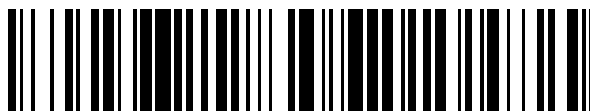


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 766 879**

51 Int. Cl.:

G21F 5/12 (2006.01)

B65D 90/22 (2006.01)

G09F 3/03 (2006.01)

F16B 41/00 (2006.01)

F16B 31/02 (2006.01)

F16B 33/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2017 PCT/EP2017/052903**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.08.2017 WO17140575**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2017 E 17704252 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3417460**

54 Título: **Perno de sellado y método de instalación de un perno de sellado**

30 Prioridad:

15.02.2016 EP 16155696

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

15.06.2020

73 Titular/es:

**THE EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY
(EURATOM), REPRESENTED BY THE EUROPEAN
COMMISSION (100.0%)
200, rue de la Loi
1049 Brussels, BE**

72 Inventor/es:

**LITTMANN, FRANÇOIS y
SIRONI, MARCO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 766 879 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

Perno de sellado y método de instalación de un perno de sellado

Campo técnico

5 La presente invención se refiere en general a un perno de sellado, en particular pernos de sellado para sellar contenedores nucleares. Tal perno de sellado conecta de forma segura una tapa de un contenedor a un cuerpo de un contenedor y puede comprender medios para identificar los pernos individuales o contenedores. La invención se refiere además a un método para instalar un perno de sellado.

Antecedentes de la técnica

10 Bajo algunas circunstancias, es necesario el sellado seguro de los contenedores. Es de particular importancia si dichos contenedores contienen sustancias peligrosas, como por ejemplo materiales fisibles. En la mayoría de los casos, la tapa del contenedor se conecta al cuerpo del contenedor mediante el uso de al menos un perno de sellado. Muy a menudo, dicho perno de sellado contiene algún tipo de elemento de integridad, que se rompe en caso de vulneración y, por lo tanto, revela que el contenedor puede haber sido manipulado. Tal elemento de integridad rompible puede ocultarse en algún lugar dentro del perno de sellado, lo que hace que sea más difícil diferenciar entre los pernos de sellado estándar y los pernos de sellado con características de seguridad adicionales. De este modo, se puede reducir el número de pernos de sellado con características de seguridad necesarios para sellar de forma segura un contenedor.

15 Un ejemplo de un perno de sellado en su diseño más básico se describe en GB-A-2067699. En una de las realizaciones de la descripción, el cabezal de sellado está conectado a su taco mediante un elemento de integridad frangible que se rompe a un par dado.

20 Por el documento EP 1826421 se conoce otro perno de sellado. La rotación entre su cabezal de sellado y su taco se detecta mediante fibra óptica.

25 Para aumentar aún más la seguridad de los pernos de sellado, puede ocultarse un elemento de identificación dentro de los pernos de sellado para revelar si el perno de sellado inicial ha sido reemplazado por otro perno de sellado del mismo tipo. Si la identidad del perno de sellado es diferente y/o el elemento de integridad está roto, el dispositivo de sellado y/o el contenido del contenedor pueden haber sido manipulados.

30 Incluso si los pernos de sellado existentes ya sellan los contenedores de forma muy segura, todavía es necesario mejorar aún más la seguridad. Además, con la eliminación gradual de las plantas nucleares, una gran cantidad de combustible nuclear gastado deberá almacenarse en bidones de almacenamiento en seco (contenedores), en Europa y en todo el mundo. Los inspectores de las agencias de garantías no podrán estar físicamente presentes para las operaciones de sellado necesarias para todos esos bidones. Esto se debe a los enormes costos de mano de obra y viajes que estarían involucrados, pero también porque los operadores realizan el llenado de los bidones a intervalos aleatorios, dependiendo de la velocidad del proceso en su emplazamiento.

35 Se sabe que se permite el sellado de barriles sin la presencia física de los inspectores, es decir, mediante monitoreo remoto con video vigilancia; sin embargo, la videovigilancia se manipula fácilmente.

40 Existe la necesidad de sistemas y métodos con seguridad mejorada que permitan que el operador instale un dispositivo de sellado sin la presencia de un inspector oficial. En particular, existe la necesidad de sistemas y métodos que permitan que los pernos de sellado sean enviados por los inspectores al operador, de modo que puedan confiar/verificar que el primer uso del perno de sellado no haya ocurrido antes de la instalación. Es decir, una vez instalado, debería ser posible verificar que el sello (perno de sellado) se haya instalado solo una vez.

Problema técnico

45 Es un objeto de la presente invención proporcionar un perno de sellado con características de seguridad mejoradas y operable mediante el cual el operador de un emplazamiento de almacenamiento pueda instalar un perno de sellado sin la presencia de inspectores, tal como se define en la reivindicación 1. Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para instalar un perno de sellado, tal como se define en la reivindicación 16.

Descripción general de la invención

50 La presente invención se refiere a un perno de sellado para sellar una tapa del contenedor a un cuerpo del contenedor. El perno de sellado comprende un cabezal de sellado adaptada para montarse en dicha tapa del contenedor, un taco de sellado adaptado para montarse en el cuerpo del contenedor y un pasador que conecta el cabezal de sellado al taco de sellado. El perno de sellado comprende además un conductor dispuesto a través de un paso transversal en el pasador. El perno de sellado comprende además un miembro resiliente dispuesto para polarizar el pasador en una primera posición, en la que se comprime el conductor. El pasador es móvil contra la polarización del miembro resiliente en una segunda posición mediante la aplicación al cabezal de sellado de un par predeterminado. El perno de sellado comprende además una unidad de monitoreo y detección, la unidad de monitoreo y detección incluye un transmisor y

un detector acoplado a los extremos respectivos del conductor, y un procesador, acoplado al transmisor y al detector, siendo el procesador operativo para determinar que el pasador se ha movido a la segunda posición por primera vez cuando determina que una señal detectada por el detector ha sufrido un cambio predeterminado.

5 Por lo tanto, la unidad de monitoreo y detección registra cuándo la señal detectada por el detector ha sufrido el cambio predeterminado, correspondiente al primer uso del perno de sellado, y puede evitarse cualquier intento de reutilizar el perno de sellado. Por otro lado, mientras la unidad de monitoreo y detección indique que el cambio predeterminado aún no se ha producido, es posible que no sea necesaria una inspección más cercana. Esto es de particular importancia ya que esto puede ser verificado por un inspector y, una vez recibido por el operador de la instalación de almacenamiento y antes de la instalación del perno, que el perno aún no se ha utilizado.

10 En una realización, el cambio predeterminado comprende un cambio en la magnitud de la señal detectada mayor que un primer umbral predeterminado.

En otra realización, el cambio predeterminado comprende una transición en la magnitud de la señal detectada desde por debajo de un segundo umbral predeterminado (V_L) hasta por encima de un tercer umbral predeterminado (V_U).

15 El cambio predeterminado puede comprender (i) el cambio en la magnitud de la señal detectada o (ii) la transición en la magnitud de la señal detectada, respectivamente, que tiene una duración menor o igual a un umbral de tiempo predeterminado.

20 El procesador puede ser operable para muestrear la magnitud de señal detectada a una frecuencia predeterminada para derivar magnitudes de señal muestreadas. La unidad de monitoreo y detección puede comprender además una memoria no volátil, y el procesador puede ser operable para almacenar las magnitudes de señal muestreadas en un registro en la memoria no volátil. Las magnitudes de señal muestreadas están marcadas con fecha y hora en el registro en la memoria no volátil.

25 Preferentemente, el conductor comprende una fibra óptica, el transmisor comprende un transmisor óptico y el detector comprende un detector óptico. El procesador de la unidad de monitoreo y detección puede determinar que el pasador se ha movido en función de la modificación de una señal óptica que pasa a través de la fibra óptica. La propiedad monitoreada de la señal óptica puede, por ejemplo, ser su intensidad de luz.

30 Como alternativa, el conductor puede comprender un cable eléctrico. En cuyo caso, el transmisor comprendería un transmisor eléctrico y el detector comprendería un detector eléctrico. El procesador de la unidad de monitoreo y detección puede determinar que el pasador se ha movido en función de la modificación de una señal eléctrica que pasa a través del cable eléctrico. La propiedad monitoreada de la señal eléctrica puede, por ejemplo, ser su voltaje o corriente.

