'(t)} = m_{(t)} [E_{C'(t) \text{ otro} + a} (R-h_C)] \quad \text{respecto a 2}$

37.

$m_t a R$ es el diferencial.

50 Lo mismo para una masa que está en 3-3', en una posición aleatoria con su centro de masa a una distancia h_H de la estación 3'

38.

$$E_{H'(t)} = m_{(t)} [E_{H'(t) \text{ otro}-a} h_H] \quad \text{respecto a 3'}$$

55

39.

$$E_{H'(t)} = m_{(t)} [E_{H'(t) \text{ otro} + a} (R - h_H)] \quad \text{respecto a 3}$$

40.

60 $m_{(t)}$ a R es el diferencial.

Nota: todos los valores acompañados de los signos H' , C' , son los valores para esa estación aleatoria dada.

65 Esto significa que este diferencial no cambia de estación a estación en cualquier lugar a lo largo de la trayectoria de flujo de 1-2 o 3-3'. Sin embargo;

Todo el líquido en 1-2 está constituido por unidades m_c/m_t de m_t , y todo el líquido en 3-3' está constituido por m_H/m_t unidades de m_t .

5 Por lo tanto, para todo el líquido en 1-2, el diferencial entre su energía total con respecto a 2 y su energía total con respecto a 1 es m_c a R, y para todo el líquido en 3-3' el diferencial de energía total entre con respecto a 3 y con respecto a 3' es m_H a R. Esto es debido a la posición respectiva de cada partícula móvil en el sistema, en condiciones de campo de fuerza conservativa y diferencial de densidad que es causado por diferencial de temperatura.

10 Esto representa un potencial diferencial de energía entre respecto a 3' y respecto a 1, que es:

41.

$$m_c \text{ a R} - m_H \text{ a R} = m_c \text{ a R} (1 - m_H/m_c) = m_c \text{ a R} (1 - \rho_H/\rho_C)$$

15 o, representada de forma diferente:

42.

$$m_c \text{ a R} - m_H \text{ a R} = m_H \text{ a R} (m_c/m_H - 1) = m_H \text{ a R} (\rho_C/\rho_H - 1)$$

20 Esta energía potencial no es atribuible a una partícula o masa específica, sino más bien a la masa de fluido en su conjunto y a la distribución de la masa a lo largo de la trayectoria del flujo circular. Por esta razón, para representar a su valor, aplicable a una porción $m_{(t)}$ (también incorporando su posición y volumen ocupado), los cambios de valor dependiendo de $m_{(t)}$ elegimos servir como referencia: $m_{(t)}$ que es parte de m_H en la columna caliente, $m_{(t)}$ que es parte de m_c , en la columna fría o uno que representa una porción $m_{(t)}$ de toda la masa de fluido.

25 Para una porción $m_{(t)}$ de la masa en el contexto de la ecuación 15, que representa la energía de salida 3'-1 usando la energía de un fluido de la columna caliente como referencia:

43.

$$m_{(t)} \text{ a R} (1 - \rho_H/\rho_C)$$

30 mediante el cálculo de la misma representación de $E_{3'-1(t)}$ usando la energía del fluido de la columna fría como referencia en lugar de la de la columna caliente, el resultado sería:

$$E_{3'-1(t)} = m_{(t)} (\rho_C/\rho_H - 1) [m_c^{-1} E_{c \text{ otro-a } hc}] + m_{(t)} (\rho_C/\rho_H - 1) \text{ a R},$$

35

y este componente energía potencial sería:

44.

$$m_{(t)} \text{ a R} (\rho_C/\rho_H - 1)$$

40 $m_c \text{ a R} (1 - \rho_H/\rho_C)$ es la energía potencial atribuible al fluido en su conjunto, que se almacena en rotación a lo largo de la trayectoria circular, 1-2-3-3'-4-1 del proceso en lugar de en la dirección del campo conservativo original. Se manifiesta en la tendencia del fluido en general de acelerarse de forma espontánea en un movimiento de rotación o, en otras palabras, se manifiesta como inercia asimétrica de rotación del fluido en relación al marco de referencia (que en el proceso es contrarrestado por la carga para alcanzar un flujo constante). Debido a la posición de la carga en 3'-4, que se cuantifica como un diferencial de energía potencial entre 3' y 1. A través de esta energía potencial, el calor añadido, hace que el líquido en 1-2-3-3' impone un diferencial de densidad de energía neta sobre el fluido en 3'-4. Cae en 3'-4 como diferencial de densidad de energía (y por consiguiente también como diferencial de presión) porque es allí donde la carga presenta una interrupción que permite un gradiente de densidad de energía para persistir en estado estacionario y su valor es $m_c \text{ a R/V} - m_H \text{ a R/V} = (1 - \rho_H/\rho_C) \rho_C \text{ a R}$. Este diferencial de densidad de energía existiría en cualquier posición a lo largo del circuito de proceso en el que se deposita la carga.

55 La energía del ambiente de proceso térmico, que se manifiesta en la materia como simétrica, las colisiones al azar entre las micro partículas, sin una dirección general específica, se transforma directamente a través de este mecanismo en energía que genera una fuerza neta (y un diferencial de densidad de energía), tangencial al circuito actuando en una dirección de rotación específica. Este potencial de energía del fluido en general, o de una porción m_t de la misma, es de una magnitud que depende de dos elementos: a R dependiendo de la fuerza del campo de fuerza, y (1 - ρ_H/ρ_C) dependiendo de la relación de densidad del fluido frío/caliente y, en su origen, la relación de temperatura (multiplicado por un coeficiente impuesto por el proceso de diversos parámetros).

60 En la energía de salida/entrada representada por: $Q_{2-3(t)}/m_{(t)} = E_{3'-1(t)}/m_{(t)} = (1 - \rho_H/\rho_C) \text{ a R}$, el calor de entrada aumenta la energía combinada de las "otras formas de energía", además aumenta la energía potencial de cada $m_{(t)}$ pasando de la fría a la columna caliente a través de 2-3. El trabajo de salida (y la salida de calor, según sea necesario) disminuye la energía combinada de las "otras formas de energía" y disminuye la energía potencial de cada $m_{(t)}$ que pasa de la caliente a la columna fría a través de 3'-1. La fuerza del campo de fuerza impacta las proporciones distribuidas de cada unidad de calor de entrada entre el componente de energía potencial y el componente de "otras

65

formas de energía". Para una entrada de la unidad de energía dada: a más fuerte el campo de fuerza, conduce a: mayor a R (y más negativo a h_H), conduce a: mayor aumento de la porción de componente energético potencial, conduce a: aumento más pequeño de la porción de "otras formas de energía", mayor proporción de la producción de calor útil para la entrada o la eficiencia. Si tenemos en cuenta las variaciones de flujo de energía cinética para tener un impacto insignificante sobre la distribución de temperaturas en el proceso, para una mejor comprensión del comportamiento de la estación de proceso de la estación, se puede afirmar que, debido a que h_H está más cerca de 3' que h_C es 1, la diferencia de temperatura entre la de todo el líquido en 3-3' (T_H), en su centro energético de la masa, en h_H , con relación a la temperatura de todo el fluido en 1-2 (T_C), en su centro energético de la masa, h_C , es menor que el aumento de la temperatura entre 2-3. La temperatura cae en 3'-1, en estado estacionario, es igual a la subida de 2-3. El diferencial de temperatura entre 3-3' es igual a la de 1-2. Es de señalar que en el componente de "otras formas de energía", $(1-\rho_H/\rho_C) [m_H^{-1} E_{H \text{ otro}} - a h_H]$ el elemento a h_H existe porque el valor $m_H^{-1} E_{H \text{ otro}}$ es el valor de este componente en el centro de masa del fluido más caliente en 3-3' y cada porción de masa $m_{(t)}$ dada de este líquido alcanza la carga en la estación 3', después de que ha vuelto al sistema de $m_{(t)}$ a h_H de energía potencial, esto se puede ver también en la ecuación 39 que cuantifica E_3 .

