

**P-2020/46208**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

**DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES**

E. S. D.

Re: Expediente No. **NC2020/0012501**Solicitud de patente a nombre de **LUMMUS TECHNOLOGY INC.**

Yo, CAROLINA DAZA MONTALVO identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53, obrando como apoderada de la sociedad LUMMUS TECHNOLOGY INC., domiciliada en Bloomfield, Nueva Jersey, Estados Unidos de America solicitante de la patente de la referencia, en respuesta al oficio No. **18994** notificado electrónicamente el 24 de noviembre de 2022, relacionado con los requerimientos de fondo de la solicitud, atentamente me permito presentar la siguiente información:

### **1. Modificación a las Reivindicaciones**

Con fundamento en la facultad que confiere el artículo 34 de la Decisión 486 al solicitante para modificar la solicitud de patente en cualquier momento del trámite, presento junto a este memorial un nuevo capítulo reivindicatorio, el cual consta de veinte y tres (23) reivindicaciones y reemplaza completamente el presentado el 06 de octubre de 2020. Específicamente, se realizaron las siguientes modificaciones:

- 1.1.** Se incluyeron los números de referencia relativos a los elementos principales de la invención, tales como el recinto de intercambiador de calor alargado, la lámina de tubo, el miembro de manguito anular y el miembro de torsión elástica anular.
- 1.2.** Se modificó la reivindicación 1 para incluir las características de la anterior reivindicación 2 relativas al montaje de partición, la disposición de la lámina de tubo y el anillo de cojinete.
- 1.3.** En vista de la anterior modificación se elimina la anterior reivindicación 2.
- 1.4.** Se eliminó la expresión "y evitar daños a componentes del intercambiador de calor" de la anterior reivindicación 4.
- 1.5.** Se reenumeró nuevamente todo el capítulo reivindicatorio y se ajustaron las dependencias de acuerdo a su correspondencia.

- 1.6.** Se realizaron cambios mínimos para homogenizar términos y dar claridad a las reivindicaciones.

Al respecto, me permito señalar que dichas modificaciones no amplían de ninguna manera la materia objeto de la presente solicitud, pues se realizan con el fin de definir la materia reclamada de forma clara y superar las objeciones planteadas por el examinador en su concepto técnico.

## **2. Pago de tasas**

Considerando que el presente memorial se presenta junto con modificaciones a las reivindicaciones, se adjunta recibo por concepto de pago de tasa de modificación a la solicitud, según lo establecido en la **Resolución 59669 de 2020**.

Ahora, en relación con el número de reivindicaciones, atentamente me permito resaltar que junto a la presente respuesta no se realiza el pago de la tasa por concepto de reivindicaciones adicionales, toda vez que el nuevo capítulo reivindicatorio tiene un número de cláusulas igual que el presentado y estudiado inicialmente por su Despacho.

## **3. Claridad y concisión de las reivindicaciones**

El solicitante manifiesta que mediante la presentación del nuevo capítulo reivindicatorio quedan subsanadas la totalidad de las objeciones presentadas por el examinador en su concepto técnico, de modo tal que las nuevas reivindicaciones reclaman de manera clara y concisa la invención descrita. Con respecto a las objeciones específicas del examinador, me permito manifestar lo siguiente:

- 4.1.** El examinador señala que el preámbulo de la reivindicación 3 no es claro porque no concuerda con el de la reivindicación 1 independiente. Atendiendo esta observación, se ha modificado el preámbulo de la reivindicación 3 para que coincida con lo recitado en la nueva reivindicación 1, es decir, un montaje de intercambiador de calor.
- 4.2.** El examinador indica que las reivindicaciones 4 y 16 presentan como características técnicas esenciales ventajas técnicas. Frente a lo anterior, el solicitante ha decidido eliminar estas ventajas técnicas, por lo que la objeción debe entenderse por superada.
- 4.3.** El examinador considera que la frase "intervalo umbral prescrito normal" (reiv. 16) es imprecisa. Al respecto, me permito informar que se ha

reemplazado dicha frase para ahora recitar más claramente que las cargas de presión se encuentran bajo cargas térmicas y de presión esperadas, de acuerdo a lo mencionado en la descripción en los párrafos [0007] y [0008].

- 4.4.** El examinador indica que el capítulo reivindicatorio no contiene números de referencia. Con el fin de superar esta objeción y dar claridad al capítulo reivindicatorio, se han incluido los números de referencia pertinentes de acuerdo a los elementos constitutivos de la invención.

En consecuencia, nos permitimos indicar que el presente capítulo reivindicatorio, que incluye veintitrés (23) reivindicaciones, se ajusta a las disposiciones del artículo 30 de la Decisión 486/00.

#### **4. Claridad de la descripción**

El examinador ha indicado que a lo largo del capítulo descriptivo se usan varios nombres diferentes para algunos componentes de la invención identificados con la misma referencia numérica. Al respecto, me permito informar que se ha revisado la descripción y se han unificado los términos. En el caso del número de referencia 9 se ha unificado a "miembro de anillo de bloqueo", el número de referencia 21 para anillos de compresión, el número de referencia 19 a "miembro de cubierta" y el número 10 para "junta de diafragma". Además, se incluyó en el párrafo [0057] la referencia a la figura 5.

#### **5. Claridad de las figuras**

El examinador indica que en las figuras 1b, 2,7 y 8 no están las piezas identificadas con achurados diferentes, y en las figuras 4 a 6 tienen un patrón gris que no permite identificar claramente la forma y extensión de cada una de las partes señaladas. Frente a lo anterior, me permito informar que junto a esta respuesta se están radicando un pliego de figuras de reemplazo, únicamente con los arreglos de forma sin agregar nuevos elementos, en donde se ilustran claramente todas las características de los dibujos y se incluyen correcciones a los sombreados y la eliminación del patrón de sombreado gris objetado, por lo que esta objeción debe verse por superada.

#### **6. Unidad de invención**

El examinador objeta la unidad de invención de las anteriores reivindicaciones en vista que consideró que reclamaban dos grupos inventivos:

- **Grupo 1:** Reivindicaciones 1-16 y 36-42.
- **Grupo 2:** Reivindicaciones 17-35.

Si bien, el solicitante no está completamente de acuerdo con el examinador, ha decidido retirar el "Grupo 2" y radicarlo como una solicitud divisional. Por lo que esta objeción debe entenderse por superada.

## 7. Nivel inventivo

El examinador establece que las anteriores reivindicaciones 1-20 no cumplen con el requisito de nivel inventivo a la luz de la combinación de las enseñanzas de los documentos **D1** (US2009/0095453) y **D2** (US2002144806).

Con respecto, a lo anterior, me permito resaltar las disposiciones del artículo 18 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, que establecen que *"se considerará que la invención tiene nivel inventivo, si para una persona del oficio normalmente versada en la materia técnica correspondiente, esa invención no hubiese resultado obvia ni se hubiese derivado de manera evidente del estado de la técnica"*.

Lo anterior significa que el análisis de nivel inventivo **NO** es simplemente una comparación de los objetos de las anterioridades y la solicitud en estudio. Por el contrario, el análisis de nivel inventivo **debe demostrar** la obviedad de la invención y establecer cómo ésta no contiene un salto cualitativo que demuestre su altura inventiva. Es decir, para concluir que la materia reclamada no es inventiva, el análisis debe **necesariamente demostrar** que la invención estudiada hubiese sido obvia para una persona versada en la materia en vista del estado de la técnica.

En particular, se hace notar que las características mencionadas en la antigua reivindicación 2, que fueron reconocidas como inventivas por el examinador en el Oficio No. 18994 ya que no se encuentran divulgadas ni en D1 o D2, ni es obvia su combinación a la luz de dichos documentos, debido a que dichos elementos incluidos en su disposición particular permiten que el montaje de cierre se adapte a cargas térmicas variables, haciendo que todo el conjunto sea desmontable, fueron incorporadas en la nueva reivindicación independiente 1. Además, debido a las mismas razones expuestas anteriormente, las demás reivindicaciones independientes también son inventivas, solicito respetuosamente se siga con el trámite de la solicitud y le sea otorgado el privilegio de patente.

## **Consideraciones finales**

La combinación de D1 y D2, no permite suplir las deficiencias de cada una de dichas solicitudes, ya que ninguna de ellas revela o hace obvios el montaje del intercambiador de calor ni su método de operación reivindicados. En consecuencia, el Solicitante sostiene que el objeto reclamado es inventivo con respecto a D1 y D2, ya sea individualmente o en combinación.

Por tanto, respetuosamente solicito tener en cuenta los argumentos aquí presentados donde se demuestra que la invención de la presente solicitud es novedosa y no se habría derivado de manera obvia del estado de la técnica, por lo que cumple con los requisitos de los artículos 14, 16 y 18 de la Decisión 486 de 2000.

## **8. Conclusión**

Con las modificaciones introducidas y los argumentos presentados puede concluirse que:

- i) El nuevo título refleja de forma clara el objeto de la invención.
- ii) El nuevo pliego reivindicatorio se ajusta a las disposiciones del Artículo 34 de la Decisión 486/00;
- iii) La invención de la presente solicitud es clara y cuenta con el debido sustento en el capítulo descriptivo, a la vez que se encuentra divulgada de manera suficientemente completa, cumpliendo así con los requerimientos de los Artículos 30 y 28 de la Decisión 486; y
- iv) La invención de la presente solicitud no resulta obvia ni se derivada de manera evidente del estado de la técnica, cumpliendo así con los requerimientos del Artículo 18 de la Decisión 486.

Por tanto, atentamente me permito solicitar a ese Despacho otorgar el privilegio de patente solicitado a la solicitud en estudio, toda vez que cumple a cabalidad con los requerimientos de la Decisión 486 de 2000.

Asimismo, respetuosamente solicito a ese Despacho pronunciarse en relación con todos los argumentos presentados en este memorial dando estricta aplicación al principio del debido proceso consagrado en el artículo 29 de la Constitución Nacional.

## 9. Anexos

- Nuevo capítulo reivindicatorio conformado por veintitrés (23) reivindicaciones.
- Nuevo capítulo descriptivo corregido
- Nuevo pliego de figuras
- Recibo de pago por concepto de modificaciones voluntarias.

Señora Directora,

  
**CAROLINA DAZA MONTALVO**  
C.C. 66.783.790 de Palmira Valle  
TP-141563 CSJ  
[notificaciones@clarkemodet.com.co](mailto:notificaciones@clarkemodet.com.co)

### **REIVINDICACIONES MODIFICADAS**

1. Un montaje de intercambiador de calor que comprende:

un recinto de intercambiador de calor tubular alargado (70) que define una cámara interior;

una lámina de tubo (1) colocada dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70) y que separa la cámara interior en un lado de carcasa y un lado de canal en donde la porción interior se configura para recibir de forma extraíble un haz de tubo colocado dentro del lado de carcasa de la cámara interior;

un miembro de manguito anular (2) colocado dentro del lado de canal de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70);

un miembro de torsión elástica anular (60) colocado dentro del lado de canal de la cámara interior del intercambiador de calor con el miembro de manguito (2) colocado entre la lámina de tubo (1) y el miembro de torsión elástica (60), el miembro de torsión elástica (60) que tiene una circunferencia interna desviable con respecto a su circunferencia externa para aplicar torsión al miembro de torsión elástica (60);

un montaje de partición que comprende el miembro de manguito (2) colocado dentro del lado de canal de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70) para dirigir fluido desde un orificio que se extiende a través del recinto (70) a al menos dos o más tubos en un haz de tubo;

una junta de lámina de tubo (6) colocada entre la lámina de tubo (1) y un reborde formado dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70); y

un anillo de cojinete (50) colocado dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70) con el miembro de torsión elástica (60) colocado entre el miembro de manguito (2) y el anillo de cojinete (50).

2. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye además al menos dos orificios que se extienden a través del recinto (70) para permitir que el fluido entre y salga del lado de canal de la

cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70).

3. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el miembro de torsión elástica (60) se configura para desviarse elásticamente hasta un límite de desviación elástica y desviarse plásticamente por encima del límite de desviación elástica de modo que el miembro de torsión elástica (60) se desvía elásticamente para adaptarse a la expansión térmica diferencial cuando el intercambiador de calor está bajo cargas esperadas de precarga y térmicas y de presión.

5. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el miembro de torsión elástica (60) se configura para pivotar en una primera área de contacto (61) donde el miembro de torsión elástica entra en contacto con el miembro de manguito y en una segunda área de contacto (63) donde el miembro de torsión elástica (60) entra en contacto con el anillo de cojinete (50).

6. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el miembro de torsión elástica (60) tiene una sección transversal cuadrilátera que tiene esquinas redondeadas.

7. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye además una pluralidad de miembros de torsión elástica (60) apilados en serie entre sí.

8. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el miembro de torsión elástica (60) se configura para tener un radio exterior "A" y un radio interior "B", en donde el radio exterior es menor que un radio interior de un canal (7) de la cámara interior configurado para recibir un haz de tubos, en donde la relación de "A" a "B" es menor que 3.

9. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el miembro de torsión elástica (60) se configura para tener una

altura "H" que es 50% de su límite de desviación elástica, y tiene un grosor "T" de modo que el miembro de torsión elástica (60) se deforma plásticamente por encima de su límite de desviación elástica.

10. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 6, que incluye además un montaje de cierre para sellar el lado de canal de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor, en donde el montaje de cierre incluye un miembro de anillo de bloqueo (9) y un miembro de cubierta (19) que se fijan de forma extraíble al recinto de intercambiador de calor (70) con un montaje de bloqueo.

11. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el montaje de bloqueo incluye una pluralidad de secciones de cubo de anillo de bloqueo (23A) separadas entre sí configuradas para que se entrecrucen con secciones de cubo de canal (23B) correspondientes formadas en una porción de superficie interna cilíndrica del recinto de intercambiador de calor (70).

12. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 10, que incluye además:

un diafragma (8) colocado con el lado de canal de la cámara interior adyacente al anillo de bloqueo (9) y miembros de cubierta (19); y

una junta de diafragma (10) comprimida contra el diafragma (8) cuando el miembro de anillo de bloqueo (9) se fija de forma extraíble al recinto de intercambiador de calor (70).

13. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el montaje de cierre incluye además:

una pluralidad de primeros miembros de compresión (12, 14) alargados proporcionados a lo largo de una porción de radio exterior del montaje de cierre para transmitir una fuerza a un primer anillo de compresión (21), que transmite una fuerza a una porción de orilla del diafragma (8) y la junta de diafragma (10);

y

una pluralidad de segundos miembros de compresión alargados (11, 13) proporcionados a lo largo de una porción de radio interior del montaje de cierre para transmitir una fuerza a un segundo anillo de compresión (22), que transmite una fuerza contra una porción del diafragma (8) que provoca que una porción del diafragma (8) se desvíe distal del miembro de cubierta (19) y hacia el miembro de torsión elástica (60) cuando el montaje de cierre se fija de forma extraíble al recinto de intercambiador de calor (70).

14. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la lámina de tubo (1), miembro de manguito (2), anillo de cojinete (50), primer y segundo anillos de compresión (21, 22), anillo de bloqueo (9) y primer y segundo miembros de compresión (11, 12, 13, 14) se configuran para permanecer elásticos hasta o por encima de una carga axial total de cargas de precarga, térmicas y de presión cuando el montaje de cierre se fija al recinto de intercambiador de calor (70).

15. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 14, en donde cuando los miembros de compresión alargados (11, 12, 13, 14) se precargan, los miembros de compresión imparten la precarga a través de una primera trayectoria de carga axial (61) a una primera área de contacto del miembro de torsión elástica (60), que transmite la precarga a través de una trayectoria de carga torsional (60) a través del miembro de torsión elástica (60) a una segunda área de contacto del miembro de torsión elástica (60), que transmite la precarga a través de una segunda trayectoria de carga axial a una junta de lámina de tubo (6).