35 Como alternativa, el conductor puede comprender un tubo de fluido. En cuyo caso, la unidad de monitoreo y detección comprendería un detector de fluido. El procesador de la unidad de monitoreo y detección puede determinar que el pasador se ha movido en función de la modificación de una señal representativa del fluido en el tubo. La propiedad monitoreada del fluido puede, por ejemplo, ser su presión en el tubo o su flujo a través del tubo. El tubo de fluido puede ser un tubo de plástico o un tubo de goma.

40 Preferentemente, la unidad de monitoreo y detección comprende además uno o más elementos de indicación visual. En realizaciones, el procesador es operable para iluminar uno o más elementos de indicación visual (i) en un primer estado, lo que indica que el pasador aún no se ha movido fuera de la primera posición, o (ii) en un segundo estado, lo que indica que el pasador se ha movido a la segunda posición por primera vez. En realizaciones, (i) en el primer estado, uno de los uno o más elementos de indicación visual está iluminado y, en el segundo estado, dos o más de los elementos de indicación visual están iluminados, y/o (ii) en el primer estado, el uno o más elementos de indicación visual se iluminan en un primer color, por ejemplo, rojo y, en el segundo estado, el uno o más elementos de indicación visual se iluminan en un segundo color, por ejemplo, verde.

45 El par predeterminado puede corresponder a una fuerza de compresión sobre el miembro resiliente que se encuentra en el rango de 700-2500 daN, preferiblemente 700-1500 daN.

El par predeterminado puede corresponder a un desplazamiento axial del pasador con respecto al cabezal de sellado que se encuentra en el rango de 0,5-1,5 mm, preferiblemente 0,7-1,3 mm.

50 La invención se refiere además a un método para instalar un perno de sellado. El método comprende proporcionar un perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15. El método comprende además transportar el perno de sellado a un emplazamiento de instalación en el que está dispuesto un contenedor a sellar. Si no, el método comprende además instalar el perno de sellado en el contenedor. La instalación incluye aplicar el par predeterminado al cabezal de sellado del perno de sellado hasta que el procesador determine que la señal detectada por el detector ha sufrido el cambio predeterminado. El paso de transportar el perno de sellado a un emplazamiento de instalación puede comprender colocar el perno de sellado en un sistema de prevención de manipulación, verificando
55 opcionalmente que el sistema de prevención de manipulación no se haya utilizado o manipulado por primera vez, transportando el sistema de prevención de manipulación al emplazamiento de instalación en el que se desecha un

contenedor que se sellará, verificando que el sistema de prevención de manipulación no se haya utilizado o manipulado por primera vez y retirando el perno de sellado del sistema de prevención de manipulación.

En realizaciones, se proporciona un perno de sellado

- 5
- a. con características ultrasónicas como una identidad e integridad de bloqueo, legible con un cabezal de lectura ultrasónica,
 - b. con un conductor pasando a través, conectado al sistema de monitoreo electrónico, y/o
 - c. con un sistema mecánico interno con resortes presionando el conductor en dos estados diferentes, apretados o libres, modificando así los parámetros de una señal que pasa a través del conductor o de un fluido en el conductor.

En realizaciones, se proporciona un dispositivo electrónico de monitoreo y detección

- 10
- a. funciona con baterías, tiene sensores internos, presión, temperatura, vibración, aceleración...,
 - b. que registra todos los eventos monitoreados y los almacena en su memoria interna,
 - c. opera durante el período de tiempo entre el envío desde las agencias de inspección y el lugar del inspector en el emplazamiento,
- 15
- d. que está conectado a un bucle de fibra óptica que pasa a través del sello, capaz de monitorear la variación de la cantidad de luz, detectando cuándo se aprieta el sello con la cantidad de torque requerida
 - e. que incorpora características anti-manipulación.

En realizaciones, el perno de sellado tiene un elemento de identidad y/o un elemento frangible utilizado como indicador de integridad.

- 20
- En realizaciones, existe una asociación del dispositivo de monitoreo electrónico activo que detecta y registra todos los eventos durante la vida útil del sello con un mecanismo interno que cambia la señal del conductor antes y después de la instalación, lo que demuestra que el sello se ha instalado correctamente y se mantuvo en el mismo lugar

- 25
- En realizaciones, el inspector configura el dispositivo de monitoreo electrónico y comienza a monitorear en la sede central y monitoreará y registrará continuamente todos los eventos entrantes durante los pocos meses entre el envío del sello, la instalación del sello y la verificación física final. por un inspector del sello en el bidón. Luego se monitorean las señales del conductor que pasan a través del conductor.

Ventajosamente, el hecho de que un perno de sellado no se haya usado/instalado previamente puede ser verificado fácilmente por un operador antes de la instalación (así como por un inspector antes del envío al operador), por ejemplo, mediante elementos indicadores visuales adecuados visibles en la unidad de monitoreo y detección. Por lo tanto, se puede ahorrar tiempo y esfuerzo en la inspección/verificación.

- 30
- Otras ventajas de la invención, al menos en realizaciones, incluyen:
- a. para permitir la instalación por parte del operador solo, pero verificado posteriormente, durante una inspección por un inspector que puede confiar en que el sello no ha sido manipulado mientras tanto,
 - b. para identificar unívocamente el perno de sellado y el bidón,
- 35
- c. para permitir el monitoreo remoto de los bidones sellados con un conductor en bucle cerrado por un sello electrónico, evitando la lectura manual a intervalos regulares de los sellos por un inspector,
 - d. para proporcionar una ruptura del conductor (fibra óptica o cable eléctrico o tubo de fluido) cuando el sello está manipulado o abierto,
 - e. para permitir un control seguro de la identidad e integridad del sello a través de escaneo ultrasónico en caso de dudas o posibles ataques.

- 40
- Un conductor está dispuesto a través de un paso transversal en el pasador, en el que dicho conductor puede ser una fibra óptica o un cable eléctrico o un tubo de fluido, estando el conductor dispuesto de manera que cualquier movimiento rotacional o traslacional del pasador con respecto al cabezal de sellado y/o al taco de sellado hacen que el conductor se rompa.

- 45
- El cabezal de sellado puede comprender además un orificio, preferiblemente en dirección axial y una placa de cabecera. El pasador puede estar conectado a la placa de cabecera y pasar a través del orificio.

El pasador puede comprender un área de espesor reducido que proporciona un punto débil que hace que dicho pasador falle si se alcanza una tensión de tracción predeterminada o una tensión absoluta predeterminada de dicho

pasador en dicha área de espesor reducido. Tal área de espesor reducido puede, por ejemplo, se colocará cerca de la placa de cabecera, haciendo que el pasador se rompa cerca de la placa de cabecera, dejando el resto del pasador intacto.

5 El taco de sellado puede comprender además un elemento de sujeción que conecta el pasador al taco de sellado al pasador y evita la liberación del pasador. Tal elemento de sujeción proporciona una instalación simple del cabezal de sellado al taco del sello ya que el pasador puede deslizarse dentro del elemento de sujeción aplicando una fuerza vertical manual a la placa de cabecera y posteriormente al pasador. Posteriormente, el pasador no puede liberarse sin destruir la integridad del pasador.

10 Preferiblemente, el pasador comprende una porción de extremo en forma de cono, reduciendo así la cantidad de fuerza vertical necesaria para deslizar la porción de extremo del pasador dentro del elemento de sujeción.

Ventajosamente, el cabezal de sellado comprende pasos laterales alineados con el paso transversal del pasador. Estos pasos laterales están dispuestos preferiblemente de modo que el conductor pueda alimentarse a través de un paso lateral, a través del paso transversal del pasador y luego a través del otro paso lateral.

15 El perno de sellado puede comprender además medios de identificación para verificar la identidad del pasador y/o el perno de sellado. Dichos medios de identificación pueden, por ejemplo, ser elementos ultrasónicos o etiquetas RFID que identifiquen unívocamente el perno de sellado, el contenedor y su contenido. Los elementos ultrasónicos pueden utilizarse además para controlar la integridad del perno de sellado.

