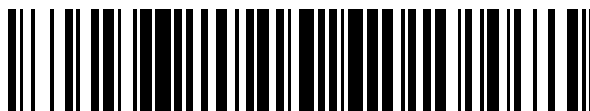


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 919**

51 Int. Cl.:

**A61L 2/12** (2006.01)

**H05B 6/80** (2006.01)

**A23L 3/01** (2006.01)

**H05B 6/70** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2016** **E 16460018 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** **EP 3075397**

54 Título: **Método y sistema para esterilización por microondas de medios líquidos**

30 Prioridad:

**03.04.2015 PL 41188315**

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

**04.08.2017**

73 Titular/es:

**ENBIO TECHNOLOGY SPOLKA Z O.O. (100.0%)**  
**ul. Szkolna 24**  
**81-198 Suchy Dwor, PL**

72 Inventor/es:

**KRAJCZYNSKI, MAREK**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 628 919 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

Método y sistema para esterilización por microondas de medios líquidos

5 La invención se refiere al método y sistema para esterilización de medios líquidos. Se puede utilizar para esterilizar diferentes materiales en la fase líquida o semisólida, tal como muestras alimenticias, medios de crecimientos microbiológicos, o soluciones reguladoras, particularmente en condiciones de laboratorio.

10 Entre diferentes métodos, sistemas y dispositivos de esterilización conocidos existen métodos, sistemas y dispositivos que aprovechan la energía de los microondas. La esterilización por microondas es un proceso térmico similar a aquel que ocurre en autoclaves de vapor, aunque la transferencia de energía calórica es diferente. En autoclaves de vapor, la energía calórica se transfiere convencionalmente a través de las paredes del recipiente. En autoclaves de microondas diseñados para esterilizar líquidos, de otra parte, la energía de microondas es convertida a calor directamente en el líquido contenido en el recipiente colocado en la cámara de proceso en el área expuesta a radiación de microondas. Gracias a esto el tiempo de calentamiento, es decir, el tiempo en que se alcanza la temperatura del proceso requerida para la esterilización del material, se puede reducir sustancialmente. El tiempo de calentamiento minimizado y la conservación del material en la temperatura de proceso es especialmente importante para retener la estabilidad de los medios esterilizados, en razón a que más corta la exposición del medio a alta temperatura, menor es la descomposición indeseada de sus componentes. Por lo tanto, los métodos y dispositivos de microondas son hoy la solución más ventajosa para la esterilización de líquidos. La temperatura máxima que se puede alcanzar para agua a presión atmosférica es 100 °C, que en muchos casos es insuficiente para alcanzar la esterilización deseada de un material líquido. Esto es porque el proceso de esterilización se mantiene bajo una temperatura elevada que permite alcanzar mayor temperatura de ebullición del medio, y los dispositivos y sistemas de esterilización están equipados con diferentes elementos que sirven al propósito, tal como compresores o conductos de sistemas neumáticos con válvulas y convertidores de presión.

Se conoce de la publicación de patente US2008/0083749 una solución que trata el método y dispositivo para deshidratar y/o esterilizar materiales orgánicos. El método descrito consiste en colocar el material en una cámara de proceso de microondas, llevar presión en la cámara el valor deseado, exponer el material a energía de microondas y luego retirar el vapor de agua de la cámara, en donde el material puede estar sujeto a preprocesamiento antes que se coloque en la cámara y agitación durante la descarga de vapor. En la presente solución, el dispositivo está compuesto de una cámara de proceso de microondas con una placa tornamesa equipada adentro y por lo menos un generador de energía de microondas, en donde la cámara se conecta al sistema de vacío incorporando una bomba de reducción de presión. Se presentan variaciones adicionales de las dependencias del dispositivo, en particular un tambor giratorio penetrable por microondas dentro de la cámara con una cuchilla de tornillo equipada en la pared interna del tambor. El sistema se puede equipar con un sensor de temperatura y un controlador que apaga el generador de microondas una vez se alcanza la temperatura preestablecida.

