



SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2019/0000038

Recibo: 19-277

Fecha: 03/01/2019

JUAN GUILLERMO MOURE PEREZ

CC: 80.412.281

Pago PSE No: 248390

CUS: 401000220

NC Correcciones a Patente/Modelo/Trazado

Request on Patente de Invención Nacional NC2018/0014238

Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-03	N. CREACION MODIFICACIONES CORRECCIONES CAMBIO DE NOMBRE, DOMICIO O DIR DEL SOLICITANTE (LINEA)	1	\$ 72,000	\$ 72,000
TOTAL					\$ 72,000

5 **APARATO Y MÉTODO PARA MEDIR Y CONTROLAR VARIABLES**
INDUSTRIALES

CAMPO DE LA INVENCION

10 La presente invención se relaciona con aparatos y métodos para medir y controlar variables industriales como temperatura, presión, caudal, flujo másico, entre otros. Particularmente se relaciona con aparatos y métodos para medir y controlar variables industriales en los cuales un usuario puede interactuar con el aparato.

15 **DESCRIPCION DEL ESTADO DE LA TECNICA**

El estado de la técnica divulga aparatos para el control de variables industriales, particularmente para la medición y control de propiedades termodinámicas y flujos de masa o volumen a partir de sensores y actuadores.

20 Particularmente, los documentos US9,063,551 y CN105444147 divulgan aparatos que comprenden sensores y actuadores para el control del calentamiento y circulación de fluidos líquidos.

25 El documento US9,063,551 divulga un aparato para calentar agua con base en datos de demanda de agua caliente en unos intervalos de tiempo durante el día. Particularmente, este documento divulga un aparato para calentar agua que tiene un calentador primario, un tanque de mezcla, un calentador secundario localizado dentro del tanque de mezcla, una tubería de ingreso que atraviesa el calentador primario y se conecta al tanque de mezcla. Por su parte,
30 el calentador primario calienta agua que pasa por la tubería de ingreso, la cual puede ser calentada de nuevo por el calentador secundario en caso de tener una alta demanda de agua caliente.

Además, el aparato tiene una pluralidad de sensores, tales como sensores de temperatura,
35 caudal, humedad, nivel de condensado, presión, entre otros. Adicionalmente, este documento divulga una bomba de fluido dispuesta en una tubería de recirculación que dirige agua desde la salida del aparato hacia el calentador primario o el calentador secundario. Asimismo, dicho documento divulga válvulas accionadas eléctricamente, las cuales se disponen en tuberías con el fin de manipular el flujo de agua dentro del aparato.

40 También, el documento divulga un controlador conectado a los sensores, una interfaz de usuario y una pluralidad de actuadores y válvulas. Entre los actuadores pueden estar resistencias de calentamiento, quemadores, ventiladores, bombas de recirculación, entre otros. El controlador recopila datos de demanda de agua caliente durante el día y los compara
45 con un registro histórico, de esta manera, el controlador activa el calentador primario en ciertas horas del día, para tener dentro del tanque de mezcla un volumen suficiente para

- 5 satisfacer la demanda histórica, evitando calentar agua en exceso, lo cual implica un ahorro de energía. Asimismo, este documento enseña que el controlador puede programarse con un control Proporcional-Integral-Derivativo (PID), proporcional, integral, derivativo, de retroalimentación o de lógica difusa.
- 10 Adicionalmente, el documento divulga que la interfaz de usuario que es una herramienta de comunicación bidireccional que permite a un usuario ingresar sus preferencias de manera manual, o automáticamente proporcionar entradas de control desde un segundo dispositivo de control.
- 15 Sin embargo, el documento US9,063,551 se limita a modalidades que usan la unidad de control para aprender hábitos de uso de agua caliente, con el fin de calentar el agua con base en datos de demanda de agua caliente en unos intervalos de tiempo durante el día. Además, este documento no especifica que se entiende por un segundo dispositivo de control, con lo cual no se identifican motivaciones o sugerencias para usar el aparato divulgado para una
- 20 aplicación diferente al calentamiento de agua controlado por hábitos de uso.

Por otro lado, si bien el aparato realiza medición de nivel y temperatura, se centra en controlar una temperatura en los tiempos requeridos y no es flexible en su configuración, teniendo una programación específica sin modos de acceso, lo cual impide a un operador interferir en el

25 control del proceso de calentamiento.

Por otra parte, el documento CN105444147 divulga un sistema de control automático para controlar remotamente el suministro de agua de una caldera, así como su temperatura y presión límite. Por su parte, la caldera tiene un cuerpo con una tubería de agua fría, una

30 tubería de agua cliente, cada tubería provista de una válvula solenoide, y una salida de vapor. Dentro del cuerpo de la caldera hay un tubo de vidrio anti-exposición conectado un sensor de nivel de agua y provisto de sensores infrarrojos.

Además, la caldera de dicho documento tiene una caja de control eléctrico provista con un

35 microcontrolador, y tiene sensores de temperatura y presión, así como una bomba de agua. Adicionalmente, la caldera tiene una barra eléctrica de calentamiento que calienta el agua. Por su parte, el microcontrolador se conecta a los sensores de presión y temperatura, la barra eléctrica de calentamiento, las válvulas solenoides y la bomba de agua. Asimismo, este documento divulga que la caja de control eléctrico se conecta inalámbricamente con un

40 dispositivo de monitoreo remoto mediante un módulo de transmisión.

Sin embargo, la caldera divulgada en este documento se limita la comunicación inalámbrica con un dispositivo de monitoreo remoto. Asimismo, este documento se limita a controlar las condiciones de calentamiento del agua para generación de vapor. Asimismo, la caldera de

45 este documento es una implementación rígida que se enfoca en el control remoto para mantener temperatura y presión constantes, lo cual impide a un operador interferir en el

5 control del proceso de calentamiento para variarlo y estudiar el comportamiento del sistema desde el punto de vista de automatización y control.

De acuerdo con lo anterior, el estado de la técnica divulga aparatos de calentamiento que con dispositivos y sistemas de control rígidos que impiden manipulación de un usuario externo.

10

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención corresponde a un aparato y un método para medir y controlar variables industriales. Por su parte, el aparato de la presente invención comprende un tanque que tiene
15 una entrada y una salida, donde la entrada se conecta a una unidad de suministro de fluido; y al menos un actuador conectado al tanque. Además, el aparato tiene una pluralidad de sensores conectados al tanque, y una primera válvula conectada a la entrada del tanque. Asimismo, el aparato incluye una segunda válvula conectada a la salida del tanque; una unidad de control conectada a la pluralidad de sensores, el al menos un actuador y las
20 válvulas. Por ejemplo, los sensores se seleccionan del grupo que incluye, mas no se limita a, sensores de temperatura, de nivel, de caudal de presión o combinaciones de los mismos. Adicionalmente, el aparato de la presente invención tiene un panel de usuario conectado a la unidad de control, donde la unidad de control acciona el al menos un actuador y las válvulas. Preferiblemente, el panel de usuario se conecta a un primer dispositivo de mando que se
25 selecciona entre un microprocesador externo un tablero de pulsadores, una tablet, computador, un procesador, un controlador lógico programable, un circuito lógico análogo; donde el primer dispositivo de mando se programa con un algoritmo que activa y desactiva las válvulas, y al menos un actuador digitalmente. Además, el panel de usuario se conecta a un segundo dispositivo de mando que es una interfaz de usuario con pulsadores que permiten
30 activar y desactivar las válvulas, y al menos un actuador manualmente.

Preferiblemente, el aparato de la presente invención tiene entre sus actuadores una bomba de fluido y un dispositivo de calentamiento acoplado conectados al tanque y a la unidad de control, donde la unidad de control acciona el dispositivo de calentamiento, las válvulas y la
35 bomba de fluido con base en la selección de unos interruptores de la segunda unidad de mando y el ingreso de unas señales ingresadas en la primera unidad de mando con el fin de cambiar las magnitudes de las variables industriales; de manera digital y/o manual. Por ejemplo, las variables industriales se seleccionan del grupo que incluye, mas no se limita, temperatura, caudal, nivel, presión, flujo de calor o combinaciones de las mismas.

40

Por otro lado, la presente invención incluye método para medir y controlar variables industriales con un aparato para medir y controlar variables industriales que tiene al menos un tanque al menos un actuador conectado al tanque, una pluralidad de sensores dispuestos en al menos un tanque, válvulas que regulan una entrada y salida de un fluido contenido en
45 al menos un tanque, una unidad de control conectada a los sensores, las válvulas, y el al menos un actuador; y un panel de usuario conectado a la unidad de control. El método de la

5 presente invención incluye una etapa a) de llenar al menos un tanque con un fluido hasta un nivel predeterminado; y una etapa b) de seleccionar en la unidad de control un modo de operación seleccionado entre modo manual y modo digital. Además, el método tiene una etapa c) de accionar al menos un actuador con la unidad de control; y una etapa d) de tomar lecturas de variables industriales con los sensores. Adicionalmente, el método tiene una etapa
10 e) de transmitir las lecturas de la etapa d) mediante el panel de usuario a un dispositivo externo.

Preferiblemente, en la etapa c) del método, el panel de usuario recibe una señal de activación de un primer dispositivo de mando y/o un segundo dispositivo de mando. El primer
15 dispositivo de mando preferiblemente se selecciona entre un microprocesador externo, un tablero de pulsadores, una tablet, computador, un procesador, un controlador lógico programable, un circuito lógico análogo; donde el primer dispositivo de mando activa y desactiva las válvulas, y al menos un actuador cuando en la etapa b) se selecciona el modo digital; y donde el segundo dispositivo de mando que es una interfaz de usuario con
20 pulsadores que activa y desactiva las válvulas, y al menos un actuador cuando en la etapa b) se selecciona el modo manual.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

25 La FIG. 1 corresponde a una modalidad del aparato de la presente invención que incluye una unidad de control con un panel de usuario que se conecta a un microcontrolador y a un tablero de pulsadores, donde la unidad de control se conecta a válvulas, sensores de presión y caudal, un calentador y una bomba.

30 La FIG. 2 corresponde a una modalidad del aparato de la presente invención como el de la FIG. 1 con la diferencia de que incluye un tanque superior con una válvula de purga y un intercambiador de calor.

La FIG. 3 corresponde a una vista en sección de un tanque como el de la FIG. 1 y FIG. 2 que
35 tiene un calentador, un agitador, sensores de presión y temperatura y válvulas de entrada y salida.

La FIG. 4 corresponde a una vista en sección de la modalidad del aparato de la FIG. 2 en la cual se omite la representación de la unidad de control, el módulo de usuario y los
40 dispositivos de mando.

La FIG. 5 corresponde a una modalidad del aparato de la presente invención como el de la FIG. 2 con la diferencia de que incluye una tarjeta de potencia conectada a un calentador eléctrico, y a la unidad de control.

45

5 La FIG. 6 corresponde a un diagrama de flujo de una primera modalidad del método de la presente invención.

La FIG. 7 corresponde a un diagrama de flujo de una segunda modalidad del método de la presente invención.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La medición y control de variables industriales permite conocer el comportamiento de procesos industriales en los cuales intervienen actuadores que cambian propiedades físicas, químicas y/o termodinámicas de sustancias. Particularmente, la medición y control de variables como presión, temperatura, caudal, concentración, flujo de calor, flujo másico y nivel permite estudiar cómo se comportan las sustancias dentro de un proceso en donde intervienen actuadores como bombas, calentadores, agitadores, entre otros.

20 Particularmente, es de interés conocer cómo el accionamiento de los actuadores induce cambios en las variables industriales, y cómo la interacción entre los actuadores y sus tiempos de respuesta genera cambios diferentes.

Ahora bien, en el estado de la técnica se conocen aparatos que permiten medir y controlar variables de manera digital, haciendo uso de controladores programables conectados a sensores y actuadores. Sin embargo, este tipo de aparatos son usados por personal entrenado y calificado.

Por su parte, la presente invención corresponde a un aparato y un método para medir y controlar variables industriales. El aparato para medir y controlar variables industriales comprende:

- un tanque (1) que tiene una entrada y una salida, donde la entrada se conecta a una unidad de suministro de fluido (F);
 - al menos un actuador conectado al tanque (1);
 - 35 - una pluralidad de sensores (3) conectados al tanque (1),
 - una primera válvula (5) conectada a la entrada del tanque (1);
 - una segunda válvula (6) conectada a la salida del tanque (1);
 - una unidad de control (7) conectada a la pluralidad de sensores (3), el al menos un actuador y las válvulas (5, 6); y,
 - 40 - un panel de usuario (8) conectado a la unidad de control (7);
- donde la unidad de control (7) acciona el al menos un actuador y las válvulas (5, 6);
- donde el panel de usuario (8) se conecta a:
- un primer dispositivo de mando (15) que se selecciona entre un microprocesador externo (11), una tablet, computador, un procesador, un controlador lógico programable, un circuito lógico análogo; donde

45

5 el primer dispositivo de mando (15) se programa con un algoritmo que activa y desactiva digitalmente las válvulas (5, 6), y al menos un actuador; y,

- un segundo dispositivo de mando (16) que es una interfaz de usuario con pulsadores que permiten activar y desactivar manualmente las

10 válvulas (5, 6), y al menos un actuador.

El aparato de la presente invención opera en un modo manual y un modo digital mediante la operación del primer dispositivo de mando (15) y el segundo dispositivo de mando (16).

15 Se entenderá en la presente invención por modo digital un modo de operación del aparato de la presente invención en el que se suministran señales digitales a la unidad de control (7) mediante un primer dispositivo de mando (15), las cuales controlan la apertura y cierre de las válvulas del aparato, y sus actuadores. Preferiblemente, el modo digital permite operar el

20 actuadores del aparato se activan y desactivan de acuerdo con una secuencia predeterminada por un usuario.

Asimismo, se entenderá en la presente invención por modo manual un modo de operación del aparato de la presente invención en el que un usuario suministra a la unidad de control

25 (7) señales mediante un segundo dispositivo de mando que tiene pulsadores. De esta manera un usuario puede accionar las válvulas y actuadores del aparato a su voluntad,

Por ejemplo, el usuario puede seleccionar el modo manual o el modo digital mediante un comando proporcionado por el primer dispositivo de mando (15), u oprimiendo un

30 interruptor localizado en el segundo dispositivo de mando (16). De acuerdo con lo anterior, cuando el usuario selecciona el modo manual, se habilitan unos pulsadores del segundo dispositivo de mando (16) que activan y desactivan los actuadores (v.g. dispositivo de calentamiento (2), bomba de fluido (4), agitador (13), intercambiador de calor (14)) y válvulas del aparato (v.g. primera válvula (5), segunda válvula (6), tercera válvula (9),

35 válvula de suministro (5A)).