20 El sistema de sellado puede comprender además medios de comunicación asociados con la unidad de monitoreo y detección, estando dispuestos y diseñados los medios de comunicación para transmitir información de estado del conductor a una ubicación remota. Por lo tanto, un intento de manipulación puede detectarse inmediatamente y transmitirse a una ubicación remota inmediatamente después de la detección. Por lo tanto, la integridad del contenedor se puede monitorear en tiempo real desde una ubicación remota. La verificación de la continuidad del conductor es de particular interés cuando el contenedor está dispuesto en un área de alto riesgo, como por ejemplo, un área irradiada. Mientras el conductor permanezca intacto, se puede suponer que el contenedor no ha sido manipulado. Otras características de seguridad, como por ejemplo, es posible que no sea necesario verificar los medios de identificación ultrasónicos o las características de integridad en el área de alto riesgo. De hecho, estas otras características de seguridad pueden verificarse, medirse y registrarse en el momento del sellado del contenedor. Justo antes de abrir el contenedor, estas otras características de seguridad pueden verificarse nuevamente. Si se desea, aún se pueden realizar verificaciones periódicas entre el sellado y la apertura del contenedor. Dichos controles periódicos pueden, gracias a la presente invención, llevarse a cabo a intervalos muy elevados, evitando así exponer al personal innecesariamente a los peligros que reinan en el área de alto riesgo.

25 Los medios de comunicación pueden comprender medios de encriptación para encriptar la información de estado. Cualquier información enviada desde el sistema de sellado a la ubicación remota puede llevarse a cabo de forma segura, evitando así que otros interfieran con la transmisión de la información de estado.

35 **Breve descripción de los dibujos**

Otros detalles y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de varias realizaciones no limitantes con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección transversal a través de un perno de sellado ensamblado según una realización de la invención, en una primera posición;

40 La figura 2 es una vista en sección transversal ampliada del perno de sellado de la figura 1;

La figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de una unidad de monitoreo y detección utilizada en realizaciones de la invención;

La figura 4 es una vista en sección transversal a través de un perno de sellado ensamblado según una realización de la invención, en una segunda posición;

45 La figura 5 es una vista en sección transversal ampliada del perno de sellado de la figura 4;

La figura 6 es un gráfico de la magnitud de señal de salida en el detector óptico durante una transición desde la primera posición a la segunda posición;

La figura 7 muestra un sistema de prevención de manipulación según una realización de la invención, en una condición pre-evacuada; y

50 La figura 8 muestra el sistema de prevención de manipulación de la figura 7, después de la evacuación.

Descripción de realizaciones preferidas

La necesidad de un dispositivo de sellado que pueda ser instalado por el operador sin la presencia de un inspector es de suma importancia y urgencia. Al menos en realizaciones, la presente invención busca proporcionar un sistema de sellado para ser aplicado a bidones de almacenamiento nuclear en seco que cumpla con uno o más de los siguientes objetivos:

- 5 - debe ser instalado solo por el operador, pero debe ser verificado más adelante, durante una inspección, por un inspector que debe confiar en que el sello no ha sido manipulado mientras tanto, lo que significa que el contenido del bidón es el mismo que cuando fue inicialmente sellado;
- incluir un recinto antimanipulación que contenga el sello y un dispositivo de monitoreo electrónico que permita que los inspectores envíen el paquete al operador, confiando en que no se haya modificado antes de la instalación;
- 10 - para incluir un sistema electrónico conectado a un conductor (por ejemplo, fibra óptica o cable eléctrico o tubo de fluido) que pasa a través del sello que detecta que el sello se ha instalado solo una vez;
- para ser usado en bidones de almacenamiento seco nuclear para reemplazar uno o más pernos de bidón, sin requerir la modificación del bidón mismo;
- incluir un conductor en el cuerpo del sello que se rompa ante cualquier intento de manipulación;
- 15 - para permitir la verificación de la identidad e integridad del sello a través de una inspección ultrasónica;
- para llevar una identidad que se puede unir unívocamente con el contenedor; y
- para poder soportar condiciones de operación severas.

En la descripción y los dibujos, se usan números similares para designar elementos similares. A menos que se indique lo contrario, cualquier característica de diseño individual, componente o paso puede usarse en combinación con cualquier otra característica de diseño, componente o paso divulgado en este documento.

En la implementación de la presente invención con respecto a un perno de sellado (y un lector para el mismo), se pueden usar las técnicas expuestas en el documento EP 0 658 250, excepto como se describe más adelante.

La figura 1 ilustra una realización preferida de un perno 2 de sellado en una primera posición. El perno 2 de sellado está en estado ensamblado, y se usa para sellar una tapa 4 del contenedor a un cuerpo 6 del contenedor. El perno 2 de sellado comprende un cabezal 8 de sellado y un taco 10 de sellado, estando este último dispuesto de manera fija en el cuerpo 6 del contenedor. El cabezal 8 de sellado comprende un orificio 12 dispuesto a lo largo de un eje vertical del cabezal 8 de sellado. El orificio 12 está dimensionado y dispuesto para recibir un pasador 14 a su través. El pasador 14 está conectado con su extremo superior a una placa 16 de cabecera, que a su vez está conectada al cabezal 8 de sellado. En su extremo inferior, el pasador 14 está conectado al taco 10 de sellado.

El pasador 14 puede comprender un área de espesor reducido (no mostrado) en el que se espera que se produzca una ruptura del pasador 14 cuando el cabezal 8 de sellado se mueve con relación al taco 10 de sellado.

Como se ve mejor en la figura 2, que es una vista en sección transversal ampliada del perno de sellado de la figura 1, según una realización de la presente invención, el perno 2 de sellado comprende además un paso 24 transversal dispuesto a través del pasador 14 y dos pasos 26, 28 laterales, que están diseñados para estar alineados con el paso 24 transversal cuando se ensambla el perno 2 de sellado. Como conductor, una fibra óptica 30 se alimenta a través del primer paso lateral 26, el paso 24 transversal y el segundo paso lateral 28. Esta fibra óptica 30 se usa no solo para verificar la instalación correcta del perno 2 de sellado, sino también la integridad del perno 2 de sellado.

Durante el desenroscado del sello, el cabezal 8 de sellado gira libremente con respecto al pasador 14 hasta que alcanza un soporte, después de lo cual también arrastra el taco 10 de sellado y el pasador 14. A medida que el cabezal 8 de sellado gira con respecto al pasador 14, la fibra óptica 30 que pasa a través de ambos se rompe por efecto de guillotina y una porción 30' de la fibra óptica 30 puede dejarse dentro del pasador 14. La ruptura de la fibra óptica 30 se usa para detectar la apertura del perno 2 de sellado a través de la interrupción de una señal que pasa a través de la fibra óptica 30.

El cabezal 8 de sellado está provisto además de un elemento 32 de identificación, que almacena una identidad unívoca del perno 2 de sellado. Dicho elemento 32 de identificación puede comprender un elemento de identidad ultrasónico o una etiqueta RFID. En el caso de un elemento de identidad ultrasónico, las técnicas expuestas en el documento EP 1 042 746 pueden usarse en su implementación.

Además, según las realizaciones de la invención, el perno 2 de sellado ha montado en él un miembro resiliente, en esta realización, una arandela 36 de resorte. Las porciones 38 superiores internas de la arandela 36 de resorte se acoplan al hombro 40 del pasador 14, por lo tanto, instando el pasador 14 hacia arriba. Como consecuencia, el paso 24 transversal del pasador 14 empuja la fibra óptica 30 hacia arriba y la comprime. La fibra óptica 30 está por lo tanto en una primera condición (comprimida) antes de la instalación. Por lo tanto, las figuras 1 y 2 ilustran el perno 2 de

ES 2 766 879 T3

sellado en su lugar, pero no apretado, los resortes 36 no están completamente cargados y la fibra óptica 30 comprimida. En esta condición (sello no apretado):

- a. las dos arandelas 36 de resorte internas están ligeramente cargadas para mantener una presión mínima sobre la fibra óptica 30
- 5 b. la fibra óptica 30 se presiona entre el cabezal 8 de sellado y el pasador 14, la cantidad de luz que pasa está muerta y se monitorea un dispositivo electrónico (discutido más adelante) lo que significa que aún no está instalado correctamente
- c. el elemento 24 de integridad ultrasónica está conectado al pasador 14 en rotación, pero está libre en traslación vertical.
- 10 Con respecto a la arandela 36 de resorte, para esto se usa adecuadamente una arandela Belleville. Las arandelas Belleville permiten tener una fuerza muy alta en un espacio pequeño e, incluso cuando están completamente aplastadas, no se puede exceder el límite elástico. Se pueden poner en serie o en paralelo si se desea aumentar el golpe o la fuerza.
- 15 La tabla 1 a continuación proporciona dimensiones y parámetros de arandelas Belleville adecuadas para su uso en realizaciones de la invención.

