

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 475**

51 Int. Cl.:

F04D 29/32 (2006.01)

F04D 29/34 (2006.01)

F04D 29/08 (2006.01)

F04D 29/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2014 PCT/US2014/041214**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2015 WO15069324**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2014 E 14859749 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.04.2018 EP 3066344**

54 Título: **Junta de estanqueidad de bomba con accionador de retracción térmica**

30 Prioridad:

06.11.2013 US 201314072891

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

02.07.2018

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)**

**1000 Westinghouse Drive Suite 141
Cranberry Township, PA 16066, US**

72 Inventor/es:

**CONRAD, JOHN W. y
PETROSKY, LYMAN J.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 674 475 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Junta de estanqueidad de bomba con accionador de retracción térmica

Antecedentes**1. Campo**

- 5 La presente invención se refiere, en general, a juntas de estanqueidad de eje rotatorio y, más concretamente, a una junta de estanqueidad accionada térmicamente para una bomba centrífuga y, en particular, a un nuevo accionador para dicha junta de estanqueidad.

2. Técnica relacionada

- 10 En las plantas de energía nuclear de agua a presión un sistema de líquido refrigerante del reactor es utilizado para transportar calor desde el núcleo del reactor hasta los generadores de vapor para la producción de vapor. El vapor es a continuación utilizado para accionar un generador de turbina para la producción de trabajo útil. El sistema de líquido refrigerante del reactor incluye una pluralidad de bucles de refrigeración, cada uno conectado al núcleo del reactor y que contiene un generador de vapor y una bomba de líquido refrigerante del reactor.

- 15 La bomba de líquido refrigerante del reactor típicamente es una bomba centrífuga, vertical de etapa única diseñada para desplazar grandes volúmenes del líquido refrigerante del reactor a altas temperaturas y presiones, por ejemplo, 280° C y presiones de aproximadamente 155 barías. La bomba básicamente incluye tres secciones generales de abajo arriba: unas secciones hidráulicas de junta de estanqueidad del eje y de motor. La sección hidráulica inferior incluye un impulsor montado sobre un extremo inferior del eje de la bomba que es operable dentro de la carcasa de la bomba para bombear el líquido refrigerante del reactor alrededor del bucle respectivo. La sección de motor superior incluye un motor que está acoplado para accionar el eje de la bomba. La sección de junta de estanqueidad del eje intermedia incluye tres conjuntos de estanqueidad en tándem, unos conjuntos de estanqueidad primario inferior (junta de estanqueidad número 1), secundario intermedio y terciario superior. Los conjuntos de junta de estanqueidad están situados concéntricos con respecto a, y cerca del extremo superior del eje de la bomba y su finalidad es la de conseguir unas fugas mínimas del líquido refrigerante del reactor a lo largo del eje de la bomba hasta la atmosfera de confinamiento durante las condiciones operativas normales. Ejemplos representativos de conjuntos de junta de estanqueidad del eje de la bomba conocidos en la técnica anterior se describen en las Patentes estadounidenses Nos. 3,522,948; 3,529,838; 3,632,117; 3,720,222 y 4,275,891.

- 20 Los conjuntos de junta de estanqueidad del eje de la bomba que mecánicamente sellan la interconexión entre la frontera de presión de la bomba fija y el eje rotatorio, deben ser capaces de contener la presión elevada del sistema (aproximadamente 155 barías) sin fugas excesivas. La disposición en tándem de los tres conjuntos de cierre de estanqueidad es utilizada para desglosar la presión en etapas. Estos tres conjuntos de estanqueidad de bomba mecánica son juntas de estanqueidad de fugas controladas las cuales, en operación, posibilitan una cantidad mínima de fugas controladas en cada etapa impidiendo al tiempo fugas excesivas del líquido refrigerante del reactor a partir del sistema primario de líquido refrigerante hasta los respectivos puertos de cierre de fugas de las juntas de estanqueidad.

- 25 Los conjuntos de junta de estanqueidad de la bomba son normalmente mantenidos a temperaturas bastante por debajo de las del sistema del líquido refrigerante primario, ya sea a través de la inyección de un fluido de refrigeración en los conjuntos de cierre de estanqueidad o mediante el uso de un cambiador de calor que refrigere el fluido primario antes de que llegue a los conjuntos de cierre de estanqueidad. El fallo teórico de estos sistemas puede exponer a los conjuntos de cierre de estanqueidad a altas temperaturas lo que puede provocar probablemente que las juntas controladas de los cierres de estanqueidad se incrementen drásticamente. Cuando la causa de la pérdida de toda la refrigeración del combustible nuclear del núcleo del reactor se debe a la pérdida de toda la potencia de ca, el cierre de las fugas de la junta de estanqueidad no tiene ningún medio de hacer retornar el sistema de líquido refrigerante sin electricidad para energizar las bombas de aporte. Las fugas controladas sin los medios de aporte podrían hipotéticamente conducir a la descubierta del líquido refrigerante del reactor del núcleo del reactor y el consiguiente daño del núcleo.

- 30 El documento US 2010/0150715 A1 divulga una junta de estanqueidad de parada térmicamente activada para ejes rotatorios. La junta de estanqueidad rodea el eje con el conducto anular entre ellos durante la operación normal y se constriñe contra el eje cuando el eje se ralentiza o cesa de rotar. El conducto anular es mantenido abierto durante la operación normal por un separador dispuesto entre los extremos opuestos de un anillo hendido. El separador puede desmontarse del anillo hendido mediante un accionador térmicamente sensible con las características de la porción precaracterizadora de la reivindicación 1. El accionador está compuesto por un pistón encapsulado para restringir un separador cargado por resorte. Dentro de la cápsula hay una cera que cambia de fase a la temperatura de activación deseada. Este cambio de fase de traduce en un incremento sustancial del volumen de la cera lo que entonces empuja una cadena de pistón lejos del eje 34. Esto permite que se expanda un resorte comprimido, retrayendo así el separador 176 de entre los extremos del anillo hendido.

Se necesita una forma más eficaz y económica para respaldar conjuntos de estanqueidad estándar en el caso de la coincidencia de una pérdida de la refrigeración de todo el combustible y la pérdida de bombeo de aporte. De modo preferente, dicha junta de estanqueidad de respaldo debe ser operable tras la pérdida de potencia u otra causa de la pérdida de la capacidad de bombeo de aporte para el cierre sustancialmente estanco a las fugas del eje.

5 **Sumario**

Por consiguiente, la presente invención comprende un accionador de acuerdo con la reivindicación 1, que acciona térmicamente una junta de estanqueidad de parada para un eje de velocidad reducida o de parada del equipo de rotación como por ejemplo una bomba, un compresor o elemento similar que esté diseñado para restringir las fugas normales de refrigerante a través de una junta de estanqueidad del eje. La junta de estanqueidad de parada reivindicada más adelante en la presente memoria, resulta útil para cerrar de forma estanca el equipo que presenta un conducto anular de flujo estrecho entre su eje y el cárter.

La junta de estanqueidad de parada se caracteriza por un "anillo hendido" que está diseñado (i) para rodear el eje con un conducto anular entre ellos durante la operación normal y (ii) para su constricción contra el eje cuando el eje se ralentiza por debajo de una velocidad predeterminada y detiene su rotación. El anillo hendido presenta unos extremos opuestos que son mantenidos en relación separada por un separador cuando el eje está rotando durante su operación en línea normal. Cuando el eje se ralentiza o cesa de rotar y la temperatura dentro del cárter se eleva, el separador es retirado de los extremos opuestos del anillo hendido y el anillo hendido es constreñido contra el eje cuando los extremos opuestos del anillo hendido se aproximan uno respecto de otro, lo que bloquea una porción sustancial de la fuga del líquido refrigerante a través del conducto anular.

De modo preferente, la junta de estanqueidad de parada también presenta un anillo de estanqueidad de polímero replegable que es forzado contra el eje mediante un incremento de la presión dentro del cárter cuando el anillo hendido bloquea la fuga de refrigerante a través del conducto anular.

En particular, la presente invención proporciona dicha junta de estanqueidad con un accionador mejorado para suprimir el separador de entre los extremos opuestos del anillo hendido cuando el líquido del conducto anular se eleva por encima de una temperatura preseleccionada de manera que el anillo hendido puede quedar constreñido para estrechar o sustancialmente cerrar herméticamente la porción del conducto anular cubierta por el anillo hendido. El accionador incluye un cilindro que presenta una dimensión axial con un pistón axialmente desplazable dentro del cilindro presentando el cilindro unos extremos superior e inferior que quedan cerrados herméticamente alrededor del pistón. Un vástago del pistón se extiende en un extremo inferior del pistón a través de una abertura inferior dispuesta en el cilindro y presenta un extremo del vástago del pistón conectado a un espacio. La cavidad ocupa un espacio dentro de una porción superior del cilindro entre el pistón y un extremo superior del cilindro cuando el separador está dispuesto entre los extremos opuestos del anillo hendido. Un enlace fusible ocupa al menos parte del espacio existente dentro de la cavidad entre el pistón y el extremo superior de la cavidad. El enlace fusible se selecciona para deformarse o cambiar de estado a una temperatura preseleccionada para posibilitar que el pistón se desplace hasta el interior de la cavidad. Un resorte está interpuesto entre un extremo inferior del pistón y el extremo inferior del cilindro, empujando el pistón contra el enlace fusible. El conjunto de accionador está estructurado para desplazar el pistón hacia el extremo superior del cilindro tras el cambio de estado o la deformación del enlace fusible para retirar el separador de entre los extremos opuestos del anillo hendido.

