

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 169 408**

21 Número de solicitud: 201631167

51 Int. Cl.:

C02F 1/78 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

28.09.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.11.2016

71 Solicitantes:

COSEMAR OZONO S.L (100.0%)

C/ Sisonos 2

28320 Pinto (Madrid) ES

72 Inventor/es:

SERENO MARCHANTE, Angel Manuel

54 Título: **Sistema de inyección de ozono en sistema de riego en explotación agrícola**

ES 1 169 408 U

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE INYECCIÓN DE OZONO EN SISTEMA DE RIEGO EN EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA

5

SECTOR DE LA TÉCNICA.

El presente sistema pertenece al sector industrial con aplicación al sector agrario y más concretamente al uso del ozono como desinfectante y potabilizador del agua de riego, ya que la calidad de este agua y la agricultura guardan una relación bidireccional: la calidad del agua incide en la agricultura y viceversa. Lo primero tiene un impacto económico en la agricultura, por la salubridad de los alimentos y lo segundo supone un impacto medioambiental por la manera en que la agricultura condiciona la calidad de las aguas.

10

El modelo de aplicación realizado permite una mezcla altamente eficiente del ozono en el agua de riego, con presión ya determinada y con su posterior aplicación en sistemas agrarios. El objeto es aplicar el sistema para una ozonización total y por lo tanto regar con agua 100% ozonizada, proporcionando al agricultor una herramienta para conseguir la mejor calidad del agua, lo que redundará, como decíamos, en una mayor calidad de sus productos.

15

ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA.

20

El uso y funcionamiento del ozono como desinfectante del agua está de sobra reconocido, siendo utilizado tanto como fase final en estaciones potabilizadoras (ETAP), como en estaciones depuradoras (EDAR) en los tratamientos cuaternarios para la reutilización de estas aguas para riego y usos recreativos. Así está contemplado en nuestra normativa:

25

- **Real Decreto 140/2003**, de 7 de Febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- **Norma española UNE-EN 1278:1999** de productos químicos utilizados en el tratamiento del agua destinada a consumo humano: Ozono, transposición de la Norma Europea EN 1278 de Septiembre de 1998.
- **RD 1620/2007** por el que se establece el Régimen Jurídico de la Reutilización de las Aguas Depuradas.

30

Asimismo, la desinfección del agua con ozono, contemplada en la normativa como método físico-químico, minimiza los riesgos de aparición de *Legionella* en el agua de pulverizadores en caso de utilizarse estos:

35

- **Real Decreto 865/2003**, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- **NTP 538 del INSHT**, legionelosis: medidas de prevención y control en instalaciones de suministro de agua.

Por otra parte, estos usos del ozono para tratamiento de agua de riego son bien conocidos en otras regiones del planeta. Numerosos estudios certifican su uso, tanto en su aplicación en forma gaseosa como mezclado en agua:

- V.A. Bourbos, E.A. Barbopoulou (2004). Control of Soilborn Diseases in Greenhouse Cultivation of Tomato with Ozone and Trichoderma. *ISHS Acta Horticulturae 698: VI International Symposium on Chemical and non-Chemical Soil and Substrate Disinfestation*. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.698.19.
- Ebihara, K., Stryczewska, H. D., Mitsugi, F., Ikegami, T., Sakai, T., Pawlat, J., & Teii, S. (2012). Recent development of ozone treatment for agricultural soil sterilization and biomedical prevention. *Przeгляд Elektrotechniczny*, 6 (88), 92-94.
- Garry V. McDonald, Michael A. Arnold, Bruce J. Lesikar, Larry W. Barnes, Don C. Wilkerson (2005). Effects of Ozone-treated Irrigation Water on Vegetative Growth of Chrysanthemum. *Hort. Science*, Volume: 40, Issue: 4, Pages: 1059-d-1060. DOI: 10.1080/07352680591005838.
- N. Kaiga , H. Kashiwabara , O. Takase, S. Suzuki. (1984). Use of Ozone in Night Soil Treatment Process. *Ozone: Science & Engineering*, Vol. 6, Iss. 3. doi: 10.1080/01919518408551020
- Kazuhiro Fujiwara , Masato Kadoya , Yugo Hayashi , Kenji Kurata. (2006). Effects of Ozonated Water Application on the Population Density of Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici in Soil Columns. *Ozone: Science & Engineering*, Vol. 28, Iss. 2. doi: 10.1080/01919510600559435.
- Logan Raub , Christopher Amrhein , Mark Matsumoto (2001). The Effects of Ozonated Irrigation Water on Soil Physical and Chemical Properties. *Ozone: Science & Engineering*, Vol. 23, Iss. 1, doi: 10.1080/01919510108961989.
- Msayleb, N. (2014). Soil ozonation as a sustainable alternative to methyl bromide fumigation and synthetic pesticides.
- Msayleb, N., Kanwar, R., van Leeuwen, J. H., Robertson, A., & Tylka, G. (2013). Soil disinfection with ozone (O₃) as an alternative to methyl bromide-a sustainable practice in agriculture. In *2013 Kansas City, Missouri, July 21-July 24, 2013* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Msayleb, N., & Ibrahim, S. (2011). Treatment of nematodes with ozone gas: A sustainable alternative to nematicides. *Physics Procedia*, 21, 187-192.

- 5 ▪ Matsuo, M. (1993). Ozone sterilizing for the plant pathogenic fungi in the solution of soilless culture: The case of microconidia of *Fusarium oxysporum cucumerinum*. *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery (Japan)*.
- 10 ▪ Qiu, J. J., Westerdahl, B. B., & Pryor, A. (2009). Reduction of root-knot nematode, *Meloidogyne javanica*, and ozone mass transfer in soil treated with ozone. *Journal of nematology*, 41(3), 241.
- 15 ▪ Sopher, C. D., Graham, D. M., Rice, R. G., & Strasser, J. H. (2002). Studies on the use of ozone in production agriculture and food processing. *Proceedings of the International Ozone Association, Pan American Group*, 1-15.
- Takayama, M., Ebihara, K., Stryczewska, H., Ikegami, T., Gyoutoku, Y., Kubo, K., & Tachibana, M. (2006). Ozone generation by dielectric barrier discharge for soil sterilization. *Thin Solid Films*, 506, 396-399.

20 El ozono, dependiendo de las concentraciones y el tiempo de contacto, es muy eficaz en la eliminación de virus, bacterias, hongos, nematodos (huevos), que afectan a la producción agrícola, tanto en el campo como en post-cosecha, llegando a producir pérdidas millonarias cada año. Respecto a esto, cabe señalar que los patógenos de las plantas en el agua de riego se reconocieron a principios del siglo pasado como un problema importante para la salud de los cultivos. Este problema se ha incrementado

25 enormemente en alcance y grado de impacto desde entonces, y seguirá siendo una complicación, ya que la agricultura depende cada vez más en el uso de agua reciclada. Hay evidencia científica sustancial que demuestra que el agua de riego contaminada es una de las causas primarias, si no la única, del inóculo de las enfermedades –entre otras- del género *Phytophthora*, en numerosos viveros, fruta y

30 cultivos. Así pues, resulta evidente la exigencia insoslayable de una correcta desinfección del agua de riego para preservar la salud de las plantas.

El uso del ozono sigue extendiéndose, además de por su eficacia desinfectante, debido a que algunos productos químicos han sido descatalogados e incluso

35 prohibidos, al haberse demostrado que son contaminantes tanto para el suelo como para el ambiente, sin comentar el daño que provocan a personas o animales, ya que dejan residuos tóxicos en las partes comestibles de las plantas.

