

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 845 549**

51 Int. Cl.:

G01F 23/22 (2006.01)

G01N 33/46 (2006.01)

G01F 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2016** **E 18195945 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2020** **EP 3460421**

54 Título: **Conjunto de indicador de nivel de sólidos**

30 Prioridad:

05.03.2015 US 201562128580 P

02.03.2016 US 201615058734

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.07.2021

73 Titular/es:

ANDRITZ INC. (100.0%)
One Namic Place
Glens Falls, NY 12801, US

72 Inventor/es:

KAIPAINEN, VESA;
POPE, SCOTT ARTHUR y
VOGEL, KEITH

74 Agente/Representante:

ROMERAL CABEZA, Ángel

ES 2 845 549 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

Conjunto de indicador de nivel de sólidos

5 Antecedentes de la invención

1. Campo técnico

La presente divulgación se refiere en general a un conjunto para determinar el nivel de partículas sólidas en un recipiente, incluyendo recipientes de almacenamiento tales como silos y contenedores de astillas, así como recipientes de procesamiento tales como digestores químicos y recipientes de impregnación. La presente divulgación se refiere más en particular a un método y un sistema para detectar el nivel de astillas de madera u otra biomasa usada en la fabricación de pasta de papel u otros productos a partir de biomasa lignocelulósica.

15 2. Técnica relacionada

La presente divulgación describe un indicador de nivel de sólidos. Aunque el indicador de nivel de sólidos puede usarse en procedimientos o industrias que implican el movimiento de sólidos o fluidos o tanto de sólidos como de fluidos a través de un recipiente, los ejemplos posteriores pueden referirse a contenedores de astillas, recipientes de impregnación y digestores continuos usados en la industria de pasta y papel.

Los operadores de los molinos usan indicadores mecánicos de nivel de sólidos en recipientes de almacenamiento tales como silos, contenedores de almacenamiento, tuberías y recipientes de tratamiento tales como digestores químicos y recipientes de impregnación para estimar la altura de la pila de sólidos dentro del recipiente. Por ejemplo, en la industria de pasta y papel, los operadores de los molinos pueden usar uno o más digestores químicos continuos para producir pasta. Los digestores continuos tienden a ser recipientes de reactor grandes, orientados en vertical, que se elevan sobre un molino de pasta. Estos digestores usan licores cáusticos para descomponer el material lignocelulósico pretratado para dar pasta de papel y subproductos. Aunque los métodos varían, los operadores generalmente alimentan sólidos tales como astillas de madera banda u otro material lignocelulósico en la parte superior de un digestor continuo. En general, el digestor continuo es o bien un digestor continuo de fase de vapor o bien un digestor continuo de fase hidráulica.

Dentro de un digestor continuo de fase de vapor, las astillas se acumulan en una pila cónica. La pila cónica se hunde gradualmente por su propio peso en un fango de licor cáustico y proto-pasta. El licor cáustico desnaturaliza la lignina, una proteína en las astillas de madera que de manera natural mantiene unidas las fibras celulósicas. A medida que la propia proteína se disuelve en el licor, las fibras celulósicas de la astilla de madera se disgregan para dar una proto-pasta viscosa. El licor y la proto-pasta rezuman lentamente a lo largo del recipiente vertical hasta que el licor y la proto-pasta alcanzan un puerto de salida en la parte inferior del digestor continuo. En la parte inferior, los operadores bombean la proto-pasta al equipo aguas abajo para su procesamiento y limpieza adicionales. En los digestores continuos de fase hidráulica, el nivel de licor generalmente supera el nivel de astillas. Los indicadores mecánicos de sólidos permiten que los operadores calculen el nivel superior de las astillas y de ese modo monitoricen la producción de pasta y controlen la velocidad a la que nuevas astillas entran en el recipiente.

Los indicadores mecánicos de nivel habituales tienen generalmente un eje dispuesto en un alojamiento de eje que se extiende a través de una tubería en la pared del recipiente. El alojamiento de eje tiene un extremo exterior atornillado a la pared del recipiente. De este modo, el alojamiento de eje generalmente resiste el movimiento de torsión. El eje puede ser hueco y está dispuesto dentro del alojamiento de eje. La parte hueca del eje puede alojar un sensor tal como se muestra en la patente estadounidense n.º 3.971.254. El sensor normalmente es una galga extensiométrica. El extremo interior del alojamiento de eje normalmente tiene una paleta que se extiende generalmente en perpendicular a la longitud del alojamiento de eje y la paleta se orienta normalmente de manera transversal con respecto a la dirección en la que fluyen los sólidos. Es decir, una sola paleta se extiende generalmente desde el lado del alojamiento de eje y atraviesa la trayectoria de los sólidos que habitualmente se mueven hacia abajo. A medida que los sólidos se mueven a través de un recipiente, los sólidos ejercen una fuerza sobre la paleta. La paleta, que está conectada al lado del alojamiento de eje, transforma la fuerza hacia abajo de las partículas sólidas en una fuerza de torsión. El eje dentro del alojamiento de eje, que está en comunicación de torsión con la paleta, comunica la fuerza de torsión a una galga extensiométrica o a otros sensores ubicados dentro del eje.

Aunque el eje puede rotar de manera visible o no, los sensores miden la fuerza de torsión (por ejemplo, la fuerza torsional) y el esfuerzo cortante en el eje. El grado en que las partículas sólidas imparten fuerza de torsión y crean esfuerzo cortante en el alojamiento de eje y el eje puede usarse para determinar la masa de sólidos por encima de la paleta. La masa, junto con la densidad conocida de los sólidos puede usarse para calcular la posición del nivel superior de la pila de sólidos. Además, en los recipientes de almacenamiento y los recipientes de tratamiento, pueden disponerse indicadores de nivel de sólidos a varias elevaciones a lo largo de la altura del recipiente.

El documento US 2.698.362 también forma parte de la técnica anterior.

Los indicadores de nivel de sólidos también pueden tener pasadores de seguridad, que se extienden a través del alojamiento de eje hacia el eje. Estos pasadores de seguridad generalmente impiden que el eje rote dentro del alojamiento de eje. Los pasadores de seguridad generalmente soportan menos fuerza de torsión que la paleta o el propio eje. Si el esfuerzo de torsión sobre la paleta y el eje se vuelve excesivo, los pasadores de seguridad normalmente se rompen antes de que se rompa la paleta o el eje. Cuando un pasador de seguridad se rompe, la paleta rota hacia abajo hasta una posición vertical neutra. Es decir, la paleta ya no atraviesa la trayectoria de las partículas sólidas. Aunque esto protege la paleta, una paleta en la posición neutra ya no puede detectar la fuerza hacia abajo de las astillas y por tanto ya no puede medir el nivel de astillas. Aunque generalmente es satisfactorio, este diseño tiene varios inconvenientes.

Si el indicador de nivel de sólidos se usa en un digestor, recipiente de impregnación u otro recipiente de tratamiento que opera a alta temperatura y presión, la alta temperatura puede dañar los sensores electrónicos dentro del eje hueco y la temperatura puede hacer que el indicador de nivel de sólidos se expanda de manera desigual. La expansión desigual puede alterar las lecturas. Adicionalmente, los fabricantes generalmente laminan múltiples sensores dentro de la parte hueca del eje. Si la masa de los sólidos es suficientemente grande, las partículas sólidas pueden doblarse y distorsionar el eje hueco y el alojamiento de eje. Las pequeñas distorsiones en la rectitud del eje pueden desalojar o dañar los sensores, haciendo de ese modo que el indicador de nivel de sólidos no funcione. La distorsión del eje puede distorsionar adicionalmente la paleta. La laminación de estos sensores o la reparación de estos sensores requiere precisión y el esfuerzo de un trabajador cualificado en un entorno de temperatura controlada.

La extracción de un indicador de nivel de sólidos de un recipiente de tratamiento activo expondría a un operador a condiciones de procedimiento fluctuantes e inseguras. Por estos motivos, estos sensores generalmente no pueden instalarse en el sitio del molino en un recipiente de tratamiento activo tal como un digestor continuo o un recipiente de impregnación. Como resultado, el operador del molino generalmente desconecta el molino antes de extraer y reemplazar los indicadores de nivel de sólidos dañados. Si el operador del molino no tiene indicadores de nivel de sólidos de repuesto disponibles, el operador envía los indicadores de nivel de sólidos rotos al fabricante para que los restaure. El reemplazo de los sensores y el pretratamiento de los indicadores de nivel de sólidos para proteger los indicadores de nivel de sólidos de las condiciones de procedimiento (tal como el licor cáustico, las altas temperaturas y el vapor corrosivo) pueden añadir semanas a la desconexión, lo que da como resultado la pérdida de producción y la reducción de horas de trabajo para los empleados del molino.

Para evitar algunos de estos problemas, los fabricantes desarrollaron indicadores de nivel de sólidos con sensores magnéticos fijados a los extremos exteriores del alojamiento de eje y el eje tal como el representado en la patente estadounidense n.º 4.964.301. Sin embargo, para obtener lecturas precisas, todo el indicador de nivel de sólidos tenía que diseñarse con precisión para las condiciones de funcionamiento de un digestor continuo particular. Por ejemplo, la longitud y el grosor del alojamiento de eje y el eje variarían dependiendo de si el digestor era un digestor de fase de vapor o un digestor de fase hidráulica. Adicionalmente, el área de la paleta variaría dependiendo, no sólo del tipo de digestor, sino también de la ubicación del indicador de nivel de sólidos dentro del digestor. Por ejemplo, si se imagina un digestor de fase de vapor y un digestor de fase hidráulica que tienen sustancialmente la misma capacidad de funcionamiento, entonces el área de las paletas del digestor de fase hidráulica generalmente es mayor que el área de las paletas de los digestores de fase de vapor. Las astillas en un digestor de fase hidráulica se suspenden en líquido y por tanto generalmente ejercen menos fuerza sobre las paletas; las paletas generalmente tienen una mayor superficie para compensar. Sin embargo, los operadores de los molinos tienden a usar placas de digestor de fase hidráulica en las zonas de procedimiento media e inferior de los digestores de fase de vapor porque notan que el nivel de licor puede elevarse en estas zonas de procedimiento. Desgraciadamente, el nivel de licor en los digestores de fase de vapor puede fluctuar y volver por debajo del indicador de nivel de sólidos en las zonas de procedimiento media e inferior. Cuando el licor cae por debajo de estos indicadores de nivel de sólidos, el licor ya no compensa el peso de las astillas, y las astillas pueden empujar sobre las paletas de gran área con un exceso de fuerza. El exceso de peso puede superar las cargas para las que están diseñadas las paletas, lo que rompe los pasadores de seguridad. Como resultado, la paleta en el indicador de nivel de sólidos rota 90 grados hasta una posición en la que la paleta ya no atraviesa la trayectoria de los sólidos. De este modo, el indicador de nivel de sólidos puede protegerse pero deja de ser funcional.

