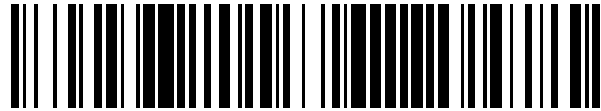


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 687**

51 Int. Cl.:

F16T 1/34 (2006.01)
F16T 1/00 (2006.01)
F16T 1/02 (2006.01)
A61L 2/07 (2006.01)
F16T 1/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2010 E 10778041 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015 EP 2414722**

54 Título: **Aparato purgador de vapor programable**

30 Prioridad:

19.05.2009 US 216602 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.12.2015

73 Titular/es:

**TEVA PHARMACEUTICAL INDUSTRIES LTD.
(100.0%)
5 Basel Street P.O. Box 3190
49131 Petach-Tikva, IL**

72 Inventor/es:

**ALONI, YEHOShUA y
FAHIMIPOOR, OREN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 554 687 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato purgador de vapor programable

5 Campo Técnico

Esta solicitud hace referencia a un aparato y un método para eliminar condensado, aire, y gas no condensable de un espacio de vapor al mismo tiempo que se impide la pérdida de vapor. En particular, esta solicitud hace referencia a un aparato purgador de vapor de agua mejorado.

10 Antecedentes de la Invención

En la industria, debido al elevado calor de vaporización del agua, a menudo se utiliza el vapor de agua, la forma vaporizada del agua, como un almacén de energía. La energía se introduce y se extrae mediante transmisión de calor, y se transporta en la forma de vapor de agua desde una zona de una planta de fabricación a otra a través de tuberías.

15 Los aparatos purgadores de vapor de agua son elementos necesarios de cualquier sistema de vapor de agua porque permiten que el vapor de agua llegue a su destino en un estado lo más seco posible para realizar su tarea de manera eficiente y económica. Los aparatos purgadores de vapor de agua expulsan condensado, aire, y gas no condensable desde un espacio de vapor de agua al mismo tiempo que impiden la pérdida de vapor de agua.

20 El purgado inadecuado de vapor de agua puede conducir a diferentes resultados indeseables, desde ineficiencia del sistema de vapor de agua hasta golpe de ariete, corrosión, fugas, y altos costes de mantenimiento.

25 El documento WO00/78365A1 y las Patentes de EE.UU. Nº 4.646.965, 4.830.277, 4.898.022, 5.478.012, 6.220.519, 6.279.593, 6.453.802, 6.571.180, y 6.644.131 describen aparatos y metodologías que se pueden utilizar para eliminar condensado y otro gas no deseado de los sistemas de vapor de agua.

30 El aparato purgador de vapor de agua convencional está compuesto por dos válvulas actuadas, tuberías, y un purgador de vapor de agua que es típicamente una válvula automática no conectada a un sistema de control. Una válvula actuada está situada aguas arriba del purgador de vapor de agua mientras que la otra está situada dentro de una tubería de derivación aguas arriba de la primera válvula actuada. Las dos válvulas actuadas proporcionan un mecanismo de derivación que es necesario para la limpieza del aparato purgador de vapor de agua. La salida del purgador de vapor de agua y la válvula de derivación pueden conducir a un sistema de retorno de condensado que recalienta el condensado para formar vapor de agua o a un desagüe.

35 Los purgadores de vapor de agua son generalmente de tres tipos: termostáticos, mecánicos, y cinemáticos; cada uno de los cuales contiene varios estilos específicos.

40 Los purgadores de vapor de agua termostáticos funcionan por detección de cambios en la temperatura de un fluido, el cual por definición puede incluir líquidos y gases. Tres tipos típicos de purgadores de vapor de agua termostáticos son los "purgadores de expansión de líquido", los "purgadores bimetálicos", y los "purgadores termostáticos de presión equilibrada". El término purgadores de vapor de agua termostáticos puede ser un nombre poco apropiado ya que estos purgadores de vapor de agua se abren y se cierran mediante operaciones mecánicas. Un elemento operativo que responde a cambios de temperatura dentro de un rango deseado está integrado en la válvula de modo que cuando se alcanza la temperatura necesaria, reacciona de tal manera que bloquea el paso de vapor de agua hacia la salida.

50 Los purgadores de vapor de agua mecánicos funcionan por detección de cambios en la densidad del fluido. Estos purgadores de vapor funcionan por detección de la diferencia de densidad entre vapor de agua y condensado. Estos purgadores de vapor de agua incluyen a los "purgadores de flotador esférico o de bola" y a los "purgadores de cubeta invertida". En un purgador de flotador esférico, dicho flotador esférico asciende en presencia de condensado, abriendo una válvula que deja pasar al condensado más denso. En un purgador de cubeta invertida, la cubeta invertida flota cuando el vapor de agua alcanza el purgador y asciende para cerrar la válvula.

55 Los purgadores de vapor de agua cinemáticos, llamados a veces purgadores de vapor de agua termodinámicos, funcionan por detección de cambios en la dinámica del fluido. Estos purgadores de vapor confían en parte en la formación de vapor de agua de vaporización instantánea a partir de condensado. Este grupo incluye a los purgadores de vapor de agua "termodinámicos", a los "de disco", a los "de impulso" y a los "laberínticos".

60 Los tres tipos de purgadores de vapor de agua se describen de forma más exhaustiva en catálogos industriales tales como el catálogo de purgadores de vapor de agua de Spirax Sarco, el cual se puede encontrar en la siguiente dirección web: spiraxsarco.com/resources/steam-engineering-tutorials/steam-traps-and-steam-trapping.asp.

Sumario de la Invención

La presente solicitud proporciona un aparato para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de un sistema de vapor al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

5 La presente solicitud también proporciona un método para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de un sistema de vapor al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor de acuerdo con la reivindicación independiente 8.

10 La presente solicitud también proporciona un aparato purgador de vapor de agua para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de agua de un sistema de vapor de agua al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor de agua, comprendiendo el aparato los rasgos, entre otros, de la reivindicación independiente 1.

15 La presente solicitud también proporciona un método para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de agua de un sistema de vapor de agua al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor de agua, comprendiendo el método los rasgos, entre otros, del método de la reivindicación independiente 8.

Breve Descripción de los Dibujos

20 Los rasgos de la presente solicitud se pueden entender con mayor facilidad a partir de la siguiente descripción detallada que hace referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

Figura 1: muestra un diagrama esquemático de un aparato purgador de vapor de agua convencional.

Figura 2: muestra el diagrama esquemático del aparato Purgador de Vapor de Agua Programable (PST) configurado para el Experimento 1.

25 Figura 3: muestra un ejemplo de la curva de funcionamiento del aparato Purgador de Vapor de Agua Programable (PST) durante un proceso de esterilización desde la fase de calentamiento hasta el final del proceso de esterilización.

Figura 4: muestra la curva de saturación del vapor de agua.

30 Figura 5: muestra la temperatura y la presión del desagüe y del depósito durante el ciclo de esterilización en el Experimento 1. (La temperatura del depósito se designa mediante TS1; la temperatura del desagüe se designa mediante TS2)

Descripción Detallada

35 Realizaciones de la Invención

La presente solicitud proporciona un aparato para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de un sistema de vapor al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor, definido por la reivindicación independiente 1 adjunta.

40 En una realización, la válvula actuada es una válvula sanitaria. En otra realización, la válvula actuada es una válvula diferente a una válvula sanitaria. En otra realización, el actuador para la válvula actuada es un actuador mecánico, eléctrico, electromecánico, neumático, o humano.

45 En una realización, los sensores de temperatura son termómetros, termopares, resistencias sensibles a la temperatura tales como termistores o detectores de temperatura por resistencia, termómetros bimetálicos, o termostatos.

50 En una realización, el primer sensor de temperatura está situado directamente dentro de las tuberías o de un depósito del sistema de vapor. En otra realización, el segundo sensor de temperatura está situado directamente dentro de las tuberías o de la válvula actuada. En otra realización, uno de los sensores de temperatura o los dos están situados dentro de un receptáculo para termopozo. En otra realización adicional, el receptáculo para termopozo comprende además glicerol.

55 En una realización, la válvula actuada está situada aguas abajo de los sensores de temperatura primero y segundo.

En una realización, el sistema de control abre la válvula actuada si determina que existe condensado, aire o gas no condensable en el sistema de vapor. En otra realización, el sistema de control determina que existe condensado, aire o gas no condensable en el sistema de vapor si las salidas de los sensores de temperatura y del sensor de presión indican que el sistema de vapor está operando por debajo de la curva de saturación del vapor.