16. El montaje de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 15, en donde:

las cargas de presión de fluidos de proceso en el intercambiador de calor se encuentran bajo cargas térmicas y de presión esperadas, el miembro de torsión elástica (60) se configura para deformarse elásticamente permitiendo que

su circunferencia externa se mueva axialmente hacia el montaje de cierre;

cargas de presión de fluidos de proceso en el recinto de intercambiador de calor (70) reducen la carga en el miembro de torsión elástica (60) al deformar el montaje de cierre distal de la lámina de tubo (1); y el miembro de torsión elástica (60) se configura para desviarse elásticamente hasta un límite de desviación elástica y desviarse plásticamente por encima del límite de desviación elástica de modo que el miembro de torsión elástica (60) se adapta a la expansión térmica diferencial cuando el intercambiador de calor está bajo cargas esperadas de precarga y térmicas y de presión.

17. Un método de operación para un montaje de intercambiador de calor que comprende un recinto de intercambiador de calor (70) tubular configurado para adaptarse a expansión térmica diferencial de componentes internos en una cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70) durante secuencias de calentamiento y enfriamiento, el método que comprende:

recibir una precarga con un miembro de torsión elástica (60) dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70) de modo que el miembro de torsión elástica (60) recibe una carga torsional y se desvía elásticamente para adaptarse a la precarga; y

recibir una carga térmica con el montaje de intercambiador de calor para expandir térmicamente de manera diferencial los componentes internos en la cámara interior del recinto de intercambiador de calor de modo que la carga torsional recibida (60) por el miembro de torsión elástica aumenta y además se desvía elásticamente para adaptarse a la carga térmica.

18. El método de operación de la reivindicación 17, que comprende además:

recibir una carga de presión dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor (70) que reduce la carga torsional recibida por el miembro de torsión elástica (60) al desviar elásticamente un montaje de cierre unido de forma extraíble al recinto de intercambiador de calor (70) y relajar el miembro de torsión elástica (60) para adaptarse a la carga de presión.

19. El método de operación de la reivindicación 18, en donde la expansión térmica diferencial de los componentes internos comprende adaptarse a expansión térmica diferencial de al menos el anillo de cojinete (50), miembro de torsión elástica (60), miembro de manguito (2) y lámina de tubo (1) sin producir deformación plástica de al menos el anillo de cojinete (50), miembro de torsión elástica (60) y miembro de manguito (2).

20. El método de operación de la reivindicación 18, en donde los miembros de compresión alargados se utilizan para precargar el miembro de torsión elástica (60) de modo que los miembros de compresión imparten la precarga a través de una primera trayectoria de carga axial a una primera área de contacto (61) del miembro de torsión elástica (60), que transmite la precarga a través de una trayectoria de carga torsional a través del miembro de torsión elástica a una segunda área de contacto (63) del miembro de torsión elástica (60), que transmite la precarga a través de una segunda trayectoria de carga axial a una junta de lámina de tubo (6).

21. El método de operación de la reivindicación 20, en donde el miembro de torsión elástica (60) se configura para pivotar en la primera área de contacto (61) donde el miembro de torsión elástica entra en contacto con un miembro de manguito (2) y en la segunda área de contacto (63) donde el miembro de torsión elástica (60) entra en contacto con un anillo de cojinete (50).

22. El método de operación de la reivindicación 17, que comprende además:

insertar una junta de lámina de tubo (6) en un extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor (70) alargado para que se coloque adyacente a una configuración de reborde de canal formada en el recinto de intercambiador de calor alargado (70);

insertar una lámina de tubo (1) en el extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor

(70) alargado para que se coloque adyacente a la junta de lámina de tubo para definir un lado de carcasa y un lado de canal dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor alargado, en donde la cámara interior se configura para recibir de forma extraíble un haz de tubos colocado dentro del lado de carcasa de la cámara interior;

insertar un miembro de manguito anular (2) en el extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor (70) alargado para que se coloque adyacente a la lámina de tubo (1);

insertar un miembro de torsión elástica (60) en el extremo de canal cilíndrico abierto a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor (70) alargado para que se coloque adyacente al miembro de manguito (2);

insertar un anillo de cojinete (50) en el extremo abierto del canal cilíndrico a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor (70) alargado para que se coloque adyacente al miembro de torsión elástica (60); y

insertar un diafragma (8) en el extremo abierto del canal cilíndrico a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente al anillo de cojinete.

23. El método de operación para un recinto de intercambiador de calor tubular de acuerdo con la reivindicación 17, que incluye además fijar un montaje de cierre a una porción de extremo abierto de la cámara interior, el montaje de cierre que incluye un diafragma desviable y anillo de cojinete (50) e incluye además un mecanismo para impartir la precarga al miembro de torsión elástica (60).

## **MONTAJES DE CIERRE DE INTERCAMBIADOR DE CALOR Y MÉTODOS DE USO E INSTALACIÓN DE LOS MISMOS**

### **REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS**

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente de Estados Unidos No. se serie 62/645,662 presentada el 20 de marzo de 2018, la cual se incorpora en la presente como referencia en su totalidad.

### **CAMPO DE LA INVENCION**

[0001] Las modalidades descritas se refieren a montajes de cierre de intercambiador de calor y métodos de uso e instalación de los mismos, y más en particular a sistemas y métodos de cierre para sellar intercambiadores de calor de tipo carcasa y tubo de alta presión que tienen haces de tubos extraíbles, y aún más en particular a montajes de cierre de intercambiador de calor que se configuran para adaptarse a cargas térmicas variables que tienen un montaje de tapón de cierre que se fija al canal del intercambiador de calor usando montaje de bloqueo.

### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

[0002] Los intercambiadores de calor de tipo carcasa y tubo constituyen la mayor porción del equipo de transferencia de calor no sometido a llama en plantas químicas, refinerías de petróleo, plantas de vapor e instalaciones similares. Los intercambiadores de calor que tienen haces de tubos extraíbles, tal como aquellos con tubos en U y una cabeza flotante, o que tienen haces no extraíbles con láminas de tubo fijas se encuentran entre los intercambiadores más populares de los principales tipos de intercambiadores de calor de carcasa y tubo en uso actual. En la práctica, generalmente es deseable tener un haz de tubos extraíbles de modo que el intercambiador de calor se puede retirar periódicamente del servicio, el haz de tubos se retira para su limpieza e inspección y luego se vuelve a montar. También puede ser deseable probar hidrostática o neumáticamente el lado de carcasa de los intercambiadores de calor tubulares, con haces de tubos extraíbles, de modo que se puedan realizar inspecciones o verificaciones de las juntas de tubos y juntas de láminas de tubos y se puedan ubicar y reparar fugas fácilmente. Para remover el paquete se debe proporcionar un cierre que se pueda abrir de forma rápida y confiable después de un largo período de operación bajo cargas térmicas y de presión variables. Los problemas asociados con el desmontaje, extracción, pruebas hidrostáticas y neumáticas y remontaje son particularmente agudos cuando el intercambiador de calor tubular es relativamente grande (más de 36 pulgadas (91,44 cm) de diámetro) y está destinado para operaciones de alta presión que superan los 1000 lb/pulg<sup>2</sup> (6,9 MPa) ya que el peso de los componentes

requeridos se vuelve grande. Un tipo particular de cierre que se ha desarrollado para este propósito es un “tapón de tornillo” también conocido como cierre de tipo “bloque de cierre” que utiliza una pluralidad de roscas de entrelazado para fijar un montaje de cubierta de anillo de bloqueo en su lugar. La principal ventaja de este tipo de sistema es que elimina la brida de cubierta de canal grande y el atornillado de otros diseños de intercambiadores de alta presión convencionales. Hay dos clasificaciones comunes de intercambiadores de calor de tipo tapón de tornillo descritas en la técnica anterior. En aplicaciones donde las presiones exceden 1000 lb/pulg<sup>2</sup> (6,9 MPa) en ambos lados de la lámina de tubo de modo que la lámina de tubo en sí misma se somete solo a una presión diferencial más baja, es posible proporcionar un cierre “estilo A” completamente extraíble mediante el cual el haz se puede retirar sin quitar la cubierta de carcasa. Si la presión diferencial es demasiado alta, puede ser más conveniente retirar la cubierta de carcasa para acceder al haz, en cuyo caso se puede usar un cierre “estilo B”.

[0003] Además, los montajes de cierre utilizados en intercambiadores de calor de este tipo deben ser lo suficientemente rígidos para contener la presión interna sin movimiento significativo del montaje de cierre con respecto al canal, ya que esto conduciría a desacoplamiento parcial o total de las roscas utilizadas para fijar el montaje de cierre. Sin embargo, el montaje también debe ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a cargas térmicas esperadas que se presentan durante la operación. Las cargas térmicas esperadas son cambios en la temperatura a lo largo del tiempo que se pueden presentar durante el arranque inicial o después de reparaciones, o en el caso de resultado inesperado o activación de planta, cualquiera de estos eventos singular puede dar como resultado una expansión térmica diferencial de los componentes internos con respecto al canal. Las cargas térmicas, si no se acomodan adecuadamente en una o más modalidades, pueden a su vez producir deformación plástica desigual de las piezas internas de modo que la carga de la junta ya no se distribuye uniformemente y, finalmente, el montaje comience a gotear. En particular, dado que los componentes internos del intercambiador de calor a menudo están sujetos a una expansión térmica más alta que el canal, debido a diferentes coeficientes de expansión térmica o al hecho de que los componentes internos más delgados pueden calentarse a una velocidad más rápida que los materiales de canal gruesos, un montaje de cierre rígido no es deseable si da por resultado: deformación plástica de los componentes internos que conduce a descarga y fuga de junta; y carga más alta en las porciones roscadas del montaje de cierre y canal que puede conducir a deformación de rosca. Todas las circunstancias y condiciones operativas anteriores han llevado a la adopción de muchas soluciones técnicas diferentes, que solo han tenido un éxito parcial porque solo han resuelto

algunos de los problemas en tanto que introducen otros, especialmente para aplicaciones donde la temperatura, presión y tamaño están en el lado alto.

[0004] En todas estas soluciones de la técnica anterior, un montaje roscado de cubierta y anillo de bloqueo (o “tapón de cierre”) se debe hacer girar varias veces, generalmente 20 o más, para acoplar completamente las roscas en el anillo de bloqueo con las roscas en el canal del intercambiador de calor. Esto introduce una consideración especial de manejo, ya que el montaje de anillo de bloqueo se debe centrar y soportar con precisión mientras está fuera del canal y girado en su posición. En particular, dado que no se puede permitir que el peso del tapón de cierre se apoye sobre las roscas, la precisión del manejo de una pieza de equipo tan pesada (hasta 21.000 libras (9525,4 kg)) requiere que se suministre un armazón especializado con el intercambiador de calor. Se han desarrollado varios diseños de armazones. En algunos casos, se utiliza un sistema en voladizo de contrapesos para equilibrar el peso del anillo de bloqueo. En otros casos, el armazón se une directamente al canal.

[0005] Sin embargo, el armazón especial no tiene otra función y se puede utilizar con tanta frecuencia que la tripulación que trabaja en el intercambiador no tiene experiencia y confía completamente en las instrucciones proporcionadas por el fabricante. En el peor de los casos, existe el riesgo de lesiones al personal de planta que trabaja en el intercambiador si el montaje pesado no está fijo al armazón correctamente. Siempre existe el riesgo de que el tapón de cierre se atasque o que las roscas se dañen durante la inserción o extracción. Esto es particularmente cierto cuando el tapón de cierre se inserta por primera vez en el canal de intercambiador de calor. El tiempo es crítico durante la recuperación o reparaciones de planta, por lo que cualquier tiempo de inactividad no planificado asociado con un tapón de cierre atascado puede representar una pérdida financiera significativa para la planta o refinería.

[0006] La dificultad de manejar el anillo de bloqueo significa que no es deseable insertar y quitar el anillo de bloqueo más de una vez durante un evento de mantenimiento. Si es necesario realizar reparaciones en los tubos u otros componentes de retención de presión, se debe realizar una prueba hidrostática o neumática del lado de la carcasa sin la cubierta en su lugar con el fin de inspeccionar y fijar que no haya fugas. Los diseños iniciales utilizaron una brida interna temporal para cargar la junta cuando se sometió a prueba hidráulica el lado de carcasa del intercambiador de calor. Los diseños posteriores tal como el que se muestra en la patente de los Estados Unidos No. 4,750, 554 proporcionan un mecanismo para aplicar la carga de la brida interna en paralelo con la carga de la fila de pernos. Para estos diseños posteriores, la fila interna de pernos ubicada en el anillo de

bloqueo externo se utiliza para cargar la junta de lámina de tubo solo en caso de una fuga. Los componentes internos necesarios para lograr esta función pueden ser bastante complicados, y aunque el diseño se ha optimizado bien, el número de porciones y la complejidad aumenta el riesgo de que se puedan instalar incorrectamente, así como la introducción de más costos de fabricación. Dado que la brida interna está en contacto con el fluido de proceso, los pernos se pueden corroer o cubrir en formaciones de coque y se pueden tener que cortar o perforar. Además, la expansión térmica diferencial de los componentes internos puede producir daños o puede deformar el montaje de brida interna, lo que lleva a dificultades para remover y reutilizar el montaje.

[0007] Por lo tanto, la técnica anterior no aborda el problema de manejar el tapón de cierre durante la inserción/extracción y que permite prueba de presión en tanto que se mantiene un diseño más simple para los componentes internos.

[0008] Si bien un intercambiador de calor de tapón de cierre de tornillo puede cumplir con los códigos de diseño aplicables con respecto a las porciones que contienen presión, hay otros componentes dentro del límite de presión del diseño de equipo que impactaran la fiabilidad y el costo del ciclo de vida de este tipo de equipo. Existe la necesidad de un dispositivo que sea lo suficientemente rígido para limitar el movimiento bajo carga de presión, al tiempo que evite daños a las piezas internas en condiciones de carga térmica esperadas y proporcione protección a prueba de fallos a la estructura de retención de presión (roscas), etc. en condiciones de carga térmica extrema.

[0009] Por lo tanto, existe una necesidad insatisfecha en la técnica de montajes de cierre de intercambiador de calor que se configuren para adaptarse a cargas térmicas variables y que incluyan un anillo de bloqueo y una cubierta que se pueden instalar y retirar más fácilmente según sea necesario y sin el uso de equipos de manejo especializados.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

[00010] El propósito y las ventajas de las modalidades ilustradas que se describen a continuación se expondrán y serán evidentes a partir de la descripción que sigue. Las ventajas adicionales de las modalidades ilustradas se realizarán y alcanzarán mediante los dispositivos, sistemas y métodos particularmente señalados en la descripción escrita y las cláusulas de la presente, así como a partir de las figuras anexas.

[00011] Para lograr estas y otras ventajas y de acuerdo con el propósito de las modalidades ilustradas, en un aspecto, se describen sistemas y métodos de cierre para intercambiadores de calor de tipo carcasa y tubo en los que los montajes de cierre de intercambiador de calor se configuran para adaptarse a cargas térmicas variables e incluyen un anillo de bloqueo que se fija al canal del intercambiador de calor usando una pluralidad

cubos o roscas de entrelazado.

[00012] Como se señaló anteriormente, lo siguiente es de particular preocupación para los usuarios finales de intercambiadores de calor tipo carcasa y tubo: fugas a través de juntas que conducen a fluidos de proceso tal como hidrógeno/hidrocarburo que se escapan al ambiente; fugas de proceso entre el lado de carcasa y los fluidos de lado de tubo; tiempos de mantenimiento más largos de lo esperado debido a la adherencia del tapón de cierre durante la inserción/remoción; y complejidad de un gran número de componentes internos y equipos especializados que se requieren para soportar el tapón de cierre durante la inserción o remoción.