Los indicadores de nivel de sólidos inactivos reducen la precisión de las mediciones del nivel superior. En la medida en que los operadores extrapolan otras condiciones de procedimiento a partir de los datos del nivel superior, las imprecisiones del nivel superior pueden reducir la precisión de otras mediciones del procedimiento. A su vez, esto puede aumentar el riesgo de que una regulación inadecuada de los procedimientos cree peligros para la seguridad, o la pérdida de producción debido a la desconexión para mantenimiento prematura.

Por consiguiente, existe una necesidad desde hace mucho tiempo de tener un indicador de nivel de sólidos que pueda proporcionar mediciones de nivel precisas dentro de un recipiente a la vez que se superan las limitaciones de la técnica anterior.

Sumario de la invención

En vista de lo anterior, la presente invención proporciona un conjunto de indicador de nivel de sólidos tal como se

indica en la reivindicación independiente adjunta 1. El problema de pérdida de producción debido a la restauración del eje hueco y los sensores de indicadores de nivel de sólidos convencionales se mitiga mediante el uso de uno o más indicadores de nivel de sólidos que tienen un sensor externo modular unido al extremo exterior de un eje de torsión sólido, en el que el sensor externo modular tiene un extremo rotatorio que se comunica en torsión con el extremo exterior de eje y un extremo estacionario conectado a una estructura de soporte estacionaria, y en el que el sensor externo modular está configurado para retirarse, de manera que la retirada y el reemplazo del sensor externo modular no requiera retirar el eje de torsión sólido del recipiente.

Un indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo puede soportar una fuerza hacia abajo en un intervalo de entre aproximadamente 500 Newton-metro (Nm) hasta aproximadamente 7500 Nm. Anteriormente, los operadores usaban diferentes tamaños de pala para los diferentes indicadores de nivel de sólidos dispuestos en el recipiente o cambiaban el tamaño de las paletas dependiendo de la carga que se esperaba que experimentara la paleta. Esto requería retirar el eje de torsión del recipiente para acceder a la paleta en el extremo interior de eje. El solicitante ha reconocido que la fuerza que puede soportar un indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo depende de la densidad de las astillas y de si la biomasa en el recipiente está por debajo del nivel de licor o por encima del nivel de licor.

Para mitigar el problema del fallo de la paleta debido a la carga desigual de sólidos, incluyendo la carga desigual de sólidos que resulta de diferentes tamaños de paleta y el nivel desigual de licor en los digestores químicos, el solicitante divulga un indicador de nivel de sólidos que comprende un resorte de torsión en comunicación de torsión con el eje de torsión sólido, en el que el resorte de torsión tiene un primer extremo de resorte en comunicación de torsión con el eje de torsión y un segundo extremo de resorte dispuesto distalmente desde el primer extremo de resorte, por lo que el segundo extremo de resorte se engancha de manera fija a una estructura de soporte o a un alojamiento de eje, de manera que el resorte de torsión almacena un exceso de fuerza de torsión procedente del eje de torsión. El resorte de torsión puede estar configurado además para proporcionar una fuerza de torsión al eje de torsión en un sentido opuesto al sentido de la fuerza de torsión ejercida sobre la paleta por la masa de los sólidos, devolviendo automáticamente de ese modo la paleta a la posición lista para la medición. De este modo, el resorte de torsión puede garantizar que la cantidad de área superficial de la paleta expuesta a la masa de los sólidos es proporcional a la cantidad de fuerza hacia abajo que ejercen los sólidos sobre la paleta. Según esta divulgación, un indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo con un resorte de torsión puede permitir que los operadores usen un tamaño de paleta para cada indicador de nivel de sólidos que se extiende hasta un recipiente, independientemente de dónde estén ubicados los indicadores de nivel de sólidos a lo largo de la altura del recipiente. De este modo, las realizaciones a modo de ejemplo reducen la necesidad de que los operadores retiren el eje de torsión para acceder a la paleta.

Un objeto adicional de la presente divulgación es permitir que los operadores accedan fácilmente al resorte de torsión mientras que el recipiente está en funcionamiento para permitir que los operadores de las fábricas de pasta reemplacen o recalibren el resorte de torsión según sea necesario.

Un objeto adicional de la presente divulgación es permitir que los operadores ajusten el ángulo en el que la paleta del indicador de nivel de sólidos atraviesa la trayectoria de los sólidos en movimiento mientras que el recipiente, en particular un digestor químico, está en funcionamiento y de ese modo permitir que los operadores prolonguen la vida útil de los indicadores de nivel de sólidos al responder a condiciones de funcionamiento fluctuantes.

Un objeto adicional de la presente divulgación es calibrar múltiples conjuntos de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo dispuestos a diversas alturas verticales en un recipiente para adaptarse a las condiciones de funcionamiento de un recipiente particular.

El indicador de nivel de sólidos puede comprender además un tapón de inserción con múltiples perforaciones dispuestas a intervalos alrededor del tapón de inserción. El tapón de inserción se comunica en torsión con el eje de torsión y un pasador de seguridad se extiende a través de una estructura de soporte hacia el tapón de inserción para orientar el tapón de inserción. La orientación del tapón de inserción corresponde a un ángulo de desviación de la paleta medido desde una línea horizontal que biseca el eje de torsión. Los operadores pueden retirar el pasador de seguridad, rotar el tapón de inserción a una perforación posterior para cambiar el ángulo de desviación de la paleta antes de devolver el pasador de seguridad a la estructura de soporte y la perforación posterior para sujetar el tapón de inserción en una nueva orientación, cambiando de ese modo el ángulo de desviación de la paleta. El tapón de inserción con múltiples perforaciones puede permitir que los operadores usen una paleta de un solo tamaño a diferentes elevaciones a lo largo de la altura del recipiente.

Un objeto de la presente divulgación es usar un eje de torsión sólido más fuerte que no tenga los mismos puntos de fallo que los ejes huecos anteriores, teniendo los ejes huecos anteriores sensores internos y una construcción más compleja. Como resultado, un sensor a modo de ejemplo puede ser menos sensible al calor y a las condiciones internas del recipiente. Un sensor externo modular a modo de ejemplo puede ser más pequeño que los diseños convencionales, de manera que el sensor externo modular a modo de ejemplo puede ser ligero y puede almacenarse usando menos espacio que los sensores anteriores. Puede usarse un eje de torsión hueco en lugar de un eje de torsión sólido.

También es un objeto de la presente divulgación poder usar alojamientos de eje existentes en recipientes y configurar

el extremo exterior del eje para aceptar un sensor externo. El eje puede mecanizarse, imprimirse, forjarse, prensarse o fabricarse mediante otro medio usado comúnmente en la industria. Un indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo puede estar compuesto por materiales adecuados incluyendo los tipos 316L y 1.4462 (acero inoxidable dúplex).

La estructura de soporte estacionaria puede incluir brazos de montaje montados en el recipiente y configurados para mantener el extremo estacionario del sensor externo modular en su sitio. El sensor externo modular puede estar configurado para medir la desviación entre el extremo rotatorio del sensor externo y el extremo estacionario del sensor externo. Puede comprender además pasadores de seguridad que se extienden a través de la estructura de soporte y hacia un tapón de inserción o el alojamiento de eje.

Según la presente invención se emplea un resorte de torsión que se libera si la fuerza de torsión supera un umbral predeterminado. El uso de una construcción accionada por resorte de torsión puede permitir que los operadores usen una paleta de un solo tamaño a diferentes elevaciones a lo largo del recipiente. La medición de la torsión generalmente es logarítmica, por tanto; el uso de un tamaño de paleta uniforme puede permitir un área de medición significativamente más amplia con respecto a los diseños existentes. Otro indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo puede usar la medición de ángulos en lugar de una medición de la torsión. Aún otros indicadores de nivel de sólidos a modo de ejemplo pueden usar una combinación de medición de ángulo y de torsión. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, el sensor externo modular puede ser un sensor piezoeléctrico.

El indicador de nivel de sólidos puede usarse en recipientes que contienen partículas sólidas o sólidos suspendidos en o presentes de otro modo con líquido. El indicador de nivel de sólidos puede usarse en contenedores de astillas, digestores continuos, recipientes de impregnación, silos, tuberías, y otros recipientes de contención y tratamiento para partículas sólidas, incluyendo material lignocelulósico. Los indicadores de nivel de sólidos pueden disponerse en múltiples elevaciones y ubicaciones dentro del recipiente.

Breve descripción de los dibujos

Lo anterior resultará evidente a partir de la siguiente descripción más particular de realizaciones a modo de ejemplo de la divulgación, tal como se ilustra en los dibujos adjuntos en los que caracteres de referencia iguales se refieren a las mismas partes a lo largo de las diferentes vistas. Los dibujos no son necesariamente a escala, haciéndose hincapié en cambio en ilustrar las realizaciones divulgadas.

La figura 1 representa una vista en sección transversal de un conjunto de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo que tiene un sensor externo modular desmontable con un extremo rotatorio unido al extremo exterior del eje de torsión sólido y un extremo estacionario enganchado en torsión a un tapón de inserción sujeto mediante brazos de montaje de una estructura de soporte.

La figura 2 es una vista frontal orientada hacia el recipiente del conjunto de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo que tiene brazos de montaje.

La figura 3 ilustra un conjunto de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo que tiene un sensor externo modular, que está configurado para retirarse y que está soportado por brazos de montaje enganchados a una pared de recipiente desde una vista frontal orientada hacia el recipiente.

La figura 4 muestra pasadores de seguridad que se extienden a través del segundo extremo de los brazos de montaje y hacia el tapón de inserción en una vista frontal en sección transversal.

La figura 5 es una vista en perspectiva de un conjunto de indicador de nivel de sólidos según la presente invención que tiene un manguito de soporte en lugar de brazos de soporte y un resorte de torsión dispuesto alrededor del manguito de soporte.

La figura 6 ilustra una vista en sección transversal de un indicador de nivel de sólidos según la presente invención donde la estructura de soporte es un manguito de soporte y donde el indicador de nivel de sólidos comprende además un resorte de torsión dispuesto alrededor del manguito de soporte.

La figura 7 representa un conjunto de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo que tiene un manguito de soporte para una estructura de soporte, en el que el indicador de nivel de sólidos tiene un tapón de inserción con múltiples perforaciones en una vista en sección transversal.

La figura 8 es una vista frontal de un conjunto de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo que tiene un manguito de soporte y un tapón de inserción con múltiples perforaciones.

La figura 9A representa una vista lateral de un tapón de inserción con múltiples perforaciones a modo de ejemplo tal como se usa en las realizaciones mostradas en las figuras 7 y 8.

La figura 9B es una vista frontal en sección transversal de un tapón con múltiples perforaciones a modo de ejemplo tal como se muestra en las figuras 7 y 8.

Descripción detallada de la invención

La siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas se presenta sólo para fines ilustrativos y descriptivos y no se pretende que sea exhaustiva ni que limite el alcance de la invención. Las realizaciones se seleccionaron y se describieron para explicar mejor los principios de la invención y su aplicación práctica. Un experto habitual en la técnica reconocerá que pueden realizarse muchas variaciones a la invención divulgada en esta memoria descriptiva sin apartarse del alcance de la invención, que se define por las reivindicaciones adjuntas.