A este respecto, existe una preocupación creciente acerca de la contaminación, cada vez mayor, por fitosanitarios, de los productos que provienen del campo. El ozono tiene el potencial de frenar esa preocupación dado que permite llevar a cabo una

40 agricultura sostenible y reducir considerablemente el uso de algunos productos dañinos.

Los residuales de fitosanitarios no provienen únicamente de las aplicaciones que se realizan para proteger los cultivos: el agua utilizada en el riego usualmente proviene de los ríos, y estos suelen presentar contaminaciones variadas, no sólo en cuanto a la calidad microbiológica del agua, sino también en lo que respecta a residuos de productos farmacéuticos, herbicidas, metales pesados, etc. debidos a vertidos, que pasan a la cadena trófica al ser regadas las plantas con el agua que los contienen, contaminando las cosechas que posteriormente consumimos. A este respecto, también el ozono proporciona una mejora evidente en cuanto a la calidad del agua, evitando la acumulación de residuales tóxicos que puedan luego sumarse a los utilizados en la agricultura. De hecho, existen numerosos estudios sobre la eficacia del ozono en la eliminación de residuos fitosanitarios y otros contaminantes químicos en agua, entre otros:

- Beltrán, F. J.; González, M.; Rivas, J.; Tierno, M. (1997). Elimination pathways during water ozonation of volatile organochlorine compounds. *Toxicological & Environmental Chemistry* 63.1.
- Ikehata, Keisuke; El-Din, Mohamed Gamal (2005). Aqueous Pesticide Degradation by Ozonation and Ozone-Based Advanced Oxidation Processes: A Review (Part I) *Ozone: Science & Engineering* 27.2.
- Ikehata, Keisuke; El-Din, Mohamed Gamal (2005). Aqueous Pesticide Degradation by Ozonation and Ozone-Based Advanced Oxidation Processes: A Review (Part II). *Ozone: Science & Engineering* 27.3.
- Mezzanotte, Valeria; Canziani, Roberto; Sardi, Elisabetta; Spada, Lorenzo. (2005). Removal of Pesticides by a Combined Ozonation/Attached Biomass Process Sequence. *Ozone: Science & Engineering* 27.4
- Jasim, Saad Y.; Irabelli, Antonette; Yang, Paul; Ahmed, Shamima; Schweitzer (2006). Presence of Pharmaceuticals and Pesticides in Detroit River Water and the Effect of Ozone on Removal. *Ozone: Science & Engineering* 28.6.
- Lambert, Steven D.; Graham, Nigel J. D.; Croll, Brian T. (1996). Degradation Of Selected Herbicides In A Lowland Surface Water By Ozone And Ozone-Hydrogen Peroxide. *Ozone: Science & Engineering* 18.3.
- Xiong, Feng; Graham, Nigel J. D. (1992). Rate Constants for Herbicide Degradation by Ozone. *Ozone: Science & Engineering* 14.4.

El ozono tiene la gran ventaja de ser inocuo disuelto en agua, y no dejar ningún tipo de residual que pueda ser absorbido por las plantas y acumulado en los frutos, ya que su descomposición, que es muy rápida al ser una molécula altamente inestable,

genera oxígeno, por lo que su uso durante los ciclos de cultivo, así como para la conservación de producto fresco, no tiene ningún efecto negativo en la salud.

ESTADO DE LA TÉCNICA

5 La clave para una completa desinfección es la mezcla del ozono en el agua, asegurando que se alcance el nivel apropiado de ozono y que éste permanezca el tiempo suficiente en contacto con los microorganismos y otros contaminantes para su destrucción. En la práctica, conseguir una transferencia eficiente ozono/agua, resulta difícil con los sistemas utilizados hasta la fecha.