Por otro lado, una de las ventajas de tener ambos dispositivos de mando (15, 16) es que un usuario puede experimentar con el aparato de la presente invención de manera manual, para evidenciar como es el comportamiento del fluido que entra y sale del tanque (1). Esta ventaja

40 es valiosa en el caso de que el usuario se entrene o capacite para operar y controlar procesos industriales donde se interrelacionan variables industriales manipuladas por actuadores y medidas por sensores (3).

Dichos procesos industriales pueden seleccionarse entre un proceso de calentamiento,

45 bombeo circulante, calentamiento presurizado, evaporación, separación líquido-líquido por evaporación, destilación, mezcla de fluidos, mezclas de sólidos y fluidos, formación de

5 emulsiones, lixiviación, procesos reactivos líquido-líquido, líquido-sólido, líquido gas, o combinaciones de los mismos.

Se entenderá en la presente invención por variables industriales, variables que permiten conocer el comportamiento de procesos industriales en los cuales intervienen actuadores que
10 cambian propiedades físicas, químicas y/o termodinámicas de sustancias. Particularmente, las variables industriales pueden seleccionarse entre presión, temperatura, caudal, concentración, flujo de calor, flujo másico, y nivel.

Además, el panel de usuario (8) puede conectarse alámbricamente o inalámbricamente con
15 la unidad de control (7). Preferiblemente, el panel de usuario (8) es una tarjeta que se conecta a la unidad de control (7). El panel de usuario (8) tiene puntos de conexión como barras BUS, pines (v.g. pines de alimentación de 5 voltios, 12 voltios y 24 voltios), o acoples en donde se conectan el primer dispositivo de mando (15) y el segundo dispositivo de mando (16).

20 Por ejemplo, el panel de usuario (8) se puede comunicar con la unidad de control (7) con una tecnología de comunicación inalámbrica que se selecciona del grupo conformado por Bluetooth, WiFi, Radio Frecuencia RF ID (por las siglas en inglés de Radio Frequency Identification), UWB (por las siglas en inglés de Ultra Wide B-and), GPRS, Konnex o KNX,
25 DMX (por sus siglas en inglés, Digital MultipleX), WiMax y tecnologías de comunicación inalámbricas equivalentes que sean conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de las anteriores.

En el caso del módulo de comunicaciones alámbrico, el panel de usuario (8) se puede
30 comunicar con la unidad de control (7) mediante un puerto de conexión cableada que permite la comunicación con los dispositivos externos mediante un bus de comunicaciones, el cual se selecciona entre otros, del grupo conformado por I2C (del acrónimo de IIC Inter-Integrated Circuit), CAN (por las siglas en inglés de Controller Area Network), Ethernet, SPI (por las siglas en inglés de Serial Peripheral Interface), SCI (por las siglas en inglés de Serial
35 Communication Interface), QSPI (por las siglas en inglés de Quad Serial Peripheral Interface), 1-Wire, D2B (por las siglas en inglés de Domestic Digital Bus), Profibus y otros conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

El panel de usuario (8) permite una comunicación bi-direccional con entre la unidad de
40 control (7) y el primer dispositivo de mando (15). De esta manera, cuando la unidad de control (7) recibe una señal de los sensores (3), la unidad de control (7) envía la señal al primer dispositivo de mando (15). De igual forma, el primer dispositivo de mando (15) puede enviar señales o algoritmos a la unidad de control (7), por ejemplo, una señal de activación o desactivación de un sensor (3), o un algoritmo o secuencia de cierre y apertura de
45 actuadores y válvulas (5, 6) para efectuar un proceso predeterminado por un usuario sobre el fluido que entra y sale del tanque (1).

5

Una de las funciones del panel de usuario (8) es adquirir señales de los diferentes sensores (3), ingresar las señales digitales para la activación de todos los actuadores y válvulas del aparato (v.g. dispositivos de calentamiento (2), bombas de fluido (4), agitadores (13), intercambiadores de calor (14)) cuando este se encuentra en modo digital.

10

Por otra parte, haciendo referencia a la FIG. 1, y FIG. 3 el aparato de la presente invención cuenta con un al menos un actuador que puede seleccionarse entre dispositivos de calentamiento (2), bombas de fluido (4), agitadores (13), intercambiadores de calor (14), o combinaciones de los mismos. Los actuadores permiten cambiar las condiciones de operación y propiedades de un proceso que ejecuta el aparato de la presente invención. Dicho proceso puede ser un proceso de calentamiento, bombeo circulante, calentamiento presurizado, evaporación, separación líquido-líquido por evaporación, destilación, mezcla de fluidos, mezclas de sólidos y fluidos, formación de emulsiones, lixiviación, procesos reactivos líquido-líquido, líquido-sólido, líquido gas, o combinaciones de los mismos.

20

Por ejemplo, haciendo referencia a la FIG. 2 en el aparato de la presente invención el actuador puede ser un dispositivo de calentamiento (2) acoplado al tanque (1), donde el dispositivo de calentamiento (2) calienta un fluido contenido en el tanque (1).

25

El dispositivo de calentamiento (2) puede ser seleccionado del grupo que incluye calentadores de resistencias eléctricas, calentadores de chaqueta, calentadores que usan elementos combustibles, calentadores solares, serpentines, calentadores de inducción, quemadores de gas (v.g. de premezcla, tipo jet), quemadores de carbón (v.g. de rejilla, de premezcla, tipo jet, tipo swirl), calentadores de tubos radiantes, intercambiadores de calor de tubos, de placas, intercambiadores de calor con aletas, y combinaciones de los mismos.

30

Por otra parte, haciendo referencia a la FIG. 5, en el caso de los dispositivos de calentamiento (2) que usan electricidad, tales como calentadores de resistencia y calentadores por inducción, estos pueden conectarse mediante una unidad de control de potencia (10) a la unidad de control (7). Dichos dispositivos de calentamiento (2) que usan electricidad se conectan a una fuente de potencia eléctrica (no ilustrada) como una red de suministro eléctrico o una batería. De esta manera, la unidad de control de potencia (10) puede operar a voltajes altos, por ejemplo, 110V, 220V, o 440V y manejar un suministro de potencia eléctrica para el calentamiento de un fluido contenido en el tanque (1). El suministro de potencia eléctrica para el calentamiento puede ser una potencia entre 100W y 110W, entre 50W y 100W, entre 25W y 100W, entre 20W y 50W, entre 1W y 10W, entre 1W y 100W, entre 10W y 200W, entre 50W y 200W, entre 100W y 200W, entre 150W y 250W, entre 250W y 300W, entre 300W y 500W, entre 500W y 1000W, entre 100W y 1000W, entre 1000W y 2000W, entre 1500W y 3000W, o mayor a 3000W.

45

5 Particularmente, la unidad de control de potencia (10) permite operar el dispositivo de calentamiento (2) que opera con electricidad a los voltajes y potencias eléctricas requeridas sin tener que utilizar una unidad de control (7) que soporte dichos voltajes y potencias. Porejemplo, la unidad de control (7) puede operar a 12V o 24V mientras que el dispositivo de calentamiento (2) opera a 110V o 220V. De esta manera, la unidad de control de potencia
10 (10) protege eléctricamente la unidad de control (7) y el panel de usuario (8) contra alguna sobrecarga o pico de corriente.

Preferiblemente, la unidad de control de potencia (10) incluye un dispositivo de control de potencia que activa un circuito de potencia del dispositivo de calentamiento (2); y un circuito
15 detector de cruce por cero.

Una de las funciones de la unidad de control de potencia (10) es recibir una señal de la unidad de control (7) para activar un dispositivo de control de potencia (TRIAC), el cual permite activar una resistencia calefactora o una bobina de inducción del dispositivo de calentamiento
20 (2), cuando dicho dispositivo de calentamiento (2) opera con electricidad.

Una de las ventajas de usar dispositivos de calentamiento (2) que usan electricidad, tales como calentadores de resistencia y calentadores por inducción, es que esta clase de dispositivos de calentamiento (2) permiten controlar el flujo de calor que se transfiere hacia
25 el fluido contenido en el tanque (1) con mayor precisión y rapidez, en comparación con calentadores que usan combustibles.

Sin embargo, el aparato de la presente invención puede utilizar dispositivos de calentamiento (2) que operan con combustibles (calentadores de gas, de carbón, de combustible líquido),
30 los cuales pueden controlar el flujo de calor que se transfiere hacia el fluido contenido en el tanque (1) mediante la manipulación de un flujo de aire, flujo de combustible, o la relación aire-combustible. Además, los utilizar dispositivos de calentamiento (2) que operan con combustibles pueden tener un quemador localizado en una cámara de combustión, y dirigir los gases de combustión hacia un intercambiador de calor o chaqueta de calentamiento, el
35 cual transfiere calor al fluido contenido en el tanque (1).

Por ejemplo, el dispositivo de calentamiento (2) puede ser un quemador que opera con un combustible seleccionado del grupo que comprende gas licuado de petróleo (GLP), gas natural, gas de síntesis, propano, butano, hexano, metano, carbón pulverizado (v.g. sub-bituminoso, bituminoso, antracita), gasóleo, gasolina, diésel, alcoholes, solventes, biomasa,
40 biomasa pretratada (v.g. por torrefacción, pirólisis, pirólisis rápida), residuos sólidos (v.g. cascarilla, papel, plásticos, viruta vegetal), combustibles similares conocidos por una persona versada en la materia o combinaciones de los mismos

45 Por otra parte, haciendo referencia a la FIG. 2, y FIG. 4, el aparato de la presente invención puede incluir un tanque superior (1A) localizado arriba del tanque (1), donde el tanque

5 superior (1A) se conecta entre la primera válvula (2) y la unidad de suministro de fluido (F). El tanque superior (1A) puede servir como depósito de fluido para mantener un suministro de fluido constante hacia el tanque (1), lo cual es conveniente cuando la unidad de suministro de fluido (F) no puede proporcionar constantemente el fluido que requiere el tanque (1) para un proceso industrial predeterminado. Dicho proceso puede ser un proceso de calentamiento,
10 bombeo circulante, calentamiento presurizado, evaporación, separación líquido-líquido por evaporación, destilación, mezcla de fluidos, mezclas de sólidos y fluidos, formación de emulsiones, lixiviación, procesos reactivos líquido-líquido, líquido-sólido, líquido gas, o combinaciones de los mismos.

15 Asimismo, el tanque superior (1A) puede servir para efectuar etapas de un proceso industrial, como mezclado, sedimentación, decantación, clarificación, mezcla reactiva, u otras operaciones unitarias que puedan hacerse en tanques que sean conocidas por una persona medianamente versada en la materia. Preferiblemente, el tanque superior (1A) tiene una pluralidad de sensores (3), como sensores (3) de temperatura, presión, nivel, concentración
20 de oxígeno, concentración de un fluido determinado, otros sensores conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de los mismos.

Particularmente, el tanque superior (1A) puede incluir una tercera válvula (9) que conecta al tanque superior (1A) con un sumidero (S). De esta manera, la tercera válvula (9) permite
25 drenar el tanque superior (1A), lo cual es conveniente en procesos de decantación, separación sólido líquido, procesos reactivos con sólidos sedimentados, separación líquido-líquido por densidad, u otros procesos conocidos por una persona medianamente versada en la materia que requieran el drenaje de una sustancia o fase de un tanque. Asimismo, la tercera válvula (9) permite inducir perturbaciones al proceso, con el fin de activar acciones de control que
30 son ordenadas por la unidad de control (7) tanto en el modo manual como en el modo digital.

La tercera válvula (9) puede ser una válvula manual, la cual está desconectada de la unidad de control (7), de esta manera, la tercera válvula (9) es ajena a la unidad de control (7) y permite inducir perturbaciones a un proceso controlado por la unidad de control (7). Esto es
35 valioso para el control de un proceso industrial en el cual puede haber drenajes accidentales o no autorizados.

Sin embargo, la tercera válvula (9) puede ser una electroválvula conectada a la unidad de control (7), con lo cual, la unidad de control (7) puede controlar la apertura y cierre de la
40 tercera válvula (9). De esta manera se pueden controlar procesos en donde se requiera drenar controladamente el tanque superior (1A), por ejemplo, procesos en donde se sedimente un sólido o un fluido denso que se quiera extraer por la parte inferior del tanque superior (1A).

Por su parte, el sumidero (S) es un lugar, recipiente, o red en donde se deposita fluido purgado
45 del tanque superior (1A) al momento de abrir la tercera válvula (9). Por ejemplo, el sumidero (S) puede seleccionarse del grupo que comprende redes de fluido, acueductos,

5 líneas presurizadas de fluido, tanques de almacenamiento de fluido, redes de bombeo y combinaciones de las anteriores.

Por otra parte, los tanques (1, 1A) pueden ser tanques abiertos o tanques herméticos. Asimismo, los tanques (1, 1A) pueden ser un material metálico, plástico o cerámico.

10

Por ejemplo, los tanques (1, 1A) pueden ser de un material plástico seleccionado entre polimetilmetracrilato (PMMA), policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés); de policloruro de vinilo clorado (CPVC, por sus siglas en inglés); polietileno teréftalato (PET, por sus siglas en inglés), poliamidas (PA) (v.g. PA12, PA6, PA66); policlorotrifluoretileno (PCTFE, por sus siglas en inglés); polifluoruro de vinilideno (PVDF, por sus siglas en inglés); politetrafluoruro de etileno (PTFE, por sus siglas en inglés); etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE, por sus siglas en inglés); plásticos (resinas poliéster, vinilester, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. de vidrio, aramida, poliéster), polietileno reticulado (PEX).

20

Asimismo, los tanques (1, 1A) pueden ser de un material metálico seleccionado entre aluminio, cobre, latón, acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso y combinaciones de los anteriores.

30

En caso de los tanques (1, 1A) sean metálicos, preferiblemente se fabrican en acero inoxidable 316 o 316L debido a que su resistencia a la corrosión es mayor que la de aluminios, aceros al carbono y algunos aceros inoxidables, por ejemplo, el AISI 304. Particularmente, los aceros inoxidables 316 y 316L tienen una mayor resistencia a la corrosión, oxidación y/o ataque químico de cloruros y soluciones ácidas de ácido sulfúrico, bromuros y yoduros.

