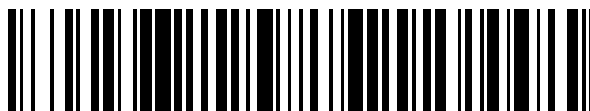


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 076**

51 Int. Cl.:

**F15B 11/10** (2006.01)

**G01M 3/26** (2006.01)

**F15B 19/00** (2006.01)

**F15B 15/28** (2006.01)

**G01M 3/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.04.2013 PCT/US2013/037393**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013 WO13159008**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.04.2013 E 13777637 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 2839169**

54 Título: **Sistema de predicción de un dispositivo de accionamiento**

30 Prioridad:

**20.04.2012 US 201261636431 P**

**15.03.2013 US 201313838253**

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

**08.10.2020**

73 Titular/es:

**BIMBA LLC (100.0%)  
25150 Governors Highway  
University Park, IL 60484, US**

72 Inventor/es:

**TABOR, KENT**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

ES 2 786 076 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**

Sistema de predicción de un dispositivo de accionamiento

5 **DATOS DE LA SOLICITUD RELACIONADOS**

Esta solicitud reivindica prioridad de la Solicitud provisional de Patente U.S. Nº 61/636,431 presentada el 20 de abril de 2012.

10 **ESTADO DE LA TÉCNICA ANTERIOR**

La presente invención se refiere a un sistema y a un procedimiento para predecir la situación de un cilindro. De manera más específica, la invención se refiere a un sistema y a un procedimiento que utiliza la presión u otro parámetro para determinar la situación de un cilindro neumático o hidráulico.

15 Los cilindros neumáticos e hidráulicos son utilizados en toda la industria para accionar equipos en líneas de fabricación y proporcionar una fuerza motriz para diversos componentes. Con el tiempo, el funcionamiento de estos cilindros se puede degradar. No obstante, a menudo, la degradación en el funcionamiento no se detecta hasta que se produce un fallo definitivo del cilindro. Si un usuario no está preparado para el fallo, el resultado puede ser un tiempo de inactividad o unos costes considerables.

Los sistemas de dispositivos de accionamiento de este tipo ya son conocidos a partir del documento WO 9802664.

25 **CARACTERÍSTICAS**

En una realización, la invención da a conocer un sistema que utiliza uno o varios sensores de presión para monitorizar la situación de un cilindro. El sistema incluye un microprocesador/controlador que compara los datos de presión medidos con una referencia conocida para un cilindro concreto que realiza una función conocida para determinar si el funcionamiento es aceptable. El sistema puede ser independiente o formar parte de un sistema de control distribuido. En algunas construcciones, el sistema puede incluir sensores de posición que detectan la posición real de un pistón en el interior del cilindro.

35 En otra construcción, la invención da a conocer un sistema de accionamiento que incluye una disposición de pistón y cilindro que incluye un pistón que se puede desplazar con respecto a un cilindro. Un primer trayecto del flujo está en comunicación fluida con la disposición de pistón y cilindro, y un segundo trayecto del flujo está en comunicación fluida con la disposición de pistón y cilindro. Un sistema de control puede actuar para conectar de manera fluida el primer trayecto del flujo a una fuente de fluido a alta presión y para conectar el segundo trayecto del flujo a un desagüe para desplazar el pistón en una primera dirección. Un sensor de presión está conectado de manera fluida al primer trayecto del flujo y puede actuar para medir suficientes datos de presión durante el desplazamiento del pistón para generar una curva de presión en función del tiempo. El sistema de control puede actuar para comparar la curva de presión en función del tiempo generada con una curva de presión en función del tiempo estándar, conocida, almacenada en el sistema de control, para determinar la situación de la disposición de pistón y cilindro.

45 La invención da a conocer un sistema de accionamiento que incluye un cilindro que define un espacio interno y que incluye un primer orificio para fluido, dispuesto adyacente a un primer extremo del espacio, y un segundo orificio para fluido, adyacente al segundo extremo del espacio. Un pistón está dispuesto en el interior del espacio interno y puede actuar para dividir el espacio en un primer lado y un segundo lado, estando el primer lado en comunicación fluida con el primer orificio para fluido, y estando el segundo lado en comunicación fluida con el segundo orificio para fluido. Un elemento de trabajo está acoplado al pistón y puede actuar para realizar el trabajo en respuesta al desplazamiento del pistón, y un sistema de control puede actuar para conectar selectivamente de manera fluida el primer orificio para fluido a uno de una fuente de presión y un desagüe, y para conectar el segundo orificio para fluido al otro del desagüe y la fuente de presión, para desplazar selectivamente el pistón alejándose del primer orificio y acercándose al primer orificio. Un sensor de presión está en comunicación fluida con el primer lado y puede actuar para medir los datos de presión durante el desplazamiento del pistón. El sistema de control puede actuar para comparar los datos de presión medidos con un estándar conocido para determinar la situación del sistema.

60 La invención da a conocer un procedimiento para predecir un fallo en un sistema de accionamiento. El procedimiento incluye transportar un fluido de alta presión a un primer lado de una disposición de pistón y cilindro, desaguar un fluido de baja presión de un segundo lado de la disposición de pistón y cilindro para permitir que el pistón se desplace con respecto al cilindro hacia el segundo lado, y tomar una serie de mediciones de presión del fluido adyacente al primer lado durante el desplazamiento del pistón. El procedimiento incluye, asimismo, comparar la serie de mediciones de presión con un conjunto conocido de valores de presión y determinar si es probable un fallo en base a la comparación de la serie de mediciones de presión con el conjunto conocido de valores de presión.

65 Otros aspectos de la invención resultarán evidentes teniendo en cuenta la descripción detallada y los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 La figura 1 es una ilustración esquemática de una posible disposición de un sistema que incorpora la invención;
- la figura 2 es un gráfico que muestra los valores de presión en función del tiempo medidos en el caso de un nuevo dispositivo de accionamiento en la posición horizontal sin carga ni amortiguación;
- 10 la figura 3 es un gráfico que muestra los valores de presión en función del tiempo medidos en el caso de un dispositivo de accionamiento en la misma disposición que la figura 2, en la que se sabe que el dispositivo de accionamiento está dañado;
- la figura 4 es un gráfico que muestra los valores de presión en función del tiempo medidos en el caso de un nuevo dispositivo de accionamiento en la posición horizontal sin carga, pero con amortiguación;
- 15 la figura 5 es un gráfico que muestra los valores de presión en función del tiempo medidos en el caso de un dispositivo de accionamiento en la misma disposición que la de la figura 4, en la que se sabe que el dispositivo de accionamiento está dañado;
- 20 la figura 6 es un gráfico que muestra los valores de presión en función del tiempo medidos en el caso de un nuevo dispositivo de accionamiento que tiene un diámetro mayor que el dispositivo de accionamiento de las figuras 2 a 5 dispuesto en posición horizontal sin carga, pero con amortiguación;
- la figura 7 es un gráfico que muestra los valores de presión en función del tiempo medidos en el caso de un dispositivo de accionamiento en la misma disposición que la de la figura 6, en la que se sabe que el dispositivo de accionamiento está dañado;
- 25 la figura 8 es un gráfico que muestra los valores de presión en función del tiempo medidos en el caso de un nuevo dispositivo de accionamiento en posición vertical con una carga y con amortiguación;
- 30 la figura 9 es un gráfico que muestra los valores de presión en función del tiempo medidos en el caso de un dispositivo de accionamiento en la misma disposición que la de la figura 8, en la que se sabe que el dispositivo de accionamiento está dañado;
- 35 la figura 10 es una ilustración esquemática de la disposición de la figura 1 e incluye, además, un sistema de medición de la posición;
- la figura 11 es una ilustración esquemática de un sistema de accionamiento múltiple que incluye un sistema de control distribuido;
- 40 la figura 12 es una imagen de pantalla de un sistema de monitorización para su utilización en la monitorización del rendimiento y la situación de uno o varios dispositivos de accionamiento;
- la figura 13 es otra imagen de pantalla del sistema de monitorización de la figura 12 para su utilización en la monitorización del rendimiento y la situación de uno o varios dispositivos de accionamiento;
- 45 la figura 14 es una imagen de los resultados de un ensayo de referencia en el caso de un dispositivo de accionamiento conocido;
- 50 la figura 15 es una imagen de los resultados del ensayo en el caso del dispositivo de accionamiento conocido de la figura 14 con un eje o junta de vástago defectuosos;
- la figura 16 es una imagen de los resultados del ensayo en el caso del dispositivo de accionamiento conocido de la figura 14 con una junta defectuosa del pistón del lado del vástago; y
- 55 la figura 17 es una imagen de los resultados del ensayo en el caso del dispositivo de accionamiento de la figura 14 con una junta defectuosa del pistón del cabezal trasero (opuesta al vástago).

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 60 Antes de que cualquier realización de la invención sea explicada en detalle, se debe comprender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de los componentes expuestos en la siguiente descripción detallada o mostrados en los siguientes dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones y de ser puesta en práctica o llevada a cabo de diversas maneras.
- 65

La figura 1 muestra un sistema 10 que es adecuado para ser utilizado para predecir o evaluar la situación de un dispositivo de accionamiento 15 (por ejemplo, neumático, hidráulico, etc.) o de una válvula. El sistema 10 incluye un cilindro 17, un primer sensor de presión 20, un segundo sensor de presión 25 y un microprocesador 30. El dispositivo de accionamiento 15 mostrado es un dispositivo de accionamiento 15 de doble acción corriente, que tiene un orificio 35 en cada extremo de un cilindro 17, un pistón 40 dispuesto entre los orificios 35 y un vástago 45 que se extiende desde el pistón 40 y hacia un extremo del cilindro 17. El pistón 40 divide el cilindro 17 en una primera cámara 50 y una segunda cámara 55. Cada una de las cámaras 50, 55 proporciona un volumen variable que permite el desplazamiento del pistón 40. Como comprenderá un experto en la materia, el sistema 10 descrito en el presente documento puede ser aplicado a diferentes tipos de dispositivos de accionamiento (por ejemplo, sin vástago) y puede ser utilizado con dispositivos de accionamiento alimentados con diferentes fluidos de trabajo (por ejemplo, fluido hidráulico, aceites, agua, combustible, aire, otros gases, otros líquidos, etc.). Además, aunque el dispositivo de accionamiento mostrado no está desviado en ninguna dirección, este sistema se podría aplicar, asimismo, a los dispositivos de accionamiento de retorno por resorte. De hecho, el diseño real del dispositivo de accionamiento o de la válvula es, en gran medida, irrelevante, puesto que la invención se puede adaptar a muchos diseños.

El fluido de trabajo es admitido en un orificio 35 y se deja que desague o escape del otro orificio 35 para desplazar el pistón 40 y el vástago 45 alejándose del orificio 35 en el que es admitido el fluido. Debido a que existe una gran diferencia de presión durante el desplazamiento del pistón 40, una junta 60 está dispuesta entre el pistón 40 y el cilindro 17. Después de un cierto tiempo de utilización, esta junta 60 se puede desgastar o, se degradaría de otro modo creando un punto donde se podría producir un fallo. Una segunda junta 65 está dispuesta en el extremo del cilindro 17 a través del cual se extiende el vástago 45. Esta segunda junta 65 reduce la cantidad de fluido de trabajo que se escapa en la apertura del vástago. Durante la utilización, esta junta 65 se puede desgastar o degradar creando un segundo punto de fallo posible.

Habitualmente, se utilizan una o varias válvulas 70 para dirigir el fluido de trabajo hacia y desde los orificios 35 según sea necesario para producir el desplazamiento deseado. En una disposición preferente, una válvula 70 de tres vías permite al primer orificio 35 abrirse a un suministro de presión 75, y al segundo orificio 35 abrirse a un desagüe 80 en una primera posición. En una segunda posición, los orificios 35 están invertidos, de modo que el primer orificio 35 está abierto al desagüe 80 y el segundo orificio 35 está abierto al suministro de presión 75. La primera posición y la segunda posición producen el desplazamiento del pistón 40 y el vástago 45 en direcciones opuestas. La válvula 70 proporciona, asimismo, una tercera posición de funcionamiento en la que ambos orificios 35 están cerrados, atrapando de este modo el fluido de trabajo en ambos lados del pistón 40. La tercera posición permite que el pistón 40 y el vástago 45 sean posicionados y mantenidos en algún punto intermedio de los dos extremos. Además, se pueden utilizar válvulas de caudal variable u otros dispositivos de control de flujo para controlar el caudal de fluido que entra o sale de los orificios 35 para controlar la velocidad, la aceleración y la posición exacta del pistón 40 y el vástago 45 a medida que se desplaza.

