

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 993 945**

51 Int. Cl.:

A23L 3/22 (2006.01)

A23C 3/037 (2006.01)

F04D 29/58 (2006.01)

F04D 29/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2018** **PCT/EP2018/000198**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2018** **WO18197036**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2018** **E 18723405 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024** **EP 3614850**

54 Título: **Procedimiento e instalación para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor**

30 Prioridad:

29.04.2017 DE 102017004213

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.01.2025

73 Titular/es:

GEA TDS GMBH (100.00%)
Voss Strasse 11-13
31157 Sarstedt, DE

72 Inventor/es:

SCHWENZOW, UWE;
TACKE, LUDGER;
ASSING, HUBERT;
BUSS, HELMUT y
LEIWERING, LUDGER

74 Agente/Representante:

ERVITI ARBAIZA, Blanca María

ES 2 993 945 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

Procedimiento e instalación para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor

5

Campo técnico

La invención se refiere a un procedimiento y a una instalación para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor, tales como concentrado de proteína de suero, alimentos para bebés, concentrados líquidos para alimentos para bebés, bebidas nutritivas o leche para queso, en el que el producto alimenticio líquido es calentado directamente en un recipiente infusor mediante vapor de agua para formar un estado aséptico, en el que se extrae agua del producto alimenticio líquido por expansión a una presión inferior en una cantidad correspondiente a la del vapor de agua suministrado previamente, en el que el producto alimenticio líquido es transportado entre el calentamiento y la expansión mediante una bomba centrífuga, en el que el producto alimenticio líquido, desde que entra a una zona inferior del recipiente infusor y extendiéndose como máximo hasta la bomba centrífuga, se somete en al menos un tramo de este recorrido de flujo a una refrigeración (K) a través de las paredes en cada caso asociadas que bordean este recorrido de flujo. También se describe una bomba centrífuga para una instalación de este tipo.

Los productos alimenticios líquidos sensibles al calor del tipo mencionado contienen un contenido relativamente alto de proteína, un alto contenido de materia seca y un bajo contenido de agua, y pueden tener una viscosidad baja, media o alta. En lo sucesivo, el término sensibilidad al calor se entenderá en el sentido de que estos productos alimenticios, preferiblemente a temperaturas superiores a 100 °C, tienden a formar depósitos o incluso a quemarse, es decir, en estas condiciones, hasta formar incrustaciones en paredes críticas, a saber, las paredes del recipiente infusor, de la bomba centrífuga que los impulsa y en las paredes de la vía de flujo que conecta el recipiente infusor con la bomba centrífuga. Esta formación de incrustaciones también se conoce como ensuciamiento con producto. El ensuciamiento con producto reduce el período de servicio o el tiempo de funcionamiento del recipiente infusor y, en particular, de la bomba centrífuga entre dos ciclos de limpieza. El quemado del producto alimenticio líquido calentado en las paredes críticas se contrarresta mediante una refrigeración de estas paredes.

30

Estado de la técnica

La zona inferior del recipiente infusor, que se estrecha hacia abajo hasta una abertura de salida, y el dispositivo transportador son zonas especialmente críticas de una instalación de calentamiento con recipiente infusor y de un dispositivo transportador dispuesto aguas abajo del recipiente infusor, de diseño tradicional. El dispositivo transportador puede ser una bomba rotativa de desplazamiento positivo, tal como una bomba de engranajes, una bomba de paletas, una bomba de tornillo, una bomba de hélice o una bomba de émbolo giratorio. La bomba rotativa de desplazamiento positivo suele disponerse directamente en la abertura de salida, ya que el flujo volumétrico, claramente dependiente de la velocidad de giro, de este tipo de bombas permite controlar sin problemas el nivel mínimo de llenado que debe alcanzarse en el recipiente infusor. Por el documento EP 0 794 706 B1 se conoce la disposición de una bomba de engranajes, en donde su carcasa tiene un sistema de refrigeración y la carcasa está directamente conectada a la abertura de salida del recipiente infusor. Debido a su diseño, una bomba de engranajes es autolimpiable porque los engranajes engranan estrechamente entre sí y raspan las paredes de la carcasa asociada, evitando así la formación acumulada de incrustaciones (el ensuciamiento con producto).

45

Sin embargo, también se ha propuesto ya utilizar un dispositivo transportador diseñado como bomba centrífuga, que suele estar dispuesta sobre un tubo de salida que desemboca en la abertura de salida y que se extiende hacia abajo y, por tanto, a una cierta distancia del recipiente infusor. Una distancia en este sentido, que constituye un depósito de líquido adicional en el tubo de salida entre la abertura de salida y la entrada a la bomba centrífuga, es necesaria para implementar un control suficientemente fiable del nivel de llenado en el recipiente infusor. Un nivel de llenado fluctuante en la zona de fondo del recipiente infusor conduce a un tiempo de permanencia indeseable e indefinido allí; una caída del nivel de llenado en la entrada de la bomba centrífuga puede conducir a la aspiración de vapor en la bomba centrífuga y, por tanto, a una cavitación indeseable. Los tiempos de permanencia indefinidos y la cavitación provocan una reducción de la calidad del producto alimenticio líquido.

55

En el documento WO 2016/012026 A1, la instalación conocida a partir del documento EP 0 794 706 B1 para el tratamiento térmico de alimentos líquidos sensibles al calor se modifica de tal manera que, ahora, con una configuración por lo demás inalterada de las unidades individuales de la instalación, la camisa de refrigeración que rodea el fondo del recipiente infusor, y que sirve para refrigerar este fondo, se extiende hasta por debajo de la bomba y, de acuerdo con una forma de realización ventajosa, hasta el interior de la carcasa de la bomba. La bomba es una bomba de desplazamiento positivo, preferiblemente una bomba de engranajes o de émbolo. Sin embargo, también se reivindica una bomba centrífuga sin especificar cómo está diseñada esta bomba centrífuga. Por tanto, puede suponerse que, en este caso, está prevista una bomba centrífuga convencional e hidráulicamente optimizada conocida por el experto en su diseño básico.

65

El documento US 2008/160149 A1 divulga un procedimiento para el calentamiento directo de un producto alimenticio

líquido mediante vapor. El vapor se suministra al producto alimenticio a través de un inyector de vapor, que libera vapor a alta presión procedente de un depósito de vapor directamente al flujo de zumo. El flujo de zumo entrante se mantiene lo más constante posible mediante una bomba cuyo caudal puede regularse de manera conocida. La bomba se controla mediante un caudalímetro para el flujo de zumo y mediante un circuito de realimentación de la manera convencional. La temperatura de pasteurización/esterilización deseada se controla mediante un dispositivo de monitorización de la temperatura, que realiza un ajuste fino del inyector de vapor a través de un circuito de realimentación convencional.

En el documento US 2010/065 259 A1 se describe un dispositivo para el calentamiento directo de un producto alimenticio líquido mediante vapor. El producto alimenticio entrante se mantiene dentro de un rango preestablecido mediante una bomba de transferencia cuyo caudal puede regularse. El producto se calienta hasta su temperatura final en una denominada bomba mezcladora de vapor. El producto se precalienta en un intercambiador de calor antes de calentarse con vapor. La temperatura del producto calentado en la bomba mezcladora de vapor se regula de manera conocida mediante una unidad de control de esterilización, que mide la temperatura del producto calentado aguas abajo de la salida de la bomba mezcladora de vapor utilizando un sensor de temperatura y, basándose en este valor medido, ajusta el volumen de vapor de la bomba mezcladora de vapor.

El diseño básico de una bomba centrífuga para productos alimenticios líquidos no problemáticos, como el agua, es conocido desde hace mucho tiempo. Está diseñada y configurada de forma que tenga el mayor rendimiento hidráulico posible, es decir, que consiga el mayor producto posible de flujo volumétrico y altura de impulsión con una determinada cantidad de energía de accionamiento. Un rodete con álabes está dispuesto sobre un árbol en una carcasa de bomba que generalmente consta de al menos dos partes de carcasa. Dentro de la carcasa de la bomba, una sección transversal de salida circunferencial anular del rodete es seguida, por fuera, por un álabe guía en forma de carcasa en espiral o de espacio anular sin álabes, por ejemplo. En la parte de la carcasa del lado de succión, una tapa de la carcasa, hay una entrada coaxial al eje del rodete, normalmente diseñada como una denominada tubuladura de succión, y, desembocando preferiblemente de manera tangencial en el lado circunferencial, una salida, normalmente diseñada como una denominada tubuladura de presión. Con la parte de la carcasa orientada en sentido opuesto al lado de succión, una pared trasera de la carcasa, una cara trasera del rodete forma la denominada cámara lateral trasera de rueda, que generalmente tiene una pequeña extensión axial con vistas a una buena eficiencia hidráulica de la bomba centrífuga. Esta extensión axial o de anchura de rendija es lo suficientemente estrecha para garantizar la funcionalidad mecánica de la bomba centrífuga con las tolerancias de fabricación adecuadas. Del mismo modo, la cara delantera del rodete, y en este caso los bordes frontales de los álabes en el caso de un rodete abierto, se adapta al contorno de la tapa de la carcasa con una rendija lo más estrecha posible. Para reducir una fuerza axial resultante de las fuerzas de presión que actúan a ambos lados del rodete, se disponen varios orificios de igualación de presión de diámetro relativamente pequeño en la zona del cubo del rodete y distribuidos por su circunferencia.

En el caso de productos alimenticios líquidos sensibles al calor del tipo mencionado al principio, es de primordial importancia que haya la menor tendencia posible a que se formen depósitos en las paredes de la bomba centrífuga cuando son transportados por una bomba centrífuga. Por ejemplo, el calentamiento directo de productos alimenticios líquidos muy sensibles al calor en un recipiente infusor y la posterior descarga del producto alimenticio líquido calentado desde el recipiente infusor por medio de una bomba centrífuga conectada aguas abajo, de diseño convencional, es decir, de diseño hidráulicamente optimizado, ha demostrado que esta bomba centrífuga se ha obstruido por ensuciamiento con producto en muy poco tiempo, en este caso en cuestión de segundos a unos pocos minutos, quedando fuera de servicio. Las zonas especialmente críticas son la zona de succión del rodete, ya que aquí los gases no disueltos y, en particular, el vapor de agua no condensado aumentan el ensuciamiento con producto, y el estrecho espacio lateral de la rueda de anchura de rendija.

Todavía no se conoce ninguna solución satisfactoria para el diseño específico de una bomba centrífuga en una instalación de tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor, en el que este se caliente directamente mediante vapor de agua culinario.

En las instalaciones conocidas en las que una bomba centrífuga está conectada a la abertura de salida del depósito infusor a través de un tubo de salida, se requiere un control de nivel de llenado en la zona de la abertura de salida y el tubo de salida, que se utiliza para controlar y/o regular la fase de funcionamiento de la instalación. Este tipo de control y/o regulación ha demostrado que las fluctuaciones de nivel de llenado en el tubo de salida son inevitables y no pueden impedirse. Estas fluctuaciones de nivel de llenado dan lugar a fluctuaciones del tiempo de permanencia en el recipiente infusor y en el tubo de salida contiguo, que suponen entre el 15 y el 20 % del tiempo de permanencia del producto alimenticio líquido que se va a calentar directamente en esta zona. Si el nivel de llenado es demasiado alto, el tiempo de actuación del vapor de agua sobre el producto alimenticio líquido es demasiado corto con su altura de caída forzosamente reducida, no se alcanza el valor de consigna deseado de la temperatura del producto y quedan inclusiones de burbujas de vapor en el producto alimenticio líquido insuficientemente calentado. Si el nivel de llenado es demasiado bajo, se sobrepasa el valor de consigna de la temperatura del producto y también existe el riesgo de que se aspire vapor a la bomba centrífuga, lo que puede provocar cavitación, con consecuencias perjudiciales para el producto alimenticio líquido y la bomba centrífuga.

Las inclusiones de burbujas de vapor debidas a las fluctuaciones del nivel de llenado y, por tanto, del tiempo de

permanencia, provocan un mayor ensuciamiento con producto, sobre todo en los álabes de la bomba centrífuga. El ensuciamiento con producto conduce generalmente a un acortamiento de la fase de funcionamiento de la instalación.

El período de servicio equivale al tiempo que transcurre entre dos ciclos de limpieza de la instalación para eliminar el ensuciamiento con producto. Sin embargo, una prolongación del período de servicio es generalmente deseable no solo debido a una prolongación de la fase de funcionamiento por las razones antes mencionadas, sino que una prolongación de la vida útil, como resultado de un menor ensuciamiento cuantitativo con producto a lo largo del tiempo, conduce a una mayor calidad del producto, porque la proteína y la grasa en el producto alimenticio líquido resultan menos dañadas o se ven menos afectadas.