[00013] De acuerdo con las determinadas modalidades ilustradas en la presente, los métodos/sistemas descritos en la presente para abrir, cerrar y sellar un intercambiador de calor de alta presión emplean una cubierta y un montaje de anillo de bloqueo (por ejemplo, un tapón de cierre) mediante el cual el tapón de cierre se inserta en el canal de intercambiador de calor en un movimiento lineal y se hace girar preferentemente por menos de una sola vuelta (por ejemplo, una vuelta menor que 360 grados) en una posición bloqueada. Las superficies de soporte de carga (por ejemplo, cubos) preferiblemente no están en contacto hasta que se aplica la rotación final que bloquea eficazmente el tapón de cierre al intercambiador de calor de alta presión. El canal del intercambiador de calor de alta presión se mecaniza preferentemente con un primer conjunto de cubos y el anillo de bloqueo se conecta con un segundo conjunto de cubos complementarios de modo que cuando se hace girar el tapón de cierre, el primer conjunto de cubos se acopla de forma liberable con el segundo conjunto de cubos. En determinadas modalidades, se puede unir un riel adyacente a uno o más conjuntos de cubo en el anillo de bloqueo y/o canal para proporcionar una sección elevada a lo largo de un lado que: (i) evita rotación excesiva; (ii) proporciona una superficie de soporte para inserción del montaje de anillo de bloqueo; y (iii) evita daños en las superficies de soporte de carga.

[00014] En determinadas modalidades ilustrativas, el anillo de bloqueo se mecaniza con un número prescrito (por ejemplo, 8) de conjuntos de cubos de anillo de bloqueo y el canal de intercambiador de calor se mecaniza con un número correspondiente de conjuntos de cubos de canales. Los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que el número de conjuntos correspondientes de cubos se puede variar sin desviarse de los aspectos inventivos de la presente descripción. En ciertas modalidades ilustrativas, el perfil de cubo es una forma de contrafuerte.

[00015] Se apreciará que determinadas ventajas de las modalidades ilustradas incluyen un montaje de tapón de cierre que se puede instalar con un solo movimiento lineal y sin la

necesidad de un armazón o herramienta especializada. Solo una vez que el conjunto de tapón de cierre está en su posición y totalmente soportado por el canal de intercambiador de calor, se bloquea en su posición mediante un solo giro parcial (por ejemplo, un giro de 22,5° del miembro de tapón). Se elimina el riesgo de que el tapón de cierre se quede atascado con respecto a un canal de intercambiador de calor. Además, el manejo de un miembro de tapón es más seguro ya que no se requiere rotación hasta que el tapón de cierre se soporte completamente con respecto a un intercambiador de calor. Se puede usar equipo de planta fácilmente disponible tal como grúas, camiones de tracción de haces y montacargas para mover un miembro de tapón de cierre en su lugar, eliminando así el costo asociado con un armazón especializado. La instalación es más segura porque el montaje/tapón de anillo de bloqueo no se necesita girar simultáneamente mientras cuelga y se centra usando contrapesos o voladizo, sino que se desliza preferentemente a lo largo de rieles diseñados especialmente que también sirven para proporcionar un tope de rotación. Los rieles se dimensionan para garantizar que el montaje de anillo de bloqueo del tapón de cierre apoye todo su peso en las superficies de soporte de carga de los cubos.

[00016] De acuerdo con modalidades ilustradas, la inserción y extracción del montaje de tapón de cierre se puede lograr más rápidamente que el diseño roscado de la técnica anterior. Una inserción y extracción más rápida permite uso de piezas internas simplificadas, en particular al eliminar la necesidad de una brida interna. En determinadas modalidades, para bloquear el anillo del montaje de tapón de cierre en su lugar, solo se requiere un giro parcial (por ejemplo, 22,5°) del montaje de tapón de cierre con respecto al tubo de intercambiador de calor, en contraste con los 20 o más giros completos típicos del diseño de la técnica anterior. Como resultado, se proporciona flexibilidad al seleccionar la forma de superficie de soporte de carga del tapón de cierre para que sea más óptima que la rosca ACME tradicional de 1" (2,54 cm) utilizada en la técnica anterior.

[00017] Con respecto al diseño y los métodos de la técnica anterior, el apriete de una rosca de tornillo es comparable a accionar una cuña en un espacio hasta que se adhiera rápidamente a través de la fricción y ligera deformación plástica. Por lo tanto, una rosca debe avanzar a través de alguna distancia lineal mientras gira para que se acople completamente. Los diseños de la técnica anterior típicamente usaban una rosca de estilo ACME, generalmente a un espaciamiento de 1 pulgada (2,54cm) de modo que un giro completo hace avanzar el tapón 1 pulgada (2,54cm) hacia el canal. Por el contrario, los diseños de cubo de determinadas modalidades ilustradas de la presente invención son, por ejemplo, una geometría entrelazada o entrecruzada macho-hembra, que se acopla a través de la rotación en un solo plano, que utiliza preferentemente una forma de cubo (por ejemplo,

configuración de contrafuerte) que es más rígida y más apropiada cuando la fuerza en el cubo está principalmente en una dirección. Se proporcionan rieles y se configuran en los cubos para garantizar que el anillo de bloqueo del montaje de tapón se centre correctamente durante la inserción y no puede girar en exceso. Los rieles también funcionan para proteger los cubos durante el montaje del miembro de tapón de cierre con el tubo de intercambiador de calor.

[00018] Por lo tanto, una ventaja distinta proporcionada por las modalidades ilustradas es la eliminación para requerir “armazones” especializados necesarios para soportar y centrar un anillo de bloqueo mientras se hace girar. De acuerdo con la modalidad ilustrada de la presente invención, la rotación del tapón de cierre se produce una vez que el anillo de bloqueo del tapón se inserta completamente en el canal, por lo que el diseño del anillo de bloqueo reduce significativamente el tiempo que se tarda en abrir y cerrar el intercambiador de calor para las operaciones de mantenimiento, elimina la necesidad de equipo/manipulación especial y, por lo tanto, reduce el riesgo de que una instalación incorrecta de por resultado una fuga. Al reducir el tiempo de apertura y cierre, también es posible eliminar una brida interna utilizada para fines de prueba de presión, lo que reduce en gran medida el número de componentes que se deben instalar/remover para obtener acceso al haz de tubos.

[00019] Se apreciará que las modalidades ilustradas de la presente invención están dirigidas a construcciones de intercambiador de calor que permiten expansión térmica bajo cargas térmicas variables durante la operación a través del uso de un miembro de torsión elástica. Al adaptarse a la expansión térmica esperada con un miembro de torsión elástica, el sellado se puede mantener a través de múltiples ciclos operativos sin ajuste de pernos de compresión proporcionados en un tapón de cierre. Las cargas térmicas esperadas incluyen calentamiento y enfriamiento de componentes debido al arranque, apagado, fluctuaciones en los caudales de fluido y eventos poco frecuentes pero previsibles, tal como una activación de planta o apagado repentino. En el caso de una carga térmica extrema que hace que la expansión térmica de los elementos internos esté más allá del intervalo considerado en el diseño, es fundamental proteger los cubos del montaje de cierre de daños, por lo tanto, el miembro de torsión se diseña y configura para deformarse plásticamente por encima de un cierto intervalo de desviación elástica. Se apreciará que con diseños y métodos anteriores, se requirió el uso de procedimientos de montaje especializados para mantener el sellado de una junta de lámina de tubo interna, que a menudo implica volver a apretar los pernos de compresión durante la operación. Incluso con estos procedimientos, la deformación plástica de los miembros internos puede presentarse

durante la operación debido a la expansión térmica diferencial. Tal como se señaló anteriormente, esto se ha obviado mediante la presente invención.

[00020] De acuerdo con determinadas modalidades ilustradas de la presente invención, los montajes de cierre se diseñan para sellar una cubierta de alta presión y un intercambiador de calor de tubo, y se configuran como un tipo de “tapón de tornillo”, que mantiene un sello en la lámina de tubo de intercambiador de calor bajo presión y cargas térmicas variables. El sellado externo del montaje de cierre se proporciona preferentemente mediante un montaje de diafragma y junta. El sello de junta de diafragma se mantiene preferentemente mediante una fila externa de pernos de empuje, y el sellado interno se proporciona preferentemente mediante una segunda junta ubicada en la lámina de tubo que se carga mediante una fila interna de pernos de empuje. De acuerdo con determinadas modalidades ilustradas, la carga de sellado interna de una lámina de tubo intercambiador de calor se transmite a través de un anillo de compresión, un miembro de torsión elástica y un miembro de manguito. Se entenderá que el miembro de torsión elástica gira en las áreas donde entra en contacto con el miembro de manguito y el anillo de compresión.

[00021] Durante un procedimiento de montaje de determinadas modalidades ilustradas de la presente invención, un haz de tubos con una junta de lámina de tubo se inserta en un tubo de intercambiador de calor, seguido por un miembro de manguito, un miembro de torsión elástica y luego el miembro de tapón de cierre que tiene de manera preferente un montaje de anillo de bloqueo y cubierta. Además, se proporciona una junta de diafragma y diafragma adyacente al tapón de cierre en el tubo de intercambiador de calor para proporcionar un sello hermético a fugas. El miembro de tapón de cierre se fija de forma extraíble a un canal de extremos abiertos del tubo de intercambiador de calor al girar el miembro de tapón de cierre coaxialmente alrededor del eje longitudinal del intercambiador de calor en un movimiento lineal, y preferentemente se hace girar por menos de una sola vuelta para colocarse en una posición bloqueada. Se apreciará que las superficies de soporte de carga no están en contacto de soporte de carga entre sí hasta que se aplica una rotación final del tapón de cierre.

[00022] De acuerdo con determinadas modalidades ilustradas de la presente invención, las superficies de soporte de carga anteriormente mencionadas del tapón de cierre y el canal de extremos abiertos del tubo intercambiador de calor incluyen preferentemente un primer conjunto de cubos proporcionados (por ejemplo, mecanizados) en el tapón de cierre y un segundo conjunto de cubos complementarios proporcionados (por ejemplo, mecanizados) en la porción de canal de extremos abiertos del tubo intercambiador de calor de modo que cuando se hace girar el tapón de cierre, el primer conjunto de cubos se acopla

(se entrecruza) con el segundo conjunto de cubos. Se apreciará que se pueden proporcionar uno o más conjuntos de secciones de cubo en el tapón de cierre y/o canal de extremos abiertos del intercambiador de calor para incorporar una sección elevada (por ejemplo, un riel) configurada para (i) evitar rotación excesiva, (ii) proporcionar una superficie de soporte para inserción del tapón de cierre, mientras que (iii) evita daños en las superficies de soporte de carga tanto del tapón de cierre como del canal de extremos abiertos del tubo de intercambiador de calor.

[00023] En aun otro aspecto, se proporciona un montaje de intercambiador de calor que incluye un recinto de intercambiador de calor tubular alargado que define una cámara interior. Se coloca una lámina de tubo dentro de la cámara interior de la carcasa de intercambiador de calor que separa la cámara interior en un lado de carcasa y un lado de canal. La porción interior se configura para recibir de forma extraíble un haz de tubos colocado dentro del lado de carcasa de la cámara interior. Un miembro de manguito anular se coloca dentro del lado de canal de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor. Se coloca un miembro de torsión elástica anular dentro del lado de canal de la cámara interior del intercambiador de calor de modo que el miembro de manguito se coloca entre la lámina de tubo y el miembro de torsión elástica. El miembro de torsión elástica tiene una circunferencia interna desviable con respecto a su circunferencia externa para aplicar torsión al miembro de torsión elástica. Además, el intercambiador de calor puede además uno o más de los siguientes: i) un montaje de partición en donde el miembro de manguito se coloca dentro del lado de canal de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor para dirigir el fluido desde un orificio que se extiende a través del recinto hasta al menos dos o más tubos en un haz de tubos; ii) una junta de lámina de tubo colocada entre la lámina de tubo y un reborde formado dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor y un anillo de cojinete colocado dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor con el miembro de torsión elástica colocado entre el miembro de manguito y el anillo de cojinete; iii) al menos dos orificios que se extienden a través del recinto para permitir que el fluido entre y salga del lado de canal de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor; iv) el elemento de torsión elástica que se configura para desviarse elásticamente hasta un límite de desviación elástica y desviarse plásticamente por encima del límite de desviación elástica de manera que el elemento de torsión elástica se desvía elásticamente para adaptarse a la expansión térmica diferencial y evitar daños a los componentes del intercambiador de calor cuando el calor el intercambiador está bajo precarga y presión y cargas térmicas esperadas; v) el miembro de torsión elástica que se configura para pivotar en una primera área de contacto donde el miembro de torsión elástica

está en contacto con el miembro de manguito y en una segunda área de contacto el miembro de torsión elástico está en contacto con el anillo de cojinete; vi) el miembro de torsión elástica que tiene una sección transversal cuadrilátera que tiene esquinas redondeadas; vii) una pluralidad de elementos de torsión elástica apilados en serie entre sí; viii) el elemento de torsión elástica se configura para tener un radio exterior "A" y un radio interior "B", en donde el radio exterior es menor que un radio interior de un canal de la cámara interior configurado para recibir un haz de tubos, en donde la relación de "A" a "B" es menor que 3; ix) el miembro de torsión elástica se configura para tener una altura "H" que es aproximadamente el 50% de su límite de desviación elástica, y tiene un grosor "T" de manera que el miembro de torsión elástica se deforma plásticamente por encima de su límite de desviación elástica; x) un montaje de cierre para sellar el lado de canal de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor, en donde el montaje de cierre incluye un miembro de anillo de bloqueo y un miembro de cubierta que se fijan de forma extraíble al recinto de intercambiador de calor con un montaje de bloqueo; xi) el montaje de bloqueo incluye una pluralidad de secciones de cubo de anillo de bloqueo separadas configuradas para que se entrecrucen con las secciones de cubo de canal correspondientes formadas en una porción de la superficie interna cilíndrica del recinto de intercambiador de calor; xii) un diafragma colocado con el lado de canal de la cámara interior adyacente al anillo de bloqueo y miembros de cubierta y una junta de diafragma comprimida contra el diafragma cuando el miembro de anillo de bloqueo se fija de forma extraíble al recinto de intercambiador de calor; xiii) el montaje de cierre incluye además una pluralidad de primeros miembros de compresión alargados proporcionados a lo largo de una porción de radio exterior del montaje de cierre para transmitir una fuerza a un primer anillo de compresión, que transmite una fuerza a una porción de orilla del diafragma y la junta de diafragma y una pluralidad de segundos miembros de compresión alargados proporcionados a lo largo de una porción de radio interior del montaje de cierre para transmitir una fuerza a un segundo anillo de compresión, que transmite una fuerza contra una porción del diafragma haciendo que una porción del diafragma se desvíe distal desde el miembro de cubierta y hacia el miembro de torsión elástica cuando el montaje de cierre se fija de forma extraíble al recinto de intercambiador de calor; xiv) la lámina de tubo, el miembro de manguito, el anillo de cojinete, el primer y segundo anillos de compresión, el anillo de bloqueo y el primer y segundo miembros de compresión que se configuran para permanecer elásticos hasta o por encima de una carga axial total de precarga, cargas térmicas y de presión cuando el montaje de cierre se fija al recinto de intercambiador de calor; xv) en donde los miembros de compresión alargados se precargan, los miembros de compresión imparten la precarga a través de una

primera trayectoria de carga axial a una primera área de contacto del miembro de torsión elástica, que transmite la precarga a través de una trayectoria de carga torsional a través del miembro de torsión elástica a una segunda área de contacto del miembro de torsión elástica, que transmite la precarga a través de una segunda trayectoria de carga axial a una junta de lámina de tubo; xvi) en donde las cargas de presión de fluidos de proceso en el intercambiador de calor están dentro de un intervalo de umbral normal prescrito, el miembro de torsión elástica se configura para deformarse elásticamente permitiendo que su circunferencia exterior se mueva axialmente hacia el montaje de cierre, las cargas de presión de fluidos de proceso en el recinto de intercambiador de calor reducen la carga sobre el miembro de torsión elástica deformando el montaje de cierre distal de la lámina de tubo, y el miembro de torsión elástica se configura para desviarse elásticamente hasta un límite de desviación elástica y desviarse plásticamente por encima del límite de desviación elástica de modo que el miembro de torsión elástica se adapta a la expansión térmica diferencial para evitar daño a componentes del intercambiador de calor cuando el intercambiador de calor está bajo precarga y cargas térmicas y de presión esperadas.