Los caracteres de referencia correspondientes indican partes correspondientes a lo largo de las diversas vistas. Aunque los dibujos representan realizaciones de diversas características y componentes según la presente divulgación, los dibujos no son necesariamente a escala y determinadas características pueden estar exageradas con el fin de ilustrar mejor las realizaciones de la presente divulgación.

La figura 1 es una vista lateral en sección transversal de un conjunto 100 de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo. La figura 1 representa un recipiente 105 que tiene una pared 107. Una brida 119 de montaje se extiende a través de la pared 107 para definir un conducto 125. El conducto 125 puede estar configurado para adaptarse a equipos de medición diferentes y, por tanto, el conducto 125 puede ser demasiado ancho para recibir un indicador 101 de nivel de sólidos a modo de ejemplo sin ayuda. Como resultado, un adaptador 113 de indicador puede extenderse a través del conducto 125. El adaptador 113 de indicador puede tener una brida 114 de adaptador de indicador dispuesta en la brida 119 de montaje. Uno o más elementos 115 de fijación u otros medios de fijación adecuados enganchan la brida 114 de adaptador de indicador a la brida 119 de montaje. El adaptador 113 de indicador define un conducto 131 de adaptador, que puede extenderse hacia el interior 103 del recipiente. El adaptador 113 de indicador puede comprender además un manguito 124 protector que se extiende sobre una tapa 108 de paleta en el indicador 101 de nivel de sólidos.

El alojamiento 126 de eje está dispuesto dentro del conducto 131 de adaptador. Elementos 115 de fijación u otros medios de fijación adecuados enganchan de manera rígida el alojamiento 126 de eje a la brida 114 de adaptador de indicador. De este modo, el alojamiento 126 de eje resiste un movimiento de torsión que resulta de la fuerza de torsión Δ comunicada a través del eje 120 de torsión. El alojamiento 126 de eje tiene un extremo 178 interior de alojamiento y un extremo 176 exterior de alojamiento. El extremo 176 exterior de alojamiento está dispuesto fuera del recipiente 105. Un eje 120 de torsión está dispuesto dentro del alojamiento 126 de eje. El eje 120 de torsión tiene un extremo 130 exterior de eje y un extremo 110 interior de eje. El sello 153 interior de eje proporciona enganche de sellado entre el extremo 178 interior de eje de alojamiento y el eje 120 de torsión. Puede disponerse un buje u otro cojinete (no representado) entre el sello 153 interior de eje y el extremo 178 interior de alojamiento. El sello 153 interior de eje puede comprender además mecanismos 185 de sellado, que pueden comprender juntas tóricas, sellos mecánicos, u otro sello adecuado configurado para aislar un lado de un componente del otro lado. De manera similar, el eje 120 de torsión tiene un sello 154 exterior de eje en el extremo 176 exterior de alojamiento. El sello 154 exterior de eje también puede comprender mecanismos 185 de sellado. El sello 154 exterior de eje proporciona enganche de sellado entre el extremo 176 exterior de alojamiento de eje y el eje 120 de torsión. La zona entre el sello 154 exterior de eje, el sello 153 interior de eje, el cuerpo del eje 120 de torsión y la pared interna del alojamiento 126 de eje define un canal 151 de grasa, que puede llenarse con grasa u otro lubricante para aislar el eje 120 de torsión de las condiciones de procedimiento en el interior 103 del recipiente. La grasa puede facilitar adicionalmente el movimiento de torsión del eje 120 de torsión dentro del alojamiento 126 de eje.

El extremo 110 interior de eje se extiende más allá del sello 153 interior de eje y el extremo 178 interior de alojamiento hacia una tapa 108 de paleta. El conjunto 129 de paleta se comunica en torsión con el eje 120 de torsión a través de la tapa 108 de paleta. El conjunto 129 de tapa de paleta comprende una paleta 117 enganchada a un brazo 118 de paleta que tiene un primer extremo 162 opuesto a un segundo extremo 116. El primer extremo 162 del brazo 118 de paleta se engancha a la tapa 108 de paleta. En determinados ejemplos, el primer extremo 162 del brazo 118 de paleta se extiende a través de la tapa 108 de paleta hacia el extremo 110 interior de eje. De este modo, el conjunto 129 de paleta está en comunicación de torsión con el eje 120 de torsión. En otros ejemplos, el primer extremo 162 del brazo 118 de paleta no se extiende hacia el eje 120 de torsión. Un elemento 115 de fijación u otro medio de enganche engancha la tapa 108 de paleta al extremo 110 interior de eje y de ese modo hace que el conjunto 129 de paleta esté en comunicación de torsión (por ejemplo, que sea capaz de convertir o transmitir la fuerza F de los sólidos en/a la fuerza de torsión Δ) con el eje 120 de torsión. Se entenderá que una combinación del conjunto 129 de paleta descrito anteriormente con los métodos de enganche del eje 120 de torsión u otro conjunto 129 de paleta con los métodos de enganche del eje 120 de torsión configurada para transferir la fuerza F que ejercen los sólidos 102 sobre la paleta 117 al eje 120 de torsión están dentro del alcance de esta divulgación.

La paleta 117 se extiende de manera sustancialmente perpendicular desde la longitud L del eje 120 de torsión, de manera que la paleta 117 está orientada de manera transversal con respecto a la dirección D en la que fluyen las partículas sólidas. A medida que los sólidos 102 se mueven hacia abajo a través del interior 103 del recipiente, los sólidos 102 ejercen una fuerza F sobre la paleta 117. La paleta 117 convierte esta fuerza F hacia abajo en una fuerza

de torsión Δ , que el eje de torsión sólido transfiere a lo largo de la longitud L del eje 120 de torsión al sensor 150 externo modular.

El sensor 150 externo modular comprende un extremo 160 estacionario dispuesto de manera adyacente a un extremo 140 rotatorio. El sensor 150 externo modular puede comprender además un cable 155 configurado para transmitir una señal eléctrica desde el sensor 150 externo modular hasta el equipo de procesamiento de señales (no representado). El cable 155 puede extenderse desde el extremo 160 estacionario a través de un orificio en la estructura 184 de soporte. En otros ejemplos, la señal eléctrica puede transmitirse de manera inalámbrica. Mediante la medición de la distorsión en los campos eléctricos, los operadores pueden determinar con precisión dónde reside el nivel de partículas sólidas en una medición dada.

El extremo 140 rotatorio está dispuesto de manera adyacente al extremo 130 exterior de eje. En la figura 1, el extremo 130 exterior de eje tiene un adaptador 135 macho que se extiende hacia un adaptador 145 hembra en el extremo 140 rotatorio del sensor 150 externo modular y de ese modo está en comunicación de torsión con el extremo 140 rotatorio dispuesto de manera adyacente cuando el sensor 150 externo modular se dispone de manera adyacente al extremo 130 exterior de eje. Es decir, el extremo 140 rotatorio recibe la fuerza de torsión Δ desde el eje 120 de torsión a través del extremo 130 exterior de eje. Se entenderá que se considera que otras estructuras configuradas para recibir la fuerza de torsión Δ desde el eje de torsión o para colocar de otro modo un sensor 150 externo modular dispuesto de manera adyacente en comunicación de torsión con el extremo 130 exterior de eje están dentro del alcance de esta divulgación. A modo de ejemplo, estas otras estructuras pueden incluir un adaptador hembra en el extremo 130 exterior de eje y un adaptador macho en el extremo 140 rotatorio del sensor 150 externo modular. Determinados ejemplos pueden tener más de un sensor 150 externo modular dispuestos de manera adyacente entre sí de modo que los sensores adyacentes están en comunicación de torsión. Otras estructuras configuradas para colocar un sensor 150 externo modular dispuesto de manera adyacente en comunicación de torsión con el eje 120 de torsión pueden incluir, tornillos, pernos, pasadores, abrazaderas, una combinación de adaptadores machos y hembras, receptores, adaptadores dispuestos entre el sensor 150 externo modular y el eje 120 de torsión, imanes, o una combinación de los mismos. En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, los sensores 150 modulares externos pueden ser una galga extensiométrica, un calibrador de ángulos, un transductor de par, un sensor piezoeléctrico, o una combinación de los mismos. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, un sensor 150 modular externo puede contener más de un sensor.

Una estructura 184 de soporte que comprende brazos 190 de montaje se engancha al extremo 160 estacionario del sensor 150 externo directamente. En otros ejemplos, los brazos 190 de montaje pueden engancharse al extremo 160 estacionario del sensor 150 externo indirectamente a través de un tapón 195 de inserción. Todavía en otros ejemplos, los brazos 190 de montaje pueden engancharse al extremo 160 estacionario del sensor 150 externo indirectamente a través de un manguito u otro material dispuesto entre el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo y los brazos 190 de montaje.

Los brazos 190 de montaje pueden tener un extremo 191 de brida que se engancha a la brida 114 de adaptador de indicador. Los elementos 115 de fijación sujetan el extremo 191 de brida de los brazos 190 de montaje al adaptador 113 de indicador. En otros ejemplos, el adaptador 113 de indicador puede estar ausente y los elementos 115 de fijación pueden sujetar el extremo 191 de brida de los brazos 190 de montaje a la brida 119 que define el conducto 125. En otros ejemplos, puede ser deseable sujetar el extremo 191 de brida del brazo 190 de montaje a una placa que se engancha al recipiente 105. La estructura 184 de soporte ayuda a garantizar que el conjunto 100 de indicador de nivel de sólidos está conectado a tierra en el recipiente 105 para adaptarse a las vibraciones que emanan de un recipiente 105 activo, a la vez que se impide adicionalmente que rote el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular. En determinados ejemplos, la brida 114 de adaptador de indicador puede disponerse entre la brida 119 que define el conducto 125 y el extremo 191 de brida de los brazos 190 de montaje.

Aunque las figuras 2 y 3 adjuntas representan una estructura 284 y 384 de soporte respectivamente que comprende tres brazos 190 de montaje, se entenderá que una estructura de soporte a modo de ejemplo puede comprender dos o menos brazos 190 de montaje. Además, otros ejemplos pueden tener más de tres brazos 190 de montaje. Todavía en ejemplos adicionales, puede usarse un cono de montaje en lugar de los brazos 190 de montaje. En la figura 6, la estructura 684 de soporte comprende un manguito 690' de soporte enganchado al extremo 676 exterior de alojamiento de eje y a un adaptador 675 hembra dispuesto de manera adyacente a un adaptador 665 macho en el extremo 660 estacionario de un sensor 650 externo modular. Se entenderá que otras estructuras de soporte configuradas para vibrar con el indicador 101 de nivel de sólidos mientras que el recipiente 105 está activo y de ese modo adaptarse a las vibraciones que emanan de un recipiente 105 activo, a la vez que se impide adicionalmente que el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular rote, están dentro del alcance de esta divulgación. El alojamiento de eje es un ejemplo de estructura de soporte de este tipo.