35

Asimismo, cada tanque (1, 1A) puede tener una capacidad entre 5L y 100m³. También, cada tanque (1, 1A) puede tener una capacidad entre 5L y 20L; entre 20L y 50L; entre 50L y 100L; entre 100L y 200L; entre 200L y 500L, entre 400L y 800L, entre 800L y 1600L, entre 2400 y 3600L. También, la capacidad del tanque puede ser entre 1m³ y 10m³, entre 1m³ y 10m³, entre 10m³ y 20m³, entre 20m³ y 30m³, entre 30m³ y 40m³, entre 50m³ y 60m³, entre 70m³ y 80m³, y entre 80m³ y 100m³, entre 200m³ y 500m³, entre 500m³ y 1000m³, entre 1000m³ y 1500m³.

45

Opcionalmente, al menos un tanque (1, 1A) tiene aislamiento térmico, el cual se selecciona entre lana mineral (lana de roca), poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano, espuma de resina fenólica, espuma de vidrio (lana de vidrio), losas de lana de

5 madera, placas de perlita, corcho, fibras de la madera, aluminio, algodón, arlita, aluminio, corcho, algodón, arlita, vermiculita, cáscaras de trigo, escanda, lino, pellas de cereales, cáñamo, virutas de madera, celulosa, fibra de madera, lana de madera, cocos, cañas, algas, paja, hierba, lana de roca, manta, paneles rígidos, coquillas, lana de vidrio, lana natural de oveja, vidrio expandido, poliestireno expandido (eps), espuma celulósica, espuma de polietileno, film alveolar de polietileno, espuma de poliuretano, espuma elastomérica, aerogel, y combinaciones de los anteriores.

También, al menos un tanque (1, 1A) puede tener un recubrimiento externo, como pintura electrostática, epóxica, o vinílica, que evita la corrosión del al menos un tanque (1, 1A) si se expone a la intemperie. Por otro lado, al menos un tanque (1, 1A) puede tener un recubrimiento interno, como pintura electrostática, epóxica, o vinílica que impida que el contenido del tanque (1, 1A) ataque químicamente la superficie interna del tanque. También, el tanque (1, 1A) puede tener un recubrimiento como materiales cerámicos depositados químicamente o físicamente por vapor; galvanizado, anodizado, tropicalizado, cementado, nitrurado, sinterización de recubrimientos cerámicos y combinaciones de los anteriores.

Por otra parte, en una modalidad de la invención, el tanque superior (1A) preferiblemente está localizado arriba del tanque (1), donde el tanque superior (1A) se conecta entre la primera válvula (5) y la unidad de suministro de fluido (F); donde el tanque superior (1A) se conecta a una bomba de fluido (4). De esta manera, al activar la primera válvula (5) el fluido contenido en el tanque superior (1A) pasa al tanque (1).

Por su parte, la unidad de suministro de fluido (F) se selecciona del grupo que comprende redes de fluido, acueductos, líneas presurizadas de fluido, tanques de almacenamiento de fluido, redes de bombeo y combinaciones de las anteriores. Por ejemplo, la unidad de suministro de fluido (F) puede conectarse a un tanque (1, 1A) mediante una tubería que se acopla a la entrada de dicho tanque (1, 1A). Opcionalmente, la unidad de suministro de fluido (F) tiene una válvula de suministro (5A) que permite que pase fluido desde la unidad de suministro de fluido (F) hacia el tanque (1, 1A).

Preferiblemente, la válvula de suministro (5A) es una electroválvula que se conecta a la unidad de control (7). De esta manera, la unidad de control (7) puede controlar el ingreso de fluido proveniente desde la unidad de suministro de fluido (F).

Adicionalmente, en una modalidad no ilustrada de la invención, la unidad de suministro de fluido (F) puede tener una pluralidad de tanques o líneas de fluido que pueden proporcionar dos o más fluidos a los tanques (1, 1A). Por ejemplo, la unidad de suministro de fluido (F) puede tener una pluralidad de tanques que contienen reactivos químicos o ingredientes para una mezcla, donde cada tanque tiene una válvula de suministro que se conecta a la unidad de control (7), de manera que la unidad de control (7) puede controlar el flujo de los reactivos o ingredientes que ingresa a los tanques (1, 1A). Algunos ejemplos de reactivos químicos o

- 5 ingredientes para mezcla pueden ser agua, alcoholes, acetaldehído, formaldehído, aceites vegetales, aceites sintéticos, fluidos derivados del petróleo (v.g. gasóleo, gasolina, diésel, breas, hidrocarburos líquidos), solventes, otros líquidos utilizados en procesos reactivos e industriales, y combinaciones o mezclas de los mismos.
- 10 Asimismo, al menos uno de tanques (1, 1A) puede incluir un dispositivo de suministro de sólidos (no ilustrado) el cual puede proporcionar al tanque (1, 1A) sólidos para un proceso industrial, por ejemplo, un proceso de mezclado o un proceso reactivo con reactivos sólidos o catalizadores sólidos.
- 15 Se entenderá en la presente invención por sólidos a un sólido o una mezcla de sólidos, una suspensión de sólidos en líquido, lodos, una suspensión de sólidos en gas, y combinaciones de los anteriores.

Por ejemplo, los sólidos que proporciona el dispositivo de suministro de sólidos se
20 seleccionan del grupo que incluye mas no se limita a sales, cerámicos, tierras, arcillas, compuestos cristalinos orgánicos, compuestos cristalinos inorgánicos, metales, metales preciosos (v.g. oro, plata y platino), pellets, carbón, carbón activado, biomasa, polímeros, reactivos sólidos, catalizadores sólidos, fibras, azúcar; carboximetilcelulosa; espesantes, colorantes, preservativos, otros sólidos para mezcla o procesos reactivos conocidos por una
25 persona medianamente versada en la materia y combinaciones de los mismos.

Por ejemplo, entre la biomasa pueden estar materiales como bambú, materiales orgánicos, cáscaras de cítricos, salvado de arroz, bagazo de caña, reciclado de papel, fibra de maíz, material vegetal, cereales, hidratos de carbono, almidón, trigo, paja de trigo, henequén, sisal,
30 algodón, residuos de industria agrícola y maderera en general, maderas duras, tales como álamo y abedul, maderas blandas tales como madera de pino, pasto varilla, paja de cereal y/o vainas, tales como paja de arroz, trigo, centeno de cebada etc., residuos sólidos urbanos (RSU), residuos orgánicos industriales, astillas de madera, bagazo, papel o residuos de tratamiento de pulpa o mezclas derivadas y otros.

35 Particularmente, el dispositivo de suministro de sólidos puede seleccionarse entre una tolva, un transportador de tornillo, un transportador de tornillo con salida cónica (plug feeder, en inglés), transportadores de sólidos por banda, “grizzleys”, un silo, y combinaciones de los mismos.

40 Preferiblemente, el dispositivo de suministro de sólidos tiene al menos una válvula de suministro acoplada al tanque (1, 1A) que permite o impide el ingreso de sólidos a dicho tanque (1, 1A). Preferiblemente, dicha válvula de suministro es una electroválvula conectada a la unidad de control (7), de manera que la unidad de control (7) puede controlar el ingreso
45 de sólidos al tanque (1, 1A) tanto en el modo manual como en el modo digital.

5 Opcionalmente, la válvula de suministro del dispositivo de suministro de sólidos es una válvula de accionamiento manual, o una electroválvula que permite el accionamiento manual.

Por otro lado, el aparato de la presente invención puede incluir una o más bombas de fluido (4) que presurizan y mueven un fluido entre los tanques (1, 1A). Dichas bombas pueden
10 conectarse en tuberías que interconectan los tanques (1, 1A), por ejemplo, en la tubería de salida del tanque (1) de manera que impulsa fluido hacia el tanque superior (1A).

Particularmente, el aparato de la presente invención puede tener un primer actuador y un segundo actuador, donde el primer actuador es un dispositivo de calentamiento (2) acoplado
15 al tanque (1) que calienta un fluido contenido en el tanque (1), y donde el segundo actuador es una bomba de fluido (4) entre el tanque (1) y la primera válvula (5), y conectada a la unidad de control (7).

Por ejemplo, haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2, el aparato de la presente invención
20 puede incluir una bomba de fluido (4) seleccionada del grupo que incluye bombas de engranes, bombas de aspa, bombas de tornillo, bombas de cavidad progresiva, bombas de lóbulo o bomba de levas, bombas peristálticas, bombas reciprocantes, bombas centrifugas, bomba dúplex, bomba de diafragma, bomba de doble diafragma, Bombas dilaceradoras u otras bombas equivalentes conocidos por una persona versada en la materia técnica.

25 Preferiblemente, la bomba de fluido (4) opera con un motor eléctrico que se conecta a la unidad de control (7). Además, la bomba de fluido (4) puede tener un motor eléctrico que tenga un variador de frecuencia conectado a la unidad de control (7); de esta manera, el variador de frecuencia puede manipularse mediante la unidad de control (7) para cambiar las
30 condiciones de operación de la bomba de fluido (4), tales como la presión y caudal con la que mueve el fluido.

Asimismo, la bomba de fluido (4) puede operar con un motor eléctrico seleccionado del grupo que incluye motores de corriente alterna (v.g. motores sincrónicos trifásicos, motores
35 asíncronos sincronizados, motores con un rotor de imán permanente, motores monofásicos, motores bifásicos, motores con arranque auxiliar bobinado, motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador), motores de corriente continua (v.g. motores de excitación en serie, motores de excitación en paralelo, motores de excitación compuesta), motores paso a paso (v.g. con encoder, con freno de motor, con disipadores de calor, con disipadores
40 inerciales, con reductores de engranajes planetarios de una, dos o tres etapas), motores eléctricos equivalente conocidos por una persona medianamente versada en la materia, o combinaciones de los mismos.

Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 3, y FIG. 4, el aparato de la presente invención
45 puede incluir un tercer actuador que es un agitador (13) dispuesto en el tanque (1), el cual permite agitar el fluido contenido en el tanque (1). Similarmente, en una modalidad no

5 ilustrada, el aparato de la presente invención puede incluir un tercer actuador que es un agitador (13) dispuesto en el tanque superior (1A).

La agitación del fluido permite aumentar el coeficiente de transferencia de calor por convección dentro del tanque (1) cuando dicho tanque (1) tiene un dispositivo de calentamiento (2). Además, la agitación del fluido permite efectuar mezclas de varios líquidos, o de líquidos con sólidos, líquidos con gases, formación de emulsiones y suspensiones. Además, en el caso de procesos reactivos, la agitación es importante para homogeneizar unos reactivos que interactúan entre sí dentro del tanque (1) o el tanque superior (1A).

15 El agitador (13) puede seleccionarse entre agitadores radiales, agitadores axiales, agitadores de propela marina, de curva tripala, de propela bipala, de hélices, de varias hélices dispuestas un mismo rotor, de turbinas, de palas, de palas inclinadas, de propela retráctil, de propela con estabilizadores, de propela de acción cizallante, agitadores tipo ancla, agitadores verticales, 20 agitadores horizontales, agitadores inclinados, agitadores descentrados, otros agitadores conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de los mismos.

El agitador (13) puede accionarse con un motor eléctrico, neumático o hidráulico. En el caso de que el fluido localizado en los tanques (1, 1A) no sea inflamable, puede utilizarse un motor eléctrico seleccionado del grupo que incluye motores de corriente alterna (v.g. motores sincrónicos trifásicos, motores asíncronos sincronizados, motores con un rotor de imán permanente, motores monofásicos, motores bifásicos, motores con arranque auxiliar bobinado, motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador), motores de corriente 30 continua (v.g. motores de excitación en serie, motores de excitación en paralelo, motores de excitación compuesta), motores paso a paso (v.g. con encoder, con freno de motor, con disipadores de calor, con disipadores inerciales, con reductores de engranajes planetarios de una, dos o tres etapas), motores paso a paso clase NEMA 8, NEMA 11, NEMA 17, NEMA 23 o NEMA 34, motores eléctricos equivalente conocidos por una persona medianamente versada en la materia, o combinaciones de los mismos. 35

El motor que acciona al agitador (13) se conecta a la unidad de control (7), de esta manera, la unidad de control (7) puede manipular la velocidad, potencia y/o torque de operación del agitador (13).

40 Particularmente, el motor del agitador (13) puede ser un motor eléctrico que tenga un variador de frecuencia conectado a la unidad de control (7); de esta manera, el variador de frecuencia puede manipularse mediante la unidad de control (7) para cambiar las condiciones de operación del agitador (13), como su velocidad, potencia y torque.

45

5 Por otro lado, si el fluido contenido en los tanques (1, 1A) es inflamable, preferiblemente el agitador (13) tiene un motor eléctrico a prueba de explosión, por ejemplo, un motor que cumpla con el Código Eléctrico Nacional (NEC, por sus siglas en inglés), el Código Eléctrico Canadiense (CEC) o los estándares de la Comisión Internacional Electrotécnica (IEC, por sus siglas en inglés). El tipo de motor eléctrico a prueba de explosión se selecciona de acuerdo con el tipo de fluido combustible que se tiene dentro del tanque (1, 1A) en donde se localiza el agitador (13).

También, si el fluido contenido en los tanques (1, 1A) es inflamable, el agitador (13) puede tener un motor neumático. En este caso, la potencia, torque y velocidad del agitador (13) puede manipularse mediante una válvula conectada a la unidad de control (7) que limita el ingreso de aire presurizado al motor neumático, donde el aire presurizado es proporcionado por una línea de suministro presurizada.

Por otra parte, el aparato de la presente invención puede incluir un dispositivo de suministro de gases (no ilustrado) acoplado a al menos uno de los tanques (1, 1A). El dispositivo de suministro de gases puede proporcionar al tanque (1, 1A) gases para un proceso industrial, por ejemplo, un proceso de mezclado, un proceso reactivo con reactivos gaseosos o catalizadores gaseosos, o un proceso con operación en atmósfera inerte, por ejemplo, atmósfera libre de aire. Los gases que suministra el dispositivo de suministro de gases pueden ser CO₂, NO₂, H₂, CO, aire, hidrocarburos gaseosos, gas licuado de petróleo (GLP), gas natural, gas de síntesis, propano, butano, hexano, metano, monómeros gaseosos, argón, xenón, helio, otros gases para procesos de mezclas, reactivos gaseosos, catalizadores gaseosos o gases inertes conocidos por una persona medianamente versada en la materia, y combinaciones o mezclas de los mismos.

Por otra parte, el dispositivo de suministro de gases puede seleccionarse entre un difusor, una tubería perforada, boquillas de inyección, tubos Venturi, platos perforados y combinaciones de los mismas.