Segunda opción de configuración según la figura 3: Esta opción es idéntica a la primera opción en todos los aspectos con la excepción de las posiciones de las fuentes de calentamiento/enfriamiento (ambientes de frío/calor) y las zonas de aislamiento/conductoras térmicas. En el análisis de esta opción también se ignoran pérdidas, proporciones y dimensiones del campo de fuerza están de acuerdo con la primera opción. El circuito está, por simplicidad de la explicación, completamente aislado térmicamente, con la excepción de una zona de intercambio de calor en la estación de 33-33' para el calentamiento y otra en 31-32 para el enfriamiento, según sea necesario. El circuito incluye una carga en 33'-34 que es ahora la misma que 3'-1 y que está aislada térmicamente, la conversión de la energía recibiendo el flujo de las partículas a una energía de salida útil. El calentamiento y enfriamiento, si es necesario, por tanto, son llevados a cabo en las columnas caliente/fría, respectivamente, que tiene las siguientes consecuencias: mientras que en la primera opción de configuración de la energía de una masa $m_{(t)}$ que fluye hacia arriba en 33-33' tendría un valor total constante en cualquier lugar a lo largo de la trayectoria del flujo de energía con sus componentes que cambian su valor respecto a la otra forma gradual a lo largo de la trayectoria, pero no su valor total, en la segunda opción esto no es así. En la segunda opción de configuración, a este valor de la energía total constante de $m_{(t)}$ se añade la entrada de calor desde las paredes térmicamente ahora no aisladas. Se añade este calor de entrada al nivel de energía $m_{(t)}$ poco a poco de manera que el calor total añadido a una masa $m_{(t)}$ de la entrada en la estación 33 para salir en la estación 33', que es también el punto de entrada en la carga, se define como $Q_{in(t)}$ y para permitir la comparación, en paralelo a $Q_{2-3(t)}$ de la primera opción.

Lo mismo es aplicable al fluido en la columna fría: mientras que en la primera opción de configuración de la energía de una masa $m_{(t)}$ que fluye hacia abajo en 31-32 tendría un valor total constante en cualquier lugar a lo largo de la trayectoria del flujo con sus componentes de energía cambiando su valor entre sí de forma gradual a lo largo de la trayectoria, pero no su valor total, en la segunda opción esto no es así. En la segunda opción de configuración, a partir de este valor de la energía total constante de $m_{(t)}$ se elimina el calor de salida de las paredes ahora no aisladas térmicamente. Este calor de salida se elimina del nivel de energía $m_{(t)}$ poco a poco de manera que la salida total de calor de una masa $m_{(t)}$ de la entrada en la estación 31, que ahora es también el punto de salida de la carga, para salir en la estación 33', se define como $Q_{salida(t)}$, y para permitir la comparación, en paralelo a $E_{4-1(t)}$ desde la primera opción. En la segunda opción 32-33 está aislado y perpendicular al campo de fuerza y la energía de $m_{(t)}$ en la estación 32 es igual a su energía en la estación 33.

En el estado de equilibrio, en cualquier punto dado en el tiempo, a pesar de que la energía en cada una de las columnas es variable a lo largo de la trayectoria de flujo por causa del flujo de calor, los valores de energía total de todo el fluido en las columnas son cuantificables: el fluido total presente en el canal 33-33' (también, la "columna caliente") en relación con el 31 y con el 33', el fluido total en el canal 31-32 (también, la "columna fría") en relación con el 31 y 33', el fluido total presente en el canal 33-33' con relación a 33 y a 32, el fluido total presente en el canal 31-32 con respecto a 32 y a 33, puede representarse como sigue:

Donde: las variables E_{H31} , E_{C31} , E_{H32} , E_{C32} , E_{H33} , E_{C33} , E_{H34} , E_{C34} , E_{H35} , E_{C35} , E_{H36} , E_{C36} , E_{H37} , E_{C37} , E_{H38} , E_{C38} , E_{H39} , E_{C39} , E_{H40} , E_{C40} , E_{H41} , E_{C41} , E_{H42} , E_{C42} , E_{H43} , E_{C43} , E_{H44} , E_{C44} , E_{H45} , E_{C45} , E_{H46} , E_{C46} , E_{H47} , E_{C47} , E_{H48} , E_{C48} , E_{H49} , E_{C49} , E_{H50} , E_{C50} , E_{H51} , E_{C51} , E_{H52} , E_{C52} , E_{H53} , E_{C53} , E_{H54} , E_{C54} , E_{H55} , E_{C55} , E_{H56} , E_{C56} , E_{H57} , E_{C57} , E_{H58} , E_{C58} , E_{H59} , E_{C59} , E_{H60} , E_{C60} , E_{H61} , E_{C61} , E_{H62} , E_{C62} , E_{H63} , E_{C63} , E_{H64} , E_{C64} , E_{H65} , E_{C65} , E_{H66} , E_{C66} , E_{H67} , E_{C67} , E_{H68} , E_{C68} , E_{H69} , E_{C69} , E_{H70} , E_{C70} , E_{H71} , E_{C71} , E_{H72} , E_{C72} , E_{H73} , E_{C73} , E_{H74} , E_{C74} , E_{H75} , E_{C75} , E_{H76} , E_{C76} , E_{H77} , E_{C77} , E_{H78} , E_{C78} , E_{H79} , E_{C79} , E_{H80} , E_{C80} , E_{H81} , E_{C81} , E_{H82} , E_{C82} , E_{H83} , E_{C83} , E_{H84} , E_{C84} , E_{H85} , E_{C85} , E_{H86} , E_{C86} , E_{H87} , E_{C87} , E_{H88} , E_{C88} , E_{H89} , E_{C89} , E_{H90} , E_{C90} , E_{H91} , E_{C91} , E_{H92} , E_{C92} , E_{H93} , E_{C93} , E_{H94} , E_{C94} , E_{H95} , E_{C95} , E_{H96} , E_{C96} , E_{H97} , E_{C97} , E_{H98} , E_{C98} , E_{H99} , E_{C99} , E_{H100} , E_{C100} , E_{H101} , E_{C101} , E_{H102} , E_{C102} , E_{H103} , E_{C103} , E_{H104} , E_{C104} , E_{H105} , E_{C105} , E_{H106} , E_{C106} , E_{H107} , E_{C107} , E_{H108} , E_{C108} , E_{H109} , E_{C109} , E_{H110} , E_{C110} , E_{H111} , E_{C111} , E_{H112} , E_{C112} , E_{H113} , E_{C113} , E_{H114} , E_{C114} , E_{H115} , E_{C115} , E_{H116} , E_{C116} , E_{H117} , E_{C117} , E_{H118} , E_{C118} , E_{H119} , E_{C119} , E_{H120} , E_{C120} , E_{H121} , E_{C121} , E_{H122} , E_{C122} , E_{H123} , E_{C123} , E_{H124} , E_{C124} , E_{H125} , E_{C125} , E_{H126} , E_{C126} , E_{H127} , E_{C127} , E_{H128} , E_{C128} , E_{H129} , E_{C129} , E_{H130} , E_{C130} , E_{H131} , E_{C131} , E_{H132} , E_{C132} , E_{H133} , E_{C133} , E_{H134} , E_{C134} , E_{H135} , E_{C135} , E_{H136} , E_{C136} , E_{H137} , E_{C137} , E_{H138} , E_{C138} , E_{H139} , E_{C139} , E_{H140} , E_{C140} , E_{H141} , E_{C141} , E_{H142} , E_{C142} , E_{H143} , E_{C143} , E_{H144} , E_{C144} , E_{H145} , E_{C145} , E_{H146} , E_{C146} , E_{H147} , E_{C147} , E_{H148} , E_{C148} , E_{H149} , E_{C149} , E_{H150} , E_{C150} , E_{H151} , E_{C151} , E_{H152} , E_{C152} , E_{H153} , E_{C153} , E_{H154} , E_{C154} , E_{H155} , E_{C155} , E_{H156} , E_{C156} , E_{H157} , E_{C157} , E_{H158} , E_{C158} , E_{H159} , E_{C159} , E_{H160} , E_{C160} , E_{H161} , E_{C161} , E_{H162} , E_{C162} , E_{H163} , E_{C163} , E_{H164} , E_{C164} , E_{H165} , E_{C165} , E_{H166} , E_{C166} , E_{H167} , E_{C167} , E_{H168} , E_{C168} , E_{H169} , E_{C169} , E_{H170} , E_{C170} , E_{H171} , E_{C171} , E_{H172} , E_{C172} , E_{H173} , E_{C173} , E_{H174} , E_{C174} , E_{H175} , E_{C175} , E_{H176} , E_{C176} , E_{H177} , E_{C177} , E_{H178} , E_{C178} , E_{H179} , E_{C179} , E_{H180} , E_{C180} , E_{H181} , E_{C181} , E_{H182} , E_{C182} , E_{H183} , E_{C183} , E_{H184} , E_{C184} , E_{H185} , E_{C185} , E_{H186} , E_{C186} , E_{H187} , E_{C187} , E_{H188} , E_{C188} , E_{H189} , E_{C189} , E_{H190} , E_{C190} , E_{H191} , E_{C191} , E_{H192} , E_{C192} , E_{H193} , E_{C193} , E_{H194} , E_{C194} , E_{H195} , E_{C195} , E_{H196} , E_{C196} , E_{H197} , E_{C197} , E_{H198} , E_{C198} , E_{H199} , E_{C199} , E_{H200} , E_{C200} , E_{H201} , E_{C201} , E_{H202} , E_{C202} , E_{H203} , E_{C203} , E_{H204} , E_{C204} , E_{H205} , E_{C205} , E_{H206} , E_{C206} , E_{H207} , E_{C207} , E_{H208} , E_{C208} , E_{H209} , E_{C209} , E_{H210} , E_{C210} , E_{H211} , E_{C211} , E_{H212} , E_{C212} , E_{H213} , E_{C213} , E_{H214} , E_{C214} , E_{H215} , E_{C215} , E_{H216} , E_{C216} , E_{H217} , E_{C217} , E_{H218} , E_{C218} , E_{H219} , E_{C219} , E_{H220} , E_{C220} , E_{H221} , E_{C221} , E_{H222} , E_{C222} , E_{H223} , E_{C223} , E_{H224} , E_{C224} , E_{H225} , E_{C225} , E_{H226} , E_{C226} , E_{H227} , E_{C227} , E_{H228} , E_{C228} , E_{H229} , E_{C229} , E_{H230} , E_{C230} , E_{H231} , E_{C231} , E_{H232} , E_{C232} , E_{H233} , E_{C233} , E_{H234} , E_{C234} , E_{H235} , E_{C235} , E_{H236} , E_{C236} , E_{H237} , E_{C237} , E_{H238} , E_{C238} , E_{H239} , E_{C239} , E_{H240} , E_{C240} , E_{H241} , E_{C241} , E_{H242} , E_{C242} , E_{H243} , E_{C243} , E_{H244} , E_{C244} , E_{H245} , E_{C245} , E_{H246} , E_{C246} , E_{H247} , E_{C247} , E_{H248} , E_{C248} , E_{H249} , E_{C249} , E_{H250} , E_{C250} , E_{H251} , E_{C251} , E_{H252} , E_{C252} , E_{H253} , E_{C253} , E_{H254} , E_{C254} , E_{H255} , E_{C255} , E_{H256} , E_{C256} , E_{H257} , E_{C257} , E_{H258} , E_{C258} , E_{H259} , E_{C259} , E_{H260} , E_{C260} , E_{H261} , E_{C261} , E_{H262} , E_{C262} , E_{H263} , E_{C263} , E_{H264} , E_{C264} , E_{H265} , E_{C265} , E_{H266} , E_{C266} , E_{H267} , E_{C267} , E_{H268} , E_{C268} , E_{H269} , E_{C269} , E_{H270} , E_{C270} , E_{H271} , E_{C271} , E_{H272} , E_{C272} , E_{H273} , E_{C273} , E_{H274} , E_{C274} , E_{H275} , E_{C275} , E_{H276} , E_{C276} , E_{H277} , E_{C277} , E_{H278} , E_{C278} , E_{H279} , E_{C279} , E_{H280} , E_{C280} , E_{H281} , E_{C281} , E_{H282} , E_{C282} , E_{H283} , E_{C283} , E_{H284} , E_{C284} , E_{H285} , E_{C285} , E_{H286} , E_{C286} , E_{H287} , E_{C287} , E_{H288} , E_{C288} , E_{H289} , E_{C289} , E_{H290} , E_{C290} , E_{H291} , E_{C291} , E_{H292} , E_{C292} , E_{H293} , E_{C293} , E_{H294} , E_{C294} , E_{H295} , E_{C295} , E_{H296} , E_{C296} , E_{H297} , E_{C297} , E_{H298} , E_{C298} , E_{H299} , E_{C299} , E_{H300} , E_{C300} , E_{H301} , E_{C301} , E_{H302} , E_{C302} , E_{H303} , E_{C303} , E_{H304} , E_{C304} , E_{H305} , E_{C305} , E_{H306} , E_{C306} , E_{H307} , E_{C307} , E_{H308} , E_{C308} , E_{H309} , E_{C309} , E_{H310} , E_{C310} , E_{H311} , E_{C311} , E_{H312} , E_{C312} , E_{H313} , E_{C313} , E_{H314} , E_{C314} , E_{H315} , E_{C315} , E_{H316} , E_{C316} , E_{H317} , E_{C317} , E_{H318} , E_{C318} , E_{H319} , E_{C319} , E_{H320} , E_{C320} , E_{H321} , E_{C321} , E_{H322} , E_{C322} , E_{H323} , E_{C323} , E_{H324} , E_{C324} , E_{H325} , E_{C325} , E_{H326} , E_{C326} , E_{H327} , E_{C327} , E_{H328} , E_{C328} , E_{H329} , E_{C329} , E_{H330} , E_{C330} , E_{H331} , E_{C331} , E_{H332} , E_{C332} , E_{H333} , E_{C333} , E_{H334} , E_{C334} , E_{H335} , E_{C335} , E_{H336} , E_{C336} , E_{H337} , E_{C337} , E_{H338} , E_{C338} , E_{H339} , E_{C339} , E_{H340} , E_{C340} , E_{H341} , E_{C341} , E_{H342} , E_{C342} , E_{H343} , E_{C343} , E_{H344} , E_{C344} , E_{H345} , E_{C345} , E_{H346} , E_{C346} , E_{H347} , E_{C347} , E_{H348} , E_{C348} , E_{H349} , E_{C349} , E_{H350} , E_{C350} , E_{H351} , E_{C351} , E_{H352} , E_{C352} , E_{H353} , E_{C353} , E_{H354} , E_{C354} , E_{H355} , E_{C355} , E_{H356} , E_{C356} , E_{H357} , E_{C357} , E_{H358} , E_{C358} , E_{H359} , E_{C359} , E_{H360} , E_{C360} , E_{H361} , E_{C361} , E_{H362} , E_{C362} , E_{H363} , E_{C363} , E_{H364} , E_{C364} , E_{H365} , E_{C365} , E_{H366} , E_{C366} , E_{H367} , E_{C367} , E_{H368} , E_{C368} , E_{H369} , E_{C369} , E_{H370} , E_{C370} , E_{H371} , E_{C371} , E_{H372} , E_{C372} , E_{H373} , E_{C373} , E_{H374} , E_{C374} , E_{H375} , E_{C375} , E_{H376} , E_{C376} , E_{H377} , E_{C377} , E_{H378} , E_{C378} , E_{H379} , E_{C379} , E_{H380} , E_{C380} , E_{H381} , E_{C381} , E_{H382} , E_{C382} , E_{H383} , E_{C383} , E_{H384} , E_{C384} , E_{H385} , E_{C385} , E_{H386} , E_{C386} , E_{H387} , E_{C387} , E_{H388} , E_{C388} , E_{H389} , E_{C389} , E_{H390} , E_{C390} , E_{H391} , E_{C391} , E_{H392} , E_{C392} , E_{H393} , E_{C393} , E_{H394} , E_{C394} , E_{H395} , E_{C395} , E_{H396} , E_{C396} , E_{H397} , E_{C397} , E_{H398} , E_{C398} , E_{H399} , E_{C399} , E_{H400} , E_{C400} , E_{H401} , E_{C401} , E_{H402} , E_{C402} , E_{H403} , E_{C403} , E_{H404} , E_{C404} , E_{H405} , E_{C405} , E_{H406} , E_{C406} , E_{H407} , E_{C407} , E_{H408} , E_{C408} , E_{H409} , E_{C409} , E_{H410} , E_{C410} , E_{H411} , E_{C411} , E_{H412} , E_{C412} , E_{H413} , E_{C413} , E_{H414} , E_{C414} , E_{H415} , E_{C415} , E_{H416} , E_{C416} , E_{H417} , E_{C417} , E_{H418} , E_{C418} , E_{H419} , E_{C419} , E_{H420} , E_{C420} , E_{H421} , E_{C421} , E_{H422} , E_{C422} , E_{H423} , E_{C423} , E_{H424} , E_{C424} , E_{H425} , E_{C425} , E_{H426} , E_{C426} , E_{H427} , E_{C427} , E_{H428} , E_{C428} , E_{H429} , E_{C429} , E_{H430} , E_{C430} , E_{H431} , E_{C431} , E_{H432} , E_{C432} , E_{H433} , E_{C433} , E_{H434} , E_{C434} , E_{H435} , E_{C435} , E_{H436} , E_{C436} , E_{H437} , E_{C437} , E_{H438} , E_{C438} , E_{H439} , E_{C439} , E_{H440} , E_{C440} , E_{H441} , E_{C441} , E_{H442} , E_{C442} , E_{H443} , E_{C443} , E_{H444} , E_{C444} , E_{H445} , E_{C445} , E_{H446} , E_{C446} , E_{H447} , E_{C447} , E_{H448} , E_{C448} , E_{H449} , E_{C449} , E_{H450} , E_{C450} , E_{H451} , E_{C451} , E_{H452} , E_{C452} , E_{H453} , E_{C453} , E_{H454} , E_{C454} , E_{H455} , E_{C455} , E_{H456} , E_{C456} , E_{H457} , E_{C457} , E_{H458} , E_{C458} , E_{H459} , E_{C459} , E_{H460} , E_{C460} , E_{H461} , E_{C461} , E_{H462} , E_{C462} , E_{H463} , E_{C463} , E_{H464} , E_{C464} , E_{H465} , E_{C465} , E_{H466} , E_{C466} , E_{H467} , E_{C467} , E_{H468} , E_{C468} , E_{H469} , E_{C469} , E_{H470} , E_{C470} , E_{H471} , E_{C471} , E_{H472} , E_{C472} , E_{H473} , E_{C473} , E_{H474} , E_{C474} , E_{H475} , E_{C475} , E_{H476} , E_{C476} , E_{H477} , E_{C477} , E_{H478} , E_{C478} , E_{H479} , E_{C479} , E_{H480} , E_{C480} , E_{H481} , E_{C481} , E_{H482} , E_{C482} , E_{H483} , E_{C483} , E_{H484} , E_{C484} , E_{H485} , E_{C485} , E_{H486} , E_{C486} , E_{H487} , E_{C487} , E_{H488} , E_{C488} , E_{H489} , E_{C489} , E_{H490} , E_{C490} , E_{H491} , E_{C491} , E_{H492} , E_{C492} , E_{H493} , E_{C493} , E_{H494} , E_{C494} , E_{H495} , E_{C495} , E_{H496} , E_{C496} , E_{H497} , E_{C497} , E_{H498} , E_{C498} , E_{H499} , E_{C499} , E_{H500} , E_{C500} , E_{H501} , E_{C501} , E_{H502} , E_{C502} , E_{H503} , E_{C503} , E_{H504} , E_{C504} , E_{H505} , E_{C505} , E_{H506} , E_{C506} , E_{H507} , E_{C507} , E_{H508} , E_{C508} , E_{H509} , E_{C509} , E_{H510} , E_{C510} , E_{H511} , E_{C511} , E_{H512} , E_{C512} , E_{H513} , E_{C513} , E_{H514} , E_{C514} , E_{H515} , E_{C515} , E_{H516} , E_{C516} , E_{H517} , E_{C517} , E_{H518} , E_{C518} , E_{H519} , E_{C519} , E_{H520} , E_{C520} , E_{H521} , E_{C521} , E_{H522} , $E_{$