El segundo extremo 199 de los brazos 190 de montaje puede sujetar el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular y mantener estacionario el extremo 160 estacionario mediante el uso de un tapón 195 de inserción dispuesto dentro del segundo extremo 199 de los brazos 190 de montaje. En ejemplo representado, el tapón 195 de inserción no se engancha al extremo 140 rotatorio del sensor 150 externo modular y de ese modo permite el movimiento rotatorio. El tapón 195 de inserción tiene un receptáculo 175 dispuesto de manera adyacente al adaptador

165 macho que se extiende desde el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular. Un pasador 180 de seguridad se extiende a través del segundo extremo 199 de los brazos 190 de montaje hacia el tapón 195 de inserción. Los pasadores 180 de seguridad pueden usarse en zonas donde la resistencia al esfuerzo cortante o de torsión es débil. El pasador 180 de seguridad está configurado para romperse con el esfuerzo cortante que resulta de que la fuerza de torsión Δ supera un umbral preconfigurado. Es decir, si el extremo 140 rotatorio rota más allá de su capacidad y comienza a ejercer fuerza de torsión Δ sobre el extremo 160 estacionario y por extensión, sobre el tapón 195 de inserción por encima un umbral preconfigurado, los pasadores 180 de seguridad generalmente se romperán y permitirán que el tapón 195 de inserción y el extremo 160 estacionario roten hasta que la fuerza de torsión Δ se neutraliza. Esto suele ser normalmente 90 grados desde una línea horizontal que biseca el eje de torsión (H en la figura 8). El manguito 124 protege adicionalmente la tapa 108 de paleta y la paleta 117 de los sólidos 102 cuando la paleta está en una posición neutra, por ejemplo, cuando la paleta 117 está orientada sustancialmente en paralelo a la dirección D de flujo de los sólidos. Al permitir que el sensor 150 externo rote hasta que se alivie la fuerza de rotación Δ en exceso, la paleta 117 normalmente rota 90 grados hasta la posición de las 6 en punto, de manera que la paleta 117 ya no está en la dirección D de flujo de las partículas sólidas. De este modo, un pasador 180 de seguridad roto permite que se evite el daño a la paleta 117. La placa 187 de cubierta mantiene el tapón 195 de inserción en su sitio y el tapón 195 de inserción mantiene el sensor 150 externo modular en su sitio. De este modo, el tapón 195 de inserción está en comunicación de torsión con el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular, pero el pasador 180 de seguridad impide que el extremo 160 estacionario rote cuando el esfuerzo cortante está por debajo de un umbral preconfigurado. Si el eje 120 de torsión, la paleta 117 y los sensores 150 externos modulares de un indicador de nivel de sólidos inactivo permanecen intactos, los operadores pueden restablecer el indicador 101 de nivel de sólidos devolviendo la paleta 117 a una posición transversal en relación con la dirección D de flujo de los sólidos y añadiendo nuevos pasadores 180 de seguridad. El eje 120 de torsión que está dispuesto de manera adyacente al sensor 150 externo modular puede denominarse "vástago de torsión" en esta divulgación y en las reivindicaciones. El pasador 180 de seguridad es un ejemplo de un "bloqueo de seguridad" tal como se reivindica en el presente documento. Se entenderá que un "bloqueo de seguridad" puede ser un pasador de seguridad, un imán, un imán de tierras raras, un resorte de torsión u otro mecanismo de bloqueo diseñado para permitir que el vástago de torsión rote cuando la fuerza cortante ejercida sobre el bloqueo de seguridad supera un umbral de fuerza cortante predeterminado.

En determinados ejemplos, un imán dispuesto en la estructura de soporte orientado hacia un imán de polos opuestos en el vástago de torsión puede ser un bloqueo de seguridad deseable. Cuando los sólidos que caen sobre la paleta superan la fuerza magnética entre imanes de polos opuestos, el vástago de torsión rota para evitar daños adicionales en la paleta. Cuando disminuye la fuerza cortante en exceso, los operadores pueden devolver el vástago de torsión a una posición activa, permitiendo de ese modo que los imanes de polos opuestos vuelvan a engancharse sin introducir un nuevo pasador 180 de seguridad. Se entenderá que puede usarse un bloqueo de seguridad de una manera similar a los "pasadores de seguridad" descritos en el presente documento.

En otros ejemplos, el tapón 195 de inserción puede estar ausente y la estructura de soporte (véase 684, figura 6) puede engancharse al extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular directamente para impedir el movimiento rotatorio del extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular por debajo de un umbral de esfuerzo cortante. Todavía en otros ejemplos, el tapón 195 de inserción puede estar ausente y otro sensor externo modular puede estar dispuesto de manera adyacente a y en comunicación de torsión con un primer sensor externo modular. Todavía en ejemplos adicionales, un adaptador puede separar el primer sensor externo modular del segundo sensor externo modular adyacente. Se entenderá que pueden ser suficientes otros tipos de piezas de extremo que mantienen el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular en su sitio, incluyendo el uso de un dispositivo de tipo de resorte de sobrecarga (véase la figura 6) configurado para liberarse si se aplica demasiada fuerza. La estructura 184 de soporte puede mantenerse en su sitio usando los elementos 115 de fijación existentes. En determinadas configuraciones, puede ser necesario extender los elementos 115 de fijación existentes para adaptarse a la estructura 184 de soporte.

Los elementos 115 de fijación pueden sujetar una placa 187 de cubierta al segundo extremo 199 de los brazos 190 de montaje. Se entenderá que se consideran otras estructuras configuradas para colocar un tapón 195 de inserción dispuesto de manera adyacente en comunicación de torsión con el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular que están dentro del alcance de esta divulgación. A modo de ejemplo, estas otras estructuras pueden incluir un adaptador hembra en el extremo 160 estacionario y un adaptador macho en el tapón 195 de inserción. Otras estructuras configuradas para colocar un tapón 195 de inserción adyacente en comunicación de torsión con el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular pueden incluir, tornillos, pernos, pasadores, tachuelas, una combinación de adaptadores machos y hembras, adaptadores dispuestos entre el sensor 150 externo modular y el tapón 195 de inserción, imanes, o una combinación de los mismos. En ejemplos en los que el tapón 195 de inserción se engancha al extremo 160 estacionario, pueden colocarse mecanismos 185 de sellado tales como juntas tóricas, o sellos mecánicos entre el segundo extremo 199 de los brazos 190 de montaje y el tapón 195 de inserción. En otros ejemplos, los mecanismos 185 de sellado pueden disponerse entre los brazos 190 de montaje y el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo.

El sensor 150 externo modular está configurado para desengancharse de manera deslizante del extremo 130 exterior de eje. En los casos en los que el sensor 150 externo resulta dañado, deja de funcionar o se desea retirar, los operadores pueden soltar los elementos 115 de fijación que sujetan el sensor 150 externo a los brazos 190 de montaje.

- Los operadores pueden retirar la placa 187 de cubierta y extraer el tapón 195 de inserción antes de retirar el sensor 150 externo modular del segundo extremo 199 de los brazos 190 de montaje. La retirada del sensor 150 externo generalmente expone el extremo 130 exterior de eje. Dado que el sensor externo modular es modular, los operadores pueden unir un sensor 150 externo de reemplazo al extremo 130 exterior de eje antes de volver a fijar los elementos 115 de fijación para sujetar el sensor 150 externo al segundo extremo 199 de los brazos 190 de montaje. El diseño sencillo del sensor 150 externo modular puede permitir que los operadores reparen o reemplacen un sensor 150 externo dañado localmente mientras está ejecutándose el procedimiento, eliminando de ese modo los retrasos producidos al enviar el sensor 150 externo modular a terceros para su reparación.
- Un conjunto 100 de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo puede usarse con sólidos dispuestos dentro de un recipiente, pero puede usarse de manera deseable con material lignocelulósico tal como astillas de madera, rastrojo de maíz, bagazo, residuos agrícolas, granos, materia prima y otros materiales de este tipo usados comúnmente en las industrias de pasta y papel y biocombustibles.
- La figura 2 es una vista frontal que representa tres brazos 290 de montaje del conjunto 100 de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo. El primer extremo 291 se engancha a la estructura de estabilización (véase 119, 113) conectada al recipiente 105. Los elementos de fijación 215 pueden enganchar un tapón de inserción 295 al segundo extremo 299 de los brazos 290 de montaje. En determinados ejemplos, un solo brazo 290 de montaje puede estabilizar el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo. En otros ejemplos, más de dos brazos 290 de montaje pueden estabilizar el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo. Todavía en otros ejemplos, un cono de montaje puede estabilizar el sensor 150 externo. En los ejemplos que utilizan un cono de montaje, se incluye de manera deseable un medio para acceder al sensor externo modular. Este medio puede incluir una puerta, o una zona que define un orificio en el cono.
- La figura 3 es una vista frontal de un conjunto 300 de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo que tiene tres brazos 390 de montaje que convergen en el segundo extremo 399. Los elementos 315 de fijación enganchan el primer extremo 391 de cada brazo 390 de montaje a una brida 314 de adaptador del conducto 125. Los elementos de fijación también pueden enganchar el alojamiento 326 de eje a la brida 314 de adaptador del conducto 125, o si el eje 120 de torsión tiene una anchura o diámetro más pequeño que el conducto 125, los elementos 315 de fijación pueden enganchar alternativamente el alojamiento 326 de eje a un adaptador 113 de indicador. Los elementos 315 de fijación pueden enganchar además una placa 387 de cubierta al segundo extremo 399 de los brazos 390 de montaje. En este ejemplo, el adaptador 365 macho del extremo 160 estacionario del sensor 150 externo puede observarse a través de un orificio en el centro de la placa 387 de cubierta. Los operadores pueden lubricar el espacio entre el eje 120 de torsión y los brazos 390 de montaje a través del accesorio 327 de lubricante.
- La figura 4 es una vista en sección transversal de un tapón 495 de inserción y el segundo extremo 499 de los brazos 390 de montaje. Pasadores 480 de seguridad se extienden a través del segundo extremo 499 de los brazos 390 de montaje y hacia el tapón 495 de inserción. Un cable 472 de seguridad se extiende a través de las cabezas de los pasadores 480 de seguridad para sujetar los pasadores 480 de seguridad al segundo extremo 499 de los brazos 390 de montaje. Los pasadores 480 de seguridad generalmente no se extienden más de la mitad entre el centro del tapón 495 de inserción y la superficie exterior del tapón 495 de inserción. Si las partículas 102 sólidas confieren una fuerza F demasiado grande sobre la paleta 117, la paleta 117 transfiere la fuerza de torsión Δ excesiva a lo largo de la longitud L del eje 120 de torsión. La fuerza de torsión Δ hace girar el extremo 140 rotatorio del sensor 150 externo modular, por lo que el extremo 140 rotatorio puede atrapar un borde dentro del extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular y de ese modo llega a bloquearse con el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular. Si el extremo 140 rotatorio continúa ejerciendo fuerza de torsión Δ sobre el extremo 160 estacionario del sensor 150 externo modular más allá de una tolerancia deseable, el extremo 160 estacionario también rota, lo que a su vez hace rotar el tapón 495 de inserción. El tapón 495 de inserción rotatorio puede romper los pasadores 480 de seguridad, aliviando de ese modo la fuerza de torsión Δ y permitiendo que la paleta 117 llegue a orientarse sustancialmente paralela en relación con la dirección D del flujo de sólidos. En determinados ejemplos, los pasadores 480 de seguridad pueden omitirse. En otros ejemplos, los pasadores 480 de seguridad pueden extenderse a través de un alojamiento 126 de eje y hacia el eje 120 de torsión.
- La figura 5 es una vista en perspectiva de un indicador 501 de nivel de sólidos según la presente invención que tiene un manguito 590' de soporte en lugar de uno o más brazos 390 de montaje. El manguito 590' de soporte puede mecanizarse a partir de una sola pieza de material, tal como acero inoxidable de grado 2205, grado 304L, acero al carbono, u otro material configurado para soportar las vibraciones del recipiente y la fuerza de torsión Δ que puede mostrar el indicador 501 de nivel de sólidos. Un pasador 580 de seguridad engancha el manguito 590' de soporte al alojamiento 526 de eje. Esta vista muestra que puede añadirse un pasador 580 de seguridad en una ubicación configurada para soportar una fuerza de torsión o cortante Δ máxima tal como en la unión entre el alojamiento 526 de eje y el manguito 590' de soporte. Una abrazadera 512 sujeta el segundo extremo 566 de resorte del resorte 528 de torsión al manguito 590' de soporte. El resorte 528 de torsión almacena un exceso de fuerza de torsión Δ transmitida a través del eje 620 de torsión y el alojamiento 526 de eje al manguito 590' de soporte.
- La figura 6 es una vista en sección transversal de un indicador 601 de nivel de sólidos según la presente invención