Se divulga en la descripción de patente US 5108701 un método de esterilización rápida de materiales biológicos que consiste en exponer el material a radiación de microondas a un aumento de presión en la cámara de presión de proceso que es penetrable para la radiación de microondas, en donde la presión y la temperatura se mantiene en un nivel específico durante corto tiempo, usualmente por menos de 10 o incluso 5 minutos, que es suficiente para alcanzar esterilización. La cámara se diseña para acomodar diversos contenedores con materiales esterilizados en un momento y pueden estar sujetos a oscilación. Los aparatos utilizados en los procesos están equipados con dispositivos para controlar y configurar la radiación y presión en la cámara de proceso con el fin de asegurar los parámetros deseados de los procesos de esterilización. Se presentan diversas variantes de una configuración preferible de tiempo, temperatura y presión de los procesos de esterilización, particularmente para sustancias biológicas.

50 Del documento de descripción de patente No. US 6579501 se conoce un aparato para llevar a cabo las reacciones químicas en húmedo, que asegura la mayor efectividad posible y confiabilidad de las reacciones químicas gracias a la descarga de los productos de gas de reacción de tal manera que no afectan la estabilidad de reacción o la presión en la cámara de reacción. El aparato se equipa con una cámara de presión para acomodar un recipiente con líquido de reacción, cuya parte inferior se coloca en el área expuesta al resonador de microondas conectado al generador de energía de microondas con un guíaondas. El aparato se equipa con unidades de conducto de gas con válvulas, se separa para el suministro de gas presurizado del compresor a la cámara de presión y se separa para la descarga de aire de la cámara de presión. Adicionalmente, en la parte superior de la cámara de presión existe un elemento de refrigeración fijado a la tapa que se inserta en el recipiente de reacción y se conecta a los conductos equipados con válvulas con el fin de suministrar y descargar líquido refrigerante.

60 También se conoce es un esterilizador de microondas para la esterilización de líquidos, divulgado en la solicitud de patente Europea No. EP 2740494. Está compuesto de un cuerpo que contiene una cámara de proceso con una tapa hermética, en donde magnetrones fijados al cuerpo sirven como fuente de radiación de microondas. El esterilizador está equipado con un sistema neumático de presión con un compresor, conductos y válvulas, que permite aumentar y reducir la presión en la cámara de proceso. Adicionalmente, el esterilizador está equipado con un sistema hidráulico compuesto de conductos, tubos de escape para suministro y descarga de agua, así como boquillas para

suministrar, descargar y controlar el nivel de agua. El sistema permite el suministro y remoción de agua a/desde la cámara de proceso, en donde el agua forma un recubrimiento de agua que cubre el recipiente con el líquido esterilizado, colocado dentro de la cámara de proceso.

5 El proceso de esterilización completo consiste de tres etapas: la etapa de aumentar la presión y calentar hasta la temperatura de proceso preestablecida, la etapa de mantener la temperatura y presión de proceso durante un tiempo especificado, y finalmente la etapa de enfriar y reducir la presión con el fin de alcanzar las condiciones para  
10 abertura segura de la cámara de proceso y retirar el medio esterilizado, en particular con el fin de evitar el desbordamiento de líquido cuando se abre la cámara de proceso. Un criterio importante aquí es el menor tiempo posible del proceso de esterilización completo mientras se retienen las condiciones y parámetros requeridos. El proceso se acorta substancialmente en aquellas soluciones en las que el calentamiento, es decir, la primera etapa, se alcanza utilizando la energía de microondas. Los métodos y dispositivos de esterilización de líquidos conocidos de este grupo se enfocan en la optimización de la etapa dos, es decir, la etapa de esterilización propia, en diferentes condiciones y requerimientos relacionados con diferentes aplicaciones y sustancias. Ninguna de estas soluciones  
15 conocidas pretende optimizar la etapa tres, es decir, la etapa de enfriamiento, que en la mayoría de soluciones conocidas consume mucho tiempo y consiste en enfriamiento pasiva del material esterilizado en la cámara cerrada una vez se apaga el calentamiento. También los métodos de refrigeración activos, por ejemplo, un intercambio de recubrimiento de agua que rodea el recipiente con el líquido esterilizado en la cámara de proceso, prueba ser ineficaz debido a la lenta convección de calor entre el líquido y su entorno circundante.

20 El método de esterilización por microondas de medios líquidos que consiste en colocar un recipiente con los medios líquidos en una cámara de proceso de presión, calentar el medio líquido hasta la temperatura de proceso deseada utilizando energía de microondas en presión mayor que la atmosférica que elimina el sobreflujo y permite conservar la temperatura del proceso por el tiempo requerido para esterilización, y luego - apagar después la fuente de energía de microondas - en enfriamiento y reducción de presión al nivel que permite abrir la cámara de proceso, de acuerdo  
25 con la invención se caracteriza porque, en la etapa de refrigeración, la presión en la cámara de proceso se reduce en un ritmo controlado, que hace posible conservar el medio líquido en constante ebullición y evaporación sin ningún sobreflujo, hasta que la presión sea igual a la presión ambiente.