10 La Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) en EE.UU. gha señalado un factor "CT" de Concentración (mg/L) x Tiempo (minutos) de 0,72 a 20 °C para desactivar 99.9% de los quistes de *Giardia lamblia* (parásitos transmitidos por el agua, muy difíciles de eliminar) y más de 99.9% de los virus entéricos. Esto significa que se necesitaría, por ejemplo, 0.24 mg/L (miligramos por litro) de ozono residual disuelto, durante tres minutos. Los europeos utilizan como regla para la desinfección de agua
15 potable 0.4 mg/L durante cuatro minutos, lo cual equivale un CT de 1,6.

La cantidad de ozono requerido para alcanzar estos valores de CT y asegurar una desinfección efectiva depende de la temperatura del agua, el pH, la demanda inicial de ozono (cantidad que hay que dosificar antes de empezar a generar un residual) y,
20 **sobre todo, como decíamos, el sistema de contacto ozono-agua.**

Hasta el momento, los sistemas utilizados para la ozonización del agua son principalmente los difusores porosos y los inyectores Venturi.

1. Difusores porosos

25 En el caso de los difusores, la mezcla del ozono en el agua se logra burbujeando el gas a través de un difusor poroso en el fondo de un tanque, o por medio de un eyector en línea que produce una zona de alta turbulencia. El uso de un difusor requiere suficiente presión para superar la altura del agua y cualquier restricción en los difusores debido al tamaño del agujero.

Inconvenientes:

- 30
- ✓ Ineficiencia: la transferencia de ozono en el agua ronda entre 10-25% (depende de la altura del agua: cuanto más alto es el depósito, mejor será la transferencia)
 - ✓ Suelen ser necesarias altas columnas o depósitos de agua.

- ✓ Dificultad de utilizar en caudales de agua presurizados
- ✓ Los difusores porosos pueden atascarse, requiriendo limpieza

2. Inyectores Venturi

5

Los inyectores Venturi trabajan forzando el agua a pasar por un cuerpo cónico. Esta acción crea una diferencia de presión entre la entrada y la salida del tubo Venturi, que resulta en un vacío dentro del cuerpo del inyector. Este vacío causa una succión rápida a través de la entrada. De esta forma, el ozono es inyectado en el agua.

Inconvenientes

10

- ✓ Requiere energía de una bomba de recirculación o alimentación de agua presurizada.
- ✓ Requiere flujo constante para crear la turbulencia que fomenta la disolución del ozono. Cuando el flujo de agua tratada es intermitente o muy variable, hay que diseñar el sistema para permitir la continuidad de flujo en el Venturi.
- ✓ Se requiere una muy alta relación de líquido a gas para conseguir una eficiencia de transferencia de 98%. De hecho, la relación requerida no sería económica. La eficiencia de transferencia de un Venturi más típica varía entre 50 a 70% (sin el uso de presión).

15

BASE INNOVADORA DE LA TÉCNICA

20

La innovación de este invento la constituye el sistema de mezcla del ozono gas en el agua, que consigue una ozonización del 100% del volumen de agua tratado.

Según la Ley de Henry, a una temperatura constante, la cantidad de gas disuelto en un líquido es directamente proporcional a la presión parcial que ejerce ese gas sobre el líquido.

25

Esta ley fue formulada para explicar la volatilidad de las sustancias, es decir la facilidad con que una sustancia disuelta en agua se transforma en gas y pasa a la atmósfera. El sistema que aquí presentamos permite mezclar el ozono con el agua con una eficiencia del 100%, debido a la presión del agua y la que genera la bomba perteneciente al sistema de recirculación.

30

Existen sistemas de inyección de ozono en agua, pero que no llegan a realizar una ozonización completa del caudal del que el sistema de riego dispone, como ya hemos descrito.

La solubilidad de un gas en agua depende de varios factores entre los que destaca la presión del agua. En un agua a 2,5 bares el gas tendrá doble solubilidad que en un agua a 0,7 bares.

- 5 Un gas presurizado, es decir, un gas que está en una presión incrementada, siendo aplicado en un agua también bajo una presión incrementada, aumentará su solubilidad.