ES 2 614 979 T3

estación 31 y la de $m_{(t)}$ en la estación 32 en estado estacionario. ρ_C , ρ_H son las densidades medias de m_C , m_H , En las columnas fría/caliente, respectivamente. η es la eficiencia del proceso, siendo la relación entre el trabajo útil de salida $E_{salida(t)}$ producido en un periodo de tiempo t , y la entrada de calor en el mismo tiempo, $Q_{entrada(t)}$.

5 45.

$$E_{H31} = E_{H \text{ otro}} - E_{PH31} = E_{H \text{ otro}} - m_H a h_H$$

46.

10

$$E_{C31} = E_{C \text{ otro}} - E_{PC31} = E_{C \text{ otro}} - m_C a h_C$$

47.

$$E_{H32} = E_{H \text{ otro}} + E_{PH32} = E_{H \text{ otro}} + m_H a (R-h_H)$$

15 48.

$$E_{C32} = E_{C \text{ otro}} + E_{PC32} = E_{C \text{ otro}} + m_C a (R - h_C)$$

49.

$$E_{H32}/V = E_{C32}/V$$

20

que son las densidades de energía del fluido en general en 31 a 32 con respecto a 32 y el fluido en general en 33 a 33' con respecto a 33 (también a 32) son iguales dado que no hay carga para causar diferencial de densidad de energía.

25 50.

$$[E_{H \text{ otro}} + m_H a (R-h_H)]/V = [E_{C \text{ otro}} + m_C a (R-h_C)]/V$$

51.

De lo anterior, $E_{C \text{ otro}} = E_{H \text{ otro}} + \rho_H V a (R-h_H) - \rho_C V a (R - h_C)$, ($m_H = \rho_H V$, $m_C = \rho_C V$)

30

52.

$$E_{H31}/V - E_{C31}/V = E_{3'(t)}/V_{33'(t)} - E_{34(t)}/V_{4(t)} = [E_{H \text{ otro}} - m_H a h_H]/V - [E_{C \text{ otro}} - m_C a h_C]/V = [E_{H \text{ otro}} - \rho_H V a h_H - E_{H \text{ otro}} - \rho_H V a (R-h_H) + \rho_C V a (R - h_C) + \rho_C V a h_C]/V = (\rho_C - \rho_C) a R = (1 - \rho_H/\rho_C) \rho_C a R$$

35 53.

$$E_{33'-31(t)} = E_{33'-34(t)} = E_{33'(t)} - E_{31(t)}$$

54.

$$E_{32-33(t)} = 0; E_{32(t)} = E_{33(t)}$$

40

El valor medio de la energía, en relación con la estación 31 (o 33'), de una porción de masa $m_{(t)}$ situada en la columna caliente:

55.

45

$$E_{H31(t)} = E_{H31} (m_{(t)}/m_H)$$

El valor medio de la energía, en relación con la estación 31 (o 33'), de una porción de masa $m_{(t)}$ situada en la columna fría:

50 56.

$$E_{C31(t)} = E_{C1} (m_{(t)}/m_C)$$

Para la simplicidad de la representación, ya que en el patrón de entrada/salida de flujo de calor a lo largo de las columnas es complejo y depende de muchas variables, inicialmente se asumirá que el calor de entrada se añade a $m_{(t)}$ a lo largo de la trayectoria de flujo 33 a 33' a una velocidad que permita a la energía media de $m_{(t)}$ en la columna incluir $ZQ_{entrada(t)}$. Lo mismo para la columna fría: se supondrá que el calor de salida será extraído de $m_{(t)}$ a lo largo de la trayectoria de flujo de 31 a 32 a una velocidad que permita a la energía media de $m_{(t)}$ en la columna incluir $-ZQ_{salida(t)}$. Z es un número positivo menor que 1 y representa el patrón de flujo de calor para cada una de las columnas: Cuando la mayoría de las transferencias de calor cerca del punto de entrada a la columna después de la entrada de fluido, Z es más alta y viceversa. El calor de entrada/salida de flujo son la consecuencia de un ambiente más caliente fuera, cerca de 33-33' y, si es necesario, un ambiente más frío fuera, cerca de 31-32.

60

57.

$$E_{salida(t)} = E_{33'-31(t)} = E_{33'(t)} - E_{31(t)}$$

65

58.

$$E_{31(t)} - Q_{salida(t)} + Q_{entrada(t)} = E_{33'(t)}$$

59. Por lo tanto:

5

$$E_{salida(t)} = Q_{entrada(t)} - Q_{salida(t)}$$

60.

$$E_{H31(t)} = E_{H33(t)} + Z Q_{entrada(t)}$$

10

61.

$$E_{C31(t)} = E_{31(t)} - Z Q_{salida(t)} = E_{32(t)} + (1 - Z) Q_{salida(t)} = E_{33(t)} + (1 - Z) Q_{salida(t)}$$

62.

$$E_{H31(t)} - E_{C31(t)} = Z (Q_{entrada(t)} - Q_{salida(t)}) + (2Z - 1) Q_{salida(t)}$$

15

Por lo tanto, en flujo constante:

63.