que tiene un manguito 690' de soporte en lugar de brazos 390 de montaje. El alojamiento 626 de eje encierra el eje 620 de torsión. El alojamiento 626 de eje se extiende hacia el interior del recipiente, figura 1, 103. Los elementos 615 de fijación pueden sujetar el alojamiento 626 de eje al recipiente 105. En determinadas realizaciones, los elementos 615 de fijación pueden sujetar el alojamiento 626 de eje al adaptador 113 de indicador, que se engancha a una brida 119 de montaje que se extiende a través del recipiente 105. A diferencia del ejemplo representado en la figura 1, un pasador 680 de seguridad se extiende a través del manguito 690' de soporte hacia el extremo 676 exterior de alojamiento de eje.

El extremo 640 rotatorio del sensor 650 externo modular se engancha al extremo 630 exterior del eje. Si la fuerza F hacia abajo de las partículas sólidas supera la resistencia del alojamiento 626 de eje, el eje 620 de torsión rota, haciendo rotar de ese modo el extremo 640 rotatorio del sensor 650 externo modular. De este modo, el eje 620 de torsión transmite fuerza de torsión Δ desde la paleta 617 al extremo 640 rotatorio del sensor 650 externo modular. En determinadas realizaciones a modo de ejemplo, el sensor 650 externo modular puede ser un calibrador de ángulos. En otras realizaciones a modo de ejemplo, el calibrador de ángulos puede estar en comunicación de torsión con el eje 620 de torsión, pero el calibrador de ángulos está dispuesto fuera de la estructura 684 de soporte. Todavía en realizaciones adicionales a modo de ejemplo, otro sensor externo modular (no representado) puede estar en comunicación de torsión con el eje 620 de torsión pero dispuesto fuera de la estructura 684 de soporte. El calibrador de ángulos puede calcular la torsión y el nivel de astillas basándose en el cambio en el ángulo con respecto a un punto de referencia neutro. Cuando la fuerza F hacia abajo sobre la paleta 617 se hace demasiado grande, el extremo 640 rotatorio y el extremo 660 estacionario del sensor 650 externo modular se bloquean, colocando de ese modo el extremo 660 estacionario en comunicación de torsión con el eje 620 de torsión. En la realización representada, el adaptador 665 macho que se extiende desde el extremo 660 estacionario del sensor 650 externo modular transmite la fuerza de torsión Δ a una placa 687 de cubierta a través de un tapón 695 de inserción. La placa 687 de cubierta se engancha a un primer extremo 664 de resorte de un resorte 628 de torsión dispuesto de manera opuesta con respecto a un segundo extremo 666 de resorte del resorte 628 de torsión. El resorte 628 de torsión rodea el manguito 690' de soporte. Una abrazadera 612 dispuesta alrededor del diámetro exterior del manguito 690' de soporte engancha firmemente el segundo extremo 666 de resorte al manguito 690' de soporte.

A medida que la paleta 617 rota en respuesta a la fuerza F hacia abajo, el sensor 650 externo modular mide el cambio en la torsión calculando la rotación del extremo 640 rotatorio en relación con el extremo 660 estacionario. Cuando la fuerza F hacia abajo y la fuerza de torsión Δ superan la capacidad del sensor externo modular, el extremo 640 rotatorio se bloquea con el extremo 660 estacionario colocando de ese modo el extremo 640 rotatorio, el extremo 660 estacionario, el tapón 695 de inserción, la placa 687 de cubierta y el resorte 628 de torsión en comunicación de torsión con el eje 620 de torsión. El resorte 628 de torsión almacena el exceso de fuerza de torsión Δ transmitida a través del eje 620 de torsión y de ese modo impide el aflojamiento y el desgaste frecuentes del manguito 690' de soporte en relación con el alojamiento 626 de eje.

Además, cuando disminuye el exceso de fuerza de torsión Δ , el resorte 628 de torsión transmite su energía potencial almacenada de vuelta a través de la placa 687 de cubierta, el tapón 695 de inserción, el sensor 650 externo modular, el eje 620 de torsión y finalmente la paleta 617, para contrarrestar la fuerza F hacia abajo de los sólidos 102 en el recipiente 105. De este modo, la paleta 617 puede volver automáticamente a una posición que atraviesa el flujo D hacia abajo de las partículas 102 sólidas una vez que han disminuido las fuerzas excesivas. De este modo, la realización a modo de ejemplo protege así la paleta 617 cuando la fuerza F hacia abajo es excesiva y permite la que paleta 617 y el indicador 601 de nivel de sólidos continúen midiendo el nivel de sólidos cuando ha disminuido la fuerza excesiva.

De manera similar, si la fuerza de torsión Δ supera la capacidad del resorte 628 de torsión, el segundo extremo 666 de resorte y la abrazadera 612 transmiten la fuerza de torsión Δ almacenada en exceso a través del manguito 690' de soporte al pasador 680 de seguridad que se extiende a través de un orificio 693 de pasador de seguridad en el manguito 690' de soporte y un alojamiento 686 de eje perforación. Al extenderse a través del orificio 693 de pasador de seguridad y la perforación 680 de alojamiento de eje, el pasador 680 de seguridad experimenta la fuerza de torsión Δ almacenada en exceso como fuerza cortante. El pasador de seguridad generalmente tiene un grosor y está compuesto por material configurado para soportar la fuerza de torsión Δ por debajo de un umbral predeterminado. Si la fuerza de torsión almacenada en exceso transmitida a través del manguito 690' de soporte supera la fuerza de torsión máxima que el pasador 680 de seguridad estaba configurado para soportar, el pasador 680 de seguridad se romperá y la paleta 617 rotará hasta una posición vertical, neutra. La posición neutra protege la paleta 617 frente a la masa excesiva de las partículas 102 sólidas, pero además impide que el sensor 650 externo modular mida el nivel de sólidos. Sin embargo, si el resorte 628 de torsión no se deforma ni deja de funcionar por la fuerza excesiva, el resorte de torsión devolverá la paleta 617, al menos parcialmente, a una posición transversal en relación con la dirección D de flujo de las partículas sólidas, permitiendo de ese modo que el indicador 601 de nivel de sólidos conserve la funcionalidad sin pasadores 680 de seguridad. En realizaciones a modo de ejemplo, el pasador 680 de seguridad puede conectar el manguito 690' de soporte al alojamiento 626 de eje. En otras realizaciones a modo de ejemplo, el pasador 680 de seguridad puede conectar el manguito 690' de soporte al eje 620 de torsión, u otro elemento en un punto menos equipado para soportar la fuerza de torsión Δ .

En realizaciones adicionales a modo de ejemplo, el resorte 628 de torsión puede precargarse con par para alinear el resorte 628 de torsión con la superficie exterior de la estructura 684 de soporte. Todavía en otras realizaciones a modo de ejemplo, el pasador 680 de seguridad puede omitirse en las realizaciones que comprenden un resorte 628 de torsión, en las que el resorte 628 de torsión está configurado para almacenar fuerza de torsión Δ suficiente para permitir que la paleta rote 90° hacia abajo desde una línea horizontal (H en la figura 8) que biseca el eje 620 de torsión.

Cuando una persona desea reemplazar el sensor 650 externo modular, la persona puede desenganchar el primer extremo 664 de resorte de la placa 687 de cubierta y retirar la placa 687 de cubierta del indicador 601 de nivel de sólidos. La persona puede retirar además el tapón 695 de inserción para exponer el extremo 660 estacionario del sensor 650 externo modular. Una persona puede extraer entonces el sensor 650 externo modular del indicador 601 de nivel de sólidos sin que se exponga a las condiciones de procedimiento dentro del recipiente 105. La persona puede insertar entonces un nuevo sensor 650 externo modular a través del manguito 690' de soporte hasta que el receptáculo 645 en el extremo 640 rotatorio del sensor 650 externo modular se dispone de manera adyacente al adaptador 635 macho en el extremo 630 exterior del eje. De esta manera, la persona puede colocar un nuevo sensor 650 externo modular en comunicación de torsión con el eje 620 de torsión sin retirar el eje 620 de torsión o la paleta 617 del recipiente 105, impidiendo de ese modo que la persona se exponga a las condiciones de procedimiento del recipiente mientras el recipiente está en funcionamiento.