60 En una realización, el sistema de control está programado para permitir la introducción de intervalos de tiempo que representan el retardo temporal entre una señal para abrir o cerrar la válvula actuada y la apertura o el cierre de la válvula actuada.

- 5 En una realización, la distancia entre el espacio de vapor y la válvula actuada es de 20 metros o menor. En otra realización, la distancia entre el espacio de vapor y la válvula actuada es de 80 cm o menor. En otra realización, la distancia entre el espacio de vapor y la válvula actuada es de 5 cm o menor.
- 10 En una realización, la presión en el espacio de vapor es de 1-5 bares. En otra realización, la presión en el espacio de vapor es de entre 2-3 bares. En otra realización, la presión en el espacio de vapor es de entre 1-2 bares.
- 15 En una realización, el aparato comprende además una segunda válvula actuada. En otra realización, la segunda válvula actuada controla el suministro de vapor al aparato. En otra realización adicional, la segunda válvula actuada es actuada por una salida procedente del sistema de control.
- 20 La presente solicitud también proporciona un método para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de un sistema de vapor al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor, definido por la reivindicación independiente 8 adjunta.
- 25 En una realización, la válvula actuada es una válvula sanitaria. En otra realización, la válvula actuada es una válvula diferente a una válvula sanitaria.
- 30 En otra realización, la temperatura obtenida en el paso a) se obtiene directamente del interior de las tuberías o de un depósito del sistema de vapor. En otra realización, la temperatura obtenida en el paso b) se obtiene directamente del interior de las tuberías o de la válvula actuada. En otra realización, la temperatura obtenida en el paso a), o en el paso b), o en ambos pasos se obtiene del interior de un receptáculo para termopozo. En otra realización adicional, el receptáculo para termopozo comprende además glicerol.
- 35 En una realización, el paso de determinación en d) se consigue comparando las temperaturas y la presión obtenidas en los pasos a)-c) con la curva de saturación del vapor. En otra realización, la válvula actuada se abre si las temperaturas y la presión obtenidas en los pasos a)-c) indican que el sistema de vapor está operando por debajo de la curva de saturación del vapor. En otra realización, el paso de determinación en d) está automatizado. En otra realización adicional, la automatización se consigue mediante un sistema de control.
- 40 En una realización, el sistema de control está programado para permitir la introducción de intervalos de tiempo que representan el retardo temporal entre una señal para abrir o cerrar la válvula actuada y la apertura o el cierre de la válvula actuada. En otra realización, el intervalo de tiempo de apertura de la válvula actuada es no mayor de 20 segundos. En otra realización, el intervalo de tiempo de apertura de la válvula actuada es de 1-10 segundos.
- 45 En una realización, la distancia entre el espacio de vapor y la válvula actuada es de 20 metros o menor. En otra realización, la distancia entre el espacio de vapor y la válvula actuada es de 80 cm o menor. En otra realización, la distancia entre el espacio de vapor y la válvula actuada es de 5 cm o menor.
- 50 En una realización, la presión en el espacio de vapor es de 1-5 bar. En otra realización, la presión en el espacio de vapor es de 2-3 bar. En otra realización, la presión en el espacio de vapor es de 1-2 bar.
- 55 La presente solicitud también proporciona un aparato purgador de vapor de agua para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de agua de un sistema de vapor de agua al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor de agua, comprendiendo el aparato: un primer sensor de temperatura, un segundo sensor de temperatura, situado en una posición dentro del sistema de vapor de agua en la que se acumulan condensado, aire, o gas no condensable, y siendo esa posición diferente a la posición del primer sensor de temperatura, un sensor de presión, una válvula actuada situada en una posición que permite la expulsión de condensado, aire, o gas no condensable desde el espacio de vapor de agua, y un sistema de control que recibe salidas de los sensores de temperatura primero y segundo y del sensor de presión y determina si abrir o no la válvula actuada para expulsar condensado, aire o gas no condensable desde el espacio de vapor basándose en la lectura de temperatura procedente de los sensores de temperatura y en la lectura de presión procedente del sensor de presión.
- 60 En una realización, la válvula actuada es una válvula sanitaria. En otra realización, la válvula actuada es una válvula diferente a una válvula sanitaria. En otra realización, el actuador para la válvula actuada es un actuador mecánico, eléctrico, electromecánico, neumático, o humano.
- En una realización, los sensores de temperatura son termómetros, termopares, resistencias sensibles a la temperatura tales como termistores o detectores de temperatura por resistencia, termómetros bimetálicos, o termostatos.

- 5 En una realización, el primer sensor de temperatura está situado directamente dentro de las tuberías o de un depósito del sistema de vapor de agua. En otra realización, el segundo sensor de temperatura está situado directamente dentro de las tuberías o de la válvula actuada. En otra realización, uno de los sensores de temperatura o los dos están situados en el interior de un receptáculo para termopozo. En otra realización adicional, el receptáculo para termopozo comprende además glicerol.
- En una realización, la válvula actuada está situada aguas abajo de los sensores de temperatura primero y segundo.
- 10 En una realización, el sistema de control abre la válvula actuada si determina que existe condensado, aire o gas no condensable en el sistema de vapor de agua. En otra realización, el sistema de control determina que existe condensado, aire o gas no condensable en el sistema de vapor de agua si las salidas de los sensores de temperatura y del sensor de presión indican que el sistema de vapor de agua está operando por debajo de la curva de saturación del vapor de agua.
- 15 En una realización, el sistema de control está programado para permitir la introducción de intervalos de tiempo que representan el retardo temporal entre una señal para abrir o cerrar la válvula actuada y la apertura o el cierre de la válvula actuada.
- 20 En una realización, la distancia entre el espacio de vapor de agua y la válvula actuada es de 20 metros o menor. En otra realización, la distancia entre el espacio de vapor de agua y la válvula actuada es de 5 cm o menor. En otra realización, la distancia entre el espacio de vapor de agua y la válvula actuada es de 5 cm o menor.
- 25 En una realización, la presión en el espacio de vapor de agua es de 1-5 bar. En otra realización, la presión en el espacio de vapor de agua es de entre 2-3 bar. En otra realización, la presión en el espacio de vapor de agua es de entre 1-2 bar.
- 30 En una realización, el aparato comprende además una segunda válvula actuada. En otra realización, la segunda válvula actuada controla el suministro de vapor de agua al aparato. En otra realización adicional, la segunda válvula actuada es accionada por una salida procedente del sistema de control.
- 35 La presente solicitud también proporciona un método para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de agua de un sistema de vapor de agua al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor de agua, comprendiendo el método: a) medir la temperatura en una primera zona del sistema de vapor de agua; b) medir la temperatura en una segunda zona del sistema de vapor de agua en la que se acumulan condensado, aire, o gas no condensable, donde la segunda zona es diferente a la primera zona; c) medir la presión en una zona del sistema de vapor de agua; d) determinar si las temperaturas y la presión obtenidas en los pasos a)-c) representan o no la presencia de condensado, aire, o gas no condensable; y e) abrir una válvula actuada si se determina que las temperaturas y la presión medidas en los pasos a)-c) representan presencia de condensado, aire, o gas no condensable.
- 40 En una realización, la válvula actuada es una válvula sanitaria. En otra realización, la válvula actuada es una válvula diferente a una válvula sanitaria.
- 45 En otra realización, la temperatura obtenida en el paso a) se obtiene directamente del interior de las tuberías o de un depósito del sistema de vapor de agua. En otra realización, la temperatura obtenida en el paso b) se obtiene directamente del interior de las tuberías o de la válvula actuada. En otra realización, la temperatura obtenida en el paso a), o en el paso b) o en ambos pasos se obtiene del interior de un receptáculo para termopozo. En otra realización adicional, el receptáculo para termopozo comprende además glicerol.
- 50 En una realización, el paso de determinación en d) se consigue comparando las temperaturas y presión obtenidas en los pasos a)-c) con la curva de saturación del vapor de agua. En otra realización, la válvula actuada se abre si las temperaturas y presión obtenidas en los pasos a)-c) indican que el sistema de vapor de agua está operando por debajo de la curva de saturación del vapor de agua. En otra realización, el paso de determinación en d) está automatizado. En otra realización adicional, la automatización se consigue mediante un sistema de control.
- 55 En una realización, el sistema de control está programado para permitir la introducción de intervalos de tiempo que representan el retardo temporal entre una señal para abrir o cerrar la válvula actuada y la apertura o el cierre de la válvula actuada. En otra realización, el intervalo de tiempo de apertura de la válvula actuada es no mayor de 20 segundos. En otra realización, el intervalo de tiempo de apertura de la válvula actuada es de 1-10 segundos.
- 60 En una realización la distancia entre el espacio de vapor de agua y la válvula actuada es de 20 metros o menor. En otra realización, la distancia entre el espacio de vapor de agua y la válvula actuada es de 80 cm o menor. En otra realización, la distancia entre el espacio de vapor de agua y la válvula actuada es de 5 cm o menor.

