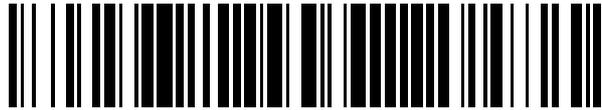


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 977**

51 Int. Cl.:

B08B 9/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2007 E 07868903 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2012 EP 2097183**

54 Título: **Dispositivo automático de limpieza y monitorización de tanque**

30 Prioridad:

19.12.2006 US 612979

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

18.02.2013

73 Titular/es:

**SPRAYING SYSTEMS CO. (100.0%)
NORTH AVENUE AT SCHMALE ROAD P.O. BOX
7900
WHEATON, IL 60189-7900, US**

72 Inventor/es:

BRAMSEN, FRANKLIN ERIK

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 395 977 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

Dispositivo automático de limpieza y monitorización de tanque.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere generalmente a sistemas y a un aparato de limpieza de tanque, y más particularmente a sistemas y a un aparato de limpieza de tanque internos que se adaptan particularmente para limpieza controlada y validación de procedimientos.

Antecedentes de la invención

10 Los tanques de contención de fluido se utilizan en multitud de procedimientos industriales tales como elaboración y procesamiento de comida y productos químicos, fabricación de productos farmacéuticos, preparación de vino, fermentación de material, etcétera. A menudo es primordial garantizar que el interior del tanque está libre de desechos y contaminantes no deseados. Por ejemplo, un tanque que normalmente se llena hasta un cierto nivel puede presentar un "anillo de cuba" alrededor de su circunferencia interior al nivel al que el tanque se llena más a menudo. Además, paletas, mezcladores y otro equipo dentro de un tanque pueden captar desechos a través de un recubrimiento u otras deposiciones. También se sabe que las entradas y salidas de tanque atrapan sedimentos o desechos que más tarde pueden reintegrarse en el contenido del tanque durante el uso.

15 Los contaminantes no deseados en el tanque pueden tener un efecto negativo en la calidad del producto acabado que se procesa o fabrica. Además, el fallo en la limpieza adecuada del interior del tanque puede violar las normas relevantes para ciertas industrias tales como el procesamiento de productos farmacéuticos. Por tanto, es habitual limpiar el interior de los tanques de este tipo a intervalos regulares, por ejemplo, después de cada lote de procedimiento, para garantizar la calidad del producto y la observancia de toda norma relevante.

20 Están disponibles máquinas y equipo de limpieza de tanques que limpian desechos y residuos de dentro de tanques y otros recipientes a través del uso de lo que comúnmente se conoce como limpieza de choque. Un tipo habitual de sistema de limpieza emplea una herramienta insertada en el tanque. La herramienta insertada puede situarse de manera permanente o temporal dentro del tanque y normalmente se sella al tanque por medio de una brida. Una extensión de tipo varilla de la herramienta dentro del interior del tanque soporta una cabeza de pulverización rotatoria fijada en su extremo más interior. La extensión de tipo varilla comprende un alojamiento tubular fijo que soporta un árbol de rotación interno para hacer rotar la cabeza de pulverización alrededor del eje del árbol. Además, la cabeza de pulverización está generalmente engranada al alojamiento fijo de manera que a medida que la cabeza de pulverización rota alrededor del eje del árbol, ésta también gira en torno a un eje perpendicular al árbol.

25 La relación entre la rotación del árbol y la rotación de la cabeza de pulverización perpendicular al árbol depende de la razón del engranaje que conecta la cabeza de pulverización al alojamiento fijo. Normalmente, la razón se selecciona de manera que una combinación de una orientación y posición particulares de la cabeza de pulverización se repita sólo tras múltiples revoluciones del árbol. Esta técnica escalona los recorridos posteriores de la pulverización contra el interior del tanque en cada revolución del árbol para garantizar que sustancialmente cada parte del interior del tanque se expone a la pulverización de limpieza en algún momento durante el procedimiento de limpieza.

30 Aunque este sistema es sencillo y mecánicamente robusto, crea ciertas ineficiencias y también puede no ser completamente efectivo dependiendo del modo de funcionamiento. Con respecto a la efectividad, se apreciará que sistemas conocidos tales como los descritos anteriormente no están adaptados para proporcionar un volumen constante de disolución de limpieza contra todas las partes de una superficie uniformemente ensuciada. Además, sistemas tales como los descritos anteriormente no están adaptados para proporcionar un volumen de disolución de limpieza contra partes particulares del interior en relación al intenso ensuciamiento conocido de esas partes.

35 Por ejemplo, en el caso de un anillo de deposiciones en una línea de llenado de recipientes, aunque se sabe que la parte de línea de llenado del interior experimenta un mayor ensuciamiento, los sistemas existentes no permiten que el operario adapte la operación de limpieza para limpiar más intensamente tales partes. Por tanto, en los usos típicos, los sistemas descritos anteriormente pueden llevar a una limpieza excesiva de algunas partes del tanque y a una limpieza inadecuada de otras partes. Aunque la duración de limpieza puede ser prolongada para garantizar la adecuada limpieza de las partes interiores más intensamente ensuciadas, esto lleva a una pérdida adicional de tiempo, fluido de limpieza y energía con respecto a las superficies ligeramente ensuciadas.

40 El documento US 6 039 056 da a conocer un sistema de limpieza de tanque en el que una boquilla pulveriza un chorro de fluido de limpieza contra una superficie que va a limpiarse. Cada boquilla puede hacerse rotar alrededor de dos ejes. La limpieza del tanque puede adaptarse al proporcionar dos unidades que funcionan independientemente por medio de las cuales puede controlarse el movimiento de rotación de la boquilla alrededor de los dos ejes.

45 El documento US 2005/0236021 da a conocer un limpiador de suelo autopropulsado que también está dispuesto para regar las plantas ubicadas en una habitación.

Objetos y sumario de la invención

Según un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema de limpieza de tanque que tiene todas las características según la reivindicación 1.

5 Según un segundo aspecto de la invención, un método de limpieza de un tanque comprende las etapas expuestas en la reivindicación 8.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo de limpieza de tanque adaptado para una limpieza de tanque más eficiente y más efectiva. Un objeto relacionado es proporcionar un dispositivo de limpieza de tanque de este tipo adaptado para minimizar sustancialmente el tiempo y el coste asociados con la limpieza del tanque.

10 Otro objeto es proporcionar un dispositivo de limpieza de tanque tal como se caracterizó anteriormente que puede monitorizarse fácilmente para proporcionar una validación de limpieza. A este respecto, un objeto relacionado es proporcionar un dispositivo de limpieza de tanque de este tipo que proporciona control y monitorización de la cabeza de pulverización a la vez que mantiene la simplicidad mecánica y la naturaleza robusta asociadas con la disposición de cabeza de pulverización engranada.

15 Un objeto adicional es proporcionar un dispositivo de limpieza de tanque del tipo anterior que puede hacerse funcionar automáticamente durante la limpieza del tanque de conformidad con una o más características del recipiente que se limpia.

20 Todavía otro objeto es proporcionar un sistema de limpieza de tanque que comprende una pluralidad de dispositivos de limpieza de tanque del tipo anterior. A este respecto, un objeto relacionado es proporcionar un sistema de limpieza de tanque que proporciona control y monitorización coordinados de la pluralidad de dispositivos de limpieza de tanque.

Otros objetos y ventajas de la invención resultarán evidentes tras leer la siguiente descripción detallada y con referencia a los dibujos, en los que:

Breve descripción de los dibujos

25 La figura 1 es una representación en perspectiva que deja ver el interior de un tanque de contención ilustrativo que comprende un sistema de limpieza de tanque que puede usarse según la invención;

la figura 2 es un dibujo en perspectiva ampliado de la parte de limpieza de tanque del sistema ilustrado en la figura 1;

la figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra a modo de ejemplo interconexiones dentro de un sistema de limpieza de tanque según la invención;

30 la figura 4 es una sección vertical longitudinal del dispositivo de limpieza de tanque tal como se ilustra en la figura 2, que comprende además una parte de control;

la figura 5 es un diagrama de flujo de procedimiento que ilustra procedimientos y actividades de flujo de datos ejecutados durante un procedimiento de limpieza de tanque ilustrativo según la invención; y

35 la figura 6 es una sección vertical longitudinal de un dispositivo de limpieza de tanque que proporciona un grado de libertad lineal a lo largo del eje de rotación de árbol.