Preferiblemente, el dispositivo de suministro de gases tiene al menos una válvula de suministro acoplada al tanque (1, 1A) que permite o impide el ingreso de gases a dicho tanque (1, 1A). Preferiblemente, dicha válvula de suministro es una electroválvula conectada a la unidad de control (7), de manera que la unidad de control (7) puede controlar el ingreso de gases al tanque (1, 1A) tanto en el modo manual como en el modo digital. Opcionalmente, la válvula de suministro del dispositivo de suministro de gases es una válvula de accionamiento manual, o una electroválvula que permite el accionamiento manual.

Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 2 y FIG. 4, el aparato de la presente invención puede incluir un intercambiador de calor (14) conectado entre la bomba de fluido (4) y un tanque (1, 1A). Preferiblemente, el intercambiador de calor (14) es un enfriador seleccionado entre intercambiadores de calor con aletas acopladas a una tubería por donde fluye fluido,

5 donde el fluido es refrigerado con aire que impulsa un ventilador hacia la tubería. Opcionalmente, el ventilador tiene un motor eléctrico conectado a la unidad de control (7), de manera que la unidad de control (7) puede controlar el flujo de aire que impulsa el ventilador, y por lo tanto, puede controlar la tasa de transferencia de calor que extrae el intercambiador de calor (14). Además, el intercambiador de calor (14) puede ser un
10 intercambiador de calor de coraza y tubos, donde en la coraza circula el fluido proveniente del tanque (1) mientras que en los tubos circula un fluido refrigerante.

Asimismo, el intercambiador de calor (14) puede ser un intercambiador de calor de tubos y coraza que opera a contracorriente, co-corriente, o que sea de un paso, dos pasos, tres pasos,
15 cuatro pasos, o más de cinco pasos. Adicionalmente, el intercambiador de calor (14) puede ser un intercambiador de calor de tubos y coraza que circula un fluido refrigerante en la coraza mientras que en los tubos circula el fluido proveniente del tanque (1).

El fluido refrigerante puede ser un gas o un líquido, por ejemplo, aire, agua, aceite, R12,
20 R134a, R404, R410a, R600a, amoníaco, etilenglicol, o mezclas de los mismos.

Por otra parte, el aparato de la presente invención tiene sensores (3) que se seleccionan del grupo que incluye sensores de temperatura, de nivel, de caudal, de presión, o combinaciones de los mismos. Donde las variables industriales se seleccionan del grupo que incluye
25 temperatura, caudal, nivel, presión, flujo de calor o combinaciones de las mismas.

Por ejemplo, los sensores (3) de temperatura pueden seleccionarse entre termocuplas, termistores, resistencias, sensores bimetálicos, sensores inductivos, sensores resistivos, sensores capacitivos, sensores infrarrojos, sensores de termopares, otros sensores conocidos
30 por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de los mismos.

Preferiblemente, los sensores (3) de temperatura son termocuplas resistivas, por ejemplo, termocuplas clase PT100 de dos, tres o cuatro hilos.

35 En cuanto a los sensores (3) de nivel, estos pueden seleccionarse entre sensores inductivos, sensores resistivos, sensores capacitivos, sensores de alta capacitancia, sensores de radar, sensores ultrasónicos, sensores de flotador, sensores de cinta electrónica (e-tape, en inglés), sensores de nivel de alta temperatura magneto-resistivos, otros sensores conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de los mismos.

40 Los sensores (3) de nivel se seleccionan de acuerdo con la resolución deseada y con base en la temperatura de operación del fluido al cual se le quiere medir el nivel.

Por su parte, los sensores (3) de presión se seleccionan entre presóstatos, transductores de
45 presión, sensores inductivos, sensores resistivos, sensores capacitivos, manómetros, sensores de bourdon, sensores de fuelle, sensores de membrana, manómetros digitales, sensores de

- 5 presión diferencial, sensores de presión sumergibles, presóstatos digitales programables, sensores salida puente wheatstone, transductores de presión amplificados, transductores piezo-resistivos, otros sensores conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de los mismos.
- 10 Por otro lado, los sensores (3) de caudal se seleccionan entre caudalímetros de turbina, de ruedas o engranajes, caudalímetros ultrasónicos, caudalímetros doppler, sensores de presión combinados con orificios de flujo crítico, sensores por tubos de Pitot, caudalímetros electromagnéticos, rotámetros, caudalímetros de efecto hall, otros sensores conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de los mismos.
- 15 Preferiblemente, las mediciones de los sensores (3) se muestran en una interfaz de usuario conectada a la unidad de control (7) o al panel de usuario (8). Asimismo, la interfaz de usuario puede estar acoplada al primer dispositivo de mando (15). Similarmente, los sensores (3) pueden tener visores, pantallas, relojes o paneles que muestran las mediciones que toman.
- 20 Opcionalmente, las lecturas tomadas por los sensores (3) pueden almacenarse en un módulo de memoria localizado en la unidad de control (7), o en el dispositivo de mando (15). Preferiblemente, el módulo de memoria se selecciona entre memoria RAM (memoria caché, SRAM, DRAM, DDR), ROM (Flash, Caché, discos duros, SSD, EPROM, EEPROM, memorias ROM extraíbles (v.g. SD (miniSD, microSD, etc), MMC (MultiMedia Card), Compact Flash, SMC (Smart Media Card), SDC (Secure Digital Card), MS (Memory Stick), entre otras)) otras memorias conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de las mismas.
- 25
- 30 Por otra parte, las válvulas (5, 6) se seleccionan del grupo que comprende válvulas de retención, válvulas de compuerta, válvulas de bola o válvula esférica, válvula de seguridad o de alivio de presión, válvula de globo (o de asiento), válvula mariposa, válvula de diafragma, válvula rotatoria, válvula antirretorno, por ejemplo válvula de clapeta oscilante, válvula de muelle, válvula de pistón, válvula de retención de bola, otras válvulas conocidas por una
- 35 persona medianamente versada en la materia y combinaciones de las mismas.
- Preferiblemente, las válvulas (5, 6) son electroválvulas solenoides que se conectan a la unidad de control (7), de manera que la unidad de control (7) puede abrir y cerrar las válvulas (5,6). Adicionalmente, las válvulas (5, 6) pueden tener un codificador que permite determinar la
- 40 posición de la válvula para saber qué tan abierta está. De esta manera, las válvulas (5, 6) pueden abrirse y cerrarse parcialmente para controlar el flujo de fluido que pasa a través de ellas. Por ejemplo, las válvulas (5, 6) pueden tener motores de corriente directa o motores paso a paso que permitan generar aperturas y cierres intermitentes o parciales.
- 45 Por otra parte, la unidad de control (7) es un dispositivo que procesa datos, por ejemplo, microcontroladores, micro procesadores, DSCs (Digital Signal Controller por sus siglas en

5 inglés), FPGAs (Field Programmable Gate Array por sus siglas en inglés), CPLDs (Complex Programmable Logic Device por sus siglas en inglés), ASICs (Application Specific Integrated Circuit por sus siglas en inglés), SoCs (System on Chip por sus siglas en inglés), PSoCs (Programmable System on Chip por sus siglas en inglés), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales, otras unidades de control
10 conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas.

Asimismo, tanto la unidad de control (7) como el panel de usuario (8) y la unidad de control de potencia (10) pueden ser tarjetas de control de circuito impreso, las cuales pueden operar a 12V o 24V.

15

Una de las funciones de la unidad de control (7) es proveer unas señales para la operación de los actuadores (v.g. dispositivo de calentamiento (2), bomba de fluido (4), agitador (13), intercambiador de calor (14)) y válvulas del aparato (v.g. primera válvula (5), segunda válvula (6), tercera válvula (9), válvula de suministro (5A)). Además, provee la señal de
20 activación para un dispositivo de control de potencia (TRIAC) que puede disponerse en la unidad de control de potencia (10) cuando esta es una tarjeta impresa.

Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2, el primer dispositivo de mando (15) preferiblemente se selecciona entre un microprocesador externo (11), una tablet, computador,
25 un procesador, un controlador lógico programable, un circuito lógico análogo; donde el primer dispositivo de mando (15) se programa con un algoritmo que activa y desactiva las válvulas (5, 6), y al menos un actuador digitalmente.

Asimismo, el primer dispositivo de mando (15) puede seleccionarse entre
30 microcontroladores, micro procesadores, DSCs (Digital Signal Controller por sus siglas en inglés), FPGAs (Field Programmable Gate Array por sus siglas en inglés), CPLDs (Complex Programmable Logic Device por sus siglas en inglés), ASICs (Application Specific Integrated Circuit por sus siglas en inglés), SoCs (System on Chip por sus siglas en inglés), PSoCs (Programmable System on Chip por sus siglas en inglés), computadores, servidores,
35 tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales, otras unidades de control conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas.

Por ejemplo, el primer dispositivo de mando (15) puede ser un microprocesador externo (11) clase Arduino, DSO, Beaglebone, Raspberry Pi, otros microprocesadores equivalentes
40 conocidos por una persona medianamente versada en la materia, y combinaciones de los mismos.

Preferiblemente, el primer dispositivo de mando (15) en combinación el panel de usuario (8) permite la implementación de programación de libre de desarrollo ya que tiene la posibilidad
45 de trabajar con diferentes placas, sistemas embebidos, o softwares de desarrollo. De este

5 modo el panel de usuario (8) puede garantizar que el usuario elija el sistema de desarrollo de su preferencia.

Por ejemplo, la programación de libre desarrollo puede hacerse en un lenguaje de programación seleccionado del grupo que comprende JAVA, C, C++, visual basic, HTML,
10 LabVIEW, fortran, logo, ruby, php, y otros lenguajes de programación conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

Asimismo, el primer dispositivo de mando (15) en combinación con el panel de usuario (8) suministran a la unidad de control (7) un algoritmo, proceso o método de control que puede
15 ser control encendido-apagado (ON-OFF), proporcional (P), derivativo (D), integral (I), proporcional–integral-derivativo (PID), proporcional–integral (PI), otros algoritmos, procesos o métodos de control conocidos por una persona medianamente versada en la materia, y combinaciones de los mismos.

20 Por ejemplo, el primer dispositivo de mando (15) en combinación el panel de usuario (8) suministran a la unidad de control (7) un algoritmo, proceso o método de control que puede utilizar redes neuronales de una capa, dos capas, tres capas o más de cinco capas. Las redes neuronales pueden utilizar propagación hacia adelante, alimentación hacia adelante, retropropagación, y otros métodos de entrenamiento de redes neuronales conocidos por una
25 persona medianamente versada en la materia.

Una ventaja del uso de redes neuronales es que estas permiten que la unidad de control (7) del aparato aprenda un determinado control con base a una serie de estímulos que puede inducir un usuario externo mediante la operación de actuadores (v.g. dispositivo de
30 calentamiento (2), bomba de fluido (4), agitador (13), intercambiador de calor (14)) y válvulas del aparato (v.g. primera válvula (5), segunda válvula (6), tercera válvula (9), válvula de suministro (5A)).

Por su parte, haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2, el segundo dispositivo de mando (16)
35 preferiblemente es una interfaz de usuario con pulsadores. Los pulsadores pueden seleccionarse entre el grupo que incluye interruptores eléctricos (por ejemplo, pulsador, basculante, reed switch, termomagnético, magnético, DIP, de efecto Hall), pulsador de membrana entre otros equivalentes reconocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones.

40 Los pulsadores del tablero de pulsadores (12) pueden disponerse en una configuración seleccionada entre de SPST (por sus siglas en inglés, Single Pole Single Throw), SPDT (por sus siglas en inglés, Single Pole Double Throw), DPST (por sus siglas en inglés, Double Pole Single Throw), DPDT (por sus siglas en inglés, Double Pole Double Throw) o combinaciones
45 de estos, además puede ser normalmente abierto NO (por sus siglas en inglés, Normally

5 Open) o normalmente cerrado NO (por sus siglas en inglés, Normally Closed). Por ejemplo, un pulsador SPST-NO.

Por otro lado, los dispositivos de mando (15, 16) pueden conectarse al panel de usuario (8) mediante un módulo de comunicaciones inalámbrico o mediante un módulo de
10 comunicaciones alámbrico. En el caso del módulo de comunicaciones inalámbrico, este puede utilizar tecnología de comunicación inalámbrica que se selecciona del grupo conformado por Bluetooth, WiFi, Radio Frecuencia RF ID (por las siglas en inglés de Radio Frequency Identification), UWB (por las siglas en inglés de Ultra Wide Band), GPRS, Konnex o KNX, DMX (por sus siglas en inglés, Digital MultipleX), WiMax y tecnologías
15 de comunicación inalámbricas equivalentes que sean conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de las anteriores.

En el caso del módulo de comunicaciones alámbrico, este puede ser un puerto de conexión cableada que permite la comunicación con los dispositivos externos mediante un bus de
20 comunicaciones, el cual se selecciona entre otros, del grupo conformado por I2C (del acrónimo de IIC Inter-Integrated Circuit), CAN (por las siglas en inglés de Controller Area Network), Ethernet, SPI (por las siglas en inglés de Serial Peripheral Interface), SCI (por las siglas en inglés de Serial Communication Interface), QSPI (por las siglas en inglés de Quad Serial Peripheral Interface), 1-Wire, D2B (por las siglas en inglés de Domestic Digital Bus),
25 Profibus y otros conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

Similarmente, el panel de usuario (8) puede conectarse a la unidad de control (7) mediante un módulo de comunicaciones alámbrico.

30 Por otra parte, la presente invención incluye un método para medir y controlar variables industriales con el aparato de la presente invención, el método que comprende:

- a) llenar al menos un tanque (1, 1A) con un fluido hasta un nivel predeterminado;
- b) seleccionar en la unidad de control (7) un modo de operación seleccionado entre modo manual y modo digital;
- 35 c) accionar al menos un actuador con la unidad de control (7);
- d) tomar lecturas de variables industriales con los sensores (3), y
- e) transmitir las lecturas de la etapa d) mediante el panel de usuario (8) a un dispositivo externo;

donde en la etapa c) el panel de usuario (8) recibe una señal de activación de:

- 40 - un primer dispositivo de mando (15) que se selecciona entre un microprocesador externo (11), una tablet, computador, un procesador, un controlador lógico programable, un circuito lógico análogo; donde el primer dispositivo de mando (15) activa y desactiva las válvulas (5, 6), y al menos un actuador cuando en la etapa b) se selecciona el modo
45 digital; y

5 - un segundo dispositivo de mando (16) que es una interfaz de usuario con pulsadores que activa y desactiva las válvulas (5, 6), y al menos un actuador manualmente cuando en la etapa b) se selecciona el modo manual.