[00024] En aun otro aspecto, se proporciona un proceso para montar un montaje de intercambiador de calor de tubo que incluye proporcionar un recinto de intercambiador de calor alargado que tiene una cámara interior y que define un eje longitudinal y que tiene un extremo de canal cilíndrico abierto. Un montaje de cierre se proporciona que tiene un montaje de bloqueo configurado para sujetarse al extremo de canal cilíndrico abierto del recinto de intercambiador de calor alargado. El montaje de bloqueo del montaje de cierre se inserta en el extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal de la cámara interior del intercambiador de calor de modo que las superficies de soporte de carga de cada uno del montaje de cierre y una pared interior del recinto de intercambiador de calor alargado no entren en contacto entre sí. El montaje de cierre se hace girar alrededor del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para hacer que el montaje de bloqueo se fije de forma extraíble a un montaje de bloqueo cooperativo proporcionado en la pared interior del recinto de intercambiador de calor alargado para hacer que las superficies de soporte de carga se pongan en contacto entre sí de modo que se transfiera una carga entre el montaje de cierre y el intercambiador de calor alargado. Además, el proceso para montar el intercambiador de calor de tubo puede además uno o más de los siguientes: i) el montaje de cierre se hace girar menos de 360 grados para hacer que el montaje de bloqueo del montaje de cierre se fije de forma extraíble al montaje de bloqueo cooperativo proporcionado en la pared interior del recinto de intercambiador de calor alargado; ii) el montaje de bloqueo del montaje de cierre y el montaje de bloqueo

proporcionado en la pared interior del recinto de intercambiador de calor alargado forman cooperativamente un montaje de bloqueo de bayoneta iii) el montaje de bloqueo de bayoneta que incluye una pluralidad de secciones de cubo de anillo de bloqueo separadas proporcionadas en una porción de superficie externa del montaje de cierre y una pluralidad de secciones de cubo de anillo de bloqueo separadas proporcionadas en la pared interior del recinto de intercambiador de calor alargado configuradas para que se entrecrucen con secciones de cubo de canal correspondientes formadas en el montaje de cierre; iv) antes de la inserción el montaje de bloqueo, insertar una junta de lámina de tubo en el extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente a una configuración de reborde de canal formado en el recinto de intercambiador de calor alargado, insertar una lámina de tubo en el extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente a la junta de lámina de tubo para definir un lado de carcasa y un lado de canal dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor alargado, en donde la cámara interior se configura para recibir de forma extraíble un haz de tubos colocado dentro del lado de carcasa de la cámara interior, insertar un miembro de manguito anular en el extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente a la lámina de tubo, insertar un miembro de torsión elástica en el extremo de canal cilíndrico abierto a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente al miembro de manguito, insertar un anillo de cojinete en el extremo abierto del canal cilíndrico a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente al miembro de torsión elástica, e insertar un diafragma en el extremo abierto del canal cilíndrico a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente al anillo de cojinete; v) ajustar una pluralidad de primeros miembros de compresión alargados externos proporcionados a lo largo de una porción de radio exterior del montaje de cierre que se extienden en el montaje de cierre coaxialmente a lo largo del eje longitudinal del montaje de cierre para transmitir una fuerza a un primer anillo de compresión, que transmite una fuerza a una porción de orilla del diafragma y la junta de diafragma para comprimir la junta de diafragma contra el diafragma, y ajustar una pluralidad de segundos miembros de compresión alargados internos proporcionados a lo largo de una porción de radio interior del montaje de cierre que se extienden en el montaje de cierre coaxialmente a lo largo del eje longitudinal del montaje de cierre para transmitir una fuerza a un segundo anillo de compresión, que transmite una fuerza contra una porción del diafragma

que provoca que una porción del diafragma se desvíe distal del montaje de cierre y hacia el miembro de torsión elástica del montaje de intercambiador de calor cuando el montaje de cierre se fija al recinto de intercambiador de calor; vi) en donde la lámina de tubo, miembro de manguito, primer y segundo anillo de compresión, montaje de cierre y cada uno del primer y segundo miembros de compresión alargados se configuran para permanecer elásticos hasta o por encima de una carga axial total de cargas de precarga, térmicas y de presión cuando el montaje de cierre se fija al recinto de intercambiador de calor; vii) en donde cuando los miembros de compresión alargados se precargan, los miembros de compresión imparten la precarga a través de una primera trayectoria de carga axial a un primer área de contacto del miembro de torsión elástica, que transmite la precarga a través de una trayectoria de carga torsional a través del miembro de torsión elástica a una segunda área de contacto del miembro de torsión elástica, que transmite la precarga a través de una segunda trayectoria de carga axial a una junta de lámina de tubo; viii) en donde la carga torsional se resiste mediante un aumento de tensión y una rotación torsional que permite que el primer área de contacto del miembro de torsión elástica se mueva hacia la lámina de tubo; ix) en donde el montaje de cierre incluye colocar un miembro de cubierta de forma cilíndrica que tiene un diámetro exterior que se fija concéntrico con una porción interior de un miembro de anillo de bloqueo de forma cilíndrica que define una porción de superficie exterior cilíndrica y una porción interior de forma cilíndrica en donde la porción de superficie exterior se proporciona con el montaje de bloqueo del montaje de cierre.

[00025] En aun otro aspecto, se proporciona un montaje de cierre configurado para que se fije de forma extraíble a un extremo de canal abierto de una cámara interior de un montaje de intercambiador de calor que incluye un miembro de anillo de bloqueo de forma cilíndrica que define una porción de superficie externa cilíndrica y una porción interior de forma cilíndrica. La porción de superficie externa se proporciona con una pluralidad de secciones de cubo de anillo de bloqueo separadas entre sí configuradas para que se entrecrucen con secciones de cubo de canal correspondientes formadas en una porción de superficie interna cilíndrica del montaje de intercambiador de calor. Un miembro de cubierta de forma cilíndrica fijo es concéntrico con la porción interior del miembro de anillo de bloqueo. Además, el montaje de cierre puede además uno o más de los siguientes: i) en donde el miembro de cubierta se fija de forma extraíble al miembro de anillo de bloqueo con el miembro de anillo de bloqueo que tiene una superficie de diámetro interno con una configuración de reborde configurada para recibir una configuración de reborde cooperativa proporcionada en una superficie de diámetro externo del miembro de cubierta; ii) cada sección de cubo de anillo de bloqueo se extiende al ángulo prescrito que se extiende desde

la porción de superficie externa del miembro de anillo de bloqueo configurado para que se entrecruce con las secciones de cubo inclinadas correspondientes proporcionadas en cada sección de cubo de canal formada en la porción de superficie interna cilíndrica del montaje de intercambiador de calor; iii) un miembro de brida que se extiende hacia arriba proporcionado en el miembro de anillo de bloqueo configurado para detener la rotación del montaje de cierre en la cámara interior del montaje de intercambiador de calor; iv) un diafragma configurado para que se coloque adyacente al anillo de bloqueo y los miembros de cubierta; v) una pluralidad de miembros de compresión de anillo de bloqueo alargados externos ajustables que se pueden fijar de forma extraíble en el miembro de anillo de bloqueo, cada miembro de compresión de anillo de bloqueo alargado externo que pasa a través de un orificio respectivo formado coaxialmente con un eje longitudinal en el miembro de anillo de bloqueo para transmitir una fuerza a un primer anillo de compresión, que transmite una fuerza a una porción de orilla del diafragma, y una junta de diafragma comprimida contra el diafragma de modo que el diafragma se coloca intermedio de la junta de diafragma y el primer miembro de anillo de compresión a través del ajuste de los miembros de compresión de anillo de bloqueo alargados externos cuando el miembro de anillo de bloqueo se fija de forma extraíble a la cámara interior del montaje de intercambiador de calor tubular; vi) una pluralidad de miembros de compresión de cubierta alargados ajustables internos que se pueden fijar de forma extraíble en el miembro de cubierta, cada miembro de compresión de cubierta alargado interno que pasa a través de un orificio respectivo formado coaxialmente con un eje longitudinal en el miembro de cubierta para transmitir una fuerza a un segundo anillo de compresión, que transmite una fuerza contra una porción del diafragma produciendo que una porción del diafragma se desvíe distal del miembro de cubierta y hacia la cámara interior del montaje de intercambiador de calor cuando el montaje de cierre se fija de forma extraíble al extremo abierto de la cámara interior del montaje de intercambiador de calor; vii) en donde el primer y segundo anillos de compresión, varillas de compresión y pernos de compresión se configuran para que permanezcan elásticos hasta o por encima de una carga axial total de cargas de precarga, térmicas y de presión cuando el montaje de cierre se fija de forma extraíble al extremo abierto de la cámara interior del montaje de intercambiador de calor; viii) en donde la porción de superficie externa del miembro de bloqueo está provista de una muesca vertical formada sustancialmente perpendicular al eje longitudinal del miembro de anillo de bloqueo configurada para recibirse de forma deslizante en una mella correspondiente formada en la porción de superficie interna del montaje de intercambiador de calor perpendicular al eje longitudinal del eje de intercambiador de calor para facilitar inserción del miembro de anillo

de bloqueo en la porción de superficie interna del montaje de intercambiador de calor.

[00026] En aun otro aspecto, se proporciona un método de operación para un montaje de intercambiador de calor que tiene un recinto de intercambiador de calor tubular configurado para adaptarse a expansión térmica diferencial de componentes internos en una cámara interior de la carcasa de intercambiador de calor durante secuencias de calentamiento y enfriamiento, que incluye recibir una precarga con un miembro de torsión elástica dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor de modo que el miembro de torsión elástica recibe una carga torsional y se desvía elásticamente para adaptarse a la precarga. Se recibe una carga térmica con el montaje de intercambiador de calor para expandir térmicamente de manera diferencial los componentes internos en la cámara interior del recinto de intercambiador de calor de modo que la carga torsional recibida por el miembro de torsión elástica aumenta y además se desvía elásticamente para adaptarse a la carga térmica. De manera adicional, el método de operación para un intercambiador de calor puede además uno o más de los siguientes: i) recibir una carga de presión dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor que reduce la carga torsional recibida por el miembro de torsión elástica al desviar elásticamente un montaje de cierre unido de forma extraíble al recinto de intercambiador de calor y relajar el miembro de torsión elástica para adaptarse a la carga de presión; ii) en donde la expansión térmica diferencial de los componentes internos comprende adaptar la expansión térmica diferencial de al menos el anillo de cojinete, miembro de torsión elástica, miembro de manguito y lámina de tubo sin producir deformación plástica de al menos el anillo de cojinete, miembro de torsión elástica y miembro de manguito; iii) en donde los miembros de compresión alargados se utilizan para precargar el miembro de torsión elástica de modo que los miembros de compresión imparten la precarga a través de una primera trayectoria de carga axial a una primera área de contacto del miembro de torsión elástica, que transmite la precarga a través de una trayectoria de carga torsional a través del miembro de torsión elástica a una segunda área de contacto del miembro de torsión elástica, que transmite la precarga a través de una segunda trayectoria de carga axial a una junta de lámina de tubo; iii) en donde el miembro de torsión elástica se configura para girar en la primer área de contacto donde el miembro de torsión elástica entra en contacto con un miembro de manguito y en la segunda área de contacto donde el miembro de torsión elástica entra en contacto con un anillo de cojinete; iv) insertar una junta de lámina de tubo en un extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente a una configuración de reborde de canal formada en el recinto de intercambiador de calor alargado, insertar una lámina de tubo en el extremo de canal

cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente a la junta de lámina de tubo para definir un lado de carcasa y un lado de canal dentro de la cámara interior del recinto de intercambiador de calor alargado, en donde la cámara interior se configura para recibir de forma extraíble un haz de tubos colocado dentro del lado de carcasa de la cámara interior, insertar un miembro de manguito anular en el extremo de canal cilíndrico abierto axialmente a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente a la lámina de tubo, insertar un miembro de torsión elástica en el extremo de canal cilíndrico abierto a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente al miembro de manguito, insertar un anillo de cojinete en el extremo abierto del canal cilíndrico a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente al miembro de torsión elástica; e insertar un diafragma en el extremo abierto del canal cilíndrico a lo largo del eje longitudinal del recinto de intercambiador de calor alargado para que se coloque adyacente al anillo de cojinete; y v) fijar un montaje de cierre a una porción de extremo abierto de la cámara interior, el montaje de cierre que incluye un diafragma y anillo de cojinete desviables y además que incluye un mecanismo para impartir la precarga al miembro de torsión elástica.

[00027] Estas y otras características únicas del montaje de cierre descrito en la presente se harán más evidentes fácilmente a partir de la siguiente descripción y las figuras anexas.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

[00028] Para que los expertos en la técnica a la que pertenecen los sistemas y métodos descritos entiendan más fácilmente cómo hacer y usar los mismos que ilustran varios aspectos inventivos no limitantes, por ejemplo, de acuerdo con ciertas modalidades ilustradas, se puede hacer referencia a los dibujos en donde:

[00029] La figura 1A ilustra una vista en sección transversal parcial de un intercambiador de calor tubular y montaje de cierre de la técnica anterior como se describe en la patente de los Estados Unidos No. 4.750.554;

[00030] La figura 1B ilustra una vista en sección transversal parcial de un intercambiador de calor tubular y montaje de cierre que se han construido de acuerdo con una modalidad ilustrada;

[00031] La figura 2 ilustra una vista en sección transversal parcial separada en porciones de la figura 1B que representa un miembro de torsión elástica de acuerdo con una modalidad ilustrada.

[00032] La figura 3 ilustra una vista en sección transversal parcial separada en porciones

de un sello de diafragma comprimido de acuerdo con una modalidad ilustrada;

[00033] La figura 4 ilustra una vista en perspectiva parcial de un miembro de anillo de bloqueo de la figura 1B de acuerdo con una modalidad ilustrada;

[00034] La figura 5 ilustra una vista en perspectiva parcial del diámetro interno de la porción de extremo de canal abierto del intercambiador de calor de la figura 1B;

[00035] La figura 6 ilustra una vista en perspectiva parcial del miembro de bloqueo de la figura 4 insertado linealmente en la porción de extremo de canal abierto del intercambiador de calor de la figura 5 de acuerdo con una modalidad ilustrada;

[00036] La figura 7 ilustra una vista en sección transversal parcial de un intercambiador de calor tubular y montaje de cierre que tienen múltiples miembros de torsión elástica de acuerdo con otra modalidad ilustrada; y

[00037] La figura 8 ilustra una vista en sección transversal parcial del montaje de tapón de cierre de intercambiador de calor de estilo B de acuerdo con otra modalidad ilustrada.

#### **DESCRIPCIÓN DETALLADA LA INVENCION**

[00038] La presente invención ahora se describe más completamente con referencia a las figuras anexas, en las cuales se muestran determinadas modalidades ilustradas de la presente invención. La presente invención no se limita de ninguna manera a las modalidades ilustradas ya que las modalidades ilustradas descritas a continuación son meramente ejemplos de la invención, que se puede incorporar en varias formas, como se aprecia por un experto en la técnica. Por lo tanto, se va a entender que cualquier detalle estructural y funcional descrito en la presente no se va a interpretar como limitante, sino simplemente como una base para las reivindicaciones y como una representación para enseñar a un experto en la técnica a emplear de diversas maneras la presente invención. Además, no se pretende que los términos y frases utilizados en la presente sean limitantes, sino que más bien proporcionan una descripción comprensible de la invención.