20

$$E_{salida(t)} \text{ teórica} = (1/Z) [(E_{H31(t)} - E_{C31(t)}) - (2Z - 1) Q_{salida(t)}] = (1/Z) [(m_{(t)}/V) (\rho_H^{-1} E_{H \text{ otro}} - \rho_C^{-1} E_{C \text{ otro}}) - m_{(t)} a (h_H - h_C) - (2Z - 1) Q_{salida(t)}] = (1/Z) [m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [K (P_H/\rho_H) + a (R - h_H) + u_H^2/2] - (2Z - 1) Q_{salida(t)}]$$

25

Esto significa que, si Z es igual a 1, el resultado representa las mismas condiciones que para la primera opción de configuración, por lo que, para cada ciclo del proceso, todo el calentamiento del fluido se realiza antes de entrar en la columna caliente en la estación 33 y todo el enfriamiento del fluido se realiza antes de entrar en la columna fría en la estación 31. Por lo tanto, la primera opción es, en sí, un caso particular de la segunda opción de configuración, y su resultado sería:

64.

30

$$Q_{entrada(t)} - Q_{salida(t)} = (1/1) [m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [K (P_H/\rho_H) + a (R - h_H) + u_H^2/2] - (2 - 1) Q_{salida(t)}]$$

65.

$$Q_{entrada(t)} = [m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [K (P_H/\rho_H) + a (R - h_H) + u_H^2/2]]$$

35

Z, por supuesto, puede ser "ajustado" para ser dos variables diferentes, una para la entrada de calor y uno para la salida de calor ajustándose por separado para optimizar el rendimiento de proceso práctico. Para representar, de una manera simplificada la eficiencia, una Z = 0,5, común a las dos columnas, se utilizará de aquí en adelante como un ejemplo:

40

66.

$$E_{salida(t)} \text{ teórico} = 2(E_{H31(t)} - E_{C31(t)}) = 2 (m_{(t)}/V) (\rho_H^{-1} E_{H \text{ otro}} - \rho_C^{-1} E_{C \text{ otro}}) - m_{(t)} a (h_H - h_C) = 2m_{(t)}(1 - \rho_H/\rho_C) [K (P_H/\rho_H) + a (R - h_H) + u_H^2/2]$$

45

Este calculado según la ley de conservación de la energía y sobre la base de la caída de la densidad de energía de la carga, una salida útil práctica:

67.

50

$$E_{salida(t)} \text{ real} = E_{33'(t)} - E_{31(t)} = (KP_{33'} V_{31'(t)} + E_{Cin33'} + E_P) - (KP_{34} V_{34(t)} + E_{Cin34} + E_P) = V_{33'(t)} (KP_{33'} + \rho_{33'} u_{33'}^2/2) - V_{4(t)} (KP_{34} + \rho_{34} u_{34}^2/2) = V_{33'(t)} (KP_{33'} + \rho_{33'} u_{33'}^2/2) - V_{34(t)} (KP_{33'} + \rho_{33'} u_{33'}^2/2 - (1 - \rho_H/\rho_C) \rho_C a R) = (KP_{33'} + \rho_{33'} u_{33'}^2/2) (V_{33'(t)} - V_{34(t)}) + (1 - \rho_H/\rho_C) \rho_C a R V_{34(t)} = m_{(t)} (1 - (\rho_{33'}/\rho_{34}) (KP_{33'}/\rho_{33'} + u_{33'}^2/2) + (\rho_C/\rho_{34}) m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R$$

68.

55

$$Q_{entrada(t)} = E_{salida(t)} + Q_{salida(t)} = 2 (E_{H31(t)} - E_{C31(t)}) + Q_{salida(t)}$$

60

Con el fin de cuantificar la eficacia como consecuencia de las condiciones prácticas: $E_{salida(t)} \text{ real}$ es siempre igual a $E_{salida(t)} \text{ teórico}$ siempre que haya salida de calor $Q_{salida(t)}$ en 31-32 que está en el nivel necesario para sostener el estado estacionario del proceso. Sin embargo, para un proceso teórico de 100 % de eficiencia se aplica la siguiente condición: $E_{salida(t)} \text{ teórico} = Q_{entrada(t)}$ y por lo tanto para que proceso teórico, $Q_{salida(t)}$ sería igual a cero.

Por tanto, la eficiencia se puede definir como la relación entre la energía de salida útil práctica y el calor de entrada $Q_{entrada(t)}$ en un proceso de eficiencia perfecta teórica;

65

69.

$$\eta = E_{\text{salida}(t)\text{real}}/Q_{\text{entrada}(t)} = \{ m_{(t)} (1 - \rho_{33}/\rho_{34}) (K\rho_{33}/\rho_{34} + u_{33}^2/2) + (\rho_C/\rho_{34}) m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) a R\} / \{ 2 m_{(t)} (1 - \rho_H/\rho_C) [K (P_H/\rho_H) + a (R - h_H) + u_H^2/2] \}$$

o, en la versión aproximada, según la opción 1:

70.

$$\eta = a R / \{ 2 (m_{(H)}^{-1} E_{H \text{ otro}} + a (R - h_H)) \} = a R / 2 (Tot + a R) < 1/2, \text{ (cuando } > = 1/2)$$

Resumen de algunos de los requisitos principales para reproducir de manera óptima el proceso en un aparato práctico:

- Las subpoblaciones de fluido 1-2 y 3-3, respectivamente 31 – 32' y 33-33' necesitan ser expuestas a campos de intensidad iguales. La fuerza acumulativa aplicada por el campo de fuerza conservativa, específico para el aparato, en la dirección 1-2 y 3'-3, respectivamente 31-32 y 33'-33, varía en correlación con, o, es proporcional a, el número de las partículas móviles que constituyen la subpoblación de fluido. Intensidad de campo máxima.
- La temperatura de los fluidos impacta en su densidad
- 1-2, 3-3'; 31-32, 33-33' son iguales en longitud
- Carga adaptada en una posición ideal en el 3'-4; 33'-34.
- Canales conductores que permitan la mínima resistencia al flujo de las partículas móviles y permitiendo que los otros requisitos de este documento.
- No hay interacción entre el flujo neto de partículas móviles en estado estacionario y el campo de fuerza.

Requisitos para la aplicación del proceso a los campos conservativos reales y con efecto conservativo: El proceso, como requisito previo somete a las partículas móviles a un campo conservativo que no sea cero. Algunos campos, como el campo eléctrico constante y la gravedad son sencillos y se manifiestan en un **marco de referencia inercial**. Otros, tales como centrífugos y, magnéticos (como por ejemplo el campo magnético variable o un campo magnético que actúa sobre una carga eléctrica en movimiento), requieren condiciones específicas para reproducir el carácter conservativo de su campo de fuerza, en lo que respecta al proceso, pero una vez estas condiciones se cumplen, estos campos pueden ser considerados por el proceso como eficazmente conservativo.

En tales condiciones, el proceso puede ser reproducido según los principios presentados en este documento.

En las figuras 5-8 se presentan cuatro ejemplos del proceso bajo cuatro campos de fuerza diferentes: sometidos a la gravedad, centrífuga, que se describen en los documentos de la técnica anterior y los campos eléctricos y magnéticos. En los cuatro ejemplos, el proceso se presenta en un marco de referencia pertinente: gravitatorio y eléctrico en sistema de referencia inercial, centrífugo en el marco de referencia rotativo y magnético en marco de referencia de traslación, que en este caso es un sistema de referencia inercial con velocidad de traslación dada de los canales de rotación perpendiculares a las líneas de campo magnético. La elección del sistema de referencia utilizado para el campo magnético es un ejemplo de las muchas opciones desde su naturaleza conservativa efectiva para el proceso se puede alcanzar en traslación, rotación u otro movimiento del sistema o incluso en el sistema inmóvil sometido a un campo de fuerza electromagnético, en el que la intensidad del campo electromagnético es variable con el tiempo, una onda.