10 Se entenderá en la presente invención por variables industriales, variables que permiten conocer el comportamiento de procesos industriales en los cuales intervienen actuadores que cambian propiedades físicas, químicas y/o termodinámicas de sustancias. Particularmente, las variables industriales pueden seleccionarse entre presión, temperatura, caudal, concentración, flujo de calor, flujo másico, y nivel.

Haciendo referencia a la FIG. 6, el método de la presente invención permite operar un aparato para medir y controlar variables industriales en un modo manual y un modo digital. De esta manera, el método de la presente invención permite a un usuario operar manualmente y digitalmente los actuadores (v.g. dispositivo de calentamiento (2), bomba de fluido (4), agitador (13), intercambiador de calor (14)) y válvulas del aparato (v.g. primera válvula (5), segunda válvula (6), tercera válvula (9), válvula de suministro (5A)). Lo anterior es valioso en el caso de que el usuario esté capacitándose en la operación de procesos industriales y en los métodos de control de los mismos. De esta manera, el usuario puede manualmente alterar el funcionamiento del sistema para que así entienda cuál es el efecto que causa la operación de los actuadores y válvulas del aparato (v.g. dispositivo de calentamiento (2), bomba de fluido (4), primera válvula (5), segunda válvula (6), agitador (13), intercambiador de calor (14)).

Asimismo, el modo digital le permite a un usuario suministrar un algoritmo, método de control o programación a la unidad de control (7) usando el primer dispositivo de mando (15) conectado al panel de usuario (8). Por ejemplo, el usuario puede suministrar a voluntad a la unidad de control (7) un algoritmo, proceso o método de control que puede ser control encendido-apagado (ON-OFF), proporcional (P), derivativo (D), integral (I), proporcional–integral-derivativo (PID), proporcional–integral (PI), otros algoritmos, procesos o métodos de control conocidos por una persona medianamente versada en la materia, y combinaciones de los mismos. De igual manera el usuario puede suministrar a la unidad de control (7) un algoritmo, proceso o método de control que puede utilizar redes neuronales de una capa, dos capas, tres capas o más de cinco capas. Las redes neuronales pueden utilizar propagación hacia adelante, alimentación hacia adelante, retropropagación, y otros métodos de entrenamiento de redes neuronales conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

De acuerdo con lo anterior, el usuario mediante el método y el aparato de la presente invención puede capacitarse y aprender a utilizar, entender y comprender las diferentes metodologías de control que pueden implementarse en procesos industriales.

- 5 Particularmente, en la etapa a) de llenar al menos un tanque (1, 1A) con un fluido hasta un nivel predeterminado, el usuario puede llenar dicho tanque (1, 1A) manualmente, por ejemplo, abriendo una primera válvula (5) de manera manual, ya sea operando con sus manos la primera válvula (5) o activando un pulsador de un tablero de pulsadores (12) que envía una señal de activación a la primera válvula (5). Asimismo, el usuario en la etapa a) puede
- 10 activar de manera manual una bomba de fluido (4) que suministre fluido al tanque (1, 1A), ya sea a sea operando con sus manos algún interruptor que tenga la bomba de fluido (4), u oprimiendo un pulsador de un tablero de pulsadores (12) que envía una señal de activación a un motor o variador de frecuencia de la bomba de fluido (4).
- 15 Por ejemplo, el método de la presente invención puede operar en un aparato que tenga solo un tanque (1), por lo tanto, en este caso al ejecutarse la etapa a) se llena dicho tanque (1).

Opcionalmente, el método de la presente invención puede operar en un aparato que tenga un tanque (1) y un tanque superior (1A) conectado al tanque (1) por una tubería en donde se

20 dispone la primera válvula (5). En este caso, la unidad de suministro de fluido (F) proporciona fluido al tanque superior (1A) durante la etapa a) del método.

Por otro lado, el nivel predeterminado de la etapa a) se refiere a un nivel seleccionado por un usuario para determinado proceso industrial. Por ejemplo, el nivel seleccionado puede

25 escogerse en función de una concentración de una solución o mezcla líquido-líquido, o líquido-sólido, o líquido-gas que se quiera hacer en el tanque (1, 1A). Por ejemplo, el usuario puede activar la primera válvula (5) manualmente o digitalmente para que la unidad de suministro de fluido (F) proporcione un primer fluido para un proceso de mezcla o proceso reactivo que cumpla la función de solvente. Luego, el usuario puede activar la primera

30 válvula (5) manualmente o digitalmente para que la unidad de suministro de fluido (F) proporcione uno o más fluidos para que se mezclen y/o reaccionen con el primer fluido (solvente). En este caso la unidad de suministro (F) cuenta con una pluralidad de tanques que contienen dichos fluidos, donde cada tanque de la unidad de suministro (F) cuenta con una válvula de suministro conectada a la unidad de control (7), de esta manera, la primera

35 válvula (5) se conecta en una tubería que se conecta las válvulas de suministro de los tanques de la unidad de suministro de fluido (F).

Similarmente, durante la etapa a) el usuario puede activar manualmente o digitalmente una válvula de suministro de un dispositivo de suministro de gases o un sistema de suministro de

40 sólidos para proporcionar en el tanque (1, 1A) sólidos y/o gases para el proceso de mezcla o proceso reactivo.

Opcionalmente, haciendo referencia a la FIG. 7, en una modalidad del método de la presente invención, la etapa a) tiene unas subetapas de:

- 45 - a1) llenar un tanque superior (1A) con un fluido proporcionado por la unidad de suministro de fluido (F); y

- 5 - a2) llenar un tanque (1) mediante el accionamiento de la primera válvula (5),
donde la primera válvula (5) se dispone en una tubería que conecta los tanques (1A,
1).

En este caso, en la subetapa a1) primero se proporciona fluido en el tanque superior (1A),
10 por ejemplo, para que el tanque superior (1A) pueda tener un suministro constante de fluido
para el tanque (1) en caso de que la unidad de suministro de fluido (F) no tenga la capacidad
de suministrar el caudal requerido por el tanque (1) en determinado proceso industrial

Además, en la subetapa a1) se puede suministrar fluido en el tanque superior (1A) y otras
15 sustancias, como sólidos y gases proporcionados por dispositivos de suministro de gases y/o
dispositivos de suministro de sólidos. En este caso, en la subetapa a1) se puede generar una
primera mezcla o reacción que sirve como insumo para el tanque (1); preferiblemente, la
mezcla se realiza mediante un agitador (13) dispuesto en el tanque superior (1A). Por
ejemplo, se pueden mezclar en el tanque superior (1A) reactivos o ingredientes de la mezcla
20 en frío, y luego, al iniciar la etapa a2), estos pasan al tanque (1) al accionar la primera válvula
(5) para que sean calentados en el tanque (1) con un dispositivo de calentamiento (2).

Posteriormente, en la etapa b) de seleccionar en la unidad de control (7) un modo de
operación seleccionado entre modo manual y modo digital, el usuario selecciona mediante
25 un comando proporcionado por el primer dispositivo de mando (15), u oprimiendo un
interruptor localizado en el segundo dispositivo de mando (16).

Cuando el usuario selecciona el modo manual, se habilitan unos pulsadores del segundo
dispositivo de mando (16) que activan y desactivan los actuadores (v.g. dispositivo de
30 calentamiento (2), bomba de fluido (4), agitador (13), intercambiador de calor (14)) y
válvulas del aparato (v.g. primera válvula (5), segunda válvula (6), tercera válvula (9),
válvula de suministro (5A)).

Opcionalmente, al seleccionar el modo manual, la unidad de control (7) bloquea la recepción
35 de señales provenientes del primer dispositivo de mando (15), con lo cual se evita que el
primer dispositivo de mando (15) genere interrupciones, ruido o interferencia mientras el
usuario opera los pulsadores a su voluntad.

Se entenderá en la presente invención por interrupciones, ruido o interferencia a señales
40 producidas de manera accidental por causas naturales o por interacciones electrónicas no
deseadas entre la unidad de control (7) y los actuadores (v.g. dispositivo de calentamiento
(2), bomba de fluido (4), agitador (13), intercambiador de calor (14)) y válvulas del aparato
(v.g. primera válvula (5), segunda válvula (6), tercera válvula (9), válvula de suministro
(5A)).

45

5 Por otra parte, cuando el usuario selecciona el modo digital, se habilita la recepción de señales
provenientes del primer dispositivo de mando (15), con lo cual se habilita al primer
dispositivo de mando (15) para enviar a la unidad de control (7) uno método, proceso, o
algoritmo que consiste en la activación y desactivación de los actuadores y válvulas del
aparato (v.g. dispositivo de calentamiento (2), bomba de fluido (4), primera válvula (5),
10 segunda válvula (6), agitador (13), intercambiador de calor (14)).

De acuerdo con lo anterior, en la etapa c) de accionar al menos un actuador con la unidad de
control (7), se inicia un proceso con el fluido contenido en el tanque (1, 1A) que consiste en
la administración controlada de fluidos, sólidos y/o gases, y en operaciones como
15 calentamiento, enfriamiento, y presurización, los cuales son monitoreados en la etapa d) de
tomar lecturas de variables industriales con los sensores (3).

Preferiblemente, los sensores (3) miden variables industriales seleccionadas del grupo que
incluye, temperatura, caudal, nivel, presión, flujo de calor o combinaciones de las mismas.

20 Por otro lado, de manera opcional, en la etapa c) se activa un primer actuador y un segundo
actuador, donde el primer actuador es un dispositivo de calentamiento (2) acoplado al tanque
(1) que calienta un fluido contenido en el tanque (1), y el segundo actuador es una bomba de
fluido (4) conectada entre el tanque (1) y la primera válvula (5) y conectada a la unidad de
25 control (7). De esta manera se inicia un proceso cíclico en el cual entra y sale fluido del
tanque (1). Esto es ideal en procesos reactivos en donde en el tanque (1) hay un catalizador
sólido que puede suministrarse ya sea de manera discreta (reacciones en batches), o de manera
continua (reacciones en continuo). Asimismo, este proceso cíclico es útil cuando en el tanque
(1) se efectúa la lixiviación de un sólido, o la extracción de determinada sustancia alojada en
30 un sólido mediante un solvente.

Asimismo, durante la etapa c) puede activarse un intercambiador de calor (14) que enfría el
fluido que sale del tanque (1), el cual puede extraerse del aparato, o puede bombearse hacia
el tanque superior (1A). Por ejemplo, después de enfriarse el fluido, este se deposita en el
35 tanque superior (1A) para que allí se sedimente un sólido o líquido de mayor densidad
extraído en el tanque (1) en un proceso reactivo o de lixiviación. En este caso, se puede
retirar del tanque superior (1A) el sólido o líquido de mayor densidad al activar la tercera
válvula (9) para que dicho sólido o líquido de mayor densidad pase a un sumidero (S).

40 Por otro lado, durante la etapa c) puede activarse un intercambiador de calor (14) que enfría
el fluido que sale del tanque (1) el cual pasa al tanque superior (1A). Lo anterior puede
hacerse simplemente para cerrar un ciclo de calentamiento-enfriamiento de fluido. Además,
el enfriamiento del fluido permite utilizar sensores (3) de nivel dispuestos en el tanque
superior (1A) que operan a temperaturas inferiores a 40°C.e

45

5 Opcionalmente, en la etapa d) del método de la presente invención se muestran las mediciones de los sensores (3) en una interfaz de usuario conectada a la unidad de control (7) o al panel de usuario (8). Asimismo, la interfaz de usuario puede estar acoplada al primer dispositivo de mando (15). Similarmente, los sensores (3) pueden tener visores, pantallas, relojes o paneles que muestran las mediciones que toman.

10

Por otra parte, en la etapa d) las mediciones que toman los sensores (3) pueden hacerse continuamente de manera que hay una función continua de la variable medida. Asimismo, en la etapa d) del método de la presente invención pueden tomarse lecturas periódicas de los sensores (3), con lo cual se pueden tener datos para el levantamiento de funciones estadísticas, o para obtener datos periódicos y discretos.

15

Opcionalmente, en la etapa d) del método de la presente invención las lecturas tomadas por los sensores (3) pueden almacenarse en un módulo de memoria localizado en la unidad de control (7), o en el dispositivo de mando (15). Preferiblemente, el módulo de memoria se selecciona entre memoria RAM (memoria caché, SRAM, DRAM, DDR), ROM (Flash, Caché, discos duros, SSD, EPROM, EEPROM, memorias ROM extraíbles (v.g. SD (miniSD, microSD, etc), MMC (MultiMedia Card), Compact Flash, SMC (Smart Media Card), SDC (Secure Digital Card), MS (Memory Stick), entre otras)) otras memorias conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de las mismas.

25

Por otro lado, de manera opcional la etapa d) se ejecuta en simultáneo con la subetapa a2), donde entre los sensores (3) hay un sensor de caudal dispuesto entre una unidad de suministro de fluido (F) y un tanque (1, 1A). De esta manera se puede tomar medidas del caudal que proporciona la unidad de suministro de fluido (F).

30

Por otra parte, en la etapa e) de transmitir las lecturas de la etapa d) mediante el panel de usuario (8) a un dispositivo externo, se pueden transmitir dichas lecturas de manera continua, discreta o por paquetes de datos. En el caso de que se transmitan las lecturas de los sensores (3) de manera continua, la etapa d) y la etapa e) funcionan simultáneamente, de manera que se puede tomar una función continua por cada variable medida por los sensores (3).

35

Por el contrario, en caso de que se transmitan las lecturas de los sensores (3) de manera discreta o por paquetes de datos, primero se almacenan las lecturas de los sensores (3) el módulo de memoria localizado en la unidad de control (7), o en el dispositivo de mando (15), y luego se envían los datos mediante el panel de usuario (8) a un dispositivo externo.

40

Ejemplo 1:

Se diseñó y construyó aparato para medir y controlar variables industriales con las siguientes partes:

45

5 Un tanque (1) y un tanque superior (1A), cada uno de 3L de capacidad volumétrica sostenidos en una estructura de acero inoxidable de 1026 mm de alto, por 350mm de ancho y una profundidad de 297mm. Los tanques (1, 1A) y la estructura se fabrican en acero inoxidable AISI 304.