En una realización, la presión en el espacio de vapor es de 1-5 bar. En otra realización, la presión en el espacio de vapor es de 2-3 bar. En otra realización, la presión en el espacio de vapor es de 1-2 bar.

5 Todas las combinaciones de los diferentes elementos descritos en este documento están dentro del alcance de la invención.

10 Se debe entender que allí donde se proporciona un rango de un parámetro, la invención también proporciona todos los números enteros dentro de ese rango, y las décimas de los mismos. Por ejemplo, "1-5 bar" incluye 1,0, 1,1, 1,2, 1,3, 1,4 etc. hasta 5,0 bar.

Términos

15 Para los objetivos de esta solicitud:

El término "vapor" significa la fase gaseosa de cualquier material.

20 El término "sistema de vapor" significa la combinación de equipos que están conectados con los objetivos de transportar materia fluida y hacer que ésta realice ciclos, ya sea en la forma de condensado o en la de vapor, y de su mantenimiento, el cual puede incluir, pero no está limitado a ellos, una caldera o sistema de alimentación, bombas, tuberías, válvulas, un sistema de retorno de condensado, y un desagüe.

25 El término "espacio de vapor" significa la parte de un sistema de vapor en la que está contenido vapor, el cual puede incluir, pero no está limitado a ello, el interior de tuberías, depósitos, u otros tipos de contenedores y equipos.

30 El término "sistema de vapor de agua" significa la combinación de equipos que están conectados con los objetivos de transportar agua y hacer que ésta realice ciclos, ya sea en la forma de condensado o en la de vapor, y de su mantenimiento, el cual puede incluir, pero no está limitado a ellos, una caldera o unidad de generación de vapor, un sistema de agua de alimentación, bombas, tuberías, válvulas, un sistema de retorno de condensado, y un desagüe.

35 El término "espacio de vapor de agua" significa la parte de un sistema de vapor de agua en la que está contenido vapor de agua, el cual puede incluir, pero no está limitado a ellos, el interior de tuberías, depósitos, u otros tipos de contenedores y equipos.

40 El término "curva de saturación" con respecto a un vapor es la gráfica de temperaturas de saturación del material de vapor a diferentes presiones. La temperatura de saturación es la temperatura a la cual el material en su fase líquida hierve pasando a su fase vapor para una presión dada. Se puede decir que el líquido está saturado con energía térmica. Cualquier adición de energía térmica produce como resultado un cambio de fase. Si un sistema de vapor está operando por encima de su curva de saturación, el vapor está sobrecalentado. Si un sistema de vapor está operando por debajo de su curva de saturación, el vapor condensa pasando a su fase líquida. Si un sistema de vapor está operando en su curva de saturación, la fase gaseosa y la fase líquida del material de vapor coexisten, estando ambos a la temperatura de saturación.

45 El término "válvula actuada" significa una válvula que es controlada por alguna fuerza externa, ya sea manual, neumática o electrónica. Las válvulas actuadas excluyen específicamente los tres tipos comunes conocidos de purgadores de vapor de agua, el purgador de vapor de agua termostático, el mecánico, y el cinético.

50 El término "válvula sanitaria" significa un diafragma o membrana o cualquier otro tipo de válvula limpiable que está diseñada para ser usada en aplicaciones que requieren un procesamiento limpio o estéril y que está construida utilizando materiales elásticos que puedan soportar métodos de desinfección y de esterilización.

55 El término "termopozo" significa los instrumentos utilizados en medición de temperatura industrial para proporcionar aislamiento entre un sensor de temperatura y el entorno cuya temperatura se quiere medir.

60 El término "sistema de control" significa un dispositivo o un conjunto de dispositivos que regula el comportamiento de otros dispositivos o sistemas. En una realización, puede ser un ordenador que de forma automática o con interfaz de usuario controla a otros dispositivos por medio de señales electrónicas o de señales inalámbricas.

El término “sensor de temperatura” significa un dispositivo o un conjunto de dispositivos que obtienen información para medición de temperatura, y que pueden estar conectados para enviar los datos a otro dispositivo de control.

5 El término “sensor de presión” significa un dispositivo o un conjunto de dispositivos que obtienen información para medición de presión, y que pueden estar conectados para enviar los datos a otro dispositivo de control.

El Problema con los Purgadores de Vapor de Agua Convencionales

10 Existen múltiples problemas con los aparatos purgadores de vapor de agua y los purgadores de vapor de agua convencionales.

15 En primer lugar, los purgadores de vapor de agua convencionales no tienen la capacidad de poder ser reconfigurados o controlados una vez instalados. Esto es debido a que el funcionamiento de una válvula automática es puramente mecánico. Por ejemplo, una realización típica de un purgador de vapor de agua termostático es el purgador de vapor de agua bimetalico. El elemento operativo de un purgador de vapor de agua bimetalico es un disco bimetalico construido utilizando dos tiras de metales disimilares soldadas entre sí. El elemento se deforma cuando se calienta, bloqueando de ese modo el paso de vapor de agua hacia la tubería de retorno de condensado o hacia el desagüe.

20 Sin embargo, la temperatura no es el único parámetro que afecta a la formación de vapor de agua. Otras condiciones de funcionamiento tales como la presión (P) y la carga (V) afectan a la vaporización del agua. Cuando la carga es fija, el agua se vaporiza de acuerdo con una curva de saturación del vapor de agua; cuanto mayor sea la presión en el sistema, mayor será la temperatura de saturación del vapor de agua. La curva de saturación del vapor de agua es un arco cóncavo. Por otro lado, la curva de funcionamiento de un purgador de vapor de agua bimetalico es esencialmente lineal debido a la lenta respuesta de los metales a condiciones cambiantes.

25 Además, es posible que la temperatura de funcionamiento del purgador de vapor de agua esté realmente por encima de la temperatura de saturación del vapor de agua a bajas presiones. Como resultado de esto, el purgador de vapor de agua expulsaría vapor de agua a estas presiones inferiores, provocando pérdida de vapor de agua. Puede ser posible fabricar el purgador de vapor de agua de forma que se garantice que esta porción de la curva de saturación esté siempre por encima de la curva de funcionamiento. Sin embargo, debido a la acción lineal del elemento, la diferencia entre las dos líneas aumentaría todavía más con la presión del sistema, incrementando el efecto de saturación hídrica, en el que se acumula condensado y la válvula permanece cerrada, impidiendo fuga de condensado.

35 Los purgadores de vapor de agua bimetalicos más innovadores utilizan múltiples capas de metal. En los purgadores de vapor de agua bimetalicos de capas múltiples se utilizan diferentes capas de discos bimetalicos, de modo que un conjunto de elementos bimetalicos se deforma para dar respuesta a un rango de presión. A una temperatura mayor, un segundo conjunto de elementos bimetalicos contribuye a dar respuesta a un rango de presiones diferente. De esta manera, la curva de funcionamiento del purgador de vapor se puede manipular para que se parezca aún más a la curva de saturación del vapor de agua. Aunque es una mejora con respecto al diseño anterior, la curva de funcionamiento de este purgador de vapor de agua todavía no reproduce con exactitud la curva de saturación del vapor de agua, lo cual es deseable para un funcionamiento eficiente del aparato purgador de vapor de agua.

45 Otros purgadores de vapor de agua del tipo de válvula automática sufren, de forma similar, de inflexibilidad en su respuesta a condiciones de funcionamiento variables.

50 Existe una necesidad de mejoras en las técnicas y aparatos para purgado de vapor de agua para incrementar la eficiencia, la flexibilidad, la controlabilidad, y la simplicidad.

El Purgador de Vapor de Agua Programable (PST)

55 Esta descripción describe mejoras a metodologías y aparatos para la eliminación de condensado y de gas no deseado del espacio de vapor de agua de un sistema de vapor de agua al mismo tiempo que se impide la pérdida de vapor de agua. La metodología y el aparato mejorados son más sencillos, más eficientes y más flexibles que los aparatos de purgado de vapor de agua existentes, son muy programables y controlables, y permiten la recogida de datos en tiempo real. Esta descripción incluye mejoras a las metodologías y a los aparatos para la eliminación de condensado y de gas no deseado del espacio de vapor de agua de cualquier sistema de vapor de agua al mismo tiempo que se impide la pérdida de vapor de agua.