Arandelas de resorte ("Belleville"): dimensiones principales																						
Dimensiones comunes	d mm	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	30	35	40	45	
	D _R mm	8	10	12,5	14	16	18	20	22,5	25	28	31,5	35,5	40	45	50	56	63	71	80	90	
	d _R mm	42	5,2	12,5	7,2	8,2	9,2	10,2	11,2	12,2	14,2	16,3	18,3	20,4	22,4	25,4	28,5	30,5	35,5	41,0	46,0	
	D mm	8,5	10,5	6,2	14,5	16,5	18,5	20,5	23	25,6	28,6	32,4	35,4	41	46	51	57,2	64,5	72,5	81,5	91,5	
Serie gruesa A	e _A mm	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,25	1,5	1,5	1,75	2	2,25	2,5	3	3	3,5	4	5	5	
	h _A mm	0,6	0,75	1	1,1	1,25	1,4	1,55	1,75	2,15	2,15	2,45	2,80	3,15	3,5	4,1	4,3	4,9	5,6	6,7	7	
	f=0,25 h ₀	P _{1A} daN	8	12	24	26	36	45	54	69	105	105	140	185	235	280	425	415	540	735	1180	1010
	f=0,50 h ₀	P _{2A} daN	15	22	45	54	69	85	105	135	205	200	270	360	450	535	820	790	1040	1410	2290	1980
	f=0,75 h ₀	P _{3A} daN	21	32	66	79	100	125	150	190	295	290	390	520	650	775	1200	1140	1500	2050	3360	3150
Serie fina B	D _R mm	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1	1,25	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	2,5	3	3,5	
	D _R mm	0,55	0,7	0,85	0,9	1,05	1,2	1,45	1,45	1,60	1,80	2,15	2,25	2,65	3,05	3,40	3,60	4,25	5	5,30	6,0	
	f=0,25 h ₀	P _{1B} daN	5	8	12	12	17	23	30	30	37	48	79	73	110	155	195	190	295	290	445	620
	f=0,50 h ₀	P _{2B} daN	8	15	21	20	30	41	53	53	65	54	140	130	195	270	350	335	525	505	785	1100
	f=0,75 h ₀	P _{3B} daN	11	20	29	27	41	56	71	71	87	110	190	170	260	365	475	445	720	670	1050	1405
f es la flecha																						
Ejemplo de designación: arandela Belleville Ø16 tipo A																						

Tabla 1

La arandela específica utilizada en la presente realización se indica en la columna resaltada de la tabla 1: esta arandela funciona bien en el diseño ilustrado, incluyendo la tensión en el diámetro exterior para que el sello se pueda insertar en la cavidad del perno 2 de sellado, maximizando el esfuerzo de compresión de la arandela 36 de resorte. Como se apreciará, se puede aplicar una fuerza para comprimir la arandela 36 debajo del hombro 40 durante la instalación de la arandela; y una vez liberada, la arandela 36 de resorte aplica en consecuencia una fuerza de compresión ascendente sobre la fibra óptica 30 a través del pasador 14.

En la presente realización, se obtiene una tensión o fuerza de 775 daN comprimiendo 1 mm. Además, para obtener fuerzas más altas, dos o tres de las arandelas 36 pueden colocarse paralelas o en serie para optimizar la fuerza y el desplazamiento deseados necesarios para pellizcar y liberar completamente la fibra óptica 30.

Se debe aplicar un par predeterminado al cabezal 8 de sellado para contrarrestar la fuerza de la arandela 36 de resorte, para volver a alinear los dos pasos 26, 28 laterales, con el paso 24 transversal, y así recuperar la fibra óptica 30 en una condición completamente recta. Con respecto al par/fuerza de asociación, esto depende de varios parámetros, como la lubricación de la rosca del perno. Para los propósitos presentes, lo importante es generar la fuerza suficiente para no poder bloquear el mecanismo con algo microscópico que pueda ser insertado por el operador. El uso de dos arandelas 36 como esta en serie significaría que se requería una fuerza de 1500 daN (1.5 toneladas) para bloquear el mecanismo. Además, incluso si la fuerza generada en el par de apriete del perno es mayor que las arandelas de fuerza máxima, dicha arandela se detendrá, pero no se destruirá porque no puede exceder el límite elástico.

En realizaciones, el par predeterminado corresponde a una fuerza de compresión sobre el miembro resiliente que se encuentra en el rango de 700-2500 daN, preferiblemente 700-1500 daN.

En realizaciones, el par predeterminado corresponde a un desplazamiento axial del pasador con respecto al cabezal de sellado que se encuentra en el rango de 0,5-1,5 mm, preferiblemente 0,7- 1,3 mm. Para detectar el primer uso del perno 2 de sellado, el perno 2 de sellado se proporciona al operador en la condición ("primera posición") mostrada en la figura 2.

5 La figura 3 es un diagrama de bloques esquemático de una unidad 50 electrónica de monitoreo y detección, utilizada según realizaciones, por ejemplo, para detectar el primer uso del perno 2 de sellado. La unidad 50 electrónica de monitoreo y detección puede proporcionarse en una carcasa robusta y compacta (no mostrada) que está sellada, por ejemplo, mediante soldadura.

10 La unidad 50 electrónica de monitoreo y detección se alimenta de forma independiente, por ejemplo, por batería 52, que puede tener una vida de muchos meses a muchos años. La unidad 50 electrónica de monitoreo y detección incluye un microprocesador 54, que recibe una señal de reloj del reloj 56. El microprocesador 54 puede derivar la fecha y/o hora en tiempo real del reloj 56, o puede obtener dichos datos continuamente de un reloj en tiempo real (no se muestra), proporcionado dentro de la unidad 50 electrónica de monitoreo y detección; y la fecha y/o la hora en tiempo real pueden usarse para sellar los datos, como se discute a continuación.

15 El microprocesador 54 también está acoplado a la memoria (NVM) 58 no volátil que almacena el software 60 de control (por ejemplo, cableado o firmware) para su ejecución por el microprocesador 54 para controlar la unidad 50 electrónica de monitoreo y detección.

20 La unidad 50 electrónica de monitoreo y detección puede incluir además una interfaz 62 de comunicaciones de corto alcance (por ejemplo, comunicación de campo cercano (NFC), ID de radiofrecuencia (RFID) o Bluetooth®), para realizar comunicaciones de corto alcance con dispositivos cercanos, es decir, en una distancia de unos pocos centímetros a unos pocos metros. La unidad 50 electrónica de monitoreo y detección puede incluir además una interfaz 64 de comunicaciones de largo alcance (por ejemplo, radio de largo alcance o red inalámbrica celular), para realizar comunicaciones de largo alcance con dispositivos remotos, es decir, a una distancia de unos pocos kilómetros a unos pocos cientos de km, tal como para informes remotos y mantenimiento.

25 Preferiblemente, la unidad 50 electrónica de monitoreo y detección incluye elementos de indicación visual para indicar un estado actual o estatus de la unidad 50 de monitoreo y detección. En esta realización, los elementos de indicación visual comprenden LEDs 66.

30 En una realización, la unidad 50 electrónica de monitoreo y detección incluye un transmisor 70 óptico acoplado al procesador 54 por la interfaz 72. A través de un conector adecuado (no mostrado), un extremo 74 de la fibra óptica 30 (ver figura 2) es conectado al transmisor 70 óptico. En uso, el transmisor 70 óptico transmite señales ópticas (por ejemplo, potencia/intensidad constante) a través de la fibra óptica 30. En esta realización, la unidad 50 electrónica de monitoreo y detección incluye un receptor/detector 76 óptico, acoplado al procesador 54 a través de la interfaz del convertidor 78 analógico a digital. A través de un conector adecuado (no se muestra), el otro extremo 68 de la fibra óptica 30 (ver figura 2) está conectado al detector 76 óptico. El procesador 54 recibe así señales de forma digital indicando la magnitud o la señal óptica recibida detectada por el detector 76 óptico.

35 En otra realización, la unidad electrónica de monitoreo y detección incluye un transmisor eléctrico y un receptor/detector eléctrico, ambos acoplados a un cable eléctrico. El transmisor eléctrico transmite señales eléctricas (por ejemplo, potencia/intensidad constante) a través del cable eléctrico.

40 En otra realización más, la unidad electrónica de monitoreo y detección incluye un transmisor de fluido y un receptor/detector de fluido, ambos acoplados a un tubo de fluido. La unidad electrónica de monitoreo y detección monitorea los parámetros (por ejemplo, presión o flujo) del fluido en el tubo de fluido.