40 Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y construcciones alternativas, en los dibujos se ha mostrado una determinada realización ilustrativa de la misma y se describirá a continuación en detalle. Debe entenderse, sin embargo, que no se pretende limitar la invención a la forma específica dada a conocer, sino al contrario, la intención es cubrir todas la modificaciones, construcciones alternativas, y equivalentes que caen dentro de las reivindicaciones adjuntas a la misma.

Descripción detallada de la realización preferida

45 Con referencia ahora más particularmente a los dibujos, se muestra un aparato de limpieza de tanque 10 ilustrativo que tiene particular utilidad en limpiar selectivamente la superficie interior de un tanque 20. El aparato de limpieza de tanque 10, que se comentará con mayor detalle con referencia a la figura 2, comprende una parte tubular 30 que se extiende al interior del tanque 20 y una parte de actuación 40 que se sitúa fuera del tanque 20.

50 Si bien las partes interior 30 y exterior 40 del aparato de limpieza 10 están en comunicación mecánica y de fluido tal como se comentará con mayor detalle a continuación en el presente documento, el volumen interior del tanque 20 está sellado frente al entorno externo a través de un sello anular, por ejemplo una brida deformable o compresible en la ubicación 50 en el tanque 20 en la cual la parte tubular interior 30 del aparato de limpieza 10 entra en el tanque 20.

5 Durante un procedimiento de limpieza, el aparato de limpieza de tanque 10 proyecta un fluido de limpieza en una o más corrientes numeradas como 60 contra las paredes del tanque 20. Mientras se proyectan las corrientes 60 contra las paredes del tanque 20, el sistema de limpieza de tanque 10 varía progresivamente la ubicación de choque de las corrientes en el tanque 20 para eventualmente limpiar sustancialmente toda la superficie interior del tanque 20, incluyendo las partes interiores de bridas, paletas, mezcladores, y otros elementos y equipo en comunicación de fluido con el interior del tanque 20.

10 La manera en la que se controla(n) el(los) punto(s) de choque sobre la superficie interior del tanque 20 se comentará con mayor detalle más adelante con referencia a la figura 4. Se apreciará que el choque de fluido de limpieza puede ser directo con respecta a algunas partes del interior del tanque 20, mientras que es indirecto con respecto a otras partes. Por ejemplo, sobre partes de superficie interiores ocultas a la(s) corriente(s) 60 por equipo u otras superficies de tanque puede pulverizarse más indirecta que directamente.

15 Tal como se indicó anteriormente, el sistema de limpieza de tanque 10 ilustrativo comprende una parte tubular 30 que se extiende al interior del tanque 20 y una parte de actuación 40 situada fuera del tanque 20. Una brida 100 separa las partes interior 30 y exterior 40 del dispositivo de limpieza 10 y sirve para sellar el dispositivo 10 a una pared del tanque.

20 La parte de actuación 40 situada fuera del tanque 20 comprende además una entrada 110 para recibir fluido de limpieza presurizado. La fuente de fluido de limpieza suministrado a la entrada 110 es normalmente un depósito presurizado, y como tal a veces resulta difícil controlar con precisión el caudal del fluido presurizado a través del dispositivo 10. La fuente de fluido puede en cambio ser una bomba conectada a la entrada 110 según la invención, aunque esto no se requiere en todas las realizaciones. El fluido recibido se transporta a la parte interior 30 del dispositivo 10 y se expulsa al interior del tanque adjunto (figura 1) para limpiar tal como se comentará con mayor detalle más adelante. La parte de actuación 40 situada fuera del tanque 20 comprende además un extremo de árbol expuesto 120 para recibir mecánicamente una fuente de energía de rotación (no mostrada en la figura 2). El conjunto de motor de aire o motor eléctrico y engranaje de reducción de velocidad 120 está mecánicamente unido a un árbol que pasa a través de la brida 100 y al interior del tanque. Un sensor de posición de rotación se monta en el árbol de tal modo que detectará la posición de rotación del árbol. El punto de salida del árbol desde la brida se sella frente a tanto el volumen interior de tanque como la entrada 110, para transportar el movimiento rotatorio al interior del tanque sin permitir la fuga del contenido del tanque o del fluido de limpieza del dispositivo 110.

30 La parte interior 30 del dispositivo 10 comprende además un alojamiento tubular fijo 140 y una parte de extremo rotatorio 130. La parte de extremo rotatorio 130 comprende además una cabeza de pulverización 150 que tiene en la misma una o más boquillas de pulverización 160.

35 El alojamiento tubular fijo contiene un árbol (no mostrado) que está en alineación mecánica con el motor de aire o motor eléctrico 120 por medio del sensor para la transferencia o el movimiento rotatorio del mismo. El alojamiento visible exterior 140 tiene un paso interior que contiene el árbol que se mantiene en comunicación de fluido con la entrada 110. Se apreciará que puede usarse uno o más sellos rotatorios (no mostrado) para permitir el transporte de fluido presurizado al interior del árbol rotatorio dentro del alojamiento 140.

40 Tal como se indicó anteriormente, a la cabeza de pulverización 150 se suministra fluido presurizado que se expulsa desde la(s) boquilla(s) de pulverización 160. A medida que el fluido presurizado se expulsa desde la(s) boquilla(s) 160, la cabeza de pulverización 150 se hace rotar alrededor de un eje vertical A (es decir, el eje del árbol interior) a través del árbol expuesto conectado al motor de aire o motor eléctrico 120. A su vez, a medida que la cabeza de pulverización 150 rota alrededor del eje vertical A, la cabeza de pulverización 150 también rota alrededor de un eje perpendicular B debido a la conexión engranada entre la cabeza de pulverización 150 y el alojamiento 140.

45 Sin embargo, una incapacidad previa a monitorizar y controlar la posición y orientación de la cabeza de pulverización ha dado como resultado distintos grados de ineficiencia y/o ineffectividad. Tal como se comentó anteriormente, hasta ahora ha sido necesario ampliar la duración o intensidad del ciclo de limpieza para garantizar que las áreas más intensamente ensuciadas se limpien de manera adecuada. Sin embargo, esto da a menudo como resultado la sobrelimpieza de áreas ligeramente ensuciadas, con una pérdida correspondiente de tiempo de procedimiento y fluido de limpieza.

50 Según la invención, la posición y orientación de la cabeza de pulverización 150 puede operarse y monitorizarse selectiva o automáticamente para una limpieza efectiva y eficiente así como para la validación del procedimiento. En la realización ilustrada, la posición y orientación de la cabeza de pulverización 150 se monitorizan a través de un sensor de posición de rotación y se controlan según varios parámetros relacionados con la configuración del tanque y el entorno interno para llevar a cabo la limpieza óptima.

55 Un sistema ilustrativo según la invención puede apreciarse en una visión general haciendo referencia al diagrama esquemático de la figura 3. El sistema 200 comprende fuentes de datos y sumideros de datos interconectados para controlar un procedimiento de limpieza de tanque. El procedimiento está controlado por un módulo de control 220. El módulo de control 220 es un módulo implementado por ordenador almacenado en instrucciones ejecutables por ordenador en un medio legible por ordenador. El módulo de control puede implementarse en código ejecutable,

código interpretado, libreto, u otro tipo de código adecuado.

El módulo de control 220 se activa por medio de una interfaz de usuario 230. Según un aspecto de la invención, el procedimiento de limpieza también puede controlarse al menos en parte a través de la interfaz de usuario 230. La interfaz de usuario puede comprender un teclado, pantalla táctil, ratón, aguja, módulo de orden por voz, u otro mecanismo de entrada, y también puede comprender una pantalla u otro dispositivo de salida para la comunicación con un usuario. La interfaz de usuario también puede incluir medios de entrada alternativos tales como una unidad de CD-ROM, unidad de DVD, interfaz de unidad de almacenamiento en miniatura, etc., a fin de aceptar los datos del usuario y/o transportar los datos al usuario.