60 Realizaciones de ejemplo de la presente invención se explicarán más adelante mientras se hace referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un aparato purgador de vapor de agua convencional, que incluye una tubería de derivación; la Figura 2 muestra un diagrama esquemático de un aparato purgador de vapor de agua de acuerdo con una realización de ejemplo de esta solicitud.

5 Haciendo referencia a la Figura 2 se describirá un aparato Purgador de Vapor de Agua Programable (PST) para la eliminación de condensado y de gas no deseado de un sistema de vapor de agua al mismo tiempo que se impide la pérdida de vapor de agua. El aparato permite separar condensado y gas no deseado del sistema de vapor de agua para que el vapor de agua del sistema de vapor de agua pueda llegar a su destino en un estado lo más seco posible para realizar su tarea de forma eficiente y económica.

10 En una realización de esta solicitud, el aparato purgador de vapor de agua mejorado comprende una válvula actuada (AV2) situada en un punto del sistema de vapor de agua en el que es probable que se acumulen condensado, aire, y gases no condensables. El aparato comprende además dos sensores de temperatura controlados electrónicamente, cada uno con un transmisor, uno (TS2) situado cerca de la válvula actuada o dentro de ella, y el otro (TS1) situado
15 aguas arriba de TS2. El aparato también comprende un sensor de presión (PS1) situado aguas arriba de AV2 y de TS2.

20 En esta configuración, los sensores de temperatura y de presión detectan la temperatura y la presión en sus zonas respectivas y envían salidas correspondientes a un sistema de control. El sistema de control determina si existen condensado, aire, y gases no condensables en el sistema, por comparación de la salida de los sensores de temperatura y de presión (TS1 y PS1) con la curva de saturación del vapor. En los casos en que el vapor es vapor de agua, el sistema de control compara la salida de los sensores de temperatura y de presión con la curva de saturación del vapor de agua (Figura 4). El sistema de control envía entonces una salida a la válvula actuada (AV2) para abrirla para expulsar condensado, o para cerrarla para retener vapor o vapor de agua. El sensor TS2 puede estar situado cerca de la válvula AV2 o dentro de la propia válvula. La Figura 2 muestra el sensor TS2 situado cerca de la válvula AV2 en el interior de un termopozo. En una realización de la presente invención, el termopozo puede comprender además glicerol.

30 Además, el aparato Purgador de Vapor de Agua Programable se puede optimizar para que se adapte a un rango de sistemas de vapor de agua o de vapor. Por ejemplo, puede ser deseable programar el sistema de control para permitir la introducción de intervalos de tiempo que representan el retardo temporal entre una señal para abrir o cerrar la válvula actuada y la apertura o el cierre de la válvula actuada. El intervalo de tiempo puede estar limitado a no más de 2 segundos, o a no más de 1 segundo. El intervalo de tiempo puede ser también de 1-10 segundos. Asimismo, la distancia entre el espacio de vapor y la válvula actuada puede variar. La longitud de la tubería entre el espacio de vapor y la válvula actuada puede ser, por ejemplo, de 5 cm o menor, de 100 cm o menor, de 10 metros o menor o mayor de 10 metros.

40 El aparato purgador de vapor de agua mejorado permite un funcionamiento más flexible y más eficiente porque responde a condiciones de funcionamiento variables. El aparato que se puede adaptar a un sistema de vapor de agua o de vapor que opere a presión atmosférica se puede adaptar también a un sistema de vapor de agua o de vapor que opere a presiones elevadas de entre 2 y 3 bar, a presiones de hasta 2,25 bar, de hasta 2,5 bar o mayores. Asimismo, el aparato purgador de vapor de agua mejorado es muy programable y controlable, y permite recoger datos (tales como temperatura, presión y posición de la válvula) en tiempo real durante el funcionamiento, la limpieza o la esterilización.

45 Una curva de saturación indica la temperatura de saturación de un líquido dado a diferentes presiones. La temperatura de saturación es la temperatura a la cual hierva un líquido pasando a su fase vapor para una correspondiente presión de saturación. Se puede decir que el líquido está saturado con energía térmica. Cualquier adición de energía térmica produce un cambio de fase. A medida que aumenta la presión, aumenta, pero no linealmente, la temperatura de saturación. Sobre una curva de saturación del vapor de agua, la curva indica el punto en el cual pueden coexistir agua y vapor de agua para una presión dada, estando ambos a la temperatura de saturación. (Véase la Figura 4).

50 Idealmente, la curva de funcionamiento del purgador de vapor de agua debería reproducir la curva de saturación del vapor de agua, y la válvula se abre y se cierra en el punto exacto de saturación del agua, para conseguir una eficiencia óptima.

60 En el aparato purgador de vapor de agua mejorado, la temperatura y la presión que dispara la válvula actuada reflejarán la temperatura de saturación real (T_{sat}) y la presión de saturación real (P_{sat}) en la condición de funcionamiento dada. Esto se puede conseguir programando dentro del sistema de control los puntos de saturación en diversos parámetros de funcionamiento. Los datos de temperatura y presión de saturación para elementos comunes tales como agua se pueden encontrar en el Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed. Perry and

Green, McGraw-Hill Professional; 7 edition (1 de Junio de 1997). Estos datos se incorporan por referencia en este documento.

5 El sistema de control puede obtener otros parámetros de funcionamiento tales como la carga mediante otros sensores del sistema o por introducción por parte del usuario. El sistema de control, por medio de un algoritmo, determina a continuación la temperatura y la presión de saturación correspondientes para la condición de funcionamiento dada.

10 En un funcionamiento de vapor de agua normal el valor de configuración de la temperatura es $T_{\text{sat}} = 121 \text{ }^\circ\text{C}$, la temperatura de saturación del vapor de agua a 1 atm, la presión atmosférica estándar y la presión al nivel del mar. Cuando la temperatura del sistema de vapor de agua está por encima de T_{sat} , el vapor de agua en el sistema está seco y el sistema de control cierra la válvula actuada para impedir la pérdida de vapor de agua. Cuando la temperatura del sistema de vapor de agua está por debajo de T_{sat} , el vapor de agua en el sistema ha perdido calor y se ha convertido en condensado, el sistema de control abre la válvula para dejar salir el condensado.

15 Además, los usuarios pueden puentear el algoritmo que determina T_{sat} para que sea el punto de disparo de la válvula actuada, y pueden reprogramar manualmente el sistema de control para abrir y cerrar la válvula actuada para ajustarse a las necesidades de limpieza.

20 Por lo tanto, en una realización, el aparato purgador de vapor de agua opera como se explica a continuación durante el funcionamiento normal del sistema de vapor de agua: los sensores de temperatura (TS1 y TS2) y el sensor de presión (PS1) envían salidas al sistema de control que indican las lecturas de temperatura y de presión en sus respectivas posiciones. El sistema de control compara las lecturas de temperatura y de presión (en TS1 y en PS1) con la curva de saturación del vapor de agua. Si las lecturas de temperatura y de presión corresponden a un punto que está por debajo de la curva de saturación del vapor de agua (véase la Figura 4), entonces existe condensado, aire, o gas no condensable en el sistema. El sistema de control enviará entonces una salida a la válvula actuada para abrirla y expulsar el condensado, aire, o gas no condensable. A medida que van siendo expulsados el condensado, el aire, o el gas no condensable, la temperatura del sistema aumenta y la presión del sistema disminuye. El sistema de control monitoriza las lecturas de temperatura y de presión hasta que éstas corresponden a un punto que está sobre la curva de saturación del vapor de agua o por encima de dicha curva. Cuando las lecturas de temperatura y de presión corresponden a un punto que está sobre la curva de saturación del vapor de agua, existe vapor de agua saturado. Cuando las lecturas de temperatura y de presión corresponden a un punto que está por encima de la curva de saturación del vapor de agua, existe vapor de agua sobrecalentado. Por lo tanto, cuando las lecturas de temperatura y de presión corresponden a un punto que está sobre la curva de saturación del vapor de agua o por encima de dicha curva, el sistema de control hace que la válvula actuada permanezca cerrada para impedir pérdida de vapor de agua.