[00039] A menos que se defina lo contrario, todos los términos técnicos y científicos utilizados en la presente tienen el mismo significado como se entiende comúnmente por un experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Aunque cualquier método y material similar o equivalente a los descritos en la presente también se puede usar en la práctica o prueba de la presente invención, ahora se describen métodos y materiales de ejemplo. Todas las publicaciones de patente mencionadas en la presente se incorporan en la presente como referencia para divulgar y describir los métodos y/o materiales en relación con los cuales se citan las publicaciones.

[00040] Cabe señalar que tal como se usa en la presente y en las reivindicaciones anexas, la forma singular "un", "una" y "el" incluyen referencias plurales a menos que el

contexto indique claramente lo contrario. Por lo tanto, por ejemplo, la referencia a “un estímulo” incluye una pluralidad de estos estímulos y la referencia a “la señal” incluye la referencia a una o más señales y equivalentes de estas conocidas por aquellos expertos en la técnica, y así sucesivamente.

[00041] Los componentes, materiales o métodos bien conocidos no se describen necesariamente en gran detalle para evitar complicar la presente descripción. Cualquier detalle estructural y funcional específico descrito en la presente no se va a interpretar como limitante, sino simplemente como una base para las reivindicaciones y como una base representativa para enseñar a un experto en la técnica a emplear de diversas maneras la invención.

[00042] La presente descripción ahora se describirá más completamente, pero no necesariamente se muestran todas las modalidades de la descripción. Además, se pueden realizar muchas modificaciones para adaptar una situación o material particular a las indicaciones de la descripción sin desviarse del alcance esencial de la misma.

[00043] Se apreciará que la presente invención supera muchos de los problemas asociados con montajes de cierre de intercambiador de calor de la técnica anterior. Por ejemplo, con referencia a la figura 1A, se ilustra un montaje de cierre de la técnica anterior para un intercambiador de calor de carcasa y tubo que como se describe en la patente de los Estados Unidos No. 4.750.554. Se ilustra una sección de un intercambiador de calor de carcasa y tubo con una carcasa y un canal que contiene un haz tubular. El canal tiene orificios que proporcionan acceso para que el fluido entre y salga de los tubos del haz. El montaje de cierre final o “tapón” consiste en el miembro de anillo de bloqueo 9 y el miembro de cubierta 19, que incorpora un diafragma 8 y una junta de diafragma 10. El miembro de anillo de bloqueo (9) y el miembro de cubierto puede cada uno ser anular. El montaje de tapón de cierre es extraíble, para permitir la inserción y extracción de un haz tubular extraíble mientras que también es capaz de mantener un sello hermético y absorber las cargas resultantes bajo alta presión. El canal abierto del intercambiador de calor se cierra en su extremo por el montaje de tapón de cierre (es decir, miembro de cubierta 19 y miembro de anillo de bloqueo 9). El miembro de anillo de bloqueo 9 contiene un mecanismo para sellar el canal intercambiador contra un diafragma 8 comprimiendo una junta 10 usando pernos 11 y un anillo de compresión 20.

[00044] El fluido lateral de cubierta se separa del fluido de canal que ingresa a los tubos (no se muestra) por una lámina de tubo 1 y una junta de lámina de tubo 6. Típicamente, el intercambiador de calor requiere un montaje de partición para adaptarse a una disposición de flujo lateral de tubo de dos pasos. El montaje de partición puede incluir un miembro de

manguito 2, una placa de partición 3, una cubierta de partición 4 y/o un anillo 17 para dirigir el fluido desde una boquilla de entrada de canal a través de dos o más pasos de tubo a un orificio de salida. Los expertos en la técnica apreciarán que la partición se puede aplicar a la entrada o a la salida.

[00045] Con referencia continua al intercambiador de calor de la técnica anterior de la figura 1 A, el miembro de anillo de bloqueo 9 se fija contra el canal de la carcasa del intercambiador de calor usando roscas - el anillo de bloqueo 9 se proporciona roscas macho y el canal se proporciona con roscas hembra correspondientes. Se entenderá y apreciará que las roscas son superficies que soportan carga de modo que cuando se monta el intercambiador de calor, las roscas absorben la precarga de perno. Además, durante la operación del intercambiador de calor, se aplica carga hidrostática al montaje de cubierta de tapón que a su vez se transfiere directamente a las rocas antes mencionadas.

[00046] Con referencia ahora a la figura 1B, se ilustra una vista en sección transversal parcial de un intercambiador de calor tubular y montaje de cierre que se han construido de acuerdo con una modalidad ilustrada de la presente invención, a los que se hace referencia generalmente mediante el número 100. Similar al intercambiador de calor de la técnica anterior de la figura 1 A, el intercambiador de calor 100 es un intercambiador de calor de carcasa y tubo que incluye un recinto 70 con el recinto 70 que tiene un miembro de carcasa 15 formado integralmente con o unido a un miembro de canal 7 con el recinto 70 configurado para recibir un haz de tubos (no se muestra). El miembro de canal de intercambiador de calor 7 tiene preferentemente al menos dos orificios que proporcionan acceso para que el flujo de fluido entre y salga de los tubos del haz insertado. El montaje de cierre final o "tapón de cierre" consiste preferentemente de un miembro de anillo de bloqueo 9, anillos de compresión 21 y 22 y un miembro de cubierta anular 19. Además se incluye un diafragma 8 y una junta de diafragma. El tapón de cierre es extraíble, para permitir la inserción y extracción de un haz tubular extraíble mientras que también es capaz de mantener un sello hermético y absorber las cargas resultantes bajo alta presión durante la operación del intercambiador de calor 100. La porción de extremo abierto del miembro de canal 7 se cierra (sella) por el tapón de cierre (por ejemplo, la cubierta 19 y el anillo de bloqueo 9). El miembro de anillo de bloqueo 9 contiene preferentemente medios para sellar el canal intercambiador de calor 7 contra el diafragma 8 comprimiendo la junta 10 usando pernos 12, varillas de empuje 14 y anillo de compresión 21. Como se muestra en la figura 1B, el miembro de cubierta 19 se fija de forma extraíble al miembro de anillo de bloqueo 9 de modo que el miembro de anillo de bloqueo 9 tiene una superficie de diámetro interno formada preferentemente con una configuración de avellanado configurada para recibir una

configuración de avellanado cooperativa proporcionada en una superficie de diámetro externo del miembro de cubierta 9. De acuerdo con las modalidades ilustradas, el diámetro interno más pequeño del miembro de cubierta 19 es preferentemente menor que el diámetro externo más grande del miembro de anillo de bloqueo 9 para formar la configuración de avellanado entre los mismos.

[00047] Con referencia continua a la figura 1B, el flujo de fluido lateral de cubierta se separa del flujo de fluido de canal que ingresa a los tubos (no se muestra) por una lámina de tubo 1 y una junta de lámina de tubo 6. El intercambiador de calor 100 requiere típicamente un montaje de partición para adaptarse a una disposición de flujo lateral de tubo de dos pasos. Sin embargo, aquellos expertos en la técnica apreciarán que los aspectos inventivos de la presente descripción se pueden usar con intercambiadores de calor de un solo paso o intercambiadores de calor con más de 2 pasos. El montaje de partición incluye en esta modalidad un miembro de manguito 2, una placa de partición 3 y una cubierta de partición 4 para dirigir el fluido desde la boquilla de entrada de canal a través de dos o más pasos de tubo al orificio de salida. Se entiende que la partición se puede aplicar a la entrada o a la salida.

[00048] El miembro de anillo de bloqueo 9 del montaje de tapón de cierre se fija contra la porción de extremo abierto del canal 7 de la carcasa del intercambiador de calor 100 preferentemente usando un montaje de bloqueo de estilo bayoneta que consiste preferentemente en secciones de cubo formadas 23 A y 23B. Con referencia ahora a las figuras 4-6 (y con referencia continua a la figura 1B), el miembro de anillo de bloqueo 9 se forma preferentemente con secciones de cubo 23A formadas en la porción de superficie externa circunferencial del miembro de anillo 9, con cada sección de cubo 23A separada por secciones semicilíndricas no de cubo 24A. De manera similar, una porción de extremo abierto del canal 7 del intercambiador de calor 100 se forma preferentemente con secciones de cubo 23B formadas en una porción de extremo circunferencial interna del canal de intercambiador de calor 7 separadas por secciones semicilíndricas no de cubo 24B. La pluralidad de secciones de cubo de anillo de bloqueo separadas entre sí 23A del anillo de bloqueo 9 se configuran para que se entrecrucen con secciones de cubo de canal 23B correspondientes formadas en una porción de superficie interna cilíndrica del canal 7 del intercambiador de calor 100.

[00049] De acuerdo con las modalidades ilustradas, durante el montaje del miembro de tapón de cierre (por ejemplo, el miembro de anillo de bloqueo 9 y el miembro de cubierta 19) dentro de una porción de extremo del canal 7 del intercambiador de calor 100, el miembro de anillo de bloqueo 9 se inserta en el extremo de canal cilíndrico abierto 7 coaxialmente a

lo largo del eje longitudinal de la cámara interior del intercambiador de calor 100 de modo que las superficies de soporte de carga de cada uno del miembro de anillo de bloqueo 9 y el diámetro interno del extremo de canal cilíndrico abierto 7 del intercambiador de calor 100 de modo que no se transfiere carga entre el miembro de anillo 9 del montaje de tapón de cierre y el intercambiador de calor 100, en contraste con las estructuras y métodos de la técnica anterior mencionados anteriormente. Solo después de que el miembro de anillo de bloqueo 9 se hace girar para acoplamiento de bloqueo con el intercambiador de calor alargado 100 hay una transferencia de carga desde el intercambiador de calor 100 al miembro de tapón de cierre. Esto se logra girando el miembro de anillo 9 del montaje de tapón de cierre alrededor del eje longitudinal de la cámara interior del intercambiador de calor alargado 100 para hacer que las secciones de cubos 23A del miembro de anillo 9 se fijen de forma extraíble con secciones de cubo cooperativas 23 B proporcionadas en el diámetro interno del extremo de canal cilíndrico abierto 7 del intercambiador de calor 100 que facilita la transferencia de carga desde el canal 7 del intercambiador de calor 100 al miembro de anillo 9 del montaje de tapón de cierre. Se apreciará que el miembro de anillo 9 se gira menos de 360 grados para hacer que las secciones de cubo 23 A del miembro de anillo se fijen de forma extraíble (se entrecrucen) con las secciones de cubo 23 B correspondientes formadas en una porción de diámetro interno del extremo de canal cilíndrico abierto 7 del intercambiador de calor 100. En una modalidad, el miembro de anillo 9 se gira aproximadamente 22,5 grados en donde cada sección de cubo 23A y 23B se extiende aproximadamente 22,5 a lo largo de la porción de circunferencia del miembro de anillo 9 y el extremo de canal cilíndrico abierto 7 del intercambiador de calor 100 en el que se forman respectivamente.

[00050] En otras modalidades, se apreciará además que el miembro de anillo de bloqueo 9 y el miembro de cubierta 19 se pueden integrar en un componente unitario singular. Además, en aun otras modalidades, el miembro de anillo de bloqueo 9 se puede dividir en dos o más componentes. En modalidades adicionales, las secciones de cubo 23A y 23B pueden tener una forma o diseño diferente en una porción del miembro de anillo de bloqueo 9 con respecto a otra.

[00051] De acuerdo con las modalidades ilustradas, la configuración de cubo mencionada anteriormente se puede configurar en ocho secciones de modo que haya ocho secciones de cubo (23A y 23B) y ocho regiones no de cubo (24A y 24B) proporcionadas respectivamente en el miembro de anillo 9 y el diámetro interno del extremo de canal cilíndrico abierto 7 del intercambiador de calor 100. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que el número de regiones de cubo puede variar sin desviarse de los aspectos inventivos de

la presente descripción. Por ejemplo, puede haber 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 o 12 regiones de cubo combinadas con 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 o 12 regiones no de cubo.

[00052] Durante el montaje del tapón de cierre con el canal abierto 7 del intercambiador de calor, y en contraste con la técnica anterior descrita anteriormente, las superficies de soporte de carga de los cubos 23A y 23B no se dañan durante la inserción del montaje de tapón de cierre en el canal de intercambiador de calor 7. Esta disposición también garantiza la alineación adecuada del diafragma 8 con respecto al canal de intercambio de calor 7. Además, se apreciará que las secciones de cubo 23A y 23B mencionadas anteriormente se pueden formar (por ejemplo, mecanizar) con un espaciamiento de rosca de modo que el montaje de tapón de cierre avanza axialmente hacia adentro en el canal 7 del intercambiador de calor 100 a medida que se hace girar.

[00053] Con referencia continua a las figuras 4-6, y de acuerdo con determinadas modalidades, se forma un miembro de riel vertical 25 adyacente a los cubos de canal 23B, o cubos de anillo de bloqueo 23 A, o ambos, para evitar que los cubos 23 A, 23B entren en contacto con cualquiera de las superficies metálicas durante la inserción. Se apreciará que se puede preferir la provisión de rieles 25 en el miembro de anillo de bloqueo 9 ya que la fabricación puede ser más fácil ya que el anillo de bloqueo 9 se puede hacer girar independientemente mientras que el canal 7 del intercambiador de calor 100 no se puede hacer girar independientemente durante la fabricación.

[00054] De acuerdo con modalidades ilustradas adicionales, se puede proporcionar un miembro de tope vertical anular 26 (brida) en el miembro de anillo de bloqueo 9 que corresponde a la ubicación del diafragma 8 al que se hace referencia en la presente. El miembro de tope 26 se extiende preferentemente alrededor de la circunferencia exterior del miembro de anillo de bloqueo 9 para asegurar que la cavidad en forma de ranura no de cubo que se forma cuando el anillo de bloqueo 9 se hace girar en su lugar, se cubre y no puede entrar ningún material extraño. Se observa que esto facilita que el miembro de cubierta 19 y el diafragma 8 se coloquen correctamente sin la necesidad de realizar mediciones externas. Esto contrasta con los diseños de tapón de tornillo de la técnica anterior en los que la ubicación del miembro de anillo de bloqueo se determinó por la cantidad de vueltas y el espaciamiento de rosca que puede introducir variación. Se debe apreciar que la configuración del miembro de tope 26 que se muestra en la figura 6 se debe entender como una configuración ilustrativa ya que se pueden proporcionar otras configuraciones para asegurar que la cavidad en forma de ranura no de cubo que se forma cuando el anillo de bloqueo 9 se hace girar en su lugar, se cubre y no puede entrar ningún material extraño.

[00055] Tal como se muestra en las figuras 4-6, las secciones de cubo 23A, 23B se

alinean preferentemente perpendiculares al eje longitudinal del miembro de anillo de bloqueo 9 y el canal 7 del intercambiador de calor 100. Se apreciará en otras modalidades, las secciones de cubo se pueden formar (por ejemplo, mecanizar) a un ángulo con respecto al eje longitudinal del miembro de anillo de bloqueo 9 y el canal 7 del intercambiador de calor 100 de modo que el miembro de anillo de bloqueo 9 avanza una distancia más pequeña en el canal 7 luego de la rotación del miembro de anillo de bloqueo. Se apreciará además que el tamaño y la forma del cubo para las secciones de cubo 23A y 23B no necesitan ser idénticos para todas las secciones de cubo dependiendo de que la longitud del miembro de anillo de bloqueo 9 y el montaje de canal 7 permitan que el miembro de anillo de bloqueo 9 se inserte libremente en el canal 7, y las secciones de cubo 23A y 23B del miembro de anillo de bloqueo 9 y el canal 7 correspondan entre sí.