Al llevar a cabo la invención, el módulo de control 220 recibe datos de procedimiento desde una base de datos 280 y controla uno o más parámetros del procedimiento de limpieza en consecuencia. Para este fin, el módulo de control se asociado de manera comunicativa a un elemento de actuación de cabeza de pulverización 270. El elemento de actuación de cabeza de pulverización 270 controla la posición (y por tanto también la orientación) de la cabeza de pulverización.

En un aspecto de la invención, el elemento de actuación de cabeza de pulverización 270 es una unidad de accionamiento, por ejemplo, un motor de aire, que acciona el árbol de una cabeza de pulverización de dispositivo de limpieza tal como se describió anteriormente. En otro aspecto de la invención, el elemento de actuación de cabeza de pulverización 270 es una unidad de freno, por ejemplo, un disco, tambor, o unidad de resistencia electrodinámica, que controla la rotación del árbol a través de una acción de frenado.

Además, de conformidad con la invención, el módulo de control 220 está también opcionalmente asociado de manera comunicativa a una fuente de suministro de fluido de limpieza 250 para controlar un parámetro del fluido suministrado a la cabeza de pulverización. Normalmente, el módulo de control 220 controlará la presión a la que se distribuye el fluido a la cabeza, controlando la presión y/o el caudal al que se expulsa el fluido de limpieza desde las boquillas de la cabeza de pulverización.

El módulo de control 220 controla el elemento de actuación de cabeza 270 y opcionalmente el suministro de fluido 250 de conformidad con los datos de procedimiento en tiempo real así como con los datos del entorno del procedimiento almacenados previamente tal como se ilustra en el campo de datos 210 de la base de datos 280. A tal fin, la base de datos 260 está asociada de manera comunicativa a una fuente 260 de información con respecto a la posición y orientación de la cabeza de pulverización. Esta fuente de datos comprende un sensor de posición de rotación autocontenido tal como un decodificador óptico (no mostrado) según un aspecto de la invención, aunque el sensor pueda ser de otro modo. Por ejemplo, un fotodetector puede usarse junto con un diente de engranaje, orificio, u otra abertura transmisiva o reflectiva o elemento para detectar la rotación.

Preferiblemente, el sensor de posición de rotación está ubicado en el árbol de accionamiento del dispositivo 10. Ubicar el sensor de posición de rotación de esta manera en contraposición a su ubicación en el árbol de motor o la propia cabeza de pulverización proporciona diversas ventajas. Por ejemplo, el árbol de accionamiento funciona a una velocidad de rotación muy reducida para el motor de accionamiento, el sensor de posición rotatorio está ubicado externamente y no necesita sellarse con tanto cuidado como necesitaría estarlo de otro modo. Además, se evita la necesidad de llevar señales eléctricas lejos de la cabeza por medio de un sello rotatorio.

Puesto que el sensor de posición de rotación sigue dos parámetros (posición y orientación) asociados a la posición/orientación inicial así como al engranaje de sistema, se usa una tabla de traducción o algoritmo para traducir la salida del sensor de posición rotatoria a datos de posición y orientación. La tabla puede implementarse como parte de la fuente de datos 260, o puede almacenarse en la base de datos 280. En el primer caso, la orientación de posición se proporciona a la base de datos 260 lista para su uso por el módulo de control de procedimiento 220. En el segundo caso, los datos se traducen tras la recepción por la base de datos 260, o bien según se necesite o bien antes de almacenarlos.

Adicionalmente de conformidad con un aspecto opcional de la invención, tal como se indicó anteriormente, el módulo de control de procedimiento 220 puede controlar el suministro de fluido de limpieza 250. A tal fin, la base de datos 280 está asociada de manera comunicativa a una fuente de datos 240 que suministra datos relacionados con uno o más parámetros del suministro de fluido de limpieza. Parámetros a modo de ejemplo incluyen presión de fluido, nivel de fluido restante, caudal de fluido, etc. Esta retroalimentación permite al módulo de control de procedimiento 220 controlar con más exactitud el suministro de fluido.

Independiente de si el módulo de control 220 controla el suministro de fluido, los datos relacionados con el suministro de fluido son útiles para garantizar que el procedimiento de limpieza se lleva a cabo apropiadamente. Por ejemplo, un pico imprevisto en la presión de suministro y/o una disminución en el caudal de fluido pueden indicar una boquilla obstruida, y el fallo consecuente del procedimiento de limpieza. En un aspecto de la invención, es importante que el sistema señale un fallo de modo que no se suponga erróneamente que el procedimiento de limpieza se ha completado según un procedimiento de limpieza validado.

Tal como se indicó anteriormente, en un aspecto de la invención, el módulo de control 220 controla que el elemento de actuación de cabeza 270 y opcionalmente el suministro de fluido 250 se mantenga en conformidad tanto con los

- 5 datos del procedimiento en tiempo real tal como se describió anteriormente, así como con los datos del entorno del procedimiento almacenados previamente. Los datos almacenados previamente pueden incluir cualquier dato que afecte al procedimiento de limpieza. Datos almacenados previamente a modo de ejemplo incluyen la tabla de traducción del árbol de accionamiento, los parámetros de accionamiento del árbol (por ejemplo, corriente/tensión/presión de aire frente a RPM/par motor), los datos de geometría del tanque (por ejemplo, tamaño, forma, características internas tales como paletas, anillos de línea de llenado, compuertas, bridas, puertos, etc.), y los datos de coeficiente de flujo de fluido (por ejemplo, presión del fluido de limpieza frente a caudal, características de la boquilla, etc.).
- 10 Habiéndose comentado la visión general esquemática del sistema de limpieza de tanque según un aspecto de la invención, se comentará el sistema a nivel físico con referencia a la vista en perspectiva que deja ver el interior de la figura 4. El sistema de limpieza de tanque 300 comprende un dispositivo de limpieza de tanque 310 tal como se muestra en la figura 2 (elemento 10), que incluye una parte tubular 320 (figura 2, elemento 140) que se extiende al interior del tanque y una parte de actuación 460 (figura 2, elemento 40), una brida 360 (figura 2, elemento 100), una entrada 380 (figura 2, elemento 110) para recibir fluido de limpieza presurizado, un extremo de árbol expuesto 390 (figura 2, elemento 120) y una parte de extremo rotatorio (figura 2, elemento 130) que comprende una cabeza de pulverización 410 (figura 2, elemento 150) que tiene en el mismo una o más boquillas de pulverización 420 (figura 2, elemento 160).
- 15 Además, el árbol 430 dentro del alojamiento tubular fijo 320 puede observarse en la vista que deja ver el interior de la figura 4. Este árbol 430 lleva movimiento rotatorio desde el árbol de extremo expuesto 390 hasta la cabeza rotatoria que incluye la cabeza de pulverización 410. El anillo engranado 440 en el extremo del alojamiento tubular 320 se engrana con el engranaje 450 fijado a la cabeza de pulverización 410 para hacer girar la cabeza 410 tal como se comentó anteriormente. Los expertos en la técnica estarán familiarizados con los principios de funcionamiento del dispositivo 310. Un dispositivo configurado de la manera descrita es el lavador de tanque modelo AA190 fabricado por SPRAYING SYSTEMS COMPANY de Wheaton, Illinois.
- 20 Para controlar el funcionamiento del dispositivo de limpieza de tanque 310, un conjunto de reducción de engranaje y motor 460 se conecta en alineación rotatoria con el árbol 430 a través del extremo expuesto 390. En el ejemplo ilustrado, el conjunto 460 es un motor accionado por aire engranado, sin embargo se apreciará que pueden usarse otros tipos de motores y sistemas de accionamiento.
- 25 En el ejemplo ilustrado, el conjunto 460 se fija al árbol 430 a través de un sensor de rotación 470. El sensor de rotación puede ser de cualquier tipo adecuado, pero preferiblemente es un sensor de rotación de alta resolución (por ejemplo, de 17 bits) que rastrea tanto la posición absoluta del árbol como el número de revoluciones ejecutadas. El rastreo de la posición absoluta del árbol y el número de revoluciones ejecutadas puede realizarse por el sensor de posición de rotación 470 solo, el circuito controlador 510 solo, o una combinación de los dos elementos.
- 30 El sensor de posición de rotación envía una salida de datos unida a través de la conexión 490 a un circuito de control 510. El circuito de control 510 puede ser un circuito lógico programable (PLC) que contiene lógica de control (es decir, instrucciones ejecutables por ordenador) para la operación de limpieza. Alternativamente, el circuito de control puede comprender un ordenador, estación de trabajo u otro dispositivo informático para ejecutar la lógica de control apropiada (por ejemplo, módulo de control de implementación 220).
- 35 En el ejemplo ilustrado, el circuito de control 510 controla el motor del conjunto 460, y por tanto el árbol 430, a través del control de la presión de aire suministrada al conjunto 460. El control de la presión de aire suministrada al conjunto 460 se ejecuta a través de un regulador de presión controlado electrónicamente (I/P) 520, que recibe aire presurizado en la entrada 540 y proporciona una salida controlada en la salida 550. La salida 550 está unida a su vez al conjunto 460 a través de un conducto 560.
- 40 El regulador de presión 520 recibe una señal de control eléctrica del circuito de control 510 a través de la conexión eléctrica 530. La señal de control comprende cualquier protocolo y/o tipo de señal adecuados, pero en una realización preferida de la invención, la señal de control es una señal de control en bucle abierto de 4-20 mA. A su vez, el regulador de presión regula la presión del aire suministrado en la salida 550. Por tanto, la señal de control recibida sobre la conexión 530 se usa para controlar la velocidad del conjunto 460 y el árbol 430. Aunque no se muestra en la figura 4, el circuito de control 510 también controla opcionalmente uno más parámetros del fluido de limpieza recibidos en la entrada 380 tal como se comentó anteriormente.
- 45 El procedimiento de limpieza según diversos aspectos de la invención puede ejecutarse automáticamente con la aparición de un periodo o acontecimiento de desencadenamiento. Por ejemplo, puede desencadenarse un ciclo de limpieza mediante la finalización de una etapa de procesamiento usando el tanque en cuestión. Alternativamente, el procedimiento de limpieza puede producirse automáticamente según un programa predeterminado tal como cada 24 horas. El procedimiento de limpieza también puede activarse por el usuario.
- 50 El diagrama de flujo de la figura 5 ilustra etapas emprendidas de conformidad con la invención para ejecutar un procedimiento de limpieza de tanque usando un dispositivo y un sistema de limpieza de tanque tal como se describió anteriormente. En la fase 610 del procedimiento 600, el procedimiento de limpieza se inicia, por ejemplo, pulsando
- 55