45 En uso, el procesador 54 usa las señales recibidas para determinar si y/o cuándo el perno de sellado se ha movido a una segunda posición por primera vez. En esta realización, cuando se aplica un par suficiente y predeterminado al cabezal 8 de sellado del perno 2 de sellado (véase la figura 2), se aplica una presión requerida para contrarrestar la polarización mediante la arandela 36 de resorte para mover el perno 2 de sellado a una segunda posición.

La figura 4 es una vista en sección transversal a través de un perno de sellado ensamblado según una realización de la invención, en una segunda posición. Esto muestra la disposición después de la aplicación del par predeterminado requerido al cabezal 8 de sellado para mover el pasador 14 en la dirección de la flecha A contra la polarización del resorte de la arandela 36 de resorte. Esta última ahora está en forma comprimida.

50 La figura 5 es una vista en sección transversal ampliada del perno de sellado de la figura 4. Aquí, se puede ver que, en esta segunda posición, el par predeterminado aplicado al cabezal 8 de sellado ha vuelto a alinear los dos pasos 26, 28 laterales, con el paso 24 transversal, y así ha llevado la fibra óptica 30 nuevamente a una condición completamente recta. Por lo tanto, las figuras 4 y 5 ilustran el perno 2 de sellado apretado, los resorte(s) 36 completamente cargados y la fibra 30 liberada, lo que significa que el perno 2 de sellado se ha instalado correctamente una vez. En esta condición (sello apretado):

- 5 a. las dos arandelas 36 de resorte internas están completamente cargadas (por ejemplo, aproximadamente 1 tonelada), lo que significa que el perno 2 de sellado está apretado a un par lo suficientemente alto como para evitar una extracción no detectada. La presión sobre la fibra óptica 30 se libera para que la luz máxima pase a través de ella y sea monitoreada por la unidad 50 de monitoreo y detección, lo que significa que el sello ahora está instalado correctamente.
- b. el elemento de integridad ultrasónica todavía está conectado al pasador 14 en rotación, pero está libre en traslación vertical. El cabezal 8 de sellado acciona el pasador 14 en rotación mientras se aprieta por medio de un grano y un pasador (en sentido inverso de rotación, el pasador 14 y el cabezal de sellado pueden girar uno con respecto al otro, rompiendo el elemento de integridad).
- 10 Después de la instalación, se lee el elemento de identidad ultrasónico para la identificación final del perno 2 de sellado y se verifica la integridad. Estas lecturas se realizan con un cabezal de lectura ultrasónico.
- Cuando se retira el sello, el pasador 14 se fija debido a que se aprieta en el bidón (contenedor), el cabezal 8 de sellado está girando, lo que significa que la fibra óptica 30 se cortará entre el cabezal 8 de sellado y el pasador, y el elemento de integridad se romperá debido a que se acopla en rotación con el pasador 14 y se suelda al cabezal 8 de sellado.
- 15 Por lo tanto, el perno 8 de sellado pasa por debajo del par predeterminado requerido desde una primera posición (figuras. 1, 2), en la cual la fibra óptica 30 se comprime por el pasador 14, a la segunda posición (figuras 4, 5), en la cual la fibra óptica 30 no está comprimida por el pasador 14 y está en una condición completamente recta. Como consecuencia, y con referencia a la figura 3, los niveles de señal recibidos en el detector 76 son más altos en la segunda posición que en la primera posición.
- 20 La figura 6 es un gráfico de salida de la magnitud de la señal en el detector 76 óptico durante una transición desde la primera posición a la segunda posición. La magnitud pasa de V_{\min} a V_{\max} , y el tiempo necesario para hacerlo es t_2 . El procesador 54 (figura 3) de la unidad 50 de monitoreo y detección determina, basándose en la magnitud de la señal generada en el detector 76 óptico, si se ha producido primero una indicación de transición de la señal del par predeterminado que se está aplicando, como cuando el perno 2 de sellado es instalado correctamente por primera vez.
- 25 En una realización, el procesador 54 (figura 3) determina si la magnitud de la señal a lo largo del tiempo se ajusta a un primer cambio predeterminado, es decir, el cambio de magnitud es mayor que un primer umbral, es decir $(V_{\max} - V_{\min}) \geq V_{\text{Thresh1}}$. Alternativamente, el procesador 54 (figura 3) determina si la magnitud de la señal en el tiempo se ajusta a un segundo cambio predeterminado, es decir, el cambio de magnitud es mayor que un primer umbral y la duración de la transición está dentro de un primer período de tiempo (T_{Thresh1}), es decir $(V_{\max} - V_{\min}) \geq V_{\text{Thresh1}}$ Y $t_2 \leq T_{\text{Thresh1}}$.
- 30 En otra realización, el procesador 54 (figura 3) determina si la magnitud de la señal a lo largo del tiempo se ajusta a un tercer cambio predeterminado, es decir, la magnitud de la señal pasa por debajo de un primer umbral a un segundo umbral, es decir, $V_{\min} < V_L$ y $V_{\max} > V_U$. Alternativamente, el procesador 54 (figura 3) determina si la magnitud de la señal a lo largo del tiempo se ajusta a un cuarto cambio predeterminado, es decir, la magnitud de la señal pasa por debajo del primer umbral al segundo umbral y la duración de la transición está dentro de un segundo período de tiempo (T_{Thresh2}), es decir $(V_{\min} < V_L$ y $V_{\max} > V_U)$ y $t_1 \leq T_{\text{Thresh2}}$.
- 35 En realizaciones, la unidad de monitoreo y detección comprende además uno o más elementos de indicación visual (LEDs 66).
- 40 En realizaciones, el procesador es operable para iluminar uno o más LEDs 66 (i) en un primer estado, lo que indica que el pasador aún no se ha movido fuera de la primera posición, o (ii) en un segundo estado, indicando que el pasador se ha movido a la segunda posición por primera vez.
- 45 En realizaciones, (i) en el primer estado, uno de los uno o más LEDs 66 están iluminados y, en el segundo estado, dos o más de los LEDs 66 están iluminados, y/o (ii) en el primer estado, uno o más LEDs 66 están iluminados en un primer color, por ejemplo, rojo y, en el segundo estado, uno o más LEDs 66 están iluminados en un segundo color, por ejemplo, verde.
- Con referencia a la figura 3, preferiblemente, la magnitud de señal generada en el detector 76 óptico se muestrea a una frecuencia predeterminada (que puede ser 1-100 KHz).
- 50 En una realización, el procesador 54 (figura 3) almacena en el NVM 58 un registro de datos muestreados y otros, es decir, en el registro 61. Por ejemplo, en el registro 61 pueden almacenarse todas las muestras de magnitud de la señal para el último período, por ejemplo, los últimos 30-60 segundos, los últimos 300-600 segundos o los últimos 30-60 minutos. En una realización, el procesador interrumpe el muestreo una vez que se registra uno de los cambios predeterminados anteriormente mencionados en las señales de magnitud.
- 55 En una realización, el procesador 54 (figura 3) almacena, en el registro 61, todos los datos de una manera con fecha y/o fecha estampada, listos para su posterior recuperación. Preferiblemente, el último conjunto almacenado de señales

de magnitud muestreadas, y/o la aparición de uno de los cambios predeterminados mencionados anteriormente en las señales de magnitud, se almacena junto con una marca de tiempo respectiva. De esta manera, la fecha y hora exacta del primer uso/instalación del perno 2 de sellado puede recuperarse de la memoria, así como las señales de magnitud muestreadas en las que se basa.

5 La figura 7 muestra un sistema 90 de prevención de manipulación según una realización de la invención, en una condición pre-evacuada. Un perno 2 de sellado que comprende un cabezal 8 de sellado y un pasador 14 se coloca en un recinto antimanipulación del sistema 90 de prevención de manipulación, en esta realización, una bolsa 92. La bolsa 92 puede estar hecha de material plástico, tal como cloruro de polivinilo (PVC). Sin embargo, los expertos en la materia apreciarán que pueden usarse otros materiales rígidos o semirrígidos.

10 El perno 2 de sellado puede ser el mismo que el descrito anteriormente con referencia a las figuras 1-2 y 4-5.

Como se discutió anteriormente con referencia a las figuras 2-3, los extremos de la fibra óptica 30 son transmisores ópticos y receptores ópticos (no mostrado) de la unidad 50 de monitoreo y detección.

15 La bolsa 92 incluye un puerto 94 para enganchar con un aparato (no mostrado) para aplicar un vacío, en uso, al interior de la bolsa 92. El puerto 94 se puede sellar (es decir, durante la aplicación del vacío). Por ejemplo, el sellado se puede lograr mediante soldadura térmica de la tapa 96 del extremo del puerto 94.