En una forma de realización, el resorte es un resorte ondulado. De modo preferente, el resorte ondulado comprende una pluralidad de hojas que están alineadas en tándem de manera que sus puntos altos y bajos estén respectivamente alineados. El resorte sustancialmente está en un estado comprimido cuando el separador está sustancialmente situado entre los extremos opuestos del anillo hendido.

En otra forma de realización adicional, el vástago del pistón presenta un diámetro reducido dentro de las inmediaciones de la abertura del cilindro en la posición del vástago del pistón opuesta a la abertura justo en un momento anterior al inicio del desplazamiento del pistón dentro de la cavidad. De modo preferente, el enlace fusible está fabricado sustancialmente a partir de un material que presenta un punto de fusión de aproximadamente entre 138° C y 198° C.

La invención también contempla una junta de estanqueidad de parada y un accionador que emplea los conceptos expresados.

50 **Breve descripción de los dibujos**

Una comprensión más completa de la invención puede obtenerse a partir de la descripción subsecuente de las formas de realización preferentes tomadas en combinación con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Figura 1 es una representación esquemática de un bucle de refrigeración de un sistema de refrigeración convencional de un reactor nuclear que incluye un generador de vapor y una bomba del líquido refrigerante del reactor conectada en serie en un sistema de bucle cerrado con el reactor;

la Figura 2 es una vista en perspectiva recortada de la sección de junta de estanqueidad del eje de una bomba de líquido refrigerante del reactor, que ilustra en sección transversal el cárter de junta de estanqueidad y los conjuntos de junta de estanqueidad primario inferior, secundario intermedio y terciario superior que están dispuestos dentro del cárter de junta de estanqueidad y que rodean el eje de la bomba;

5 la Figura 3 es una vista en sección transversal de tamaño aumentado de una porción del cárter de junta de estanqueidad y de los conjuntos de junta de estanqueidad de la bomba del líquido refrigerante del reactor de la Figura 2;

10 la Figura 4 es una vista en sección de la disposición de junta de estanqueidad del eje que muestra una vista de tamaño aumentado de la junta de estanqueidad primaria inferior, mostrada en las Figuras 2 y 3, a la cual puede ser aplicada la presente invención;

la Figura 5 es una porción de tamaño aumentado del inserto de una junta de estanqueidad primaria mostrada en la Figura 4 con una porción del eje de la bomba y una junta de estanqueidad de parada rayada con la junta de estanqueidad de parada mostrada empleando un pistón mecánico térmicamente accionado para retirar el separador del anillo hendido;

15 la Figura 6 es una vista lateral en sección de tamaño aumentado de una forma de realización de un accionador que emplea los principios reivindicados a continuación en la presente memoria que sustituye el accionador mostrado en la Figura 5;

la Figura 7 es una vista en sección transversal longitudinal de la forma de realización mostrada en la Figura 6 soportada dentro de un cárter de junta de estanqueidad; y

20 la Figura 8 es una vista en sección transversal longitudinal de la segunda forma de realización del pistón mecánico térmicamente accionado reivindicado más adelante en la presente memoria.

Descripción de la forma de realización preferente

25 En la descripción subsecuente, como los caracteres de referencia designan las mismas o correspondientes partes a lo largo de las diversas vistas. Así mismo, en la descripción subsecuente se debe entender que los términos incluidos de dirección como "hacia delante", "hacia atrás", "izquierdo", "derecho", "hacia arriba", "hacia abajo" y similares, son términos de conveniencia y no deben considerarse como limitativos.

Bomba de refrigeración de reactor de la técnica anterior

30 Para comprender la invención, resulta útil comprender un entorno en el que la invención operará. Sin embargo, debe apreciarse que la invención presenta otras muchas aplicaciones. Con referencia a la Figura 1, en ella se muestra una representación esquemática de un bucle entre una pluralidad de bucles 10 de líquido refrigerante del reactor de un sistema de líquido refrigerante del reactor nuclear convencional. El bucle 10 de líquido refrigerante incluye un generador 12 de vapor y la bomba 14 de líquido refrigerante del reactor conectada en serie en un sistema de líquido refrigerante de bucle cerrado con el núcleo 16 de reactor nuclear. El generador 12 de vapor incluye unos tubos 18 primarios de cambio de calor que comunican con las cámaras de empuje 20, 22 de entrada y salida del generador 12 de vapor. La cámara 20 de empuje de entrada del generador 12 de vapor está conectada en comunicación de fluido con la salida del núcleo 16 del reactor para recibir a partir de ella el líquido refrigerante caliente a lo largo de una trayectoria 24 de flujo, generalmente designada como la rama caliente del sistema de bucle cerrado. La cámara de empuje 22 de salida del generador 12 de vapor está conectada en comunicación de fluido con un lado de la sección de entrada de la bomba 14 del líquido refrigerante del reactor a lo largo de las trayectorias 26 de flujo del sistema de bucle cerrado. El lado de la presión de salida de la bomba 14 del líquido refrigerante del reactor está conectado en comunicación de fluido con la entrada del núcleo 16 del reactor para alimentar a este el líquido refrigerante relativamente frío a lo largo de una trayectoria 28 de flujo de la rama fría del sistema de bucle cerrado.

45 La bomba 14 del líquido refrigerante bombea el líquido refrigerante a alta presión alrededor del sistema de bucle cerrado. En particular, el líquido refrigerante caliente que emana del núcleo 16 del reactor es conducido hasta la cámara de empuje 20 de entrada del generador 12 de vapor y a través de los tubos 18 de cambio de calor en comunicación con aquél. Mientras se encuentra en los tubos 18 de cambio de calor, el líquido refrigerante caliente fluye en una relación de cambio de calor con el agua de alimentación fría suministrada al generador 12 de vapor mediante un medio convencional (no mostrado). El agua de alimentación es calentada y porciones de esta son cambiadas por vapor para su utilización en el accionamiento de un generador de turbina (no mostrado). El líquido refrigerante, cuya temperatura ha sido reducida por el cambio de calor, es entonces puesto de nuevo en circulación hacia el núcleo 16 del reactor por medio de la bomba 14 del líquido refrigerante.

55 La bomba 14 del líquido refrigerante del reactor puede ser capaz de desplazar grandes volúmenes de líquido refrigerante del reactor a altas temperaturas y presiones alrededor del sistema de bucle cerrado. Aunque la temperatura del líquido refrigerante que fluye desde el generador 12 de vapor a través de la bomba 14 como resultado del cambio de calor se ha enfriado sustancialmente por debajo de la temperatura del líquido refrigerante que fluye hacia el generador 12 de vapor desde el reactor 16 antes del cambio de calor su temperatura sigue siendo

relativamente alta típicamente alrededor de 288° C. Para mantener el líquido refrigerante en estado líquido a estas temperaturas relativamente altas, el sistema es presurizado mediante unas bombas de inyección (no mostradas) y opera a presiones de aproximadamente 155 barías.

5 Como se aprecia en las Figuras 2 y 3, la bomba 14 del líquido refrigerante del reactor de la técnica anterior incluye, en términos generales, un cárter 30 de la bomba que termina en un extremo en un cárter 32 de junta de estanqueidad. La bomba también incluye un eje 34 de la bomba que se extiende en posición central respecto del cárter 30 de la bomba y que está cerrado herméticamente y montado en rotación dentro del cárter 32 de junta hermética. Aunque no se muestra, la porción inferior del eje 34 de la bomba está conectado a un impulsor, mientras que una de sus porciones superiores está conectada a un motor eléctrico tipo de inducción, de gran potencia. Cuando el motor hace rotar el eje 34, el impulsor situado en el interior 36 del cárter 30 de la bomba provoca que el líquido refrigerante del reactor presurizado fluya a través del sistema de líquido refrigerante del reactor. Este líquido refrigerante presurizado aplica una cara hidrostática dirigida hacia arriba sobre el eje 34 dado que la porción exterior del cárter 32 de junta de estanqueidad está rodeada por la atmósfera ambiente.