35 La realización anterior se describe con respecto a un sistema de vapor de agua. Sin embargo, el aparato puede operar de la misma manera para otro sistema de vapor.

40 Esterilización y Limpieza del Purgador de Vapor de Agua Programable

Las industrias farmacéutica, biofarmacéutica, cosmética y de la alimentación utilizan equipos fabricados de acero inoxidable (S.S) de gran calidad, tales como fermentadores, que son demasiado grandes o demasiado difíciles de colocar dentro de un autoclave, horno o lavador de piezas para su esterilización o limpieza. La Esterilización-In-Situ ("SIP") es un proceso para esterilizar estos equipos de procesamiento. Un proceso de SIP típico, que se utiliza para matar microorganismos, imita el funcionamiento de un autoclave y consta de los siguientes pasos: purgado de aire, periodo de calentamiento, periodo de mantenimiento de la esterilización, desplazamiento estéril y colapso del manto de vapor de agua.

50 La SIP es un proceso dependiente del tiempo que debería aproximarse a un estado estacionario bien definido, correspondiente a las condiciones de esterilización. La esterilización se puede conseguir por métodos térmicos, químicos u otros, pero la Agencia de Alimentos y Medicamentos Estadounidense (FDA) (1975) y la Comunidad Económica Europea (CEE) (1990) manifiestan su preferencia por los métodos térmicos. Por lo general, el proceso somete al equipo o equipos a una cierta presión y a alta temperatura durante una cierta cantidad de tiempo. (Las regulaciones de la FDA requieren que la esterilización cumpla o sea equivalente a las siguientes condiciones: 121,5 $^\circ\text{C}$ mantenidos durante 20 minutos con vapor de agua saturado). Dado que la temperatura típica de esterilización está dentro del rango de 121 $^\circ\text{C}$ a 125 $^\circ\text{C}$, se utiliza generalmente vapor de agua con fines de SIP.

60 Por otro lado, la operación de SIP es el método habitual para limpiar equipos de procesamiento en general. El medio para realizar la limpieza es generalmente un líquido de limpieza a temperatura ambiente, pero a veces puede ser necesario un líquido de limpieza caliente.

Por lo tanto, en una realización, el proceso de SIP para el PST opera como se explica a continuación: En primer lugar, se selecciona la presión ($P_{\text{esterilización}}$) del sistema a la cual tendrá lugar la esterilización. La $P_{\text{esterilización}}$ se puede programar de antemano en el sistema de control o puede ser seleccionada por el operador antes del comienzo de la SIP. A continuación, el sistema de control determina la temperatura ($T_{\text{esterilización}}$) que corresponde a la $P_{\text{esterilización}}$ sobre la curva de saturación del vapor de agua. De forma alternativa, la $P_{\text{esterilización}}$ también puede ser determinada por el sistema de control basándose en una $T_{\text{esterilización}}$ programada de antemano en el sistema de control o seleccionada por el operador antes del comienzo de la SIP.

Al comienzo de la SIP, una válvula actuada que controla el suministro de vapor de agua al aparato PST (“válvula de suministro de vapor de agua”) se abre para permitir que entre vapor de agua en el aparato PST y para incrementar la presión. Se permite que la presión en el aparato PST aumente gradualmente, por ejemplo, un incremento de 0,5 bar seguido por una disminución de 0,25 bar, hasta que se alcanza la $P_{\text{esterilización}}$. Esta primera etapa del proceso de SIP es la “etapa de calentamiento”.

Tras alcanzar la $P_{\text{esterilización}}$, se monitoriza la temperatura del sistema. En este punto del proceso de SIP, están disponibles tres opciones:

1. Si la temperatura es menor que $T_{\text{esterilización}}$ por más de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$, todavía existe condensado en el sistema. Se abre durante varios segundos una válvula actuada que se abre al desagüe (la “válvula de desagüe”) para descargar todo el condensado y la “etapa de calentamiento” continúa. En este instante la válvula de suministro de vapor de agua está abierta y la presión en el sistema se mantiene en $P_{\text{esterilización}}$.
2. Si la temperatura es mayor que $T_{\text{esterilización}}$ por más de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, el sistema contiene vapor de agua sobrecalentado. Se abre durante varios segundos la válvula de desagüe para reducir la presión y la temperatura. En este instante la válvula de suministro de vapor de agua está cerrada.
3. Si la temperatura es $T_{\text{esterilización}} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, el sistema está operando sobre la curva de saturación del vapor de agua. En este escenario, tanto la válvula de suministro de vapor de agua como la válvula de desagüe permanecen cerradas. A medida que avanza la esterilización, si la presión aumenta demasiado, se abre durante varios segundos la válvula de desagüe. Si la presión desciende demasiado, la válvula de desagüe permanece cerrada. La válvula de desagüe en este caso se controla de acuerdo con la temperatura en la válvula de desagüe o cerca de ella. De esta manera la curva de funcionamiento del proceso de esterilización permanece sobre la curva de saturación del vapor de agua o cerca de dicha curva.

Durante la esterilización del PST, el sistema se controla en línea y la temperatura se mide en línea. El proceso continuará sobre la curva de saturación del vapor de agua durante 20 minutos, que es el mínimo tiempo necesario para la esterilización.

La realización anterior se describe con respecto a un sistema de vapor de agua. Sin embargo, el aparato puede operar de la misma manera para otro sistema de vapor.

El PST es ventajoso con respecto a los aparatos purgadores de vapor de agua convencionales porque, durante la SIP o durante cualquier operación, se pueden recoger datos en tiempo real dado que los sensores de temperatura (TS1 y TS2), el sensor de presión (PS1), y las válvulas actuadas (AV1 y AV2) están unidas al sistema de control. (Véase la Figura 2). Como resultado de ello, todos los ciclos de esterilización son validados y documentados.

Además, el tiempo de esterilización es menor para el PST que para el aparato purgador de vapor de agua estándar. El periodo de calentamiento inicial para que el sistema alcance el punto de saturación es proporcional a la carga en el aparato PST, pero una vez que se ha alcanzado el punto de saturación, el periodo de esterilización, es decir, el tiempo mínimo necesario para la esterilización, es de sólo 20 minutos. Asimismo, la esterilización con PST minimiza la pérdida de vapor de agua. Los purgadores de vapor de agua comunes pueden desperdiciar hasta un 20% del vapor de agua. Se estima que el coste de esta pérdida es de miles a millones de dólares cada año dependiendo de la instalación de fabricación. El PST puede ahorrar un 10-50% del vapor de agua perdido dado que se forma significativamente menos vapor de agua sobrecalentado. Asimismo, la menor necesidad de vapor de agua se traduce en ahorros de agua purificada y en ahorros de energía. Finalmente, el PST permite esterilización a la temperatura de esterilización mínima permitida. Operar a la temperatura mínima permitida es deseable porque esto minimiza el impacto negativo sobre la calidad de los medios y los daños al sistema o a partes del sistema tales como electrodos u otros sensores. Operar a la temperatura de esterilización mínima permitida puede impedir un 5-20% de daños a los medios y un 2-10% de daños a partes del sistema.

De esta forma, el aparato purgador de vapor de agua mejorado descrito en esta solicitud es ventajoso con respecto al aparato purgador de vapor de agua convencional. Es flexible, eficiente, y muy controlable dado que el propio purgador de vapor de agua es una válvula actuada unida a un sistema de control programable.

Aunque, para una descripción completa y clara, la invención se ha descrito con respecto a una realización específica, las reivindicaciones adjuntas no deben estar limitadas de esta forma, sino que se debe interpretar que estas reivindicaciones plasman todas las modificaciones y construcciones alternativas que se le pueden ocurrir a una persona con experiencia en la técnica, las cuales caen justamente dentro de las enseñanzas básicas descritas en este documento.

Detalles Experimentales

Experimento 1

Se ensayó el aparato purgador de vapor de agua que se muestra en la Figura 2. El aparato comprende dos sensores de temperatura y un sensor de presión: un sensor de temperatura (TS2) está situado dentro de la válvula actuada (AV2) o cerca de dicha válvula, y el otro (TS1) está situado dentro de un depósito (V). El sensor de presión (PS1) está también situado dentro del depósito (V). Se suministra vapor de agua al depósito a través de una válvula actuada (AV1) y se deja salir vapor de agua a través de una segunda válvula actuada (AV2).