La figura 8 muestra el sistema 90 de prevención de manipulación de la figura 7, después de la evacuación. Se puede ver que la bolsa 92 está totalmente plegada alrededor del perno 2 de sellado, la fibra óptica 30 y la unidad 50 de monitoreo y detección: después del sellado de la tapa 96 del extremo, estos elementos se envasan al vacío dentro de la bolsa 92.

20 Con referencia una vez más a la figura 3, al menos en esta realización, la unidad 50 de monitoreo y detección incluye un sensor 80 de presión acoplado al procesador 54 a través de ADC 82. El procesador 54 recibe continuamente señales indicativas de la (magnitud de la) presión dentro de la bolsa 92.

Bajo el control del software en NVM 58, el procesador 54 es operable para determinar cuándo ocurre un cambio (predeterminado) en la presión dentro de la bolsa, o si ocurre rápidamente, es decir, de muy baja a presión atmosférica.

25 El cambio predeterminado puede comprender un cambio en la magnitud detectada de la presión mayor que un primer umbral predeterminado. Alternativamente, el cambio predeterminado comprende una transición en la magnitud detectada de la presión por debajo de un segundo umbral predeterminado (P_L) hasta un tercer umbral predeterminado (P_U).

30 En realizaciones, el cambio predeterminado comprende (i) el cambio en la magnitud detectada de la presión o (ii) la transición en la magnitud detectada de la presión, respectivamente, que tiene una duración menor o igual a un umbral de tiempo predeterminado.

35 El procesador 54 puede funcionar para muestrear la magnitud detectada de la presión a una frecuencia predeterminada para derivar las magnitudes de presión muestreadas. El procesador 54 puede ser operable para almacenar las magnitudes de presión muestreadas en el registro 61 en la memoria 58 no volátil. Las magnitudes de presión muestreadas pueden estar estampadas en el registro en la memoria no volátil con fecha y hora.

40 En realizaciones, el procesador puede funcionar para iluminar uno o más LEDs 66 (i) en un primer estado, indicando que el recinto no se ha abierto desde el sellado del puerto de evacuación al vacío, o (ii) en un segundo estado, indicando que el recinto se ha abierto desde el sellado del puerto de evacuación al vacío. Por ejemplo, (i) en el primer estado, uno de los uno o más LEDs 66 están iluminados y, en el segundo estado, dos o más de los LEDs 66 están iluminados, y/o (ii) en el primer estado, el uno o más LEDs 66 están iluminados en un primer color, por ejemplo, rojo y, en el segundo estado, uno o más LEDs 66 están iluminados en un segundo color, por ejemplo, verde.

En uso, un método para instalar un perno de sellado puede comprender primero proporcionar u obtener (es decir, por el inspector) un sistema de prevención de manipulación como se describió anteriormente.

45 Opcionalmente, el inspector se compromete a verificar que la bolsa 92 del sistema de prevención de manipulación no se haya abierto desde el sellado del puerto 94 de evacuación al vacío.

A continuación, el sistema de prevención de manipulación se transporta (por ejemplo, a instancias del inspector) a un emplazamiento de instalación en el que se desecha un contenedor a sellar.

50 Luego, una vez recibido por el operador, el operador se compromete a verificar que la bolsa 92 no se haya abierto desde el sellado del puerto de evacuación al vacío. Esto puede implicar, por ejemplo, inspección visual del estado indicado por los LEDs 66 iluminados en la unidad 50 de monitoreo y detección, o verificación por comunicación con la unidad 50 de monitoreo y detección a través de la interfaz 56 de comunicaciones de corto alcance, por ejemplo, a través de NFC.

Si el estado de los LEDs 66 (por ejemplo, rojo) indica que la bolsa 92 se ha abierto desde la evacuación, el perno 8 de sellado que contiene no se instala y se desecha.

Si, por otro lado, el estado de los LEDs 66 (por ejemplo, verde) indica que la bolsa 92 no se ha abierto desde la evacuación, el perno 8 de sellado que contiene se retira de la bolsa 92.

5 Luego, el perno 8 de sellado se instala en el contenedor apropiado.

Mientras las realizaciones se han descrito haciendo referencia a realizaciones de dispositivos de inspección que tienen diversos componentes en sus respectivas implementaciones, se apreciará que otras realizaciones hacen uso de otras combinaciones y permutaciones de estos y otros componentes.

10 Debe apreciarse que, en la descripción anterior de realizaciones ejemplares de la invención, algunas características de la invención a veces se agrupan en una sola realización, figura o descripción de la misma con el fin de racionalizar la descripción y ayudar a comprender de uno o más de los diversos aspectos inventivos. Sin embargo, este método de descripción no debe interpretarse como un reflejo de la intención de que la invención reivindicada requiera más características de las que se mencionan expresamente en cada reivindicación.

15 Además, aunque algunas realizaciones descritas en el presente documento incluyen algunas, pero no otras características incluidas en otras realizaciones, las combinaciones de características de diferentes realizaciones están destinadas a estar dentro del alcance de la invención, y forman diferentes realizaciones, como entenderían aquellos en el arte.

20 En las siguientes reivindicaciones y la descripción en el presente documento, cualquiera de los términos comprendiendo, comprendidos en o que comprende es un término abierto que significa incluir al menos los elementos/características que siguen, pero sin excluir otros.

Por lo tanto, aunque se han descrito las que se cree que son las realizaciones preferidas de la invención, los expertos en la técnica reconocerán que se pueden hacer otras modificaciones adicionales sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

Leyenda:

25 2 perno de sellado

4 Tapa del contenedor

6 cuerpo del contenedor

8 cabezal de sellado

10 taco de sellado

30 12 orificio

14 pasador

16 placa de cabecera

18 área de espesor reducido

24 paso transversal

35 26 primer paso lateral

28 segundo paso lateral

30 conductor (fibra óptica)

32 elemento de identificación

36 arandelas de resorte

40 38 porción de esquina

40 hombro

50 unidad de monitoreo y detección

52 batería

	54 procesador
	56 reloj
	58 NVM
	60 software de control
5	61 registro
	62 interfaz de comunicaciones de corto alcance
	64 interfaz de comunicaciones de largo alcance
	66 LEDs
	68 segundo extremo de la fibra óptica
10	70 transmisor óptico
	72 interfaz
	74 primer extremo de la fibra óptica
	76 detector óptico
	78 ADC
15	80 sensor de presión
	82 ADC
	90 sistema de prevención de manipulación
	92 bolsa
	94 puerto de evacuación
20	96 tapa del extremo

REIVINDICACIONES

1. Un perno (2) de sellado para sellar una tapa (4) del contenedor a un cuerpo (6) del contenedor, comprendiendo dicho perno de sellado:
- un cabezal (8) de sellado adaptado para montarse en dicha tapa del contenedor;
 - 5 un taco (10) de sellado adaptado para ser montado en dicho cuerpo del contenedor;
 - un pasador (14) que conecta dicho cabezal de sellado a dicho taco de sellado, caracterizado por que dicho perno de sellado comprende, además
 - un conductor (30), dispuesto a través de un paso (24) transversal en dicho pasador,
 - un miembro (36) resiliente
 - 10 dispuesto para polarizar el pasador en una primera posición, en la que el
 - el conductor está comprimido, en el que el pasador es móvil contra la polarización del miembro resiliente en una segunda posición mediante la aplicación al cabezal de sellado de un par predeterminado,
 - una unidad (50) de monitoreo y detección,
 - la unidad de monitoreo y detección que incluye
 - 15 un transmisor (70) y un detector (76)
 - acoplado a los extremos respectivos del conductor,
 - un procesador (54),
 - acoplado al transmisor y al detector, el procesador
 - 20 siendo operable para determinar que el pasador se ha movido a la segunda posición por primera vez cuando determina que una señal detectada por el detector ha sufrido un cambio predeterminado.
2. El perno de sellado según la reivindicación 1, en el que el cambio predeterminado comprende un cambio en la magnitud de la señal detectada mayor que un primer umbral predeterminado.
3. El perno de sellado según la reivindicación 1, en el que el cambio predeterminado comprende una transición en la magnitud de señal detectada por debajo de un segundo umbral predeterminado (V_L) hasta por encima de un tercer umbral predeterminado (V_U).
- 25 4. El perno de sellado según la reivindicación 2 o 3, en el que el cambio predeterminado comprende (i) el cambio en la magnitud de la señal detectada o (ii) la transición en la magnitud de la señal detectada, respectivamente, que tiene una duración menor o igual a un tiempo predeterminado límite.
5. El perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procesador es operable para muestrear la magnitud de la señal detectada a una frecuencia predeterminada para derivar magnitudes de señal muestreadas.
- 30 6. El perno de sellado según la reivindicación 5, en el que la unidad de monitoreo y detección comprende además una memoria no volátil, y en el que el procesador es operable para almacenar las magnitudes de señal muestreadas en un registro en la memoria (58) no volátil.
- 35 7. El perno de sellado según la reivindicación 6, en el que las magnitudes de señal muestreadas están estampadas en el registro de tiempo y fecha en la memoria no volátil.
8. El perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, en el que el conductor comprende una fibra óptica, el transmisor comprende un transmisor óptico y el detector comprende un detector óptico.
9. El perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, en el que el conductor comprende una fibra eléctrica, el transmisor comprende un transmisor eléctrico y el detector comprende un detector eléctrico.
- 40 10. El perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 7, en el que el conductor comprende un tubo de fluido, el detector comprende un detector de presión o un detector de flujo.
11. El perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de monitoreo y detección comprende además uno o más elementos (66) de indicación visual.