Las partículas en los circuitos de ejemplo 1-2-3-3'-4 son todos, cada uno en su marco de referencia apropiado, sometidos a un campo de fuerza conservativa por el cual cada partícula cambia su energía potencial respecto a un punto en el marco de referencia, ya que fluye de 1 a 2 y de 3 a 3', y una vez se ha completado un ciclo completo, por ejemplo, desde 1, alrededor del circuito, de nuevo a 1, el potencial de energía de las partículas es invariable.

En estos dos últimos ejemplos, además de los elementos de fuerza conservativos que actúan con o contra el flujo, los campos aplican las fuerzas que actúan para desacelerar, o, acelerar, (dependiendo de la dirección del flujo de fluido en el canal), el movimiento de los canales perpendiculares al flujo. En estado estacionario, por tener la misma masa en movimiento en una dirección como en la otra, sin cambiar la distribución de masa en el sistema, con el tiempo, estas fuerzas se anulan entre sí por completo.

Mientras que las fuerzas conservativas actúan sobre las dos poblaciones, sobre una en su dirección de flujo y sobre la otra, en contra de su dirección de flujo, la fuerza de estas fuerzas dependiendo de su cantidad total en cada grupo y, por tanto, depende de su densidad y de un diferencial de densidad distinto de cero entre las columnas, su total no es cero.

Para las fuerzas que actúan perpendicularmente al flujo, estas fuerzas contrarias dependen de su densidad, pero también en su velocidad y, por tanto, se anulan entre sí completamente. Esto es cierto en todos los casos particulares, ya que es consecuencia de la conservación de la masa. Un grupo ralentiza la velocidad del canal y el

otro la acelera, teniendo un efecto total de cero.

En cualquier circunstancia de funcionamiento, ya sea en los canales móviles o inmóviles en los canales sometidos al campo de ondas electromagnético, los canales del mismo tamaño, uno que contiene la población de fluido fría y el otro que contiene la población de fluido caliente, que fluye en direcciones opuestas:

El flujo de fluido contrario, de masa igual por unidad de tiempo que fluye en cada dirección entre las dos subpoblaciones, hace que el intercambio de la energía total del flujo con el campo de fuerza (o con su fuente) sea cero. Una vez establecido este principio, en el marco de referencia elegido, estos campos pueden ser analizados cuando campos de fuerza direccionales, conservativos actúan sobre las partículas móviles con el circuito siendo 1-2-3-3'-4-1, el rendimiento optimizado por canales de igual longitud 1-2, 3-3'. Ha de observarse que estas fuerzas, perpendiculares al flujo tienen un efecto sobre la distribución de partículas a lo largo de la sección transversal de los canales, un factor que puede influir en el área de la sección transversal del canal efectivo, A, y pueden afectar a las pérdidas de canal. Una vez tenido en cuenta, sin embargo, este efecto se puede volver insignificante y, en cualquier caso, no cambia la cancelación mutua de fuerza contraria y no cambia el intercambio de energía neta cero entre el flujo de fluido y el campo, en estado estacionario. El tipo de fuerza conservativa aplicable a cada circuito reemplazando el genérico $F = ma$ utilizado en este trabajo depende del tipo de campo de fuerza/partículas en cada caso específico como, por ejemplo, $F = qE + qBu$, $F = m\Omega^2r$, $F = mg$.

La eficiencia en ambas opciones de configuración se puede analizar desde el punto de vista de la característica de aceleración de rotación del fluido en general en el campo de fuerza que resulta en ciertas condiciones en el comportamiento inestable:

Por primera opción de configuración: (figura 1): Todo el líquido manifiesta un comportamiento inercial rotacional asimétrico con relación al marco de referencia y por lo tanto tiene una tendencia a acelerar en un movimiento de rotación, a lo largo del circuito. Esto significa que para tener el estado de equilibrio, la carga tiene que presentar una fuerza contraria, igual a la aceleración y por lo tanto un diferencial de presión, independientemente de efectos de la variación en la energía cinética direccional, ya que en el estado de equilibrio las variaciones de energía cinética de estación a estación no tienen ni el efecto de aceleración ni de desaceleración, sobre el fluido en el circuito 1-2-3-3'-4 como un todo, que es idéntico a la diferencia de presión impuesta por las columnas. Esto haría que el cálculo de la eficiencia se comporte como sigue:

El diferencial de densidad de energía $E_{H1}/V - E_{C1}/V$ es igual a $(1-\rho_H/\rho_C) \rho_C a R$ en las circunstancias del proceso También el diferencial de presión puro, ya que es el resultado de una fuerza estática en subpoblaciones del fluido provocadas por el campo de fuerza conservativa:

71.

$$\Delta F_{3'1} = \Delta F_{3'4} = m_C a - m_H a = m_C (1 - \rho_H/\rho_C) a = \rho_C V (1-\rho_H/\rho_C) a$$

72.

$$\Delta P_{3'1} = \Delta P_{3'4} = (m_C a - m_H a)/A = (m_C (1 - \rho_H/\rho_C) a)/A = (\rho_C V (1-\rho_H/\rho_C) a)/A = (1-\rho_H/\rho_C) \rho_C a R$$

Esta fuerza y el consiguiente diferencial de presión es el diferencial de fuerza/presión requerido para poner a cero la tendencia general de la aceleración de giro, de toda la población de fluido. Es un requisito del estado estacionario ser de velocidad de flujo constante. Las variaciones de la energía cinética de dirección de estación en estación en estado estacionario no influyen en esta diferencia de fuerzas dado que el flujo del fluido en su conjunto no cambia cualquiera de sus parámetros a lo largo del tiempo y, por tanto, no interactúa con esta fuerza, que, vista en el marco de referencia del proceso es estática y tangente al circuito de flujo, que actúa sobre el fluido en su conjunto por consecuencia del campo de fuerza conservativa.

El fluido situado en 3', de la masa $m_{(t)}$ está a la presión que es la consecuencia de la interacción entre la banda de fluido 4-1-2-3-3' (que es de tendencia a acelerar hacia 3') y la carga.

El fluido en 4 de misma masa $m_{(t)}$, está a la presión que es la consecuencia de la interacción entre la misma banda de fluido 4-1-2-3-3' (que es de la tendencia de acelerar lejos de 4) y la carga. La diferencia de presión entre estas dos estaciones es $(1 - \rho_H/\rho_C) \rho_C a R$, independientemente de las variaciones en las temperaturas, volúmenes o velocidades de las masas $m_{(t)}$ específicas situadas en 3' y 4 en estado estacionario, sino que depende más bien en el equilibrio global del proceso.

Por lo tanto: la eficiencia, de acuerdo con este requisito se comportaría como:

73.

$$\eta' = E_{3'-4(t)}/Q_{2-3(t)} = [(KP_{3'} V_{3'(t)} + E_{Cin3'} + E_P) - (KP_4 V_{4(t)} + E_{Cin4} + E_P)]/Q_{2-3(t)} = [V_{3'(t)} (KP_{3'} + \rho_{3'} u_{3'^2}/2) - V_{4(t)} (KP_4 + \rho_4 u_4^2/2)]/Q_{2-3(t)} = [V_{3'(t)} (KP_{3'} + \rho_{3'} u_{3'^2}/2) - V_{4(t)} (KP_{3'} - (1-\rho_H/\rho_C) \rho_C a R) + \rho_4 u_4^2/2]/Q_{2-3(t)} = [KP_{3'} (V_{3'(t)} - V_{4(t)}) + (\rho_C/\rho_4) Km_{(t)} (1-\rho_H/\rho_C) a R + m_{(t)} u_{3'^2}/2 - m_{(t)} u_4^2/2]/Q_{2-3(t)}$$

Por lo tanto:

74.

$$\eta' = [m_{(t)} (1 - \rho_{3'}/\rho_4) (KP_{3'}/\rho_{3'}) + m_{(t)} (1 - \rho_{3'^2}/\rho_4^2)(u_{3'^2}/2) + (\rho_C/\rho_4) Km_{(t)} (1-\rho_H/\rho_C) a R]/[m_{(t)} (1-\rho_H/\rho_C)(K_{PH}/\rho_H - a h_H + u_H^2/2) + m_{(t)} (1-\rho_H/\rho_C) a R]$$