Si, además, el gas que se está mezclando con el agua está en una concentración incrementada, eso también permitirá aumentar la solubilidad.

- 10 **Basándonos en estos datos, aplicando presión e incrementando la concentración del gas, este nuevo sistema permite, con la presión nominal con la que viene el agua, ozonizar toda el agua o parte, dependiendo de las necesidades, y a la vez mantener un nivel de desinfección superior siempre a 750 mV**, lo que equivale a una concentración mínima de 0,1 ppm (mg/L) durante todo el tiempo que dura el riego (tiempo muy superior a los minutos requeridos para alcanzar valores de CT que aseguren una desinfección efectiva).

- 15 Además, el depósito está presurizado y consta de una salida para tanque de pulverizaciones, con el que realizar aplicaciones foliares de agua ozonizada; dicho tanque también forma parte del sistema integral de agua de riego expuesto en este documento.

20 DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

Figura 1.

- Representa el esquema neumático del sistema de ozonificación del agua. Consta de un generador de oxígeno (1) que alimenta al generador de ozono (2). Este mediante tubo es llevado al tubo Venturi (3) el cual está conectado al sistema de recirculación, que consta de una bomba (5) que hace que el agua y el ozono se mezcle en el depósito (4). El depósito tiene en su parte superior un manómetro (10), una válvula desaireadora ante sobrepresión (8) y una válvula aireadora ante depresión (9). Por último el sistema está provisto de electroválvulas que tienen la función de asegurar el sistema (6 y 7) y de una sonda redox para medir la concentración en el tanque (11).

30 Figura 2.

El esquema representado en la figura 2 corresponde al tanque de pulverización para realizar aplicaciones foliares.

Consta de un depósito (2) en el cual se introduce un tubo (6) que contiene un difusor poroso (1) el cual tiene la función de introducir el ozono y mejorar la miscibilidad de este con el agua. Se tiene una bomba (3) para trasportar la mezcla hasta el punto de aplicación (4), también sale un conducto de la bomba para recircular líquido sobrante al tanque (5). Finalmente está provisto de otro tubo (7) por el cual se elimina el ozono gaseoso sobrante que pueda haber en el depósito.

Figura 3.

El esquema de la figura 3 es la carcasa del cuadro general de mando y protección. Gracias a este elemento y mediante la llave (1) se puede iniciar el funcionamiento tanto para regar como para pulverizar. Justo al lado está el botón de parada de emergencia (4) en caso de cualquier error en el funcionamiento. En la parte superior están los pilotos de funcionamiento, uno de ellos es el que mide el nivel del depósito (1) y otro que el funcionamiento de la recirculación vaya bien (2). Finalmente se encuentra instalada una cerradura (5) como seguridad.

DESCRIPCION DE LA INVENCION

La instalación necesaria para la inyección de ozono ha sido diseñada para cumplir lo descrito anteriormente, caracterizándose fundamentalmente por la inyección del ozono en un depósito presurizado (4) donde se mezcla con el agua y se introduce en las tuberías de riego.

El ozono se introduce en un sistema de recirculación, ayudado por una bomba (5), a través de un Venturi (3). El ozono es generado por medio de un generador (2) alimentado a su vez por un generador de oxígeno (1). Para garantizar la seguridad de la instalación se coloca un centro de mando y protección y un cuadro con un medidor ORP (potencial oxidación-reducción), para visualizar que el sistema está funcionando a más 750 mV, dato que representa el comienzo de la desinfección tanto en el cabezal de riego como en los emisores (goteros, aspersores).

El depósito de acero inoxidable está presurizado y consta de varias aberturas al exterior con distintas funciones: existen dos entradas principales, una de entrada de agua desde el sistema de riego y otra de salida, la cual vuelve a dicho sistema, asemejándose con el sistema "by-pass".

