

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 932 467**

(51) Int. Cl.:

F16B 31/02 (2006.01)
G01L 5/24 (2006.01)
F16B 35/06 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.05.2017 PCT/AU2017/050461**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **23.11.2017 WO17197457**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2017 E 17798402 (8)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2022 EP 3458730**

(54) Título: **Un sujetador indicador de carga**

(30) Prioridad:

18.05.2016 AU 2016901865

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

19.01.2023

(73) Titular/es:

**INTEGRITY ENGINEERING SOLUTIONS PTY LTD.
(100.0%)
3/16 Griffin Drive
Dunsborough, Western Australia 6281, AU**

(72) Inventor/es:

BROWN, IAN WARREN

(74) Agente/Representante:

GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio

ES 2 932 467 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

Un sujetador indicador de carga

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a sujetadores y específicamente se refiere a sujetadores indicadores de carga y herramientas para medir la carga indicada.

10 Antecedentes de la invención

En algunas aplicaciones, es importante conocer la carga sobre un perno, por ejemplo, en aplicaciones tales como uniones atornilladas de límite de presión que incluye uniones atornilladas de tuberías y recipientes a presión con juntas, bridas y pernos. "Perno", como se usa en este documento, incluye pernos con cabeza y pernos sin cabeza.

15 Los pernos sin cabeza se conocen como "tornillos". Medir y monitorear la carga en pernos individuales es beneficioso para la operación segura de la junta empernada y se conocen métodos de medición de carga de pernos tanto con contacto como sin contacto.

20 La Figura 1 muestra una disposición de medición de carga de perno de tipo contacto 1 similar a la descrita en la publicación de patente internacional número WO2010/140002, con tuercas 2 y 3 capaces de proporcionar una fuerza de sujeción entre ellas al apretarse en el espárrago 4. Por lo tanto, la región del perno dentro de la primera tuerca 2 es una primera porción receptora de carga 5 y la región del perno dentro de la segunda tuerca 3 es una segunda porción receptora de carga 6. Las tuercas aplican una carga de tensión al perno 4 correspondiente a la fuerza de sujeción entre las dos tuercas 2, 3, lo que provoca que el perno 4 se deforme (o más específicamente que se extienda). "Deformación", como se usa en el presente documento, se refiere a un cambio en una dimensión expresada como una proporción de esa dimensión (por ejemplo, $\delta L/L$ donde L es la magnitud de la dimensión y δ representa un cambio de la magnitud de la dimensión). Dentro del rango elástico del material, la deformación se relaciona directamente con la carga a través de las propiedades elásticas del material. La región del perno entre las dos porciones 5 y 6 puede denominarse porción deformable 7. En el documento WO2010/140002 se perfora axialmente un agujero en el perno, que tiene el agujero una base roscada en la que se enrosca un pasador. Este método de fabricación se usa por simplicidad, pero agrega una junta que puede moverse, al anular la precisión de cualquier medida que se tome. En la Figura 1, el pasador de referencia 10 en el orificio 11 se muestra integral con el perno 4. Esto puede formarse al erosionar un espacio anular para formar el pasador 10, o más fácilmente, puede taladrarse el orificio 11 y luego soldar el pasador de referencia 10 en la raíz 12. La raíz 12 del pasador de referencia 35 10 está bien dentro de la porción deformable 7 del perno 4, ya que la longitud axial entre la raíz 12 y la primera porción receptora de carga 5 determina la magnitud del movimiento relativo entre el punto de referencia 15 en el extremo exterior del pasador de referencia 10 y la superficie de referencia de deformación 16 en el extremo del perno 4 debido al cambio de carga axial en la porción deformable 7 del perno. Dado que la distancia axial entre el punto de referencia de deformación y el punto de referencia varía en dependencia de la carga de tracción sobre el perno, medir el movimiento relativo entre el punto de referencia 15 y el punto de referencia de deformación 16 permite calcular la carga sobre el perno.

40 Se usa un calibrador de cuadrante o similar 18 para hacer contacto con el punto de referencia 15 y el punto de referencia de deformación 16 para detectar la diferencia axial entre ellos. Sin embargo, el indicador de cuadrante 18 45 puede desalinearse fácilmente con el eje principal 17 del pasador de referencia 10, por ejemplo, por la desalineación angular que se muestra en la Figura 1. Tal desalineación provoca errores en la medición de la distancia axial entre la superficie de referencia de deformación 16 y el punto de referencia 15 y cuando se mide la carga por desviación de deformación, tales errores pueden fácilmente hacer que los resultados de la medición sean inútiles.

50 En el documento WO2010/140002, como en el documento US4676109, el documento US3943819 y el documento WO1999/009327, la herramienta de medición puede incluir un faldón externo inferior que proporciona un grado de concentración entre la punta de la herramienta de medición y el punto de referencia al acoplarse alrededor del lado de una característica que sobresale del extremo del perno y forma el punto de referencia de deformación en su extremo. En el documento US4676109, estos lados también son las partes planas de la cabeza del perno con las 55 que encajaría una llave. Sin embargo, en cada caso, la longitud axial de acoplamiento entre el faldón externo inferior de la herramienta de medición y la característica que sobresale del extremo del perno solo se proporciona para un grado de concentración y no proporciona la alineación angular entre el eje principal del calibre y el eje mayor del perno. Esto se hace en cada caso mediante el acoplamiento de características tales como patas o una cara plana en la herramienta de medición con el punto de referencia de deformación en el perno o una superficie paralela al punto 60 de referencia de deformación.

65 La Figura 2 muestra una disposición de medición de carga de perno de tipo contacto 21 como se describe en el número de publicación de patente internacional del solicitante WO2016/015092. Esto emplea una serie de características para garantizar que la medición refleje con precisión la carga en el perno. La raíz 12 del pasador de referencia 10 es integral con el perno 4 para evitar un posible movimiento entre ellos durante el uso y tanto la raíz 12 como el punto de referencia 15 del pasador de referencia están dentro de la porción deformable 7 del perno, al

5 igual que la deformación de referencia 16, que ahora es un reborde 23 al final del orificio anular 11 y la base del orificio 22. Esto ayuda a eliminar cualquier error debido a la posición de la tuerca 2 en relación con el perno 4, que puede variar a medida que se ajusta la carga al apretar el perno y permite que las superficies de referencia y de deformación se mecanicen para que sean sustancialmente coplanares cuando el perno tiene carga cero (u otra carga conocida). Dicha variación en la posición de la tuerca 2 en una disposición como la que se muestra en la Figura 1 varía efectivamente la longitud del perno sobre el que se produce la deformación medida ya que el punto de referencia de deformación en la Figura 1 no está dentro de la longitud de la porción deformable.

10 También en la Figura 2, el uso de una sonda 24 en la herramienta de medición 25 que se alinea con precisión con el orificio 22 en el extremo del perno contribuye a la precisión de la medición. El orificio 22 puede reducir la desalineación del tipo de concentración entre la herramienta de medición y las superficies de referencia del perno. El uso de un orificio 22 de longitud suficiente y tolerancia de ajuste apretado con la sonda 24 también asegura que el error en cualquier medición entre el punto de referencia 15 y el punto de referencia de deformación 16 debido a la desalineación angular (por ejemplo, del tipo que se muestra en la Figura 1) puede minimizarse. Este documento anterior del solicitante también brinda la opción de indexar la posición rotacional de la herramienta de medición en relación con el perno para garantizar que se nieguen los errores debidos a las inconsistencias en las superficies de referencia, que representa un ejemplo de tales inconsistencias de los errores en la perpendicularidad de las superficies de referencia en relación con el eje principal del pasador de referencia, el perno o la sonda de la herramienta de medición, o un acabado superficial deficiente de las superficies de referencia, de manera que la sonda detecta diferentes puntos altos en las superficies en dependencia de la orientación rotacional de la herramienta en relación con el perno. Si bien la disposición que se muestra en la Figura 2 proporciona un grado muy alto de precisión y repetibilidad para la medición de la carga del perno, el mecanizado de los pernos no es trivial ni económico y la longitud de la sonda requerida para alcanzar las superficies de referencia dentro de la porción deformable requiere un significativo espacio libre mínimo entre el extremo del perno y cualquier estructura o componente circundante. Además, el tamaño de la sonda es difícil de acomodar en pernos más pequeños, lo que limita el tamaño mínimo del perno al que puede aplicarse la invención.

25 Por lo tanto, sería deseable proporcionar un perno y/o una herramienta para medir la carga en el perno que supere al menos una desventaja de las disposiciones conocidas.

30 Breve descripción de la invención

35 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un sujetador que incluye: una primera porción receptora de carga y una segunda porción receptora de carga; una porción deformable entre la primera y la segunda porción receptora de carga; un extremo de medición que incluye una protuberancia de alineación; una cavidad que se extiende desde el extremo de medición del sujetador, la cavidad que incluye un reborde de la raíz del pasador de referencia ubicado dentro de la porción tenible del sujetador; un pasador de referencia que tiene un extremo de raíz y un extremo de referencia, el extremo de raíz del pasador de referencia se fija al reborde de raíz del pasador de referencia en la cavidad e incluye el extremo de referencia del pasador de referencia un punto de referencia; y ya sea a) una referencia de deformación en un extremo exterior de la protuberancia de alineación, o b) un manguito del punto de referencia de deformación que tiene un extremo de contacto con el reborde del punto de referencia de la porción deformable y un extremo de contacto con el reborde del punto de referencia de la deformación, el extremo de contacto con el reborde del punto de referencia del reborde de la porción deformable para hacer contacto con una referencia del reborde de la porción deformable incluido en un orificio en la cavidad y ubicado dentro de la porción deformable del sujetador, el extremo del punto de referencia de deformación incluye un punto de referencia de deformación, el sujetador se caracteriza porque la protuberancia de alineación tiene una porción de acoplamiento que tiene un ancho de acoplamiento perpendicular a una longitud de acoplamiento axial, la longitud de acoplamiento axial es al menos 0,9 veces el ancho de acoplamiento o al menos igual a la raíz cuadrada de un área de sección transversal para perfiles exteriores no circulares, y el ancho de acoplamiento de la protuberancia de alineación tiene una tolerancia no mayor que ISO 286-1:2010 c11.

40 Por lo tanto, la distancia axial entre el punto de referencia de deformación y el punto de referencia varía en dependencia de la carga sobre el sujetador, es decir, una carga de tracción a la que se sujeta la porción deformable.

45 55 Se apreciará que la cavidad que se extiende desde el extremo de medición del sujetador puede ser desde el punto de tensión, a través de la protuberancia de alineación y dentro de la porción deformable.

60 Proporcionar una superficie de alineación externa, tal como por ejemplo la superficie circunferencial de una protuberancia de alineación cilíndrica, y superficies de referencia externa de referencia y de deformación, brinda los beneficios de ser menos costosa de mecanizar que las superficies de alineación interna, de referencia de referencia y de deformación, y de ser puede mecanizarse en pernos de menor tamaño. El uso de una longitud mínima de la superficie de alineación, es decir, una longitud mínima de la porción de acoplamiento de la protuberancia de alineación externa todavía mantiene muchos de los beneficios de precisión de un orificio de alineación interna.