La figura 7 es una vista en sección transversal de un conjunto 700 de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo donde un manguito 790" de soporte enganchado al alojamiento 726 de eje comprende la estructura 784 de soporte. Los elementos 715 de fijación enganchan una primera brida 758 del alojamiento 726 de eje al adaptador 713 de indicador. Una junta 756 de estanqueidad puede disponerse entre la primera brida 758 y el adaptador 713 de indicador o la brida 714 de adaptador de indicador. El extremo 730 exterior de eje se extiende a través de una segunda brida 757 en el extremo 776 exterior de alojamiento. La segunda brida 757 se dispone de manera opuesta con respecto a la primera brida 758. El extremo 730 exterior de eje comprende un adaptador 735 macho. El receptáculo 745 en el extremo 740 rotatorio del sensor 750 externo modular se engancha firmemente al adaptador 735 macho y de ese modo está en comunicación de torsión con el eje 720 de torsión dispuesto de manera adyacente. De manera similar, el receptáculo 775 del tapón de inserción se engancha firmemente al adaptador 765 macho que se extiende desde el extremo 760 estacionario del sensor 750 externo modular. Los elementos 715 de fijación enganchan una brida 782 de manguito de soporte a la segunda brida 757 de alojamiento 726 de eje. Uno o más pasadores 780 de seguridad se extienden a través de una zona que define un orificio 793 de pasador de seguridad en el manguito 790" de soporte hacia zonas en el tapón 795 de inserción que definen una perforación 781 inmovilizando de ese modo que el tapón 780 de inserción y el extremo 760 estacionario dispuesto de manera adyacente del sensor 750 externo modular. Si una persona desea reemplazar el sensor 750 externo modular, la persona puede retirar los elementos 715 de fijación que enganchan el manguito 790" de soporte al alojamiento 726 de eje y posteriormente retirar el manguito 790" de soporte para exponer el sensor 750 externo modular. En otros métodos a modo de ejemplo, una persona puede retirar la placa 787 de cubierta, retirar el pasador 780 de seguridad y retirar el tapón 795 de inserción antes de acceder al sensor 750 externo modular. El sensor 750 externo modular puede retirarse del manguito 790" de soporte.

La figura 8 es una vista frontal de un conjunto 800 de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo que representa la línea horizontal H que biseca el eje 720 de torsión (véase 892). El adaptador 813 de indicador se extiende hacia la pared 807 de recipiente. Un accesorio 827 de lubricante permite que los operadores introduzcan grasa u otro lubricante o refrigerante en el canal 751 de grasa.

La figura 9A representa un tapón 995 de inserción a modo de ejemplo que comprende múltiples perforaciones 981 que se extienden radialmente hacia el tapón 995 de inserción a intervalos. En determinados ejemplos, los intervalos pueden ser intervalos regulares. En otros ejemplos, los intervalos pueden ser intervalos irregulares. Por ejemplo, la figura 9B muestra una primera perforación 981' en una posición de las doce en punto. En el ejemplo representado en la figura 7, la paleta 717 está formando un ángulo de 0 grados (°) en relación con una línea horizontal (H en la figura 8) que biseca el eje 720 de torsión cuando el pasador 780 de seguridad se extiende a través del orificio 793 de pasador de seguridad y hacia la primera perforación 981'. Una segunda perforación 981" puede disponerse a varios grados desde la primera perforación 981'. Por ejemplo, la segunda perforación 981" puede disponerse a 10° desde la primera perforación 981'. Una tercera perforación 981''' puede disponerse a varios grados desde la segunda perforación 981". En ejemplos adicionales, una cuarta perforación 981'''' puede disponerse a varios grados desde la tercera perforación 981'''. Todavía en ejemplos adicionales, una quinta perforaciones y posteriores pueden disponerse a intervalos después de cada perforación precedente.

La figura 9B representa además un manguito 990" de soporte que tiene un orificio 993' de pasador de seguridad dispuesto en la posición de las doce en punto, que es cero grados desde la línea de referencia vertical V'. Un segundo orificio 993" de pasador de seguridad está dispuesto en el manguito 990" de soporte. Por ejemplo, el segundo orificio 993" de pasador de seguridad puede disponerse 85 grados desde la línea de referencia vertical V'.

Los operadores pueden inclinar la paleta 717 bajo la línea horizontal H para reducir de manera efectiva el área superficial expuesta a las partículas 702 sólidas que fluyen hacia abajo. Por ejemplo, si la tercera perforación 981''' está dispuesta 30° desde la primera perforación 981', un operario puede girar el tapón 995 de inserción 30° desde la primera perforación 981' para alinear la tercera perforación 981''' con el primer orificio 993' de pasador de seguridad

en el manguito 990" de soporte. El tapón 995 de inserción, que está en comunicación de torsión con el sensor 750 externo modular y el eje 720 de torsión, gira el eje 720 de torsión y la paleta 717 por debajo de línea horizontal H 30°. Sin querer restringirse a la teoría, este ángulo puede desviar parte de la fuerza de las partículas 702 sólidas que fluyen hacia abajo y de ese modo descargar una parte de la fuerza F hacia abajo que, de otro modo, la paleta 717 enganchada al extremo 710 interior de eje convertiría en fuerza de torsión Δ . El grado de desviación por debajo de la línea horizontal H puede variar dependiendo de la altura a la que se dispone el indicador 701 de nivel de sólidos dentro del recipiente 705. Por ejemplo, en los digestores químicos de fase de vapor, un indicador 701 de nivel de sólidos ubicado en una zona superior del digestor puede tener un ángulo de desviación de paleta que es mayor que el ángulo de desviación de paleta en un indicador 701 de nivel de sólidos dispuesto bajo el licor. Las múltiples perforaciones 981 permiten además que los operadores ajusten el ángulo de la paleta 717 mientras el recipiente 705 permanece en funcionamiento. De este modo, los operadores pueden reducir o aumentar cada indicador 701 de nivel de sólidos que recibe en cada ubicación a lo largo de la altura de la pared 707 de digestor para responder a las condiciones de funcionamiento fluctuantes.

En ejemplo representado, el segundo orificio 933" de pasador de seguridad permite que los operadores establezcan el ángulo de desviación de la paleta a intervalos entre los intervalos definidos por el primer orificio 993' de pasador de seguridad. A modo de ejemplo, el ángulo de la paleta 717 en relación con la línea de referencia vertical V" puede ser de 90 grados cuando un pasador 780 de seguridad se extiende a través de la primera perforación 981' y el primer orificio 993' de pasador de seguridad. En relación con la línea de referencia vertical V", el ángulo de desviación de la paleta puede ser de 80 grados cuando el pasador 780 de seguridad se extiende a través del primer orificio 993' de pasador de seguridad y la segunda perforación 981", de 70 grados en el primer orificio 993' de pasador de seguridad y la tercera perforación 981"', primer orificio 993' de pasador de seguridad y segunda perforación 981"', y de 60 grados en el primer orificio 993' de pasador de seguridad y la cuarta perforación 981''". De manera similar, a modo de ejemplo, el ángulo de desviación de la paleta puede ser de 85 grados en relación con la línea de referencia vertical V" cuando un pasador 780 de seguridad se extiende a través de segundo orificio 933" de pasador de seguridad y la primera perforación 981', de 75 grados en el segundo orificio 933" de pasador de seguridad y la segunda perforación 981", de 65 grados en el segundo orificio 933" de pasador de seguridad y la tercera perforación 981"', y de 55 grados en el segundo orificio 933" de pasador de seguridad y la cuarta perforación 981''". El segundo orificio 933" de pasador de seguridad está dispuesto de manera deseable en una posición a menos de 90 grados del primer orificio 993' de pasador de seguridad en relación con la línea de referencia vertical V'.

Se entenderá que no es necesario que la primera perforación 981' esté ubicada en la posición de las 12 en punto. Se considera que otra disposición de las perforaciones 981, los pasadores 780 de seguridad y otros bloqueos de seguridad, que permita que un operador ajuste el ángulo de la paleta 717 en relación con una línea horizontal H que biseca el eje 720 de torsión, está dentro del alcance de esta divulgación.

Un conjunto de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo comprende: un alojamiento de eje que tiene un extremo interior de alojamiento dispuesto de manera opuesta a un extremo exterior de alojamiento, en el que el extremo exterior de alojamiento de eje está dispuesto fuera de un recipiente, y en el que el alojamiento de eje se engancha de manera fija al recipiente para resistir el movimiento de torsión, un eje de torsión sólido que tiene un extremo interior de eje y un extremo exterior de eje, en el que el eje de torsión sólido está dispuesto dentro del alojamiento de eje de manera que el extremo interior de eje se extiende más allá del extremo interior de alojamiento para engancharse a una tapa de paleta dispuesta dentro del recipiente, una paleta que se engancha a la tapa de paleta en perpendicular a una longitud del eje de torsión sólido para atravesar una trayectoria de partículas sólidas en el recipiente, en el que la paleta se comunica en torsión con el extremo interior de eje, un sensor externo modular que tiene un extremo rotatorio dispuesto de manera adyacente a un extremo estacionario, en el que el extremo rotatorio está dispuesto de manera adyacente al extremo exterior de eje y el extremo exterior de eje se comunica en torsión con el extremo rotatorio dispuesto de manera adyacente, y en el que el sensor externo modular está configurado para desengancharse de manera deslizante del extremo exterior de eje, en el que el sensor externo modular que está dispuesto de manera adyacente al extremo exterior de eje define un vástago de torsión, una estructura de soporte enganchada al conjunto de indicador de nivel de sólidos, y un bloqueo de seguridad configurado para enganchar la estructura de soporte al vástago de torsión, en el que la estructura de seguridad está configurada para soportar una fuerza cortante máxima y en el que la estructura de soporte y la estructura de bloqueo están configuradas para impedir que el vástago de torsión rote cuando la fuerza cortante no supera la fuerza cortante máxima.

En los conjuntos de indicador de nivel de sólidos a modo de ejemplo, el recipiente puede seleccionarse del grupo que consiste en un digestor químico de fase de vapor, un digestor químico de fase hidráulica y un recipiente de impregnación.

Aunque esta invención se ha mostrado y descrito en particular con referencia a realizaciones a modo de ejemplo de la misma, los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse diversos cambios en la forma y los detalles de la misma sin apartarse del alcance de la invención englobada por las reivindicaciones adjuntas.