Continuando con la referencia a la figura 1, el primer sensor de presión 20 está posicionado para medir una presión en el interior de la primera cámara 50 y el segundo sensor 25 está posicionado para medir una presión en el interior de la segunda cámara 55. En la construcción mostrada, el primer sensor 20 está posicionado en el interior de un primer orificio del sensor 85 que está separado del orificio para fluido 35 ya dispuesto en la primera cámara 50 del cilindro 17. De manera similar, el segundo sensor 25 está posicionado en el interior de un segundo orificio del sensor 90 que está separado del orificio para fluido 35 ya dispuesto en la segunda cámara 55 del cilindro 17. En otras construcciones, el sensor de presión 25 podría estar conectado en línea con los tubos de fluido están conectados al cilindro 17 y a la válvula 70, o puede estar conectado a un tubo con un grifo que se extiende desde la línea de alimentación o las cámaras de cilindro 50, 55 según se desee.

Los sensores de presión 20, 25 tienen, preferentemente, un margen de presiones detectadas que excede los  $1,03 \times 10^6$  Pa (150 psi), con una precisión de aproximadamente 68,9 Pa (0,01 psi), siendo posibles, asimismo, sensores más o menos precisos. Por supuesto, los sensores que funcionan a  $1,72 \times 10^6$  Pa (250 psi) o más son, asimismo, posibles. Adicionalmente, el sensor 20, 25 está dimensionado, preferentemente, para proporcionar un tiempo de respuesta que permita la obtención de datos a una velocidad de, aproximadamente, 1.000 puntos de datos por segundo. Por supuesto, se podrían utilizar otros sensores de presión, si se desea. Por ejemplo, en una construcción, se emplean sensores de presión de sonido, sensores de audio o sensores de otras vibraciones para medir las características de funcionamiento deseadas del dispositivo de accionamiento 15.

En las construcciones preferentes, los sensores de presión 20, 25 están conectados de manera desmontable al dispositivo de accionamiento 15, para que puedan ser reutilizados con posteriores dispositivos de accionamiento 15. Alternativamente, los sensores de presión 20, 25 pueden ser fabricados como parte del dispositivo de accionamiento 15 y reemplazados con el dispositivo de accionamiento 15.

Los sensores de presión 20, 25 convierten las presiones medidas en el interior de sus respectivas cámaras en una señal de presión que se transmite al microprocesador/controlador 30. En las construcciones preferentes, el microprocesador/controlador 30 está dedicado a capturar datos, transmitir datos y/o analizar fallos o valores de control. Asimismo, puede estar dispuesta una función de registro de datos para capturar el número de ciclos de funcionamiento, temperaturas mínimas y máximas, presiones máximas, etc. Cada microprocesador/controlador 30

puede incluir una ID exclusiva. En la construcción mostrada en la figura 1, se muestra una conexión por cable. No obstante, las conexiones inalámbricas tales como por infrarrojos, radiofrecuencia y similares también son posibles. El microprocesador/controlador 30 recibe las señales de presión y compara las señales con las señales conocidas para los dispositivos de accionamiento 15 para tomar decisiones con respecto al rendimiento y a la situación del dispositivo de accionamiento 15 al que está conectado. El microprocesador/controlador 30 puede incluir indicadores tales como luces o dispositivos de audio que se pueden activar cuando se detecta una situación concreta. Por ejemplo, una luz roja podría estar dispuesta, e iluminarse cuando se detecta un desgaste excesivo o un daño en el dispositivo de accionamiento 15. El microprocesador/controlador 30 puede tener entradas adicionales (por ejemplo, temperatura ambiente, presión, señales de control, etc.) y está provisto de múltiples opciones de salida (por ejemplo, Ethernet, RS-485/422, RS-232, USB, RF, IR, código de parpadeo de LED, etc.). Tal como se observó, el microprocesador/controlador 30 puede realizar las comparaciones necesarias y tomar decisiones con respecto al funcionamiento, mantenimiento o situación del dispositivo de accionamiento 15, o puede transferir los datos sin procesar o la información de decisión a un ordenador central que, a continuación, muestra la información de uno o varios dispositivos de accionamiento 15 a un usuario. Adicionalmente, el microprocesador/controlador puede realizar funciones de registro de datos y almacenar datos relacionados, prácticamente, con cualquier parámetro medido, tal como, entre otros, el número de ciclos, las presiones o temperaturas máximas y mínimas, el número de fallos, etc.

En funcionamiento, el presente sistema 10 se puede aplicar, prácticamente, a cualquier dispositivo de accionamiento 15 que realice cualquier operación. No obstante, tal como comprenderá un experto en la materia, el rendimiento de cualquier dispositivo de accionamiento 15 variará con la carga aplicada, la posición del dispositivo de accionamiento 15 y la carga, el tamaño del dispositivo de accionamiento 15, la distancia desde la fuente de presión 75, y cualquier número de variables adicionales. De este modo, el enfoque preferente es medir el rendimiento de un dispositivo de accionamiento 15 conocido en la aplicación concreta y utilizar esos datos medidos como referencia. La referencia representa un perfil de desplazamiento aceptable y es comparada con los perfiles medidos por el microprocesador/controlador 30. Esta comparación se utiliza a continuación para determinar una situación de fallo y notificarla.

La figura 2 muestra un ejemplo de una de dichas mediciones de referencia que es a modo de ejemplo e incluye la presión medida y representada en función del tiempo. Tal como se puede ver, la presión varió entre aproximadamente  $0,07 \times 10^6$  Pa (10 psi) y  $0,65 \times 10^6$  Pa (95 psi), siendo posibles con otros márgenes de presión. Además, la carrera completa del pistón 40 en una primera dirección dura aproximadamente 100 ms, siendo posibles carreras más rápidas o más lentas. Además, la carrera en una dirección puede ser más rápida que la carrera en la dirección opuesta debido a la menor área del pistón ocasionada por el vástago 45.

Continuando con la referencia a la figura 2, en ella existen dos curvas 95, 100, en las que cada curva 95, 100 representa los datos de uno de los sensores de presión 20, 25. El primer sensor de presión 20 mide una presión de algo más de  $0,07 \times 10^6$  Pa (10 psi) y, por lo tanto, está conectado al desagüe 80. El segundo sensor de presión 25 mide ligeramente por encima de  $0,62 \times 10^6$  Pa (90 psi) y está conectado a la fuente de alta presión 75. De este modo, el pistón 40 se desplaza al extremo final más cercano al primer sensor de presión 20. En un primer momento, la válvula 70 de control se desplaza a la segunda posición, de modo que la primera cámara 50 y, por lo tanto, el primer sensor de presión 20 están expuestos al fluido de alta presión 75, y la segunda cámara 55 y, por lo tanto, el segundo sensor de presión 25 se abren al desagüe 80. La presión en el interior de la segunda cámara 55 inmediatamente empieza a descender, siguiendo una curva sustancialmente exponencial. De manera simultánea, la presión en el interior de la primera cámara 50 aumenta de manera sustancialmente lineal hasta un primer nivel de presión. Tras alcanzar el primer nivel de presión, la fuerza producida por el fluido a alta presión sobre el pistón 40 supera la inercia mecánica del pistón y cualquier fricción por adherencia, y el pistón 40 se empieza a desplazar hacia el segundo sensor de presión 25. El desplazamiento del pistón 40 aumenta el volumen en la primera cámara 50, provocando de este modo una caída de presión hasta un nivel por debajo de la primera presión. De manera simultánea, el volumen dentro de la segunda cámara 55 se reduce y la presión desciende hasta un nivel más bajo a una velocidad acelerada. Una vez que el pistón 40 llega a su final de carrera, la presión en el interior de la primera cámara 50 aumenta hasta un nivel aproximadamente igual a la presión de la fuente de alta presión 75 y la presión en el interior de la segunda cámara 55 desciende a un nivel aproximadamente igual a la presión de desagüe 80.

Tal como se muestra en la figura 2, el desplazamiento en la dirección opuesta produce curvas similares con valores de presión y duraciones ligeramente diferentes. Las variaciones en las presiones y las duraciones se deben, principalmente, a la configuración no simétrica de las cámaras 50, 55. Por ejemplo, la primera presión necesaria para vencer la inercia y la fricción por adherencia es menor en la dirección de la figura 2, porque el área del pistón es ligeramente mayor debido a la omisión del vástago 45 en el lado de la segunda cámara del pistón 40. La fuerza total sobre el pistón 40 es aproximadamente la misma en ambas direcciones. Por supuesto, si se aplica una carga, esta relación y los valores cambiarán en base, al menos en parte, a esa carga.

La figura 3 muestra el mismo tipo de dispositivo de accionamiento 15 que realiza la misma operación que el dispositivo de accionamiento 15 de la figura 2. No obstante, se sabe que el dispositivo de accionamiento 15 de la figura 3 es defectuoso. Una comparación de las curvas 110, 115 de la figura 3 que se corresponden con las curvas 95, 100 de la figura 2 muestra varias diferencias. Por ejemplo, la magnitud 120 de la primera presión necesaria para iniciar el desplazamiento del pistón 40 es notablemente más alta en la figura 3 que en la figura 2. Además, una vez

que empieza el desplazamiento del pistón, la presión en el interior de la primera cámara 50 desciende considerablemente más que con el dispositivo de accionamiento 15 de la figura 2. Por lo tanto, la variación de presión en el interior de la primera cámara 50 durante el desplazamiento del pistón es mayor con el dispositivo de accionamiento 15 dañado de la figura 3 en comparación con el dispositivo de accionamiento 15 no dañado de la figura 2.

La curva que representa los datos medidos por el sensor de presión opuesto también es diferente entre la figura 2 y la figura 3. Por ejemplo, el valor de alta presión 125 que se mantiene antes de desplazar la válvula 70 es más bajo en la figura 3 que en la figura 2. Además, cuando se abre al desagüe, la presión dentro de la segunda cámara 55 desciende más deprisa en el cilindro de la figura 3 en comparación con el cilindro de la figura 2.

Las diferencias entre las dos curvas 110, 115 también pueden ser ilustrativas de posibles problemas con el cilindro. Por ejemplo, la diferencia entre la presión máxima en el interior de la segunda cámara 55 antes de cambiar la válvula 70 y la primera presión necesaria para iniciar el desplazamiento 120 del pistón 40 es muy diferente entre la figura 2 y la figura 3. Adicionalmente, la diferencia de presión entre las dos cámaras 50, 55 durante el desplazamiento del pistón 40 y al final de la carrera del pistón es mucho menor para el dispositivo de accionamiento 15 de la figura 3 en comparación con el dispositivo de accionamiento 15 de la figura 2.

Tal como se observó, la carga y el posicionamiento del dispositivo de accionamiento 15, junto con muchos otros factores, afectan en gran manera a los datos de presión recogidos por los sensores de presión 20, 25. Las figuras 4 y 5 muestran dispositivos de accionamiento 15 similares a los dispositivos de accionamiento 15 de las figuras 2 y 3, respectivamente, pero con la adición de amortiguación para ralentizar el desplazamiento del pistón 40. De nuevo, hay diferencias en las curvas que son identificables y que se podrían utilizar para evaluar la situación de los dispositivos de accionamiento 15; no obstante, las curvas son muy diferentes de las de las figuras 2 y 3.

Las figuras 6 y 7 muestran el mismo dispositivo de accionamiento 15 durante un funcionamiento horizontal sin carga ni amortiguación. El dispositivo de accionamiento 15 tiene un diámetro mayor que el dispositivo de accionamiento 15 utilizado para producir las figuras 2 a 5. La figura 6 son datos de un nuevo dispositivo de accionamiento 15, mostrando la figura 7 datos de un dispositivo de accionamiento 15 que se sabe que está dañado.