La refrigeración de la bomba centrífuga también influye notablemente en el período de servicio. Como se ha explicado anteriormente, el ensuciamiento con producto se produce en particular en la zona de succión del rodete, porque aquí los gases no disueltos y, en particular, el vapor de agua no condensado aumentan el ensuciamiento con producto, y en el estrecho espacio lateral trasero de la rueda de anchura de rendija. La refrigeración de estas zonas prolonga el período de servicio, pero no puede evitar el ensuciamiento con producto en los álabes de la bomba centrífuga; sino que solo puede inhibir la acumulación del ensuciamiento con producto. Este ensuciamiento con producto conduce inevitablemente a una reducción de la capacidad de paso de la bomba centrífuga, ya que las secciones transversales de paso se estrechan y la resistencia a la fricción aumenta en las zonas del flujo próximas a la pared, lo que incrementa aún más las ya problemáticas fluctuaciones del nivel de llenado y, por tanto, el tiempo de permanencia en las partes en cuestión de la instalación.

El objetivo de la presente invención es crear un procedimiento para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor, una instalación para llevar a cabo el procedimiento y una bomba centrífuga para esta instalación, mediante los cuales se consiga una mejora en la regulación del nivel de llenado en el recipiente infusor y, por tanto, un tiempo de permanencia constante del producto alimenticio líquido que se ha de calentar en el caso de un ensuciamiento con producto acumulado en la bomba centrífuga.

Sumario de la invención

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas del procedimiento de acuerdo con la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes asociadas. Una instalación para llevar a cabo el procedimiento es objeto de la reivindicación independiente 10. Formas de realización ventajosas de la instalación de acuerdo con la invención se describen en las reivindicaciones dependientes asociadas.

La invención se basa, desde el punto de vista de la técnica de procedimiento, en un procedimiento para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor, en el que el producto alimenticio líquido es calentado directamente en un recipiente infusor mediante vapor de agua para formar un estado aséptico, en el que el agua se extrae del producto alimenticio líquido por expansión a una presión inferior en una cantidad correspondiente a la del vapor de agua suministrado previamente. En el procedimiento, el producto alimenticio líquido es transportado entre el calentamiento y la expansión mediante una bomba centrífuga y el producto alimenticio líquido, desde que entra a una zona inferior del recipiente infusor y extendiéndose como máximo hasta la bomba centrífuga, se somete en al menos un tramo de este recorrido de flujo a una refrigeración a través de las paredes en cada caso asociadas que bordean este recorrido de flujo.

El objetivo en el que se basa la invención se consigue si, en el procedimiento de tipo genérico, se utiliza una bomba centrífuga con un rodete alojado de manera giratoria en una cámara de bombeo en el transcurso del tratamiento conocido del producto alimenticio líquido que ha de calentarse directamente. La bomba centrífuga tiene una entrada, una salida y una carcasa de bomba, que está formada por al menos una tapa de carcasa y una pared trasera de la carcasa y en la que está formada la cámara de bombeo, que está en comunicación de fluido con la entrada y la salida. El rodete está abierto hacia la tapa de la carcasa y cerrado hacia la pared trasera de la carcasa por una cara trasera del rodete. La bomba centrífuga tiene una rendija de rodete delantera prevista entre la tapa de la carcasa y el rodete y una rendija de rodete posterior prevista entre la pared trasera de la carcasa y el rodete. La rendija de rodete delantera se agranda en comparación con una rendija de rodete delantera mínima, que garantiza la funcionalidad mecánica de la bomba centrífuga, mediante la reducción de la anchura del rodete. La rendija de rodete delantera se somete a un agrandamiento máximo en un diámetro exterior del rodete, que disminuye hasta la zona de la entrada a los canales entre álabes del rodete salvo por la rendija de rodete delantera mínima, y la reducción de la anchura del rodete en el diámetro exterior del rodete es del 40 al 50 % de la anchura de un rodete optimizado hidráulicamente. La bomba centrífuga está diseñada de tal manera que parte del flujo volumétrico del producto alimenticio líquido transportado por el rodete sirva para el lavado según lo previsto del propio rodete y de las zonas de la cámara de bombeo inmediatamente adyacentes al rodete.

Por otra parte, de acuerdo con la invención están previstas las siguientes etapas de tratamiento (a) a (e):

- (a) una temperatura de producto de un producto alimenticio líquido calentado por infusor, detectada aguas abajo después de la bomba centrífuga se regula mediante vapor de agua a una temperatura de vapor de agua, que se

suministra a una zona superior del recipiente infusor, hasta un valor de consigna de la temperatura del producto específico del producto y que debe alcanzarse según lo previsto. Como es bien sabido, una disminución de la temperatura del producto provoca, a este respecto, un aumento de la temperatura del vapor de agua y un aumento de la temperatura del producto provoca una correspondiente disminución.

(b) En una fase inicial del tratamiento del producto alimenticio líquido, la bomba centrífuga funciona a una velocidad de giro inicial que es inferior a la velocidad de giro nominal de la bomba centrífuga en una cantidad predeterminada. Esta velocidad de giro inicial depende del producto alimenticio líquido y/o del diseño de la bomba centrífuga, es decir, del dimensionamiento de los lavados programados o de los flujos volumétricos de lavado en la cámara de bombeo y en el propio rodete.

(c) Una reducción del flujo volumétrico de la bomba centrífuga se contrarresta entonces con un aumento de la velocidad de giro inicial si esta reducción va acompañada simultáneamente de una disminución de temperatura de la temperatura del producto.

(d) El aumento de la velocidad de giro inicial tiene lugar en función de una disminución de temperatura de la temperatura del producto y/o de un incremento de temperatura de la temperatura del vapor de agua. A este respecto, la respectiva magnitud del aumento de la velocidad de giro inicial resulta de la necesidad según la tecnología de regulación, en el respectivo caso de aplicación, de mantener constante al menos la temperatura del producto. La velocidad de giro inicial respectiva suele determinarse a partir de valores empíricos obtenidos experimentalmente de antemano para el respectivo producto alimenticio líquido.

(e) Las etapas (c) y (d) se repiten hasta que el valor de consigna de la temperatura del producto (T2(S)) que debe alcanzarse según lo previsto y/o la temperatura del vapor de agua (T1) necesaria al inicio del tratamiento para alcanzar el valor de consigna de la temperatura del producto (T2(S)) se ajusta(n) de nuevo a un valor estacionario.

La idea básica de la invención se basa en la constatación de que las variaciones de nivel de llenado son el resultado de variables perturbadoras, de las cuales el ensuciamiento con producto en los álabes de la bomba centrífuga es una importante. Este ensuciamiento con producto reduce inevitablemente el flujo volumétrico en la bomba centrífuga y, sin contramedidas de control, por ejemplo sin aumentar la potencia de accionamiento de la bomba centrífuga para mantener el flujo volumétrico deseado, conduce a un aumento del nivel de llenado en el recipiente infusor. Mantener un flujo volumétrico según lo previsto en estas condiciones requiere un aumento de la velocidad de giro y, por tanto, el mencionado aumento de la potencia de accionamiento. Este forzoso aumento del nivel de llenado se refleja indirectamente en una disminución de la temperatura del producto e, indirectamente debido a ello, en un incremento de temperatura en el recipiente infusor. En resumen, el procedimiento de acuerdo con la invención utiliza las siguientes relaciones de causalidad:

- En ensuciamiento con producto que se acumula continuamente en las paredes entre una abertura de salida del recipiente infusor y una salida de la bomba centrífuga conduce a una reducción del flujo volumétrico que pasa por esta zona.
- El ensuciamiento con producto en esta zona provoca un incremento de la potencia de accionamiento debido al aumento de velocidad de giro necesario, si la instalación debe funcionar con un flujo volumétrico constante o, si no se lleva a cabo el aumento de velocidad de giro necesario, a una reducción del flujo volumétrico.
- La reducción del flujo volumétrico en estas condiciones conduce a un aumento del nivel de llenado en el recipiente infusor y, por tanto, a una disminución de la temperatura en el producto alimenticio líquido calentado por infusor, ya que el vapor de agua no puede transferir su entalpía al producto alimenticio líquido que se ha de calentar en el tiempo de caída o de actuación disponible, como ocurría anteriormente.
- La disminución de temperatura en el producto alimenticio líquido calentado por infusor provoca, según la tecnología de regulación, un aumento de la temperatura del vapor de agua y, por tanto, forzosamente, un incremento de la temperatura en el recipiente infusor.

Esto permite utilizar no solo la variación del nivel de llenado en el propio recipiente infusor, que es difícil de detectar, sino también los efectos, mucho más fáciles de detectar, de estas variaciones de nivel de llenado para la regulación del nivel de llenado de acuerdo con la invención y, por tanto, para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor en la instalación en cuestión, ya sea por sí solo o de manera adicional.

La invención prevé que el aumento de la velocidad de giro inicial se lleve a cabo de forma continua, en donde, según otra propuesta, un aumento a este respecto se lleva a cabo de tal manera que el gradiente del aumento continuo de la velocidad de giro inicial resulta de los requisitos según la tecnología de regulación, es decir, de los requisitos de regulación dados en el respectivo caso de aplicación específico, y se ajusta en función de la disminución de temperatura de la temperatura del producto y/o del incremento de temperatura de la temperatura del vapor de agua y/o de los requisitos específicos del producto.

Como alternativa a un aumento continuo de la velocidad de giro inicial, la invención propone un aumento gradual, en donde el aumento se lleve a cabo en al menos un paso discreto con una diferencia de velocidad de giro que resulta de los requisitos según la tecnología de regulación, es decir, de los requisitos de regulación dados en el respectivo caso de aplicación específico. Otra propuesta a este respecto prevé ajustar la diferencia de velocidad de giro en función de la disminución de temperatura de la temperatura del producto y/o del incremento de temperatura de la temperatura del vapor de agua y/o de los requisitos específicos del producto.

La invención propone otra configuración, conforme a la técnica de procedimiento, según la cual la velocidad de giro inicial y/o el valor de consigna de la temperatura del producto se establece(n) en función de parámetros preestablecidos característicos del producto alimenticio líquido, entendiéndose por parámetros preestablecidos las variables físicas tales como densidad, viscosidad y difusividad térmica del producto alimenticio líquido y/o su composición, como la proporción de grasa y proteína. Esto permite adaptar el procedimiento propuesto a las necesidades específicas del producto alimenticio líquido que se ha de calentar.

Dado que el procedimiento de acuerdo con la invención no puede funcionar aislado de las condiciones físicas límite a las que está sujeto, otra configuración conforme a la técnica de procedimiento prevé además que la velocidad de giro inicial y/o el valor de consigna de la temperatura del producto se fije(n) en función de las condiciones físicas límite a las que está sujeto el procedimiento, entendiéndose por condiciones físicas límite del procedimiento los parámetros preestablecidos del procedimiento relacionados con los procesos, tales como la presión y la temperatura.

Otra configuración del procedimiento prevé que la velocidad de giro inicial y/o el valor de consigna de la temperatura del producto y/o la diferencia de velocidad de giro y/o, como alternativa a la diferencia de velocidad de giro, el gradiente del aumento continuo de la velocidad de giro inicial se fije(n) mediante una función de calibración creada y almacenada antes o durante la puesta en marcha del procedimiento. Como resultado, el control y/o la regulación del tratamiento del producto alimenticio líquido de acuerdo con la invención puede basarse en valores empíricos obtenidos específicos del producto de una manera que ahorra tiempo y costes y puede funcionar con alta calidad para el producto alimenticio líquido.

El procedimiento de acuerdo con la invención también puede aplicarse a un recipiente infusor en el que el producto alimenticio líquido se suministra en forma de anillo y sobre él actúa por el interior un vapor de agua interno, que es el objeto de la reivindicación principal, y por el exterior un vapor de agua externo. En este caso, el suministro de vapor de agua externo se ajusta en función de la presión de suministro necesaria del vapor de agua interno en la zona superior del recipiente infusor y mediante la regulación de la presión diferencial.

Una instalación de acuerdo con la invención para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor se basa, de una manera conocida *per se*, en un recipiente infusor, en cuyo espacio superior desembocan un conducto de vapor para un vapor de agua y una entrada de producto, una cámara de vacío en comunicación de fluido con el recipiente infusor a través de un conducto de conexión, una bomba centrífuga dispuesta en el conducto de conexión, una abertura de salida dispuesta en un fondo de recipiente del recipiente infusor y un tubo de salida contiguo a la abertura de salida y que desemboca en la bomba centrífuga. Para la refrigeración están previstas una cámara de refrigerante del lado del fondo del recipiente y una cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba y/o una cámara de refrigerante del lado del tubo de salida.