15 Con el fin de que el eje 34 de la bomba pueda rotar libremente por dentro del cárter 32 de funda de estanqueidad manteniendo al tiempo el límite de presión de 155 barías entre el interior 36 del cárter de la bomba y el exterior del cárter 32 de junta de estanqueidad, los conjuntos 38, 40, 42 de junta de estanqueidad primario inferior, secundario intermedio y terciario superior están dispuestos en las posiciones ilustradas en las Figuras 2 y 3 alrededor del eje 34 de la bomba dentro del cárter 32 de junta de estanqueidad. La junta de estanqueidad 38 primaria inferior que lleva a cabo la mayoría de la estanqueidad de la presión (aproximadamente 152 barías) es del tipo hidrostático sin contacto, mientras que los conjuntos 40, 42 de junta de estanqueidad secundario intermedio y terciario superior son del tipo mecánico de contacto o de frotación.

25 Cada uno de los conjuntos 38, 40, 42 de junta de estanqueidad de la bomba 14 incluye, en términos generales, un respectivo patín 44, 46, 48 anular que está montado sobre el eje 34 de la bomba para su rotación con ella y un respectivo anillo 50, 52, 54 de junta de estanqueidad anular que está montado de manera fija dentro del cárter 32 de junta de estanqueidad. Los respectivos patines 44, 46, 48 y los anillos 50, 52, 54 de junta de estanqueidad presentan unas superficies 56, 58, 60 y 62, 64, 66 superiores e inferiores encaradas entre sí. Las superficies 56, 62 encaradas del patín 44 y el anillo 50 de junta de estanqueidad del conjunto 38 de estanqueidad primario inferior normalmente no contactan entre sí sino que, por el contrario, una película de fluido normalmente fluye entre ellas. Por otro lado, las superficies 58, 64 y 60, 66 frontales de los patines y de los anillos 46, 52 y 48, 54 de junta de estanqueidad de los conjuntos 40 y 42 de junta de estanqueidad secundario intermedio y terciario superior normalmente contactan o se frotan entre sí.

Debido a que el conjunto 38 de junta de estanqueidad primario normalmente opera en un modo de encabalgamiento de película, debe adoptarse alguna medida para gestionar el fluido de refrigeración que "detiene las fugas" existentes en el espacio anular entre el cárter 32 de junta de estanqueidad y el eje 34 montado en rotación sobre aquél. Por consiguiente, el cárter 32 de junta de estanqueidad incluye un puerto 69 de evitación de fugas primario, mientras que los puertos 71 de evitación de fugas alojan el fluido del líquido refrigerante que impide las fugas de los conjuntos 40, 42 de junta de estanqueidad secundario y terciario.

40 La Figura 4 es una sección transversal del cárter de junta de estanqueidad en el área del número 1 o de la junta de estanqueidad primaria inferior del tipo ilustrado en las Figuras 2 y 3 y proporciona una comprensión mejor de la operación de la junta de estanqueidad número 1 y de la forma en que se interconecta con la presente invención. La estructura mostrada comprende un cárter 32 que presenta una pared 33 anular adaptada para formar una cámara 35 de presión dentro del cárter 32; un eje 34 montado en rotación dentro del cárter 32; un conjunto 44 de patín de junta de estanqueidad y un conjunto 50 de anillo de junta de estanqueidad dispuesto dentro del cárter 32. Como se indicó anteriormente, el eje 34 puede ser accionado por un motor apropiado (no mostrado) y utilizado para accionar el impulsor de una bomba centrífuga (no mostrada) que hace circular el líquido refrigerante dentro del sistema presurizado. Un agua de inyección puede ser suministrada a la cámara 35 a una presión más alta que la desarrollada por la bomba. El conjunto 44 de patín comprende un soporte 70 anular y una placa 72 de junta de estanqueidad anular. De modo similar, el conjunto 50 de anillo de junta de estanqueidad comprende un soporte 74 y una placa 76 frontal anular.

50 El sustentador 70 rota con el eje 34 dado que está montado sobre un soporte 78 anular que encaja con un resalto 80 dispuesto sobre el eje 34 y está fijado al eje por medio de un manguito 82 que está montado sobre el eje 34 entre el eje y una rama 84 que se extiende hacia arriba del soporte 78 que presenta una forma genérica de L en sección transversal. Debe apreciarse que, aunque esta forma de realización de la invención está siendo descrita como aplicada a una bomba que emplea un manguito sobre el eje de la bomba, la invención puede ser empleada igualmente en ejes de comba que no empleen manguitos. Un resalto 86 dispuesto sobre el sustentador 70 descansa sobre el extremo superior de la rama 84 y un resalto 88 sobre el manguito 82 retiene el sustentador 70 sobre el soporte 84. Una espiga 90 es presionada dentro de un rebajo 92 del manguito 82 y encaja con una hendidura 94 axial del sustentador 70. Una fuerza de sujeción axial es ejercida sobre el manguito 82 y el soporte 78 a partir de una tuerca (no mostrada) que provoca que el manguito 82 y el soporte 78 roten con el eje 34. La espiga 90, a su vez, hace que el sustentador 70 rote con el manguito 82 el cual rota por el eje 34. Unas juntas tóricas 96 y 98 están

dispuestas entre el soporte 78 y el eje 34 y el sustentador 70, respectivamente, una junta tórica 100 también está dispuesta en la interconexión 102 entre el sustentador 70 y la placa 72 frontal.

5 La placa 72 frontal está compuesta por un material resistente a la corrosión y a la erosión presentando un coeficiente de expansión térmica que es sustancialmente el mismo que el del material que está compuesto el sustentador 70, y el sustentador 70 presenta un módulo elástico elevado. De modo similar, la placa 76 frontal está compuesta por un material resistente a la corrosión y la erosión que presenta sustancialmente el mismo coeficiente de expansión térmica que el del material del sustentador 74 que presenta un módulo elástico elevado. Ejemplos de materiales adecuados son carburos y materiales cerámicos. Una junta tórica 104 está dispuesta en la interconexión 106 entre el sustentador 74 y la placa 76 frontal.

10 El sustentador 74 está montado de manera amovible sobre una rama 108 que se extiende hacia abajo de un inserto 110 de anillo de junta de estanqueidad anular que presenta, en sección transversal una forma genérica de L. El inserto 10 está retenido dentro del cárter 32 mediante unos tornillos prisioneros 112. Una junta tórica 114 está dispuesta en la interconexión entre el inserto 110 y el cárter 32. De modo similar, una junta tórica 118 está dispuesta en la interconexión 120 entre el sustentador 74 y la rama 108 del inserto 110. El desplazamiento rotatorio del sustentador 74 se impide por la espiga 122 que es presionada dentro del inserto 110. La espiga 122 se extiende de una depresión 124 del sustentador 74 con un huelgo suficiente entre la pared de la depresión 126 y la espiga 122 para permitir el desplazamiento axial del sustentador 74 pero limitar el desplazamiento rotatorio del sustentador 74.

20 La placa 76 frontal está fijada al sustentador 74 por un medio 128 de sujeción que incluye un anillo 130 de retención, un anillo 132 sustentador, un anillo 134 de bloqueo, una pluralidad de tornillos prisioneros 136 y un resorte 138 belleville montados sobre el tornillo prisionero 136 entre el anillo 134 de bloqueo y el anillo 132 de sujeción. Los anillos prisioneros 136 se extienden a través del anillo 130 de retención, el anillo 132 de sujeción, los resortes 138 belleville y están roscados dentro de los anillos 134 de bloqueo. La interconexión 106 del sustentador 74 está rebajada en la referencia 140 para proporcionar un fulcro 142 anular sobre la interconexión en un diámetro exterior inferior al diámetro exterior de la interconexión de la placa 76 frontal. El anillo 130 de retención presenta una brida que se extiende hacia dentro con una arista 144 que encaja con la porción 146 de la placa 76 frontal que se extiende más allá del fulcro 142. El anillo 132 de sujeción presenta una brida que se extiende hacia dentro con una arista 148 que encaja con una placa 150 frontal dispuesta sobre el sustentador 74. Así, cuando los tornillos prisioneros 136 son apretados para acercar entre sí el anillo 132 de sujeción y el anillo 130 de retención, se produce una fuerza que ejerce un efecto en voladizo sobre la placa 76 frontal alrededor del fulcro 142. Durante la acción de sujeción, los resortes 138 belleville son parcialmente comprimidos y la placa 76 frontal es deformada por la fuerza de sujeción.

25 La placa 72 frontal está fijada al sustentador 70 por un medio 151 de sujeción de manera similar a la descrita con referencia a la placa 76 frontal. Sin embargo, el fulcro 142 sobre la interconexión 102 del sustentador 70 está situado más próximo al diámetro exterior de la placa 72 frontal de lo que lo está el fulcro 152 sobre el sustentador 74. Así, la fuerza de sujeción sobre la placa 72 frontal no produce tanta deformación de la placa frontal alrededor del fulcro 152 como la producida sobre la placa 76 frontal. Si se desea los fulcros 142 y 152 pueden ser situados en los mismos emplazamientos con respecto a sus correspondientes placas frontales.