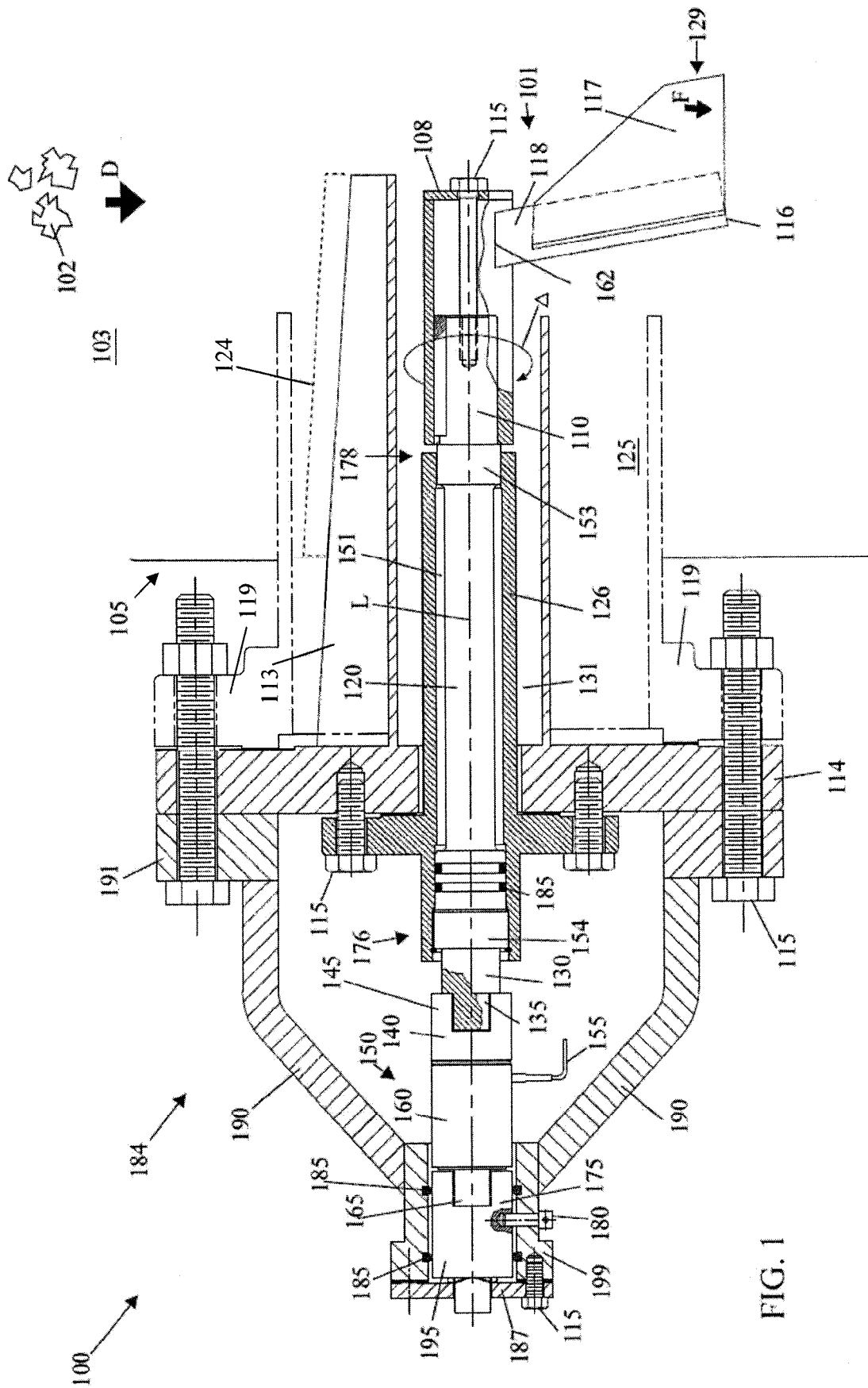
REIVINDICACIONES

1. Conjunto (100) de indicador de nivel de sólidos que comprende:
 - 5 un alojamiento (526; 626) de eje que tiene un extremo (678) interior de alojamiento y un extremo (676) exterior de alojamiento, en el que el extremo (676) exterior de alojamiento de eje está dispuesto fuera de un recipiente (105), y en el que el alojamiento (526; 626) de eje se engancha de manera fija al recipiente (105) para resistir el movimiento de torsión;
 - 10 un eje (620) de torsión que tiene un extremo (610) interior de eje y un extremo (630) exterior de eje, en el que el eje (620) de torsión está dispuesto dentro del alojamiento (526; 626) de eje de manera que el extremo (610) interior de eje se extiende más allá del extremo (678) interior de alojamiento para engancharse a una tapa (508; 608) de paleta dispuesta dentro del recipiente (105);
 - 15 una paleta (517; 617) que se engancha a la tapa (508; 608) de paleta en perpendicular a una longitud del eje (620) de torsión para atravesar una trayectoria de sólidos (102) en el recipiente (105), en el que la paleta (517; 617) se comunica en torsión con el extremo (610) interior de eje; y
 - 20 una estructura (684) de soporte enganchada al conjunto (100) de indicador de nivel de sólidos;
 - 25 caracterizado porque el conjunto (100) comprende además:
 - un sensor (650) externo modular que tiene un extremo (640) rotatorio dispuesto de manera adyacente a un extremo (660) estacionario, en el que el extremo (640) rotatorio está dispuesto de manera adyacente al extremo (630) exterior de eje y el extremo (630) exterior de eje se comunica en torsión con el extremo (640) rotatorio dispuesto de manera adyacente, y en el que el sensor (650) externo modular está configurado para desengancharse de manera deslizante del extremo (630) exterior de eje; y
 - 30 un resorte (528; 628) de torsión dispuesto alrededor de la estructura (684) de soporte, en el que el resorte de torsión tiene un primer extremo (564; 664) de resorte dispuesto distalmente desde un segundo extremo (566; 666) de resorte, en el que el primer extremo (564; 664) de resorte está en comunicación de torsión con el sensor (650) externo modular, y en el que el segundo extremo (566; 666) de resorte se engancha de manera fija a la estructura (684) de soporte de manera que el resorte (528; 628) de torsión se dobla para almacenar energía de torsión cuando los sólidos (102) ejercen una fuerza hacia abajo sobre la paleta (617; 617) y en el que el resorte (528; 628) de torsión libera la energía almacenada en el eje (620) de torsión en un sentido opuesto al sentido de la fuerza de torsión ejercida sobre la paleta (517; 617) por la masa de los sólidos (102) cuando disminuye la fuerza ejercida por los sólidos (102).
 - 40 2. Conjunto (100) según la reivindicación 1, que comprende además un pasador (580; 680) de seguridad que se extiende a través de la estructura (684) de soporte hacia el alojamiento (526; 626) de eje.
 - 45 3. Conjunto (100) según la reivindicación 1 ó 2, que comprende además elementos (515; 615) de fijación para sujetar el alojamiento (526; 626) de eje a un adaptador (113) de indicador, teniendo el adaptador (113) de indicador un manguito (124) protector que se extiende sobre la tapa (508; 608) de paleta, en el que el adaptador (113) de indicador está configurado para enganchar de manera fija un indicador (501; 601) de nivel de sólidos a una pared (107) de recipiente para resistir el movimiento de torsión.
 - 50 4. Conjunto (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además múltiples sensores (650) externos modulares en comunicación de torsión con el eje (620) de torsión y en el que cada sensor (650) externo modular está configurado para retirarse de manera deslizante del conjunto (100) de indicador de nivel de sólidos.
 - 55 5. Conjunto (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el recipiente (105) se selecciona del grupo que consiste en un digestor químico de fase de vapor, un digestor químico de fase hidráulica y un recipiente de impregnación.
 - 60 6. Conjunto (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (684) de soporte se selecciona del grupo que consiste en brazos (190) de montaje, un cono de montaje, un alojamiento (526; 626) de eje y un manguito (590'; 690') de soporte, o una combinación de los mismos.
 - 65 7. Conjunto (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor (650) externo modular se selecciona del grupo que consiste en: una galga extensiométrica, un calibrador de ángulos, un transductor de par, un sensor piezoeléctrico, o una combinación de los mismos.
 8. Conjunto (100) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor (650) externo modular incluye más de un sensor seleccionado del grupo que consiste en: una galga extensiométrica, un

calibrador de ángulos, un transductor de par, un sensor piezoeléctrico, o una combinación de los mismos.

9. Conjunto (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el resorte (528; 628) de torsión se carga previamente con par para alinear el resorte (528; 628) de torsión con la superficie exterior de la estructura (684) de soporte.