65 65 Cuando el punto de referencia de deformación está en el extremo exterior de la protuberancia de alineación, la protuberancia de alineación puede ser integral con el extremo de medición del sujetador.

- Cuando el punto de referencia de deformación está en el extremo exterior de la protuberancia de alineación, el orificio en la cavidad puede incluir el reborde del punto de referencia de la porción deformable ubicado dentro de la porción deformable del sujetador, el sujetador incluye además: un manguito del punto de referencia de deformación que tiene un extremo de contacto con el reborde del punto de referencia de la porción deformable y un extremo del punto de referencia de deformación, que incluye la protuberancia de alineación y el punto de referencia de deformación, por ejemplo, la protuberancia de alineación es integral con el manguito, que tiene fijo el extremo opuesto del manguito al resto del sujetador.
- Se apreciará que la cavidad que se extiende desde el extremo de medición del sujetador puede atravesar la protuberancia de alineación y entrar en la porción deformable.
- En cualquiera de las formas del sujetador, la protuberancia de alineación puede incluir una superficie de acoplamiento exterior, circunferencial o periférica para acoplarse a una herramienta de medición. Por ejemplo, la protuberancia puede ser cilíndrica, en cuyo caso el ancho de acoplamiento sería un diámetro de la protuberancia cilíndrica.
- El pasador de referencia puede incluir una primera porción entre el extremo de la raíz del pasador de referencia y un límite entre la porción deformable y la porción receptora de carga hacia el extremo de medición del sujetador, el pasador de referencia incluye una segunda porción entre la primera porción y el pasador de referencia extremo del pasador de referencia. Cuando el sujetador no se carga, la distancia axial desde el punto más alto del punto de referencia hasta el punto más alto del punto de referencia de deformación puede ser inferior a 1/1000 de la longitud axial de la primera porción del pasador de referencia, o preferentemente inferior a 1/2000 o para mayor precisión preferentemente menos de 1/4000 de la longitud axial de la primera porción del pasador de referencia.
- Cualquier forma del sujetador de la presente invención puede tener la protuberancia de alineación configurada para acoplar una herramienta de medición en al menos dos ubicaciones separados por una longitud de acoplamiento axial que sea al menos igual a la raíz cuadrada de un área de sección transversal encerrada por un perfil exterior en dichos al menos dos ubicaciones.
- La longitud de acoplamiento axial de la protuberancia de alineación puede ser al menos 1,5 veces el ancho de acoplamiento. La protuberancia de alineación puede configurarse para acoplarse a una herramienta de medición en al menos dos ubicaciones separados por la longitud de acoplamiento axial que es al menos 1,5 veces la raíz cuadrada de un área transversal encerrada por un perfil exterior en dichos al menos dos ubicaciones. Alternativamente, la longitud de acoplamiento axial de la protuberancia de alineación puede ser al menos 2 veces el ancho de acoplamiento. La protuberancia de alineación puede configurarse para acoplar una herramienta de medición en al menos dos ubicaciones separadas por una longitud de acoplamiento axial que es al menos 2 veces la raíz cuadrada de un área de sección transversal encerrada por un perfil exterior en dichas al menos dos ubicaciones.
- El ancho de acoplamiento de la protuberancia de alineación puede tener una tolerancia más estricta de no más ancho que ISO 286-1:2010 tolerancia de ajuste corredizo d9, o no más ancho que ISO 286-1:2010 tolerancia de ajuste estrecho f7 o no más ancho que ISO 286-1:2010 tolerancia de ajuste deslizante g6 o no más ancho que ISO 286-1:2010 tolerancia de ajuste de juego de ubicación h6. ISO mediante el uso en este documento se refiere a la Organización Internacional de Normalización (ISO) comúnmente reconocida y los estándares asociados establecidos por la ISO.
- El sujetador puede incluir una porción de retención para retener una herramienta o tapa protectora en la protuberancia de alineación.
- Una o más formas de la presente invención pueden proporcionar un sistema que incluye cualquiera de los sujetadores anteriores y una herramienta de medición, la herramienta de medición incluye una cavidad de alineación para recibir la protuberancia de alineación, que se caracteriza el sistema porque un ajuste entre la cavidad de alineación y la protuberancia de alineación es, como mínimo, un ajuste corredizo. Por ejemplo, el ajuste puede ser, como mínimo, sustancialmente un ajuste corredizo RC6 del Instituto Nacional Estadounidense de Normas (ANSI), o preferentemente, como mínimo, sustancialmente un ajuste deslizante o, para aumentar la precisión y fiabilidad de la medición, el ajuste puede ser, como mínimo, un ajuste deslizante estrecho.
- La cavidad de alineación puede acoplarse alrededor de la protuberancia de alineación, preferentemente para la longitud de acoplamiento axial de la porción de acoplamiento, la herramienta que se configura para producir una señal o un valor de lectura, el ajuste entre la cavidad de alineación y la protuberancia de alineación que asegura que la herramienta esté sustancialmente alineada con el sujetador para reducir o eliminar sustancialmente las variaciones en la señal o el valor de lectura asociada, por ejemplo, con la rotación de la herramienta alrededor de un eje perpendicular a un eje principal del sujetador.
- El sujetador y la herramienta pueden incluir características que pueden cooperar para limitar la rotación de la herramienta con respecto al sujetador. Por ejemplo, el sujetador y la herramienta pueden incluir características para

garantizar una ubicación rotacional sustancialmente consistente de la herramienta en relación con el sujetador, de manera que, cuando la herramienta se configura para producir una señal o un valor de lectura, las variaciones en la señal o el valor de lectura de salida (asociado, por ejemplo, con la rotación de la herramienta alrededor de un eje principal del sujetador) se reducen o eliminan sustancialmente.

- 5 Un rango de tolerancia de dos puntos en el ancho de acoplamiento de la porción de acoplamiento de la protuberancia de alineación del sujetador y en el ancho de la cavidad de alineación de la herramienta pueden tener cada uno un especificador de requisitos de envolvente para garantizar que las variaciones de angularidad, linealidad y concentricidad no excedan una envolvente definida por un intervalo de tolerancia de dos puntos correspondiente al ajuste entre la cavidad de alineación y la protuberancia de alineación, la tolerancia ISO 286-1:2010 de la cavidad de alineación no es más ancha que H9 \ominus y la tolerancia ISO 286-1:2010 de la protuberancia de alineación siendo no más ancho que c11 \ominus , donde \ominus es un requisito de envolvente ISO 8015:2011.
- 10 Una o más formas de la presente invención pueden proporcionar un método para verificar una carga en el sujetador del sistema anterior, la herramienta de medición puede configurarse para producir una señal o lectura correspondiente a dicha carga, el método incluye acoplar la herramienta en el sujetador de tal manera que la cavidad de alineación se acople sobre la protuberancia de alineación por una longitud de acoplamiento, caracterizándose el método porque el ajuste y la longitud de acoplamiento juntos aseguran que la herramienta y la protuberancia de alineación se alineen sustancialmente para reducir o eliminar sustancialmente las variaciones en la señal o valor de lectura asociado con la rotación de la herramienta.
- 15 Una o más formas de la presente invención pueden proporcionar una herramienta para verificar la carga en el sujetador, la herramienta incluye: una cavidad de alineación para acoplar la protuberancia de alineación para alinear la herramienta, y la cavidad de alineación tiene un ancho de acoplamiento y una longitud de acoplamiento; y una porción de contacto con el punto de referencia de deformación para entrar en contacto con el punto de referencia de deformación y una porción de contacto con el punto de referencia para entrar en contacto con el punto de referencia, que se caracteriza la herramienta porque: la cavidad de alineación tiene una tolerancia de orificio no más ancha que ISO 286-1:2010 H9 para alinear la herramienta, y tiene la longitud de acoplamiento de la cavidad de alineación al menos 0,9 veces el ancho de acoplamiento o al menos igual a la raíz cuadrada de un área transversal de la cavidad de alineación para perfiles exteriores no circulares.
- 20 Una o más formas de la presente invención pueden proporcionar una herramienta para verificar la carga en el sujetador, la herramienta incluye: una cavidad de alineación para acoplar la protuberancia de alineación para alinear la herramienta, y la cavidad de alineación tiene un ancho de acoplamiento y una longitud de acoplamiento; y una porción de contacto con el punto de referencia de deformación para entrar en contacto con el punto de referencia de deformación y una porción de contacto con el punto de referencia para entrar en contacto con el punto de referencia, que se caracteriza la herramienta porque: la cavidad de alineación tiene una tolerancia de orificio no más ancha que ISO 286-1:2010 H9 para alinear la herramienta, y tiene la longitud de acoplamiento de la cavidad de alineación al menos 0,9 veces el ancho de acoplamiento o al menos igual a la raíz cuadrada de un área transversal de la cavidad de alineación para perfiles exteriores no circulares.
- 25 Una o más formas de la presente invención pueden proporcionar una herramienta para verificar la carga en el sujetador, la herramienta incluye: una cavidad de alineación para acoplar la protuberancia de alineación para alinear la herramienta, y la cavidad de alineación tiene un ancho de acoplamiento y una longitud de acoplamiento; y una porción de contacto con el punto de referencia de deformación para entrar en contacto con el punto de referencia de deformación y una porción de contacto con el punto de referencia para entrar en contacto con el punto de referencia, que se caracteriza la herramienta porque: la cavidad de alineación tiene una tolerancia de orificio no más ancha que ISO 286-1:2010 H9 para alinear la herramienta, y tiene la longitud de acoplamiento de la cavidad de alineación al menos 0,9 veces el ancho de acoplamiento o al menos igual a la raíz cuadrada de un área transversal de la cavidad de alineación para perfiles exteriores no circulares.
- 30 Una o más formas de la presente invención pueden proporcionar una herramienta para verificar la carga en el sujetador, la herramienta incluye: una cavidad de alineación para acoplar la protuberancia de alineación para alinear la herramienta, y la cavidad de alineación tiene un ancho de acoplamiento y una longitud de acoplamiento; y una porción de contacto con el punto de referencia de deformación para entrar en contacto con el punto de referencia de deformación y una porción de contacto con el punto de referencia para entrar en contacto con el punto de referencia, que se caracteriza la herramienta porque: la cavidad de alineación tiene una tolerancia de orificio no más ancha que ISO 286-1:2010 H9 para alinear la herramienta, y tiene la longitud de acoplamiento de la cavidad de alineación al menos 0,9 veces el ancho de acoplamiento o al menos igual a la raíz cuadrada de un área transversal de la cavidad de alineación para perfiles exteriores no circulares.
- 35 La cavidad de alineación puede tener una tolerancia de orificio no más ancha que la tolerancia H8 de ISO 286-1:2010 o no más ancha que la tolerancia H7 de ISO 286-1:2010 o no más ancha que la tolerancia H6 de ISO 286-1:2010 para alinear la herramienta.
- 40 La herramienta puede incluir además: una porción deformable y una galga extensiometrífica; extendiéndose la porción de contacto con el punto de referencia de deformación y la porción de contacto con el punto de referencia, respectivamente, alejándose de la porción deformable y moviéndose entre sí para acoplarse simultáneamente con el respectivo punto de referencia de deformación o punto de referencia; que se dispone la porción deformable para deformarse por el movimiento relativo; y tiene dispuesto el medidor de tensión para proporcionar una indicación de la deformación. La porción deformable puede ser un diafragma.
- 45 La longitud de acoplamiento de la cavidad de alineación puede ser al menos 1,8 veces el ancho de acoplamiento o al menos igual a dos veces la raíz cuadrada del área de la sección transversal de la cavidad de alineación para perfiles exteriores no circulares.
- 50 La herramienta puede incluir además una porción de retención para retener la herramienta en el sujetador. Como alternativa o adicionalmente, la herramienta puede incluir además una carga para cargar, con respecto a la porción de retención, una de las porciones en contacto con la referencia.
- 55 Breve descripción de los dibujos
- En los dibujos:
- 60 La Figura 1 es una vista en sección transversal de un perno y una herramienta de medición de la técnica anterior. La Figura 2 es una vista en sección transversal de un perno de la técnica anterior y una herramienta de medición que incorpora alineación entre ellos. La Figura 3 es una vista en sección transversal de un perno y una herramienta de medición de acuerdo con una realización de la presente invención. La Figura 4 es una vista en sección transversal del perno de la Figura 3. La Figura 5 es una vista en sección transversal de la herramienta de medición de la Figura 3.