30 Preferiblemente, la presión se reduce a un ritmo que se reduce en forma no lineal con el tiempo.

El ritmo de reducción de presión se retarda en por lo menos dos fases de velocidades diferentes, en donde cada una de las fases posteriores dura más que la fase precedente.

35 Cada fase posterior dura por lo menos dos veces tanto como la fase precedente, y la fase de reducción de presión es por lo menos dos veces más lenta que en la fase precedente.

Los parámetros e hitos que marcan las fases individuales se determinan de acuerdo con un algoritmo preestablecido en función de valores prestablecidos de: el volumen del medio líquido, temperatura de proceso, presión, y duración de la etapa de calentamiento de medio líquido.  
40

La presión se monitoriza regularmente en la etapa de reducción de enfriamiento, y los resultados se ingresan en el procesador de software en el bloque de control. Allí, los datos y los parámetros ingresados de la etapa de calentamiento de medio líquido se procesan utilizando el algoritmo preestablecido, en cuyo efecto se genera una  
45 señal de control de salida para controlar la válvula de descarga de regulación que se utiliza para controlar el ritmo de reducción de presión sobre una base continua.

El sistema de esterilización por microondas en el que la cámara de presión hermética se conecta a la fuente de energía de microondas con una guíaondas, en donde el interior de la cámara se conecta al compresor a través de  
50 un convertidor de presión, así como con la válvula de descarga de regulación y válvula de seguridad, y donde el sistema está equipado con un bloque alimentador, de acuerdo con la invención se caracteriza porque la salida del convertidor de presión se conecta a la entrada del bloque de control equipado con un procesador de software y conectado al módulo de entrada de datos, y las salidas del bloque de control se conecta al compresor y a la válvula de descarga de regulación.

55 Una ventaja de la solución de acuerdo con la invención es la optimización del proceso para la reducir la presión y temperatura del medio líquido esterilizado que se traduce en acortamiento de la etapa de enfriamiento luego de la esterilización adecuada y en la consecuencia de reducir la duración total del proceso de esterilización.

60 Una realización de ejemplo de la invención se muestra con los dibujos, en donde la figura 1 muestra un diagrama del sistema de esterilización de la microonda de medios líquidos y la figura 2 muestra curvas de temperatura y presión de ejemplo para el método de esterilización por microondas de medios líquidos.

Un método de ejemplo de esterilización por microondas de medios líquidos se incorpora en un sistema de autoclave de microondas que contiene una cámara 1 de proceso cilíndrico con una tapa 2 hermética, una guíaondas 3 cónico y un magnetrón que sirve como la fuente de energía 4 de microondas, convertidor 5 de presión, compresor 6, válvula  
65

7 de descarga de regulación y válvula 8 de seguridad. El sistema también incluye un bloque 9 de control equipado con un procesador de software, módulo 10 de entrada de datos y bloque 11 alimentador.