[00056] Con referencia específica ahora a la figura 6, se muestra que el miembro de anillo de bloqueo 9 del montaje de tapón de cierre se inserta en el extremo abierto del canal 7 del intercambiador de calor. Se apreciará que el miembro de anillo de bloqueo 9 se inserta en el canal 7 de modo que las regiones no de cubo 24 A, 24B del anillo de bloqueo 9 y el canal 7 permiten respectivamente que las regiones de cubo 23 A, 23B se deslicen más allá. Por ejemplo, el montaje de tapón de cierre se puede cargar (el miembro de anillo de bloqueo 9) en el canal de intercambio de calor 7 a un ángulo de alrededor de 22,5° desde la orientación bloqueada final de modo que las regiones no de cubo 24A, 24B del anillo de bloqueo 9 y el canal 7, respectivamente, permiten que las regiones de cubo 23 A, 23B se deslicen más allá de modo que se evita que las superficies de soporte de carga entren en contacto por los rieles. Una vez que el miembro de tapón de cierre se inserta completamente en el canal 7 del intercambiador de calor, se hace girar a una posición bloqueada. Por ejemplo, el montaje de tapón de cierre se puede hacer girar 22,5° en el sentido de las agujas del reloj en la posición bloqueada. Esta rotación se puede lograr de varias maneras, por ejemplo usando de una barra atornillada al miembro de anillo de bloqueo 9 para proporcionar suficiente apalancamiento para hacer girar el miembro de anillo de bloqueo 9 manualmente, o mediante el uso de un cable unido al miembro de anillo de bloqueo 9 y una grúa para proporcionar una fuerza tangencial hacia arriba, o mediante el uso de engranajes de cremallera circulares montados en el canal de intercambiador de calor 7 y un engranaje de piñón correspondiente montado en el miembro de anillo de bloqueo 9, con una palanca utilizada para hacer girar el engranaje de piñón que a su vez aplica una fuerza tangencial para hacer girar el miembro de anillo de bloqueo 9. Se puede proporcionar una característica de seguridad adicional mediante la cual se proporciona una muesca 27 en un conjunto de cubos del miembro de anillo de bloqueo 9 y se forma una muesca de guía 28

correspondiente en la porción de extremo abierto del canal 7 del intercambiador de calor para asegurar que el miembro de anillo de bloqueo 7 solo se pueda insertar en una orientación con respecto al canal 7.

[00057] Con referencia a la figura 4, se pueden formar marcas externas en el miembro de anillo de bloqueo 9 y el canal 7 además enfatizan la orientación correcta del miembro de anillo de bloqueo 9 y un miembro de tapón vertical 29 (ver figura 5) en la porción de extremo abierto del canal 7 adyacente a la región no cubo 24B que tiene un ancho más ancho que el ancho de un riel 27 proporcionado en secciones de cubo 23A para garantizar que los cubos 23A y 23B respectivos no giren y se acoplen accidentalmente durante la inserción en tanto que también ayuda a guiar la inserción del miembro anillo de bloqueo 9 de modo que los cubos 23A y 23B permanecen protegidos.

[00058] Con referencia ahora a las figuras 1B y 3, un diafragma 8 se acopla preferentemente contra el miembro de cubierta 19 de modo que la carga de presión del flujo de fluido en el canal 7 del intercambiador de calor se transmite a través del diafragma 8 al miembro de cubierta 19. La carga de presión en el miembro de cubierta 19 se transmite luego al miembro de anillo de bloqueo 9. El canal 7 se sella preferentemente mediante una junta de diafragma 10. La junta de diafragma 10 se comprime preferentemente mediante una pluralidad de pernos de compresión 12 y varillas de empuje 14 (colectivamente "miembros de compresión") proporcionadas axialmente a lo largo de una fila externa del miembro de anillo de bloqueo 9 que pasan a través de agujeros roscados formados preferentemente en el miembro de anillo de bloqueo 9. Estos pernos de compresión 12 y varillas de empuje 14 transmiten una fuerza a través de un anillo de compresión 21 que puede ser un anillo de compresión externo suelto 21 proporcionado intermedio del miembro de anillo de bloqueo 9 y el diafragma 8 a una porción de orilla del diafragma 8 y su junta de diafragma 10. Se entenderá que la fila interna de pernos de compresión 11,13 puede estar ubicada a lo largo del radio del miembro de cubierta 19 o miembro de anillo de bloqueo 9 como se requiera por los diámetros del miembro de torsión elástica 60 y el anillo de cojinete 50, como se describe a continuación.

[00059] Se apreciará que el diafragma 8 se configura para desviarse preferentemente una cierta cantidad bajo de las precargas de pernos y presión interna, por lo que si el montaje de miembro de tapón de cierre no se inserta lo suficientemente lejos axialmente hacia adentro en el canal 7 del intercambiador de calor 100, entonces la fila externa de pernos de empuje 14 del miembro de anillo de bloqueo 9 tendrá que hacerse avanzar adicionalmente para producir que la junta de diafragma 10 se selle, y la fila interna de pernos de empuje 13 del miembro de cubierta 19 tendrá que hacerse avanzar

adicionalmente para producir que la junta de lámina de tubo 6 se selle, haciendo así que el diafragma 8 se deforme en mayor medida cuando se aplica presión al canal 7. Durante el tiempo de fabricación se pueden realizar comprobaciones dimensionales para asegurar que las tolerancias de mecanizado sean aceptables para localizar adecuadamente el cierre. Después de la fabricación, se pueden agregar cuñas entre el diafragma 8 y el montaje de tapón de cierre. De manera alternativa, los cubos en el montaje de tapón de cierre se pueden ajustar con un espaciamiento de modo que el montaje de tapón de cierre avanza axialmente hacia adentro en el canal 7 del intercambiador de calor 100 a medida que se hace girar. Al hacer girar el montaje de tapón de cierre hasta que entra en contacto con el diafragma 8, luego hacer avanzar la fila externa de pernos de empuje 14 para comprimir el anillo de compresión (21), luego retraer la fila externa de pernos de empuje 14, el tapón de cierre se puede hacer girar adicionalmente para minimizar el espacio entre el montaje de tapón de cierre y el diafragma 8. Una vez que se realiza la verificación dimensional, el montaje de tapón de cierre se inserta en un movimiento lineal en el canal 7 del intercambiador de calor 100, que se puede lograr usando un montacargas, una grúa u otra combinación de equipos ya requeridos para el manejo del haz de tubos, por lo tanto, no es necesario ningún equipo o herramienta especial en contraste con la técnica anterior mencionada anteriormente.

[00060] Durante el montaje, y con referencia ahora a las figuras 1B y 3, se apreciará que cuando se aprieta la fila interna de pernos de compresión 13 del miembro de cubierta 19, una carga axial se transfiere a través de varillas de empuje 11 a un anillo de compresión suelto (interno) 22 a través del diafragma 8 a un montaje de carga de lámina de tubo que consiste de un anillo de cojinete 50, un miembro de torsión elástica 60 y un miembro de manguito 2 de modo que la junta de lámina de tubo 6 se comprime contra la cara posterior de la lámina de tubo 1 y la carcasa 15. Esta carga axial se conoce como la precarga. Se apreciará que esta precarga evita fugas debido a la presión diferencial entre el lado de carcasa y el lado de tubo del intercambiador de calor 100.

[00061] Se apreciará además que el montaje de carga de lámina de tubo mencionado anteriormente se adapta a preferentemente cargas térmicas que provocan expansión térmica diferencial entre el canal 7, lámina de tubo 1 y montaje de carga de lámina de tubo mencionado anteriormente (por ejemplo, anillo de cojinete 50, un miembro de torsión elástica 60 y un miembro de manguito 2). La expansión térmica diferencial se produce por dos mecanismos. El primero es cuando el canal 7 es más frío que la lámina de tubo 1 y el montaje de carga de lámina de tubo (por ejemplo, anillo de cojinete 50, un miembro de torsión elástica 60 y un miembro de manguito 2) debido al flujo de fluido de proceso caliente,

que está en contacto íntimo con los componentes internos pero protegido en gran medida del canal 7 por el miembro de manguito 2, y por la pérdida de calor en el canal 7 al entorno circundante o por cambios rápidos en la temperatura de fluido que hacen que la temperatura de los componentes internos relativamente delgados cambie a una velocidad más rápida que el canal comparativamente grueso. Estas condiciones se producirán inevitablemente durante el arranque (calentamiento) y durante un resultado inesperado o activación de planta y posterior restablecimiento de la temperatura operativa. El segundo mecanismo es cuando el material utilizado para la formación del canal 7 tiene un coeficiente de expansión térmica menor que los materiales utilizados para la lámina de tubo 1 y montaje de carga de lámina de tubo (por ejemplo, anillo de cojinete 50, un miembro de torsión elástica 60 y un miembro de manguito 2). Por ejemplo, esto es común cuando se utiliza acero al carbono para el canal 7 y se utiliza acero inoxidable para componentes dentro del intercambiador de calor.

[00062] Cuando la expansión térmica total de la lámina de tubo 1 y montaje de carga de lámina de tubo (por ejemplo, anillo de cojinete 50, un miembro de torsión elástica 60 y un miembro de manguito 2) es mayor que la expansión térmica total del canal 7, la expansión térmica diferencial resultante se debe adaptar mediante deformación en el intercambiador de calor 100. Debido a la rigidez relativamente alta del canal 7 requerida para la contención segura de presión, la deformación se produce principalmente en los miembros de rigidez relativamente menor en el montaje de carga de lámina de tubo (por ejemplo, anillo de cojinete 50, un miembro de torsión elástica 60 y un miembro de manguito 2). Si las tensiones producidas por esta deformación exceden el límite elástico de los miembros, se produce deformación irre recuperable o plástica. El miembro de manguito 2, debido a la presencia de perforaciones formadas en este para admitir fluido en la cámara interior del intercambiador de calor 100, no tiene rigidez de forma uniforme alrededor. Por lo tanto, las cargas térmicas pueden dar como resultado una deformación plástica desigual del miembro de manguito 2 de modo que la carga en la junta 22 no se puede recuperar simplemente mediante el reajuste de la fila interna de pernos de compresión 13. Cuando las cargas térmicas vuelven a la normalidad, la carga de compresión axial restante en el montaje de carga de lámina de tubo (anillo de cojinete 50, un miembro de torsión elástica 60 y un miembro de manguito 2) se reduce por debajo de las cargas aplicadas durante el apriete de pernos de compresión 13 del miembro de cubierta. Esta carga se puede reducir por debajo de la carga mínima requerida para el sellado de la junta de lámina de tubo 6 si la deformación plástica es lo suficientemente grave. Esto produce una fuga no deseada entre el lado de carcasa y el lado de tubo del intercambiador de calor 100.

[00063] De acuerdo con las modalidades ilustradas, para adaptar la expansión térmica diferencial sin deformación plástica en el intercambiador de calor, se proporciona un miembro distensible, como se describe ahora. El miembro distensible se logra mediante la implementación de un miembro de torsión elástica 60, como se muestra en las figuras 1B y 2. Tal como se muestra, el miembro de torsión elástica anular 60 preferentemente entra en contacto en una porción de circunferencia externa, en un primer área de contacto 61, el miembro de manguito 2 en el lado orientado hacia la lámina de tubo 1 en proximidad a su radio exterior, y entra en contacto, en una porción de circunferencia interna, con el anillo de cojinete 50, en una segundo área de contacto 63, en el lado que se orienta hacia el diafragma 8, en proximidad a su radio interior. Cuando los pernos de compresión internos 13 se precargan, las fuerzas axiales se transmiten a través del miembro de torsión elástica 60 en sus áreas de contacto antes mencionadas 61 y 63. Estas fuerzas aplicadas en diferentes radios sobre el miembro de torsión elástica 60 crean una carga torsional sobre el miembro de torsión elástica 60 de modo que su circunferencia interna se puede desviar con respecto a su circunferencia externa en una dirección axial para aplicar torsión al miembro de torsión elástica 60 de modo que esta carga torsional se resiste por un aumento en la tensión y una rotación torsional que permite que el radio exterior del miembro de torsión elástica 60 se mueva hacia el diafragma 8 del montaje de tapón de cierre y su radio interior se mueva hacia la lámina de tubo 1.

[00064] Se apreciará que el anillo de cojinete 50 protege al diafragma 8 del daño del contacto con el miembro de torsión elástica 60 durante la rotación. Cuando el intercambiador de calor 100 está en operación, las cargas de presión reducirán la carga en el miembro de torsión elástica 60 al deformar el montaje de tapón de cierre lejos de la lámina de tubo 1, pero la expansión térmica diferencial aumentará la carga. Se entenderá que el miembro de torsión elástica 60 se diseña y configura para que se deforme elásticamente hasta alcanzar una expansión térmica diferencial máxima requerida. Cuando las cargas durante la operación de intercambiador de calor permanecen por debajo de este umbral máximo, las cargas en el miembro de torsión elástica 60 volverán a la precarga inicial cuando se retiran las cargas térmicas y de presión. De acuerdo con las modalidades ilustradas, el miembro de torsión elástica 60 se puede formar para tener un intervalo de desviación entre 25 mm y 75 mm; sin embargo, no se debe entender que el miembro de torsión elástica 60 se limita al intervalo de desviación mencionado anteriormente, ya que se puede configurar con base en la escala del tamaño dimensional del intercambiador de calor 100. Sin embargo, si se encuentra una expansión térmica diferencial excesiva, tal como durante una excursión térmica no deseada del fluido de proceso, el miembro de torsión elástica 60 se deforma

plásticamente para limitar las cargas aplicadas al montaje de tapón de cierre para evitar la falla del montaje de tapón de cierre y/o el sello proporcionado por el diafragma 8. Se apreciará que cuando se remueven las cargas térmicas y de presión, las cargas en el miembro de torsión elástica 60 caerán por debajo de la precarga inicial y pueden caer tan bajas como cero. El miembro de torsión elástica 60 se puede formar de materiales que no se someten a corrosión, fluencia y pérdida de resistencia a altas temperaturas, preferentemente aleaciones de alto níquel que incluyen (pero no se limitan a) Inconel 625 e Inconel 718.

[00065] Con referencia ahora a la figura 2, a continuación se describen imágenes relevantes ilustrativas para el diseño del miembro de torsión elástica 60. Se entenderá que la dimensión “a” es el radio exterior, la dimensión “b” es el radio interior, la dimensión “h” es la altura y la dimensión “t” es el grosor del miembro de torsión elástica 60. La dimensión “a” es menor que el radio interior definido por el canal 7 del intercambiador de calor 100 para proporcionar holgura para expansión térmica radial y rotación bajo carga. La relación a/b es mayor que 1 y preferentemente menor que 3 para que una carga axial cree una carga torsional en el miembro de torsión elástica 60. La dimensión “h” es aproximadamente 50% de su límite de desviación elástica cuando se aplican precargas y cargas operativas (presión y térmicas). La dimensión “t” se selecciona de modo que la carga axial está por debajo de la carga máxima permitida en la junta de lámina de tubo 6 cuando el miembro de torsión elástica 60 se comprime mediante la suma del desplazamiento de precarga y la expansión térmica diferencial de diseño de modo que el miembro de torsión elástica 60 se deforma elásticamente. El material del miembro de torsión elástica 60 se selecciona de modo que el miembro se deforma plásticamente por encima de esta carga máxima permitida. Se apreciará que la lámina de tubo 1, miembro de manguito 2, anillo de cojinete 50, anillo de compresión 22, varillas de compresión 11 y pernos de compresión 13 se diseñan para permanecer elásticos hasta o por encima de la carga axial total de cargas de precarga, térmicas y de presión.

[00066] Se apreciará que en las modalidades ilustradas (por ejemplo, figuras 2 y 3), se entenderá que el miembro de torsión elástica 60 tiene una sección transversal cuadrilátera que tiene porciones de esquina redondeadas. En modalidades ilustradas alternativas, se pueden usar otras configuraciones de secciones transversales para el miembro de torsión elástica 60 que incluyen una forma rectangular o una forma con lados generalmente redondeados. Además, en las modalidades ilustradas en la presente, el montaje de carga de lámina de tubo incluye un miembro de torsión elástica individual 60. Se entenderá que algunas modalidades, con el fin de cumplir con requisitos de diseño para presión mínima aplicada a la junta de lámina de tubo 6 y desplazamiento máximo aplicado al diafragma 8, el

miembro de torsión elástica 60 se puede diseñar con una alta rigidez de modo que la expansión térmica máxima no se adapta sin deformación plástica. En tal caso, más de un miembro de torsión elástico 60 se puede apilar en serie para aumentar la capacidad de expansión térmica. Por ejemplo, la figura 7 ilustra un diseño que usa tres miembros de torsión elástica 60. Se apreciará que cuando se utiliza un número impar de miembros de torsión elástica 60, los pernos de compresión internos (11, 13 y 22) pueden estar en un radio de círculo de perno común proporcionado en el miembro de cubierta 19. Y cuando se utiliza un número par de miembros de torsión elástica 60, los pernos de compresión internos se ubican preferentemente en el miembro de anillo de bloqueo 9 en un radio de círculo de perno más grande. Además, en diseños con múltiples miembros de torsión elástica 60, se incluye preferentemente un anillo de alineación para mantener la alineación entre sí.