12. El perno de sellado según la reivindicación 10, en el que el procesador es operable para iluminar uno o más elementos de indicación visual (i) en un primer estado, indicando que el pasador aún no se ha movido fuera de la primera posición, o (ii) en un segundo estado, lo que indica que el pasador se ha movido a la segunda posición por primera vez.
- 5 13. El perno de sellado según la reivindicación 11, en el que (i) en el primer estado, uno de los uno o más elementos de indicación visual están iluminados y, en el segundo estado, dos o más de los elementos de indicación visual están iluminados, y/o (ii) en el primer estado, el uno o más elementos de indicación visual están iluminados en un primer color, por ejemplo, rojo y, en el segundo estado, el uno o más elementos de indicación visual están iluminados en un segundo color, por ejemplo, verde.
- 10 14. El perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el par predeterminado corresponde a una fuerza de compresión sobre el miembro resiliente que se encuentra en el intervalo de 700-2500 daN, preferiblemente 700-1500 daN.
15. El perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el par predeterminado corresponde a un desplazamiento axial del pasador con respecto al cabezal de sellado que se encuentra en el intervalo de 0,5-1,5 mm, preferiblemente 0,7-1,3 mm.
- 15 16. Un método para instalar un perno (2) de sellado, que comprende:
- proporcionar el perno de sellado según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15;
 - transportar el perno de sellado a un emplazamiento de instalación en el que se dispone un contenedor para sellar;

20 verificar que el perno de sellado no haya sido manipulado; y si no

 - instalar el perno de sellado en el contenedor;
 - en donde dicha instalación incluye aplicar el par predeterminado al cabezal (8) de sellado del perno de sellado hasta que el procesador (54)
 - determina que la señal detectada por

25 el detector (76) ha sufrido el cambio predeterminado.
17. El método de instalación de un perno de sellado según la reivindicación 16, en el que el paso de transportar el perno de sellado a un emplazamiento de instalación comprende:
- colocar el perno de sellado en un sistema (90) de prevención de manipulación;
 - opcionalmente verificando que el sistema de prevención de manipulación no ha sido manipulado,

30 transportar el sistema de prevención de manipulación a un emplazamiento de instalación en el que se desecha un contenedor a sellar;

 - verificar que el sistema de prevención de manipulación no haya sido manipulado; y si no,
 - retirar el perno de sellado del sistema de prevención de manipulación.