30 Como se describió anteriormente, el anillo 50 de junta de estanqueidad está montado para el desplazamiento axial limitado con respecto al eje 34 y al conjunto 44 de patín de junta de estanqueidad. Así mismo, el desplazamiento rotatorio del conjunto 50 de anillo de junta de estanqueidad es limitado por la espiga 122 antirrotatoria que se acopla de manera holgada dentro de la depresión 124 del sustentador 74 del anillo de junta de estanqueidad. La cara 154 frontal dispuesta sobre la placa 76 frontal es empujada hacia la cara 156 de junta de estanqueidad opuesta dispuesta sobre la placa 72 frontal por la gravedad.

35 En la operación de la bomba accionada por el eje 34, las superficies 158 y 160 del sustentador 74 del anillo de junta de estanqueidad son sometidas a la presión total dentro de la cámara 35 de alta presión. Es conveniente disponer de una barrera de presión entre la cámara 35 de alta presión y una región 162 de baja presión anular adyacente al manguito 82. El conjunto del anillo de junta de estanqueidad es utilizado como el medio de barrera de la presión, pero permite que una cantidad controlada de fuga de fluido fluya hasta la región 162 desde la cámara 35 de presión a través de un espacio libre 164 de junta de estanqueidad dispuesto entre las superficies 154 y 156 de junta de estanqueidad opuestas sobre la placa 76 y 72 de junta de estanqueidad, respectivamente.

40 Durante el funcionamiento, una posición balanceada o de equilibrio del conjunto 50 de anillo de junta de estanqueidad desplazable axialmente es mantenido de acuerdo con la presión aplicada sobre las caras opuestas del conjunto de anillo de junta de estanqueidad. El grosor del fluido dentro del espacio libre 164 y, en consecuencia, la cantidad del flujo de fuga a través del espacio libre 164 se determina por la configuración del espacio libre 164.

45 Para obtener una autorrestauración de la posición positiva del conjunto 50 de anillo de junta de estanqueidad, y el conjunto 44 de patín tras una variación del espacio libre 164 de junta de estanqueidad, una trayectoria de flujo de fluido de grosor decreciente se dispone a partir de un borde o extremidad 166 de alta presión hasta una posición entre los extremos encarados de junta de estanqueidad. Más concretamente, en la estructura ilustrada, la trayectoria del flujo de fluido de grosor decreciente se extiende entre el borde 166 exterior y un círculo concéntrico intermedio situado en la referencia 168 sobre la cara 154 de junta de estanqueidad.

Como se muestra en la presente estructura, el grosor de la trayectoria del flujo decreciente se forma por el ahusamiento de la superficie 154 ligeramente apartada de la superficie 156 opuesta de la placa 72 frontal entre el círculo 168 y el borde 166 exterior de la placa 76 frontal. El ángulo entre las superficies 154 y 156 mostradas en el dibujo está exagerado. Esta configuración o estructura se muestra como una junta de estanqueidad frontal ahusada.

5 La operación de una junta de estanqueidad de este tipo se describe completamente en la Patente estadounidense No. 3,347,552, concedida el 17 de octubre de 1967 a Erling Frisch.

La junta de estanqueidad de parada actual se describe completamente en la Patente estadounidense No. 8,356,973, concedida el 22 de enero de 2013 y transferida al Cesionario de la presente invención. La junta de estanqueidad de parada, descrita en esa patente se ilustra en las Figuras 5 - 7 y proporciona una junta de estanqueidad 170 adicional en la bomba 14 como una seguridad de reserva o un dispositivo de parada que puede ser accionado para impedir excesivas fugas a lo largo del eje 34 entre este y los conjuntos 38, 40, 42 de junta de estanqueidad de la bomba en el caso de una pérdida de refrigeración de la junta de estanqueidad. Como se muestra en la Figura 5, la junta de estanqueidad 170 de parada está situada en un surco mecanizado en la abertura anular del inserto 110 de la junta de estanqueidad 38 primaria número 1. La junta de estanqueidad de parada se caracteriza por un "anillo hendido" 172 que está diseñado (i) para rodear el eje 34 con un conducto anular 174 entre ellos durante su funcionamiento normal y (ii) para su constricción contra el eje 34 cuando el eje se ralentiza de modo considerable o detiene su rotación después de una pérdida de refrigeración de la junta de estanqueidad. El anillo hendido 172 es un miembro anular discontinuo de una sola pieza que está hendido axialmente y los extremos opuestos son mantenidos en una relación separada por un separador 176 durante el funcionamiento normal de la bomba. En la Figura 5 los extremos opuestos del anillo hendido 172 son mecanizados en una configuración machihembrada de manera que la lengüeta puede cabalgar en el surco y los extremos del anillo hendido se superpongan. En otra forma de realización, los extremos opuestos pueden ser terminados a tope o presentar una articulación a media madera en inglete de manera que los extremos se superpongan. El separador 176 se muestra en el espacio libre impidiendo que los extremos opuestos del anillo hendido 172 se encierren sobre el eje 34 para mantener el conducto anular 174 abierto para una fuga controlada durante su funcionamiento. De acuerdo con la forma de realización ilustrada en la Figura 5, la junta de estanqueidad de parada es activada cuando la temperatura de la junta de estanqueidad se eleva como resultado de una pérdida de refrigeración y, de modo preferente, la rotación cuando el eje de la bomba se ralentiza o detiene. El separador es sensible a la elevación de la temperatura (ya sea porque el eje se ha considerablemente ralentizado o se detiene la rotación o por cualquier otra causa) para ser retirado de los extremos opuestos del anillo hendido 172. Esto provoca que los extremos opuestos del anillo hendido se constriñan contra el eje 34 cuando los extremos opuestos del anillo hendido se aproximen entre sí, lo que bloquea las fugas de líquido refrigerante a través del conducto anular 174 del flujo. De modo preferente, el anillo hendido y el eje (o el manguito del eje donde un manguito se emplea por encima del eje) están contruidos a partir de materiales resistentes a la excoiación, de manera que si son accionados sobre un eje rotatorio, no se crearán las bolas de excoiación que en otro caso podrían servir como una cuña para abrir la trayectoria de fuga entre las superficies de estanqueidad. Materiales tales como acero inoxidable 17 - 4 tanto para el anillo hendido como para el eje se ha demostrado que funcionan satisfactoriamente. Un anillo de junta estanca 178 de polímero plegable, de modo preferente, es situado alrededor del eje 34 contra el anillo hendido 172 entre el anillo hendido y un anillo 180 de asiento de retención macizo. El anillo 178 de junta de estanqueidad de polímero plegable es forzado contra el eje mediante un incremento de la presión dentro del cárter cuando el anillo hendido restringe las fugas de líquido refrigerante a través del conducto anular 174, formando así una junta hermética.

La Figura 5 muestra de forma esquemática una junta de estanqueidad 170 de parada del tipo descrito anteriormente instalada en la bomba de líquido refrigerante del reactor de la Figura 4. La junta de estanqueidad de parada de la Figura 5 está diseñada para activarse después de una pérdida de la refrigeración de la junta de estanqueidad cuando el eje 34 de la bomba se ralentiza o no está rotando. La junta de estanqueidad de parada está situada dentro del cárter de la bomba, rodeando el eje 34. En el caso del tipo de bomba de líquido refrigerante del reactor ilustrada en las Figuras 2 - 4, el inserto de junta de estanqueidad número 1 puede ser modificado para alojar la junta de estanqueidad de parada mediante mecanización de una porción del diámetro interior en la brida superior. Hasta que es activada, la junta de estanqueidad 170 de parada está contenida sustancialmente de modo completo dentro del espacio una vez incorporado por el inserto número 1 antes de su modificación, quedando de esta manera sustancialmente inalterado el conducto anular 174 entre este y el eje 34. De esta manera, el flujo de líquido refrigerante a través del conducto anular 174 a lo largo del eje 34 no resulta sustancialmente obstaculizado durante la operación normal del equipo rotatorio.

La Figura 5 muestra una junta de estanqueidad 170 de parada compuesta por un separador 176 retraíble que mantiene abiertos los extremos opuestos del anillo hendido 172. El separador 172 retraíble es activado por un dispositivo 184 mecánico de respuesta térmica, por ejemplo, el pistón 186 descrito más adelante en la presente memoria con respecto a la Figura 6. Cuando el separador 176 es retraído de los extremos del anillo hendido 172 el anillo hendido 172 se cierra automáticamente, constriñendo a su alrededor del eje 34, mientras permanece retenido en el inserto 110 de junta de estanqueidad número 1 modificado. El anillo hendido 172 se asienta sobre un resorte 182 ondulado que fuerza al anillo hendido 172 hacia arriba contra la junta de estanqueidad 178 que empuja contra el anillo 180 de retención. La caída de la presión provocada por la interrupción del flujo a través del conducto anular 174 también fuerza al anillo hendido 172 y al anillo 178 de junta de estanqueidad hacia arriba, asegurando una junta hermética entre todas las superficies de estanqueidad. El anillo hendido 172 se asienta sobre un resorte 182

ondulado que fuerza al anillo hendido 172 hacia arriba contra el anillo 178 de estanqueidad primario para asegurar un contacto de estanqueidad inicial, de manera que la caída de la presión a través del anillo hendido 172 esté actuando también sobre el anillo 178 de estanqueidad primario.