- 5 un botón por un usuario, o siguiendo un programa u otro dispositivo de desencadenamiento. A continuación, el módulo de control determina la posición de partida (por ejemplo, posición axial en relación con el árbol 430) y la orientación (por ejemplo, en un eje perpendicular al árbol 430) de la cabeza de pulverización dentro del tanque. En particular, en la fase 620, se lee la salida de un sensor de posición de rotación tal como se describió anteriormente y se coloca en almacenamiento temporal o permanente, por ejemplo, dentro de la base de datos 280. En la fase 630, los datos del sensor de posición de rotación almacenados se traducen en una posición y orientación de la cabeza de pulverización. La traducción puede ejecutarse a través de una tabla de traducción o mapeo o a través de una transformación algorítmica tal como se describió anteriormente.
- 10 Basándose en la posición y orientación determinadas de la cabeza de pulverización, el sistema de limpieza de tanque calcula la(s) ubicación(es) de impacto de pulverización y la trayectoria o trayectorias de barrido del(de los) chorro(s) de pulverización en la fase 640. Además de los datos de posición y orientación de la cabeza de pulverización, esta fase también utiliza otros datos apropiados tales como la geometría de superficie del recipiente, datos de suministro del fluido de limpieza (por ejemplo, presión del suministro de fluido) y datos de coeficiente de fluido de flujo, tal como pueden obtenerse a partir del campo de datos 210 de la base de datos 280.
- 15 Una vez calculadas las ubicaciones de impacto de pulverización y las trayectorias de barrido, se conoce la relación entre la posición de la cabeza de pulverización y el punto de choque. En la fase 650, se usan estos datos, conjuntamente con otros datos, para asociar la posición de la cabeza de pulverización a uno o más parámetros de limpieza. Por ejemplo, la presión de fluido de limpieza y el tiempo de permanencia de corriente afectan ambos al grado de limpieza logrado en una ubicación dada del interior del tanque. Por tanto, ajustando cualquiera o ambos de estos parámetros independientes se afectará a la acción de limpieza.
- 20 Los datos adicionales usados en la fase 650 para calcular la asociación entre la posición de la cabeza de pulverización y uno o más parámetros de limpieza pueden incluir datos relacionados tanto con la geometría del tanque como con las necesidades de limpieza específica en puntos dentro del tanque. Por ejemplo, los puntos que se sitúan más lejos de las boquillas de cabeza de pulverización pueden someterse a una fuerza de impacto y/o duración de pulverización promediadas en el tiempo mayores. Los puntos que necesitan pulverizarse indirectamente pueden requerir de manera similar un caudal y/o duración de pulverización mayores. Todavía otro tipo de problema de limpieza específico es la existencia de anillos de línea de llenado y otras zonas más altamente ensuciadas, y tal ubicación puede someterse de manera similar a una fuerza de impacto y/o duración de pulverización promediadas en el tiempo mayores.
- 25 En la fase 660, el módulo de control calcula los parámetros de control del árbol de accionamiento y/o los parámetros de control de fluido necesarios para ejecutar la limpieza dentro de los parámetros de limpieza determinados en la fase 650. Por ejemplo, si los parámetros de limpieza indican que se requiere limpieza adicional en una posición de cabeza particular, el módulo de control generará señales para ralentizar la rotación de la cabeza en esa posición y/o para aumentar la presión de fluido en esa posición.
- 30 Las señales de control se calculan basándose en las características de respuesta del elemento controlado. Por tanto, por ejemplo, las señales de control del motor se calculan basándose en la respuesta de RPM del motor al control de entrada (tensión, aire en PSI, etc.). De manera similar, a modo de ejemplo, las señales de control de presión del fluido se calculan basándose en la respuesta del elemento de control (por ejemplo, el regulador de presión controlado electrónicamente) al tipo de señal de entrada (por ejemplo, tensión o corriente (4-20 mA)).
- 35 Una vez calculados los parámetros de control, el módulo de control controla la posición y orientación de la cabeza, que están interrelacionadas por la razón de engranaje en la cabeza tal como se ilustra en la figura 4, y/o la presión de fluido de limpieza emitiendo las señales de control apropiadas en la fase 670. De esta forma, se realiza la limpieza del tanque automatizada de manera eficiente y efectiva. Por ejemplo, el módulo de control puede aumentar la presión de fluido y/o ralentizar o detener la cabeza de pulverización cuando el fluido se dirige a ubicaciones sucias conocidas.
- 40 Una vez completado el ciclo de limpieza, el módulo de control emite una señal de validación de limpieza en la fase 680 en un aspecto de la invención. Por ejemplo, el módulo de control puede producir una señal de alerta audible que va a emitirse, tal como a través de un altavoz o elemento piezoeléctrico. Además o alternativamente, puede presentarse un mensaje de validación de limpieza textual y/o gráfico al usuario a través de la interfaz de usuario. De esta forma, el usuario puede garantizar el cumplimiento de las normativas y/o políticas aplicables con respecto a la limpieza del recipiente.
- 45 Aunque el ejemplo anterior de la invención se ha descrito haciendo referencia a un sistema de limpieza de cabezal único tal como se ilustra en la figura 1, se apreciará que pueden usarse múltiples dispositivos de limpieza dentro de un único recipiente y que pueden controlarse de conformidad con los principios descritos. Por ejemplo, puede ser deseable usar dos unidades de limpieza tal como las ilustradas en la figura 2 para acelerar la limpieza, o cuando una única cabeza de pulverización no puede alcanzar de manera efectiva ciertas zonas del interior de un recipiente. Por tanto, también se prevé que el sistema descrito se usará para controlar dos o más cabezas de pulverización dentro de un único recipiente de forma coordinada.
- 55