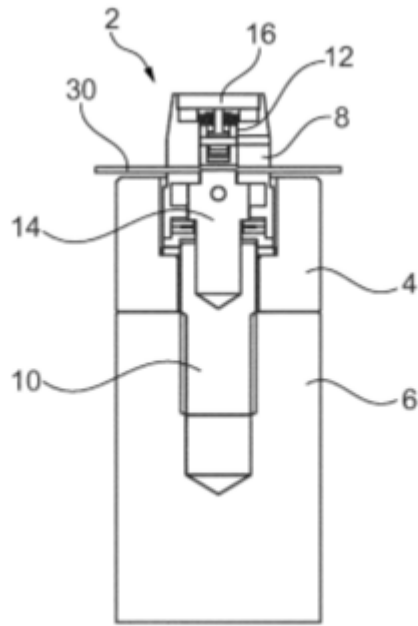


Fig. 1

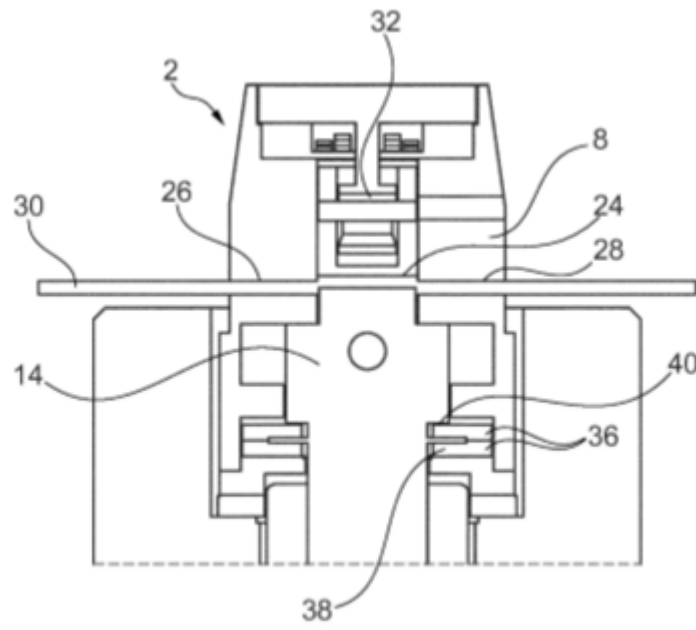


Fig. 2

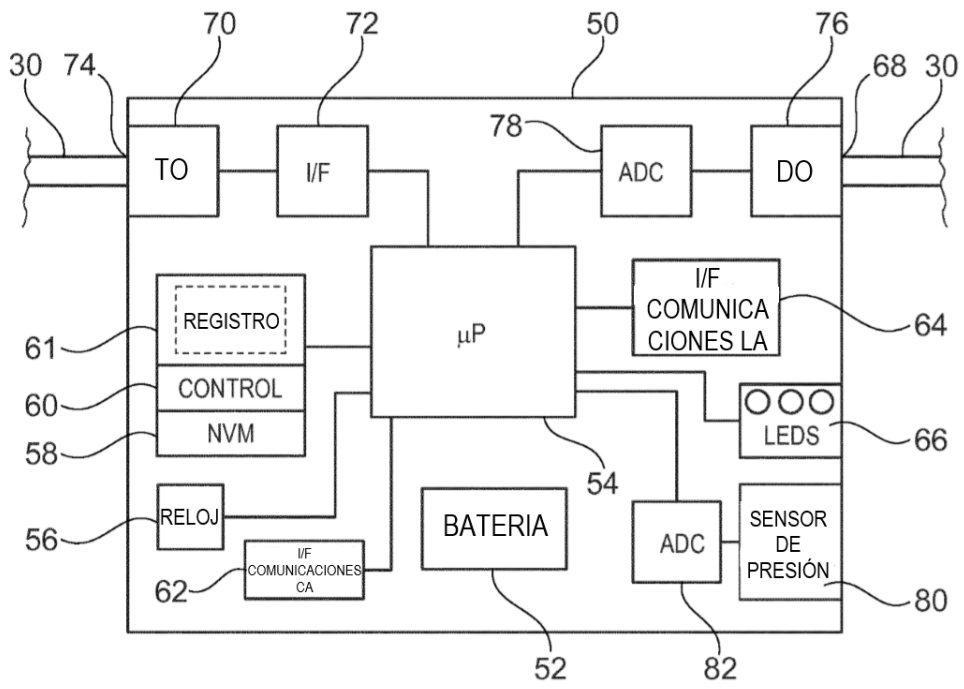


Fig. 3

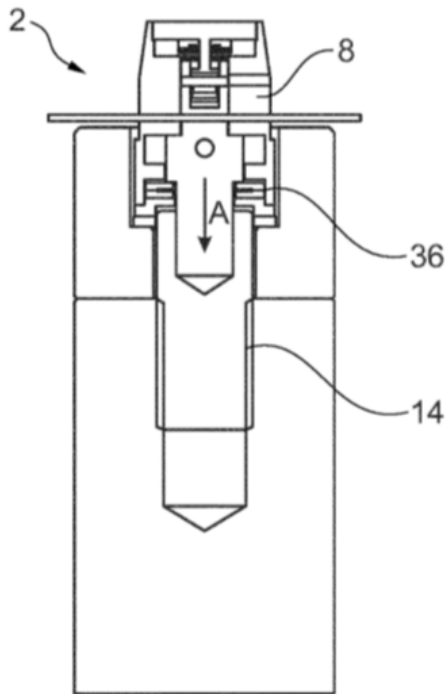
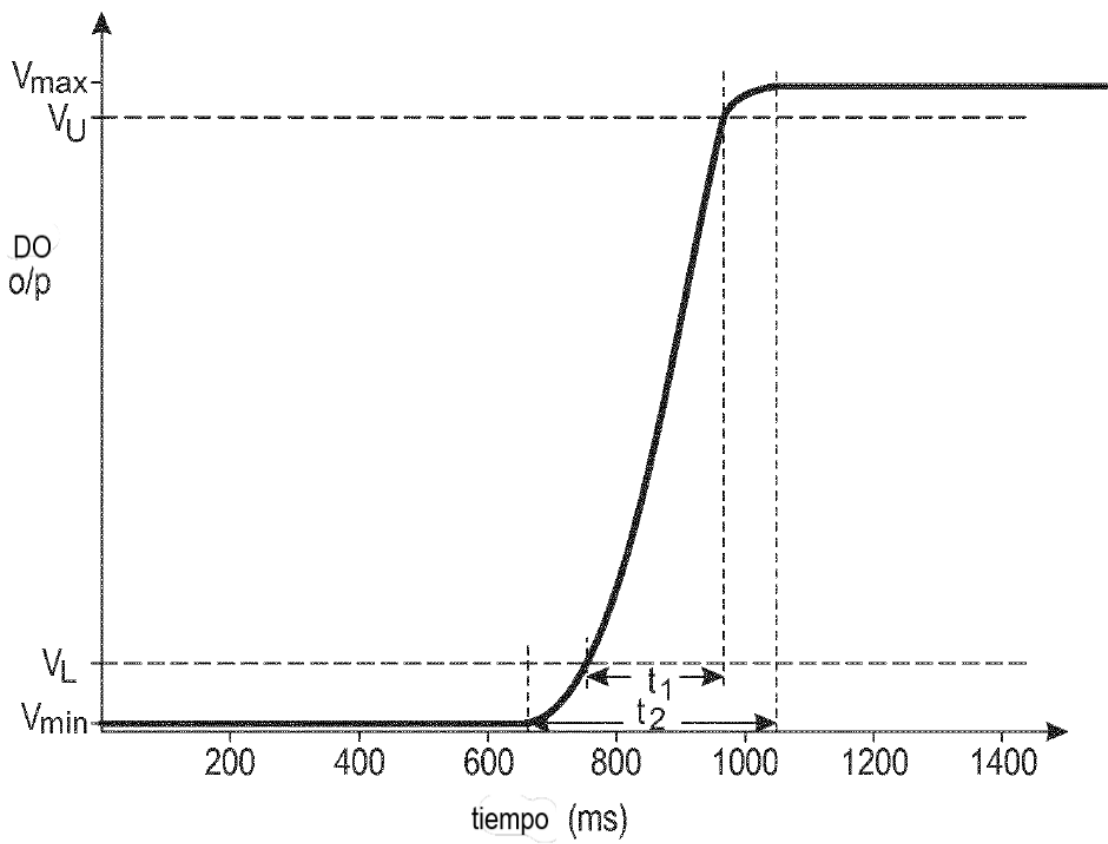
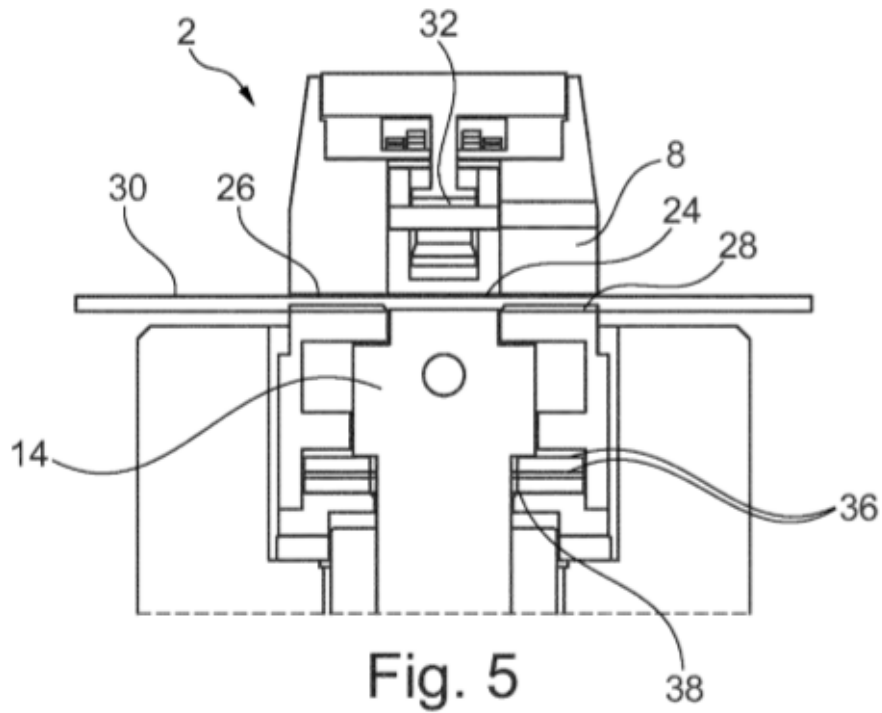


Fig. 4



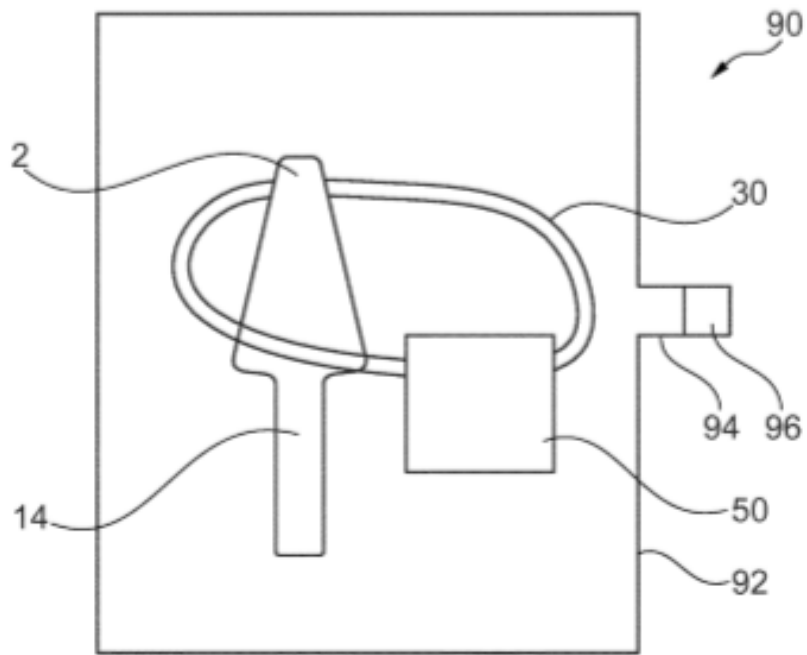


Fig. 7

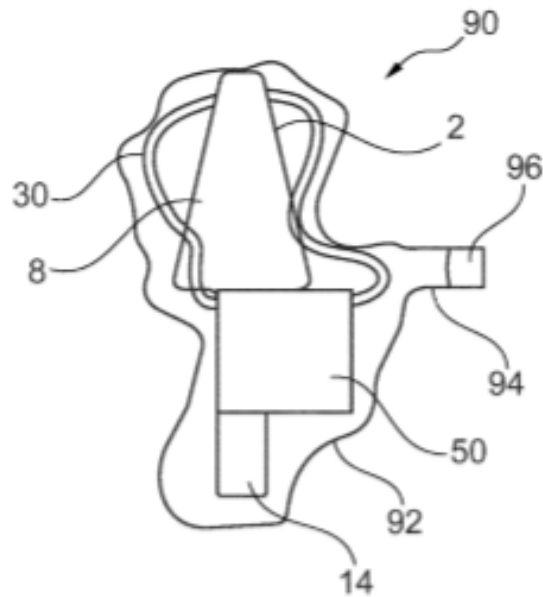


Fig. 8