Las figuras 8 y 9 muestran un dispositivo de accionamiento 15 montado verticalmente con una carga y con amortiguación. La figura 8 son datos de un nuevo dispositivo de accionamiento 15, mostrando la figura 9 datos de un dispositivo de accionamiento que se sabe que está dañado.

Además de medir la presión en la primera cámara 50 y en la segunda cámara 55, el sistema 10 también es capaz de medir la duración total de la carrera y contar los ciclos o carreras totales del pistón 40. Ambos valores se pueden utilizar a efectos del ciclo de mantenimiento o para evaluar la situación del dispositivo de accionamiento 15. Por ejemplo, el microprocesador/controlador 30 podría accionar una luz de color para indicar que se ha alcanzado un número predeterminado de ciclos y que se debe realizar un mantenimiento rutinario o que el dispositivo de accionamiento 15 debe ser sustituido. Asimismo, el sistema 10 puede medir y monitorizar las presiones máximas de funcionamiento e indicar una alarma si se exceden una o varias de las presiones de funcionamiento.

Se podrían monitorizar otros parámetros utilizando el primer sensor 20 y el segundo sensor 25, o podrían estar dispuestos sensores adicionales para monitorizar otros parámetros. Por ejemplo, un sensor de temperatura podría estar acoplado al dispositivo de accionamiento 15 para controlar la temperatura del fluido de trabajo, la temperatura del metal del cilindro o cualquier otra temperatura deseada. Los datos de temperatura se podrían utilizar para compensar los efectos de la temperatura sobre la presión de funcionamiento.

Además de las funciones de monitorización descritas anteriormente, el sistema 10 puede ser utilizado, asimismo, para controlar más directamente el funcionamiento del dispositivo de accionamiento 15. Por ejemplo, el microprocesador/controlador 30 podría proporcionar señales de control a la válvula 70 o a las válvulas que controlan el flujo de fluido al dispositivo de accionamiento 15 para controlar la velocidad a la que se desplaza el pistón 40 o la fuerza total generada por el pistón 40. Además, el presente sistema 10 es capaz de detectar el final de carrera y detener el pistón 40 en ese punto o antes de ese punto, si lo desea.

Otra construcción de un sistema 150 incluye un sistema 155 de medición de la posición que es capaz de determinar la posición real del pistón 40 en el interior del cilindro 17. El cilindro 17 mostrado esquemáticamente en la figura 10 es idéntico al de la figura 1, pero incluye el sistema 155 de medición de la posición. El sistema 155 de medición de la posición 155 incluye una serie de sensores 160 magnéticos espaciados a lo largo de la longitud del cilindro 17. Cada sensor 160 es capaz de medir con precisión el ángulo 165 entre él y otro imán 170, tal como un imán 170 colocado en el interior o acoplado al pistón 40. Se envía una señal indicativa del ángulo 165 desde cada sensor 160 al microprocesador/controlador 30. El microprocesador/controlador 30 utiliza los diversos ángulos para triangular y calcular la posición precisa del pistón 40. Estos datos de posición se pueden utilizar para controlar las válvulas 70, para controlar con precisión la posición del pistón 40 en cualquier momento. Esta información de la posición se puede utilizar, asimismo, de manera independiente o además de otros sensores para fines de control y/o monitorización.

Los sistemas 10, 150 descritos en el presente documento se pueden utilizar solos para monitorizar y controlar el funcionamiento de un solo dispositivo de accionamiento 15. El sistema puede señalar cuando la situación del dispositivo de accionamiento 15 cambia significativamente, puede indicar cuándo se requiere mantenimiento y puede indicar cuándo se requiere la sustitución de un dispositivo de accionamiento 15 o una junta. Además, el sistema podría ser utilizado para controlar el funcionamiento del dispositivo de accionamiento 15 individual.

En otra disposición, los diversos microprocesadores/controladores 30 se comunican con un ordenador central 170 tal como se muestra en la figura 11. El ordenador central 170 forma parte de un sistema de control distribuido (DCS, Distributed Control System), que puede monitorizar y controlar los dispositivos de accionamiento 15 individuales desde una ubicación, según sea necesario.

Las figuras 14 a 17 muestran los resultados reales de un ensayo para dispositivos de accionamiento conocidos en buenas condiciones y el mismo dispositivo de accionamiento con tres defectos diferentes conocidos. Las figuras 14 a 17 muestran una forma posible en la que se puede emplear el presente sistema. Otros tipos de dispositivos de accionamiento pueden tener diferentes modos de fallo y, por tanto, pueden requerir un análisis ligeramente diferente. Además, las presiones absolutas, los tiempos y los ciclos descritos en el presente documento son a modo de ejemplo, y podrían variar dependiendo de muchos factores, incluida la aplicación o el dispositivo de accionamiento que se está utilizando. No obstante, las figuras 14 a 17 son a modo de ejemplo de una posible utilización del sistema.

La figura 14 muestra una medición de referencia de un dispositivo de accionamiento conocido que se sabe que está en una situación correcta o aceptable. El dispositivo de accionamiento incluye una junta del eje o vástago, una junta del pistón del lado del vástago y una junta del pistón del cabezal posicionado en el lado opuesto del pistón, tal como la junta del lado del vástago. Cualquiera de estas juntas puede fallar durante la utilización del dispositivo de accionamiento y el presente sistema puede detectar ese fallo antes de que el dispositivo de accionamiento resulte inutilizable. Tal como se puede ver, el sistema genera formas de onda (o curvas) en base a las mediciones de presión tomadas desde ambos lados del pistón. Tal como se muestra, tres puntos de datos 301, 302 y 303 específicos están identificados. Estos tres puntos de datos se explicarán con respecto a las figuras 15 a 17 a medida que estos puntos se desplazan en respuesta a fallos concretos. Además, se debe observar que las presiones máximas de cada lado del cilindro son sustancialmente iguales. Esto es habitual en un cilindro en buenas condiciones, pero es una función de cualquier regulador de presión o de flujo que pueda estar posicionado más arriba de los orificios del fluido. Adicionalmente, la baja presión de cada forma de onda es aproximadamente igual a la presión atmosférica, como es habitual en un dispositivo de accionamiento en buenas condiciones.

La figura 15 muestra formas de onda similares para un dispositivo de accionamiento idéntico al de la figura 14, pero con un defecto conocido. De manera específica, se sabe que la junta del vástago está dañada. Tal como se puede ver, las dos formas de onda ya no se cruzan en el primer punto de datos 301. Por el contrario, ahora hay una diferencia de  $0,014 \times 10^6$  Pa (2 psi) entre los dos puntos 301a y 301b, y se han desplazado hacia arriba desde el valor original de  $0,39 \times 10^6$  Pa (57 psi). Además, el segundo punto 302 se ha desplazado hacia abajo de  $0,43 \times 10^6$  Pa (62 psi) a  $0,36 \times 10^6$  Pa (53 psi), y el tercer punto 303 ha bajado de  $0,38 \times 10^6$  Pa (55 psi) a  $0,33 \times 10^6$  Pa (48 psi). Además, las presiones máximas de las dos formas de onda son diferentes como resultado del defecto. Cualquiera de estas diferencias o todas ellas se pueden utilizar para determinar, no solo que el dispositivo de accionamiento funciona de manera anormal, sino que la causa del funcionamiento anormal es, probablemente, una junta del vástago defectuosa.

La figura 16 muestra formas de onda similares para un dispositivo de accionamiento idéntico al de la figura 14, pero con un defecto conocido. Específicamente, se sabe que la junta del pistón del lado del vástago está dañada. Tal como se puede ver, las dos formas de onda ahora incluyen muchas diferencias. Por ejemplo, el primer punto 301 se ha desplazado hacia arriba aproximadamente  $0,02 \times 10^6$  Pa (3 psi). Además, el segundo punto 302 se ha desplazado hacia abajo de  $0,43 \times 10^6$  Pa (62 psi) a  $0,38 \times 10^6$  Pa (55 psi), y el tercer punto 303 se ha desplazado hacia abajo de  $0,38 \times 10^6$  Pa (55 psi) a  $0,34 \times 10^6$  Pa (49 psi). Estos cambios son similares a los explicados con respecto a las formas de onda de la figura 15. No obstante, la presión máxima de las dos formas de onda ahora presenta una diferencia de aproximadamente  $0,024 \times 10^6$  Pa (3,5 psi). Esta es una diferencia mayor que la que se ve como resultado de la junta del vástago dañada. Además, a diferencia de la junta del vástago dañada, las formas de onda de la figura 16 muestran, asimismo, una diferencia de presión entre las presiones mínimas. Específicamente, una diferencia de  $0,01 \times 10^6$  Pa (1,5 psi) es claramente visible. Esta diferencia no existía como resultado de la junta del vástago defectuosa. Por lo tanto, estas diferencias se pueden utilizar para determinar, no solo que el dispositivo de accionamiento funciona de manera anormal, sino que la causa del funcionamiento anormal es, probablemente, una junta del pistón del lado del vástago defectuosa.

La figura 17 muestra formas de onda similares para un dispositivo de accionamiento idéntico al de la figura 14, pero con un defecto conocido. Específicamente, se sabe que la junta del pistón del lado del cabezal está dañada. Tal como se puede ver, las dos formas de onda ahora incluyen muchas diferencias en comparación con las formas de onda de la figura 14, así como con las formas de onda de las figuras 15 y 16. Por ejemplo, el primer punto 301 no ha cambiado en comparación con las formas de onda de la figura 14. Esto es diferente de lo que se ve en las figuras 15

5 y 16. Del mismo modo, el segundo punto 302 y el tercer punto 303 se han mantenido prácticamente sin cambios en comparación con las formas de onda de la figura 14. Por lo tanto, mirando solo estos tres puntos, se podría deducir que el dispositivo de accionamiento de la figura 17 está en buen estado. No obstante, la presión máxima de las dos formas de onda ahora tiene una diferencia de más de  $0,02 \times 10^6$  Pa (3 psi). Esta diferencia es similar en magnitud a la de la figura 16, pero la dirección está invertida (es decir, el sensor opuesto está más alto).

10 Además, al igual que las formas de onda de la figura 16, las formas de onda de la figura 17 muestran una diferencia de presión entre las presiones mínimas. De manera específica, una diferencia de aproximadamente  $0,014 \times 10^6$  Pa (2 psi) es claramente visible. Al igual que la diferencia de presión máxima, esta diferencia existía en las formas de onda de la figura 16, pero de nuevo la dirección está invertida (es decir, el sensor opuesto está bajo). Por lo tanto, estas diferencias se pueden utilizar para determinar, no solo que el dispositivo de accionamiento funciona de manera anormal, sino que la causa del funcionamiento anormal es, probablemente, una junta defectuosa del pistón del lado del cabezal.

15 Se debe observar que los dispositivos de accionamiento utilizados para generar las formas de onda de las figuras 14 a 17 no estaban cargados. De este modo, se produjo muy poca variación en los tiempos de ciclo (el eje X) como resultado de los defectos. No obstante, en los cilindros cargados, los defectos explicados anteriormente también ocasionan variaciones medibles en los tiempos de ciclo. Estas variaciones se pueden medir y notificar y, asimismo, se pueden utilizar para evaluar el estado del dispositivo de accionamiento. Además de utilizar variaciones de tiempo para determinar si se han producido problemas potenciales, algunas construcciones utilizan el área bajo la curva para evaluar si están ocurriendo problemas. De manera más específica, el área entre las curvas puede ser utilizada en situaciones en las que el dispositivo de accionamiento es accionado a diferentes presiones o a diferentes velocidades. En estas situaciones, se ha encontrado que el área total bajo la curva permanece sustancialmente uniforme. Por lo tanto, un aumento en esta área es indicativo de fugas no deseadas o de otros fallos en el rendimiento. En otras aplicaciones, las variaciones en el área entre las curvas pueden ser indicativas de un modo de fallo concreto, solo o en combinación con otros parámetros medidos.