La Figura 6 es una vista en sección transversal de una herramienta de medición de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención,

5 La Figura 7 es una vista en sección transversal de la herramienta de medición de la Figura 5 y un perno alternativo de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

La Figura 8 es una vista en sección transversal del perno de la Figura 7.

La Figura 9 es una vista en sección transversal de la herramienta de medición de la Figura 5 y un perno alternativo de acuerdo con las formas de realización de la presente invención,

La Figura 10 es una vista en sección transversal del perno de la Figura 9.

10 La Figura 11 es una vista en sección transversal de un perno y una herramienta de medición que incorpora formas de la presente invención.

La Figura 12 es una vista en sección transversal de un perno de acuerdo con otra realización de la presente invención.

La Figura 13 es una vista en sección transversal de la herramienta de medición de la Figura 11,

15 Descripción de realizaciones preferidas

La Figura 3 muestra una disposición de medición de carga de perno 31 que incluye un perno 4 con tuercas 2 y 3 que definen las porciones receptoras de carga primera y segunda 5 y 6 del perno, entre las cuales se encuentra la porción deformable 7. La disposición de medición de carga de perno 31 también incluye una herramienta de medición 40 conectada por cables de señal 50 a un sistema de monitoreo de carga y/o dispositivo de visualización de fuerza 51. La Figura 4 muestra solo el perno de la Figura 3 con la herramienta de medición omitida para mayor claridad y la Figura 5 muestra la herramienta de medición de la Figura 3 con el perno omitido para mayor claridad. En las Figuras 3 y 4, el pasador de referencia 10 se fija o es integral con la raíz del orificio 11, el pasador se forma, por ejemplo, por electroerosión del orificio anular 11 o al perforar el orificio 11 y soldar el pasador de referencia 10 a la raíz 12 del hoyo. El reborde 23 del orificio 22 define un reborde del punto de referencia de la porción deformable ubicado dentro de la porción deformable 7 del perno 4. El manguito del punto de referencia de deformación 32 se fija al reborde del punto de referencia de la porción deformable 23, preferentemente mediante soldadura, y tiene una superficie de referencia de deformación 16 en el extremo exterior. El manguito del punto de referencia de deformación 32 tiene un orificio 33 que le permite pasar alrededor del pasador de referencia 10 que, a su vez, se extiende hasta el final del manguito de referencia de deformación. El punto de referencia 15 está en el extremo exterior del pasador de referencia 10 y el punto de referencia de deformación 16 está en el extremo exterior del manguito del punto de referencia de deformación 32.

35 El extremo exterior del manguito del punto de referencia de deformación también incluye una protuberancia de alineación 34, sobre la cual se acopla la herramienta de medición 40 en la Figura 3. Se deja un espacio 35 entre el extremo del cuerpo principal del perno 4 y la protuberancia de alineación 34 para asegurar que la protuberancia de alineación nunca interfiera con el cuerpo principal del perno 4 bajo el funcionamiento normal del perno (por ejemplo, dentro de la deformación o carga de la clasificación del perno). La protuberancia de alineación es preferentemente cilíndrica para un mecanizado eficiente y preciso del ancho 38 (por ejemplo, la superficie del diámetro exterior 36 para una protuberancia de alineación cilíndrica) de la protuberancia 34, ya que el ajuste entre la protuberancia 34 y la herramienta 40 es esencial para lograr la precisión de alineación para mediciones precisas de posición relativa de referencia y, por lo tanto, medición precisa de carga. La longitud entre los extremos de la superficie de acoplamiento 36 es la máxima longitud de acoplamiento posible 37 entre la herramienta de medición 40 y la protuberancia de alineación 34. El ancho de acoplamiento es sustancialmente perpendicular al eje principal 17 del pasador de referencia 10 o perno 4 y el acoplamiento la longitud es axial, es decir, sustancialmente alineada con el eje principal 17 del pasador de referencia 10 o perno 4. Esencialmente, el contacto de acoplamiento está en puntos en cualquier extremo de la longitud de acoplamiento 37 y, por lo tanto, la porción central de la protuberancia de alineación puede entallarse o ausentarse. Para que la alineación de la herramienta de medición 40 sea lo suficientemente precisa, la longitud de acoplamiento 37 debe ser al menos 0,9 veces el ancho de acoplamiento 38 (es decir, 0,9 veces el ancho o el diámetro de la protuberancia de alineación), lo que equivale aproximadamente a decir que la longitud de acoplamiento 37 debe ser al menos igual a la raíz cuadrada del área de la sección transversal delimitada por la superficie exterior 36 de la protuberancia de alineación 34, preferentemente, la longitud de acoplamiento 37 es al menos 1,5 veces la raíz cuadrada del área de la sección transversal delimitada por la superficie exterior 36 de la protuberancia de alineación 34 o 15 veces el ancho de acoplamiento 38. Para aumentar aún más la precisión, la longitud de acoplamiento 37 es preferentemente al menos 2 veces, 2,5 veces o incluso 3 veces la raíz cuadrada de un área de sección transversal delimitada por la superficie exterior 36 de la protuberancia de alineación 34 (o 2, 2,5 o incluso 3 veces el ancho de acoplamiento 38).

60 Para limitar la variación en la medición de la distancia axial entre los puntos de referencia y de deformación si la posición de rotación de la herramienta de medición no se fija o indexa a una posición común, el descentramiento axial de las superficies de referencia y de deformación es preferentemente una magnitud máxima determinada en proporción a la longitud funcional (o una primera porción) 39 del pasador de referencia 10, que está dentro de la porción deformable del perno. El pasador de referencia proporciona una longitud de referencia para la longitud sin deformación de la porción deformable 7 del perno 4, más específicamente para la longitud 39 de la porción deformable que se encuentra entre la raíz 12 del pasador de referencia 10 y el reborde del punto de referencia de la porción deformable 23, por ejemplo, la longitud funcional 39 del pasador de referencia es la primera porción del

- pasador de referencia que tiene la misma longitud que la distancia entre la raíz 12 del pasador de referencia y el reborde del punto de referencia 23 de la porción deformable cuando el perno no está bajo carga. El resto del pasador de referencia esencialmente solo proporciona una extensión rígida desde el punto del pasador de referencia que es coplanario con el reborde del punto de referencia 23 de la porción deformable hasta el punto de referencia 15 en el extremo exterior del pasador de referencia 10, de la misma manera que el manguito del punto de referencia de deformación 32 proporciona una extensión rígida desde el reborde del punto de referencia de la porción deformable hasta la superficie de referencia de deformación 16 en el extremo exterior del manguito de referencia de deformación. Idealmente, el descentramiento axial del punto de referencia 15 y el punto de referencia de deformación 16 emergen individualmente menos de una centésima parte (1/100) de la longitud funcional 39 del pasador de referencia 10. Esto corresponde nominalmente a diez veces la distancia axial máxima deseable entre puntos altos de ambas superficies de referencia y se proporciona para tratar de mantener las superficies de referencia dentro de un límite de tolerancia de perpendicularidad deseado en relación con el pasador de referencia 10 para minimizar la variación en la medición por la herramienta 40 de las posiciones de referencia relativas cuando la posición de rotación de la herramienta con respecto a la protuberancia de alineación no se restringe.
- Alternativamente, puede usarse una función de ubicación de rotación (no se muestra, pero como un chavetero en una parte y la chaveta en la otra parte) para fijar la ubicación de rotación de la herramienta de medición en relación con el perno o la protuberancia de alineación para garantizar que las mediciones están entre puntos consistentes en cada superficie de referencia.
- De manera similar, si el punto de referencia y la deformación son sustancialmente coplanares con una carga específica, generalmente con carga cero, de manera que las superficies de referencia puedan rectificarse o mecanizarse de otra manera para que sean sustancialmente coplanares, entonces medir la distancia axial entre el punto de referencia y la deformación dará como resultado su desplazamiento relativo, que es directamente proporcional a la carga sobre el perno entre las tuercas 2 y 3. Para obtener indicaciones de carga útiles y precisas en este caso, la tolerancia de las superficies de referencia sustancialmente coplanares debe ser igual a la distancia axial entre el punto alto (que la herramienta de medición 40 contactará) en el punto de referencia 15 y el punto alto en el punto de referencia de deformación 16 es menos de una milésima parte (1/1000) de la longitud funcional 39 del pasador de referencia 10. Preferentemente, la tolerancia máxima en la distancia axial entre el punto alto en el punto de referencia 15 y el punto alto en el punto de referencia de deformación 16 es menor que una dosmilésima parte (1/2000) de la longitud funcional 39 del pasador de referencia 10, y para mediciones de carga más precisas, preferentemente menos de una cuatromilésima parte (1/4000) de la longitud funcional 39 del pasador de referencia 10.
- Para garantizar que la desalineación angular entre la herramienta de medición y el perno esté dentro de los límites aceptables para evitar los errores ilustrados en la Figura 1, el descentramiento radial total entre la superficie de acoplamiento 36 de la protuberancia de alineación 34 y el pasador de referencia 10 es idealmente menor que una función predeterminada que incluye el ancho exterior o el diámetro exterior 54 de la superficie de contacto del punto de referencia de deformación 51 de la placa de contacto del punto de referencia de deformación 44, que puede verse en la Figura 5. La función predeterminada es preferentemente el producto de la longitud de acoplamiento 37 (por ejemplo, L37) y la longitud funcional 39 (por ejemplo, L39) del pasador de referencia 10 dividido por el producto de 500 y el diámetro exterior 54 (por ejemplo, L54) del contacto de referencia de tensión de superficie de la placa de contacto del punto de referencia de deformación 44, es decir:
- $$\text{descentramiento radial máximo} \leq \frac{L37 \times L39}{L54 \times 500}$$
- Para mantener la alineación angular deseada entre la herramienta y el perno, es preferible asegurarse de que el ajuste entre el orificio de acoplamiento 42 de la cavidad de alineación en el cuerpo principal 41 de la herramienta de medición 40 y la superficie de acoplamiento 36 de la protuberancia de alineación 34 sea, como mínimo, un ajuste corredizo, tal como un ajuste de clase RC6 del Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI), que exige una tolerancia H9 en el orificio de acoplamiento y una tolerancia e8 en el ancho de acoplamiento de la protuberancia de alineación. Para proporcionar una mayor precisión y confiabilidad de los resultados de la medición, la tolerancia del orificio de acoplamiento se puede ajustar, por ejemplo, desde un ajuste corredizo suelto de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) a un ajuste corredizo libre, ajuste corredizo fácil, ajuste deslizante o incluso un ajuste de juego cerrado. Si bien estos ajustes generalmente se especifican como pares de tolerancias de dos puntos, es decir, no especifican la linealidad (o, por el contrario, la ondulación) del orificio de acoplamiento 42 de la cavidad de alineación 43 o el ancho de acoplamiento 38 de la protuberancia de alineación 34, el uso de un especificador de requisitos de envolvente en cada tolerancia puede garantizar que el ajuste entre la protuberancia de alineación y la herramienta de medición sea lo suficientemente lineal. Por ejemplo, la tolerancia en la cavidad de alineación podría especificarse como H9 \ominus que especifica el requisito de envolvente según ISO 8015 en un orificio con tolerancia ISO H9, es decir, el uso del especificador o símbolo de requisito de envolvente \ominus requiere que el orificio de la cavidad esté dentro de la ventana de tolerancia H9 a lo largo de su longitud, lo que agrega un requisito de linealidad no está específicamente presente en un agujero con una tolerancia básica H9 solamente.
- La herramienta de medición 40 se muestra con más detalle en la Figura 5, donde los elementos de detección pueden verse más claramente. También la cavidad de alineación 43 es clara para ver con la protuberancia de