En su forma aproximada, sobre la base de alta presión y densidad, un campo de fuerza fuerte, $m_{(t)} (1 - \rho_{3'}/\rho_4) (KP_{3'}/\rho_{3'}) + m_{(t)} (1-\rho_{3'^2}/\rho_4^2)(u_{3'^2}/2)$ se hace más pequeño y si, sobre la base de estos criterios, considerado insignificante, ρ_C/ρ_4 considerado cercano a 1, la forma aproximada de la η' se convierte en:

75.

$$\eta' = [K a R]/[Tot + a R]$$

en tal caso, en condiciones de campo de fuerza lo suficientemente fuerte, el estado será estable hasta un nivel umbral determinado mediante el cual $\eta' = 1$. Aprobado este nivel, el estado no va a ser estable y el exceso de energía requerida necesaria para llegar a la aparición de $\eta' > 1$ se toma del campo, para la transición inestable y desde el líquido que causa el enfriamiento progresivo del sistema hasta que se reduzca la eficiencia (la eficiencia real no es superior a la paridad. En la transición de estado no estable, en la entrada de energía están participando el campo externo y la energía del líquido anterior a la entrada de calor adicional) para recuperar el estado estacionario. Esto significaría un sistema de una fuente efectiva sin enfriamiento adicional requerida de un ambiente más frío externo y/o sin que se requiera que una parte de la energía de salida útil sea utilizada para el enfriamiento adicional del sistema como puede ser requerido por el análisis de η . Dicho resultado de la fuente estaría en contravención de la segunda ley de la termodinámica.

Para la segunda opción de configuración (figura 3), según $Z = 0,5$ de ejemplo, esto se convierte en:

76.

$$\eta' = [K a R]/2[Tot + a R]$$

El proceso en condiciones por las cuales se invierte la temperatura-densidad de las partículas móviles, al aumentar la temperatura del líquido aumenta su densidad: en tales condiciones, el proceso funciona según los mismos principios, siempre que la dirección del campo de fuerza se invierta. Una consecuencia importante sería que, en estas circunstancias, sobre la carga, el efecto de expansión por la razón de la pérdida de presión, actúa en la misma forma que la caída de temperatura debido a la salida de energía a través de 3'-4 o 33'-34: ambos actúan para reducir la densidad.

Una porción de la energía de salida útil en 4 o 24 o 34 o 44 puede ser alimentada de nuevo para enfriar las partículas móviles como sea necesario para mantener el estado estacionario.

En caso de que el enfriamiento del flujo durante su paso a través de la carga en 23'-24 o 43'- 44 (figuras 2, 4) sea suficiente, no es necesario enfriar aún más el flujo después de la estación 24 o 34 y, en este caso, la sección 24 a 21 o 41 a 42 también se aisló en forma de no intercambio de calentamiento para el enfriamiento de un ambiente exterior más frío necesario en el circuito.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un proceso de producción de energía útil a partir de energía térmica, **caracterizado por que** una población total fluídica de partículas móviles confinadas a un flujo unidireccional de circuito cerrado de canales conductores (1-2-3-3'-4-1; 31-32-33-33'-34-31) se somete a un campo de fuerza conservativa o con efecto conservativo con la excepción de campos de fuerza centrífuga y gravitacional, estando el circuito térmicamente aislado con la excepción de dos áreas no yuxtapuestas, una primera área (2-3; 33-33') que permite el intercambio térmico para el calentamiento ($Q_{entrada}$) a partir de un entorno más cálido exterior al circuito, una segunda área (4-1, 31-32) que permite el intercambio térmico (Q_{salida}) para el enfriamiento, si es necesario, mediante un entorno más frío exterior al
- 10 circuito, **por que** dicho circuito cerrado está provisto de una carga (3'-4; 33'-44) diseñada para convertir la energía que recibe del flujo de partículas móviles en una energía de salida útil situada en la dirección de flujo después de la primera área no aislada (2-3; 33-33'), **por que** en dos porciones del circuito unidireccional situado antes (3-3'; 33-33') y después (1-2; 31-32) de dicha carga, el vector de la velocidad de flujo es paralelo o tiene un componente que es paralelo al campo de fuerza conservativa o con efecto conservativo, una porción con un flujo caliente y otra
- 15 porción con un flujo frío de partículas móviles y **por que** si la densidad de las partículas móviles elegidas disminuye cuando aumenta la temperatura, la dirección del campo de fuerza conservativa es la misma que la del vector de velocidad de flujo frío o de un componente del vector de velocidad de flujo frío en dicha porción del circuito y la inversa si la densidad de las partículas móviles elegidas aumenta cuando aumenta la temperatura.
- 20 2. El proceso de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la longitud de cada una de dichas dos áreas térmicamente no aisladas varía según sea necesario.
3. El proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** una porción de la energía de salida útil se realimenta para enfriar las partículas móviles si es necesario para mantener el estado estacionario.
- 25 4. El proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2 o 3, **caracterizado por que** las partículas móviles son partículas que son libres de moverse en los canales del circuito y pueden ser de cualquier tipo: eléctricamente cargadas o no como electrones, iones, átomos eléctricamente neutros, moléculas, y pueden estar en cualquier estado tal como gas ideal o degenerado, líquido, sólido, plasma semisólido, superconductor.
- 30 5. El proceso de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el campo de fuerza conservativa o con efecto conservativo es eléctrico (E) o magnético.