En la parte superior existen tres orificios en los cuales se insertan un manómetro (10) para controlar la presión, un sacador de aire (8) con un tubo dirigido al exterior para conducir el ozono sobrante fuera de la caseta de riego o también unido a un destructor de ozono y un rompedor de vacío (9). En la parte opuesta e inferior existe una abertura
5 en la cual se coloca un grifo para el caso de querer evacuar el líquido. En la parte opuesta al sistema de entrada y salida se encuentran las salidas para el sistema de recirculación. Por último, existen dos orificios, uno en cada lado, los cuales son usados para la colocación de una sonda de nivel para la medición del nivel de agua en el depósito y una sonda de medición redox, conectada a un cuadro donde se aprecia la
10 medida tomada por esta.

El sistema de recirculación juega un papel clave dentro del sistema, dado que es el que hace que el agua con el ozono llegue al depósito; consta de una bomba dimensionada en función de las condiciones hidráulicas encontradas en el sitio donde se proceda a la instalación. Las mangueras usadas son probadas para presión. De
15 una de las salidas del depósito se lleva una sección hasta la entrada del tubo Venturi y otra a la salida que va a la bomba y así de la bomba al depósito donde ya entra el agua completamente ozonizada.

El inyector Venturi es el que hace la función de absorber e introducir el ozono producido por los generadores. Va unido a un reactor de transferencia cuya función es
20 hacer que las burbujas de ozono que se forman se rompan, consiguiendo una mejor miscibilidad entre ambos.

Finalmente, las sondas de medición son conectadas al cuadro general de mando y protección, el cual está conectado a su vez a la tensión del lugar de instalación, lo que
25 permite automatizar el sistema y garantizar que éste trabaje de forma segura.

Junto a este cuadro se instala el cuadro donde se introduce la pantalla que conecta con la sonda redox, el cual nos permite controlar que en cada momento sepamos la cantidad de ozono que se está introduciendo al sistema.

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de inyección de ozono en un sistema de riego en explotación agrícola, que incluye generador de oxígeno tanto como uno de ozono, un deposito, un sistema de recirculación conectado al depósito y por último los cuadros eléctricos de control.
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un generador de oxígeno que alimenta a un generador de ozono.
3. Sistema conforme a la reivindicación 1, que consta de un depósito de acero presurizado.
- 10 4. Sistema conforme con las reivindicaciones precedentes, caracterizado por la inyección del ozono por medio de un tubo Venturi.
5. Sistema de inyección conforme a la reivindicación 4, caracterizado por la unión del tubo Venturi a un reactor de transferencia.
- 15 6. Sistema conforme a las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el uso de un sistema de recirculación que consta de una bomba y mangueras que conectan el tubo Venturi y el depósito.
7. Sistema según la reivindicación 6 por el cual la tubería de aspiración se coloca en la salida que está más lejos del tubo Venturi y la de impulsión se dirige hacia el depósito.
- 20 8. Sistema según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el depósito consta de tres aberturas superiores donde se instalan:
- Un manómetro para notificar la presión de trabajo.
 - Un rompedor de vacío a modo de protección del depósito.
 - Un desgasificador para expulsar el ozono sobrante, que puede acabar en el exterior de la instalación, en un destructor de ozono, o ser recirculado hasta la tubería de salida del sistema.
- 25 9. Sistema conforme a las reivindicaciones 1 y 2, que comprende la posibilidad de adaptar una sonda medidora de ORP (potencial de oxidación-reducción).
10. Sistema según las reivindicaciones anteriores, que consta de dos electroválvulas que permiten el paso del ozono, aparte de servir como elemento de seguridad.

30

11. Sistema según las reivindicaciones precedentes, que se caracteriza por la conexión de todos sus elementos eléctricos en un cuadro general de mando y protección, que a su vez consta de un programador para automatizar el sistema.

Figura 1.