5



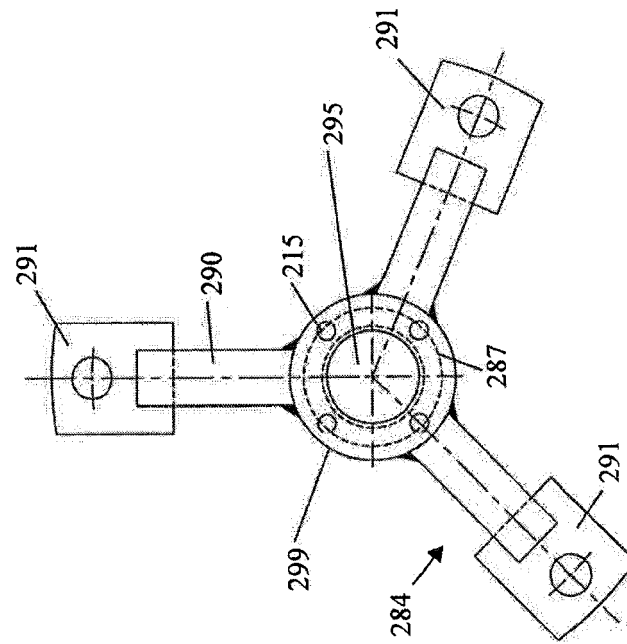


FIG. 2

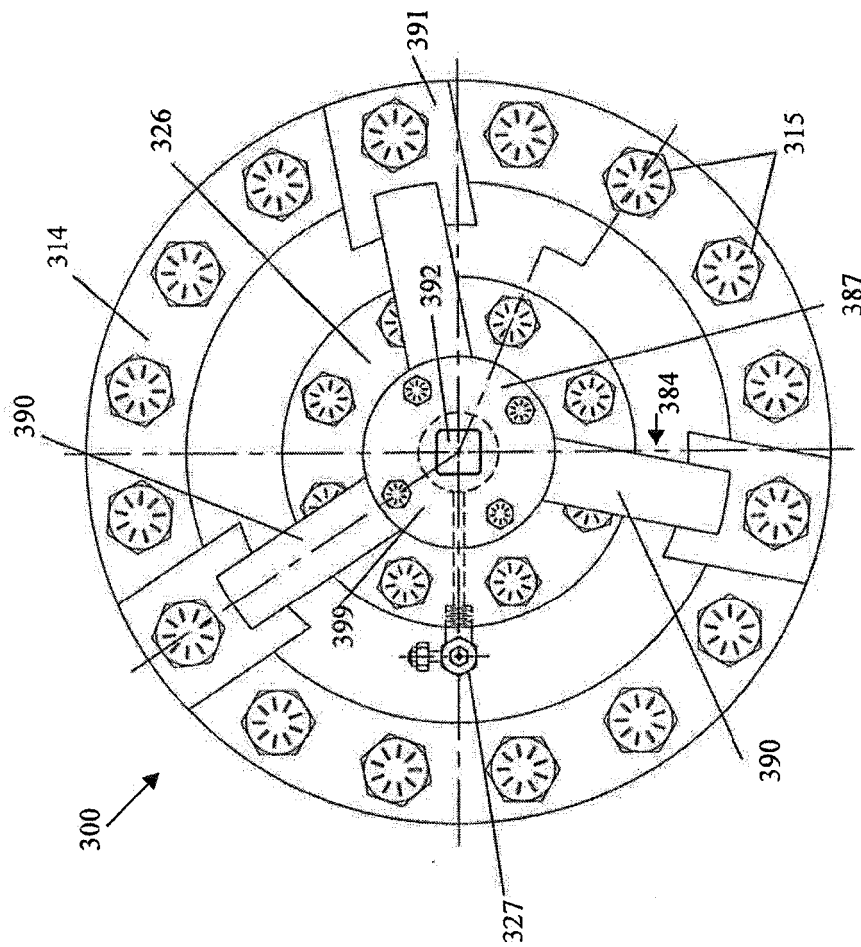


FIG. 3

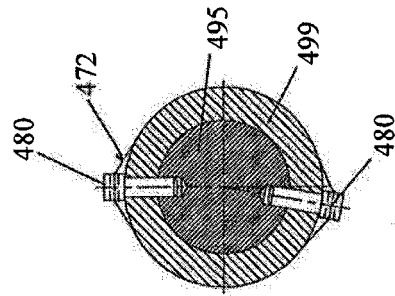


FIG. 4

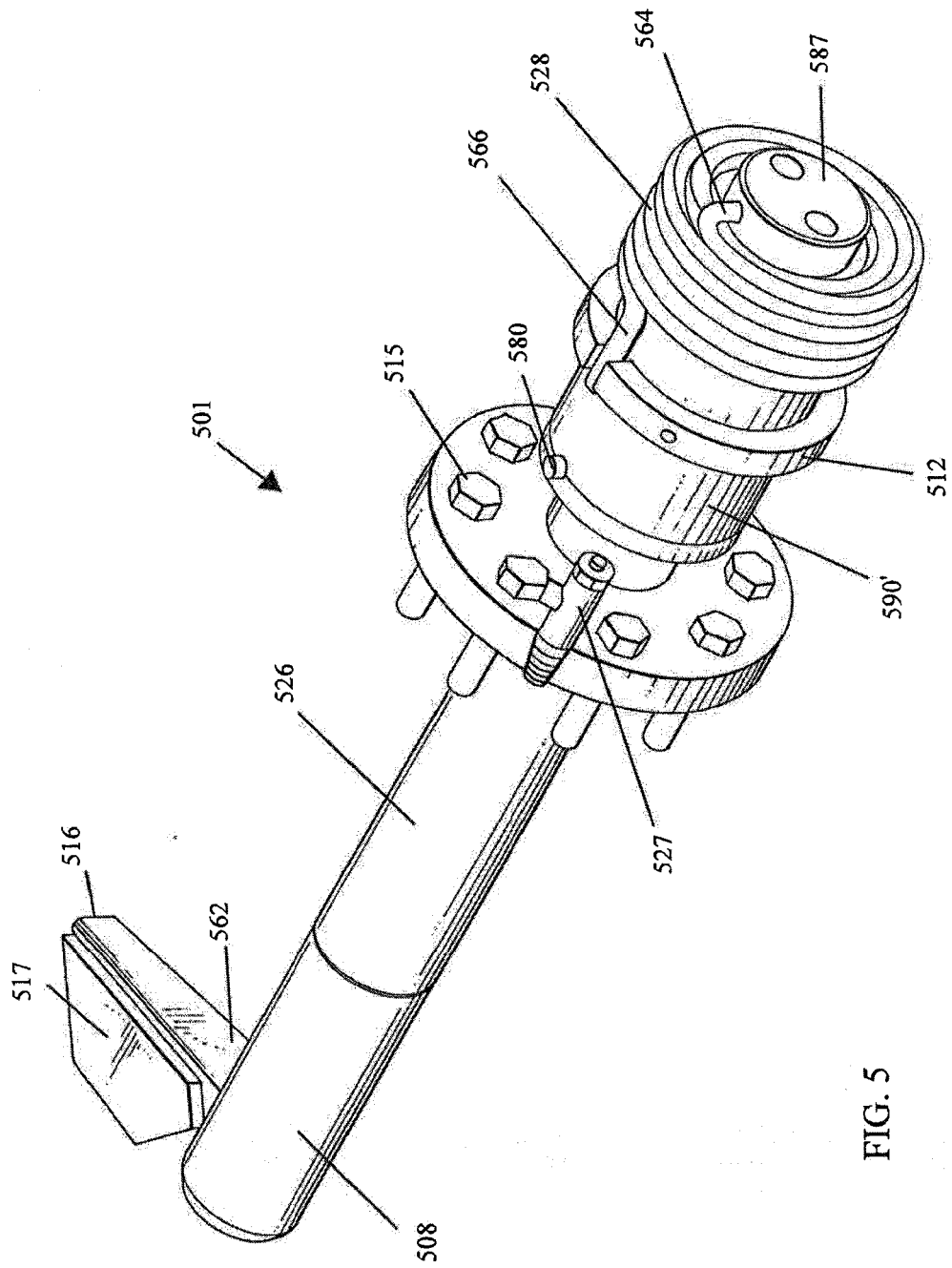


FIG. 5

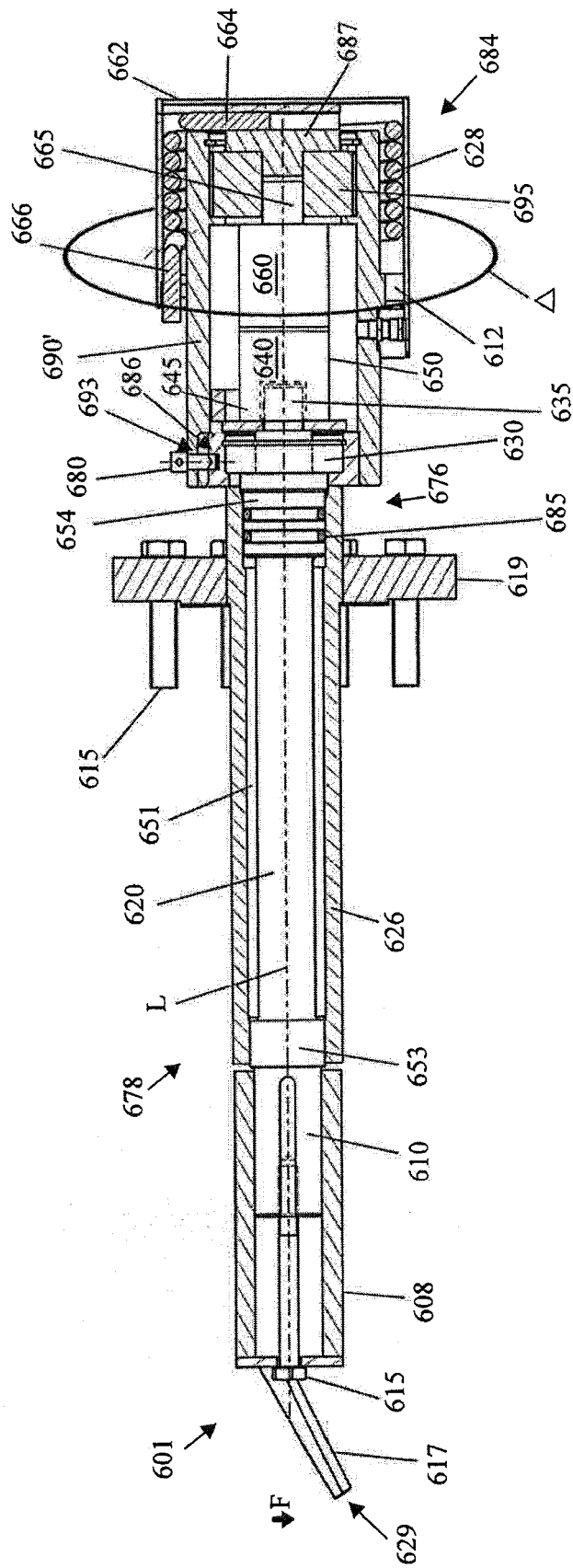


FIG. 6

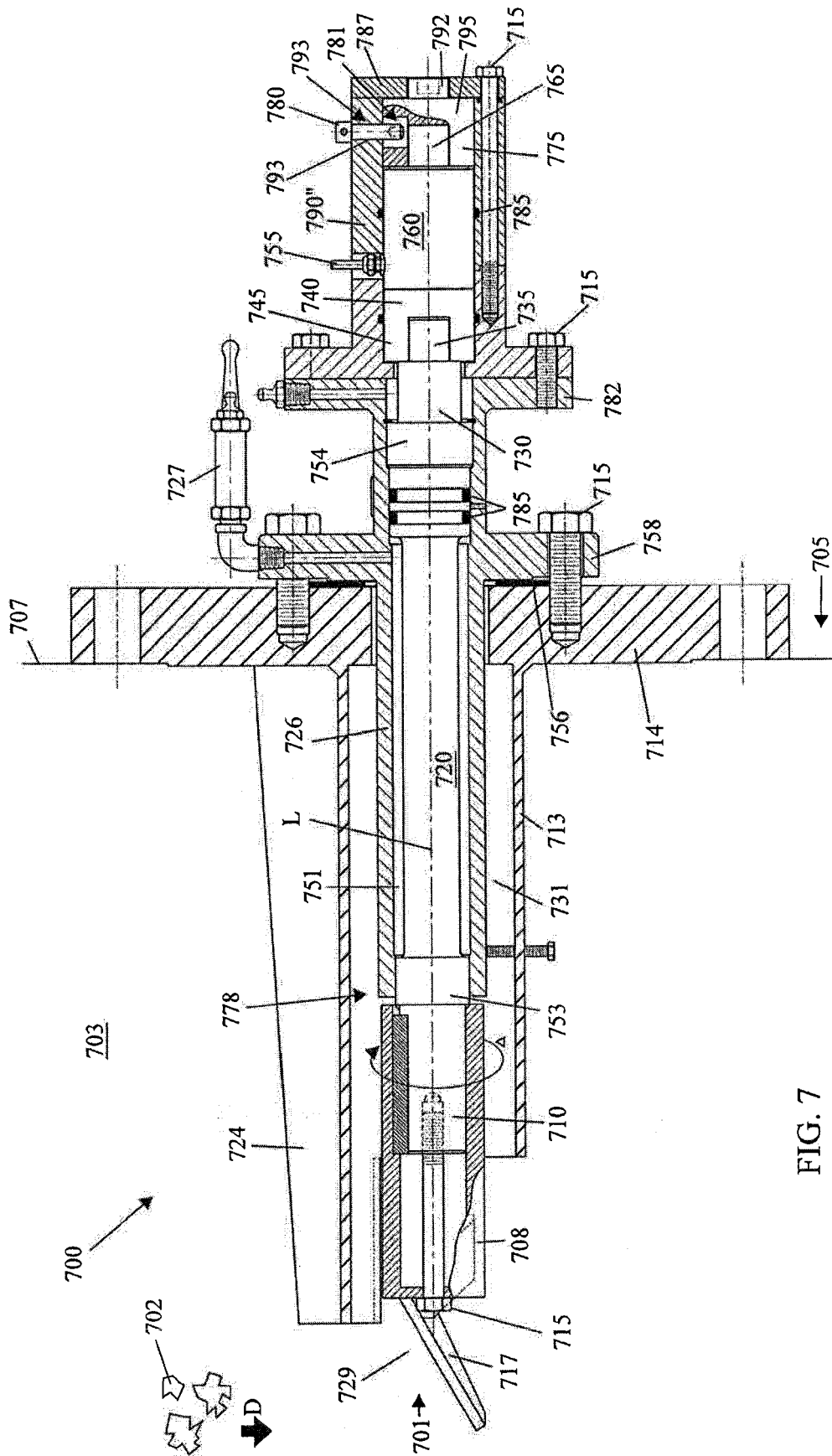


FIG. 7