Las Figuras 6 y 7 muestran una forma de realización del accionador de la presente invención que simplifica su construcción y aumenta su fiabilidad a lo largo de un periodo extenso, por ejemplo nueve años. La Figura 6 muestra una sección transversal del accionador y la Figura 7 muestra la forma de realización mostrada en la Figura 6 soportado dentro de una sección transversal de una porción del cárter de junta de estanqueidad. Como los accionadores precedentes descritos en la Solicitud con el No. de Serie 13/970,899, esta forma de realización emplea un cárter 190 cilíndrico que está cerrado herméticamente por un extremo 192 con una abertura en el extremo opuesto a través de la cual puede atravesarse un vástago 194 del pistón. Un extremo del vástago del pistón está conectado a un separador 176 y retira el separador de entre los extremos opuestos del anillo hendido cuando el vástago 194 del pistón es retirado dentro del cárter 190. El vástago 194 del pistón está conectado a una cabeza 186 del pistón en su extremo opuesto con el enlace 188 fusible interpuesto entre la cabeza 186 del pistón y el extremo cerrado del cárter 192. En esta forma de realización, el enlace fusible está construido a partir de un material seleccionado debido a su capacidad para fundirse a una temperatura preseleccionada, por ejemplo, un punto de fusión de aproximadamente entre 138° C y 198° C, por ejemplo un metal formado a partir de una aleación de Bi/Sn o una aleación de Sn/Zn. Un resorte 202, por ejemplo un resorte ondulado, y más preferente una pluralidad de láminas 200 de resorte ondulado que están apiladas verticalmente y alineadas en tándem entre la parte inferior del cárter 190 y la cabeza 186 del pistón de manera que el resorte quede en un estado comprimido cuando el separador 176 está entre los extremos opuestos del anillo hendido. En ese estado, el resorte empuja la cabeza 186 del pistón contra al enlace 188 fusible (esto es, en un estado sólido), que mantiene el separador entre los extremos opuestos del anillo hendido.

En el caso de que se alcance la temperatura preseleccionada, el material 188 de enlace fusible se funde y fluye hacia abajo por los lados de la cabeza del pistón, permitiendo que la cabeza 186 del pistón se desplace hacia arriba bajo la fuerza ejercida por el resorte 202 para retirar el separador 176 de los extremos opuestos del anillo hendido, lo que no se muestra en la Figura 6. El resorte 202 está asentado sobre una arandela 204 que es mantenida en posición mediante una pinza 206 de retención y una junta estanca 196 que puede estar fabricada a partir de un compuesto de caucho de silicio de RTV que cierra de forma estanca el agua impidiendo que entre en la cámara del pistón dentro del cárter 190. Se debe destacar que el diámetro del vástago 194 del pistón se reduce en una transición 198 sobre el vástago del pistón adyacente a la abertura del cárter en el punto del tiempo en que el pistón está justo a punto de ser desplazado, para posibilitar la existencia de un espacio libre para los residuos no deseados durante la traslación del vástago 194 del pistón. Se debe apreciar que aunque esta forma de realización utiliza un enlace de fusible que se funde a la temperatura preseleccionada, otros materiales que modifiquen su estado de otras maneras o resulten deformables pueden ser utilizados en lugar del enlace fusible ilustrado en esta forma de realización, siempre que el cambio de estado o condición del material a la temperatura preseleccionada permita que la cabeza 186 del pistón se desplace hacia arriba hasta una distancia suficiente para retirar el separador 176 del anillo hendido. Así mismo, se debe también apreciar que pueden ser utilizados otros tipos de resorte sin apartarse del alcance de las reivindicaciones definidas en la presente memoria en las líneas siguientes.

La Figura 8 muestra una segunda forma de realización del accionador 184 térmico reivindicado en las líneas posteriores. Los mismos caracteres de referencia se emplean entre las diferentes figuras para identificar los correspondientes elementos. A diferencia del accionador 184 mostrado en las Figuras 6 y 7, que presenta el pistón 186 separado de las paredes interiores del cilindro 190 para dejar sitio al enlace 188 fusible para desplazarse más allá de la cabeza 186 del pistón cuando se funda para dejar sitio al pistón para desplazarse hacia arriba o dentro del cilindro, la cabeza 816 del pistón de la Figura 8 se extiende a lo largo de la total anchura de las paredes interiores del cilindro. La cabeza del pistón de la Figura 8 presenta un canal 210 de flujo que permite que el enlace fusible, al menos en parte, se desplace más allá del pistón cuando el enlace fusible se funde o en cualquier caso cambie su estado, mediante el término cambiar de estado pretende significarse que el material en el que el enlace fusible está construido se funda en un líquido, cambie a un gas o en cualquier otro caso resulte tan plegable que pueda pasar por el pistón desde la cavidad superior por encima de la cabeza del pistón hasta la cámara inferior que aloja el resorte 202, como resultado de alcanzar la temperatura preseleccionada.

El cárter 190 de la forma de realización ilustrada en la Figura 8 presenta unas paredes cilíndricas con un extremo 192 superior integrado que cierra la parte superior del cárter con la parte inferior del cárter cerrada por la tapa 205 roscada que está cerrada herméticamente por una junta tórica 207 sobre las paredes del cilindro. La tapa 205 roscada presenta una abertura 212 central a través de la cual pasa el vástago 194 del pistón, que está cerrado herméticamente con una junta tórica 196 para impedir el flujo del líquido refrigerante al interior de la cámara de resorte. En los demás aspectos, la forma de realización ilustrada en la Figura 8 funciona lo mismo que las formas de realización ilustradas en las Figuras 6 y 7.

REIVINDICACIONES

1.- Un accionador (184) que comprende:

un cilindro (190) que presenta una dimensión axial;

5 un pistón (186) axialmente desplazable por dentro del cilindro (190) presentando el cilindro unos extremos (192, 196) superior e inferior que están cerrados herméticamente alrededor del pistón;

un vástago (194) del pistón que se extiende en un extremo inferior del pistón (186) a través de una abertura inferior del cilindro (190) y que presenta un extremo del vástago del pistón conectado a un mecanismo destinado a ser accionado (176);

10 una cavidad que ocupa un espacio dentro de una porción superior del cilindro (190) entre el pistón (186) y el extremo (192) superior del cilindro cuando el mecanismo que está destinado a ser accionado (176) está en un estado no accionado;

caracterizado por:

15 un enlace (188) fusible que ocupa al menos parte del espacio dentro de la cavidad entre el pistón (186) y el extremo (192) superior del cilindro (190), estando el enlace fusible seleccionado para deformarse o cambiar su estado a una temperatura preseleccionada para posibilitar que el pistón (186) se desplace por dentro de la cavidad; y

20 un resorte (202) interpuesto entre el extremo inferior del pistón (186) y el extremo (196) inferior del cilindro (190) empujando el pistón (186) contra el enlace (188) fusible en el que el pistón (186) se desplaza hacia el extremo (192) superior del cilindro (190) tras el cambio de estado de una deformación del enlace (188) fusible para accionar el mecanismo (176).

2.- El accionador (184) de la Reivindicación 1, en el que el resorte (202) es un resorte ondulado.

3.- El accionador (184) de la Reivindicación 1, en el que el resorte (202) presenta un número de láminas (200) que están alineadas en tándem.

25 4.- El accionador (184) de la Reivindicación 1, en el que el resorte (202) está en un estado comprimido cuando el mecanismo (176) está en un estado no accionado.

5.- El accionador (184) de la Reivindicación 1, en el que el vástago (194) del pistón presenta un diámetro (198) reducido dentro de las inmediaciones de la abertura inferior del cilindro (190) en una posición del vástago del pistón opuesta a la abertura justo en un momento anterior al inicio del desplazamiento del pistón dentro de la cavidad.