30 Además, el inicio y el final de un ciclo pueden ser detectados y notificados fácilmente para su utilización tanto en el control de un proceso como en el acceso a la situación del dispositivo de accionamiento. Además, si se determina que un tiempo de ciclo es más rápido de lo necesario o más lento de lo necesario, la presión puede ser ajustada para conseguir el tiempo de ciclo deseado, mejorando de este modo la calidad del proceso y, posiblemente, reduciendo la cantidad de aire o de fluido comprimido utilizado por el dispositivo de accionamiento.

35 Las figuras 12 y 13 muestran imágenes de un posible sistema de monitorización para ser utilizado con los sistemas explicados en el presente documento. La figura 12 muestra la página del estado para el sistema de monitorización. Si bien la página del estado incluye el estado de un dispositivo de accionamiento, se pueden agrupar y mostrar varios dispositivos de accionamiento como se desee. La imagen mostrada incluye tres indicadores de rendimiento, proporcionando el primer indicador un estado rojo, amarillo o verde en base al análisis de la forma de la onda explicado anteriormente. El segundo indicador proporciona una indicación de que se ha alcanzado el final de carrera. El tercer indicador cuenta los ciclos del dispositivo de accionamiento y proporciona una indicación de la vida útil del dispositivo de accionamiento en base al número de ciclos. La duración podría ser la vida útil real del dispositivo de accionamiento o podría estar configurada para reflejar los intervalos de mantenimiento recomendados para un sensor en concreto.

45 La segunda área de la página del estado proporciona datos numéricos para diversos parámetros de funcionamiento del dispositivo de accionamiento. Otros parámetros se podrían medir y visualizar según se desee. La tercera área de la página del estado proporciona un análisis de eficiencia. En este ejemplo, la eficiencia se basa en el tiempo del ciclo. Los datos que se muestran son una comparación del tiempo del ciclo real en función del tiempo de ciclo deseado, estando dispuesto un espacio para proporcionar la acción correctiva recomendada en base al resultado. En este ejemplo, el dispositivo de accionamiento se mueve más rápido de lo deseado. Por lo tanto, la presión del fluido se podría reducir para disminuir la velocidad del dispositivo de accionamiento y, potencialmente, reducir el coste de funcionamiento.

55 La figura 13 muestra una posible página de configuración que proporciona datos específicos del dispositivo de accionamiento que se está revisando. En este ejemplo, el tamaño del orificio, la longitud de la carrera y el recuento total de ciclos se pueden agregar, almacenar y mostrar. Además, las etapas necesarias para generar las formas de onda de referencia (figura 14) se pueden iniciar a partir de esta página. Finalmente, los puntos de ajuste de alarma para cualquier parámetro medido se pueden configurar, teniendo cada uno una alarma alta, una alarma baja y un selector para activar o desactivar la alarma. Finalmente, se proporciona un estado de actualización del firmware para alertar al usuario cuando se requiere una actualización del firmware.

60 Se debe observar que la invención se describe como siendo utilizada con un dispositivo de accionamiento (a veces denominado cilindro, cilindro neumático o cilindro hidráulico). No obstante, en otras aplicaciones, la invención es aplicada a una válvula o a cualquier otro dispositivo de flujo. Un dispositivo de flujo sería cualquier dispositivo que controla el flujo de un fluido o funciona en respuesta a un flujo de fluido que se dirige a él. De este modo, la invención no debería estar limitada solo a dispositivos de accionamiento.



5 Por lo tanto, la invención da a conocer un sistema 10, 150 para medir y controlar el funcionamiento de un dispositivo de accionamiento 15. El sistema 10, 150 incluye sensores de presión 20, 25 que son capaces de recopilar datos, y un microprocesador/controlador 30 capaz de analizar los datos para determinar la situación del dispositivo de accionamiento 15.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de accionamiento, que comprende:

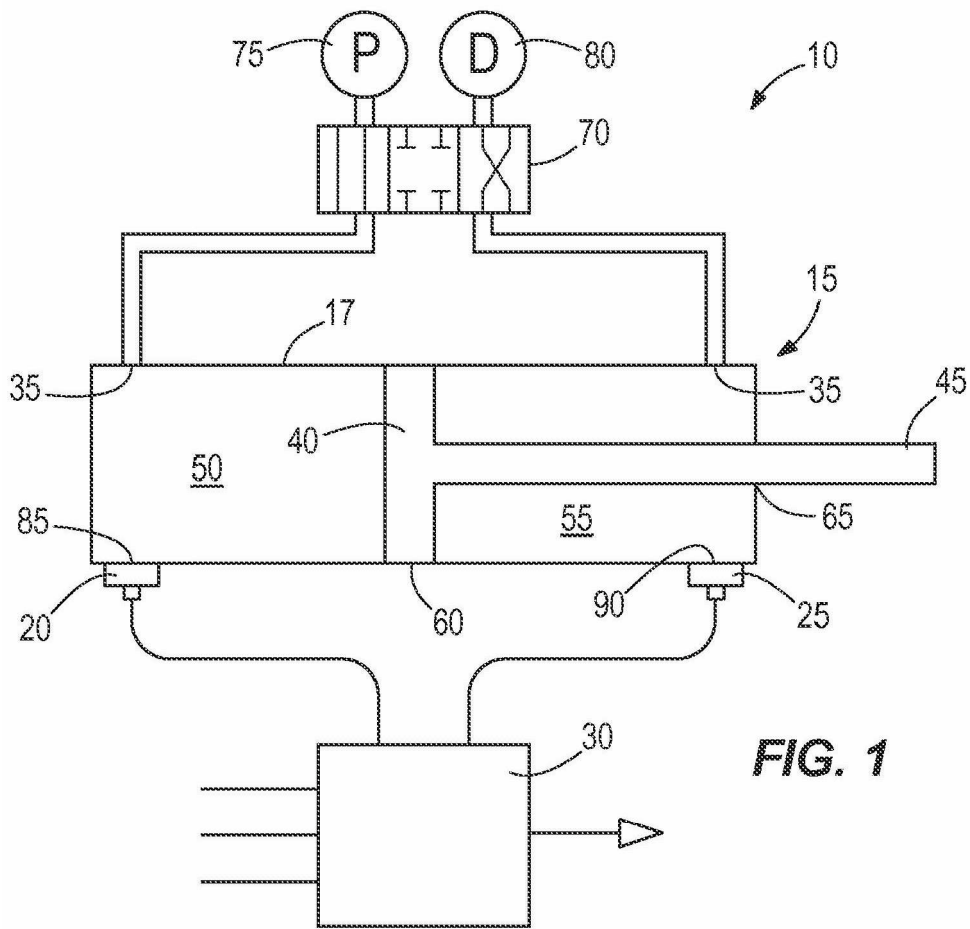
- 5 una disposición de pistón y cilindro que incluye un pistón (40) que es desplazable con respecto a un cilindro (17);  
 un primer trayecto del flujo, en comunicación fluida con la disposición de pistón y cilindro;  
 un segundo trayecto del flujo, en comunicación fluida con la disposición de pistón y cilindro;  
 un sistema de control (30), accionable para conectar de manera fluida el primer trayecto del flujo a una fuente de  
 fluido a alta presión, y para conectar el segundo trayecto del flujo a un desagüe para desplazar el pistón (40) en una  
 10 primera dirección;  
 un sensor de presión (20), conectado de manera fluida al primer trayecto del flujo, y accionable para medir datos de  
 presión suficientes durante el desplazamiento del pistón (40) para generar una curva de presión en función del  
 tiempo, siendo accionable el sistema de control (30) para comparar la curva de presión generada en función del  
 tiempo, con una curva de presión estándar en función del tiempo, conocida, almacenada en el sistema de control  
 15 (30), para determinar la situación de la disposición de pistón y cilindro, **caracterizado por que** el sistema de  
 accionamiento comprende, además, un segundo sensor de presión (25), en comunicación fluida con el segundo  
 trayecto del flujo, y que puede actuar para medir un segundo conjunto de datos de presión durante el  
 desplazamiento del pistón (40), y siendo accionable el sistema de control (30) para comparar el segundo conjunto de  
 datos de presión medidos con un segundo estándar conocido para determinar la situación del sistema.
- 20 2. Sistema de accionamiento, según la reivindicación 1, que comprende, además, una junta (60) del pistón acoplada  
 al pistón (40), para impedir el flujo de fluido entre el pistón (40) y el cilindro (17), siendo accionable el sistema de  
 control (30) para predecir un fallo de la junta (60) del pistón en base a la comparación de la curva de presión  
 generada en función del tiempo, con la curva de presión en función del tiempo, estándar, conocida, almacenada en  
 25 el sistema de control (30).
3. Sistema de accionamiento, según la reivindicación 1, que comprende, además, un eje (45) acoplado al pistón (40)  
 y que incluye un junta (65) del eje que impide el flujo de fluido entre el eje (45) y el cilindro (17), siendo accionable el  
 sistema de control (30) para predecir un fallo de la junta (65) del eje en base a la comparación de la curva de presión  
 generada en función del tiempo con la curva de presión en función del tiempo estándar, conocida, almacenada en el  
 30 sistema de control (30).
4. Sistema de accionamiento, según la reivindicación 1, en el que el cilindro (17) define un espacio interno, e incluye  
 un primer orificio (35) de fluido dispuesto adyacente a un primer extremo del espacio y un segundo orificio (35) de  
 35 fluido adyacente al segundo extremo del espacio; y  
 el pistón (40) está dispuesto en el interior del espacio interno y puede actuar para dividir el espacio en un primer lado  
 (50) y un segundo lado (55), estando el primer lado (50) en comunicación fluida con el primer orificio (35) de fluido, y  
 definiendo el primer trayecto del flujo, y estando el segundo lado (55) en comunicación fluida con el segundo orificio  
 (35) de fluido y definiendo el segundo trayecto del flujo;  
 40 un elemento de trabajo está acoplado al pistón (40) y puede actuar para realizar el trabajo en respuesta al  
 desplazamiento del pistón (40);  
 el sistema de control (30) puede actuar para conectar selectivamente de manera fluida el primer orificio (35) de fluido  
 a un orificio de una fuente de presión (75) y de un desagüe (80), y para conectar el segundo orificio (35) de fluido al  
 otro orificio de desagüe (80) y de la fuente de presión (75), para desplazar selectivamente el pistón (40) alejándolo  
 45 del primer orificio (35) y acercándolo al primer orificio (35); y  
 el sensor de presión (20) está en comunicación fluida con el primer lado (50) y puede actuar para medir datos de  
 presión durante el desplazamiento del pistón (40).
5. Sistema de accionamiento, según las reivindicaciones 1 a 4, que comprende, además, una junta (60) del pistón  
 50 acoplada al pistón (40) para impedir el flujo de fluido entre el pistón (40) y el cilindro (17), siendo accionable el  
 sistema de control (30) para predecir un fallo de la junta (60) del pistón en base a la comparación de los datos de  
 presión medidos con el estándar conocido.
6. Sistema de accionamiento, según la reivindicación 4, en el que el elemento de trabajo incluye un eje (45), que se  
 55 extiende a través del cilindro (17), y una junta (65) del eje, que impide el flujo de fluido entre el eje (45) y el cilindro  
 (17), siendo accionable el sistema de control (30) para predecir un fallo de la junta (65) del eje en base a la  
 comparación de los datos de presión medidos con el estándar conocido.
7. Sistema de accionamiento, según las reivindicaciones 1 a 4, en el que el sensor de presión (20) puede actuar  
 60 para medir datos a una velocidad, como mínimo, de 1.000 puntos de datos por segundo.
8. Sistema de accionamiento, según las reivindicaciones 1 a 4, en el que el sensor de presión (20) puede actuar  
 para medir datos de presión con una precisión de más o menos 68,95 Pa (0,01 psi).
9. Sistema de accionamiento, según las reivindicaciones 1 a 4, en el que el pistón (40) y el cilindro (17) definen una  
 65 disposición neumática de pistón y cilindro.

10. Sistema de accionamiento, según las reivindicaciones 1 a 4, en el que el sistema de control (30) incluye un microprocesador (30) y un dispositivo de memoria, y en el que el estándar conocido es generado durante uno o varios ciclos de funcionamiento iniciales, y es almacenado en el dispositivo de memoria.