alineación del perno no presente. El ancho o diámetro de la cavidad de alineación 43 se forma por el orificio de acoplamiento 42. Cuando la herramienta de medición no está en el perno, la bola 45 no desvía el diafragma 46. Sin embargo, en uso, la bola 45 hace contacto con el punto de referencia en el sujetador o perno y hace contacto y desvía el diafragma, con la máxima desviación del diafragma cuando el perno tiene carga cero. En uso, la superficie de contacto del punto de referencia de deformación 53 en la placa de contacto del punto de referencia de deformación 44 se carga en contacto con el punto de referencia de deformación del perno (16 en las Figuras 3 y 4) por el resorte helicoidal 48. La placa 44 de contacto del punto de referencia de deformación se fija (en este ejemplo, atornillada) al portador 47, que mantiene el diafragma 46 en su lugar. El portador 47 se carga por resorte mediante el resorte helicoidal 48 para asegurar que, en uso, el contacto entre la placa de contacto 44 del punto de referencia de deformación y el punto de referencia de deformación del sujetador o perno sea positivo, pero no demasiado fuerte, lo que podría distorsionar la medición. El ajuste del portador 47 dentro del cuerpo principal 41 de la herramienta de medición 40 debe tener una tolerancia lo suficientemente estrecha para limitar la desalineación entre el portador 47 que lleva los elementos de contacto de referencia 44 y 45, por lo que un ajuste deslizante de dosis, por ejemplo, la galga extensométrica 49 mide la tensión del diafragma que se relaciona con la deflexión del diafragma 46 y la bola 45, el medidor de tensión se conecta a un sistema de monitoreo de carga y/o dispositivo de visualización de fuerza (como se muestra en la Figura 3) por cables de señal 50.

La longitud limitada del portador 47 en la Figura 5 requiere un ajuste con tolerancia estrecha entre el portador 47 y el cuerpo principal 41 de la herramienta de medición 40. Para permitir un ajuste deslizante más flojo entre el soporte 47 y el cuerpo principal 41, sería beneficioso aumentar la longitud del soporte. Esto aumentaría la longitud de la herramienta de medición de la Figura 5. Sin embargo, la Figura 6 muestra una herramienta de medición alternativa 40 que tiene la misma placa de contacto 44 de puntos de deformación. En esta herramienta de medición, el portador se divide en una porción de manguito de alineación 55 y una porción de ubicación de resorte 56. El orificio de acoplamiento 42 de la herramienta de alineación 40 ahora se forma por la porción del manguito de alineación del portador y tiene un eje principal 57. Esta disposición reduce la acumulación de tolerancia entre las superficies de referencia del perno y las superficies de medición de la herramienta al reducir las tolerancias que contribuyen a cualquier desalineación entre el eje principal 57 del orificio de acoplamiento 42 de la herramienta de medición y el eje principal 17 del pasador de referencia 10 del perno en las Figuras 3 y 4, y permite reducir la longitud de la herramienta de medición 40. El resorte helicoidal puede reemplazarse con un resorte más corto, tal como un resorte ondulado, o el resorte puede reubicarse alrededor del exterior de la placa de contacto del punto de referencia de deformación para reducir aún más la longitud de la herramienta de medición 40.

La Figura 7 muestra la misma herramienta de medición 40 en una configuración alternativa de sujetador o perno 4. El dispositivo de medición de carga del perno de tipo contacto 31 funciona con los mismos principios que el que se muestra en la Figura 3, excepto que la protuberancia de alineación 34 en la Figura 7 ahora es parte del cuerpo principal del perno 4 y no parte del manguito del punto de referencia de deformación 32. Por lo tanto, el punto de referencia de deformación 16 ya no es parte de la protuberancia de alineación, pero todavía está en el extremo exterior del manguito de punto de referencia de deformación 32 y la placa de contacto 44 del punto de referencia de deformación de la herramienta de medición 40 no hace contacto con la protuberancia de alineación 34, pero aún entra en contacto con el punto de referencia de deformación 16 (en la superficie de contacto con el punto de referencia de deformación 53 discutida en la descripción de la Figura 5). El ancho de acoplamiento 38 y la longitud 37 de la protuberancia de alineación 34, como se muestra en las Figuras 7 y 8, requieren los mismos ajustes, tolerancias y relaciones que se describen para la protuberancia de alineación de las Figuras 3 y 4. El espacio axial 35 entre el cuerpo principal 41 de la herramienta de medición 40 y el perno 4 está presente para garantizar que la herramienta no toque fondo en el cuerpo principal del perno 4, sino en el extremo exterior de la protuberancia de alineación 34, por lo que el portador cargado por resorte 47 puede aplicar la carga deseada de la placa de contacto 44 con el punto de referencia de deformación sobre el punto de referencia de deformación, como se explica en relación con la Figura 5.

en cualquiera de las disposiciones de las Figuras 3 a 13, el perno 4 y la herramienta de medición 40 pueden incluir una disposición de retención, por lo que la posición axial correcta de la herramienta de medición en el perno puede determinarse mediante una disposición de ubicación axial de la herramienta de medición (no mostrada). Esta disposición de ubicación axial de la herramienta de medición podría incluir un clip de resorte en una parte y un canal en la otra parte para desviar o retener la herramienta de medición 40 en una ubicación axial fija con respecto al perno 4. Alternativamente, puede proporcionarse una sección roscada para permitir que la herramienta se atornille en el perno para garantizar que la herramienta se retenga axialmente en el perno. Alternativamente, la disposición de ubicación axial de la herramienta de medición podría incluir rodamientos de bolas que siguen ranuras para proporcionar una ubicación rotacional y uno o más rodamientos de bolas pueden tener una copa de retención para proporcionar un sesgo axial una vez asentado para retener la herramienta de medición en el perno.

La Figura 9 muestra la misma herramienta de medición 40 de la Figura 5 en otra configuración alternativa de sujetador o perno 4. La disposición de medición de carga de perno de tipo contacto 31 funciona con los mismos principios que los que se muestran en las Figuras 3 y 7. Sin embargo, en este caso, la protuberancia de alineación 34 es ahora parte del cuerpo principal del perno 4 e incluye la superficie de referencia de deformación 16 y no hay manguito de referencia de deformación. Por lo tanto, la longitud funcional 39 del pasador de referencia 10 es ahora la distancia axial desde la raíz 12 del pasador de referencia 10 hasta el límite entre la porción deformable 7 y la

primera porción receptora de carga 4. El resto del pasador de referencia desde el límite entre la porción deformable 7 y la primera porción receptora de carga 4 hasta la superficie de referencia 15 actúa para extender el pasador de referencia desde el extremo de la longitud funcional hasta una superficie externa de fácil acceso (la superficie de referencia de referencia 15). De manera similar, la longitud funcional de la porción deformable que se compara efectivamente con la longitud funcional del pasador de referencia está en la misma región axial que la longitud funcional 39, desde la raíz 12 del orificio 11 para el pasador de referencia 10 hasta el límite entre la porción deformable 7 y la primera porción receptora de carga 4.

Por lo tanto, aunque la posición axial de la tuerca 2 puede variar en el espárrago 4, lo que variará la longitud funcional 39 del pasador de referencia 10 y la longitud funcional de la porción deformable que se compara efectivamente con la longitud funcional del pasador de referencia, ambos

variar en el mismo sentido simultáneamente. Por lo tanto, el error en la deformación calculado a partir del desplazamiento relativo del punto de referencia 15 y el punto de referencia de deformación 16, si bien es mayor que el error en las configuraciones de las Figuras 3 y 7, aún puede ser aceptable en algunas aplicaciones y aún es menor y brinda mediciones más repetibles que la mayoría de las disposiciones de medición de carga de sujetadores anteriores, distintas de las divulgadas en la publicación de solicitud de patente internacional anterior del solicitante.

El ancho de acoplamiento 38 y la longitud 37 de la protuberancia de alineación 34 que se muestra en las Figuras 9 y 10 nuevamente requieren los mismos ajustes, tolerancias y relaciones que se discutieron para la protuberancia de alineación de las Figuras 3 y 4.