10 En el tanque superior (1A) se dispone un sensor (3) de nivel PN-12110215TC-8 de tipo e-Tape con un rango de resistencia de 300Ω a 1500Ω y una resolución de 0,25mm; y una primera válvula (5) que es una electroválvula solenoide de 12,7mm (0,5pulg) de diámetro nominal y un voltaje operación de 12VDC con corriente máxima de 0,6A. Además, en la tubería donde se ubica la primera válvula (5) se dispone un sensor (3) de caudal YFS201C
15 de la empresa SEA, de 12,7mm (0,5pulg) de diámetro nominal, con caudal de operación entre 0 – 30 L/min y resolución: 450 Pulsos/L, donde el sensor (3) de caudal opera por Efecto Hall y tiene un Voltaje Operación entre 5V y 24V.

En el tanque (1) se dispone un dispositivo de calentamiento (2) que es una resistencia calefactora de 800W de potencia, y se dispone un sensor (3) de temperatura PT100 de tres
20 hilos, con un máximo de resistencia hasta 300Ω y un rango de medición de temperatura entre -50°C y $+420^{\circ}\text{C}$.

Además, en cada tanque (1, 1A) se dispone un sensor (3) de presiónMPX5010DP. En las
25 tuberías de entrada y salida de los tanques (1, 1A) se disponen unas válvulas (6, 9) las cuales son electroválvulas solenoides de 12,7mm (0,5pulg) de diámetro nominal y un voltaje operación de 12VDC con corriente máxima de 0,6A.

Además, el aparato tiene una bomba de fluido (4) que es una bomba centrífuga de 0,75kW
30 de potencia con caudal máximo de 14L/min y un intercambiador de calor que tiene aletas acopladas a una tubería por donde fluye fluido, el cual es refrigerado con aire que impulsa un ventilador de 0,5kW de potencia. La bomba de fluido (4) se sumergió en un tanque reservorio de 8L de capacidad dispuesto entre la tubería de salida del tanque (1) y la tubería de ingreso del tanque (1A).

35 Por su parte, la unidad de control (7), el módulo de usuario (8) y la unidad de control de potencia (10) son tarjetas de control de circuito impreso. Particularmente, la unidad de control (7) y el panel de usuario (8) operan a 12V, mientras que la unidad de control de potencia (10) tiene opera tanto a 12V para comunicarse con la unidad de control (7) como a
40 110V cuando permite un flujo de corriente hacia el dispositivo de calentamiento (2).

El panel de usuario (8) se conecta con un primer dispositivo de mando (15) que es un microprocesador externo (11) clase Arduino, de referencia Atmel SAM3X8E con procesador ARM Cortex M3 de 32 Bits. Además, el panel de usuario (8) se conecta con un dispositivo
45 de mando que es un tablero de pulsadores (12).

5 Ejemplo 2:

Se diseñó y construyó un aparato como el del ejemplo 1, con la diferencia de que se retiró el tanque superior (1A). En este caso, la tubería de ingreso al tanque (1) tiene el sensor (3) de caudal y se elimina el ducto que conectaba los tanques (1, 1A), de manera que la tubería de ingreso al tanque (1) conecta la bomba de fluido (4) con el tanque (1), donde la tubería de ingreso tiene la primera válvula (5). Además, dentro del tanque (1) se dispone un sensor (3) de nivel de alta temperatura magneto-resistivo con un rango de operación entre -40°C y 125°C.

15 Ejemplo 3:

Se diseñó y construyó un aparato como el del ejemplo 1, con la diferencia de que dentro del tanque (1) se dispone un agitador (13), el cual se conecta a la unidad de control (7). El agitador (13) es un agitador de paletas de 0,37kW (1/2HP) de potencia que opera entre 300 y 360rpm.

Ejemplo 4:

Se implementó un método de para medir y controlar variables industriales con el aparato del ejemplo 1, el método que comprende:

- a) llenar el tanque (1) y el tanque superior (1A) al 50% de su volumen máximo
- b) seleccionar en la unidad de control (7) un modo digital;
- c) accionar con la unidad de control (7) el dispositivo de calentamiento (2) y la bomba de fluido (4);
- d) tomar lecturas de variables industriales con los sensores (3), de manera continua, donde las mediciones tomadas son temperatura del fluido contenido en el tanque (1), caudal que sale de la bomba de fluido (4), nivel del fluido contenido en el tanque superior (1A), presión del tanque (1) y el tanque superior (1A), y presión del fluido que sale de la bomba de fluido (4); y,
- e) transmitir las lecturas de la etapa d) mediante el panel de usuario (8) a un dispositivo externo que es un computador;

donde en la etapa c) el panel de usuario (8) recibe una señal de activación de:

- un primer dispositivo de mando (15) que es un microprocesador externo (11) clase Arduino, de referencia Atmel SAM3X8E con procesador ARM Cortex M3 de 32Bits; y
- un segundo dispositivo de mando (16) que es una interfaz de usuario con pulsadores que activa y desactiva las válvulas (5, 6), el dispositivo de calentamiento (2) y la bomba de fluido (4).

En este caso, el primer dispositivo de mando (15) se programó con un modelo de control Proporcional-Integral-Derivativo (PID) en el cual se suministraron señales a el dispositivo

5 de calentamiento (2) y la bomba de fluido (4). Adicionalmente, en el método se efectuaron perturbaciones mediante el accionamiento de la tercera válvula (9) que generan una purga de fluido desde el tanque superior (1A), donde las perturbaciones permiten que el modelo de control Proporcional-Integral-Derivativo (PID) opere para mantener unos valores estables de temperatura del fluido contenido en el tanque (1), caudal que sale de la bomba de fluido (4),
10 nivel del fluido contenido en el tanque superior (1A), presión del tanque (1) y el tanque superior (1A), y presión del fluido que sale de la bomba de fluido (4).

Ejemplo 5:

15 Se implementó un método de para medir y controlar variables industriales como el del ejemplo 4, con la diferencia de que se programó el primer dispositivo de mando (15) con un modelo de control Proporcional-Integral (PI) en el cual se suministraron señales a el dispositivo de calentamiento (2) y la bomba de fluido (4).

Ejemplo 6:

Se implementó un método de para medir y controlar variables industriales como el del ejemplo 4, con la diferencia de que se programó el primer dispositivo de mando (15) con un modelo de control que utiliza redes neuronales de retropropagación previamente entrenadas
25 con una base de datos de temperatura del fluido contenido en el tanque (1), caudal que sale de la bomba de fluido (4), nivel del fluido contenido en el tanque superior (1A), presión del tanque (1) y el tanque superior (1A), y presión del fluido que sale de la bomba de fluido (4); donde la base de datos además correlaciona dichos datos con valores de potencia eléctrica suministrada al dispositivo de calentamiento (2) y la bomba de fluido (4) para mantener un
30 la temperatura del fluido contenido en el tanque (1) en un valor predeterminado elegido por un usuario.

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, y la persona versada en la técnica entenderá que pueden efectuarse numerosas
35 variaciones y modificaciones que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.

1. Un aparato para medir y controlar variables industriales, que comprende:
- un tanque (1) que tiene una entrada y una salida, donde la entrada se conecta a una unidad de suministro de fluido (F);
 - al menos un actuador conectado al tanque (1);
 - una pluralidad de sensores (3) conectados al tanque (1),
 - una primera válvula (5) conectada a la entrada del tanque (1);
 - una segunda válvula (6) conectada a la salida del tanque (1);
 - una unidad de control (7) conectada a la pluralidad de sensores (3), el al menos un actuador y las válvulas (5, 6); y
 - un panel de usuario (8) conectado a la unidad de control (7);
- donde la unidad de control (7) acciona el al menos un actuador y las válvulas (5, 6);
- donde el panel de usuario (8) se conecta a:
- un primer dispositivo de mando (15) que se selecciona entre un microprocesador externo (11), una tablet, computador, un procesador, un controlador lógico programable, un circuito lógico análogo; donde el primer dispositivo de mando (15) se programa con un algoritmo que activa y desactiva las válvulas (5, 6), y al menos un actuador digitalmente;
 - un segundo dispositivo de mando (16) que es una interfaz de usuario con pulsadores que permiten activar y desactivar las válvulas (5, 6), y al menos un actuador manualmente.
2. El aparato de la Reivindicación 1, caracterizado porque el actuador se selecciona entre dispositivos de calentamiento (2), bombas de fluido (4), agitadores (13), intercambiadores de calor (14), o combinaciones de los mismos.
3. El aparato de la Reivindicación 2, donde el actuador es un dispositivo de calentamiento (2) acoplado al tanque (1), donde el dispositivo de calentamiento (2) calienta un fluido contenido en el tanque (1).
4. El aparato de la Reivindicación 1, caracterizado porque los sensores (3) se seleccionan del grupo que incluye sensores de temperatura; de nivel; de caudal; de presión; o combinaciones de los mismos; donde las variables industriales se seleccionan del grupo que incluye temperatura, caudal, nivel, presión, flujo de calor o combinaciones de las mismas.
5. El aparato de la Reivindicación 2, caracterizado porque tiene un primer actuador y un segundo actuador, donde el primer actuador es un dispositivo de calentamiento (2) acoplado al tanque (1) que calienta un fluido contenido en el tanque (1), y donde el segundo actuador

- 5 es una bomba de fluido (4) entre el tanque (1) y la primera válvula (5), y conectada a la unidad de control (7).
6. El aparato de la Reivindicación 1, que además comprende un tanque superior (1A) localizado arriba del tanque (1), donde el tanque superior (1A) se conecta entre la primera
10 válvula (2) y la unidad de suministro de fluido (F).
7. El aparato de la Reivindicación 6, donde el tanque superior (1A) incluye una tercera válvula (9) que conecta al tanque superior (1A) con un sumidero (S).
- 15 8. El aparato de la Reivindicación 5, que además comprende un tanque superior (1A) localizado arriba del tanque (1), donde el tanque superior (1A) se conecta entre la primera válvula (5) y la unidad de suministro de fluido (F); donde el tanque superior (1A) se conecta a la bomba de fluido (4).
- 20 9. El aparato de la Reivindicación 8, donde el tanque superior (1A) incluye una tercera válvula (9) que conecta al tanque superior (1A) con un sumidero (S).
10. El aparato de la Reivindicación 8, donde el tanque superior (1A) incluye un sensor (3) que es un sensor de nivel.
25
11. El aparato de la Reivindicación 5, caracterizado porque además incluye actuador que es un intercambiador de calor (14) conectado entre la bomba de fluido (4) y el tanque (1).
12. El aparato de la Reivindicación 1, que además comprende una unidad de control de potencia (10) conectada entre la unidad de control (7) y al menos un actuador, donde la
30 unidad de control (7) controla la unidad de control de potencia (10).
13. El aparato de la Reivindicación 12, donde la unidad de control de potencia (10) incluye un dispositivo de control de potencia que activa un circuito de potencia del
35 dispositivo de calentamiento (2); y un circuito detector de cruce por cero.
14. Un método para medir y controlar variables industriales con un aparato para medir y controlar variables industriales que tiene al menos un tanque (1, 1A) al menos un actuador conectado al tanque (1, 1A), una pluralidad de sensores (3) dispuestos en al menos un tanque
40 (1, 1A), válvulas (5, 6) que regulan una entrada y salida de un fluido contenido en al menos un tanque (1, 1A), una unidad de control (7) conectada a los sensores (3), las válvulas (5, 6), y el al menos un actuador ; y un panel de usuario (8) conectado a la unidad de control (7), el método que comprende:
- a) llenar al menos un tanque (1, 1A) con un fluido hasta un nivel predeterminado;
45 b) seleccionar en la unidad de control (7) un modo de operación seleccionado entre modo manual y modo digital;

- 5 c) accionar al menos un actuador con la unidad de control (7);
d) tomar lecturas de variables industriales con los sensores (3), y
e) transmitir las lecturas de la etapa d) mediante el panel de usuario (8) a un dispositivo externo;
- donde en la etapa c) el panel de usuario (8) recibe una señal de activación de:
- 10 - un primer dispositivo de mando (15) que se selecciona entre un microprocesador externo (11), una tablet, computador, un procesador, un controlador lógico programable, un circuito lógico análogo; donde el primer dispositivo de mando (15) activa y desactiva las válvulas (5, 6), y al menos un actuador cuando en la etapa b) se selecciona el modo digital; y
- 15 - un segundo dispositivo de mando (16) que es una interfaz de usuario con pulsadores que activa y desactiva las válvulas (5, 6), y al menos un actuador manualmente cuando en la etapa b) se selecciona el modo manual.
- 20
15. El método de la Reivindicación 14, donde las variables industriales se seleccionan del grupo que incluye, temperatura, caudal, nivel, presión, flujo de calor o combinaciones de las mismas.
- 25 16. El método de la Reivindicación 14, donde el algoritmo de control se selecciona entre algoritmos de control proporcional, proporcional-derivativo, proporcional-derivativo-integral, encendido-apagado.
17. El método de la Reivindicación 14, caracterizado porque en la etapa a) tiene unas subetapas de:
- 30 - a1) llenar un tanque superior (1A) con un fluido proporcionado por la unidad de suministro de fluido (F); y
- a2) llenar un tanque (1) mediante el accionamiento de la primera válvula (5), donde la primera válvula (5) se dispone en una tubería que conecta los tanques (1A,
- 35 1).
18. El método de la Reivindicación 14, donde la etapa d) se ejecuta en simultáneo con la subetapa a2), donde entre los sensores (3) hay un sensor de caudal dispuesto entre una unidad de suministro de fluido (F) y un tanque (1, 1A).
- 40
19. El método de la Reivindicación 14, caracterizado porque en la etapa c) se activa un primer actuador y un segundo actuador, donde el primer actuador es un dispositivo de calentamiento (2) acoplado al tanque (1) que calienta un fluido contenido en el tanque (1), y el segundo actuador es una bomba de fluido (4) conectada entre el tanque (1) y la primera
- 45 válvula (5) y conectada a la unidad de control (7).

La presente invención incluye un aparato para medir y controlar variables industriales, que comprende un tanque con una entrada y una salida, donde la entrada se conecta a una unidad de suministro de fluido; y al menos un actuador conectado al tanque. Además, el aparato tiene una pluralidad de sensores conectados al tanque, y una primera válvula conectada a la entrada del tanque. Asimismo, el aparato incluye una segunda válvula conectada a la salida del tanque; una unidad de control conectada a la pluralidad de sensores, el al menos un actuador y las válvulas. Adicionalmente, el aparato de la presente invención tiene un panel de usuario conectado a la unidad de control, el cual se conecta a un primer dispositivo de mando y a un segundo dispositivo de mando, donde los dispositivos de mano permiten operar el aparato en un modo manual y un modo digital. Por otro lado, la presente invención incluye un método con una etapa a) de llenar al menos un tanque con un fluido hasta un nivel predeterminado; y una etapa b) de seleccionar en la unidad de control un modo de operación seleccionado entre modo manual y modo digital. Además, el método tiene una etapa c) de accionar al menos un actuador con la unidad de control; y una etapa d) de tomar lecturas de variables industriales con los sensores. Adicionalmente, el método tiene una etapa e) de transmitir las lecturas de la etapa d) mediante el panel de usuario a un dispositivo externo.