- Aunque los ejemplos anteriores se han descrito haciendo referencia a un sistema de accionamiento por motor de aire para hacer girar el árbol de accionamiento del dispositivo de limpieza, se apreciará que puede usarse en su lugar cualquier otro sistema de accionamiento adecuado. Otros sistemas de accionamiento pueden incluir, sin limitación, motores paso a paso, motores CC (por ejemplo, motores sin escobillas), motores CA (por ejemplo, a través de accionamiento de frecuencia variable), motores hidráulicos (por ejemplo, accionados por transductor de presión o válvula de control), y así sucesivamente.
- Además, la posición y orientación de la cabeza de pulverización pueden accionarse por reacción, por ejemplo, por la fuerza de reacción de la pulverización expulsada desde la cabeza. En esta realización especialmente, pero también en otras realizaciones, puede ser beneficioso un control de freno en lugar de un control de accionamiento. El dispositivo de limpieza de reacción puede ser más difícil de accionar de manera precisa que las unidades accionadas por árbol, pero puede proporcionarse control de frenado de precisión a través de un freno de disco o banda, freno de resistencia electrodinámico u otro mecanismo de frenado controlable. En un aspecto de la invención, el frenado controlable se combina con detección de posición de precisión dando un control exacto de la posición y orientación de la cabeza de pulverización.
- Con respecto al aparato de limpieza de reacción, la cabeza de pulverización puede fijarse para rotar sólo en un único plano. Generalmente, se conformarán una o más salidas de fluido en la cabeza para soplar la pulverización en un patrón deseado cuando el dispositivo rota. Por tanto, con respecto a verificar que el tanque se limpia apropiadamente, se monitorizan la velocidad y la rotación de la cabeza en una realización de la invención.
- Con respecto a una unidad de limpieza de tanque accionada por turbina, el mecanismo de accionamiento así como los mecanismos de medición pueden ser o bien internos o bien externos al tanque. Por ejemplo, puede emplearse un sensor de rotación interno y accionamiento interno tal como se comenta en otra parte en el presente documento. En este ejemplo, los pasos a través necesarios incluyen al menos un paso a través eléctrico para extraer la salida del sensor y una alimentación líquida a través para suministrar fluido para rotación y limpieza.
- Aunque el dispositivo de limpieza de tanque tal como se ilustra en la figura 2 puede manipularse en dos dimensiones de rotación interrelacionadas, se proporcionan otras dimensiones de movimiento en aspectos alternativos de la invención. Por ejemplo, se proporciona un grado de libertad lineal a lo largo del eje de rotación del árbol en un aspecto adicional de la invención. Una disposición de este tipo se ilustra en la figura 6.
- El dispositivo de limpieza de tanque 700 es similar al ilustrado en la figura 2 (elemento 10) y la figura 4 (elemento 310), pero está dotado de un grado adicional de movimiento lineal a lo largo del eje del árbol de rotación 720. En particular, en el ejemplo ilustrado, el alojamiento tubular 750 que encierra el árbol de rotación 720 está unido de manera deslizante a través de la brida 740 que está sellada a la pared del tanque (no mostrada). Además de los sellos de rotación tratados anteriormente que permiten la rotación del árbol 720 y la cabeza de pulverización 770 en comunicación de fluido con la entrada de fluido 760, se usa un fuelle 730 u otro mecanismo de sellado de manera linealmente deslizante para permitir que el alojamiento 750 se deslice en relación con la brida 740 de manera sellada.
- La posición lineal del alojamiento 750 en relación con la brida 740 se controla mediante el módulo de control tal como se comentó anteriormente para alterar el punto de impacto de los chorros de fluido expulsados desde las boquillas 780. El actuador (no mostrado) usado para cambiar la posición lineal del alojamiento puede ser un mecanismo hidráulico, un mecanismo de cremallera y piñón, u otro mecanismo adecuado.
- Aunque la discusión adjunta se ha referido generalmente a la limpieza de tanques y recintos cerrados, se apreciará que la invención no se limita de esta forma. Por ejemplo, la invención puede usarse para la limpieza de cubas y otros envases con la parte superior abierta. Para evitar la salpicadura en exceso de la parte abierta del envase, el flujo de fluido puede no sólo ralentizarse, sino interrumpirse completamente según se desee para ciertas orientaciones. Particular, aunque no exclusivamente, para una única boquilla o cabeza de pulverización de salida, la detención del flujo de fluido cuando la pulverización salga de la boca del recipiente conservará fluido de limpieza y evitará desórdenes innecesarios.
- Se apreciará que la descripción anterior se refiere a ejemplos que ilustran una configuración preferida del sistema de limpieza de tanque. Sin embargo, se contempla que otras implementaciones de la invención puedan diferir en detalle de los ejemplos anteriores. Tal como se observó anteriormente, se pretende que todas las referencias a la invención hagan referencia al ejemplo particular de la invención que se está comentando en ese punto y no se pretende que impliquen ninguna limitación en cuanto al alcance de la invención más generalmente. Se pretende que todo el vocabulario de distinción y menosprecio con respecto a ciertas características indique una falta de preferencia por esas características, pero que no las excluya del alcance de la invención en su totalidad a menos que se indique de otro modo.
- El uso de los términos “un” y “una” y “el/la” y referentes similares en el contexto de describir la invención (especialmente en el contexto de las siguientes reivindicaciones) ha de considerarse que cubre tanto la forma singular como la plural, a menos que se indique de otro modo en el presente documento o se contradiga claramente por el contexto. Los términos “que comprende,” “que tiene,” “que incluye” y “que contiene” han de considerarse

términos abiertos (es decir, que significan “que incluye, pero sin limitarse a”) a menos que se observe de otro modo. Se pretende que la cita de intervalos de valores en el presente documento sirva meramente como un método resumido de hacer referencia individualmente a cada valor separado que cae dentro del intervalo, a menos que se indique de otro modo en el presente documento, y cada valor separado se incorpora a la memoria descriptiva como si se citara individualmente en el presente documento. Todos los métodos descritos en el presente documento pueden realizarse en cualquier orden adecuado a menos que se indique de otro modo en el presente documento o que se contradiga claramente de otro modo por el contexto. El uso de todos y cada uno de los ejemplos o el vocabulario a modo de ejemplo (por ejemplo, “tal como”) proporcionado en el presente documento, tiene como finalidad meramente aclarar mejor la invención y no plantear una limitación sobre el alcance de la invención a menos que se reivindique de otro modo. No debe considerarse ningún vocabulario en la memoria descriptiva como que indica cualquier elemento no reivindicado como esencial para la práctica de la invención.

Por consiguiente, esta invención incluye todas las modificaciones y equivalentes del contenido citado en las reivindicaciones adjuntas al presente documento tal como lo permite la ley aplicable. Además, cualquier combinación de los elementos descritos anteriormente en todas las posibles variaciones de los mismos está englobada por la invención a menos que se indique de otro modo en el presente documento o se contradiga claramente de otro modo por el contexto.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de limpieza de tanque (10; 300) que comprende:

5 un dispositivo de limpieza de tanque (10; 310; 700) que tiene un árbol (30; 430; 720) unido a un mecanismo de cabeza de pulverización (150), teniendo dicho mecanismo de cabeza de pulverización (150) en el mismo al menos un orificio (160) para pulverizar en el interior de un tanque (20) un fluido de limpieza (60), caracterizado porque

la rotación del árbol (30; 430; 720) provoca la rotación del mecanismo de cabeza de pulverización alrededor de dos ejes de rotación sustancialmente perpendiculares (A, B);

10 un detector de rotación (470) se fija al árbol para proporcionar una señal de posición (490) asociada al árbol (30; 430; 720) que puede trasladarse a la posición del mecanismo de cabeza de pulverización (150) alrededor de cada eje de rotación del mismo a través de múltiples rotaciones completas del árbol (30);

un actuador (40) se fija al árbol (30; 430; 720) para provocar la rotación del mismo;

una base de datos (260) mantiene los datos relacionados con una o más características interiores del tanque (20) y un nivel de limpieza requerido en una o más características de este tipo;