El perno de la Figura 9, que se muestra en la Figura 10, es más simple de fabricar que los pernos de las Figuras 2, 3, 4, 6 y 7, y no requiere que se fabrique un manguito de referencia de tensión o que se forme un orificio en el perno para recibirla. El agujero 11 puede taladrarse y luego soldarse el pasador de referencia 10 o fijarlo de otra manera a la raíz 12 del agujero 11, o puede cortarse el agujero anular 11 por electroerosión, por ejemplo, para formar el pasador de referencia del material del perno. Por ejemplo, esmerilar el extremo de la protuberancia de alineación permite un acabado muy preciso para la superficie que se convertirá en los puntos de deformación y referencia, luego puede formarse el pasador de referencia 10 al erosionar con chispa el orificio anular 11. Esto significa que los puntos de referencia y de deformación se mecanizan juntos para minimizar los errores relativos en el descentramiento axial, por ejemplo.

La Figura 11 muestra una herramienta de medición alternativa 40 y otro perno alternativo 4 que es un perno de cabeza hexagonal en lugar de un espárrago. Entonces, la primera porción de recepción de carga 5 del perno 4 ahora está dentro de la cabeza del perno 61. La configuración del pasador de referencia 10, el manguito del punto de referencia de deformación 32 y la protuberancia de alineación 34 es la misma que en las Figuras 7 y 8. En la Figura 11, la rosca 62 del perno continúa a través de la mayor parte de la porción deformable 7 y alrededor de la longitud funcional o primera porción del pasador de referencia 10. Sin embargo, esto no es necesario ya que la tuerca 3 no se diseña para enroscarse a través de la mayor parte de la porción deformable 7. Entonces, el perno puede tener un vástago 63 sin rosca más largo, como se muestra en la Figura 12,

El perno 4 y la herramienta de medición 40 de la Figura 11 también incluyen un dispositivo de retención 70 para proporcionar una ubicación axial y/o giratoria de la herramienta de medición 40 con respecto a la protuberancia de alineación 34 en el perno. La disposición de retención que se muestra es del tipo de bola de retención, la bola 73 se encuentra en un orificio radial 74 en la herramienta de medición 40 y se desvía elásticamente hacia adentro mediante un clip de resorte en una ranura 75 a medida que la herramienta de medición 40 se inserta sobre la protuberancia de alineación 34 la bola de retención 73 entra en la ranura o canal 71 formado en la protuberancia de alineación y esto proporciona una función de ubicación axial. La ranura o canal 71 forma efectivamente la porción de retención de una disposición de ubicación axial de la herramienta de medición. Luego, la herramienta de medición puede girarse hasta que la bola encaje con la copa de retención 72 en la protuberancia de alineación, mediante la proporción de una ubicación rotacional y axial. El capuchón protector 64 de la Figura 12 también incluye la bola de retención suspendida 73 para encajar con la ranura o canal 71 para proporcionar la ubicación axial del capuchón.

El perno de la Figura 12 es de nuevo un perno de cabeza hexagonal, aunque se podría usar cualquier forma de cabeza que pueda sujetarse, tal como una cabeza cuadrada. La configuración del pasador de referencia 10 y la protuberancia de alineación 34 sin la inclusión de un manguito del punto de referencia de deformación es la misma que en las Figuras 9 y 10. La tapa protectora 64 que se muestra al cubrir la protuberancia de alineación se proporciona preferentemente para ayudar a proteger la superficie de acoplamiento 36, el punto de referencia 15 y el punto de tensión 16 de la corrosión u otros daños y para evitar la entrada de desechos en el orificio anular 11.

La herramienta de medición 41 de la Figura 11 se muestra con más detalle en la Figura 13 y es similar a la de la Figura 5, pero con la bola 45 (que se proporciona para hacer contacto con el punto de referencia en el perno y el diafragma 46) que se reemplaza por un pasador 66. De manera similar, la placa 44 de contacto con el punto de referencia de deformación tiene una porción tubular o manguito 67 que se extiende axialmente alrededor del pasador 66. La cavidad de alineación 43, que forma el orificio de acoplamiento 42, se proporciona para garantizar que la alineación de la herramienta 40 esté dentro de las tolerancias que se desean, como se explicó anteriormente. El resto de los componentes, tal como el diafragma 46, el portador 47, el resorte 48 y el medidor de tensión 49, funcionan de la misma manera que se explicó anteriormente. Como en la Figura 5, cuando la herramienta de medición 40 no se acopla con un perno, el resorte 48 fuerza al portador 47 a contactar axialmente con el cuerpo

principal 41 de la herramienta. El pasador 66 no desvía el diafragma, o al menos no tanto como cuando la herramienta de medición está en uso. Cualquier desalineación del manguito 67 y el pasador 66 con el orificio de acoplamiento 42 se suma a cualquier desalineación entre la superficie exterior 36 de la protuberancia de alineación 34, el orificio de acoplamiento 42 de la herramienta de medición 40 y el eje principal del pasador de referencia (17 en las Figuras 11 y 12). Por lo tanto, el ajuste del manguito 67 dentro del cuerpo principal 41 de la herramienta de medición y la longitud sobre la cual el manguito 67 se acopla con el cuerpo principal 41 afectan la banda de tolerancia general entre las superficies de referencia y de deformación 15 y 16 y las superficies de la herramienta de medición que hacen contacto con esos puntos, por ejemplo, la superficie de la bola 45 y la superficie de contacto del punto de referencia de deformación en la placa 44.

El manguito del punto de referencia de deformación de las Figuras 3, 4, 7, 8 y 11 extiende efectivamente la superficie de referencia de deformación de la Figura 2 desde el interior de la porción deformable hasta el extremo exterior del perno, que aunque no es tan preciso como la disposición de la técnica anterior en la Figura 2 sigue siendo preferible a la inclusión de la primera porción receptora de carga 5 del perno 4 entre la porción deformable y el punto de referencia de deformación 16 como en la Figura 1 y las Figuras 9, 10 y 12 para lograr mediciones de carga precisas. Sin embargo, la característica de protuberancia de alineación en las Figuras 9 a 12 aún las hace preferibles a la Figura 1 para lograr mediciones de carga confiables. La característica de protuberancia de alineación en las Figuras 3, 4 y 7 a 12 proporciona alineación tanto radial como angular entre la herramienta de medición 40 y la superficie de referencia 15 y la superficie de deformación 16 en el perno. La alineación radial ayuda a garantizar la concentración de la superficie de medición y la herramienta. La alineación angular ayuda a garantizar que la herramienta de medición esté perpendicular a las superficies de medición. La alineación angular, junto con una estrecha tolerancia de desviación de las superficies de medición y de referencia, mejora en gran medida la repetibilidad de la medición. Esto, a su vez, mejora la repetibilidad de los resultados de la medición, es decir, la precisión de las mediciones de la carga del perno. La estrecha tolerancia de desviación, que ayuda a garantizar que la superficie de referencia 15 y la superficie de deformación 16 sean sustancialmente coplanares cuando el perno no está cargado, también puede eliminar la necesidad de medir la longitud inicial de cada perno, al mantener registros de la medida de longitud inicial para todos los pernos y que hace referencia a la medición de longitud inicial para un perno específico al tomar una medición de deformación y calcular la carga en el perno.

REIVINDICACIONES

1. Un sujetador (4) que incluye:

- 5 una primera porción receptora de carga (5) y una segunda porción receptora de carga (6);
una porción deformable (7) entre la primera y segunda porciones de recepción de carga;
un extremo de medición que incluye una protuberancia de alineación (34);
10 una cavidad (11) que se extiende desde el extremo de medición del sujetador, la cavidad que incluye un reborde de la raíz del pasador de referencia (12) ubicado dentro de la porción deformable (7) del sujetador;
un pasador de referencia (10) que tiene un extremo de raíz y un extremo de referencia, el extremo de raíz del pasador de referencia se fija al reborde de la raíz del pasador de referencia (12) en la cavidad (11) y el extremo de referencia del pasador de referencia (10) que incluye un punto de referencia (15); y también
15 a) un punto de referencia de deformación (16) en un extremo exterior de la protuberancia de alineación (34), o
b) un manguito del punto de referencia de deformación (32) que tiene un extremo de contacto con el reborde del punto de referencia de la porción deformable y un extremo del punto de referencia de deformación, el extremo de contacto con el reborde del punto de referencia de la porción deformable para entrar en contacto con un reborde del punto de referencia de la porción deformable (23) incluido en un orificio (22) en la cavidad (11) y ubicado dentro de la porción deformable (7) del sujetador (4), el extremo del punto de referencia de deformación incluye un punto de referencia de deformación (16),
20 el sujetador se caracteriza porque la protuberancia de alineación (34) tiene una porción de acoplamiento que tiene un ancho de acoplamiento (38) perpendicular a una longitud de acoplamiento axial (37),
25 la longitud de acoplamiento axial (37) que es al menos 0,9 veces el ancho de acoplamiento (38) o al menos igual a la raíz cuadrada de un área de sección transversal para perfiles exteriores no circulares y el ancho de acoplamiento (38) de la protuberancia de alineación (34) tiene una tolerancia no mayor que ISO 286-1:2010 c11.
30 2. Un sujetador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, cuando el punto de referencia de deformación (16) está en el extremo exterior de la protuberancia de alineación (34), la protuberancia de alineación (34) es integral con el extremo de medición del sujetador (4).
35 3. Un sujetador de acuerdo con la reivindicación 1, en donde, cuando el punto de referencia de deformación (16) está en el extremo exterior de la protuberancia de alineación (34), el orificio (22) en la cavidad (11) incluye el reborde del punto de referencia de la porción deformable (23) ubicado dentro la porción deformable (7) del sujetador (4), que incluye además el sujetador:
40 un manguito del punto de referencia de deformación (32) que tiene un extremo de contacto con el reborde del punto de referencia de la porción deformable y un extremo del punto de referencia de deformación, el extremo del punto de referencia de deformación que incluye la protuberancia de alineación (34) y el punto de referencia de deformación (16).
45 4. Un sujetador como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde la protuberancia de alineación (34) incluye una superficie de acoplamiento exterior (36) para acoplar una herramienta de medición (40).
50 5. Un sujetador como se reivindicó en la reivindicación 1, en donde el pasador de referencia (10) incluye una primera porción (39) entre el extremo de la raíz (12) del pasador de referencia y un límite entre la porción deformable (7) y la porción receptora de carga (5) hacia el extremo de medición del sujetador,
el pasador de referencia (10) que incluye una segunda porción entre la primera porción (39) y el extremo de referencia (15) del pasador de referencia.
55 6. El sujetador como se reivindicó en la reivindicación 5, en donde cuando el sujetador (4) no está cargado, la distancia axial desde el punto más alto del punto de referencia (15) hasta el punto más alto del punto de referencia de deformación (16) es inferior a 1/1000 de una longitud axial de la primera porción (39) del pasador de referencia.
60 7. Un sujetador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la protuberancia de alineación (34) se configura para acoplar una herramienta de medición (40) en al menos dos ubicaciones separadas por una longitud de acoplamiento axial (37) que es al menos igual a la raíz cuadrada de un área transversal encerrada por un perfil exterior en dichos al menos dos ubicaciones.
65 8. Un sujetador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la longitud de acoplamiento axial (37) de la protuberancia de alineación (34) es al menos 1,5 veces el ancho de acoplamiento (38), y la protuberancia de alineación (34) se configura para acoplarse a una herramienta de medición (40) en al menos dos ubicaciones separados por la longitud de acoplamiento axial (37) que es al menos 1,5 veces la raíz cuadrada de un área de sección transversal encerrada por un perfil exterior en dichos al menos dos ubicaciones.