[00067] Con referencia ahora a la figura 3, se ilustra el comportamiento del diafragma 8 después de la precarga de los pernos de compresión 13 y 14 y la aplicación de presión desde el canal 7 del intercambiador de calor 100. Tal como se muestra, en la junta de diafragma 10, el anillo de compresión 21 se desplaza lejos del miembro de anillo de bloqueo 9 del montaje de tapón de cierre para comprimir el diafragma 8 y la junta de diafragma 10. Cuando se aplica presión desde el canal 7 del intercambiador de calor 100, el diafragma 8 se deforma hasta que se apoya contra el miembro de anillo de bloqueo 9 y el miembro de cubierta 19. Esto crea un área con tensiones de flexión altas en el diafragma 8 en un radio más pequeño que el del anillo de compresión 21. Con el fin de evitar la ruptura del diafragma 8, el anillo de compresión 21 es preferentemente más ancho y se forma con una superficie curvada para reducir las tensiones de flexión.

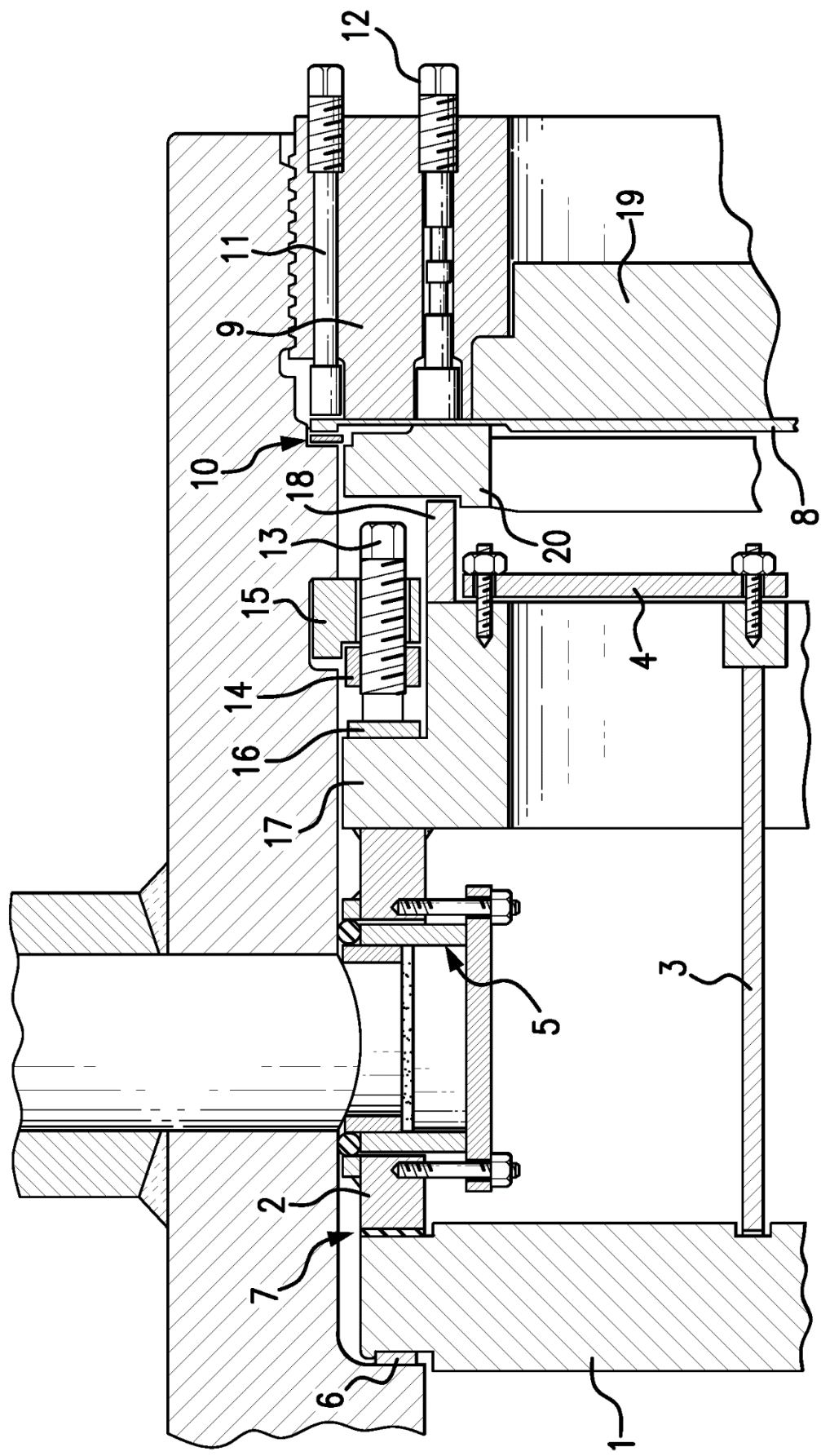
[00068] De manera similar al anillo de compresión externo 21, el anillo de compresión interno 22 se desplaza lejos del miembro de cubierta 19 del montaje de tapón de cierre para comprimir el diafragma 8 y el montaje de carga de lámina de tubo. Tal como se muestra, el diafragma 8 se dobla alrededor de ambos lados del anillo de compresión interno 22 cuando se aplica presión desde el canal 7 del intercambiador de calor, creando dos áreas con altas tensiones de flexión en el diafragma 8. Con el fin de evitar ruptura del diafragma 8, el anillo de compresión interno 22 también puede hacerse más ancho y se le puede dar una superficie curvada para reducir las tensiones de flexión.

[00069] Con determinadas modalidades ilustradas descritas anteriormente, se apreciará que diversas modalidades no limitantes descritas en la presente se pueden utilizar por separado, combinadas o combinadas selectivamente para aplicaciones específicas. Además, algunas de las diversas características de las modalidades no limitantes anteriores se pueden usar sin el uso correspondiente de otras características descritas. Por lo tanto, la

descripción anterior se debe considerar meramente ilustrativa de los principios, enseñanzas y modalidades de ejemplo de esta invención, y no limitante de la misma.

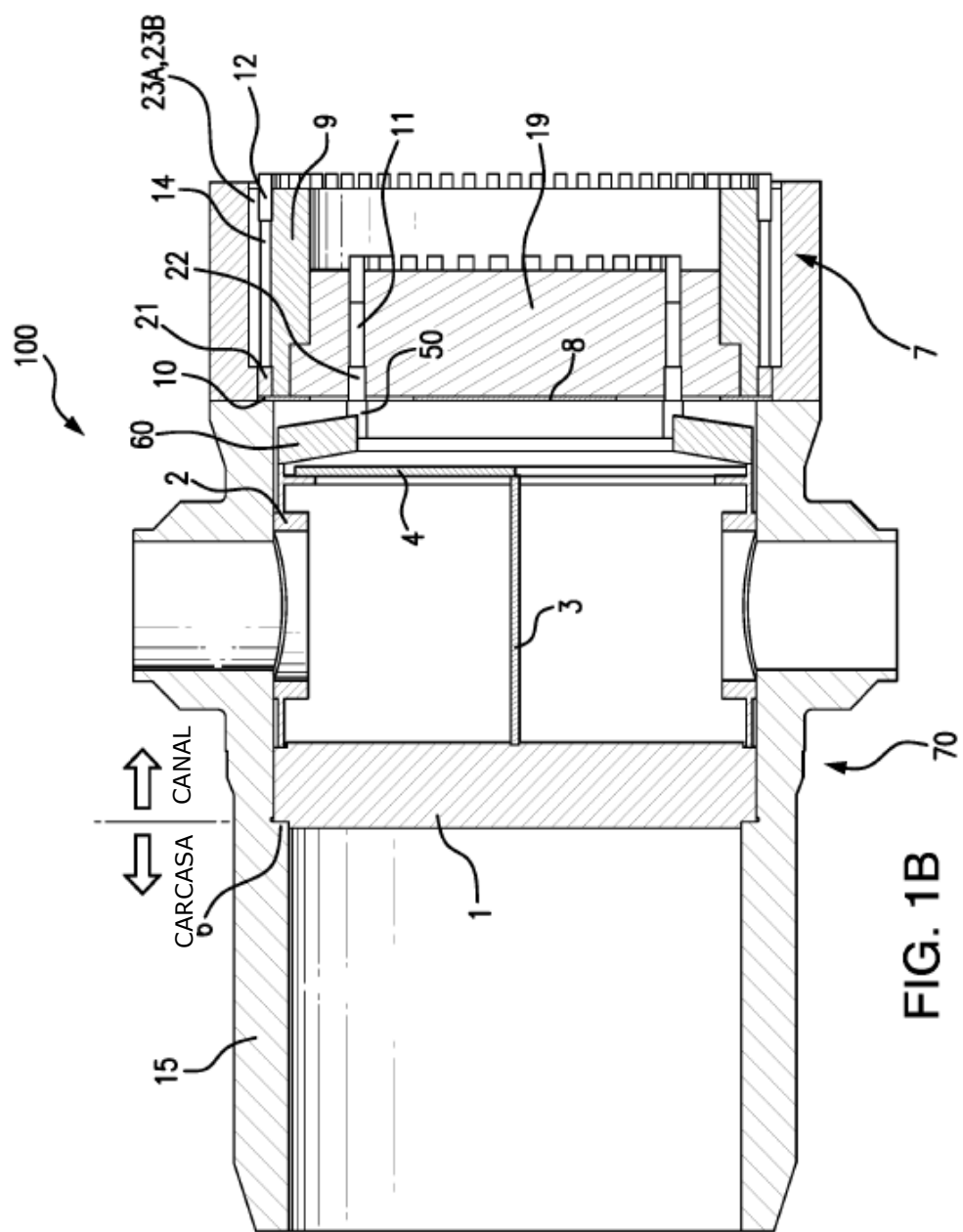
[00070] Por ejemplo, hay cierres de bloque de cierre de estilo A y estilo B. Las modalidades ilustradas anteriormente se refieren al estilo A que se usa típicamente para aplicaciones de tipo efluente de alimentación donde el lado de carcasa y los fluidos laterales de tubo no son independientes de modo que la lámina de tubo se puede diseñar solo para la presión diferencial. Sin embargo, no se entenderá que las modalidades ilustradas se limitan al cierre de bloque de cierre de estilo A, ya que también abarca cierres de estilo B en los que la lámina de tubo se suelda al canal y no hay requisito de cargar una junta de lámina de tubo y, por lo tanto, no hay fila interna de pernos, como se muestra por ejemplo en la figura 8. Se entenderá además que las modalidades ilustradas se pueden utilizar con varios métodos de la técnica anterior para lograr sellado interno.

[00071] Se entenderá que las disposiciones descritas anteriormente son solo ilustrativas de la aplicación de los principios de las modalidades ilustradas. Se pueden idear numerosas modificaciones y arreglos alternativos por aquellos expertos en la técnica sin desviarse del alcance de las modalidades ilustradas, y se pretende que las reivindicaciones anexas cubran estas modificaciones y arreglos.