30 6.- Una junta (170) de estanqueidad de parada para una bomba (14) que presenta una sección de impulsor que está conectada a un motor a través de un eje (34) que es soportado en rotación entre el motor y el impulsor con un cárter (32) de junta de estanqueidad interpuesto alrededor del eje entre el motor y la sección de impulsor, rodeando el cárter de junta de estanqueidad una porción axial del eje rotatorio, estando la junta de estanqueidad de parada configurada para ser soportada dentro del cárter de junta de estanqueidad para impedir que un fluido dispuesto en un conducto anular (174) que rodea el eje se fugue más allá de la junta de estanqueidad de parada después de que
35 la rotación del eje se haya ralentizado o detenido, comprendiendo la junta de estanqueidad de parada:

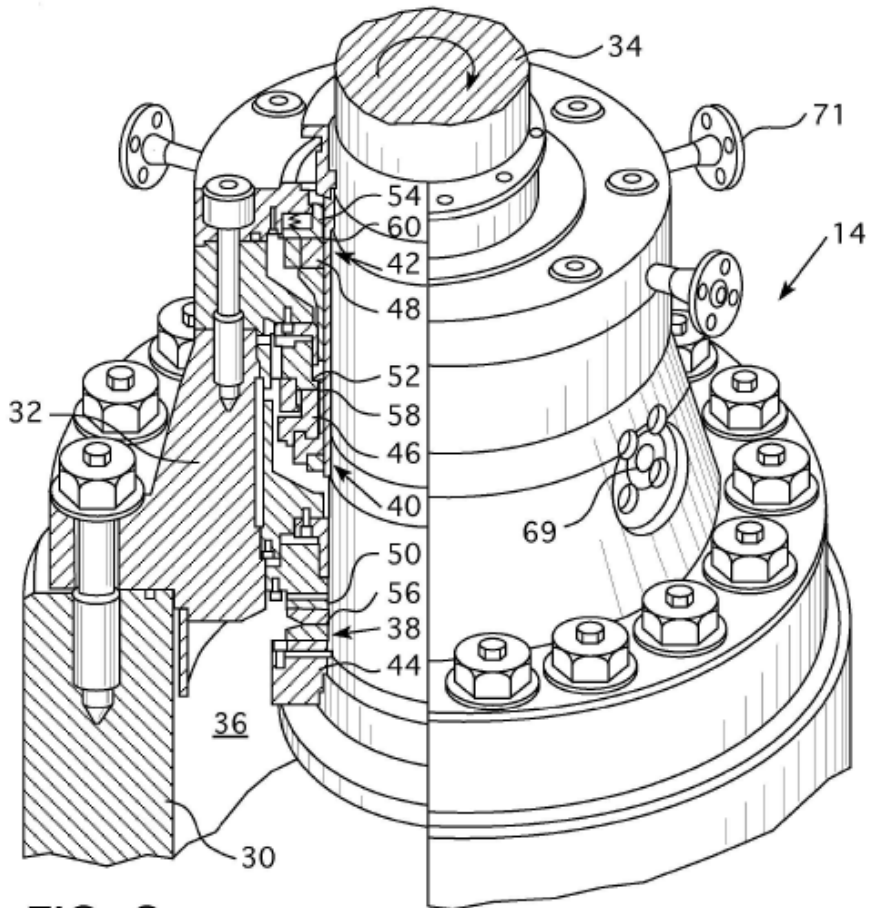
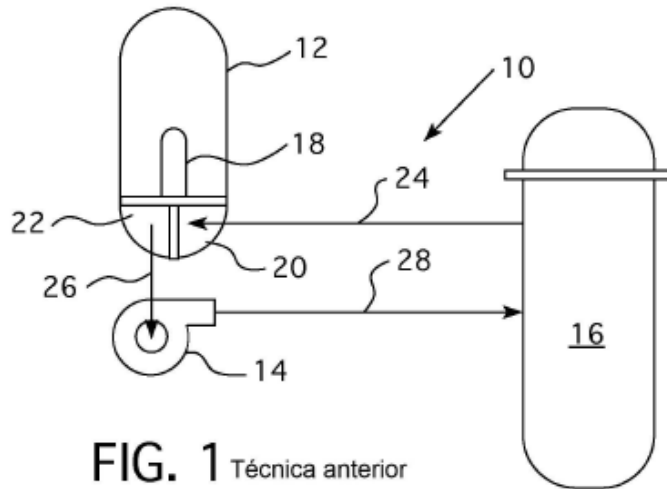
un anillo hendido (172) constreñible configurado para rodear el eje (34), presentando el anillo hendido unos extremos opuestos y un diámetro interior que estará separado del eje cuando se instale en la bomba y el eje esté rotando, definiendo el diámetro interno una porción del conducto anular (174);

40 un separador (176) dispuesto entre los extremos opuestos del anillo hendido (172) para mantener el espacio anular entre los extremos opuestos durante la operación normal del eje, siendo el separador operable para ser desplazado de entre los extremos opuestos cuando el fluido se eleva por encima de una temperatura preseleccionada de manera que el anillo hendido puede constreñirse para estrechar o sustancialmente cerrar herméticamente la porción del conducto anular (174); y

45 un accionador (184) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 para retirar el separador (176) de entre los extremos opuestos del anillo hendido (172) cuando el fluido se eleva por encima de la temperatura preseleccionada de manera que el anillo hendido pueda constreñirse para estrecharse o sustancialmente cerrar herméticamente la porción del conducto anular (174).

50 7.- La junta de estanqueidad de parada (170) de la Reivindicación 6, en el que el vástago (194) del pistón tiene un diámetro (198) reducido dentro de las inmediaciones de la abertura inferior del cilindro (190) en una posición del vástago del pistón opuesta a la abertura justo en el momento anterior al inicio de desplazamiento del pistón dentro de la cavidad.

- 5 8.- La junta de estanqueidad de parada de la Reivindicación 6, que incluye un paso (210) de fluido a través del pistón (186), estando el paso dimensionado para permitir el paso de fluido desde la cavidad hasta el otro lado del pistón para dejar sitio para el desplazamiento del pistón dentro de la cavidad, cuando el enlace (188) fusible cambie su estado o se deforme, impidiendo al tiempo el paso del enlace fusible a través del paso de fluido antes de que el enlace fusible cambie de estado o se deforme.
- 9.- La junta de estanqueidad de parada de la Reivindicación 6, en la que el resorte (202) está sustancialmente en un estado completamente comprimido cuando el separador (176) está sustancialmente dispuesto entre los extremos opuestos del anillo hendido (172).
- 10 10.- La junta de estanqueidad de parada de la Reivindicación 6, en la que el vástago (194) del pistón tiene un diámetro (198) reducido dentro de las inmediaciones de la abertura inferior del cilindro (190) en una posición del vástago del pistón opuesta a la abertura inferior justo en un momento anterior a un inicio del desplazamiento del pistón dentro de la cavidad.
- 11.- La junta de estanqueidad de parada de la Reivindicación 6, en la que el enlace (188) fusible está fabricado a partir de un material con un punto de fusión de aproximadamente entre 138° C y 198° C.
- 15 12.- La junta de estanqueidad de parada de la Reivindicación 6, que incluye un paso (210) de fluido a través del pistón (186), estando el paso dimensionado para permitir el paso de fluido desde la cavidad hasta otro lado del pistón para dejar sitio para el desplazamiento del pistón dentro de la cavidad, cuando el enlace (188) fusible cambie su estado o se deforme, impidiendo al tiempo el paso del enlace fusible a través del paso de fluido antes de que el enlace fusible cambie su estado o se deforme.
- 20 13.- Un bomba (14) que incorpora una sección de impulsor que está conectada a un motor a través de un eje (34) que es soportado en rotación entre el motor y el impulsor con un cárter (32) de junta de estanqueidad interpuesto alrededor del eje entre el motor y la sección de impulsor, presentando el cárter de junta de estanqueidad una junta de estanqueidad (170) de parada de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12.