9. Un sujetador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la longitud de acoplamiento axial (37) de la protuberancia de alineación (34) es al menos 2 veces el ancho de acoplamiento (38), y la protuberancia de alineación (34) se configura para acoplarse a una herramienta de medición (40) en al menos dos ubicaciones separadas por la longitud de acoplamiento axial (37) que es al menos 2 veces la raíz cuadrada de un área transversal encerrada por un perfil exterior en dichas al menos dos ubicaciones.
- 5
10. Un sujetador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el ancho de acoplamiento (38) de la protuberancia de alineación (34) tiene una tolerancia no mayor que ISO 286-1:2010 h6.
- 10
11. Un sujetador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el sujetador (4) incluye una porción de retención (71) para retener una herramienta (40) o una tapa protectora (64) en la protuberancia de alineación (34).
- 15
12. Un sistema que incluye el sujetador (4) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 y una herramienta de medición (40), la herramienta de medición incluye una cavidad de alineación (43) para recibir la protuberancia de alineación (34), el sistema se caracteriza porque un ajuste entre la cavidad de alineación (43) y la protuberancia de alineación (34) es, como mínimo, un ajuste corredizo.
- 20
13. El sistema de la reivindicación 12, en donde la cavidad de alineación (43) se acopla alrededor de la protuberancia de alineación (34),
- 25
- la herramienta (40) que se configura para producir una señal o un valor de lectura (51), el ajuste entre la cavidad de alineación (43) y la protuberancia de alineación (34) asegura que la herramienta (40) se alinee sustancialmente con el sujetador (4) para reducir o eliminar sustancialmente las variaciones en la señal o el valor de lectura (51).
14. El sistema de la reivindicación 12 en donde el sujetador (4) y la herramienta (40) incluyen características (71, 72, 73) que pueden cooperar para limitar la rotación de la herramienta (40) con respecto al sujetador (4).
- 30
15. El sistema de la reivindicación 12, en donde un intervalo de tolerancia de dos puntos en el ancho de acoplamiento (38) de la porción de acoplamiento de la protuberancia de alineación (34) del sujetador (4) y en el ancho de la cavidad de alineación (43) de la herramienta (40) cada uno tiene un especificador de requisitos de envolvente para garantizar que las variaciones de angularidad, linealidad y concentración no excedan una envolvente definida por un intervalo de tolerancia de dos puntos correspondiente al ajuste entre la cavidad de alineación (43) y la protuberancia de alineación (34), ISO 286-1 :2010 la tolerancia de la cavidad de alineación no es más ancha que H9 \ominus y la tolerancia ISO 286-1:2010 de la protuberancia de alineación no es más ancha que c11 \ominus , donde \ominus es un requisito de envolvente ISO 8015:2011.
- 35
16. Un método para verificar una carga en el sujetador del sistema de la reivindicación 12, la herramienta de medición (40) se configura para producir una señal o lectura (51) correspondiente a dicha carga, el método incluye acoplar la herramienta (40) en el sujetador (4) de manera que la cavidad de alineación (43) se acopla sobre la protuberancia de alineación (34) por una longitud de acoplamiento (37), el método se caracteriza porque:
- 40
- el ajuste y la longitud de acoplamiento juntos aseguran que la herramienta y la protuberancia de alineación se alineen sustancialmente para reducir o eliminar sustancialmente las variaciones en la señal o el valor de lectura asociado con la rotación de la herramienta.
- 45
17. Una herramienta para verificar una carga en el sujetador de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, la herramienta (40) que incluye:
- 50
- una cavidad de alineación (43) para acoplar la protuberancia de alineación (34) para alinear la herramienta (40), y la cavidad de alineación (43) que tiene un ancho de acoplamiento (38) y una longitud de acoplamiento (37); y
- 55
- una porción de contacto con el punto de referencia de deformación (44 o 67) para entrar en contacto con el punto de referencia de deformación (16) y una porción de contacto con el punto de referencia (45 o 66) para entrar en contacto con el punto de referencia (15), la herramienta que se caracteriza la herramienta porque:
- 60
- la cavidad de alineación (43) tiene una tolerancia del orificio (42) no más ancha que ISO 286-1:2010 H9 para alinear la herramienta, y la longitud de acoplamiento (37) de la cavidad de alineación (43) es al menos 0,9 veces el ancho de acoplamiento (38) o al menos igual a la raíz cuadrada de un área transversal de la cavidad de alineación para perfiles exteriores no circulares.
- 65
18. Una herramienta como se reivindicó en la reivindicación 17, en la que la cavidad de alineación (43) tiene una tolerancia del orificio (42) no más ancha que ISO 286-1:2010 H6 para alinear la herramienta.
19. Una herramienta como se reivindicó en la reivindicación 17, la herramienta (40) que incluye además una porción

deformable (46) y una galga extensiométrica (49),

5 la porción de contacto con el punto de referencia de deformación (44, 67) y la porción de contacto con el punto de referencia (45, 66) se alejan respectivamente de la porción deformable y pueden moverse entre sí para acoplarse simultáneamente con el punto de referencia de deformación respectiva (16) o el punto de referencia (15),
la porción deformable (46) se dispone para deformarse por el movimiento relativo; y
la galga extensiométrica (49) se dispone para proporcionar una indicación de la deformación.

- 10 20. Una herramienta como se reivindicó en la reivindicación 17, en la que la longitud de acoplamiento (37) de la cavidad de alineación (43) es al menos 1,8 veces el ancho de acoplamiento (38) o al menos igual a dos veces la raíz cuadrada de un área transversal de la cavidad de alineación para perfiles exteriores no circulares.
- 15 21. Una herramienta como se reivindicó en la reivindicación 17 que incluye además una porción de retención (73, 74, 75) para retener la herramienta (40) en el sujetador (4) y que incluye además un sesgo (48) para sesgar, en relación con la porción de retención, una de las porciones de contacto con el punto de referencia (44, 45, 66, 67).