El proceso de esterilización por microondas de medios líquidos en la realización de ejemplo sigue el procedimiento descrito adelante. Antes de uso, el sistema de esterilización de autoclave se calibra con el fin de fijar los parámetros de proceso en fases individuales para volúmenes diferentes de medios líquidos sujetos a esterilización. En esta etapa preliminar el sistema se equipa adicionalmente con un sensor de temperatura que mide la temperatura actual del medio líquido. Los resultados de las mediciones de calibración de presión y temperatura para diferentes volúmenes de medio, y el tiempo de proceso preestablecidos y temperatura del proceso de esterilización permite la determinación de los parámetros para etapas individuales en el proceso utilizando algoritmos de cálculo adecuados, en donde los parámetros garantizarán la temperatura deseada del proceso de esterilización y optimización la etapa de refrigeramiento. Una vez se ha calibrado el sistema, un recipiente con medio líquido que se someterá a esterilización se coloca dentro de la cámara 1 del proceso de autoclave de microondas y la tapa 2 de la cámara 1 de proceso se cierra. El volumen del medio líquido se ingresa en el módulo 10 de ingreso de datos y el dispositivo se enciende utilizando el bloque 9 de control. Esto arranca el compresor 6 que bombea aire en la cámara 1 de proceso. La presión se mide continuamente utilizando el convertidor 5 de presión y la válvula medida se ingresa en el bloque 9 de control que arranca la fuente 4 de energía de microondas una vez se alcanza el valor de presión preestablecido, en donde la fuente de energía se utiliza para calentar el medio líquido en la cámara 1 de proceso. La sobrepresión en la cámara de proceso evita hervir y derramar líquido a una temperatura requerida para su esterilización. Después de un tiempo específico, dependiendo del volumen del medio, el bloque 9 de control emite señales que apagan el compresor 6 y la fuente de energía 4 de microondas. A continuación, empieza la etapa de refrigeración. En el método de acuerdo con la invención el medio se enfría al forzar su punto de ebullición y evaporación sobre el proceso de reducción de presión competo en tal forma que evita el derramamiento de líquidos. Esto se logra al reducir la presión en la cámara 1 de proceso a un ritmo controlado utilizando la válvula 7 de descarga de regulación controlada con la señal emitida por el bloque 9 de control. El ritmo de reducción de presión se controla de tal manera que se reduce en forma no lineal con el tiempo, con diversas fases progresivamente más grandes claramente identificables, donde el ritmo se reduce fase a fase. La naturaleza no lineal de transferencia fase a fase garantiza una acción adecuada en el caso de recalentamiento indeseado, si ocurre. Los parámetros de la etapa de refrigeración se determinan de acuerdo con el algoritmo preestablecido en un procesador de software del bloque 9 de control, en función de los datos ingresados y las mediciones de presión continua. Una vez la presión iguala la presión ambiente se completa el proceso, la tapa se puede levantar y el recipiente con el medio líquido esterilizado se puede retirar. En la realización de ejemplo el medio líquido de 0.5 l en volumen se calienta a la temperatura de 135° C bajo presión relativa de 3 bar. Una vez se apaga el calentamiento, el enfriamiento progresó en tres fases. En la fase I, que dura aproximadamente 0.5 minutos, se reduce la presión de la válvula de corriente a 1.9 bar a un ritmo de 30-50 mBar/sec; en la fase II (ca 1 minuto) la presión se reduce de 1.9 a 0.9 bar a un ritmo de 8-20 mBar/sec; y la fase más larga de 5 minutos, es decir, fase III, el ritmo de llevar la presión al nivel ambiente es más lenta (por debajo de 7 mBar/sec). Las curvas de ejemplo que reflejan cambios en la temperatura y presión con el tiempo se muestran en la figura 2. La duración total del proceso de esterilización completo, que incluye el tiempo de aumentar la presión en la cámara, tiempo de calentamiento, y tiempo de reducción de presión y enfriamiento, es de aproximadamente 8 minutos. En otros métodos conocidos hasta ahora el proceso de esterilización con enfriamiento pasivo en presión y cámara cerrada que se reduce espontáneamente cuando se reduce la temperatura dura varias veces más.

El sistema de autoclave microondas está compuesto de una cámara 1 de proceso cilíndrica con una tapa 2 hermética, en su parte inferior conectada al magnetrón que sirve como la fuente de energía 4 de microondas con un guíaondas 3 cónico. La cámara 1 de proceso se conecta al compresor 6 a través del convertidor 5 de presión y a la válvula 7 de descarga de regulación y a la válvula 8 de seguridad. La salida del convertidor 5 de presión se conecta a la entrada del bloque 9 de control, y las salidas del bloque 9 de control se conectan al compresor 6 y la válvula 7 de descarga de regulación. El bloque 9 de control está equipado con un procesador de software y conectado al módulo 10 de entrada de datos. Adicionalmente, el sistema está equipado con un bloque 11 alimentador que proporciona el suministro de energía necesario para los elementos del sistema. El procesador de software del bloque 9 de control utiliza un algoritmo preestablecido para procesar los datos ingresados como parámetros de procesos preestablecidos y los resultados de las mediciones de presión continuas en la cámara (1) de proceso, y genera señales de control de salida para el compresor 6 y la válvula 7 de descarga de regulación.

El acortamiento de la duración total del proceso por vía de reducir la duración de la etapa de refrigeración de medio esterilizado es particularmente importante en laboratorios en donde se realiza esterilización de muestras pequeñas frecuentemente y en grandes cantidades.