El objetivo en el que se basa la invención se consigue mediante una instalación de acuerdo con la reivindicación 10 que, más allá de las características genéricas, está caracterizada por las siguientes características de acuerdo con la invención:

- Está prevista una bomba centrífuga, que tiene un rodete alojado de manera giratoria en una cámara de bombeo de una manera conocida *per se*. La bomba centrífuga tiene una entrada, una salida y una carcasa de bomba, que está formada por al menos una tapa de carcasa y una pared trasera de la carcasa y en la que está formada la cámara de bombeo, que está en comunicación de fluido con la entrada y la salida. El rodete está abierto hacia la tapa de la carcasa y cerrado hacia la pared trasera de la carcasa por una cara trasera del rodete. La bomba centrífuga tiene una rendija de rodete delantera prevista entre la tapa de la carcasa y el rodete y una rendija de rodete posterior prevista entre la pared trasera de la carcasa y el rodete. La rendija de rodete delantera se agranda en comparación con una rendija de rodete delantera mínima, que garantiza la funcionalidad mecánica de la bomba centrífuga, mediante la reducción de la anchura del rodete. La rendija de rodete delantera se somete a un agrandamiento máximo en un diámetro exterior del rodete, que disminuye hasta la zona de la entrada a los canales entre álabes del rodete salvo por la rendija de rodete delantera mínima, y la reducción de la anchura del rodete en el diámetro exterior del rodete es del 40 al 50 % de la anchura de un rodete optimizado hidráulicamente. La bomba centrífuga está diseñada de tal manera que parte de un flujo volumétrico del producto alimenticio líquido transportado por el rodete sirva para el lavado según lo previsto del propio rodete y de las zonas de la cámara de bombeo inmediatamente adyacentes al rodete;
- En el conducto de conexión, aguas abajo inmediatamente después de la bomba centrífuga, está previsto un dispositivo de regulación de temperatura para regular una temperatura del producto, el cual coopera con una válvula reguladora dispuesta en el conducto de vapor;
- en el conducto de vapor, aguas abajo después de la válvula reguladora, está previsto un dispositivo de medición de temperatura para una temperatura del vapor de agua;
- la bomba centrífuga tiene asociado un dispositivo de regulación de velocidad de giro para regular una velocidad de giro de la bomba centrífuga;
- está previsto un dispositivo de control y regulación que, en cooperación con el dispositivo de regulación de temperatura, con la válvula reguladora, con el dispositivo de medición de temperatura y con el dispositivo de regulación de velocidad de giro, ajusta una velocidad de giro inicial específica del producto de la bomba centrífuga y la temperatura del vapor de agua y lleva a cabo un aumento de la velocidad de giro inicial.

La refrigeración íntegra del producto alimenticio líquido calentado se consigue, tal como prevé una primera propuesta al respecto, si la cámara de refrigerante del lado del fondo del recipiente, del lado del tubo de salida y del lado de la carcasa de la bomba se someten a una refrigeración por separado entre sí. Una segunda propuesta, que reduce el esfuerzo desde el punto de vista de la técnica de refrigeración, prevé que al menos dos cámaras de refrigerante se conecten en serie y se sometan a una refrigeración a contracorriente respecto a un producto alimenticio calentado por infusor.

La idea básica de la invención es lavar el propio rodete y sus zonas críticas vecinas hasta el borde inmediato del lado de la carcasa de la bomba de la cara delantera del rodete y de la cara trasera del rodete con el producto alimenticio líquido calentado por infusor y tratado de este modo que se va a transportar, e inhibir así el ensuciamiento con producto allí, porque en el transcurso del lavado de acuerdo con la invención estos bordes del lado de la carcasa de la bomba se enfrían simultáneamente o se pueden enfriar de una manera conocida *per se*.

De este modo, el producto alimenticio líquido tratado sirve para el lavado según lo previsto de la carcasa de la bomba y del propio rodete, con parte de su flujo volumétrico transportado en el rodete. A este respecto, los flujos volumétricos de los lavados programados superan hasta varias veces los inevitables flujos de compensación en la carcasa de la bomba, que se producen en un diseño estándar hidráulicamente optimizado de la bomba centrífuga. La refrigeración reduce la tendencia del producto alimenticio líquido a requemarse sobre las paredes de la bomba centrífuga. Esto se consigue renunciando deliberadamente a una eficiencia hidráulica óptima. En la bomba centrífuga, se transporta un flujo volumétrico en el rodete que se ve incrementado por la suma de todos los flujos volumétricos de lavado que prácticamente están en recirculación en comparación con el flujo volumétrico aspirado a través de la boquilla de succión. Los flujos volumétricos de lavado generados en el transcurso de los lavados programados conducen los volúmenes desde el núcleo de los canales entre álabes hasta las paredes refrigeradas de la carcasa de la bomba y desde allí de vuelta al rodete, en donde la acción de refrigeración provoca la condensación del vapor de agua no condensado y reduce así la tendencia al ensuciamiento con producto.

Las relaciones descritas anteriormente muestran que una bomba centrífuga, que se lava con el producto alimenticio líquido transportado por ella de acuerdo con la invención, tiene un rodete cuya capacidad de bombeo hidráulica, en relación con el rodete, debe ser superior a la capacidad de bombeo hidráulica de la bomba centrífuga que se produce realmente en la tubuladura de presión como resultado final. Si se selecciona una bomba centrífuga optimizada hidráulicamente del tipo en cuestión para implementar una bomba centrífuga lavada, entonces su capacidad de bombeo nominal debe seleccionarse para que sea correspondientemente mayor en la diferencia de capacidad de bombeo antes mencionada. Por tanto, para la misma capacidad de bombeo nominal, el diámetro exterior del rodete de la bomba centrífuga con lavado tendrá que ser mayor que el de una bomba centrífuga optimizada hidráulicamente.

Un segundo flujo de lavado se forma en la zona de la rendija de rodete delantera, que se extiende desde la zona de salida hasta la zona de entrada del rodete. Al agrandar la rendija de rodete delantera, el flujo —allí presente incluso con una rendija de rodete estrecha— alrededor del borde delantero de los álabes del rodete abierto, impulsado por la diferencia de presión entre el lado de presión y el de succión del álabe, aumenta significativamente, por lo que se genera un tercer flujo de lavado según lo previsto.

Cada canal entre álabes del rodete entre dos álabes adyacentes también puede estar en comunicación de fluido con la rendija de rodete posterior en la zona de su cara trasera de rodete delimitadora a través de al menos un orificio de lavado que atraviesa la cara trasera del rodete. El posicionamiento, la forma y el dimensionamiento del orificio de lavado son características con las que se determina un primer flujo de lavado asociado en cuanto a su profundidad radial de penetración, su forma y su intensidad cuantitativa. Cuando se dispone un orificio de lavado en cada canal entre álabes, es conveniente en términos de flujo y tecnología de producción que todos estos orificios de lavado estén dispuestos en un círculo de orificios con un paso correspondiente. Con respecto al posicionamiento del orificio de lavado, se ha demostrado que es ventajoso si el lugar geométrico para el respectivo punto de paso del orificio de lavado con la cara trasera del rodete, que también determina el diámetro del círculo de orificios, se determina de la siguiente manera:

- aproximadamente por el centro del canal entre álabes, en función de la distancia entre los álabes en el punto de paso, y
- aproximadamente por el centro de una longitud máxima del hilo de flujo del canal entre álabes entre su entrada y salida.

Con respecto al dimensionamiento de la rendija de rodete posterior, se ha demostrado que es conveniente que el acceso a una rendija trasera de rodete mínima orientada radialmente, que garantiza la funcionalidad mecánica de la bomba centrífuga y que parte del diámetro exterior del rodete, se amplía reduciendo el diámetro exterior del rodete en hasta 5 mm. Además, el agrandado de la rendija de rodete posterior de acuerdo con la invención consiste en que la cara trasera del rodete en la zona entre el orificio de lavado y un cubo del rodete se somete a un mandrinado en forma de superficie anular, cuya profundidad axial es de hasta 2 mm.

Al agrandar estas rendijas de rodete, es posible generar los flujos de lavado primero y segundo deseados y necesarios.

La anchura respectiva de las rendijas de rodete delantera y trasera puede dimensionarse en función de las propiedades específicas del producto alimenticio líquido.

En el caso más general, el orificio de lavado es un orificio pasante de cualquier forma, es decir, no es obligatorio que tenga una forma circular fácil de producir. El orificio de lavado o bien es circular con un diámetro de orificio o bien tiene una forma que se desvía de la forma circular con un diámetro hidráulico decisivo para esta forma. Se ha demostrado que es conveniente que el diámetro de orificio o el diámetro hidráulico sea del 30 al 50 % y en esta zona preferiblemente del 40 al 50 % de la distancia entre los álabes en el punto de paso.

Breve descripción de los dibujos

En la siguiente descripción y en las figuras del dibujo que la acompañan, así como en las reivindicaciones, se ofrece una descripción más detallada de la invención. Aunque la invención se ha implementado en las más diversas configuraciones de un procedimiento del tipo descrito anteriormente y las más diversas formas de realización de una instalación para llevar a cabo el procedimiento, un ejemplo de realización preferido de una instalación de acuerdo con la invención y su control y regulación de acuerdo con la invención, así como una bomba centrífuga para tal instalación, se describen a continuación con referencia al dibujo.

Muestran

- la **Figura 1** en representación esquemática, una instalación para tratar productos alimenticios líquidos sensibles al calor según el estado de la técnica;
- la **Figura 2** en representación esquemática, un fragmento de una instalación para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor de acuerdo con la invención en la zona de un recipiente infusor para el calentamiento directo del producto alimenticio líquido en conexión directa con una bomba centrífuga;
- la **Figura 3** igualmente en representación esquemática, el fragmento de la instalación de acuerdo con la **Figura 2** con detalles del control y/o regulación del tratamiento de productos alimenticios líquidos sensibles al calor de acuerdo con la invención;
- la **Figura 4** en representación esquemática, un diagrama que muestra la interacción de la respectiva curva característica de bombeo de la bomba centrífuga con la curva característica de las tuberías de la instalación de acuerdo con las **Figuras 3 y 4** en el marco del control y/o la regulación de acuerdo con la invención;
- las **Figuras 5, 6** en representación esquemática, en cada caso un diagrama que representa cualitativamente las curvas de temperatura de la temperatura del producto y del vapor de agua en el marco del control y/o la regulación de acuerdo con la invención y sobre la base de la interacción de las curvas características de acuerdo con la **Figura 4**;
- la **Figura 7** en representación esquemática, un diagrama que representa cualitativamente el consumo de potencia del primer dispositivo transportador en el marco del control y/o la regulación de acuerdo con la invención y sobre la base de la interacción de las curvas características de acuerdo con la **Figura 4**;
- la **Figura 8** un fragmento de pantalla de un registro gráfico de mediciones para el procedimiento de acuerdo con la invención, aplicado a un producto alimenticio líquido específico, y
- la **Figura 9** una vista lateral de una sección meridiana a través del rodete de la bomba centrífuga de acuerdo con la **Figura 2** con la indicación aproximada de un primer, un segundo y un tercer flujo de lavado.

Una instalación 100 conocida por el estado de la técnica de acuerdo con la **Figura 1** (por ejemplo WO 2016/012026 A1) contiene un recipiente de infusión 10, como se describe por ejemplo en el documento WO 20101086082 A1, y que tiene una entrada de producto 20 en su espacio superior, a través de la cual un producto alimenticio líquido P, que se ha de tratar térmicamente, se suministra a este recipiente de infusión 10 de manera central y en forma de anillo circular. También se suministra vapor de agua D al producto alimenticio líquido P suministrado de este modo a través del espacio superior del recipiente infusor 10 para su calentamiento directo, a saber, un primer vapor de agua D1 radialmente por el exterior a través de una entrada de vapor de agua externa 22 y un segundo vapor de agua D2 radialmente desde el interior a través de una entrada de vapor de agua interna 24.

El fondo del recipiente infusor 10, que se estrecha hacia abajo hasta una abertura de salida, está bordeado por una cámara de refrigerante del lado de fondo del recipiente 10.4. La abertura de salida del recipiente infusor 10 está conectada a través de un tubo de salida 12, que está rodeado por una cámara de refrigerante del lado del tubo de salida 12.1, a un primer dispositivo transportador 14, que está diseñado como una bomba de desplazamiento positivo, preferiblemente rotatoria, y está dispuesto en un conducto de conexión 30 que conduce desde el primer dispositivo transportador 14 hasta una entrada de una cámara de vacío 16. El primer dispositivo transportador 14 tiene una cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba 14.1.

La cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba 14.1 recibe, para su refrigeración K, un suministro de refrigerante a través de una entrada de refrigerante del lado de la bomba 26, que luego fluye a través de la cámara de refrigerante del lado del tubo de salida 12.1 para su refrigeración K y finalmente entra en la cámara de refrigerante del

lado del fondo del recipiente 10.4 para la refrigeración K del fondo del recipiente infusor 10. El refrigerante se descarga a través de una salida de refrigerante del lado del infusor 28.