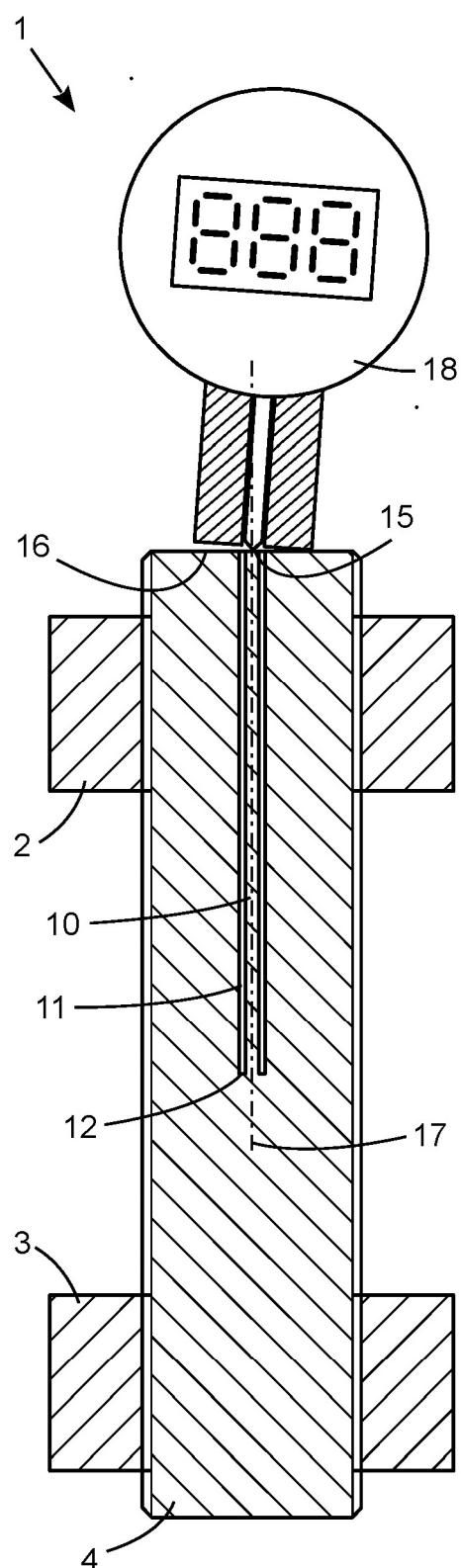


Figura 1

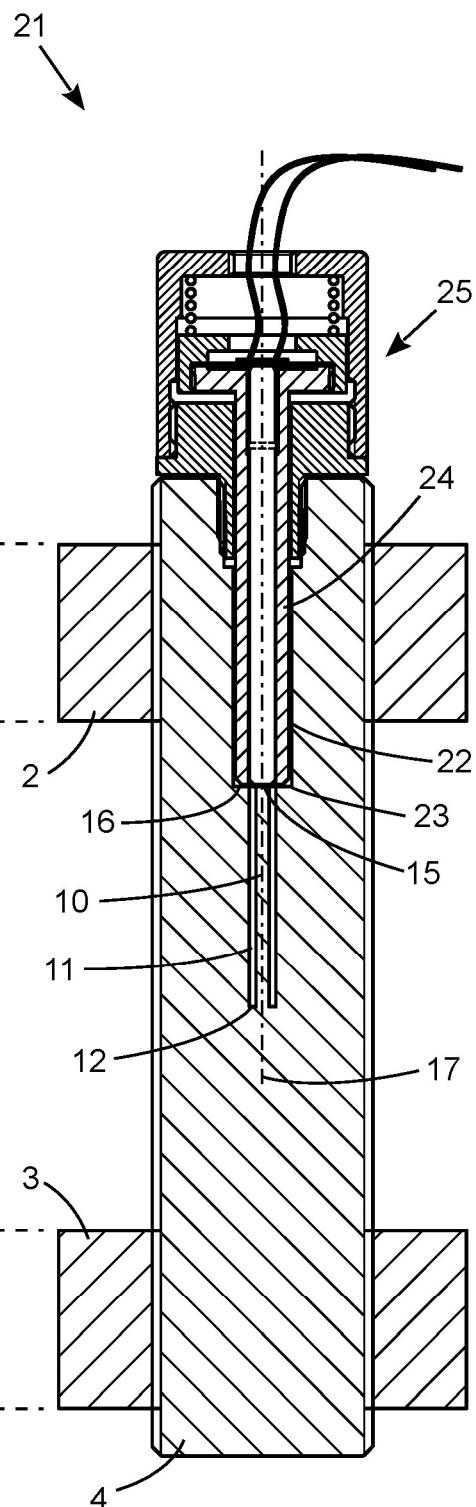


Figura 2

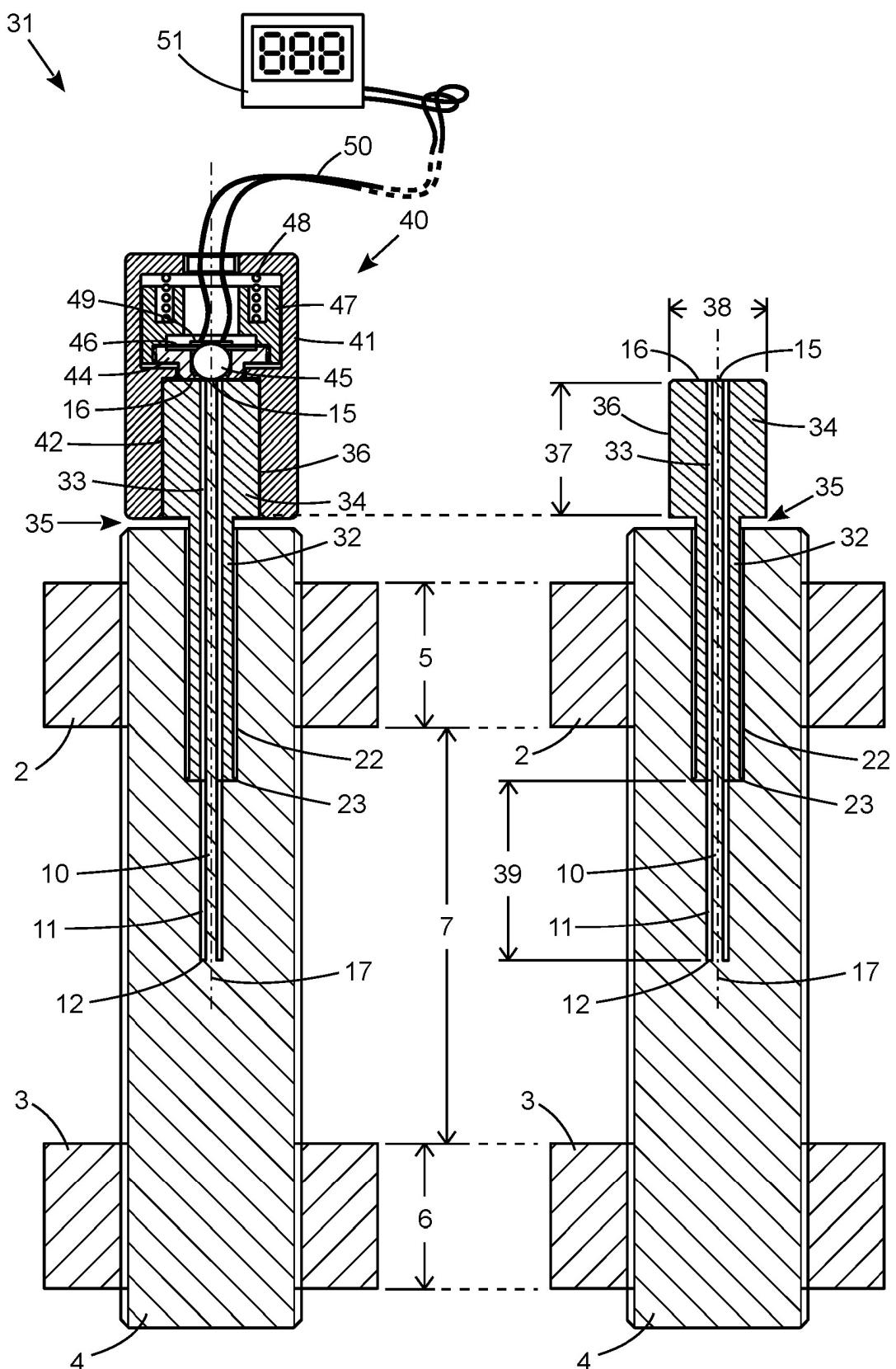
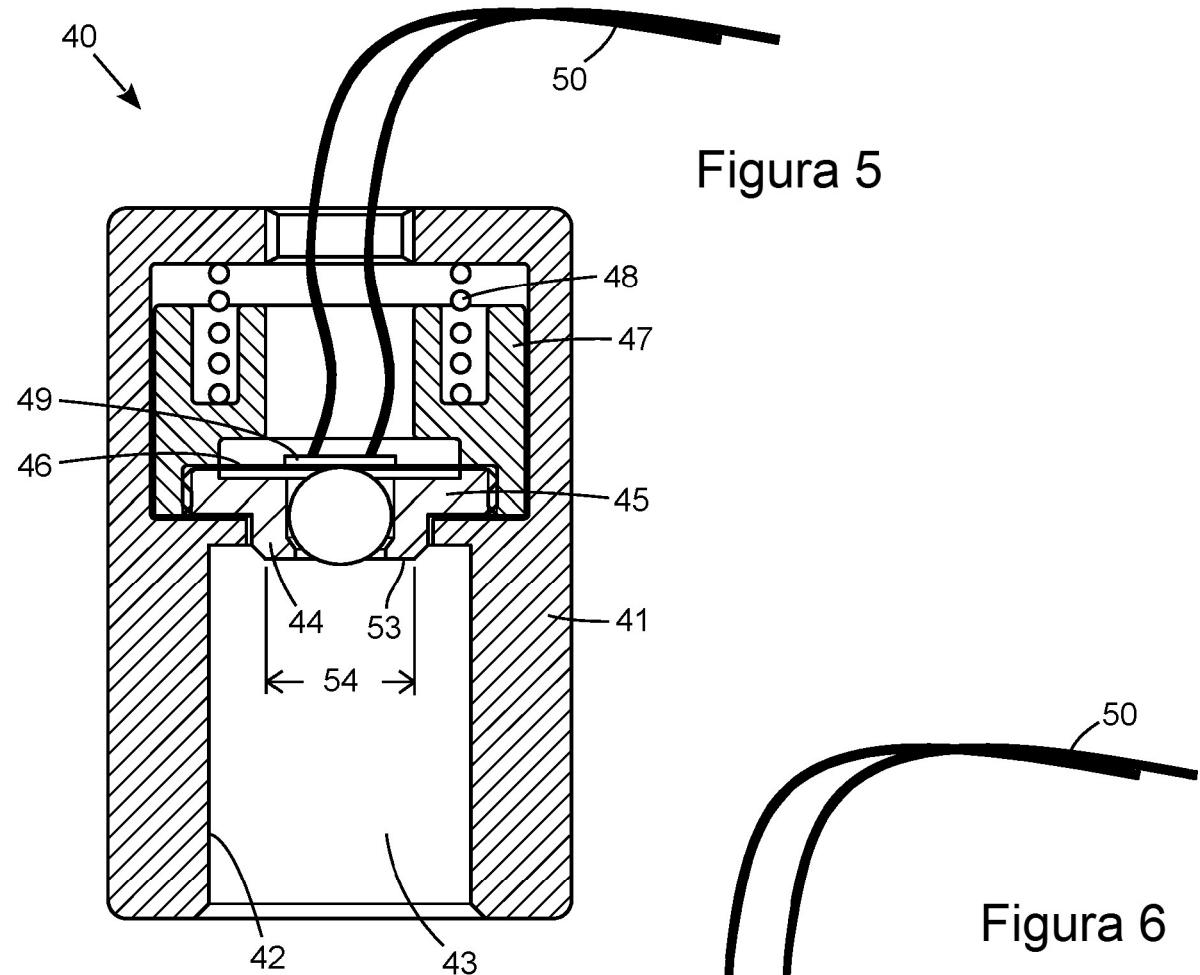