## REIVINDICACIONES

1. El método de esterilización por microondas de medios líquidos que consiste de colocar un recipiente con medio líquido en una cámara de proceso de presión, calentar el medio líquido utilizando energía de microondas para el proceso de temperatura deseado a presión mayor que la atmosférica, que elimina el derrame de líquidos, y conserva la temperatura de proceso durante un tiempo requerido para esterilización, y posteriormente, después de apagar la fuente de energía de microondas refrigerar, y reducir la presión al nivel que permite abrir la cámara de proceso, caracterizado porque el proceso en la cámara de proceso en la etapa de refrigeración se reduce a un ritmo controlado, que hace posible conservar el medio líquido en constante ebullición, y evaporación sin ningún desbordamiento, hasta que la presión es igual a la presión ambiente.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la presión baja a un ritmo que se reduce en una forma no lineal con el tiempo.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque el ritmo de reducción de presión se reduce en por lo menos dos fases de velocidades diferentes, en donde cada una de las fases posteriores dura más que la fase precedente.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque cada fase posterior dura por lo menos dos veces mientras que la fase precedente, y la fase de reducción de presión es por lo menos dos veces más lenta en la fase precedente.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque los parámetros e hitos que marcan las fases individuales se determinan de acuerdo con un algoritmo preestablecido basado en valores preestablecidos de: el volumen del medio líquido, temperatura de proceso, presión y duración de etapa de calentamiento de medio líquido.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque la presión se monitoriza regularmente en la etapa de reducción de enfriamiento, y los resultados se ingresan en el procesador de software en el bloque (9) de control; allí, los datos y los parámetros ingresados de la etapa de calentamiento de medio líquido se procesan utilizando el algoritmo preestablecido, en cuyo efecto se genera una señal de control salida para controlar la válvula (8) de descarga de regulación, que se utiliza para controlar el ritmo de reducción de presión sobre una base continua.
7. El sistema de esterilización por microondas en el que la cámara (1) de presión hermética se conecta a una fuente de energía (4) de microondas con una guía ondas (3) en donde el interior de la cámara se conecta a un compresor (6) a través de un convertidor (5) de presión, así como una válvula (7) de descarga de regulación y una válvula (8) de seguridad y en donde el sistema está equipado con un bloque (11) alimentador caracterizado por que la salida del convertidor (5) de presión se conecta a la entrada de un bloque (9) de control equipado con un procesador de software y conectado a un módulo (10) d entrada de datos, y la salida de bloque (9) de control se conecta al compresor (6) y la válvula (7) de descarga de regulación.