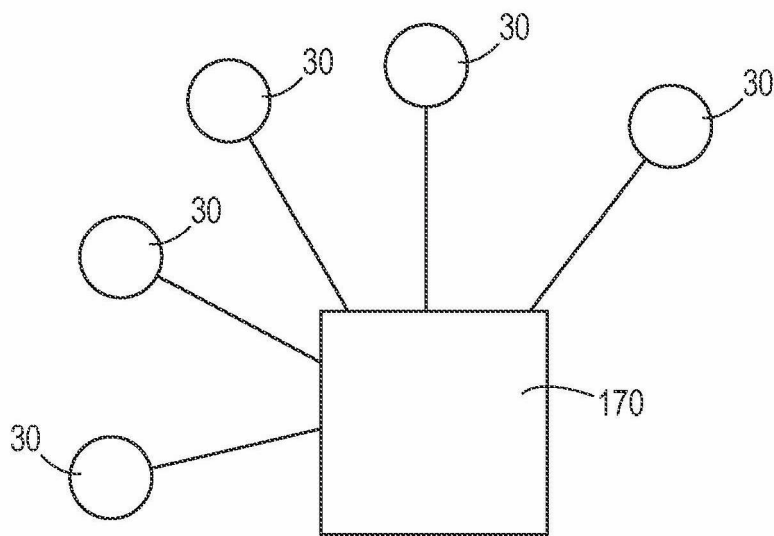
5 11. Procedimiento para predecir un fallo en un sistema de accionamiento, comprendiendo el procedimiento:  
llevar un fluido a alta presión a un primer lado (50) de una disposición de pistón y cilindro;  
desaguar un fluido a baja presión desde un segundo lado (55) de la disposición de pistón y cilindro para permitir al  
10 pistón (40) desplazarse con respecto al cilindro (17) hacia el segundo lado (55);  
tomar una serie de mediciones de la presión del fluido adyacente al primer lado durante el desplazamiento del pistón (40);  
tomar una serie de mediciones del fluido adyacente al segundo lado durante el desplazamiento del pistón (40);  
15 comparar la serie de mediciones de la presión con un conjunto conocido de valores de presión; y  
determinar si es probable un fallo en base a la comparación de la serie de mediciones de la presión con el conjunto conocido de valores de presión.

12. Procedimiento, según la reivindicación 11, que comprende, además, generar el conjunto conocido de valores de presión durante uno o varios ciclos de funcionamiento iniciales del sistema de accionamiento y almacenar el conjunto conocido de valores de presión en un sistema de control (30).  
20

13. Procedimiento, según la reivindicación 11 o 12, que comprende, además, tomar la serie de mediciones de la presión a una frecuencia, como mínimo, de 1.000 puntos de datos por segundo.