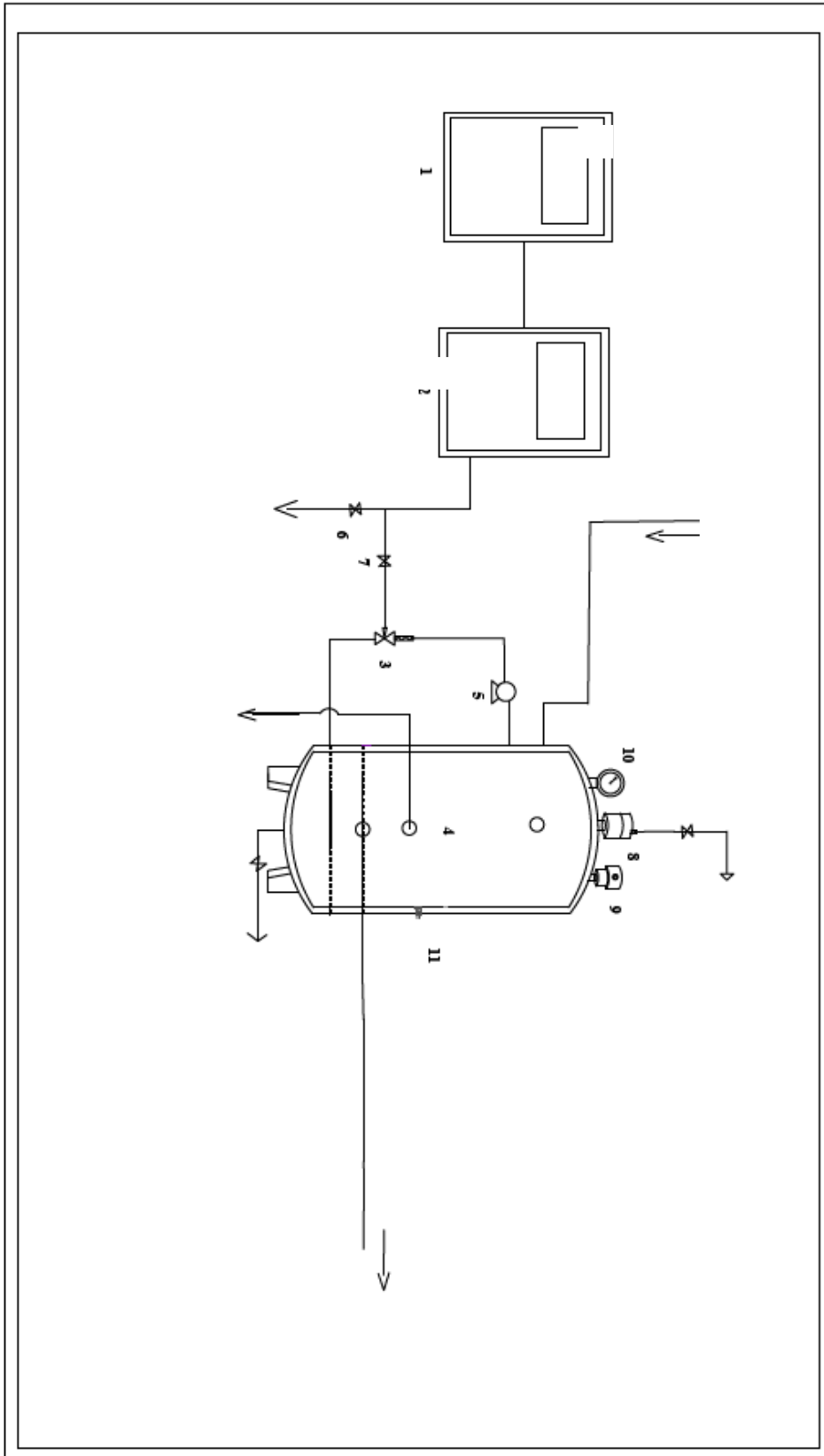


Figura 2.