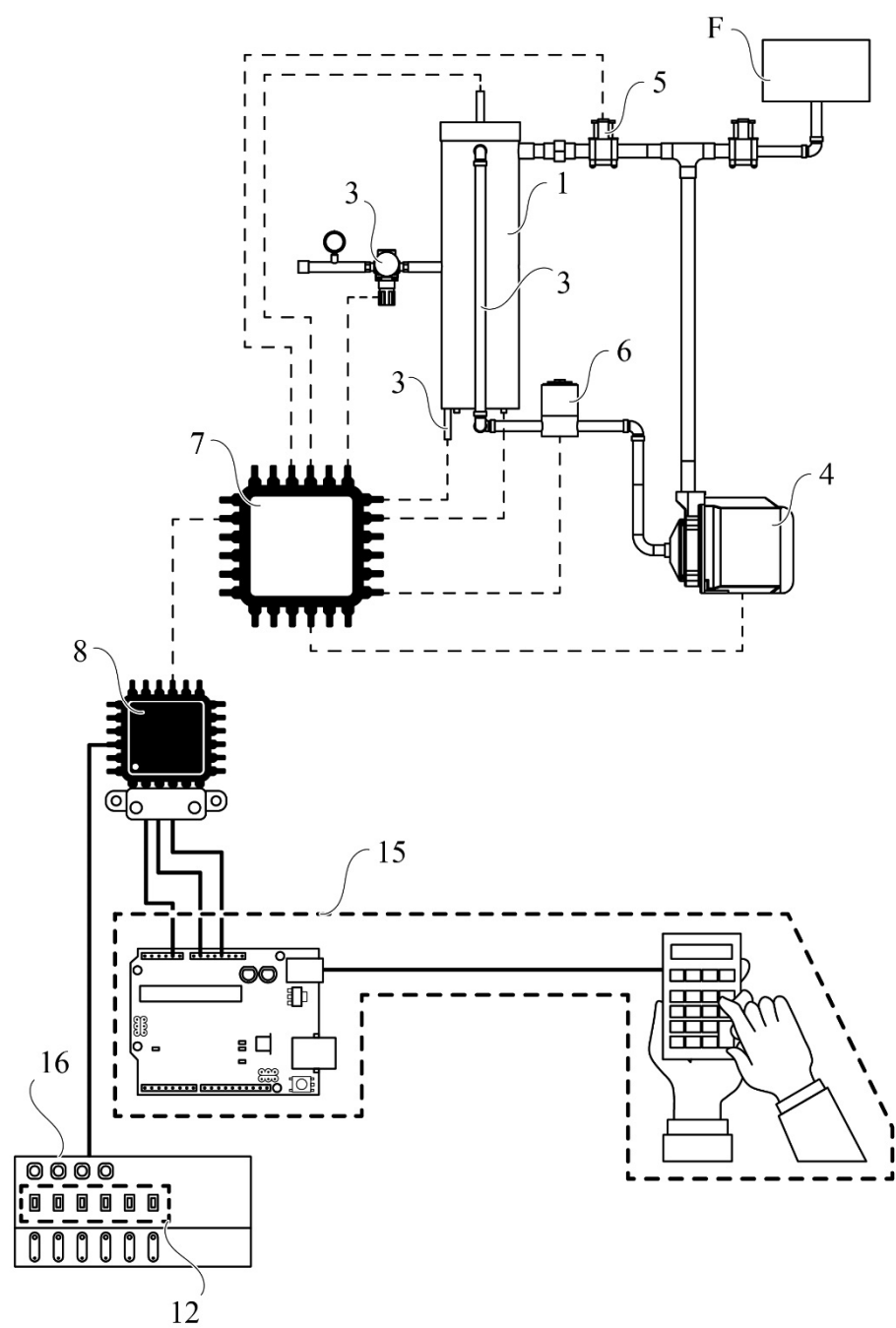


FIG. 1

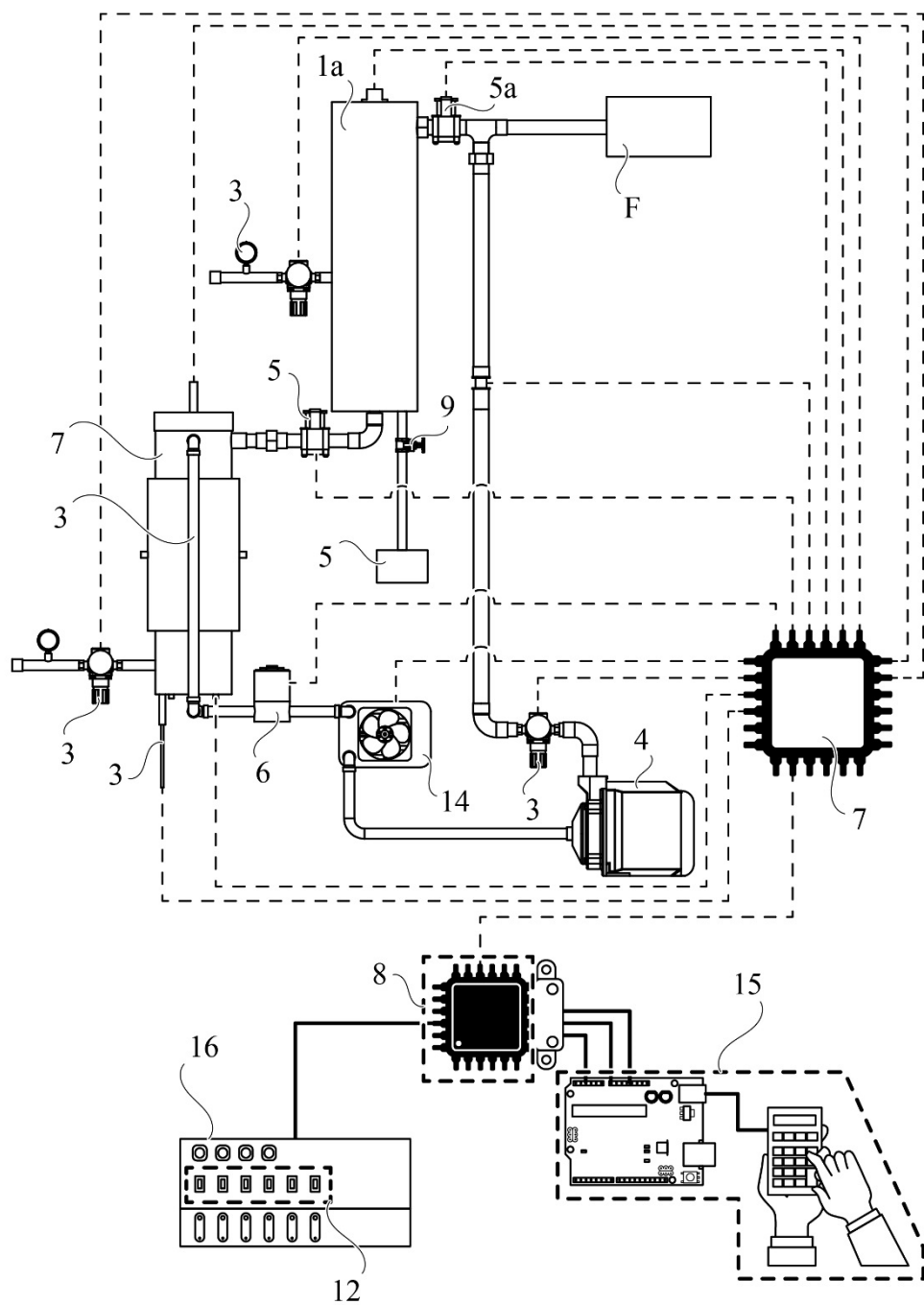


FIG. 2

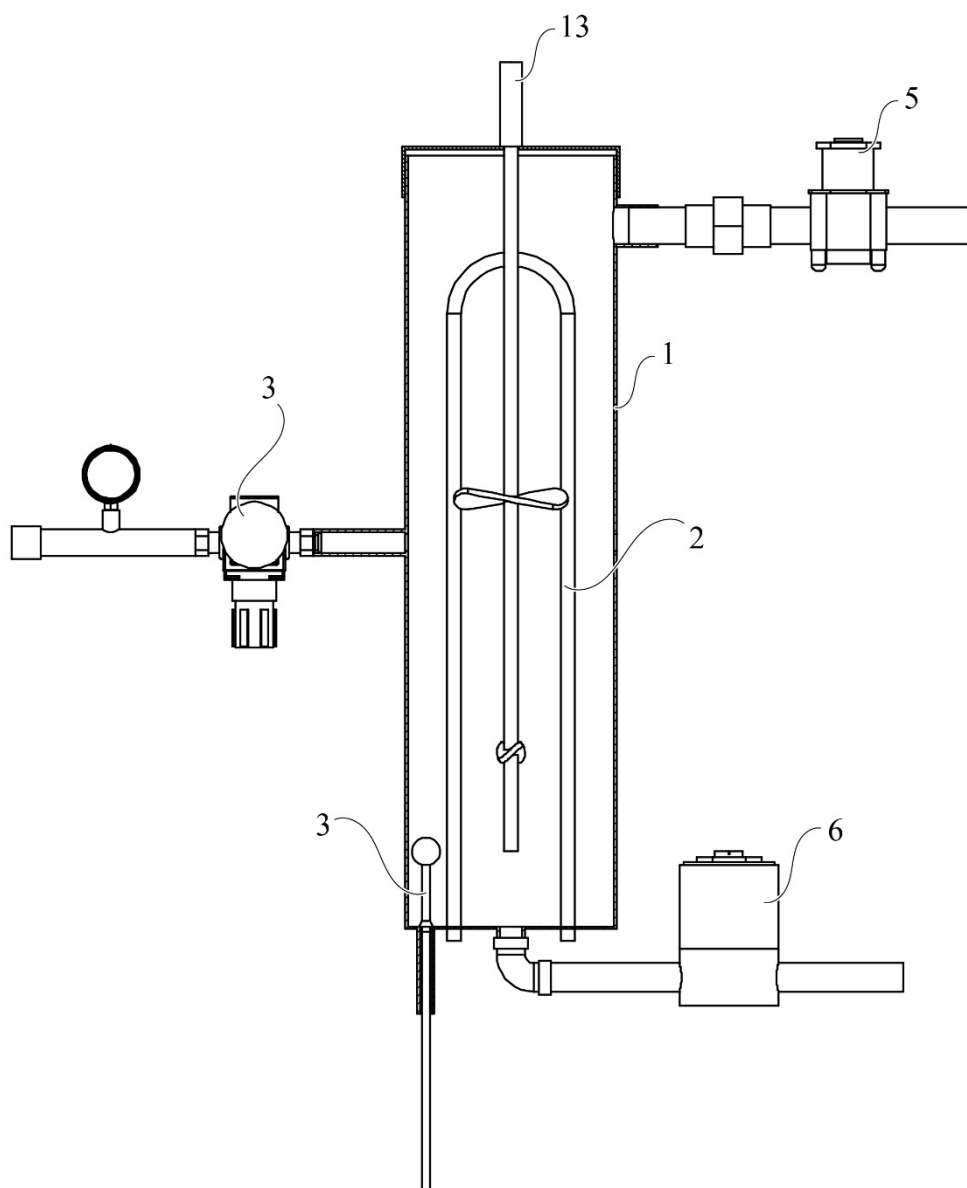


FIG. 3

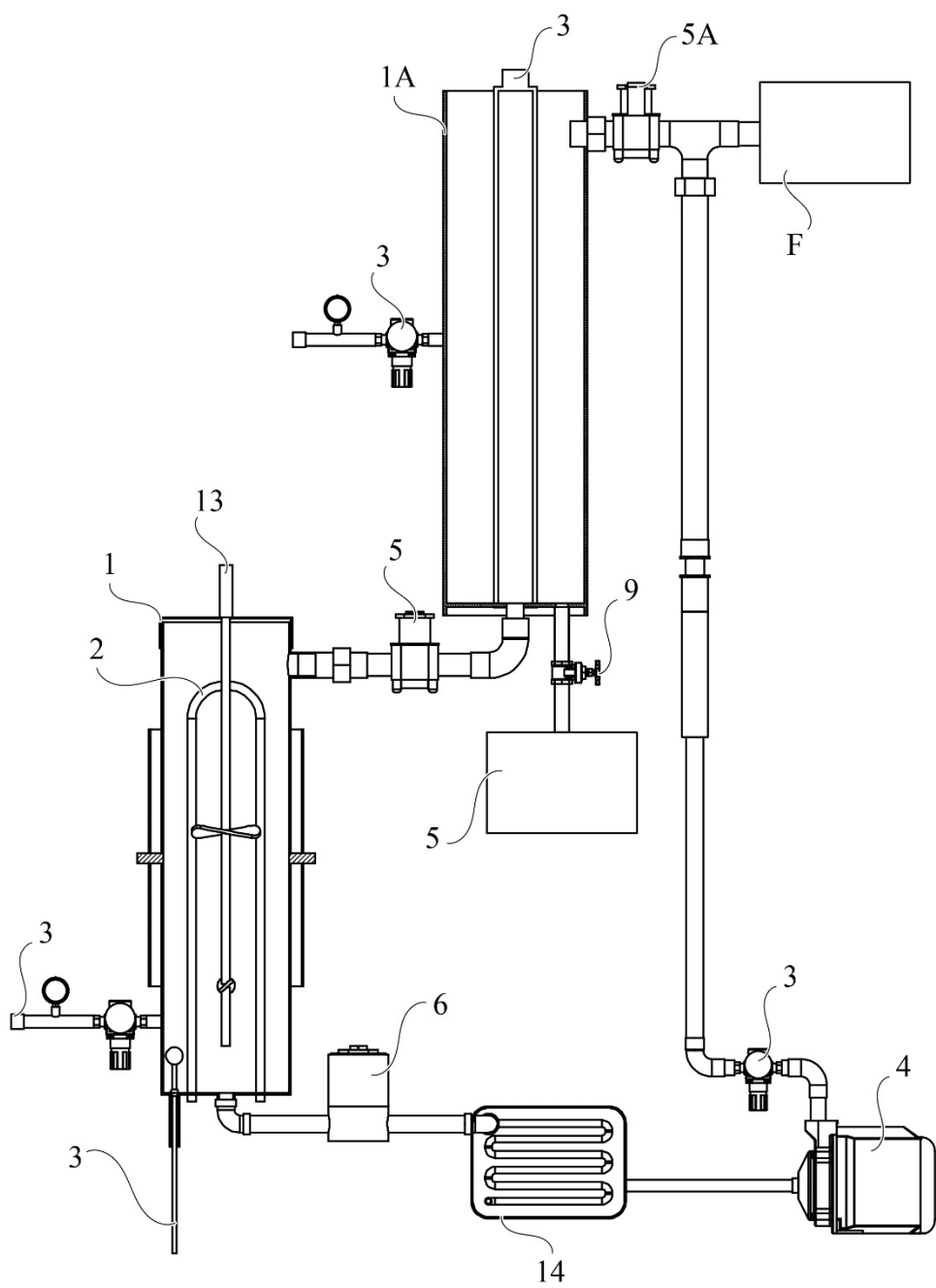


FIG. 4

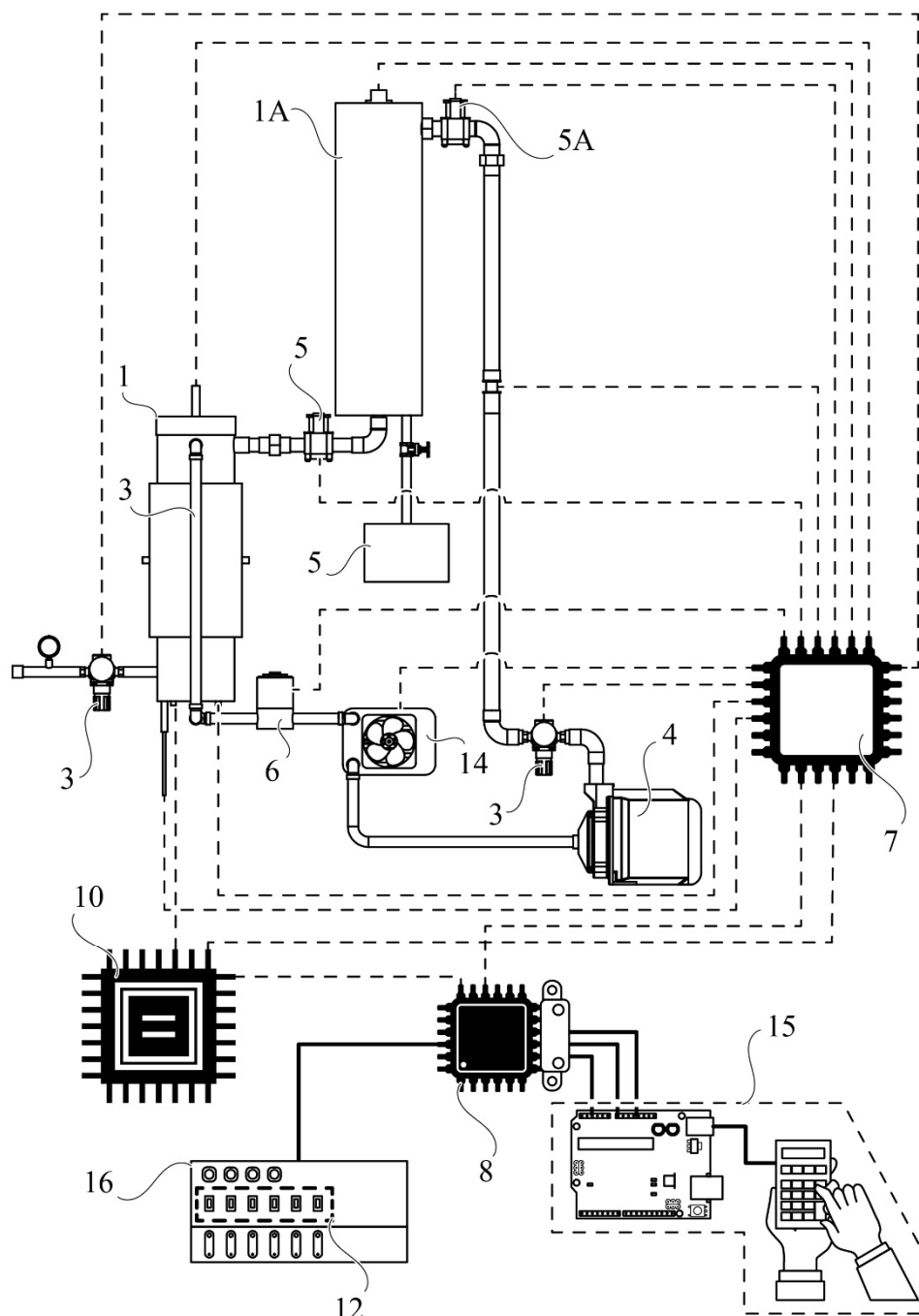


FIG. 5

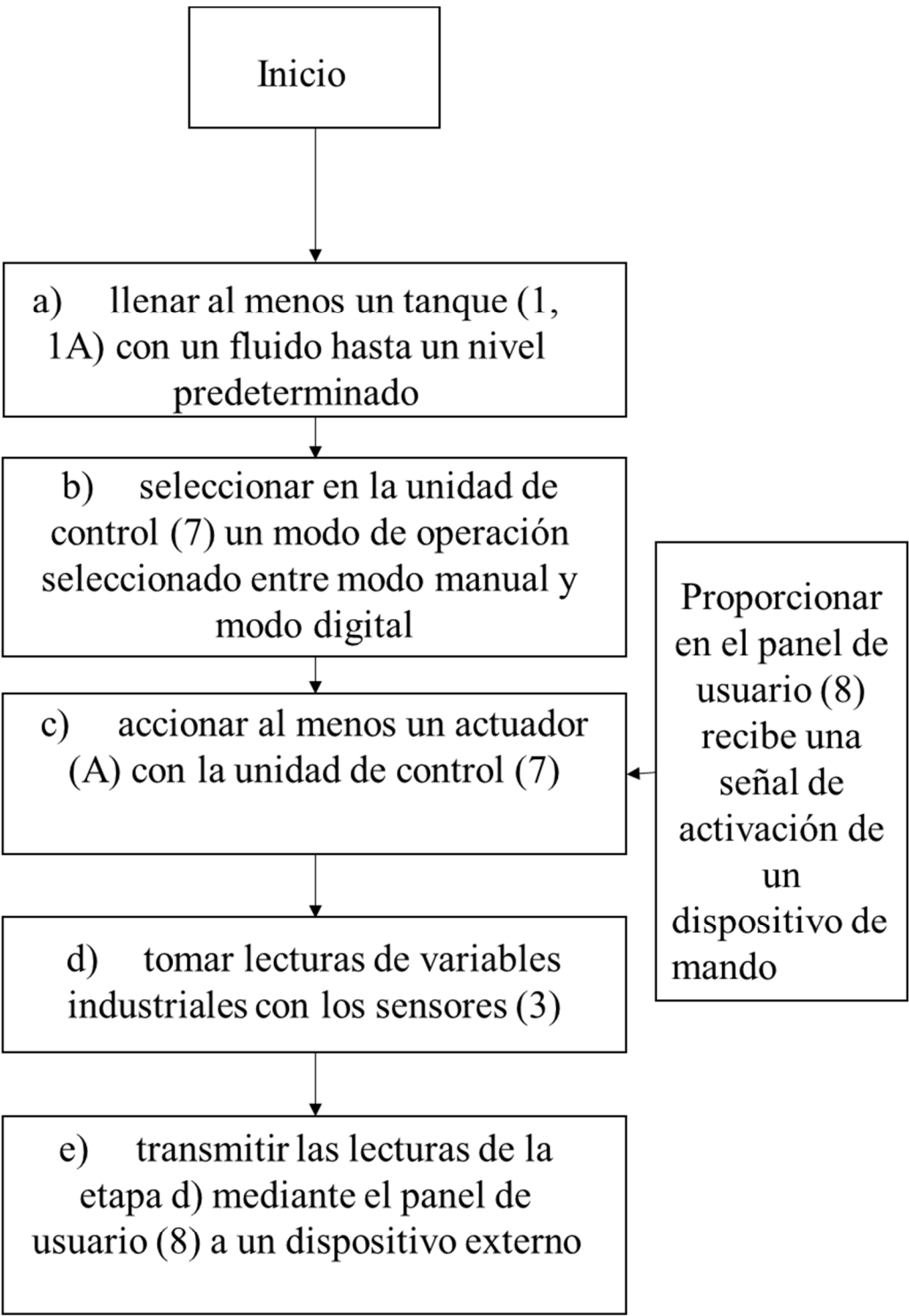


FIG. 6

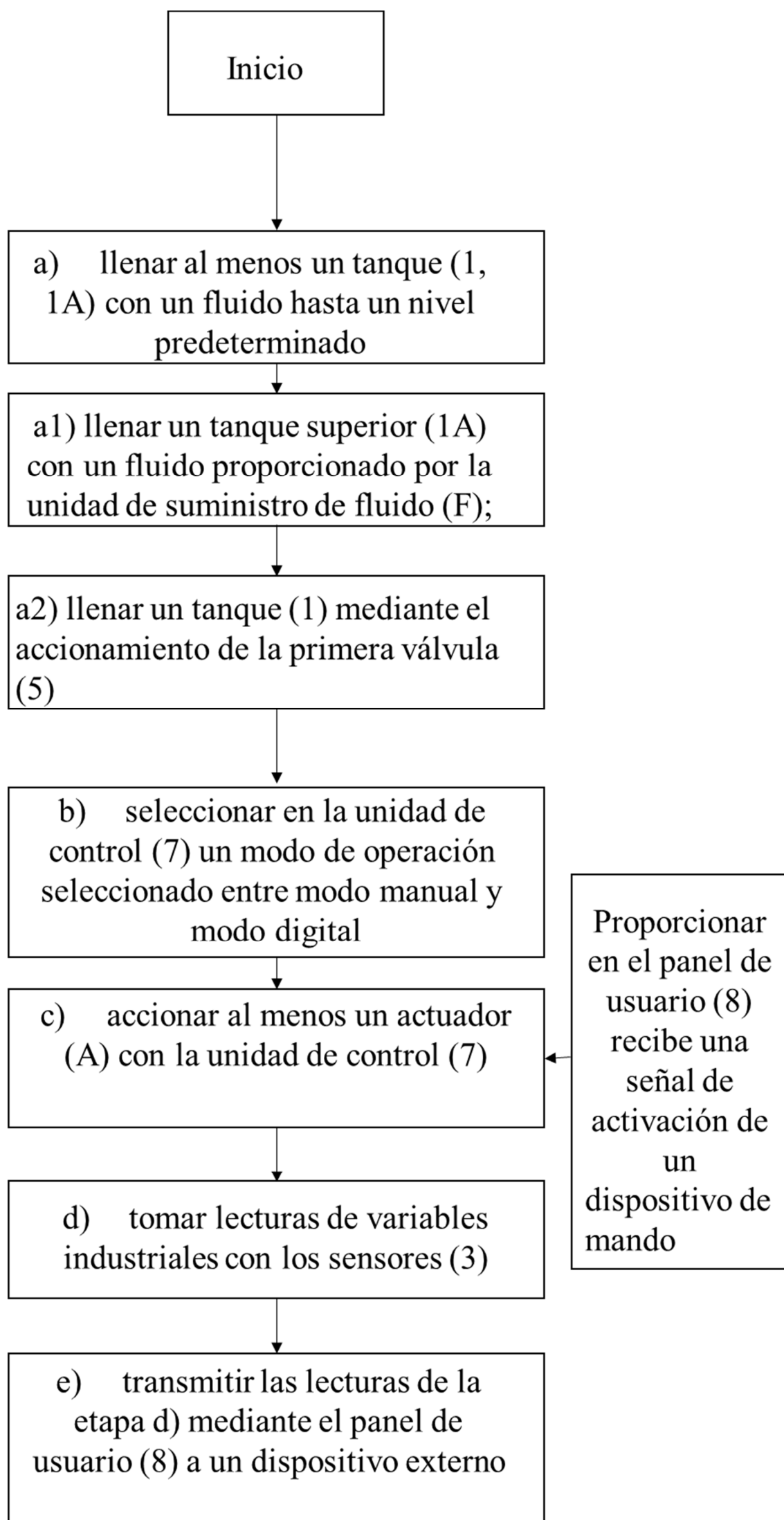


FIG. 7

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES

E. _____ S. _____ D. _____

Re: Expediente No. NC2018/0014238

**Solicitud de Patente de Invención Titulada: “APARATO Y MÉTODO PARA
MEDIR Y CONTROLAR VARIABLES INDUSTRIALES”**

Solicitante: UNIVERSIDAD SANTO TOMAS

Nuestra Ref.: P2018/000226

RESPUESTA AL OFICIO No. 63,

NOTIFICADO EL 2 DE ENERO DE 2019

CARLOS R. OLARTE, mayor de edad y vecino de Bogotá, identificado tal como aparece al pie de mi firma, en mi carácter de apoderado de la sociedad solicitante, me permito manifestar ante el auto emanado por ese Despacho, que la solicitud se radicó el pasado 26 de diciembre de 2018, indicando el título “APARATO Y MÉTODO PARA MEDIR Y CONTROLAR VARIABLES INDUSTRIALES” en el petitorio de presentación, el cual es correcto; así como el pago de tasas de presentación y reivindicación adicional para 9 reivindicaciones junto con el archivo correspondiente al capítulo reivindicatorio. Por un error involuntario se ha cargado la descripción de otra solicitud radicada el mismo día en SIPI.

Por lo anterior, me permito aportar el capítulo descriptivo, reivindicaciones, resumen y dibujos correspondientes al título indicado.

Amablemente solicito a ese Despacho considerar la fecha de radicación de 26 de diciembre de 2018, toda vez que las tasas pagas corresponden con el número de reivindicaciones adjuntas a esta comunicación. Adicionalmente y con el fin de subsanar el error involuntario me permito aportar un recibo de pago correspondiente a la corrección de la solicitud, demostrando así el interés del solicitante en obtener la fecha indicada.

Agradecemos tomar atenta nota y proceder de conformidad.

Atentamente,



CARLOS R. OLARTE
C.C. No. 79.782.747 de Bogotá
T.P. 74.295