15 un controlador (220) recibe la señal de posición de árbol y monitoriza el número de rotaciones de árbol y traduce la señal de posición de árbol para indicar la posición de los orificios de pulverización y los datos relacionados con la una o más características interiores del tanque (20), estando adaptado el controlador para controlar la velocidad de rotación y/o la dirección del actuador (40), y por tanto la posición del al menos un orificio (160), basándose en la señal de posición y los datos relacionados con la una o más características interiores del tanque (20);

20 en el que el controlador (220) además altera el caudal del fluido de limpieza cuando el al menos un orificio (160) dirige fluido de limpieza a una ubicación predeterminada del interior del tanque.
2. Sistema de limpieza de tanque (10; 300) según la reivindicación 1, en el que la señal de posición asociada a la posición del mecanismo de cabeza de pulverización (150) comprende una señal de ángulo que indica un ángulo de rotación del árbol (30; 430; 720) y una señal de conteo de rotación que indica un número de rotaciones efectuadas por el árbol (30; 430; 720).
3. Sistema de limpieza de tanque (10; 300) según la reivindicación 1, en el que el controlador (220) se implementa como un circuito lógico programable.
4. Sistema de limpieza de tanque (10; 300) según la reivindicación 1, en el que el controlador (220) está adaptado para proporcionar una señal de verificación cuando una operación de limpieza de tanque se ha completado con éxito.
5. Sistema de limpieza de tanque (10; 300) según la reivindicación 1, en el que el mecanismo de cabeza de pulverización (150) comprende dos orificios (160) para pulverizar el interior de un tanque (20) con un fluido de limpieza.
6. Sistema de limpieza de tanque (10; 300) según la reivindicación 1, en el que el controlador (220) altera la velocidad de la rotación de árbol cuando el al menos un orificio (160) dirige fluido de limpieza a una ubicación predeterminada del interior del tanque.
7. Sistema de limpieza de tanque (10; 300) según la reivindicación 1, en el que el controlador (220) detiene la rotación del árbol (30; 430; 720) cuando el al menos un orificio (160) dirige fluido de limpieza a una ubicación predeterminada del interior del tanque.
8. Método de limpieza de un tanque (20) que usa un sistema de limpieza de tanque (10) según las reivindicaciones 1-7 que tiene un árbol (30) unido a un mecanismo de cabeza de pulverización (150) que tiene en el mismo al menos un orificio (160) para pulverizar en el interior del tanque un fluido de limpieza (60) en un punto de impacto móvil a lo largo de una trayectoria de barrido, caracterizado porque

45 dicho al menos un orificio (160) puede hacerse rotar simultáneamente alrededor de dos ejes sustancialmente perpendiculares (A, B), comprendiendo el método:

recibir una orden de inicio (610) para comenzar un ciclo de limpieza;

determinar una posición inicial del mecanismo de cabeza de pulverización (150) a lo largo de ambos ejes (620);

50 basándose en la posición inicial determinada del mecanismo de cabeza de pulverización (150), calcular una

- secuencia de ubicaciones de impacto de pulverización posteriores a lo largo de la trayectoria de barrido dentro del tanque como una función de rotación del árbol (640), y calcular además un caudal del fluido de limpieza para cada una de las ubicaciones de impacto de pulverización;
- 5 asociar la posición del mecanismo de cabeza de pulverización con uno o más parámetros de limpieza a través de la secuencia de ubicaciones de impacto de pulverización posteriores para crear un programa de limpieza (650);
- calcular los movimientos de actuador y los parámetros de control de fluido para ejecutar el programa de limpieza (660);
- 10 emitir señales de control para implementar los 15 movimientos de actuador calculados para controlar la posición del mecanismo de cabeza de pulverización (670); y
- emitir una señal de validación de limpieza cuando el programa de limpieza de tanque ha terminado si no se detectó ningún error durante la ejecución del programa de limpieza (680).
9. Método según la reivindicación 8, en el que la etapa de recibir una orden de inicio (610) para comenzar un ciclo de limpieza comprende recibir la orden a través de un mecanismo seleccionado del grupo que
- 15 consiste en una entrada de usuario y un activación planificada.
10. Método según la reivindicación 8, en el que la etapa de calcular una secuencia de ubicaciones de impacto de pulverización posteriores (640) toma como su entrada datos seleccionados del grupo que consiste en una geometría de superficie del tanque, datos de suministro del fluido de limpieza y datos de coeficiente de flujo de fluido de orificio.
- 20 11. Método según la reivindicación 8, en el que la etapa de asociar la posición de mecanismo de cabeza de pulverización con uno o más parámetros de limpieza (650) a través de la secuencia de ubicaciones de impacto de pulverización posteriores comprende establecer un tiempo de permanencia y/o velocidad de barrido para cada una de las secuencias de ubicaciones de impacto de pulverización posteriores.
- 25 12. Método según la reivindicación 8, en el que la etapa de emitir señales de control para implementar los movimientos de actuador calculados (670) comprende además emitir señales de control para controlar la presión de fluido de limpieza.
13. Método según la reivindicación 8, en el que los datos relacionados con el patrón de barrido determinado mecánicamente del al menos un orificio (160) fijado al mecanismo de cabeza de pulverización (150) indica
- 30 la densidad variable de proximidad de barridos precedentes y posteriores de manera que la velocidad de barrido puede o bien disminuirse en velocidad para proporcionar mayor tiempo de permanencia para compensar una densidad de barrido inferior o bien aumentarse en velocidad para proporcionar menos tiempo de permanencia para compensar una densidad de barrido superior.
14. Método según la reivindicación 10, en el que la etapa de calcular una secuencia de ubicaciones de impacto de pulverización posteriores (660) comprende además consultar una base de datos que mantiene datos
- 35 relacionados con una o más características interiores del tanque (20).