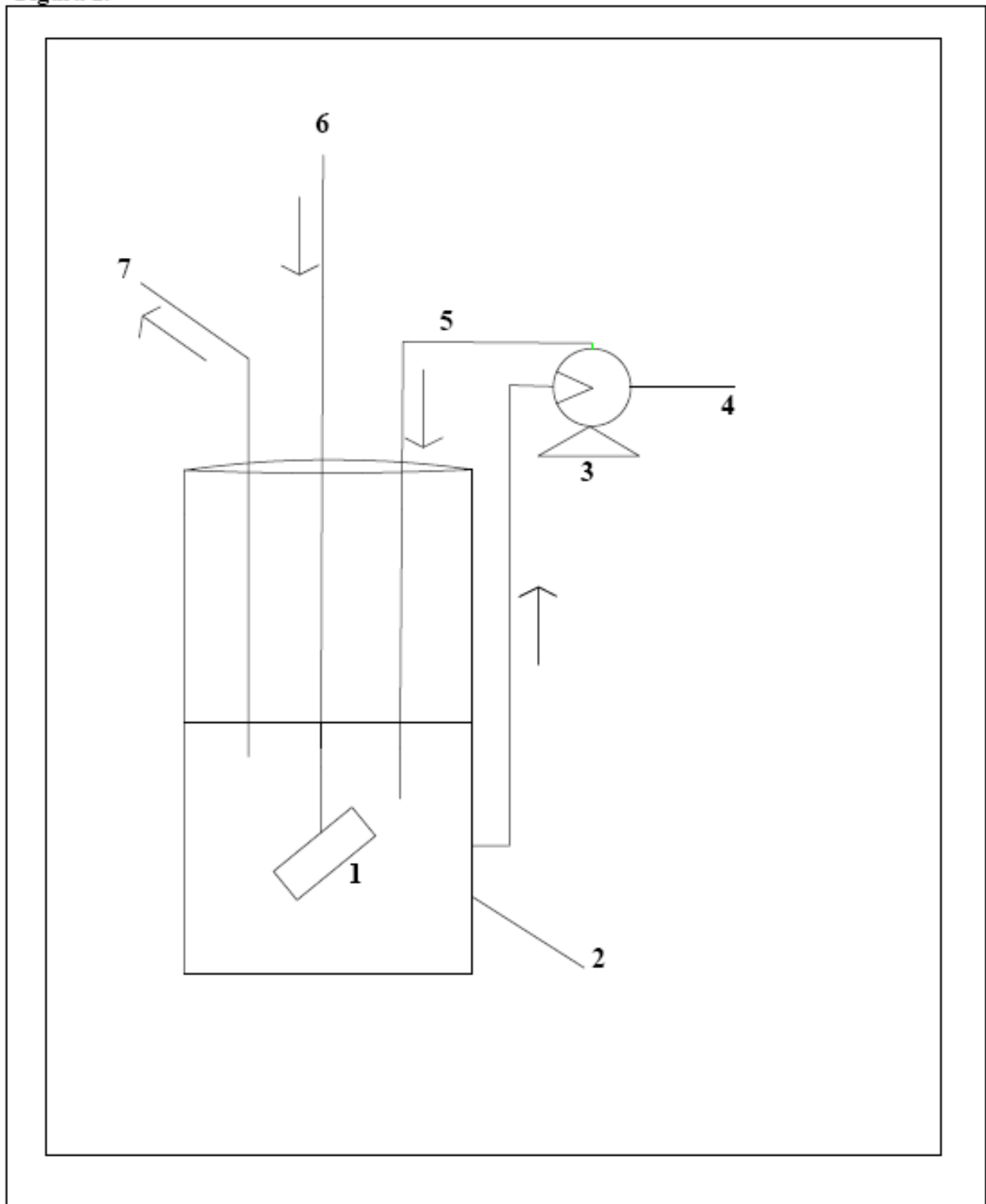


Figura 3.