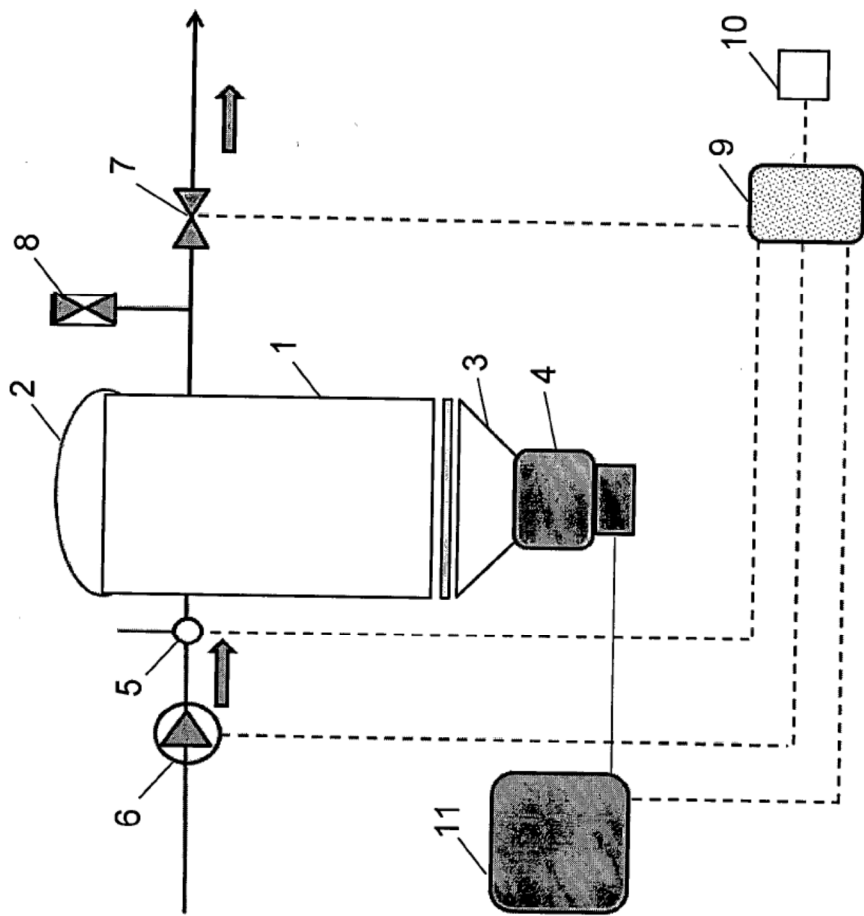


Fig. 1

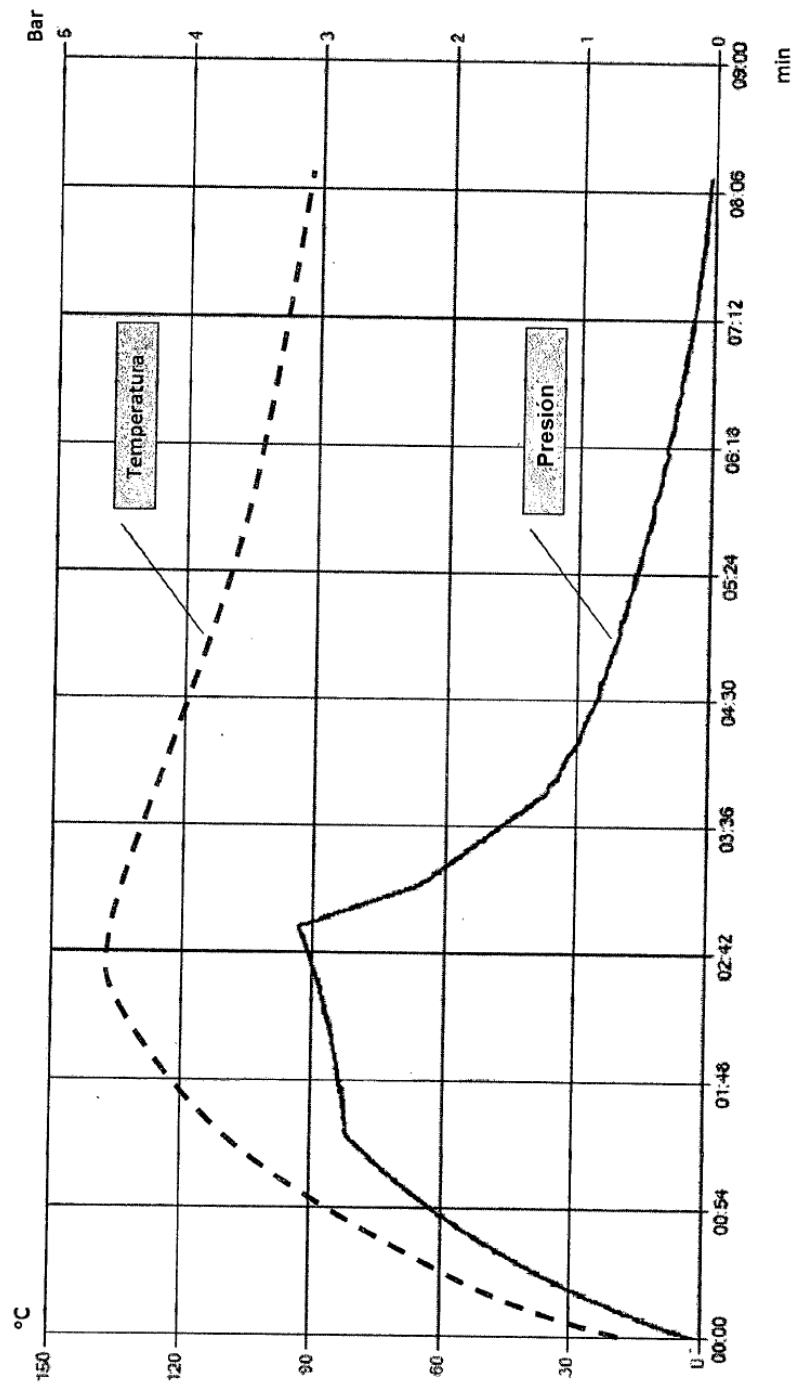


Fig. 2