FIG. 1

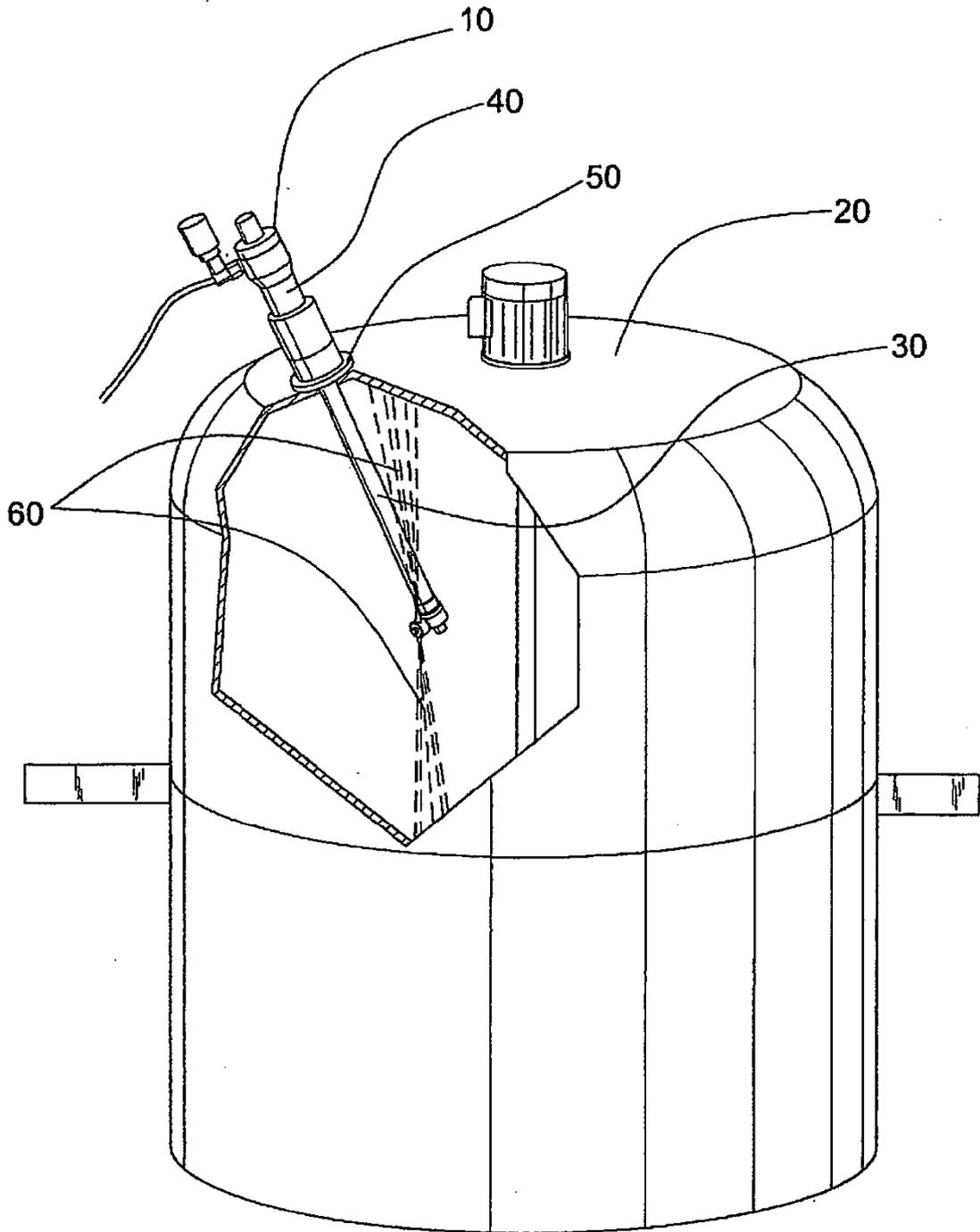
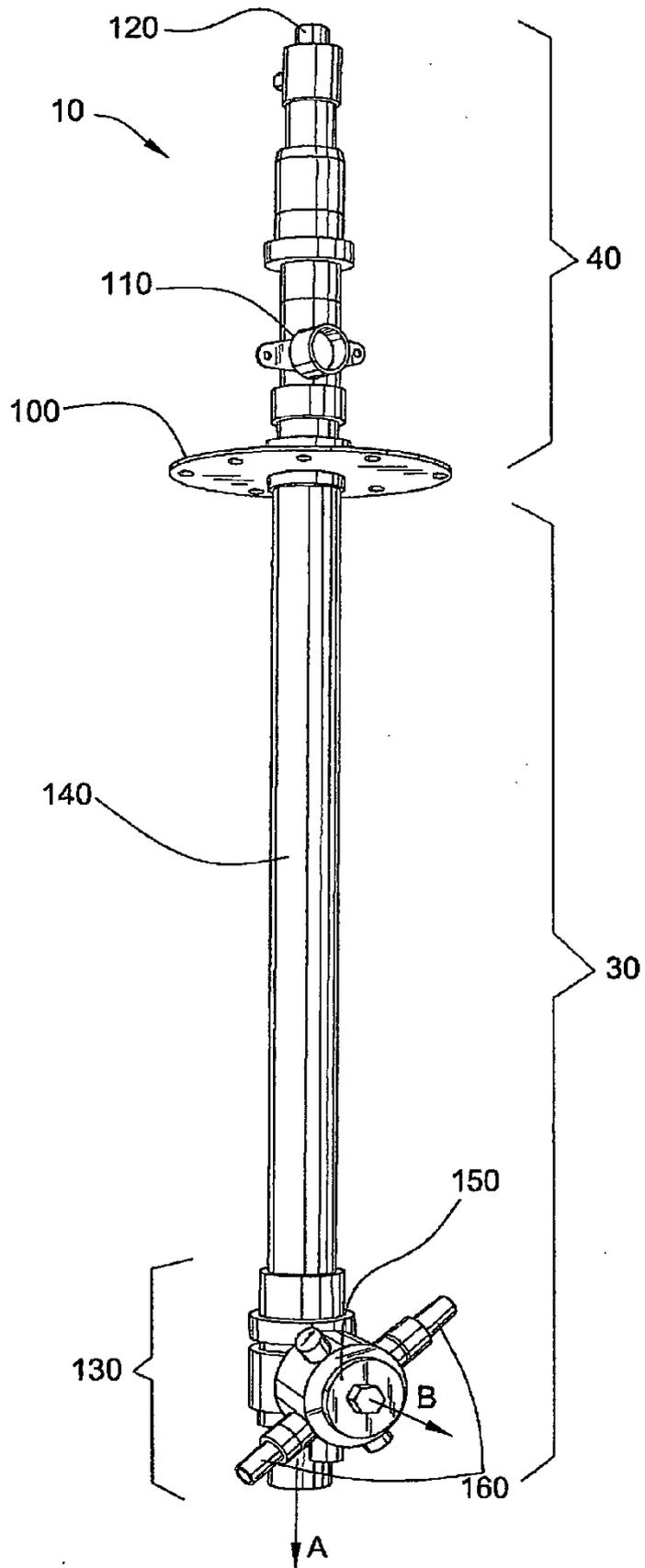