**FIG. 1**



**FIG. 11**

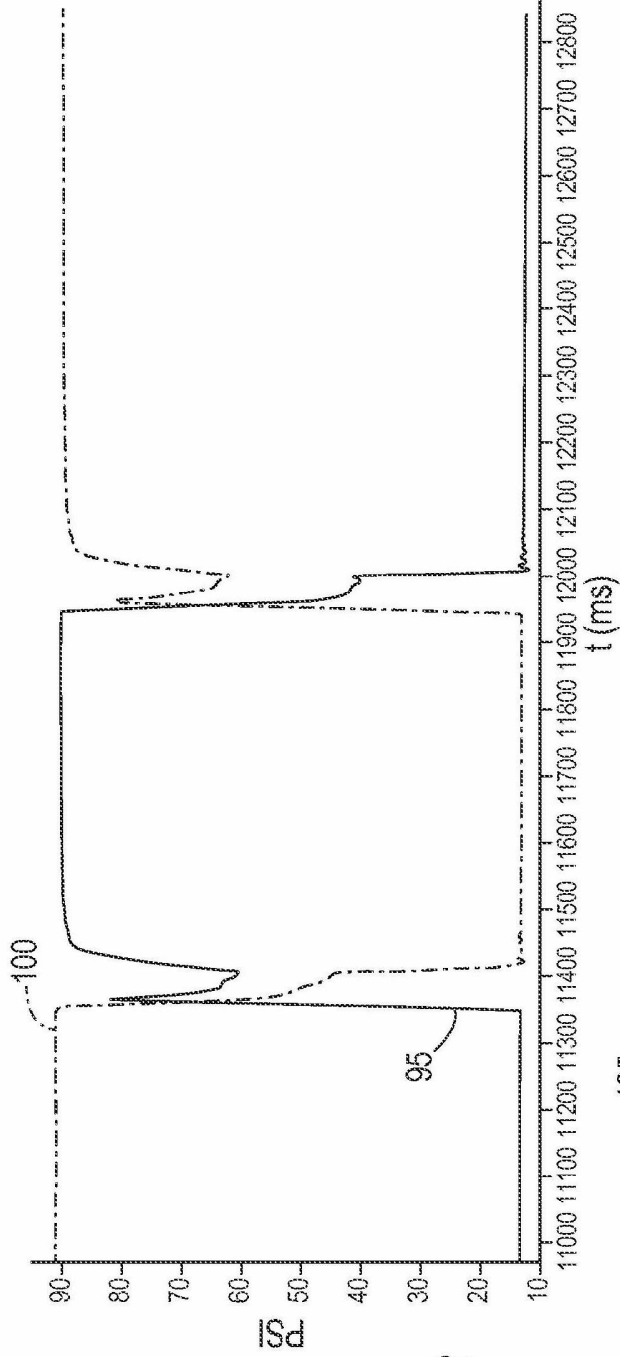


FIG. 2

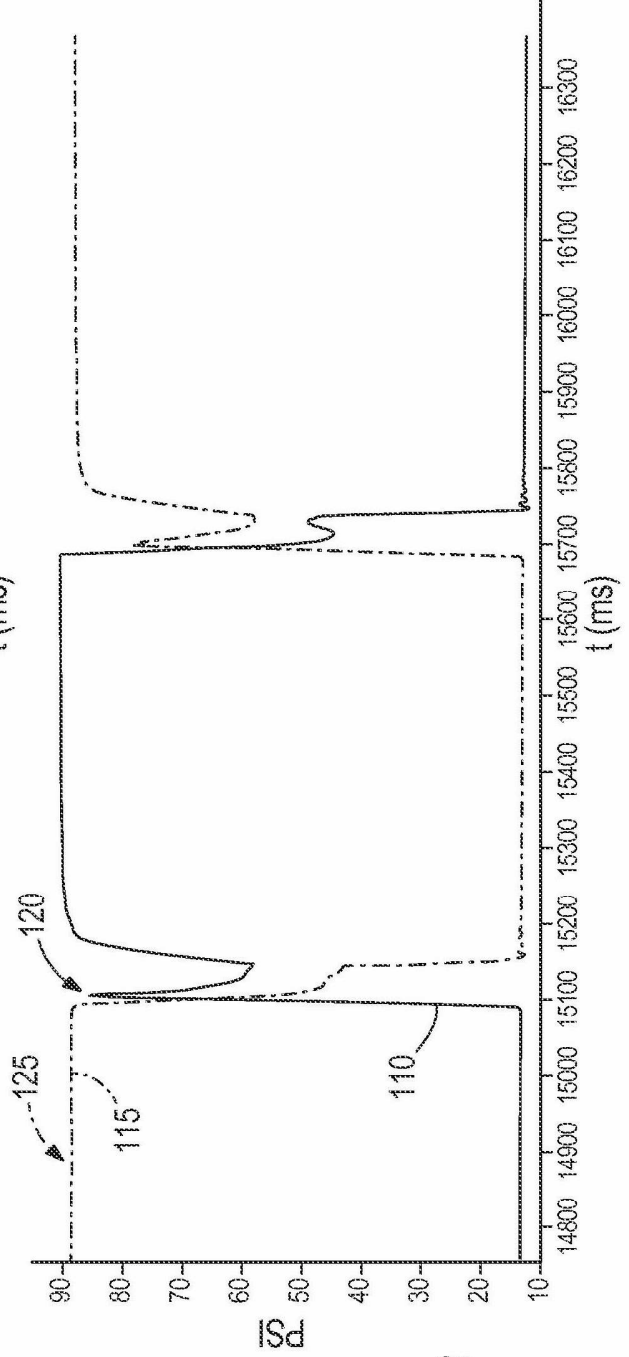


FIG. 3

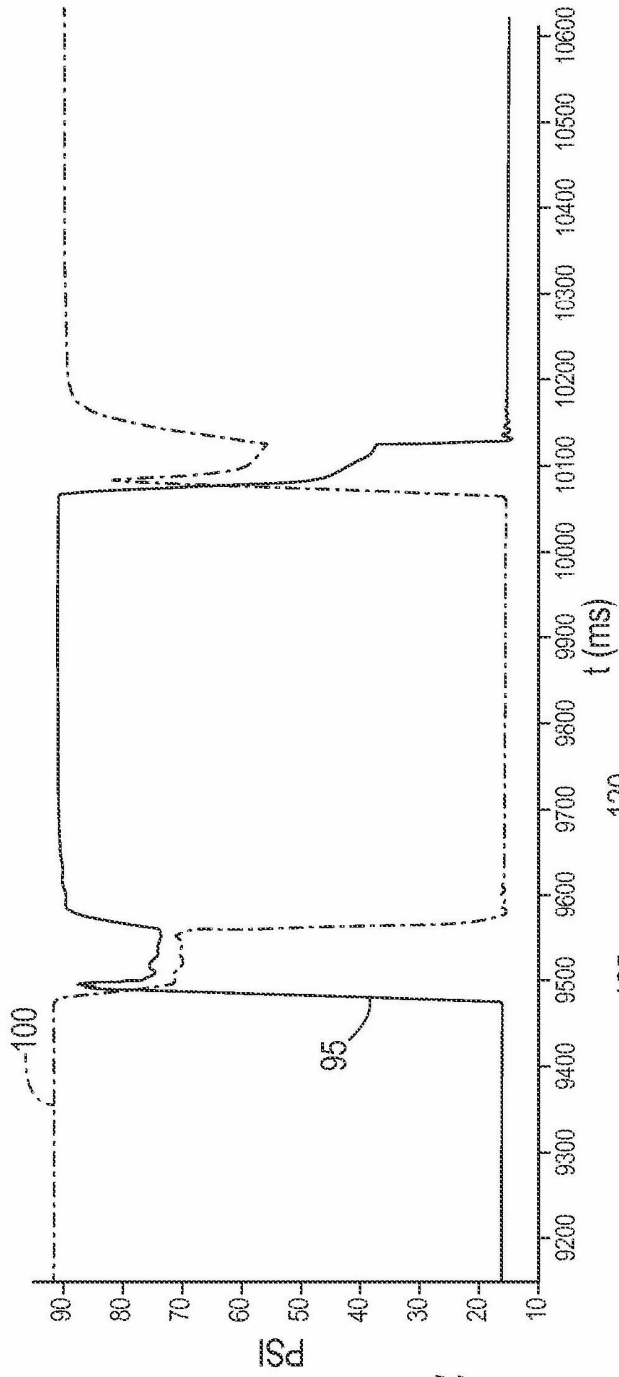


FIG. 4

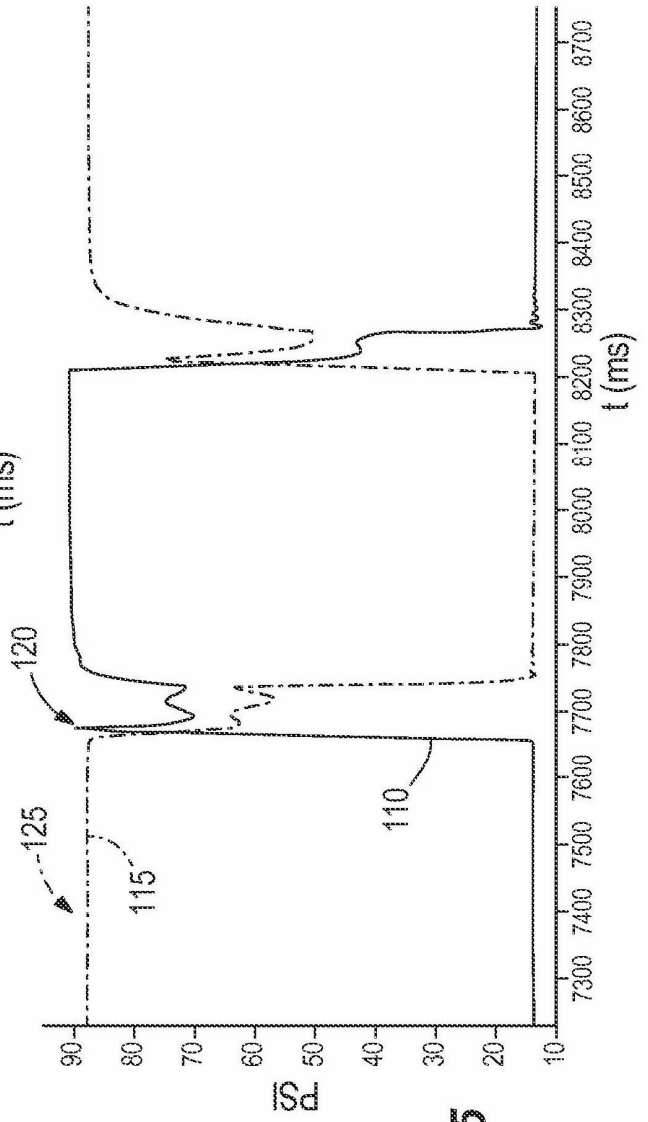


FIG. 5

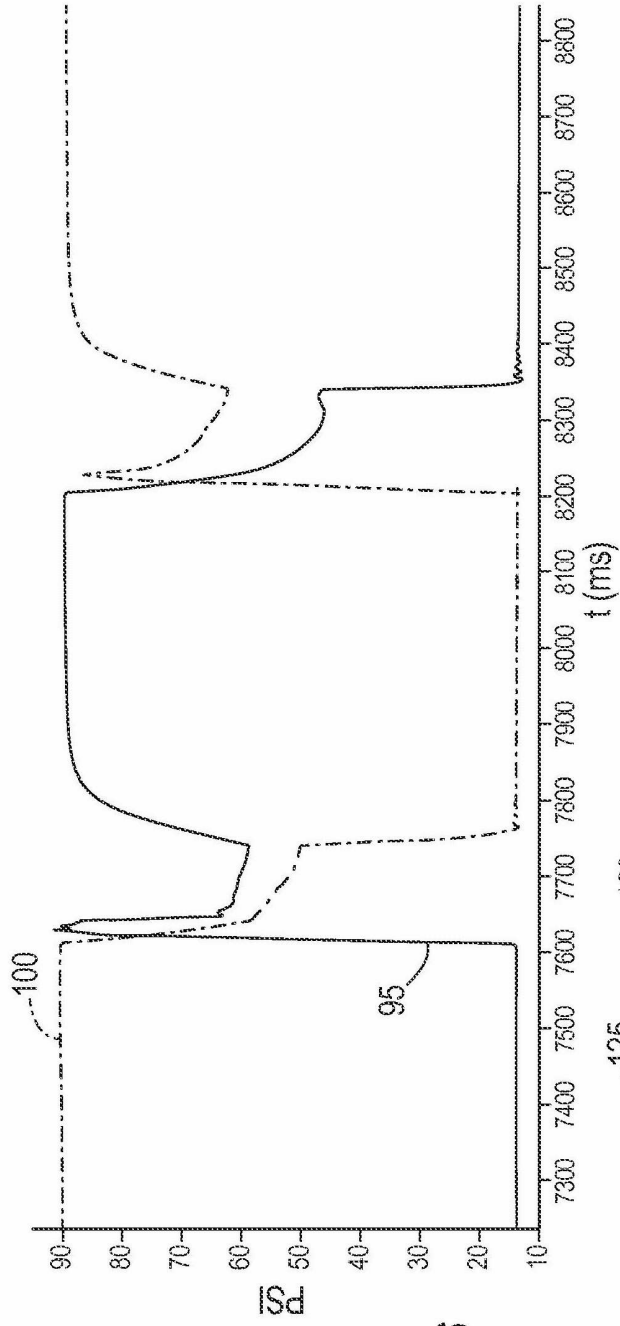


FIG. 6

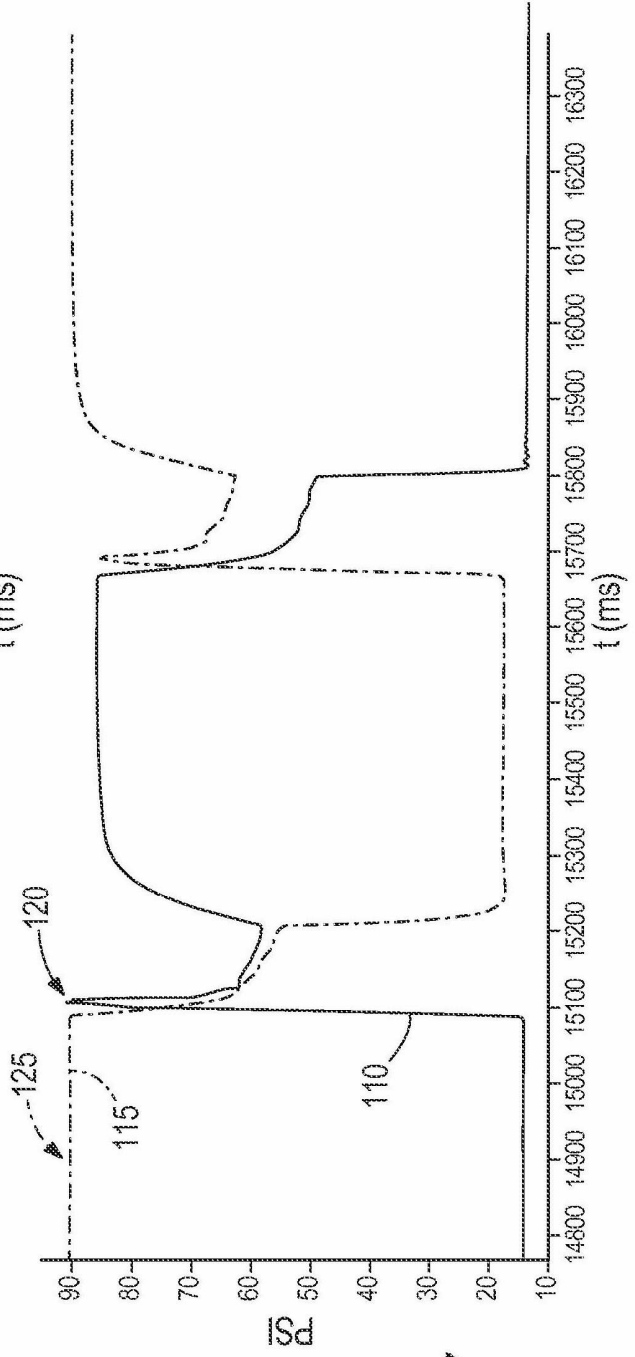


FIG. 7

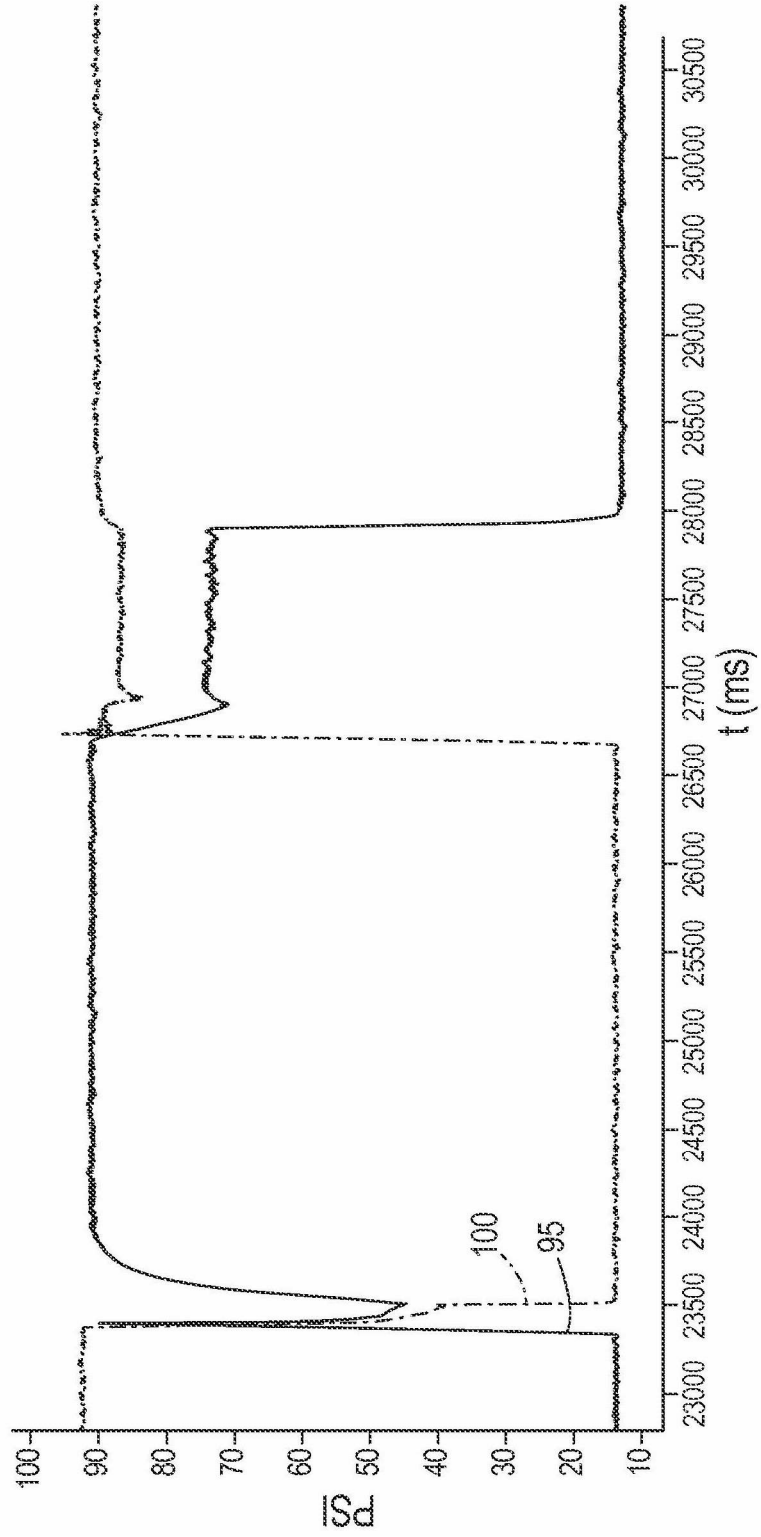
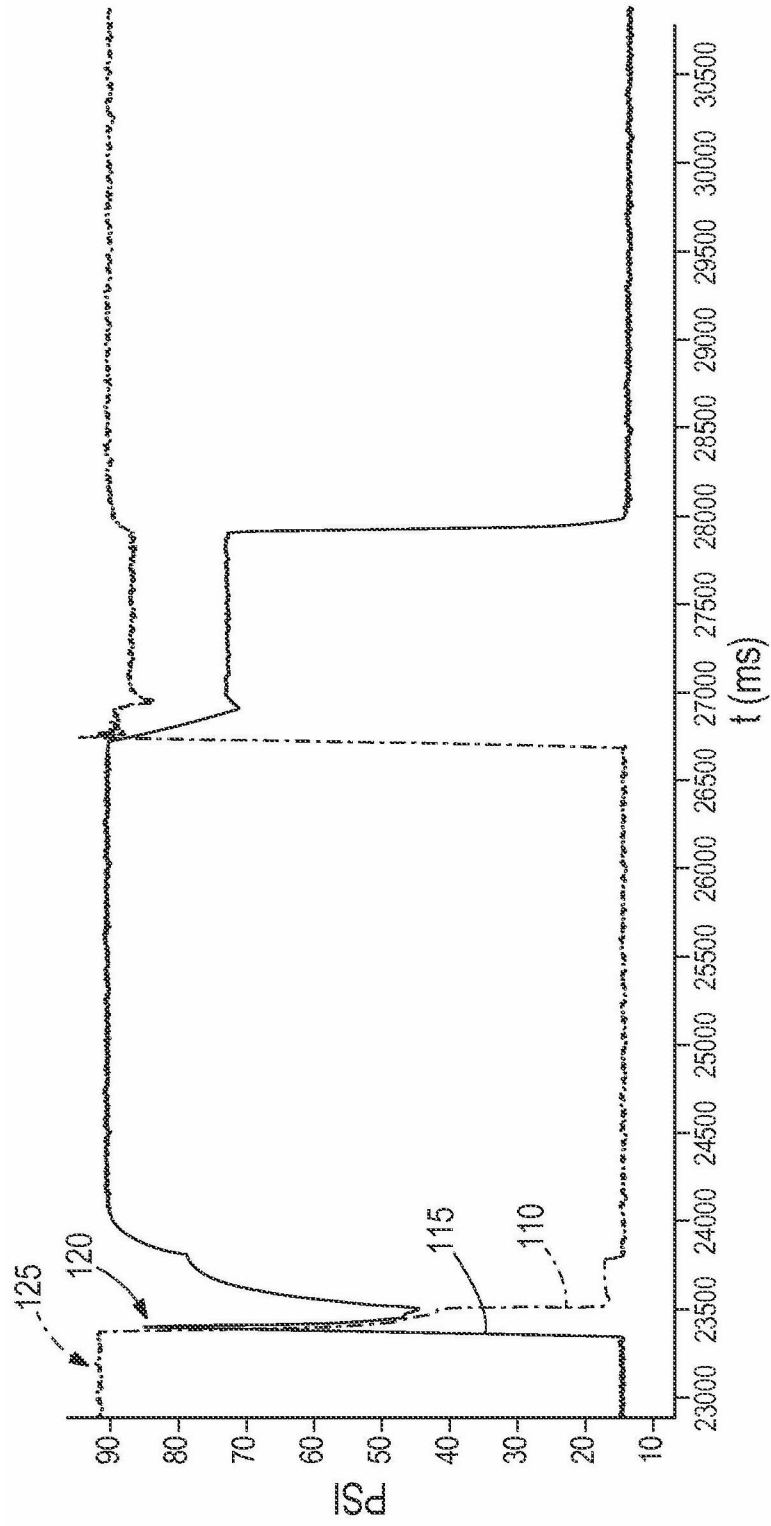
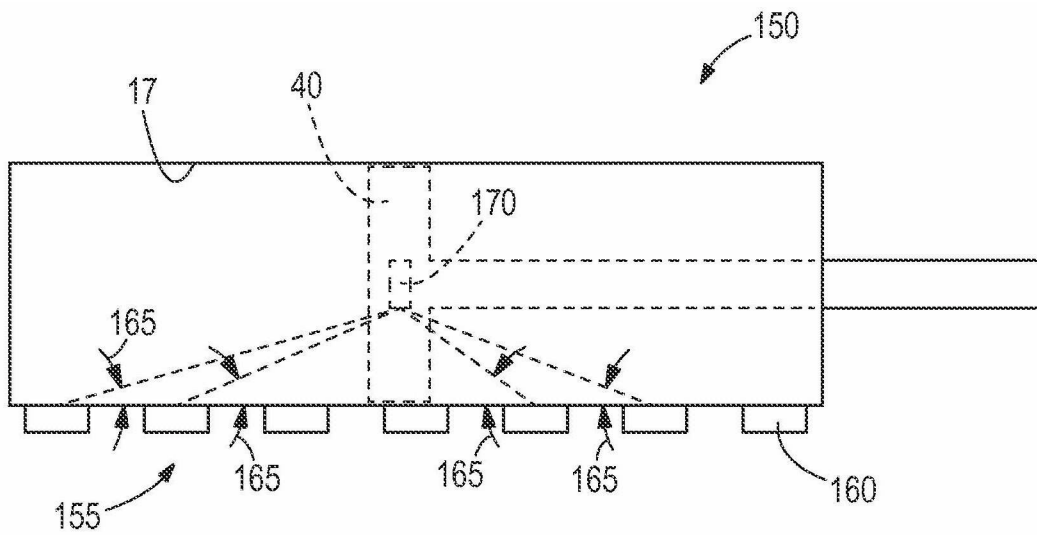