Figura 3

Figura 4



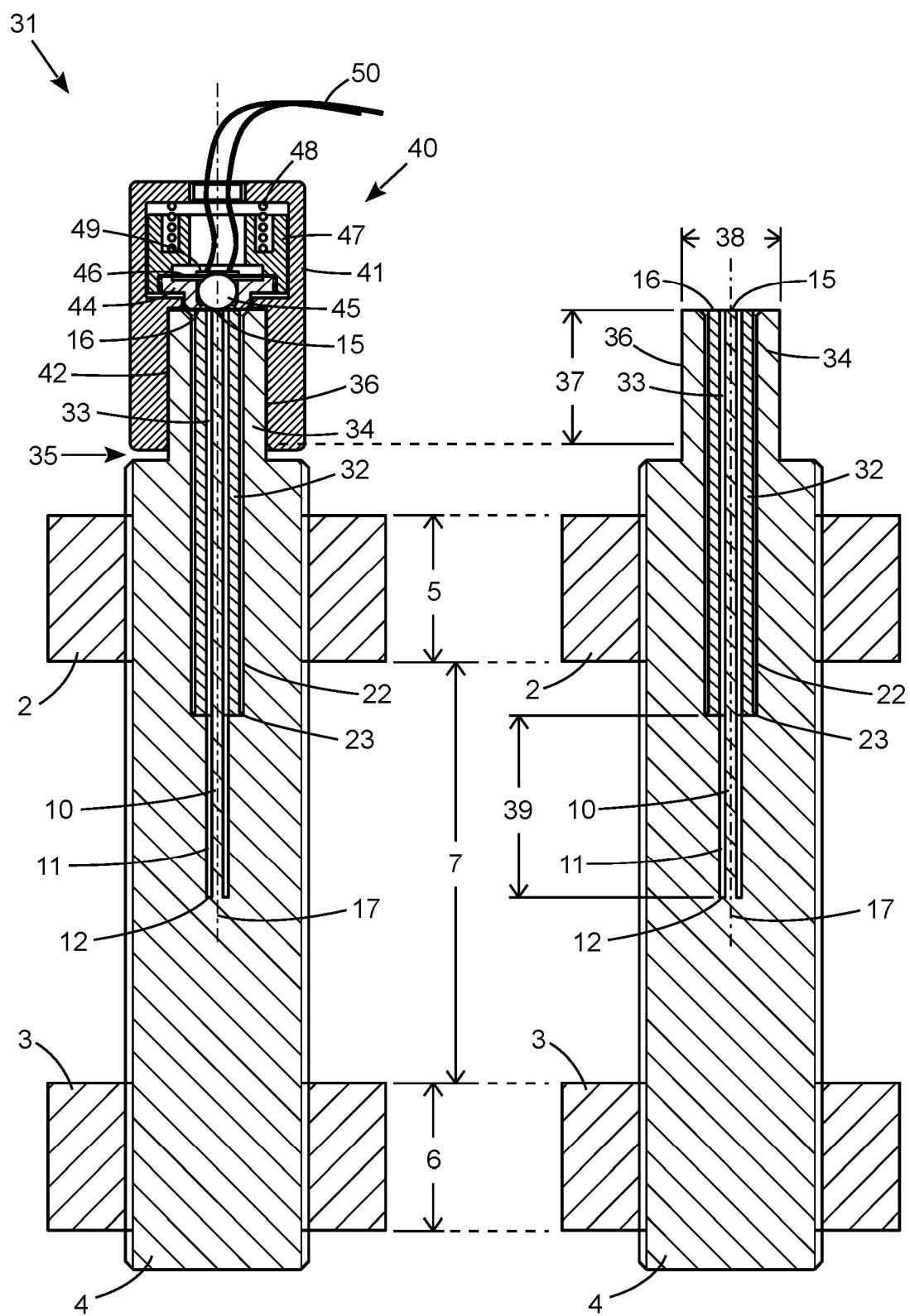


Figura 7

Figura 8

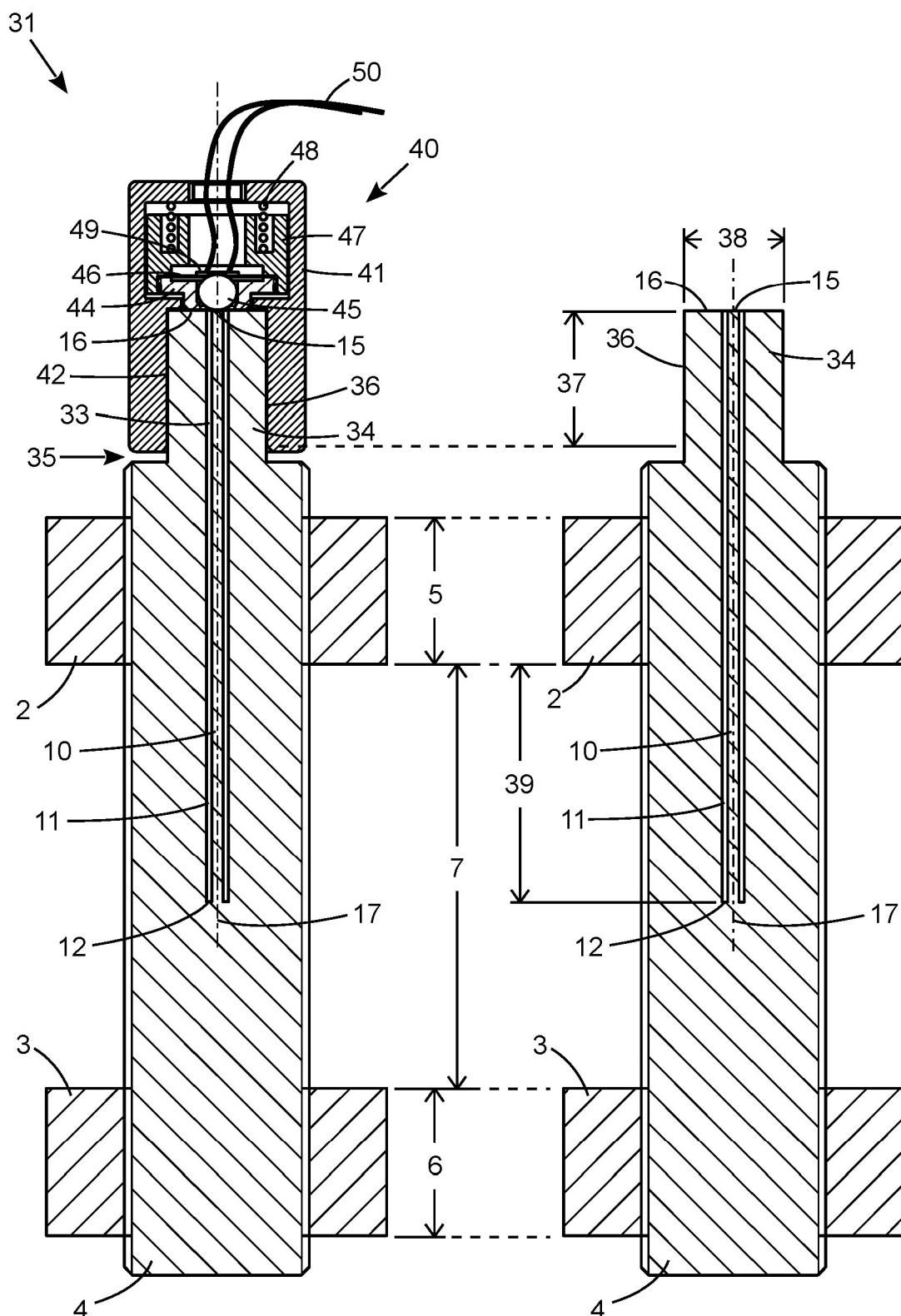


Figura 9

Figura 10

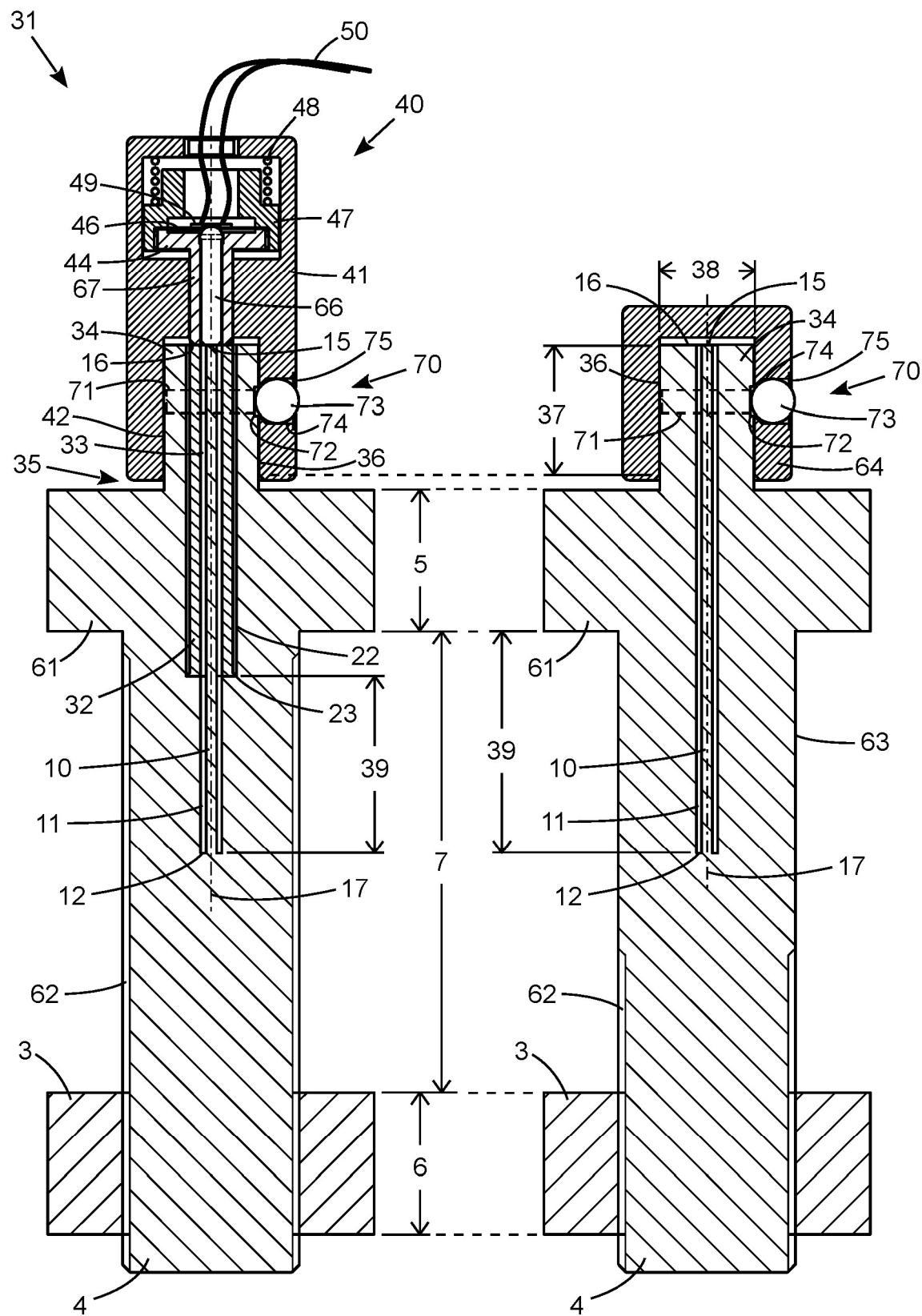


Figura 11

Figura 12

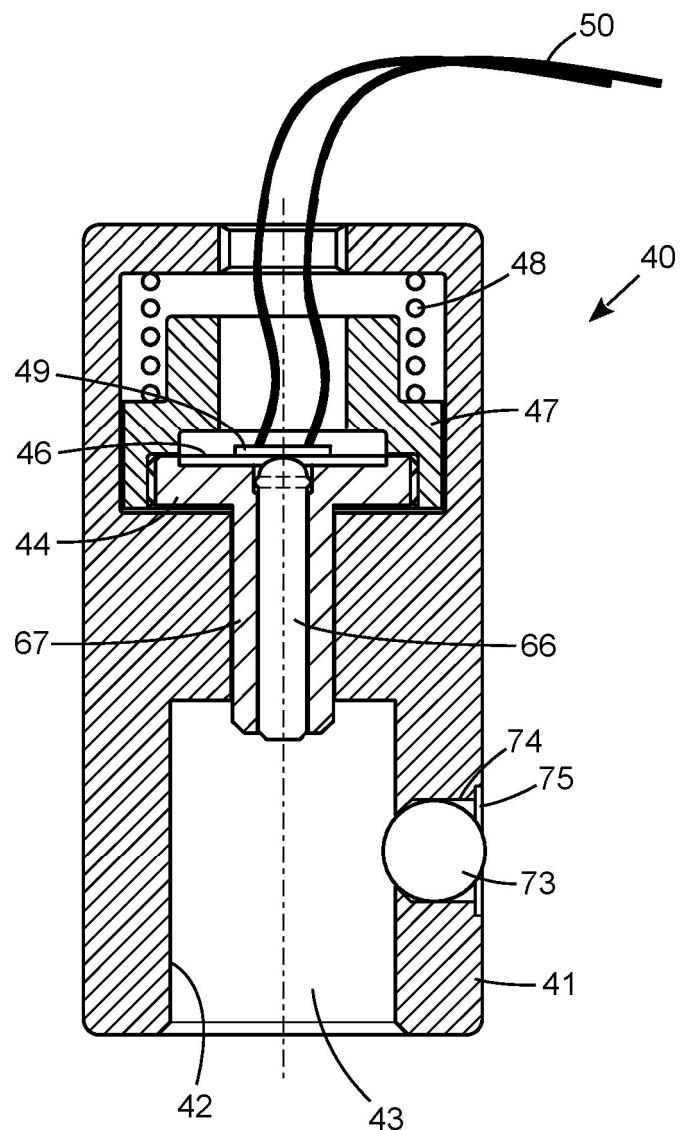


Figura 13