Un sistema de control externo recibe la entrada procedente de los sensores de temperatura y de presión. Se introduce un valor de consigna para la temperatura de esterilización ($T_{\text{esterilización}}$) deseada, por ejemplo, 122 ó 123 °C, y el sistema encuentra la presión ($P_{\text{esterilización}}$) correlativa a partir de la curva de saturación del vapor de agua. De forma alternativa, Se introduce un valor de consigna para la presión de esterilización ($P_{\text{esterilización}}$), por ejemplo, 1,3 bar de presión manométrica, y el sistema encuentra la temperatura ($T_{\text{esterilización}}$) correlativa. Como se ha explicado anteriormente, las regulaciones de la FDA (1975) requieren que la esterilización cumpla o sea equivalente a las siguientes condiciones: 121,5 °C mantenidos durante 20 minutos con vapor de agua saturado. Por lo tanto, es preferible que se elija una $T_{\text{esterilización}}$ que sea parecida a la mínima temperatura exigida para evitar desperdicios de energía y de vapor de agua.

Las válvulas (AV1 y AV2) se controlan durante la esterilización. El sistema de control lee la temperatura y la presión de forma periódica (por ejemplo, cada segundo) y envía una señal a las válvulas (AV1 y AV2) para abrirlas o cerrarlas en consecuencia.

Materiales y Equipos

1. Fuente (S) de suministro de vapor de agua – generador de vapor de agua de 5 litros (BABY ECO, Tecnovap, Italia);
2. Válvula (AV1) controlada para suministro de vapor de agua – válvula neumática de diámetro ½" (Saunders, comercializada por Crane Process Flow Technologies Ltd., UK);
3. Depósito (V) de acero inoxidable con un sensor de temperatura (TS1) PT 100 y un sensor de presión (PS1) (Elcon International, Suecia);
4. Tuberías de desagüe (D) – diámetro ½" y longitud 80 cm;
5. Tubería con un sensor de temperatura (TS2) PT 100 - diámetro ½" y longitud 10 cm (tubería en T);
6. Una válvula (AV2) controlada (actuada) dentro de la tubería de desagüe - válvula neumática de diámetro ½" (Saunders, comercializada por Crane Process Flow Technologies Ltd., UK); y
7. Un sistema de control (CS) – Custom PLC (Controlador Lógico Programable) fabricado por Biosoft®, Israel y RSview® comercializado por Rockwell Automation, Milwaukee, WI.

Métodos

Para el aparato PST, la esterilización se puede descomponer en dos etapas: la etapa de calentamiento inicial y la etapa de esterilización. El proceso de esterilización del PST se describe más adelante haciendo referencia a la Figura 2.

La etapa de calentamiento: Antes del comienzo del proceso de esterilización, la presión del sistema puede ser la presión atmosférica (1,01 bar de presión absoluta, 0 bar de presión manométrica). Al comienzo del proceso de esterilización, la válvula AV1 se abre. A medida que va fluyendo vapor de agua desde la tubería de suministro de vapor de agua hacia el interior del depósito, la presión en el depósito aumenta. Cuando la presión en el depósito aumenta en 0,5 bar de presión manométrica como indica PS1, se abre AV2 para expulsar condensado que se acumula en el fondo del depósito y para reducir la presión del sistema. Una vez que la presión en el depósito desciende en 0,25 bar de presión manométrica, se vuelve a cerrar AV2 para incrementar la presión del sistema hasta que ésta aumenta en otros 0,5 bar de presión manométrica. En este punto se vuelve a abrir AV2 para reducir la presión del sistema. De esta manera la presión en el depósito crece gradualmente, es decir, un incremento de 0,5 bar de presión manométrica seguido por una disminución de 0,25 bar de presión manométrica hasta que se alcanza la presión del valor de consigna (por ejemplo, $P_{\text{esterilización}} = 1,3$ ó 1,5 bar de presión manométrica).

La etapa de esterilización: Una vez que el sistema alcanza el valor de consigna de presión ($P_{\text{esterilización}}$) y $T_{\text{esterilización}}$ (por ejemplo, 122 ó 123 °C), comienza la etapa de esterilización.

Durante la etapa de esterilización, el sistema de control monitoriza la temperatura y la presión y ajusta la temperatura y/o la presión de acuerdo con la curva de saturación controlando la apertura y el cierre de las válvulas AV1 y AV2. El sistema se puede hacer funcionar durante 20 minutos, que es el tiempo mínimo necesario para la esterilización. En este punto del proceso de esterilización están disponibles las siguientes opciones:

- 5 1. Si la temperatura en TS1 es menor que $T_{\text{esterilización}}$ por más de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (punto A de la Figura 3), todavía existe condensado en el sistema. AV2 se abre durante varios segundos para descargar todo el condensado. La "etapa de calentamiento" continúa ya que AV1 está abierta y la presión en el depósito se mantiene en $P_{\text{esterilización}}$.
- 10 2. Si la temperatura en TS1 es mayor que $T_{\text{esterilización}}$ por más de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (punto C de la Figura 3), el sistema contiene vapor de agua sobrecalentado. AV2 se abre durante varios segundos para reducir la presión y la temperatura. Al mismo tiempo se cierra la válvula AV1.
- 15 3. Si la temperatura en TS1 es $T_{\text{esterilización}} \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (punto B de la Figura 3), el sistema está operando sobre la curva de saturación del vapor de agua. En este escenario, las válvulas (AV1 y AV2) permanecen cerradas. A medida que avanza la esterilización, si la presión aumenta hasta un valor por encima de 1,14 bar de presión manométrica ($\sim 122,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) se abre AV2 durante varios segundos. Si la presión disminuye hasta un valor por debajo de 1,06 bar de presión manométrica ($\sim 121,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) AV2 permanece cerrada. AV2 en este caso se controla de acuerdo con la temperatura en TS2 y AV1 está controlada por TS1. De esta manera la curva de funcionamiento del proceso de esterilización permanece sobre la curva de saturación del vapor de agua o cerca de ella.
- 20

De forma alternativa, en un ensayo, la etapa de esterilización se llevó a cabo como se explica a continuación:

- 25 1. Cuando la presión aumenta hasta un valor por encima del valor de consigna (por ejemplo, 1,3 bar de presión manométrica), se abre la válvula AV2 durante un tiempo mínimo (segundos) para reducir la presión del sistema.
2. Cuando la presión disminuye hasta un valor por debajo del valor de consigna, se abre la válvula AV1 durante un tiempo mínimo (segundos) para incrementar la presión del sistema.

30 De esta forma, el sistema se estabiliza de acuerdo con la curva de saturación del vapor de agua con pequeñas desviaciones.

35 El PST descrito anteriormente se ensayó utilizando un depósito de acero inoxidable (de 2,2 l). La válvula actuada (AV2) se colocó 80 cm por debajo del depósito separada por una tubería de $\frac{1}{2}$ " de diámetro. La otra válvula AV1 se colocó en la parte superior del depósito. Los sensores de temperatura TS1 y TS2 se colocaron dentro del depósito y de la tubería de desagüe respectivamente. El sistema se operó como se ha descrito anteriormente y los resultados se compararon con un sistema de esterilización común.

Resultados

40 Los resultados del experimento se resumen en las Tablas 1 y 2 y en la Figura 5. La Tabla 1 muestra los rangos de temperatura y presión del sistema durante el ciclo de esterilización. La Tabla 2 compara las prestaciones del sistema de Purgador de Vapor de Agua Programable (PST) con un sistema de esterilización común.