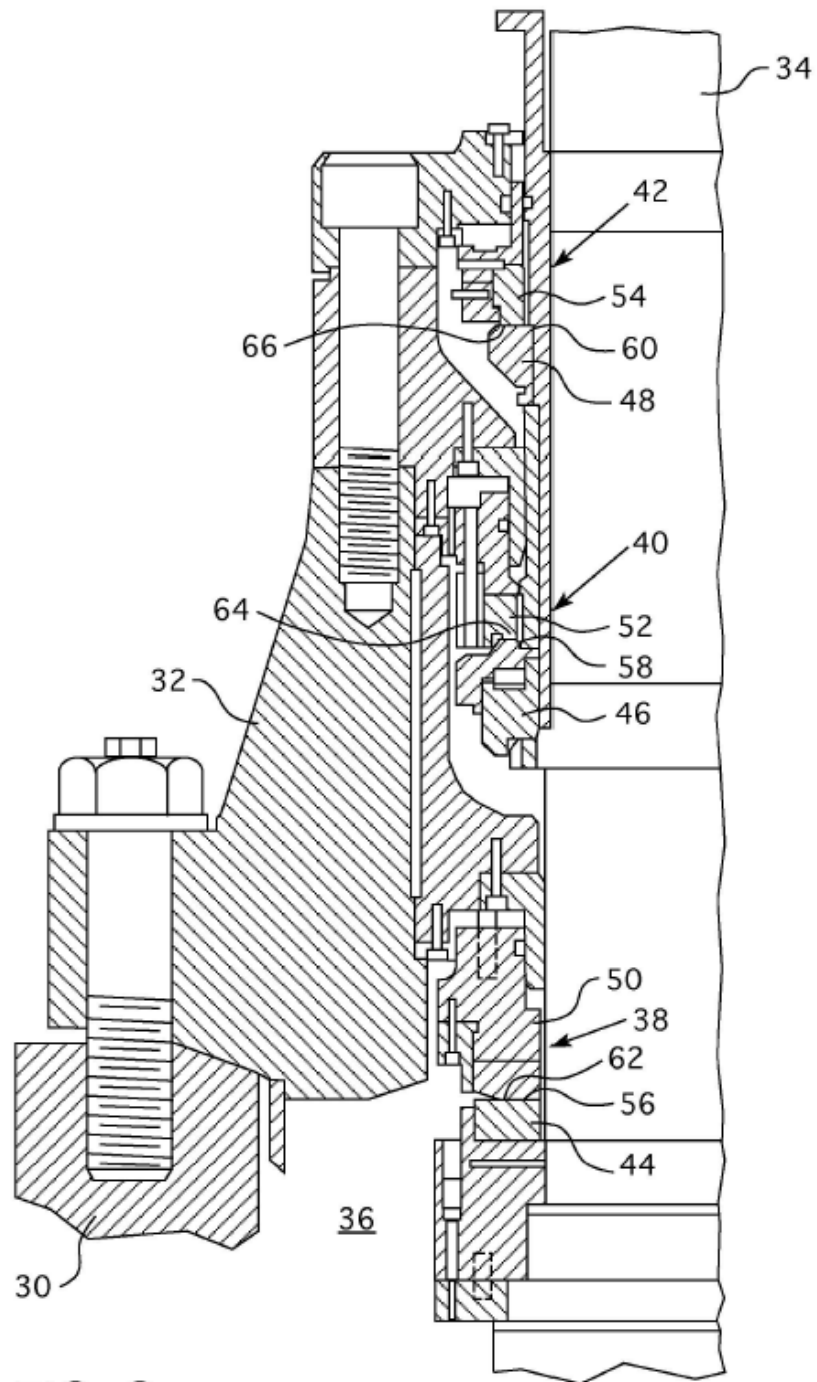


FIG. 3 Técnica anterior

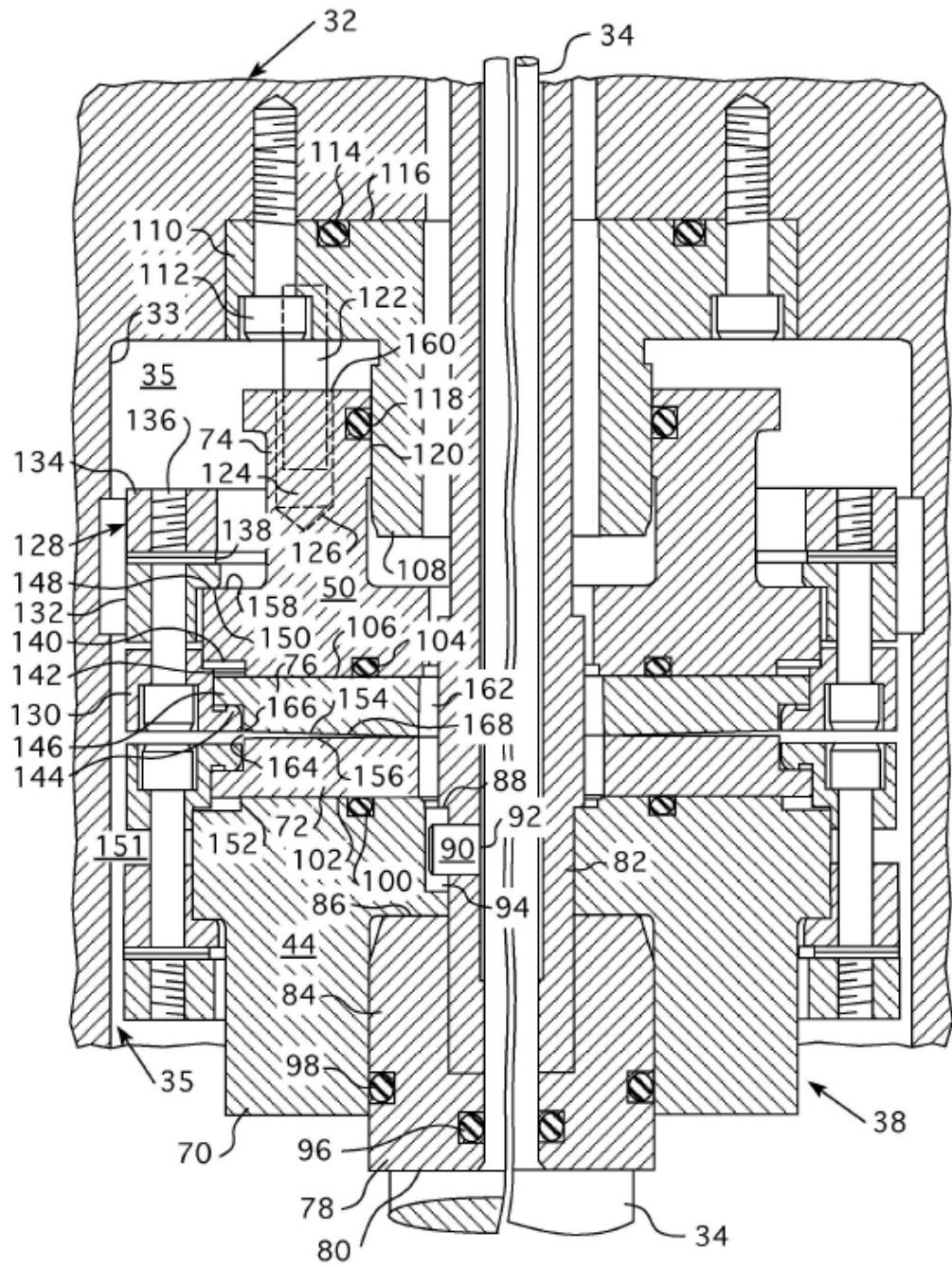


FIG. 4 Técnica anterior

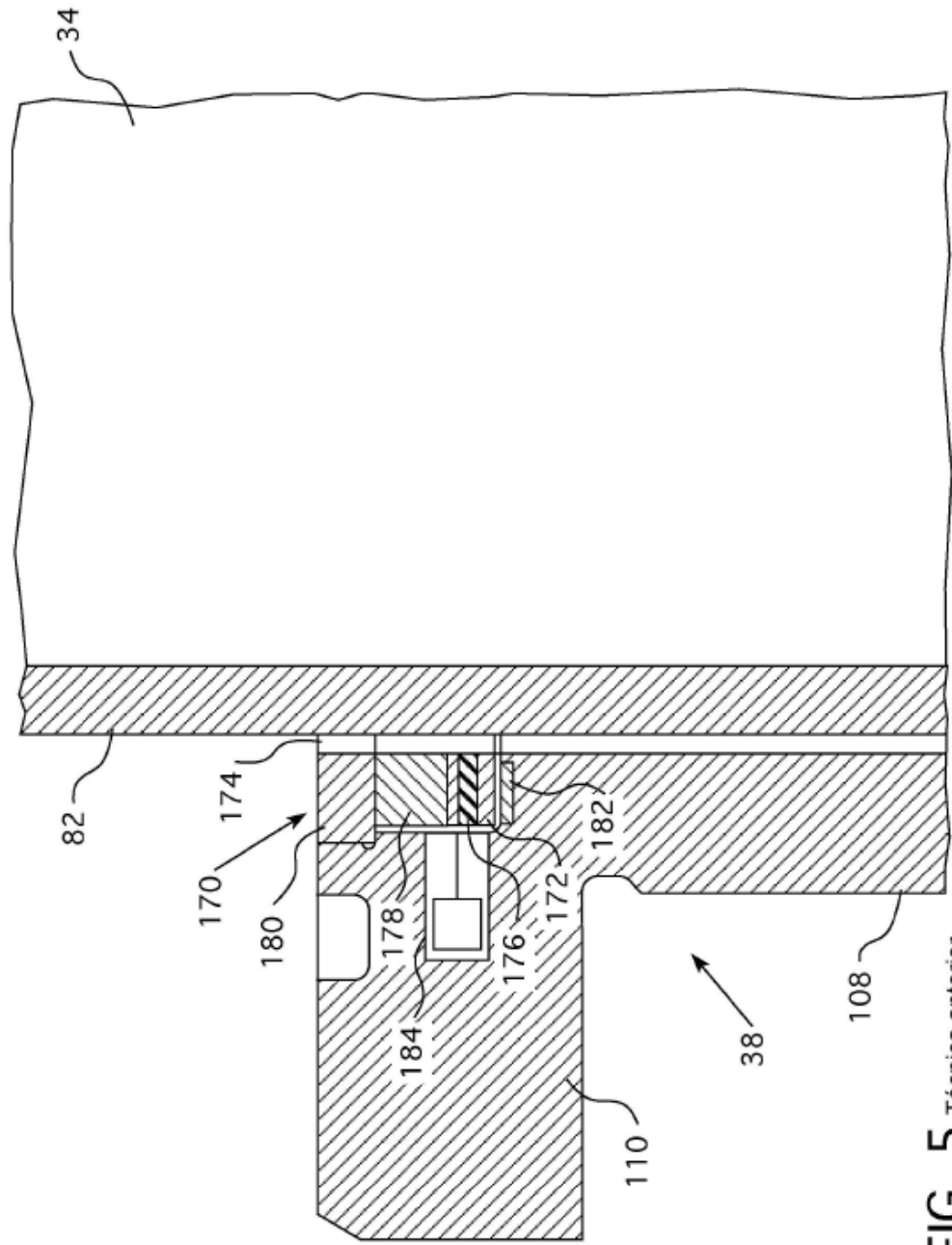