Fig.1

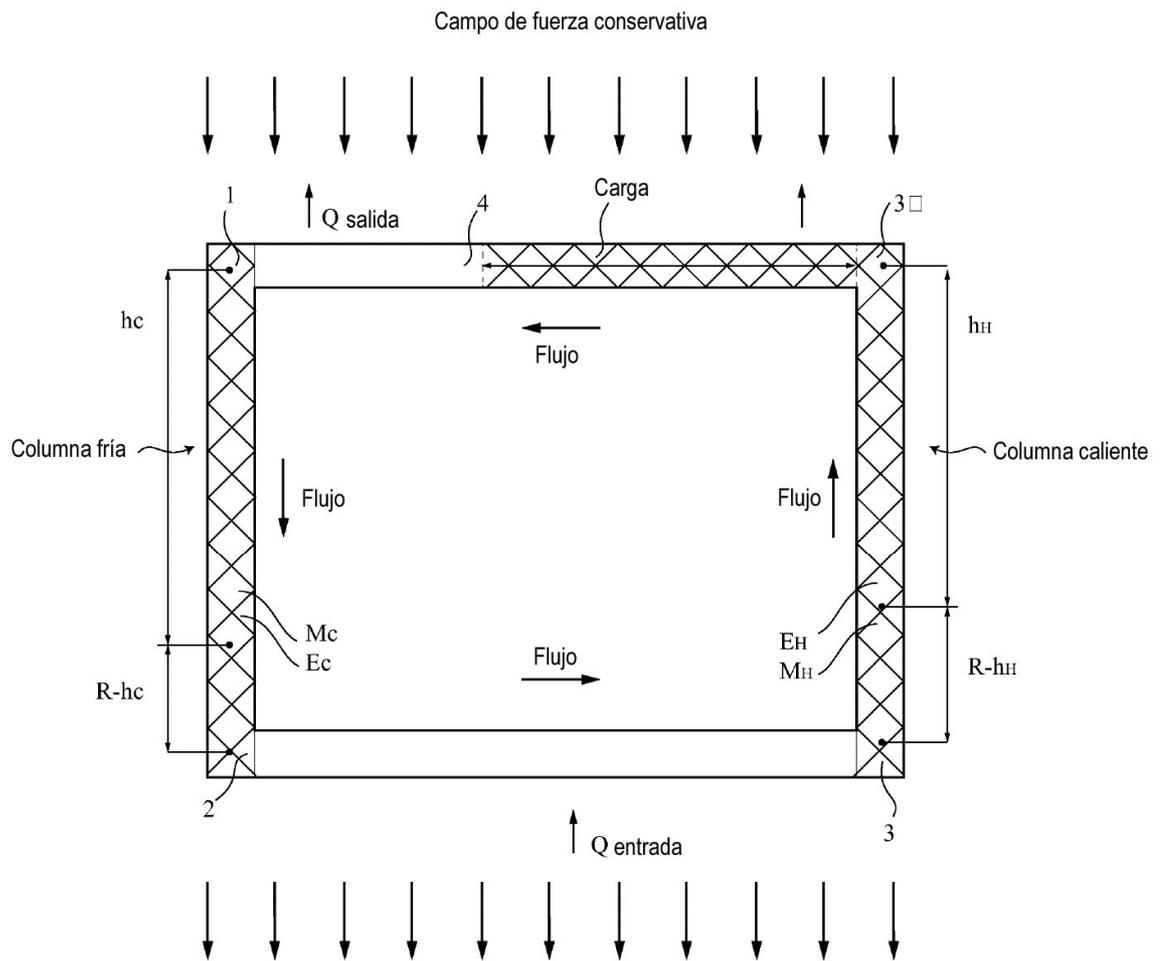


Fig.2

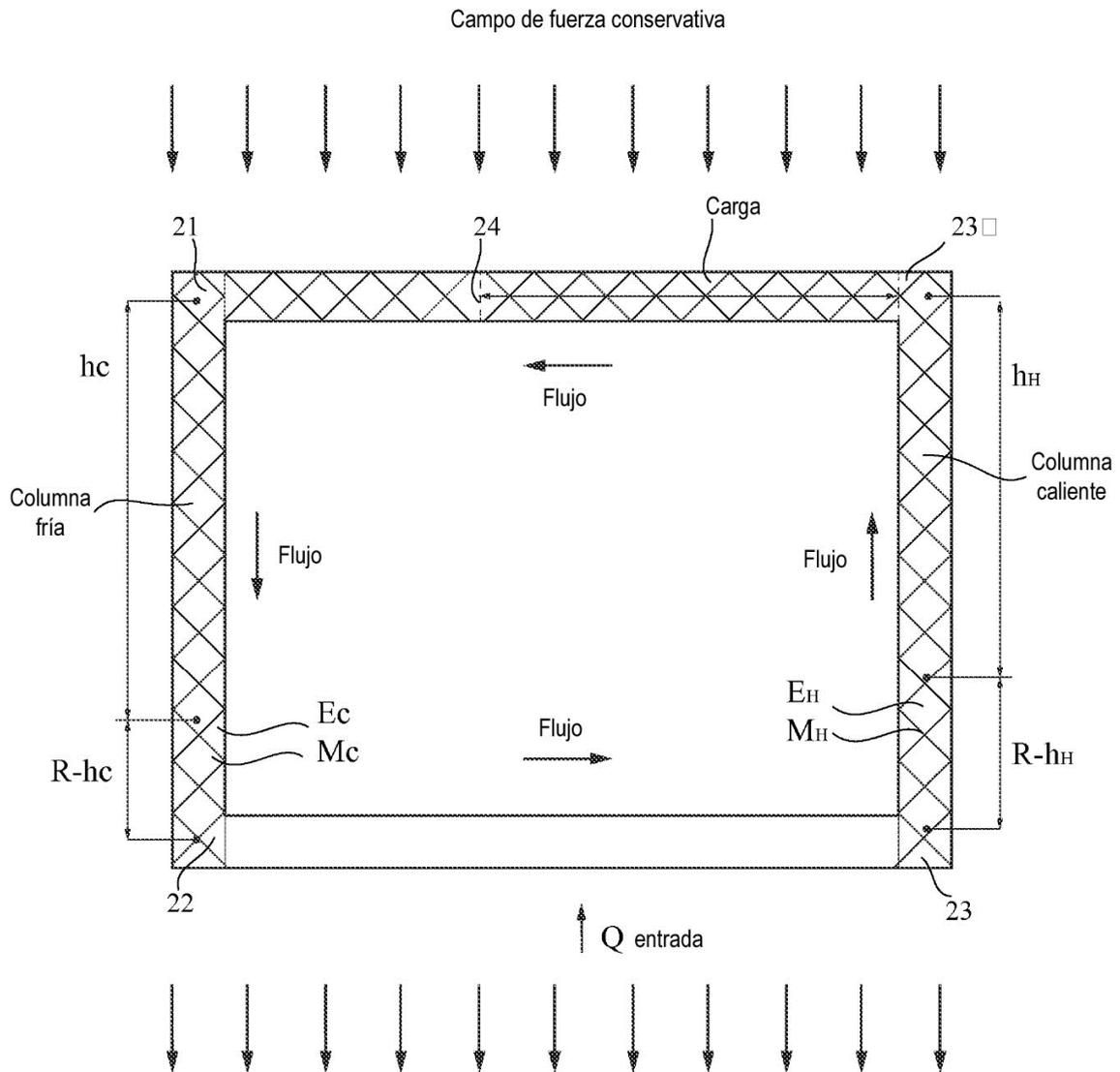


Fig.3

Campo de fuerza conservativa

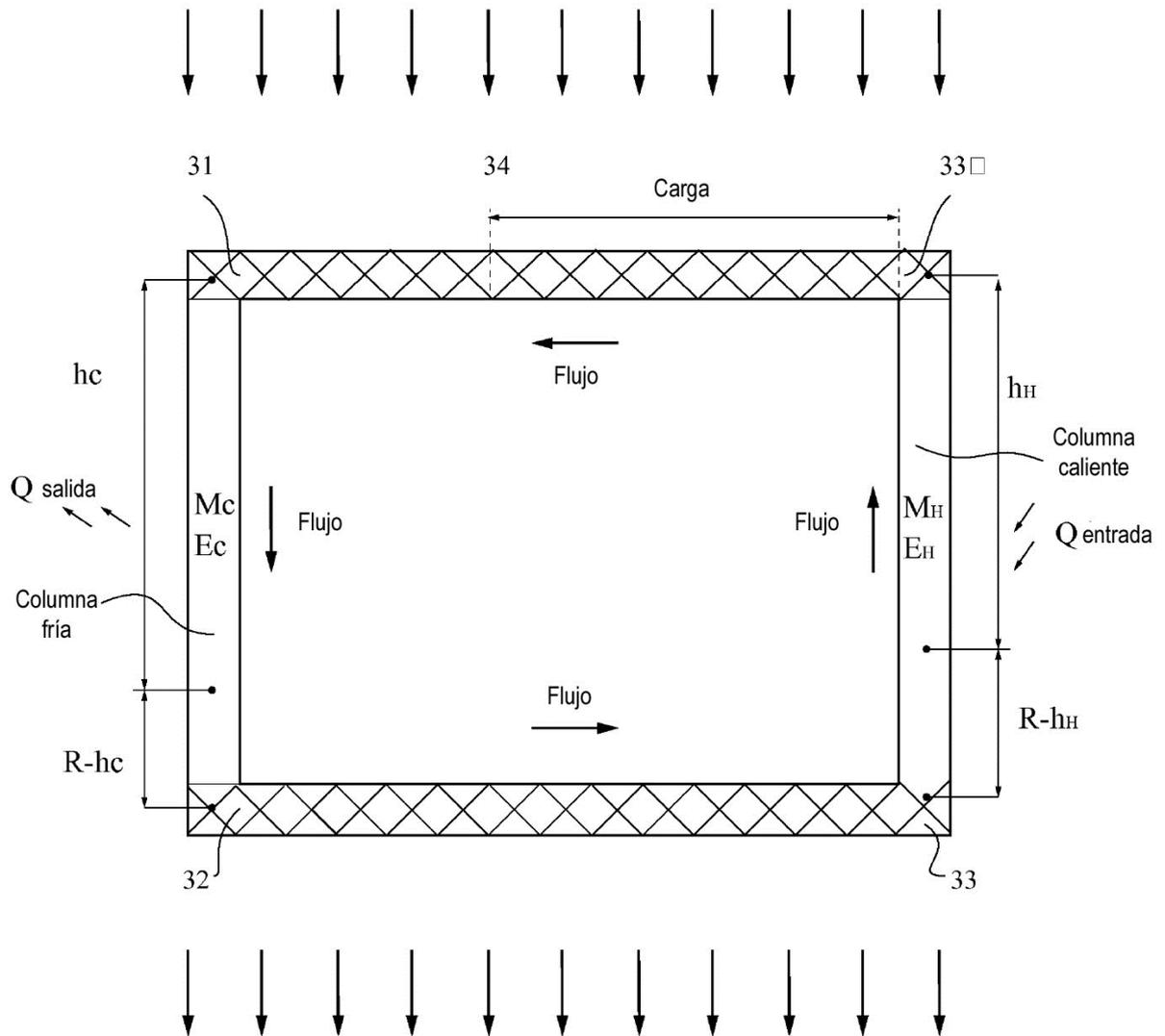


Fig.4