El primer dispositivo transportador 14 transporta un producto alimenticio líquido calentado por infusor P' desde el recipiente de infusión 10 hasta la cámara de vacío 16. La cámara de vacío 16 está diseñada para extraer del producto alimenticio líquido calentado por infusor P' —que se enfría por la reducción de presión— aquella cantidad de agua W, en forma de los denominados vapores de agua, que se introduce en el recipiente infusor 10 en forma de vapor de agua D, en el presente caso compuesto por el primer vapor de agua D1 y el segundo vapor de agua D2. El agua W se evacua a través de una salida de vapores 32 dispuesta preferiblemente en la zona superior de la cámara de vacío 16. Un producto alimenticio líquido P* tratado de este modo abandona la cámara de vacío 16 a través de un conducto de evacuación 34, preferiblemente dispuesto en la zona inferior sobre un fondo que se estrecha, en su camino a través de un segundo dispositivo transportador 18, que está diseñado preferiblemente como bomba centrífuga.

La **Figura 2** muestra en representación esquemática un fragmento de una instalación 100 para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos P sensibles al calor de acuerdo con la invención en la zona de un recipiente infusor 10 para calentar directamente el producto alimenticio líquido P. El recipiente infusor 10 seleccionado como ejemplo tiene el mismo diseño y se carga con vapor de agua D o D1, D2 y producto alimenticio líquido P de la misma manera que la mostrada en la **Figura 1**. Dispone de una camisa de recipiente 10.1, preferiblemente cilíndrica, y de un fondo de recipiente 10.2 contiguo que se estrecha hacia abajo hacia una abertura de salida 10.3, en donde el fondo del recipiente 10.2 está bordeada por la cámara de refrigerante del lado del fondo del recipiente 10.4. La abertura de salida 10.3 está conectada, a través del tubo de salida 12 encerrado por la cámara de refrigerante del lado del tubo de salida 12.1, al primer dispositivo transportador 14, que está diseñado como una bomba centrífuga. La cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba 14.1 se extiende dentro de una carcasa de bomba 14.2 de la bomba centrífuga 14, que aloja de manera giratoria un rodete 14.3.

Las cámaras de refrigerante 10.4, 12.1 y 14.1 están conectadas preferiblemente en serie entre sí y se someten a una refrigeración K a contracorriente respecto a un producto alimenticio líquido calentado por infusor P', que sale de la bomba centrífuga 14 a través del conducto de conexión 30 y fluye hacia la cámara de vacío 16. Una primera refrigeración K1 abarca la cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba 14.1 en el camino desde una primera entrada de refrigerante 14.1.1 hasta una primera salida de refrigerante 14.1.2. Una segunda refrigeración K2 se refiere a la cámara de refrigerante del lado del tubo de salida 12.1 en el camino desde una segunda entrada de refrigerante 12.1.1 hasta una segunda salida de refrigerante 12.1.2. Una tercera refrigeración K3 comprende la cámara de refrigerante del lado del fondo del recipiente 10.4 en el camino desde una tercera entrada de refrigerante 10.4.1 hasta una tercera salida de refrigerante 10.4.2.

La entrada de vapor de agua interna 24 para el suministro de vapor de agua D o vapor de agua interno D2 al recipiente infusor 10 está conectada a un conducto de vapor 24.1. En el conducto de conexión 30, aguas abajo inmediatamente después de la bomba centrífuga 14 (**Fig. 3**), está previsto un dispositivo de regulación de temperatura 44 configurado para regular ("C") una temperatura del producto T2 o un valor de consigna de la temperatura del producto T2(S) con la capacidad adicional de mostrar ("I") una temperatura ("T") ($\rightarrow$ TIC), que coopera mediante un dispositivo de control y regulación 50 con una válvula reguladora 46 dispuesta en el conducto de vapor 24.1. En el conducto de vapor 24.1, aguas abajo después de la válvula reguladora 46, está dispuesto un dispositivo de medición de la temperatura 40 para una temperatura del vapor de agua T1 o un valor de consigna de la temperatura del vapor de agua T1(S) con capacidad para mostrar ("I") una temperatura ("T") y disparar un correspondiente mensaje de fallo ("A") ($\rightarrow$ TIA). La bomba centrífuga 14 tiene asociado un dispositivo de regulación de velocidad de giro 42 para regular ("C") una velocidad de giro n ("S") de la bomba centrífuga 14 ($\rightarrow$ SC). Las señales de control y/o regulación se transmiten a través de líneas de señales, de las que se muestra a modo de ejemplo una línea de señales 48.

En el recipiente infusor 10, se muestra a modo de ejemplo un nivel de líquido N de un producto alimenticio líquido calentado por infusor P', en donde una variación de un nivel de líquido Δh , que también puede extenderse hasta el tubo de salida 12, debe mantenerse lo más baja posible mediante el procedimiento de acuerdo con la invención. A partir de la ubicación del nivel de líquido N o de las variaciones del nivel de líquido Δh se obtiene como resultado forzosamente una altura de caída h disponible para el producto alimenticio líquido P que se ha de calentar, que debe mantenerse lo más constante posible de acuerdo con la invención. La bomba centrífuga 14 genera una presión de bombeo de la bomba centrífuga p(14) en su salida del lado de presión en el conducto de conexión 30.

El dispositivo de control y regulación 50 tiene conexiones a, b, c, d, a través de las cuales se conecta a las conexiones asociadas a, b, c, d del dispositivo de medición de temperatura 40, del dispositivo de regulación de velocidad de giro 42 y del dispositivo de regulación de temperatura 44 y de la válvula reguladora 46 desde el punto de vista de la señalización y el control. El dispositivo de control y regulación 50 ajusta una velocidad de giro inicial n(o), específica del producto, de la bomba centrífuga 14 y la temperatura del vapor de agua T1, en cooperación con el dispositivo de medición de temperatura, de regulación de velocidad de giro y de regulación de temperatura 40, 42, 44 y con la válvula reguladora 46, y establece un aumento de la velocidad de giro n basándose en la velocidad de giro inicial n(o).

Los diagramas cualitativos de las **Figuras 4 a 7** en conjunto con la **Figura 3** sirven para explicar el procedimiento de acuerdo con la invención para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos P sensibles al

calor, en donde este puede llevarse a cabo con una instalación 100 de acuerdo con la invención, explicada a modo de ejemplo, de acuerdo con la **Figura 2**. El procedimiento básico para el calentamiento directo de un producto alimenticio líquido P mediante vapor de agua ya se ha descrito suficientemente en la introducción. A continuación se describe la solución al objetivo planteado, a saber, conseguir una mejora en la regulación del nivel de llenado y, por tanto, un tiempo de permanencia constante del producto alimenticio líquido P que se ha de calentar en el caso de un ensuciamiento con producto F acumulado en la bomba centrífuga 14.

Fase operativa

En una **fase operativa** normal de la instalación 100 (véase la **Figura 3**), la temperatura del producto T2 del producto alimenticio líquido calentado por infusor P' detectada aguas abajo después de la bomba centrífuga 14 se regula al valor de consigna de la temperatura del producto T2(S) específica del producto y que se ha de alcanzar según lo previsto. Esto se consigue mediante un suministro regulado de vapor de agua D o D1, D2 con la temperatura del vapor de agua T1, que en este caso corresponde al valor de consigna de la temperatura del vapor de agua T1(S). El suministro tiene lugar en la zona superior del recipiente infusor 10 por medio del dispositivo de regulación de temperatura 44 en cooperación con el dispositivo de control y regulación 50 y la válvula reguladora 46. De manera conocida *per se*, una disminución de la temperatura del producto T2 con respecto al valor de consigna de la temperatura del producto T2(S) provoca un incremento de la temperatura del vapor de agua T1 y un incremento de la temperatura del producto T2 con respecto al valor de consigna de la temperatura del producto T2(S) provoca una correspondiente disminución, es decir, una desviación respectiva con respecto al valor de consigna de la temperatura del vapor de agua T1(S) que se ha de ajustar según lo previsto.

Fase inicial

En una **fase inicial** del tratamiento del producto alimenticio líquido P, que puede observarse en la **Figura 4**, entre otras, aún no se ha producido ensuciamiento con producto F. La **Figura 4** muestra, en un diagrama para un flujo volumétrico Q en función de una presión de bombeo p, dos curvas características de la bomba PKL para la bomba centrífuga 14 y una curva característica de la tubería RKL determinante para la instalación 100. En la fase inicial, la bomba centrífuga 14 funciona, a la velocidad de giro inicial n(o), que se sitúa en una cantidad predeterminada por debajo de una velocidad de giro nominal n(N) de la bomba centrífuga 14, en su curva característica de la bomba sin ensuciamiento con producto PKL(o) asociada. En combinación con la correspondiente curva característica de la tubería RKL, se alcanza un punto de funcionamiento sin ensuciamiento con producto B(o). En este punto de funcionamiento B(o), la bomba centrífuga 14 transporta un flujo volumétrico sin ensuciamiento con producto Q(o) para una presión de bombeo de la bomba centrífuga sin ensuciamiento con producto p(14)(o).

En el diagrama para la temperatura del vapor de agua T1 en función del tiempo t (**Figura 6**), para la temperatura del producto T2 en función del tiempo t (**Figura 5**) y para un consumo de potencia L en función del tiempo t (**Figura 7**), la fase de puesta en marcha correspondiente se sitúa en cada caso a la izquierda de un primer instante t1, en el que va a comenzar, a modo de ejemplo, el ensuciamiento con producto F. En la **Figura 6** es efectiva una temperatura del vapor de agua sin ensuciamiento con producto T11, que corresponde al valor de consigna de la temperatura del vapor de agua T1(S) ajustada según lo previsto. En la **Figura 5** es efectiva una temperatura del producto sin ensuciamiento con producto T21, que corresponde al valor de consigna de la temperatura del producto T2(S) que ha de alcanzarse según lo previsto. En la **Figura 7** es efectivo un consumo de potencia sin ensuciamiento con producto L1 de la bomba centrífuga 14, que se obtiene a partir de la velocidad de giro inicial sin ensuciamiento con producto n(o) en el punto de funcionamiento sin ensuciamiento de producto B(o).

Si el ensuciamiento con producto F comienza en el primer instante t1, el flujo volumétrico a través de la bomba centrífuga 14 se reduce, como se muestra en la **Figura 4**, en una diferencia de flujo volumétrico ΔQ hasta un flujo volumétrico con ensuciamiento con producto Q(F)1 a una presión de bombeo de la bomba centrífuga con ensuciamiento con producto p(14)(F)1 reducida en una diferencia de presión de bombeo $\Delta p(14)$. Se ajusta un primer punto de funcionamiento con ensuciamiento con producto B(F)1 en una curva característica de la bomba con ensuciamiento con producto PKL(F)1 asociada para una velocidad de giro inicial n(o) inicialmente invariable en combinación con la curva característica de la tubería RKL aproximadamente invariable. La reducción del flujo volumétrico sin ensuciamiento con producto Q(o) en la diferencia de flujo volumétrico ΔQ hasta el flujo volumétrico con ensuciamiento con producto Q(F)1 en un segundo instante t2 seleccionado a modo de ejemplo conduce a una disminución de temperatura $\Delta T2$ de la temperatura del producto T2, a saber, de la temperatura del producto sin ensuciamiento con producto T21 hasta una temperatura del producto con ensuciamiento con producto T22 (**Figura 5**).

La diferencia de tiempo t2-t1 indicada puede ser una diferencia de tiempo finita Δt , pero también un intervalo de tiempo diferencial dt, en donde el control y/o regulación se realiza con cualquier número de intervalos de tiempo dt consecutivos. El control y/o la regulación de acuerdo con la invención ha de configurarse para ambos casos. En el contexto de la disminución de temperatura $\Delta T2$ mostrada en la **Figura 5**, se produce un incremento de temperatura $\Delta T1$ de la temperatura del vapor de agua T1 desde el primer instante t1 y hasta el segundo instante t2, a saber, desde la temperatura del vapor de agua sin ensuciamiento con producto T11 hasta una temperatura del vapor de agua con ensuciamiento con producto T12 (**Figura 6**). Sin las contramedidas de control de acuerdo con la invención, las relaciones de temperatura de las **Figuras 5, 6** se manifestarían de tal modo que, en la **Figura 7**, el primer punto de

funcionamiento con ensuciamiento con producto B(F)1 a una velocidad de giro inicial $n(o)$ invariable con un consumo de potencia invariable con ensuciamiento con producto L1 se situaría en el segundo instante t_2 .