FIG. 8





**FIG. 9**



**FIG. 10**

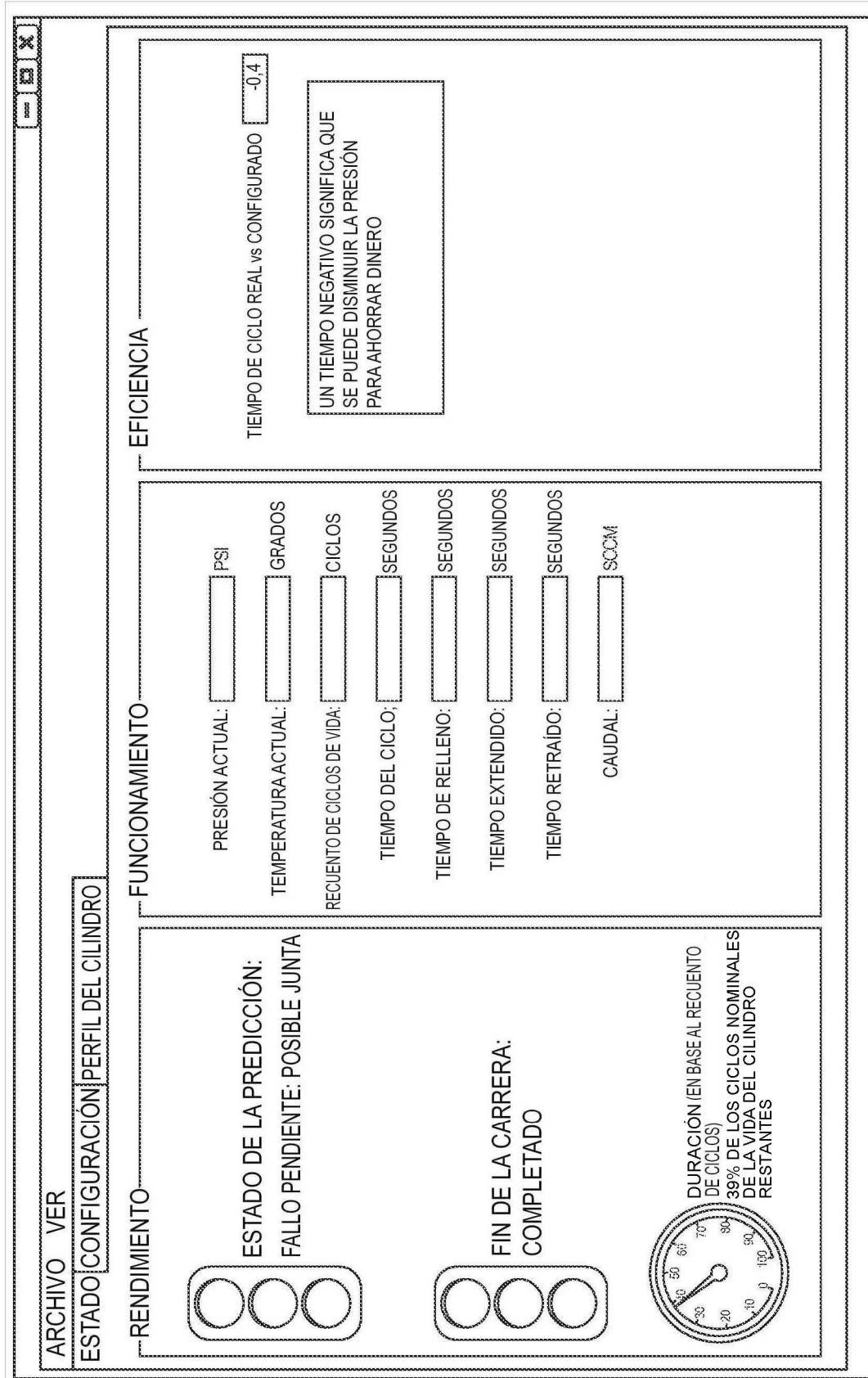


FIG. 12

ARCHIVO VER

ESTADO CONFIGURACIÓN PERFIL DEL CILINDRO

CILINDRO

DETALLES:

TAMAÑO DEL ORIFICIO (PULGADAS)

LONGITUD DE LA CARRERA:

RECUENTO DE CICLOS TOTALES:

ETAPAS DEL MODO DE APRENDIZAJE

1) CICLO CON LA PRESIÓN MÁS ALTA

2)

3) CICLO CON LA PRESIÓN MÁS BAJA

4)

ALARMAS

	ALTA	BAJA	¿ACTIVO?
PRESIÓN:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
TEMPERATURA:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
TIEMPO DEL CICLO:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
TIEMPO DE RELLENO:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
TIEMPO EXTENDIDO:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
TIEMPO RETRAÍDO:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
CAUDAL:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>
CICLOS DE VIDA:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/>

OTROS

ACTUALIZACIÓN DE FIRMWARE:

FIG. 13

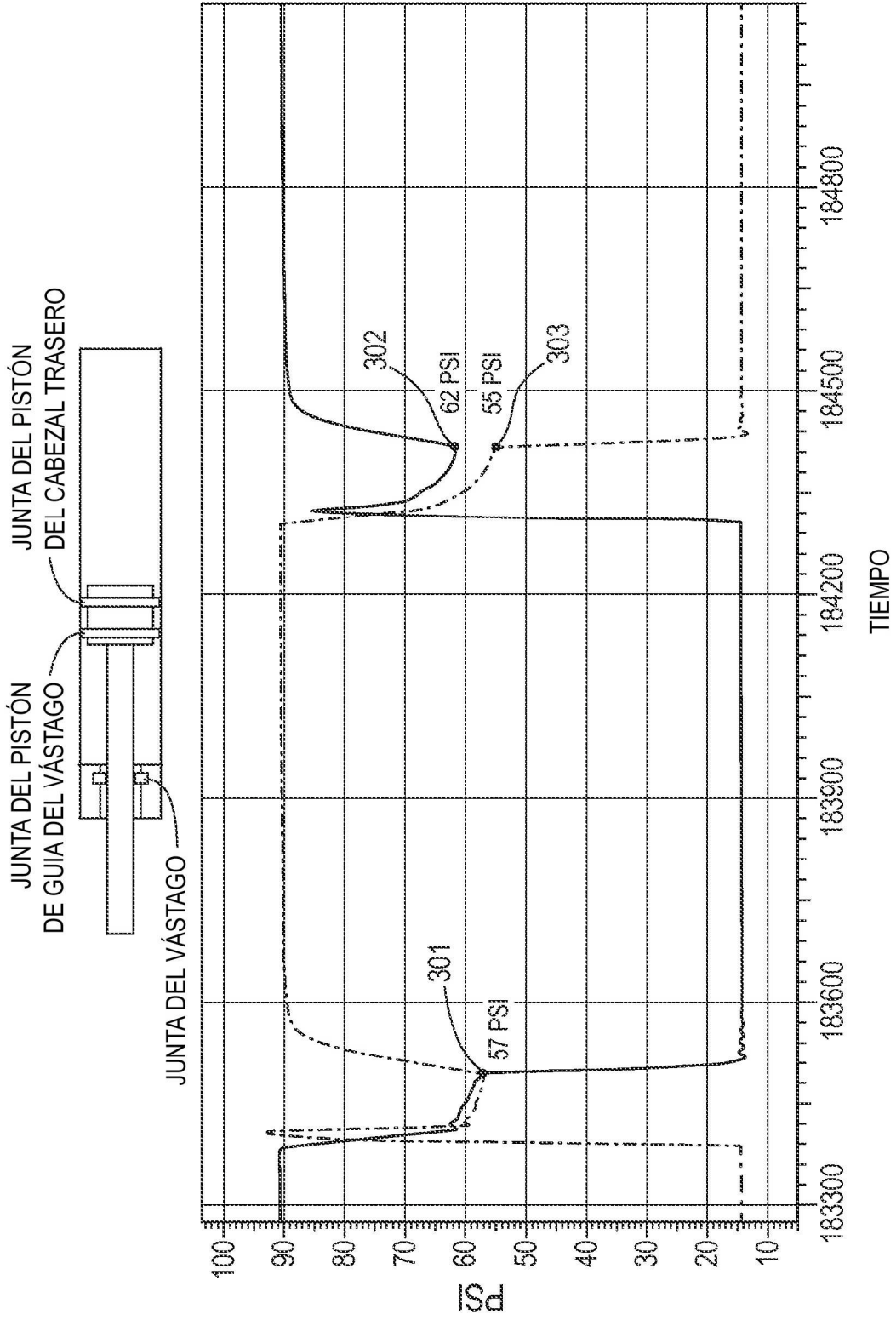


FIG. 14

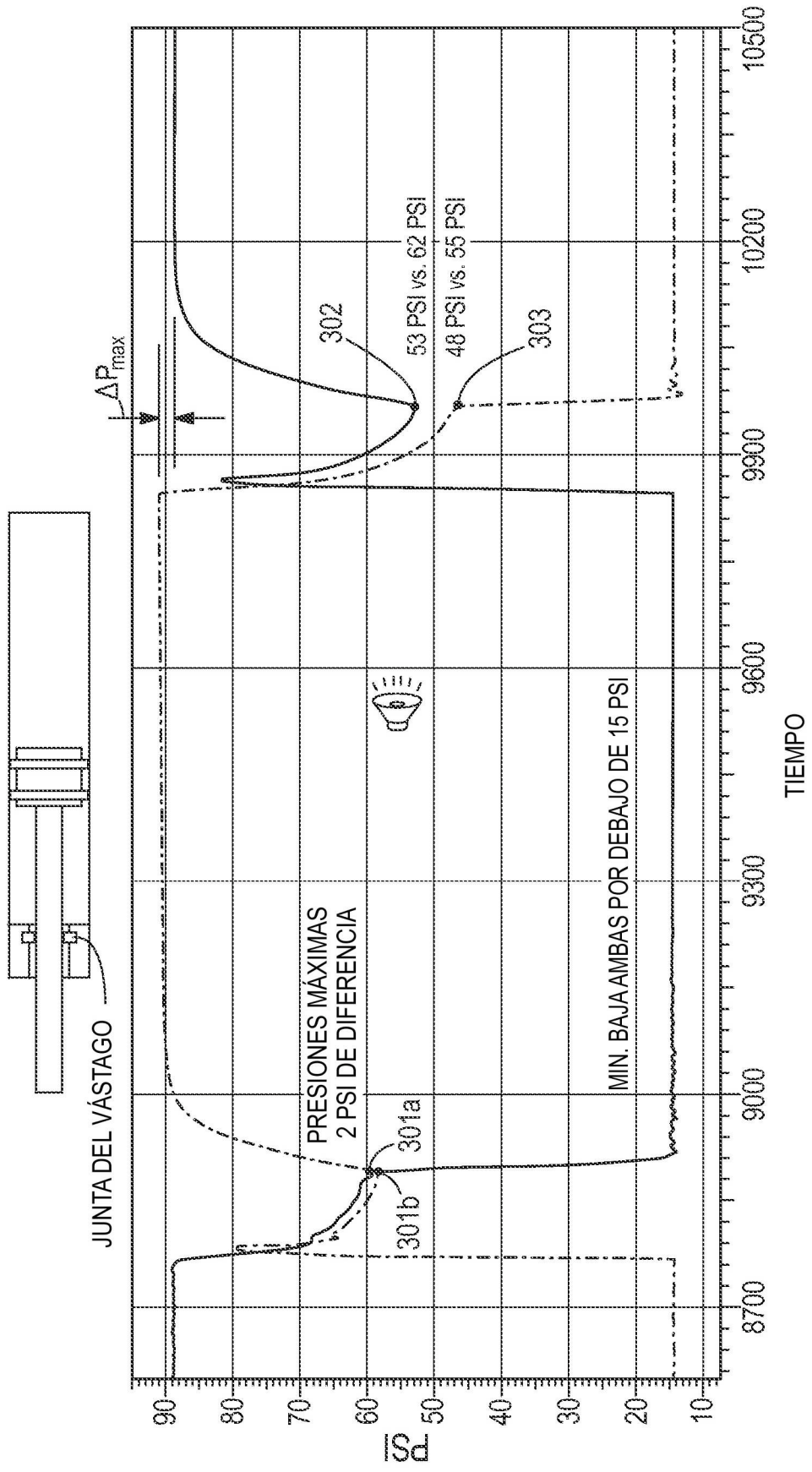


FIG. 15



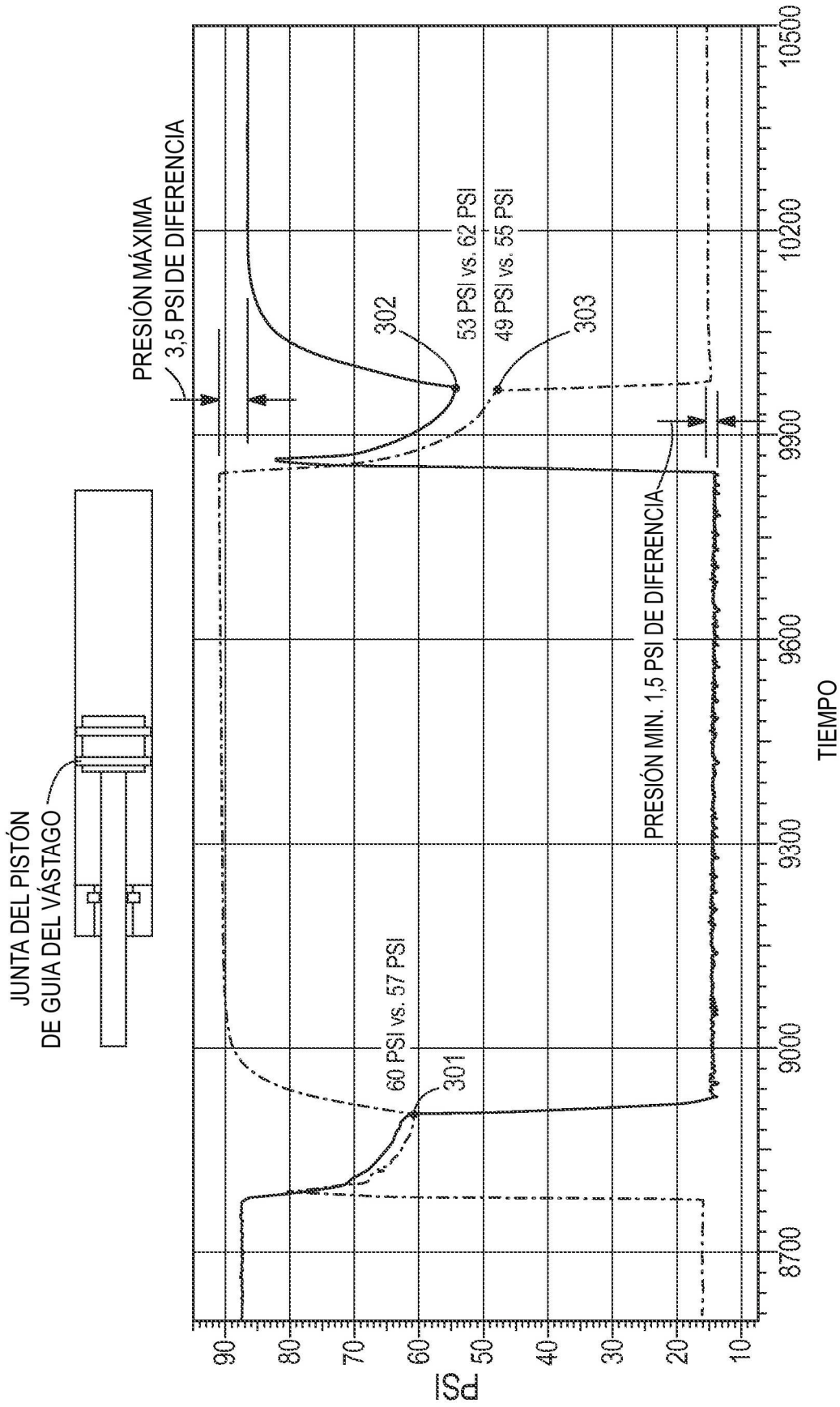


FIG. 16

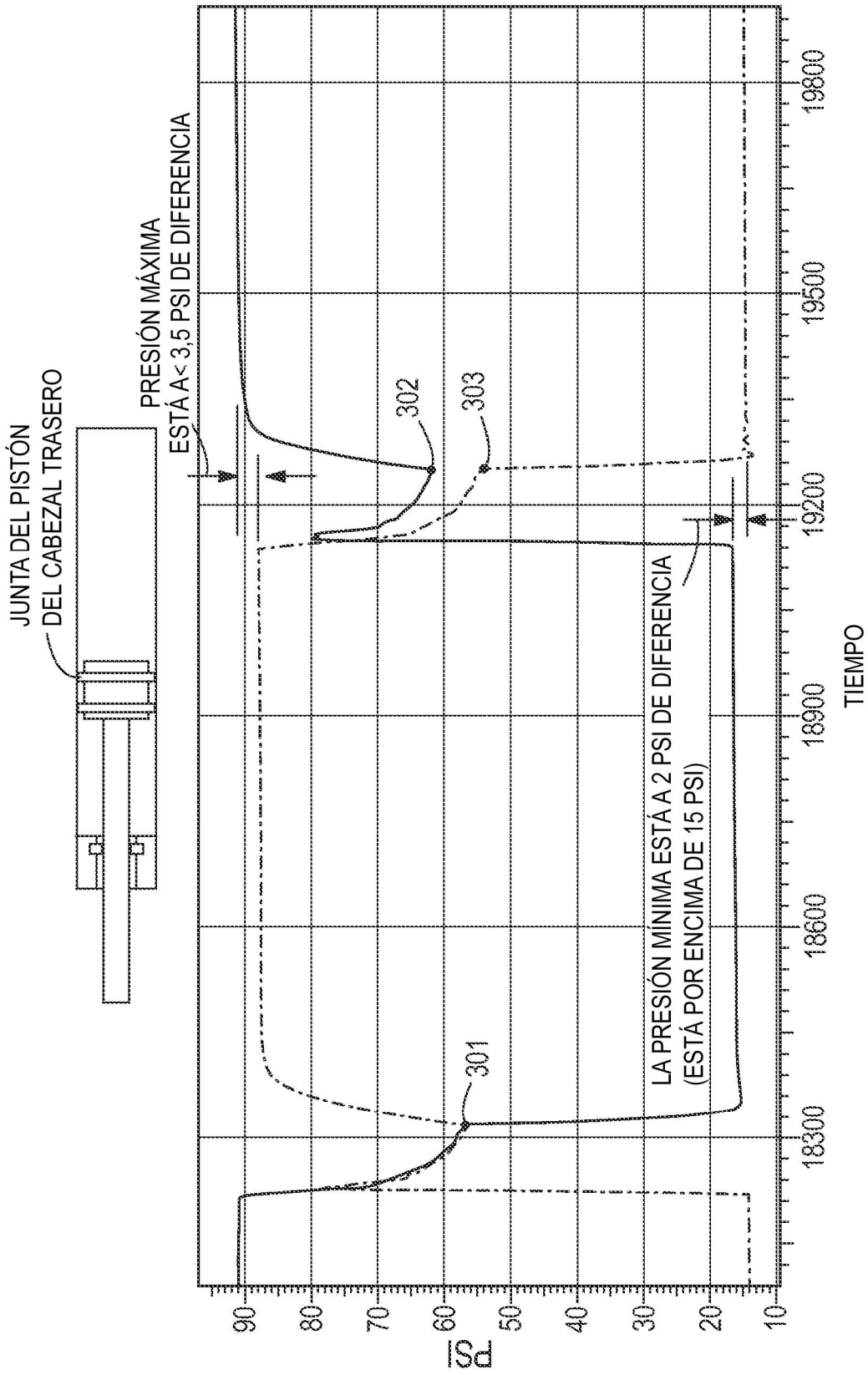


FIG. 17



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

10

• US 61636431

• WO 9802664 A