45 Tabla 1: Valores de temperatura y presión durante el ciclo de esterilización.

	TS1	TS2	PS1
Periodo de calentamiento – tiempo para alcanzar el valor de consigna (minutos)	10	10	4
Rangos de valores durante la esterilización	122 – 123 $^{\circ}\text{C}$	121 – 123 $^{\circ}\text{C}$	1,24-1,34 bar manométricos
Valores medios durante la esterilización	122,7 $^{\circ}\text{C}$	122,2 $^{\circ}\text{C}$	1,30 bar manométricos

Tabla 2: Comparación de las prestaciones del PST con un sistema de esterilización común

	Sistema PST	Sistema de esterilización común
Periodo de calentamiento - tiempo para alcanzar el valor de consigna (minutos)	10	14
Volumen de agua purificada consumido en un ciclo de esterilización (litros)	1,5	3,5

ES 2 554 687 T3

Rangos de presión del sistema (bar manométricos)	1,2 - 1,4	2,0 – 2,9
Temperatura máxima alcanzada (°C)	123	127
Funcionamiento del sistema	Controlado de acuerdo con la presión y la temperatura	Controlado de acuerdo sólo con la temperatura

Análisis

5 Este experimento demostró las numerosas ventajas del sistema PST con respecto al sistema de esterilización común:

- 10 1. Menor tiempo de esterilización: Dado que la temperatura y la presión se mantuvieron constantes, el periodo de esterilización es no mayor de 20 minutos, el tiempo mínimo necesario para la esterilización.
2. La presión y la temperatura del depósito se mantuvieron dentro de un rango estrecho.
3. Se utilizó menos cantidad de agua purificada/vapor de agua: el sistema PST ahorró más de un 55% de agua/vapor de agua durante la esterilización en comparación con el sistema de esterilización común, dando como resultado ahorros de energía.
- 15 4. Esterilización a la mínima temperatura de esterilización permitida (máximo de 123 °C comparado con 127 °C): La esterilización a la mínima temperatura de esterilización permitida impide o minimiza los daños a los equipos sensibles a la temperatura.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para eliminar condensado, aire, o gas no condensable del espacio de vapor de un sistema de vapor al mismo tiempo que impide la pérdida de vapor, comprendiendo el aparato:
- 5 un primer sensor de temperatura (TS1),
un segundo sensor de temperatura (TS2), en una posición dentro del sistema de vapor en la que se acumulan condensado, aire, o gas no condensable, y siendo esa posición diferente a la posición del primer sensor de temperatura,
10 un sensor de presión (PS1),
una válvula actuada (AV2) en una posición que permite la expulsión de condensado, aire, o gas no condensable desde el espacio de vapor, y
- 15 **caracterizado por** un sistema de control (CS) que está configurado para recibir salidas de los sensores de temperatura primero (TS1) y segundo (TS2) y del sensor de presión (PS1) y que está además configurado para determinar si abrir la válvula actuada (AV2) para expulsar condensado, aire, o gas no condensable desde el espacio de vapor cuando la lectura de temperatura procedente de los sensores de temperatura (TS1, TS2) y la lectura de presión procedente del sensor de presión (PS1) representan la presencia de condensado, aire, o gas no condensable.
- 20 2. El aparato de la reivindicación 1, en el cual el uno de los sensores de temperatura (TS1, TS2) o los dos están situados directamente dentro de las tuberías o de un depósito (V) del sistema de vapor o están situados en el interior de un receptáculo para termopozo (TW), donde el receptáculo para termopozo (TW) comprende opcionalmente glicerol.
- 25 3. El aparato de las reivindicaciones 1 ó 2, en el cual la válvula actuada (AV2) está situada aguas abajo de los sensores de temperatura primero (TS1) y segundo (TS2).
- 30 4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el cual el sistema de control (CS) abre la válvula actuada (AV2) si determina que existe condensado, aire o gas no condensable en el sistema de vapor.
- 35 5. El aparato de la reivindicación 4, en el cual el sistema de control (CS) determina que existe condensado, aire o gas no condensable en el sistema de vapor si las salidas de los sensores de temperatura (TS1, TS2) y del sensor de presión (PS1) indican que el sistema de vapor está operando por debajo de la curva de saturación del vapor.
- 40 6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, en el cual el sistema de control (CS) está programado para permitir la introducción de intervalos de tiempo que representan al retardo temporal entre una señal para abrir o cerrar la válvula actuada (AV2) y la apertura o el cierre de la válvula actuada (AV2).
7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 - 6, que comprende además una segunda válvula actuada (AV1) donde la segunda válvula actuada (AV1) controla el suministro de vapor al aparato y/o dicha segunda válvula actuada (AV1) está actuada por una salida procedente del sistema de control (CS).
- 45 8. Un método para eliminar condensado, aire o gas no condensable del espacio de vapor de un sistema de vapor al mismo tiempo que se impide la pérdida de vapor, comprendiendo el método:
- 50 a) medir la temperatura en una primera zona del sistema de vapor;
b) medir la temperatura en una segunda zona del sistema de vapor en la que se acumulan condensado, aire o gas no condensable, donde la segunda zona es diferente a la primera zona;
c) medir la presión en una zona del sistema de vapor;
d) determinar si las temperaturas y la presión obtenidas en los pasos a)-c) representan la presencia de condensado, aire o gas no condensable; y
- 55 **caracterizado por**
e) abrir una válvula actuada (AV2) en una posición que permite la expulsión de condensado, aire o gas no condensable desde el espacio de vapor si se determina que las temperaturas y la presión medidas en los pasos a)-c) representan presencia de condensado, aire o gas no condensable.
- 60 9. El método de la reivindicación 8, en el cual la temperatura obtenida en el paso a) o en el paso b) o en ambos pasos se obtienen directamente del interior de las tuberías o de un depósito (V) del sistema de vapor o del interior de un receptáculo para termopozo (TW), donde el receptáculo para termopozo (TW) comprende opcionalmente glicerol.
10. El método de la reivindicación 8 ó 9, en el cual el paso de determinación en d):

i) se consigue comparando las temperaturas y presión obtenidas en los pasos a)-c) con la curva de saturación del vapor, y/o

ii) está automatizado, opcionalmente la automatización se consigue mediante un sistema de control (CS).

- 5 11. El método de la reivindicación 10, en el cual la válvula actuada (AV2) se abre si las temperaturas y la presión obtenidas en los pasos a)-c) indican que el sistema de vapor está operando por debajo de la curva de saturación del vapor.
- 10 12. El método de la reivindicación 10, en el cual el sistema de control (CS) está programado para permitir la introducción de intervalos de tiempo que representan el retardo temporal entre una señal para abrir o cerrar la válvula actuada (AV2) y la apertura o el cierre de la válvula actuada (AV2).
- 15 13. El método de la reivindicación 12, en el cual el intervalo de tiempo de apertura de la válvula actuada (AV2) es de no mayor de 20 segundos o es de 1-10 segundos.
14. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-7 y 14 o el método de cualquiera de las reivindicaciones 8-13, en el cual la distancia entre el espacio de vapor y la válvula actuada (AV2) es de 20 metros o menor, de 80 cm o menor o de 5 cm o menor.
- 20 15. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-7 o el método de cualquiera de las reivindicaciones 8-14, en el cual la presión en el espacio de vapor es de 1-5 bar, de 2-3 bar ó de 1-2 bar.
- 25 16. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, 14 y 15 o el método de cualquiera de las reivindicaciones 8-15, en el cual el vapor es vapor de agua.