Fase de regulación

Con el comienzo del ensuciamiento con producto F en el primer instante t_1 , el procedimiento de acuerdo con la invención prevé que una reducción del flujo volumétrico de la bomba centrífuga 14 sea contrarrestada por un aumento de la velocidad de giro inicial $n(o)$ si esta reducción va acompañada simultáneamente de una disminución de temperatura ΔT_2 de la temperatura del producto T2. La velocidad de giro inicial $n(o)$ aumenta en función de la disminución de temperatura ΔT_2 de la temperatura del producto (T2) y/o del incremento de temperatura ΔT_1 de la temperatura del vapor de agua T1. La velocidad de giro inicial $n(o)$ sigue aumentando en función de la disminución de temperatura ΔT_2 y/o del incremento de temperatura ΔT_1 hasta que el valor de consigna de la temperatura del producto T2(S) que se ha de alcanzar según lo previsto y/o la temperatura del vapor de agua T1 necesaria al inicio del tratamiento para alcanzar el valor de consigna de la temperatura del producto T2(S) se ajusta(n) de nuevo a un valor estacionario.

El resultado de la fase de regulación puede verse en las **figuras 4 y 7**. El aumento de la velocidad de giro inicial $n(o)$ en una diferencia de velocidad de giro Δn conduce a una velocidad de giro con ensuciamiento con producto $n(F)2 = n(o) + \Delta n$ en el segundo punto de funcionamiento con ensuciamiento con producto B(F)2 de una curva característica de la bomba con ensuciamiento con producto PKL(F)2 asociada. En un segundo punto de funcionamiento con ensuciamiento con producto B(F)2, se ajustan un flujo volumétrico con ensuciamiento con producto $Q(F)2$ y una presión de bombeo con ensuciamiento con producto $p(14)(F)2$, en donde $Q(F)2 = Q(o)$ y $p(14)(F)2 = p(14)(o)$ (**Figura 4**). Puede observarse en la **Figura 7** que, en el periodo en cuestión entre el primer y el segundo instante t_1, t_2 , debido a un aumento la velocidad de giro inicial $n(o)$ en la diferencia de velocidad de giro Δn se registrará un incremento del consumo de potencia L de la bomba centrífuga 14 en una diferencia de potencia ΔL desde el consumo de potencia sin ensuciamiento con producto L1 hasta un consumo de potencia con ensuciamiento con producto L2 (segundo punto de funcionamiento con ensuciamiento con producto B(F)2 a la velocidad de giro con ensuciamiento con producto $n(F)2$).

Tanto el segundo punto de funcionamiento con ensuciamiento con producto B(F)2 como la curva característica de la bomba con ensuciamiento con producto PKL(F)2 asociada son idénticos al punto de funcionamiento sin ensuciamiento con producto B(o) o a la curva característica de la bomba sin ensuciamiento con producto PKL(o). Este es un resultado inevitable porque, tras un control y/o regulación satisfactorios, como se ha mostrado anteriormente, el flujo volumétrico Q a través del recipiente infusor 10 y la bomba centrífuga 14 contigua, el nivel de líquido N y, por tanto, el tiempo de permanencia en el recipiente infusor 10 hasta llegar a la bomba centrífuga 14, se mantendrán constantes y la temperatura del producto T2 y la temperatura del vapor de agua T1 volverán a sus valores de consigna T2(S) y T1(S) según lo previsto, respectivamente.

En una configuración ventajosa, el procedimiento de acuerdo con la invención prevé que el aumento de la velocidad de giro inicial $n(o)$ se efectúe de manera continua en el sentido de una regulación casi en tiempo real. También se propone al respecto que el gradiente del aumento continuo de la velocidad de giro inicial $n(o)$ resulte de los requisitos según la tecnología de regulación y se ajuste en función de la disminución de temperatura ΔT_2 y/o del incremento de temperatura ΔT_1 y/o también de los requisitos específicos del producto.

Como alternativa a la propuesta anterior, otra configuración prevé que la velocidad de giro inicial $n(o)$ aumente en al menos un paso discreto con una diferencia de velocidad de giro Δn que resulta de los requisitos según la tecnología de regulación. A este respecto, también está previsto que la diferencia de velocidad de giro Δn se ajuste en función de la disminución de temperatura ΔT_2 y/o del incremento de temperatura ΔT_1 y/o también de los requisitos específicos del producto.

La **Figura 8** muestra un fragmento de pantalla de un registro gráfico de mediciones para el procedimiento de acuerdo con la invención, aplicado al tratamiento de 35.000 litros de nata en un periodo de tratamiento de aproximadamente 3 horas (véase el eje temporal t, desde las 8.33 hasta las 11.33 h). La línea superior del registro de mediciones muestra la disponibilidad operativa de la instalación 100, en donde el comienzo, a este respecto en forma de escalera, hasta aproximadamente las 8.20 h representa la fase de inicio de la instalación 100 con agua. La bomba centrífuga 14 utilizada es una bomba centrífuga modificada de acuerdo con la invención con una potencia nominal de 15 kW, una velocidad de giro nominal $n(N) = 2900$ 1/min y un diámetro exterior del rodete que se mandrinó de 205 mm a 195 mm con vistas al lavado de la cámara de bombeo 68 y del propio rodete 14.3, como se describe a continuación.

El tratamiento de la nata comienza a una velocidad de giro inicial $n(o) = 2117$ 1/min, que es el 73 % de la velocidad de giro nominal $n(N) = 2900$ 1/min (= cantidad predeterminada por debajo de la velocidad de giro nominal $n(N)$ de acuerdo con la etapa (b) de la reivindicación 1). Al final de la fase operativa, la velocidad de giro n ha aumentado hasta el 77 % de la velocidad de giro nominal como resultado del aumento de velocidad de giro de acuerdo con la invención y es, por tanto, $n = 2233$ 1/min. La velocidad de giro aumentó continuamente, como muestra el valor de ajuste para la corriente (línea inferior del diagrama "Valor de ajuste - (14) - Corriente"). El consumo de corriente del motor de accionamiento con velocidad de giro controlada de la bomba centrífuga 14 es aproximadamente proporcional a la

velocidad de giro n del motor de accionamiento y, por lo tanto, de la bomba centrífuga 14. La barra ancha, etiquetada "14 - Corriente", representa el consumo real de corriente del motor de accionamiento, en donde el rango de fluctuación del consumo de corriente puede explicarse por el control de la velocidad de giro del propio motor de accionamiento. El control de la velocidad de giro se realiza a través de la bomba centrífuga 14, el dispositivo de regulación de velocidad de giro 42 (SC) asociado y mediante los parámetros preestablecidos específicos del producto almacenados en el dispositivo de control y regulación 50 (**Figura 3**).

El diagrama de acuerdo con la **Figura 8** también muestra claramente que el requisito, a saber, mantener constante la temperatura del producto T2 a pesar del ensuciamiento con producto F, se cumple muy bien durante todo el período de tratamiento de 3 horas con $T2 = 144\text{ °C}$. Los componentes implicados son el dispositivo de regulación de temperatura 44 (TIC), los parámetros preestablecidos específicos del producto, almacenados en el dispositivo de control y regulación 50, y la válvula reguladora 46 (**Figura 3**).

El objetivo planteado en la solución de acuerdo con la invención, y que debe perseguirse en cualquier caso, de devolver la temperatura del vapor de agua T1 a una temperatura del producto T2 constante y a lo largo de todo el periodo de tratamiento de 3 horas hasta valor requerido al principio del periodo de tratamiento ($T1(8.33\text{ h}) = 146,2\text{ °C}$) y también de garantizarlo al final, no se consigue con $T1(11.33\text{ h}) = 147,7\text{ °C}$ y, por tanto, con una diferencia de temperatura $\Delta T1 = 1,5\text{ °C}$. En el presente caso, una primera explicación puede encontrarse en el hecho de que, para proteger el producto de nata a petición del cliente, la reducción del flujo volumétrico de la bomba centrífuga 14 debido al ensuciamiento con producto F no fue completamente superada por el necesario y posible aumento de velocidad de giro. Una segunda explicación podría ser que el ensuciamiento con producto F inesperadamente fuerte entre la abertura de salida 10.3 del recipiente infusor 10 y la salida de la bomba centrífuga 14, a pesar de la compensación completa de una correspondiente reducción del flujo volumétrico Q de la bomba centrífuga, obstaculizó el recalentamiento del producto alimenticio líquido calentado por infusor P', que todavía tiene lugar en esta zona, y este obstáculo solo pudo compensarse permanentemente mediante una temperatura del vapor de agua T1 superior en $\Delta T1 = 1,5\text{ °C}$ en el marco del procedimiento de acuerdo con la invención. No obstante, el resultado mostrado en la **Figura 8**, obtenido en condiciones reales en una planta de producción y teniendo en cuenta los requisitos del cliente con vistas a un tratamiento cuidadoso de su producto alimenticio líquido P sensible al calor, no cuestiona el procedimiento de acuerdo con la invención; sino que, por el contrario, es una confirmación de que el planteamiento de solución de acuerdo con la invención es correcto.

La posición de disposición de una bomba centrífuga 14 mostrada en la **Figura 9** tiene un eje de rotación de un árbol de bomba orientado horizontalmente. En combinación con un recipiente infusor 10, el eje de rotación del árbol de bomba está orientado preferiblemente en la dirección de la gravedad, por lo que esta bomba centrífuga 14 con una entrada 60, que puede estar diseñada como una tubuladura de succión, ventajosamente puede conectarse directamente al extremo inferior del tubo de salida 12 que desemboca fuera de la abertura de salida 10.3 del recipiente infusor 10. La bomba centrífuga 14 es especialmente adecuada para transportar productos alimenticios líquidos P sensibles al calor, que entran por la entrada 60 y salen por una salida 62 diseñada como tubuladura de presión. La bomba centrífuga 14 también tiene la carcasa de bomba 14.2 de una manera conocida *per se*, que está formada por al menos una tapa de carcasa 64 y una pared trasera de carcasa 66. La cámara de bombeo 68, que está en comunicación de fluido con la entrada 60 y la salida 62, está formada en la carcasa de la bomba 14.2 y aloja el rodete 14.3. El rodete 14.3 con sus álabes 72 y los canales entre álabes 74 formados por estos está abierto hacia la tapa de la carcasa 64 y cerrado hacia la pared trasera de la carcasa 66 por una cara trasera del rodete 70. La cara trasera del rodete 70 está separada de la pared trasera de la carcasa 66 por una rendija de rodete posterior s1. Una cara delantera del rodete 14.3, que está formada esencialmente por los bordes delanteros de los álabes 72, también está separada de la tapa de la carcasa 64 por una rendija de rodete delantera s2. La entrada 60, la tapa de la carcasa 64 y la pared trasera de la carcasa 68 pueden estar total o parcialmente bordeadas, por ejemplo en forma de la cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba 14.1, con vistas a la primera refrigeración K1.

La rendija de rodete delantera s2 se agranda con respecto a una rendija de rodete delantera mínima s2*, que garantiza la funcionalidad mecánica de la bomba centrífuga 14, mediante una reducción de la anchura del rodete 14.3, de tal manera que se somete a un agrandamiento máximo en un diámetro exterior DL del rodete 14.3, que preferiblemente disminuye de manera continua hasta la zona de entrada a los canales entre álabes 74 salvo por la rendija de rodete delantera mínima s2*, y de tal manera que la reducción de la anchura del rodete 14.3 en el diámetro exterior DL es del 40 al 50 % de la anchura de un rodete optimizado hidráulicamente.

Cada canal entre álabes 74 del rodete 14.3 entre dos álabes 72 vecinos está en comunicación de fluido con la rendija de rodete posterior s1, en la zona de su cara trasera de rodete 70 delimitadora, a través de al menos un orificio de lavado 76 que atraviesa la cara trasera del rodete 70. El lugar geométrico para el respectivo punto de paso del orificio de lavado 76 con la cara trasera del rodete 70 está determinado por el centro del canal entre álabes 74, en relación con la distancia entre los álabes 72 en el punto de paso, y aproximadamente por el centro de una longitud máxima de hilo de flujo del canal entre álabes 74 entre su entrada y salida. Todos los orificios de lavado 76 están dispuestos, a este respecto, preferiblemente en un único círculo de orificios.

Otra forma de realización preferida prevé que el acceso a una rendija de rodete posterior mínima s1*, orientada radialmente, que garantiza la funcionalidad mecánica de la bomba centrífuga 14 y que parte del diámetro exterior DL

del rodete 14.3, se amplíe en hasta 5 mm mediante una reducción del diámetro exterior DL. Una ampliación necesaria y deseada de la rendija de rodete posterior s1 consiste en que la cara trasera del rodete 70 en la zona entre el orificio de lavado 76 y un cubo del rodete 14.3 se somete a un mandrinado 78 en forma de superficie anular, cuya profundidad axial es de hasta 2 mm.