FIG. 5 Técnica anterior

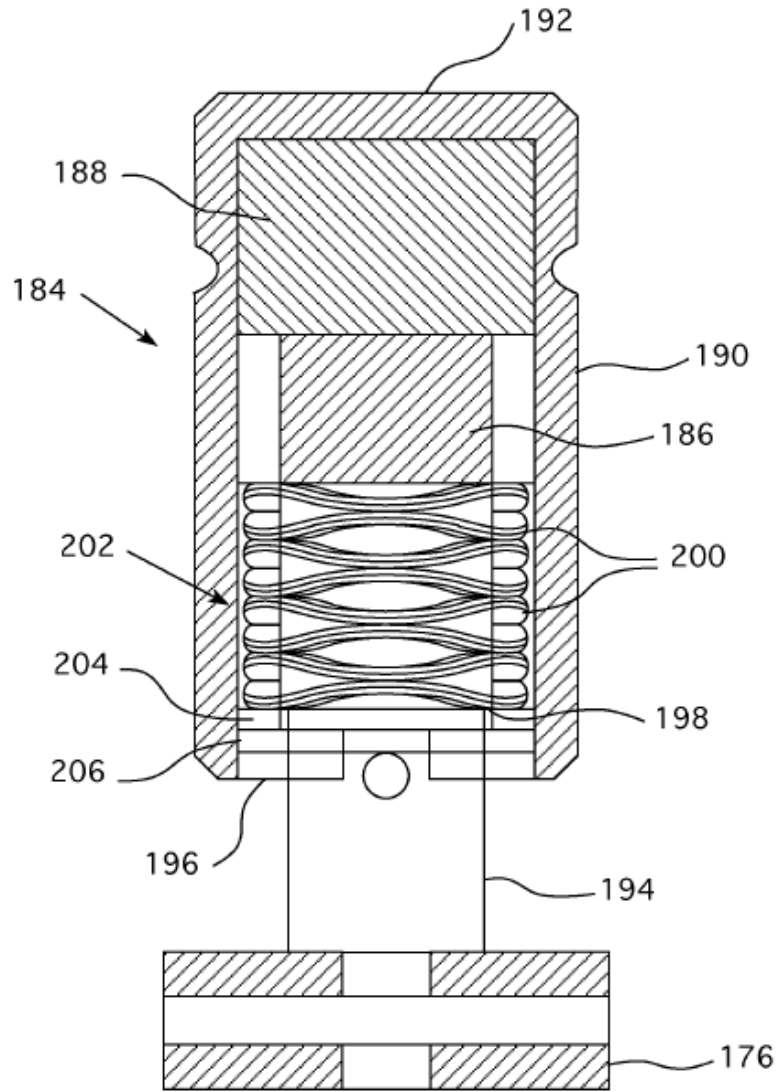


FIG. 6

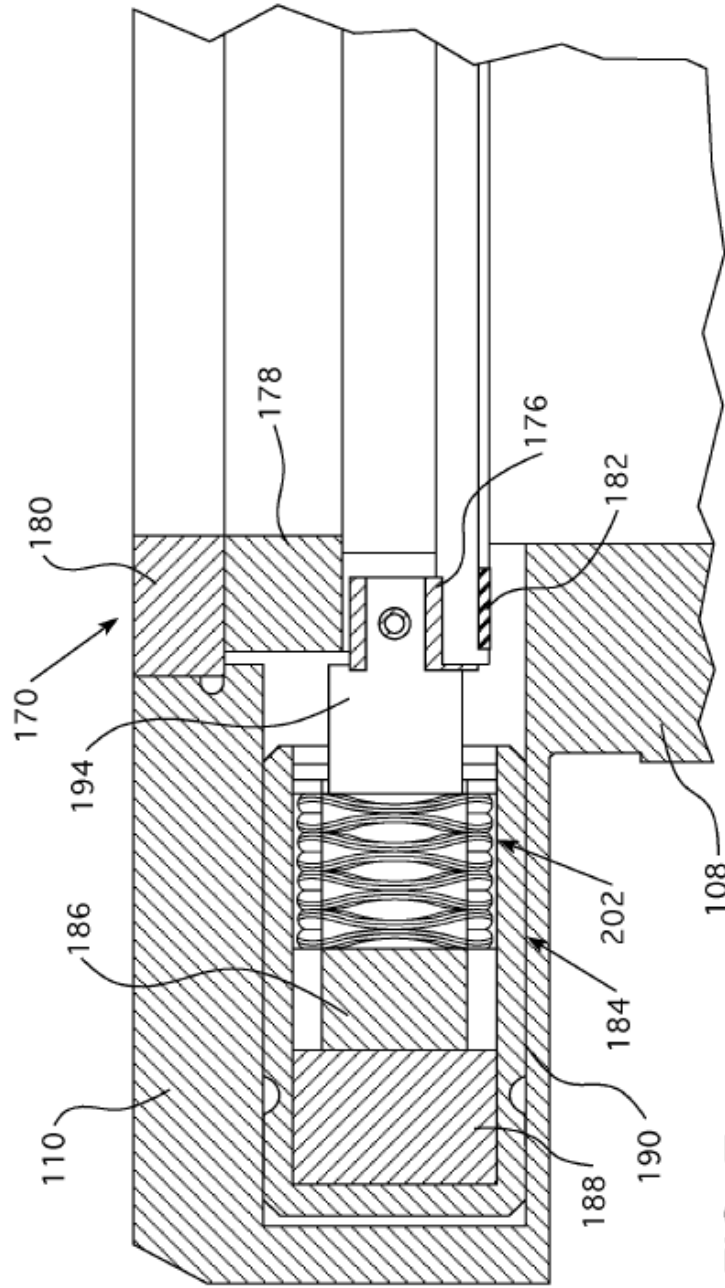


FIG. 7

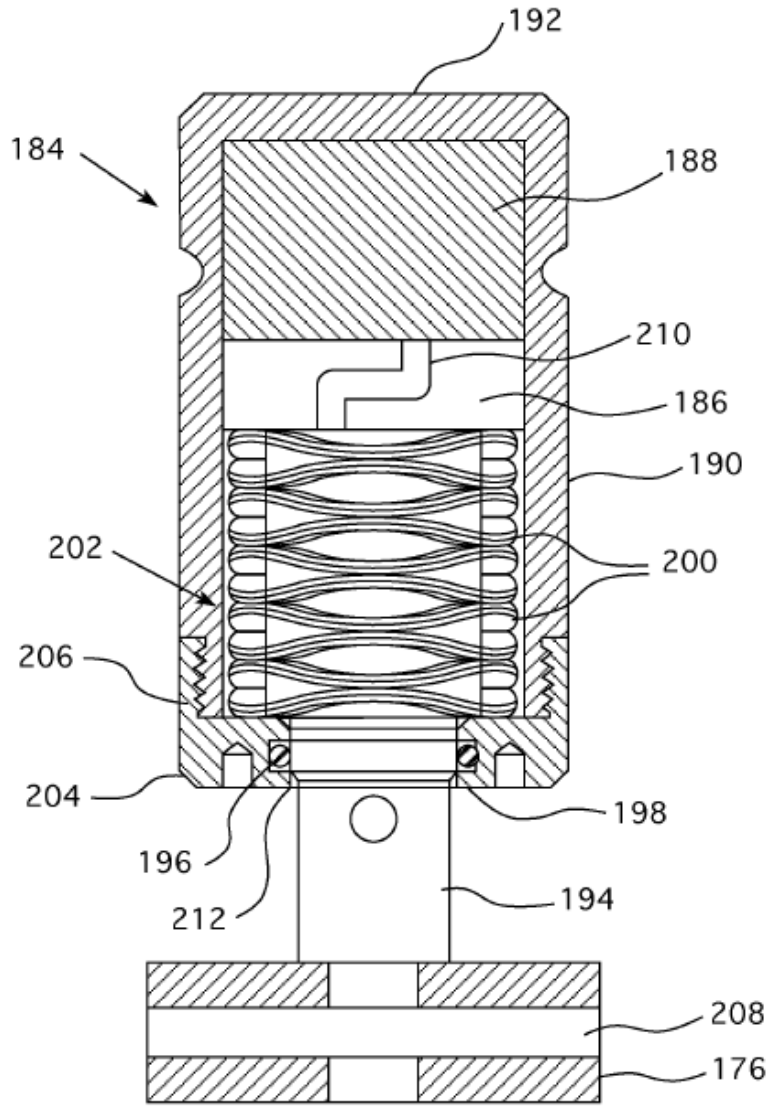


FIG. 8