FIG. 2



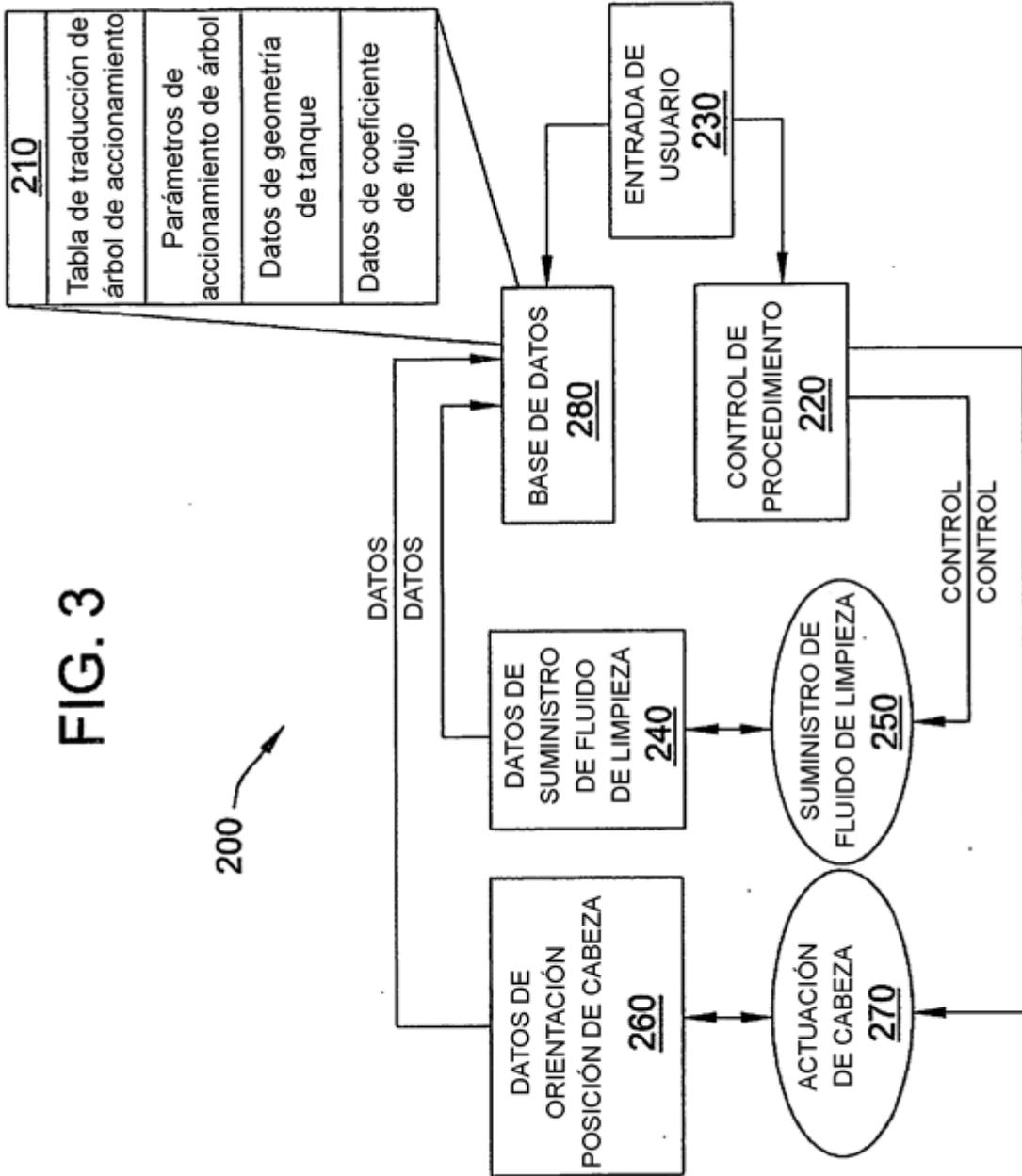


FIG. 4

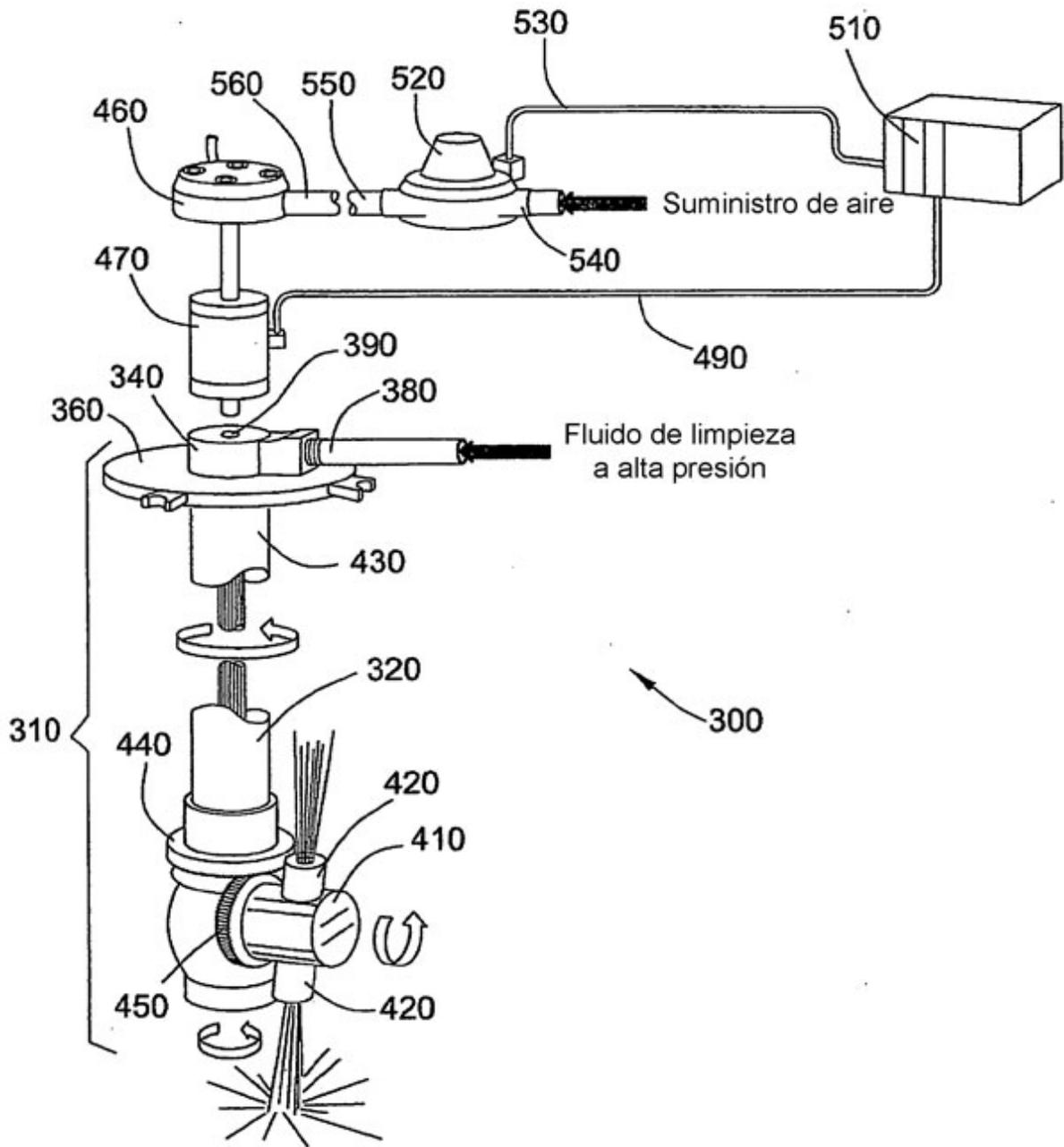


FIG. 5

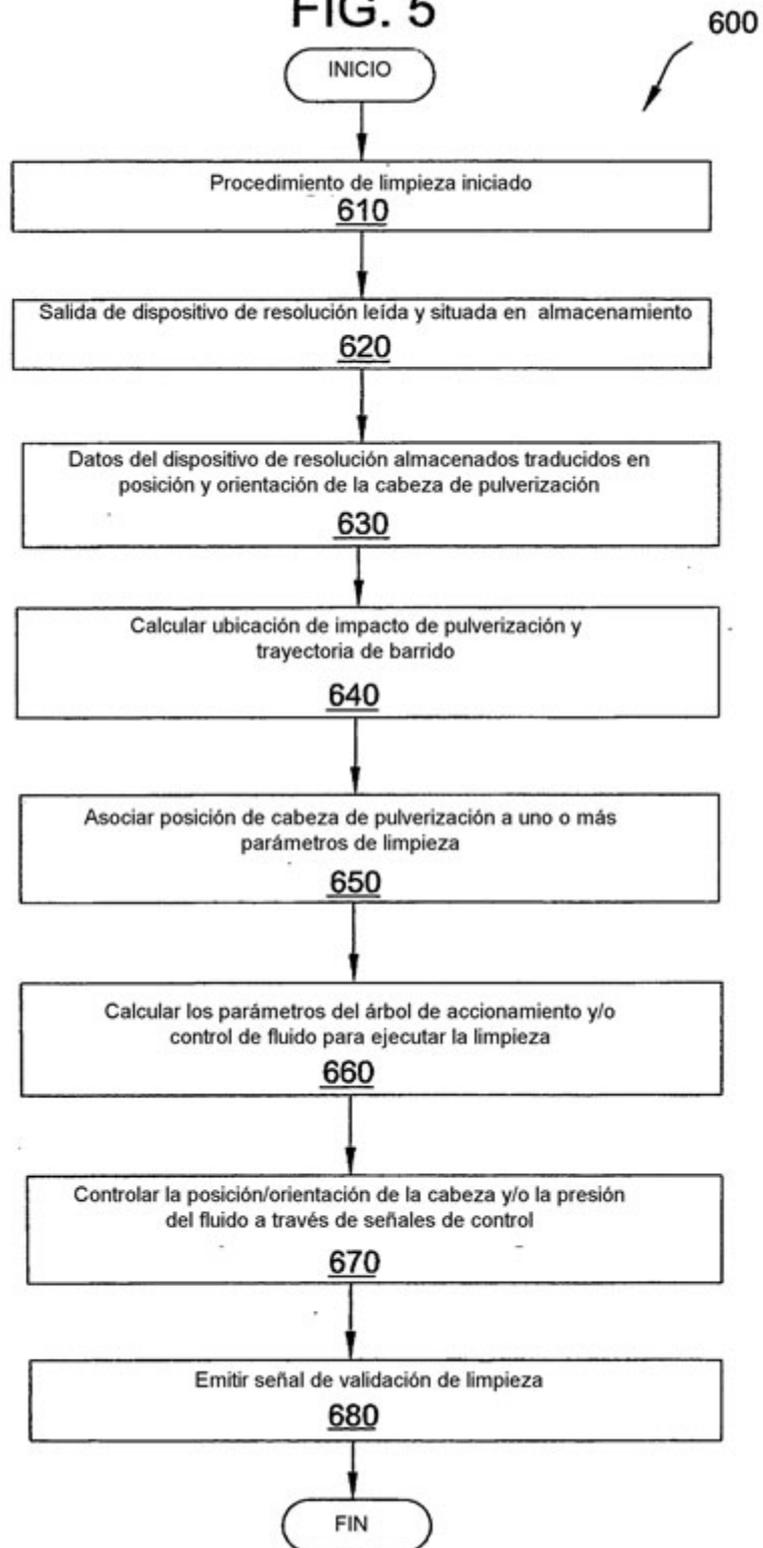


FIG. 6