FIGURA 1

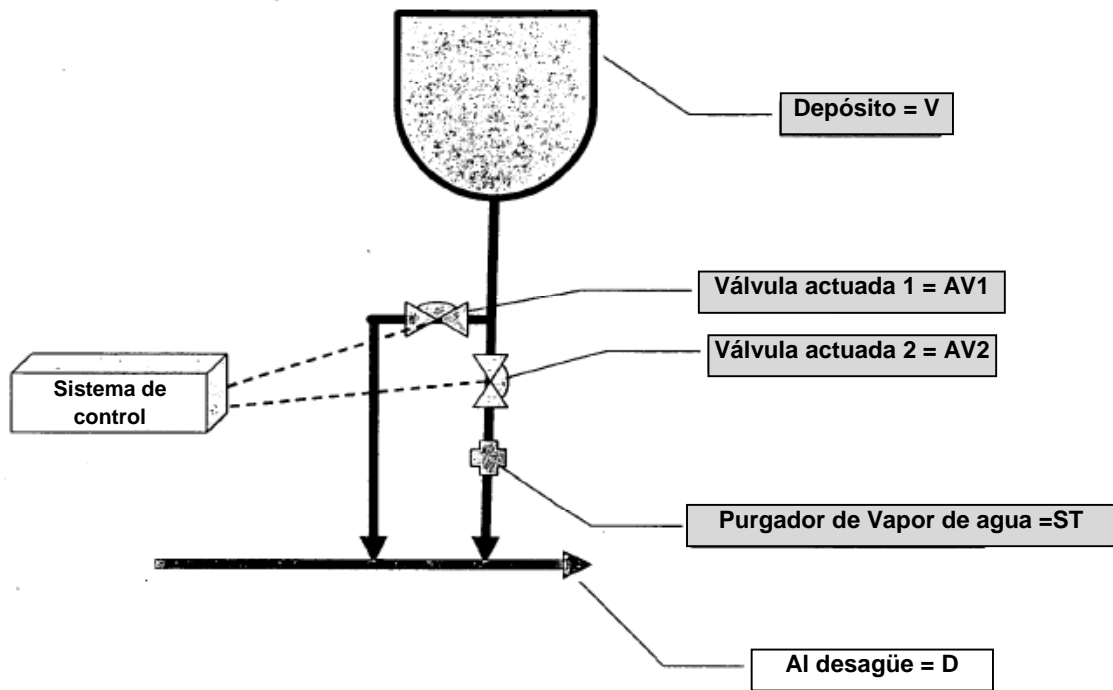


FIGURA 2

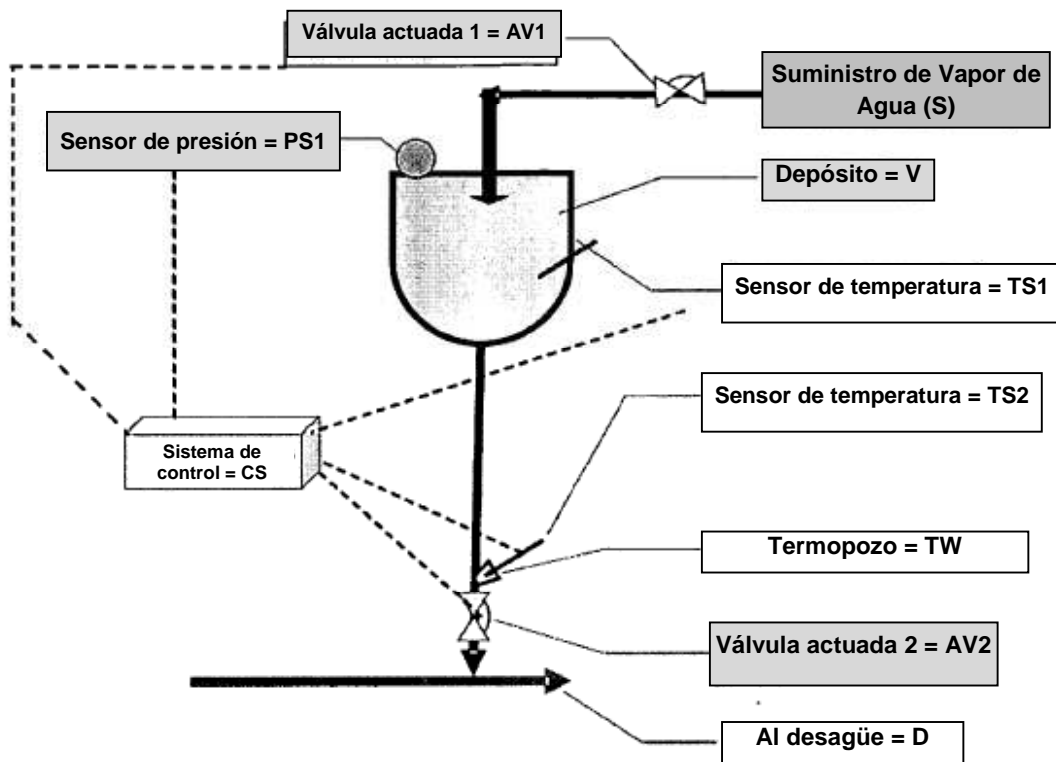


FIGURA 3

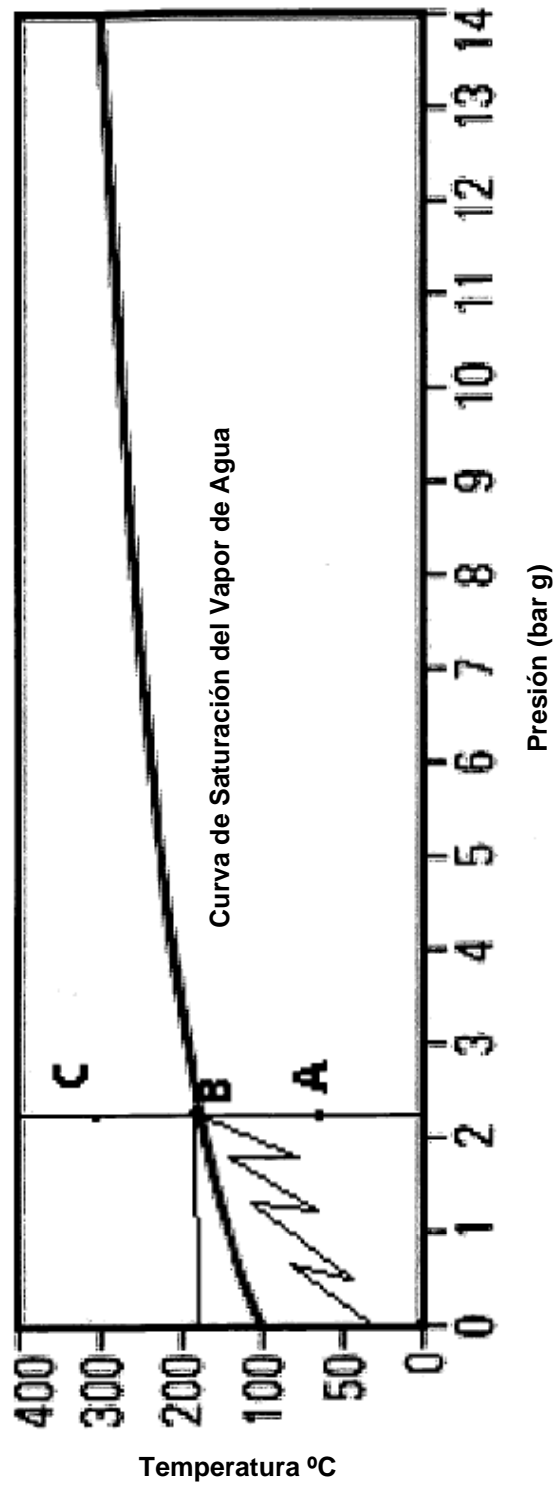


FIGURA 4

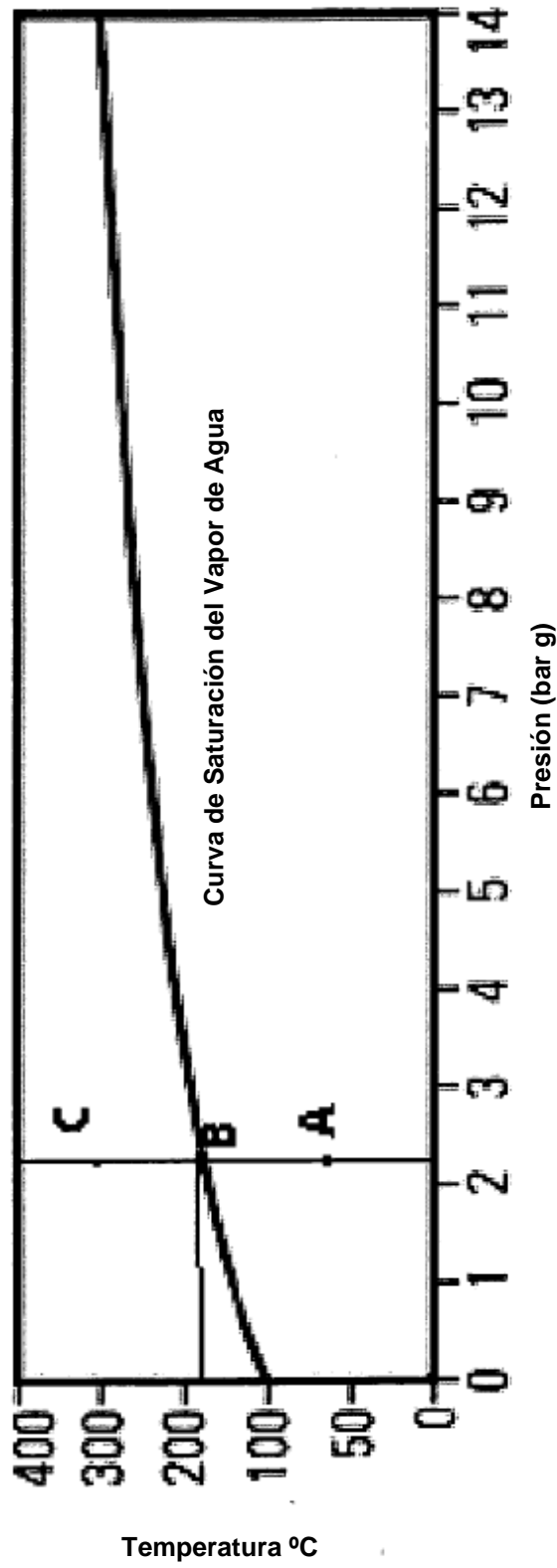


FIGURA 5