El orificio de lavado 76 o bien es preferiblemente circular con un diámetro de orificio Db o bien, alternativamente, tiene una forma que se desvía de la forma circular con un diámetro hidráulico Dh que es determinante para esta forma, midiéndose el diámetro hidráulico Dh de una manera conocida *per se* como el cociente del cuádruple de la sección transversal del orificio de lavado 76 y la circunferencia del orificio de lavado 76. Se propone a este respecto preferentemente que el diámetro del orificio Db o el diámetro hidráulico Dh sea del 30 al 50 % de la distancia entre los álabes 72 en el punto de paso del orificio de lavado 76.

Finalmente, la **Figura 9** muestra de forma aproximada y esquemáticamente indicada un primer flujo de lavado S1, un segundo flujo de lavado S2 y un tercer flujo de lavado S3 de acuerdo con la invención, que se explican con más detalle a continuación.

Las siguientes medidas, con las que se puede modificar de acuerdo con la invención una bomba centrífuga según el estado de la técnica, preferiblemente una disponible comercialmente, aseguran en combinación entre sí o en cada caso por sí solas el lavado del rodete 14.3 de acuerdo con la invención:

- Ensanchamiento de la rendija de rodete posterior s1 y/o de la rendija de rodete delantera s2 (véase la **Figura 9**) o bien
 - o mediante mandrinado del rodete 14.3 en ambas caras
 - o o bien mediante un elemento distanciador que actúa axialmente en la dirección de un árbol de la bomba y que está dispuesto en el punto de conexión entre la tapa de la carcasa 64 y la pared trasera de la carcasa 66, en donde el rodete 14.3 no está desplazado axialmente con respecto a la pared trasera de la carcasa 66 o está desplazado axialmente de forma correspondiente a o con el árbol de la bomba en la cámara de bombeo 68.
- Disposición de los citados orificios de lavado 76 de la manera descrita anteriormente.

Debido al ensanchamiento de la rendija de rodete posterior s1 o al acceso ampliado a la misma, el espacio lateral trasero de la rueda asociado está sometido a la presión estática que prevalece en el lado de salida del rodete 14.3, que allí tiene el diámetro exterior del rodete DL, más o menos sin restricciones en todo su rango de extensión radial. Hay una presión estática más baja en el canal entre álabes 74 en el respectivo orificio de lavado 76 que en el espacio lateral trasero de la rueda. Esto da lugar a un primer flujo de lavado S1 en el canal entre álabes 74, que se dirige radialmente desde el interior hacia el exterior. Si el producto alimenticio líquido tratado P* que se encuentra en el espacio lateral trasero de la rueda se enfría, dado el caso, contra la pared trasera de la carcasa 66, porque allí está prevista dado el caso la primera refrigeración K1, el producto alimenticio líquido tratado P*, refrigerado permanentemente por el primer flujo de lavado S1, entra ahora preferiblemente en la zona central del flujo en el canal entre álabes 74.

Debido al ensanchamiento descrito de la rendija de rodete delantera s2, el tercer flujo de lavado S3 puede formarse visto a lo largo del respectivo borde delantero del álabe 72 en el lado frontal y a lo largo de su rango de extensión axial. Las fuerzas impulsoras de este tercer flujo de lavado S3 resultan de la diferencia de presión en cada álabe 72, que viene dada por la presión estática en el lado superior del álabe, un lado de presión, y por la presión estática en el lado inferior del álabe, un lado de succión. El tercer flujo de lavado S3 provoca un intercambio del producto alimenticio líquido tratado P* dentro y fuera de la zona central del flujo en el canal entre álabes 74 asociado.

Debido a la rendija de rodete delantera s2 ensanchada, la diferencia entre la presión estática en la salida del rodete 14.3 y la presión estática en la entrada del lado de succión del rodete 14.3 puede dar lugar a la formación de un segundo flujo de lavado S2 orientado radialmente, sobre el que se superpone prácticamente de forma transversal el tercer flujo de lavado S3. Este segundo flujo de lavado S2 también garantiza un intercambio del producto alimenticio líquido tratado P* dentro y fuera de la zona central del flujo en el canal entre álabes 74 asociado.

Lista de referencias de las abreviaturas utilizadas

Figura 1 (Estado de la técnica)

- 100 instalación
- 10 recipiente infusor - (general)
- 10.4 cámara de refrigerante del lado del fondo del recipiente
- 12 tubo de salida
- 12.1 cámara de refrigerante del lado del tubo de salida

	14	primer dispositivo transportador
	14.1	cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba
5	16	cámara de vacío
	18	segundo dispositivo transportador
	20	entrada de producto
	22	entrada de vapor de agua externa
	24	entrada de vapor de agua interna
10	26	entrada de refrigerante del lado de la bomba
	28	salida de refrigerante del lado del infusor
	30	conducto de conexión
	32	salida de vapores
	34	conducto de evacuación - (para producto alimenticio tratado)
15	D	vapor de agua
	D1	vapor de agua externo
	D2	vapor de agua interno
20	K	refrigeración
	P	producto alimenticio líquido
	P'	producto alimenticio líquido calentado por infusor
	P*	producto alimenticio líquido tratado
	W	agua
25		
		Figuras 2 y 3
	(10	recipiente infusor)
	10.1	camisa del recipiente
30	10.2	fondo del recipiente
	10.3	abertura de salida
	(10.4	cámara de refrigerante del lado del fondo del recipiente)
	10.4.1	tercera entrada de refrigerante
35	10.4.2	tercera salida de refrigerante
	(12	tubo de salida)
	(12.1	cámara de refrigerante del lado del tubo de salida)
	12.1.1	segunda entrada de refrigerante
40	12.1.2	segunda salida de refrigerante
	14	bomba centrífuga
	(14.1	cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba)
	14.1.1	primera entrada de refrigerante
45	14.1.2	primera salida de refrigerante
	14.2	carcasa de la bomba
	14.3	rodete
	24.1	conducto de vapor
50	40	dispositivo de medición de temperatura
	42	dispositivo de regulación de velocidad de giro
	44	dispositivo de regulación de temperatura
	46	válvula reguladora - (para vapor de agua D, D2)
	48	línea de señales
55		
	50	dispositivo de control y regulación
	K1	primera refrigeración (de la carcasa de la bomba 14.2)
	K2	segunda refrigeración (del tubo de salida 12)
60	K3	tercera refrigeración (del fondo del recipiente 10.2)
	N	nivel de líquido
	SC	regulación de velocidad de giro
	T1	temperatura del vapor de agua - (vapor de agua D, D2)
65	T1(S)	valor de consigna de la temperatura del vapor de agua (vapor de agua D, D2)
	TIA	indicación y alarma de temperatura

	T2	temperatura del producto (producto alimenticio calentado por infusor P')
	T2(S)	valor de consigna de la temperatura del producto
	TIC	indicación y regulación de temperatura

5	a, b, d, d	conexiones (dispositivo de control y regulación 50 y (40, 42, 44, 46))
	h	altura de caída
	Δh	variación del nivel de líquido
	p(14)	presión de bombeo de la bomba centrífuga
10	n	velocidad de giro (en 1/min o frecuencia de giro en 1/s)

Figuras 4 a 8

	F	ensuciamiento con producto
15	B(o)	punto de funcionamiento sin ensuciamiento con producto
	B(F)1	primer punto de funcionamiento con ensuciamiento con producto - (para n(o))
	B(F)2	segundo punto de funcionamiento con ensuciamiento con producto - (para n(F)2 = n(o) + Δn)

	L	consumo de potencia - (bomba centrífuga 14)
20	L1	consumo de potencia sin ensuciamiento con producto - (para n(o))
	L2	consumo de potencia con ensuciamiento con producto - (para n(F)2 = n(o) + Δn)
	ΔL	diferencia de potencia

	PKL	curva característica de la bomba, general
25	PKL(o)	curva característica de la bomba sin ensuciamiento con producto - (para n(o))
	PKL(F)1	curva característica de la bomba con ensuciamiento con producto - (para n(o))
	PKL(F)2	curva característica de la bomba con ensuciamiento con producto - (para n(F)2 = n(o) + Δn)
	Q	flujo volumétrico - (general)
	Q(o)	flujo volumétrico sin ensuciamiento con producto - (para n(o))
30	Q(F)1	flujo volumétrico con ensuciamiento con producto - (para n(o))
	Q(F)2	flujo volumétrico con ensuciamiento con producto - (para n(F)2 = n(o) + Δn)
	ΔQ	diferencia de flujo volumétrico

35	RKL	curva característica de la tubería
	T11	temperatura del vapor de agua sin ensuciamiento con producto (= T1(S))
	T12	temperatura del vapor de agua con ensuciamiento con producto
	$\Delta T1$	incremento de temperatura - (debido al ensuciamiento con producto)

40	T21	temperatura del producto sin ensuciamiento con producto (= T2(S))
	T22	temperatura del producto con ensuciamiento con producto
	$\Delta T2$	disminución de temperatura - (debido al ensuciamiento con producto)

	n(o)	velocidad de giro inicial (sin ensuciamiento con producto)
45	n(F)2	velocidad de giro con ensuciamiento con producto en el segundo punto de funcionamiento - (en B(F)2)
	n(N)	velocidad de giro nominal - (de la bomba centrífuga 14 en el punto de diseño)
	Δn	diferencia de velocidad de giro (o diferencia de frecuencia de giro)

	P	presión de bombeo (general)
50	p(14)(o)	presión de bombeo de la bomba centrífuga sin ensuciamiento con producto (en B(o))
	p(14)(F)1	presión de bombeo de la bomba centrífuga con ensuciamiento con producto (en B(F)1)
	p(14)(F)2	presión de bombeo de la bomba centrífuga con ensuciamiento con producto (en B(F)2)
	$\Delta p(14)$	diferencia de presión de bombeo

55	T	tiempo - (general)
	t1	primer instante - (comienzo del ensuciamiento con producto)
	t2	segundo instante - (ensuciamiento con producto acumulado)
	Δt	diferencia de tiempo finita
	Dt	diferencia de tiempo diferencial

Figura 9

	(14	bomba centrífuga)
65	(14.1	cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba)
	(14.2	carcasa de la bomba)
	(14.3	rodete)

	60	entrada (tubuladura de succión)
	62	salida (tubuladura de presión)
	64	tapa de la carcasa
5	66	pared trasera de la carcasa
	68	cámara de bombeo
	70	cara trasera del rodete
	72	álabe
	74	canal entre álabes
10	76	orificio de lavado
	78	mandrinado en forma de superficie anular

	DL	diámetro exterior del rodete
	Db	diámetro del orificio
15	Dh	diámetro hidráulico

(K1 primera refrigeración (de la carcasa de la bomba 14.2))

	S1	primero flujo de lavado
20	S2	segundo flujo de lavado
	S3	tercer flujo de lavado

	s1	rendija de rodete posterior
	s1*	rendija de rodete posterior mínima
25	s2	rendija de rodete delantera
	s2*	rendija de rodete delantera mínima

La invención se refiere a un procedimiento para controlar y/o tratar productos alimenticios líquidos sensibles al calor (P) según la reivindicación 1 y a una instalación para llevar a cabo el procedimiento, que aseguran que, en caso de ensuciamiento con producto acumulado en la bomba centrífuga, se consigue una mejora en el control de nivel del recipiente infusor y, por tanto, un tiempo de permanencia constante del producto alimenticio líquido que se ha de calentar. Este objetivo se consigue, desde el punto de vista de la técnica de procedimiento, entre otras cosas,

- por que una reducción del flujo volumétrico de la bomba centrífuga (14) se contrarresta entonces con un aumento de la velocidad de giro inicial ($n(o)$) si esta reducción va acompañada simultáneamente de una disminución de temperatura ($\Delta T2$) de la temperatura del producto ($T2$) y
- por que el aumento de la velocidad de giro inicial ($n(o)$) tiene lugar en función de una disminución de temperatura ($\Delta T2$) de la temperatura del producto ($T2$) y/o de un incremento de temperatura ($\Delta T1$) de la temperatura del vapor de agua ($T1$), en donde la respectiva magnitud del aumento de la velocidad de giro inicial ($n(o)$) resulta de la necesidad según la tecnología de regulación de mantener constante al menos la temperatura del producto ($T2$).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos (P) sensibles al calor,