Arte Previo

FIGURA 1A



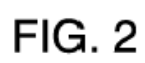


FIG. 2

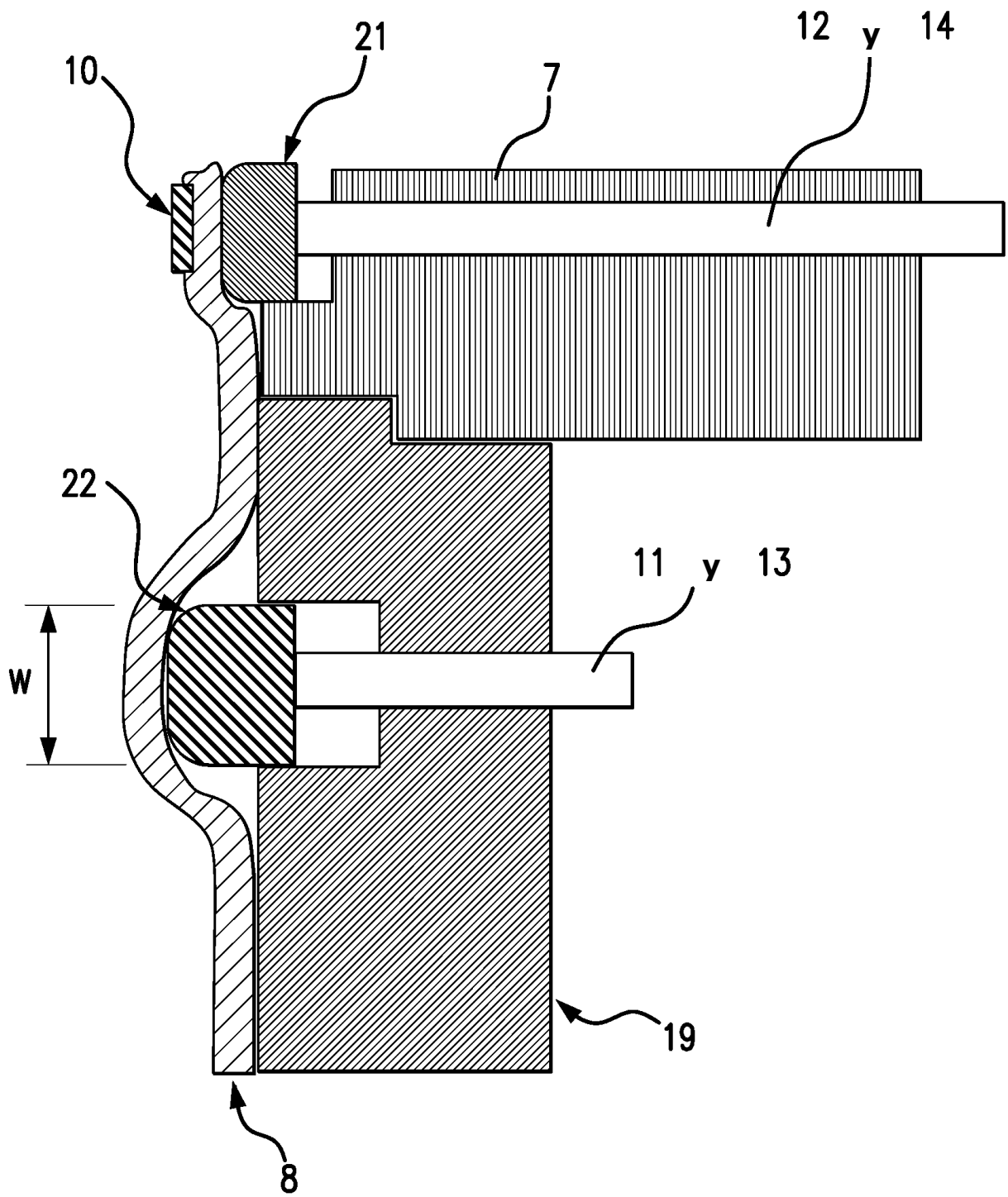


FIG. 3

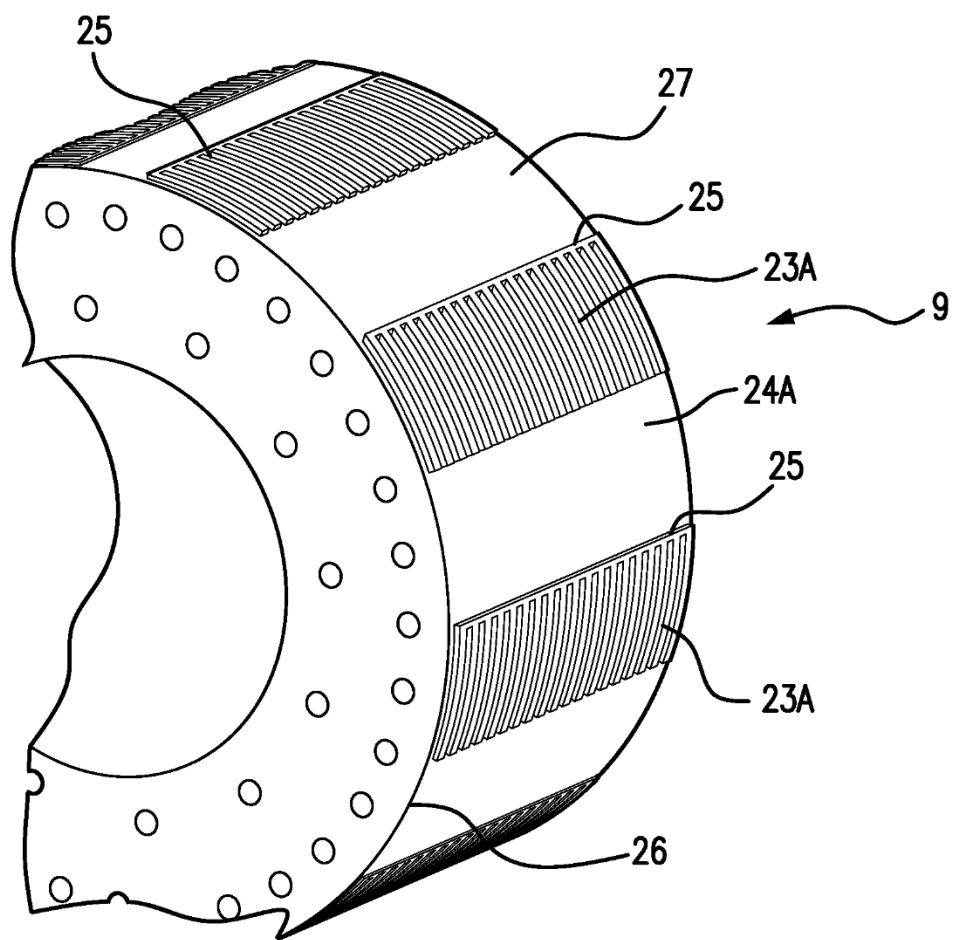


FIG. 4

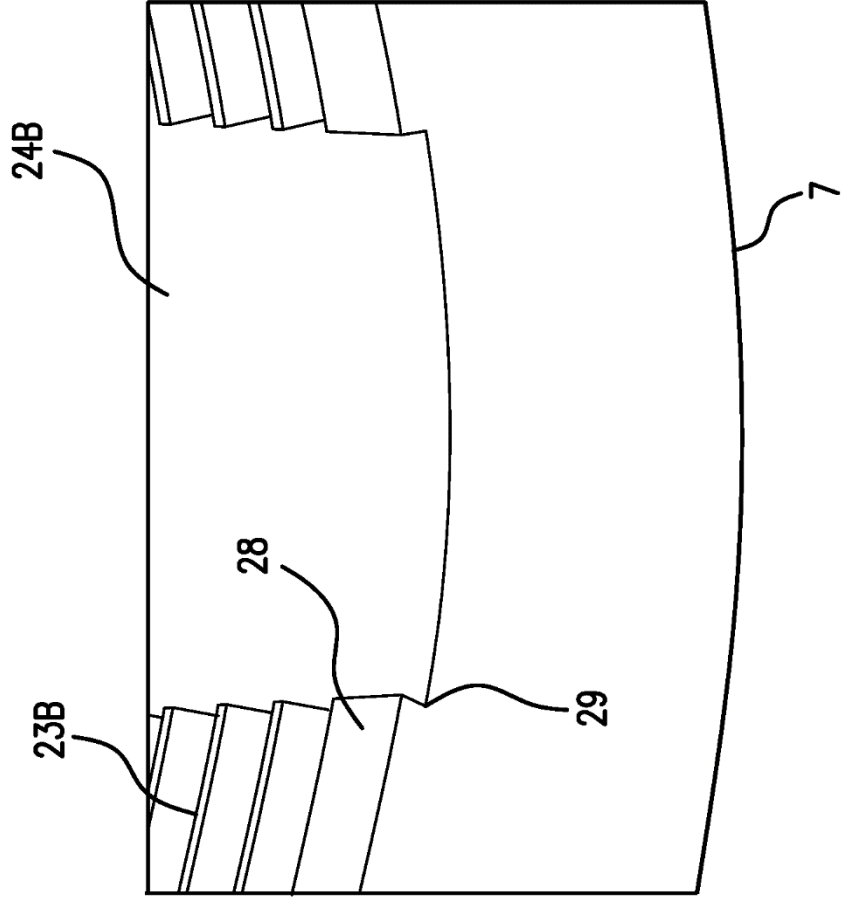


FIG. 5

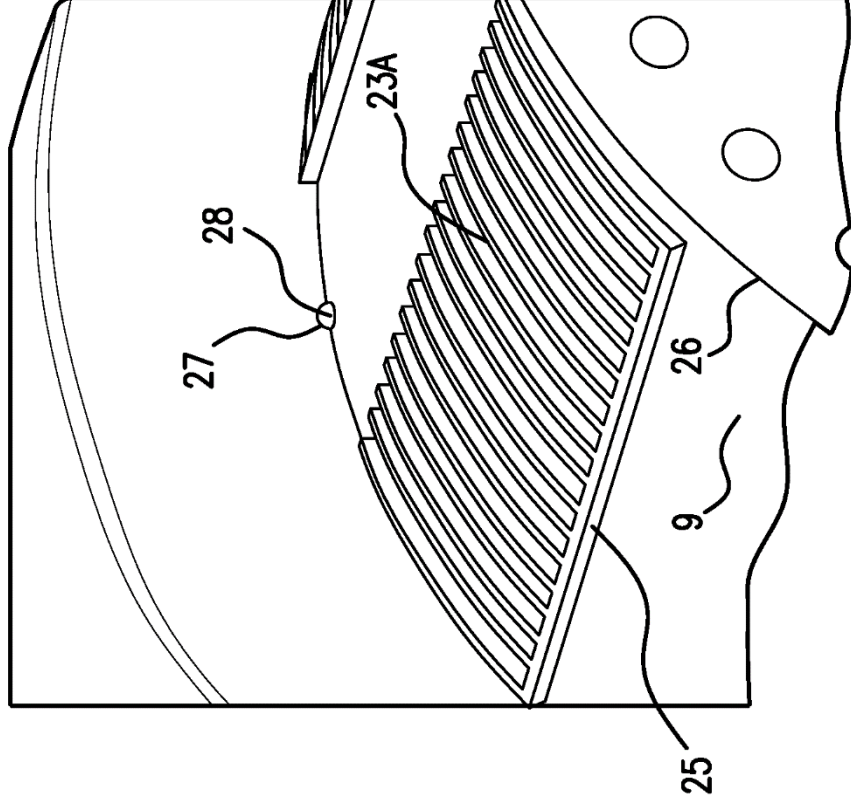


FIG. 6

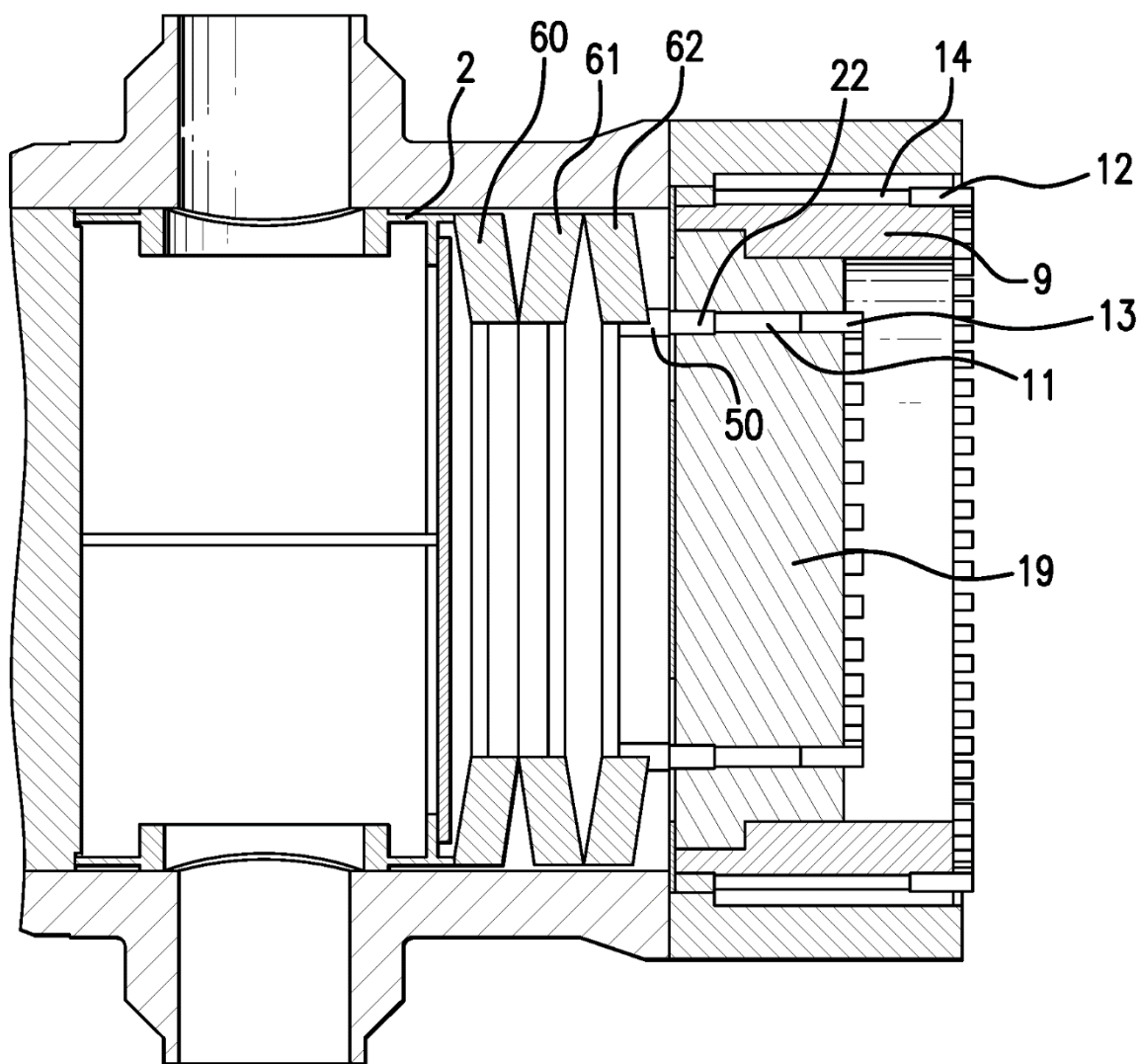


FIG. 7

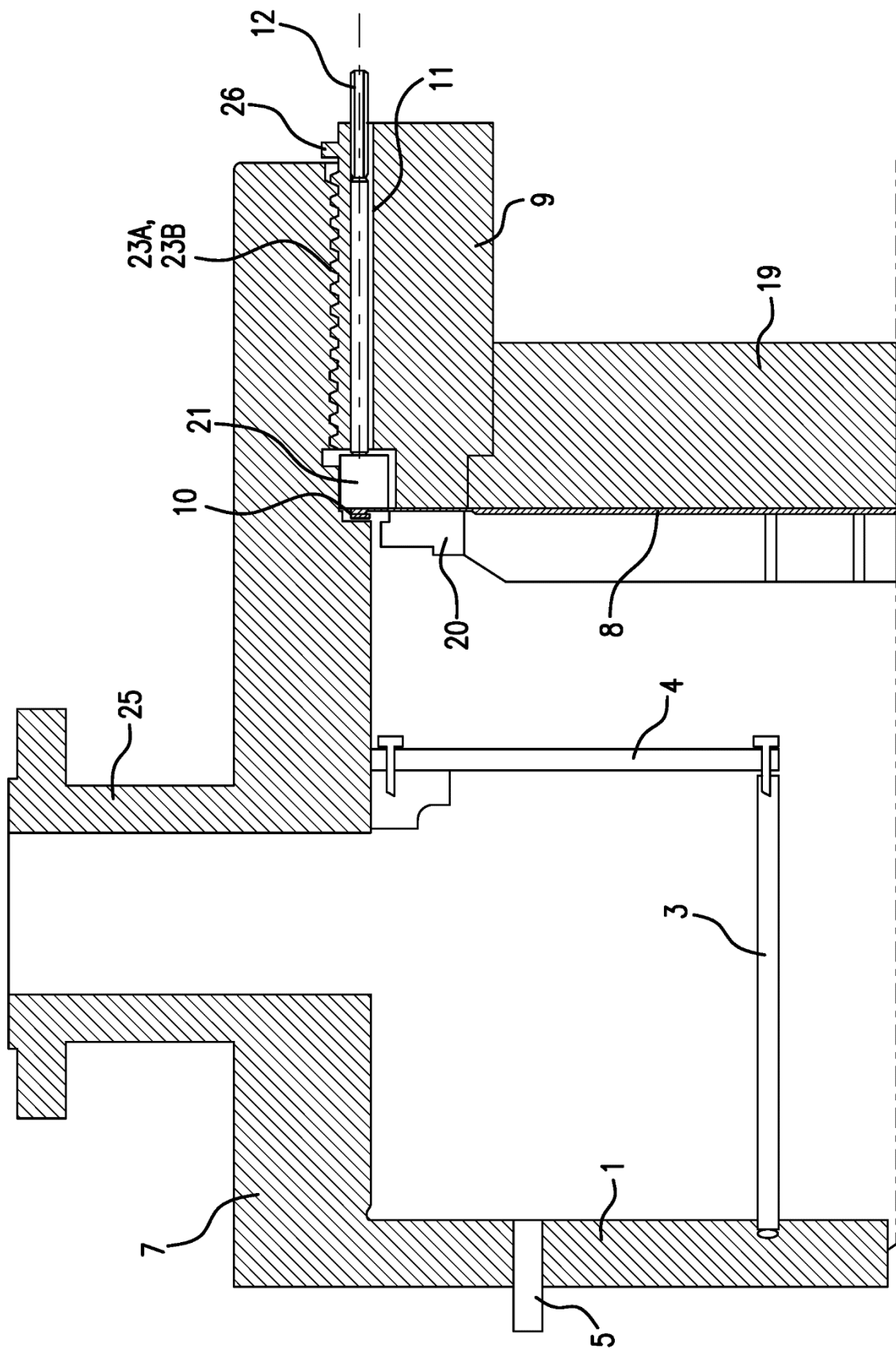


FIG. 8



# SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

## COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

**Radicado:** NC2020/0012501  
**Recibo:** 23-151634  
**Fecha:** 17/02/2023

**CAROLINA MERCEDES DAZA MONTALVO**  
**CC:** 66.783.790  
**Pago PSE No:** 794459  
**CUS:** 1923756864

Patente PCT  
MONTAJES DE CIERRE DE INTERCAMBIADOR DE CALOR Y MÉTODOS DE USO E INSTALACIÓN DE LOS MISMOS

### Detalle del pago

| Id.   | Rentístico  | Concepto y Servicio                                                        | Cant. | Val. Unit. | Subtotal   |
|-------|-------------|----------------------------------------------------------------------------|-------|------------|------------|
| 1     | 50005-01-03 | Modificaciones / Correcciones al registro Patente PCT (DESCUENTO INTERNET) | 1     | \$ 196,000 | \$ 196,000 |
| TOTAL |             |                                                                            |       |            | \$ 196,000 |