- 5 en el que el producto alimenticio líquido (P) es calentado directamente en un recipiente infusor (10) mediante vapor de agua (D; D1, D2) para formar un estado aséptico, en el que se extrae agua (W) del producto alimenticio líquido (P) por expansión a una presión inferior en una cantidad correspondiente a la del vapor de agua (D; D1, D2) suministrado previamente,
- 10 en el que el producto alimenticio líquido (P) es transportado entre el calentamiento y la expansión mediante una bomba centrífuga (14),
- en el que el producto alimenticio líquido (P), desde que entra a una zona inferior del recipiente infusor (10) y extendiéndose como máximo hasta la bomba centrífuga (14), se somete en al menos un tramo de este recorrido de flujo a una refrigeración (K) a través de las paredes en cada caso asociadas que bordean este recorrido de flujo,
- 15 en el que la bomba centrífuga (14) presenta una entrada (60), una salida (62) y una carcasa de bomba (14.2), que está formada por al menos una tapa de carcasa (64) y una pared trasera de carcasa (66) y en la que está formada una cámara de bombeo (68) en comunicación de fluido con la entrada (60) y la salida (62),
- en el que la bomba centrífuga (14) presenta un rodete (14.3) montado de manera giratoria en la cámara de bombeo (68),
- 20 el cual está abierto hacia la tapa de la carcasa (64) y cerrado hacia la pared trasera de la carcasa (66) por una cara trasera del rodete (70), en donde la bomba centrífuga (14) está diseñada de tal manera que una parte de un flujo volumétrico del producto alimenticio líquido (P) transportado por el rodete (14.3) sirve para el lavado según lo previsto del propio rodete (14.3) y de las zonas de la cámara de bombeo (68) inmediatamente contiguas al rodete (14.3),
- 25 en el que la bomba centrífuga (14) presenta una rendija de rodete delantera (s2) entre la tapa de la carcasa (64) y el rodete (14.3) y una rendija de rodete posterior (s1) entre la pared trasera de la carcasa (66) y el rodete (14.3),
- la rendija de rodete delantera (s2) se agranda en comparación con una rendija de rodete delantera mínima (s2*), que garantiza la funcionalidad mecánica de la bomba centrífuga (14), mediante una reducción de la anchura del rodete (14.3), la rendija de rodete delantera (s2) se somete a un agrandamiento máximo en un diámetro exterior (DL) del rodete (14.3), que disminuye hasta la zona de entrada a los canales entre álabes (74) del rodete (14.3)
- 30 salvo por la rendija de rodete delantera mínima (s2*), y
- la reducción de la anchura del rodete (14.3) en el diámetro exterior (DL) del rodete (14.3) es del 40 al 50 % de la anchura de un rodete optimizado hidráulicamente,
- y en el que están previstas las siguientes etapas (a) a (e):
- 35 (a) una temperatura de producto (T2) de un producto alimenticio líquido calentado por infusor (P'), detectada aguas abajo después de la bomba centrífuga (14), se regula mediante el suministro de vapor de agua (D; D1, D2) a una temperatura de vapor de agua (T1) en una zona superior del recipiente infusor (10) hasta un valor de consigna de la temperatura del producto (T2(S)) específico del producto y que debe alcanzarse según lo previsto, en donde una disminución de la temperatura del producto (T2) provoca un incremento de la
- 40 temperatura de vapor de agua (T1) y un incremento de la temperatura del producto (T2) provoca una correspondiente disminución;
- (b) en una fase inicial del tratamiento del producto alimenticio líquido (P), la bomba centrífuga (14) funciona a una velocidad de giro inicial (n(o)) que es inferior a una velocidad de giro nominal (n(N)) de la bomba centrífuga (14) en una cantidad predeterminada, en donde la velocidad de giro inicial (n(o)) depende del producto
- 45 alimenticio líquido (P) y/o del diseño de la bomba centrífuga (14);
- (c) una reducción del flujo volumétrico de la bomba centrífuga (14) se contrarresta entonces con un aumento de la velocidad de giro inicial (n(o)) si esta reducción va acompañada simultáneamente de una disminución de temperatura ($\Delta T2$) de la temperatura del producto (T2);
- (d) el aumento de la velocidad de giro inicial (n(o)) tiene lugar en función de la disminución de temperatura ($\Delta T2$) de la temperatura del producto (T2) y/o de un incremento de temperatura ($\Delta T1$) de la temperatura del
- 50 vapor de agua (T1), en donde la respectiva magnitud del aumento de la velocidad de giro inicial (n(o)) resulta de la necesidad según la tecnología de regulación de mantener constante al menos la temperatura del producto (T2);
- (e) las etapas (c) y (d) se repiten hasta que el valor de consigna de la temperatura del producto (T2(S)) que debe alcanzarse según lo previsto y/o la temperatura del vapor de agua (T1) necesaria al inicio del tratamiento para alcanzar el valor de consigna de la temperatura del producto (T2(S)) se ajusta(n) de nuevo a un valor estacionario.
- 55

2. Procedimiento según la reivindicación 1,

60 **caracterizado por que**

el aumento de la velocidad de giro inicial (n(o)) se realiza de forma continua.

3. Procedimiento según la reivindicación 2,

65 **caracterizado por que**

el gradiente del aumento continuo de la velocidad de giro inicial (n(o)) resulta de los requisitos según la ingeniería de regulación y se ajusta en función de la disminución de temperatura ($\Delta T2$) y/o del incremento de temperatura ($\Delta T1$) y/o

de los requisitos específicos del producto.

4. Procedimiento según la reivindicación 1,

caracterizado por que

- 5 el aumento de la velocidad de giro inicial ($n(o)$) se realiza en al menos un paso discreto con una diferencia de velocidad de giro (Δn) que resulta de los requisitos según la tecnología de regulación.

5. Procedimiento según la reivindicación 4,

caracterizado por que

- 10 la diferencia de velocidad de giro (Δn) se ajusta en función de la disminución de temperatura ($\Delta T2$) y/o del incremento de temperatura ($\Delta T1$) y/o de los requisitos específicos del producto.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que

- 15 la velocidad de giro inicial ($n(o)$) y/o el valor de consigna de la temperatura del producto ($T2(S)$) se fija(n) en función de parámetros preestablecidos que son característicos del producto alimenticio líquido (P), entendiéndose por parámetros preestablecidos las variables físicas tales como densidad, viscosidad y difusividad térmica del producto alimenticio líquido (P) y/o su composición, tal como la proporción de grasa y proteína.

20 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que

- la velocidad de giro inicial ($n(o)$) y/o el valor de consigna de la temperatura del producto ($T2(S)$) se ajusta(n) en función de las condiciones físicas límite a las que está sujeto el procedimiento, entendiéndose por condiciones físicas límite del procedimiento los parámetros preestablecidos del procedimiento relacionados con los procesos, tales como presión y temperatura.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 7,

caracterizado por que

- 30 la velocidad de giro inicial ($n(o)$) y/o el valor de consigna de la temperatura del producto ($T2(S)$) y/o la diferencia de velocidad de giro (Δn) y/o, como alternativa a la diferencia de velocidad de giro (Δn), el gradiente del aumento continuo de la velocidad de giro inicial ($n(o)$) se fija(n) mediante una función de calibración creada y almacenada antes o durante la puesta en marcha del procedimiento.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,

35 **caracterizado**

por que el producto alimenticio líquido (P) se suministra en forma de anillo y sobre él actúa por el interior un vapor de agua interno ($D2$) y por el exterior un vapor de agua externo ($D1$), y

- 40 **por que** el suministro del vapor de agua externo ($D1$) se ajusta en función de una presión de suministro requerida del vapor de agua interno ($D2$) en la zona superior del recipiente infusor (10) y mediante una regulación de la presión diferencial.

10. Instalación (100) para controlar y/o regular el tratamiento de productos alimenticios líquidos (P) sensibles al calor, con un recipiente infusor (10), en cuyo espacio superior desembocan un conducto de vapor (24.1) para un vapor de agua (D ; $D2$) y una entrada de producto (20), con una cámara de vacío (16) en comunicación de fluido con el recipiente infusor (10) a través de un conducto de conexión (30), con una bomba centrífuga (14) dispuesta en el conducto de conexión (30), con una abertura de salida (10.3) dispuesta en un fondo de recipiente (10.2) del recipiente infusor (10), con un tubo de salida (12) que se conecta a la abertura de salida (10.3) y que desemboca en la bomba centrífuga (14),

- 50 • con una cámara de refrigerante del lado del fondo del recipiente (10.4) y, además,
• con una cámara de refrigerante del lado de la carcasa de la bomba (14.1)
• y/o con una cámara de refrigerante del lado del tubo de salida (12.1),

caracterizada

- 55 • **por que** la bomba centrífuga (14) presenta una entrada (60), una salida (62) y una carcasa de bomba (14.2) que está formada por al menos una tapa de carcasa (64) y una pared trasera de carcasa (66) y en la que está formada una cámara de bombeo (68) que está en comunicación de fluido con la entrada (60) y la salida (62),
60 • **por que** la bomba centrífuga (14) presenta un rodete (14.3) alojado de manera giratoria en la cámara de bombeo (68), el cual está abierto hacia la tapa de la carcasa (64) y cerrado hacia la pared trasera de la carcasa (66) por una cara trasera del rodete (70), en donde la bomba centrífuga (14) está diseñada de tal manera que una parte de un flujo volumétrico del producto alimenticio líquido (P) transportado por el rodete (14.3) sirve para el lavado según lo previsto del propio rodete (14.3) y de las zonas de la cámara de bombeo (68) inmediatamente contiguas al rodete (14.3),
65 • **por que** la bomba centrífuga (14) tiene una rendija de rodete delantera ($s2$) prevista entre la tapa de la carcasa (64) y el rodete (14.3) y una rendija de rodete posterior ($s1$) entre la pared trasera de la carcasa (66) y el rodete

(14.3),

la rendija de rodete delantera (s2) se agranda en comparación con una rendija de rodete delantera mínima (s2*), que garantiza la funcionalidad mecánica de la bomba centrífuga (14), mediante la reducción de la anchura del rodete (14.3),

5 • **por que** la rendija de rodete delantera (s2) se somete a un agrandamiento máximo en un diámetro exterior (DL) del rodete (14.3), que disminuye hasta la zona de la entrada a los canales entre álabes (74) del rodete (14.3) salvo por la rendija de rodete delantera mínima (s2*), y

• **por que** la reducción de la anchura del rodete (14.3) en el diámetro exterior (DL) del rodete (14.3) es del 40 al 50 % de la anchura de un rodete optimizado hidráulicamente,

10 • **por que** en el conducto de conexión (30), aguas abajo inmediatamente después de la bomba centrífuga (14), está previsto un dispositivo de regulación de temperatura (44) para regular una temperatura del producto (T2), el cual coopera con una válvula reguladora (46) dispuesta en el conducto de vapor (24.1),

• **por que** en el conducto de vapor (24.1), aguas abajo después de la válvula reguladora (46), está previsto un dispositivo de medición de temperatura (40) para una temperatura del vapor de agua (T1),

15 • **por que** la bomba centrífuga (14) tiene asociado un dispositivo de regulación de velocidad de giro (42) para regular una velocidad de giro (n) de la bomba centrífuga (14)

• y **por que** está previsto un dispositivo de control y regulación (50) que, en cooperación con el dispositivo de regulación de temperatura (44), con la válvula reguladora (46), con el dispositivo de medición de temperatura (40) y con el dispositivo de regulación de velocidad de giro (42), ajusta una velocidad de giro inicial (n(o)), específica del producto, de la bomba centrífuga (14) y la temperatura del vapor de agua (T1) y lleva a cabo un aumento de la velocidad de giro inicial (n(o)).

11. Instalación (100) según la reivindicación 10,

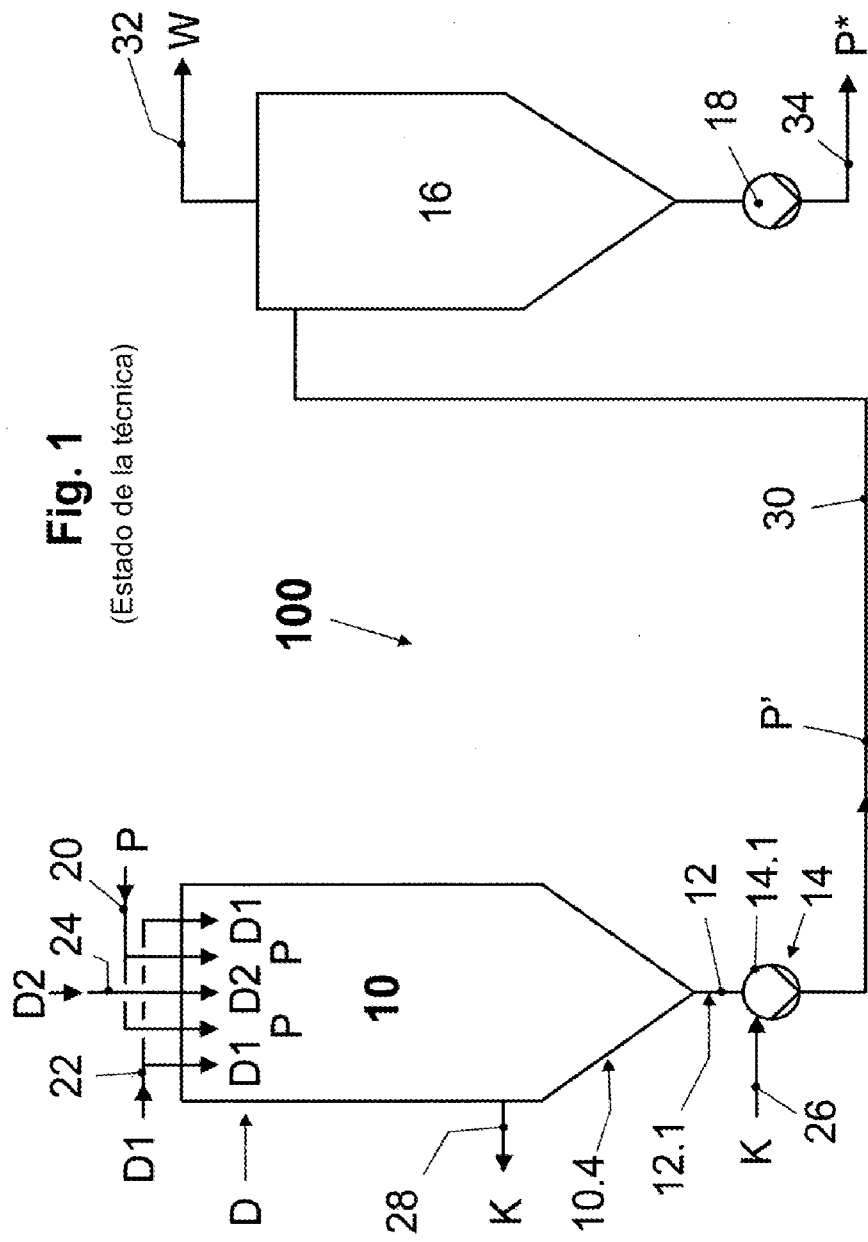
caracterizada por que

25 la cámara de refrigerante del lado del fondo del recipiente, del lado del tubo de salida y del lado de la carcasa de la bomba (10.4, 12.1, 14.1) se someten a una refrigeración (K) por separado entre sí.

12. Instalación (100) según la reivindicación 10,

caracterizada por que

30 al menos dos cámaras de refrigerante (10.4, 12.1, 14.1) están conectadas en serie entre sí y se someten a una refrigeración (K) a contracorriente respecto a un producto alimenticio calentado por infusor (P').



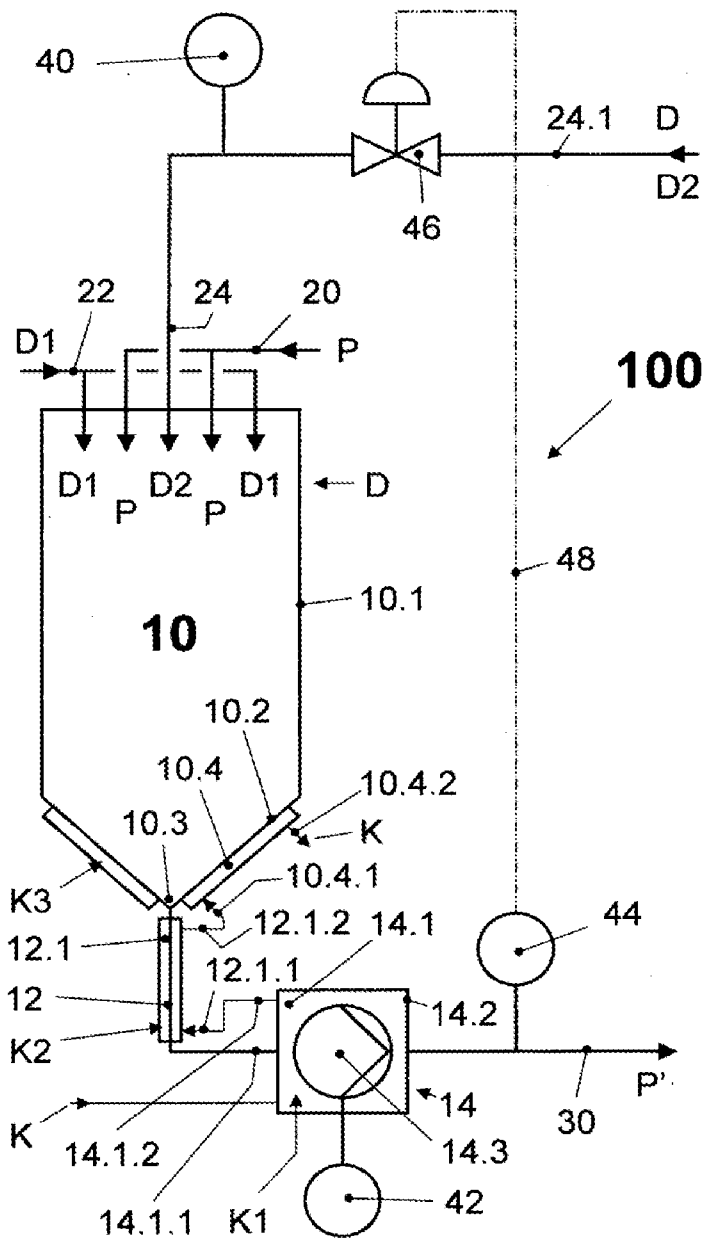
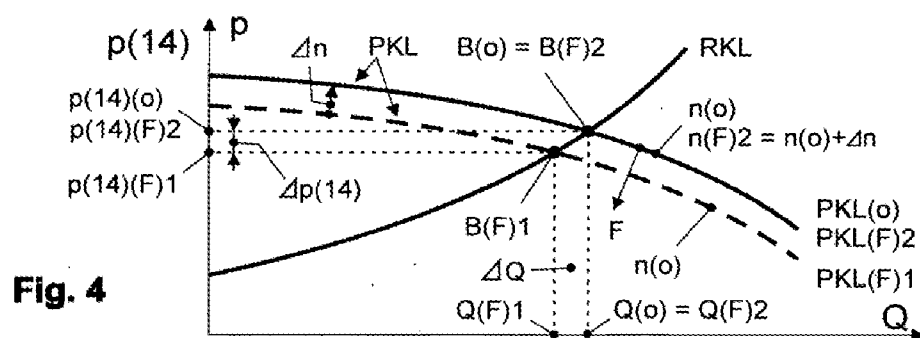
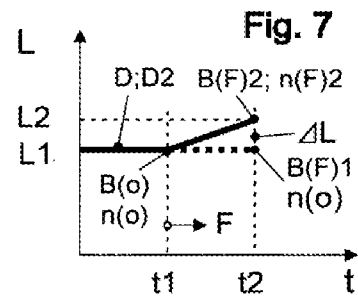
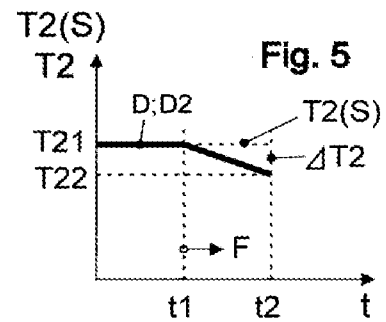
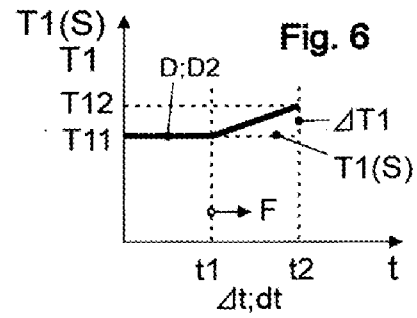
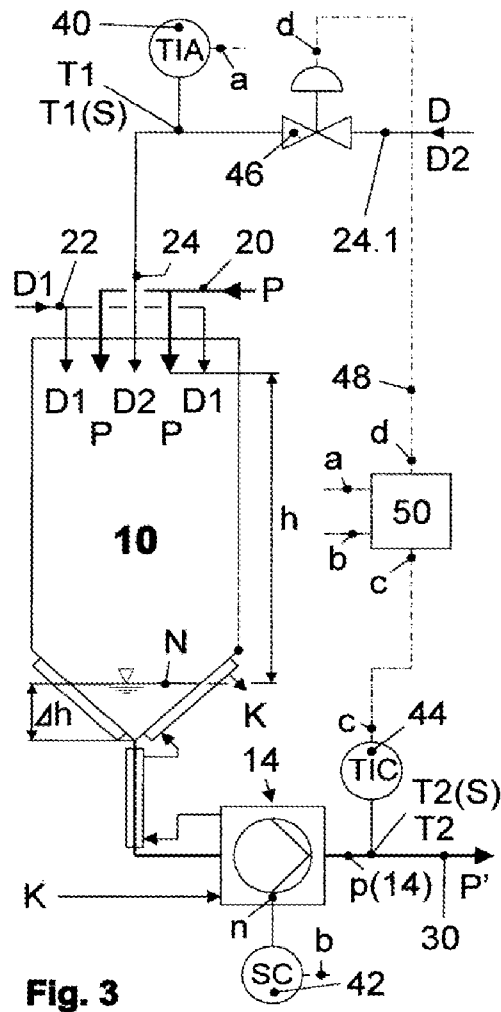


Fig. 2



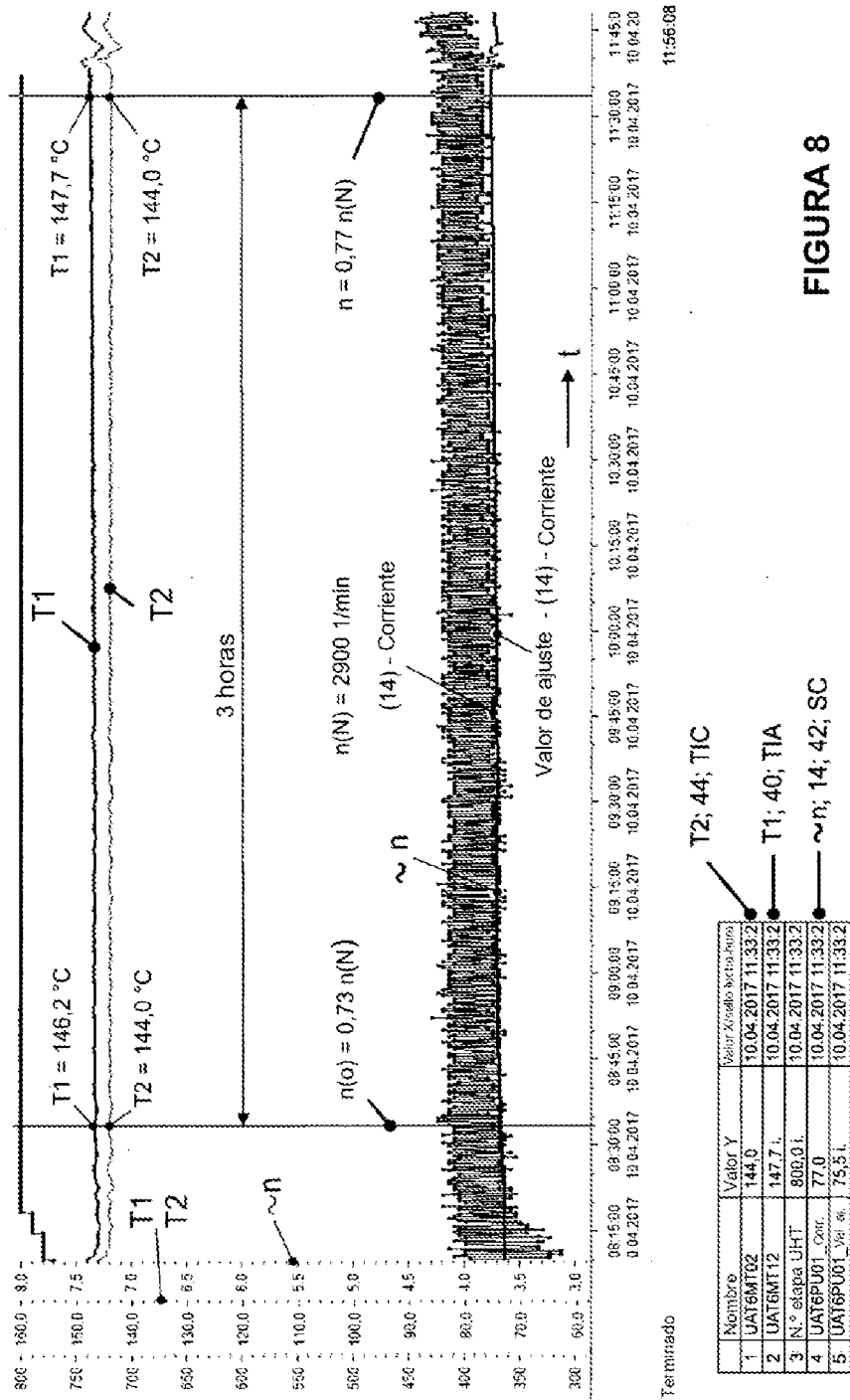


FIGURA 8

