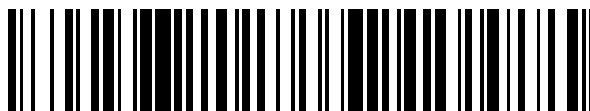


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 541 403**

51 Int. Cl.:

H05B 3/60 (2006.01)

F28D 15/00 (2006.01)

F24H 1/10 (2006.01)

A23L 3/005 (2006.01)

A23L 1/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2011 E 11716302 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 2667731**

54 Título: **Método de tratamiento térmico continuo y dispositivo de calentamiento para un fluido eléctricamente conductor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.07.2015

73 Titular/es:

**UNIVERSITÉ MONTPELLIER 2 SCIENCES ET
TECHNIQUES (50.0%)
Place Eugène Bataillon
34000 Montpellier, FR y
EMMEPIEMME (50.0%)**

72 Inventor/es:

**PAIN, JEAN-PIERRE LUCIEN JOSEPH;
ROUX, STEPHANIE MURIELLE y
MASSA, MARIO**

74 Agente/Representante:

DÍAZ NUÑEZ, Joaquín

ES 2 541 403 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de tratamiento térmico continuo y dispositivo de calentamiento para un fluido eléctricamente conductor

5

Campo de la invención

[0001] La invención se refiere al calentamiento de fluidos, y más en particular a tratamientos térmicos continuos aplicados a un producto alimenticio líquido. Dicho producto alimenticio líquido puede incluir en particular líquidos que han de pasteurizarse, esterilizarse, calentarse, coagularse, tales como el huevo líquido, la sangre y productos lácteos.

10

[0002] La invención se refiere adicionalmente al calentamiento de otros fluidos, tal como, por ejemplo, cremas u otros productos similares en la industria cosmética.

15

Antecedentes de la invención

[0003] El calentamiento óhmico es un método ya conocido para calentar líquidos. Se usan un par de electrodos para aplicar una tensión o un campo eléctrico y generar una corriente eléctrica directamente a través del medio líquido que se va a tratar. Esta técnica puede aplicarse a líquidos que contienen iones libres, que, por lo tanto, son conductores eléctricos. Los movimientos de las cargas eléctricas crean calor en el producto según la ley de Joule. La generación de calor es una función directa de la geometría, la conductividad eléctrica de un producto dado y la tensión. El calentamiento óhmico es un calentamiento en volumen, a diferencia del calentamiento por convección de la superficie caliente de un intercambiador de calor.

20

[0004] Cuando este método se aplica a un fluido que circula por un conducto para poner en práctica un proceso de calentamiento continuo, el líquido que circula a baja velocidad cerca de las paredes del conducto alcanza una mayor temperatura que el líquido que circula a mayor velocidad en el centro del conducto debido a su mayor exposición a la tensión. Por tanto, el sobrecalentamiento del líquido puede experimentarse cerca de las paredes debido al perfil no uniforme de las velocidades en una sección transversal del conducto, que se debe a la viscosidad del líquido. El sobrecalentamiento del líquido, a su vez, puede causar efectos perjudiciales, tales como la coagulación, contaminación y/o obstrucción y la interrupción de la cadena de producción.

25

30

[0005] El documento FR 2 863 829 desvela un tratamiento térmico continuo de un fluido que se calienta a través de electrodos separados a lo largo del eje longitudinal de flujo. La temperatura superficial del fluido se controla gracias a unos detectores de temperatura asociados a un flujo de refrigeración exterior. Bajando continuamente la temperatura superficial, este concepto disminuye la obstrucción del tubo. Sin embargo, es necesario un fluido de refrigeración para enfriar el fluido principal, y también es necesario un sistema adicional que comprende bombas, tubos y otros dispositivos para manipular este fluido de refrigeración. Como resultado, el sistema es complejo, costoso y requiere un aumento de mantenimiento. Además, la energía transferida al fluido de refrigeración se pierde.

35

40

Resumen de la invención

[0006] Un objeto de la invención es abordar los problemas que se han mencionado anteriormente y proporcionar un método y un dispositivo para el calentamiento continuo en volumen y/o cocer líquidos que permiten una reducción sustancial de la obstrucción y/o contaminación resultantes del calentamiento óhmico continuo de un fluido viscoso que fluye a través de un circuito de calentamiento.

45

[0007] Otro objeto de la invención es proporcionar un método y un dispositivo para el calentamiento en volumen continuo y/o cocer líquidos que sea más sencillo que los métodos y dispositivos de la técnica anterior, bien adaptados a procesos de producción industriales, y con una reducción de los costes de fabricación y mantenimiento.

50

[0008] De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un método para calentar un fluido eléctricamente conductor, que comprende las etapas de:

55

- hacer circular el fluido en un circuito de una entrada a una salida, a través de una ruta de entrada del circuito en el que el fluido fluye en una primera dirección media, y a través de una ruta de salida del circuito en el que el fluido fluye en una segunda dirección media sustancialmente opuesta a la primera dirección,
- someter al fluido al calentamiento óhmico mientras el fluido fluye a través del camino de fluido de salida,

60

comprendiendo el método adicionalmente una etapa de transferir el calor del fluido que fluye a través de la ruta de salida al fluido que fluye a través de la ruta de entrada por conducción térmica a través de una pared de separación eléctricamente aislada al menos parcialmente que separa dicha ruta de entrada y dicha ruta de salida.

5 **[0009]** El líquido más caliente que circula a través de la ruta de salida en particular cerca de la pared de separación se enfría por el líquido refrigerador que circula a través de la ruta de entrada. De esta manera, se reduce sustancialmente el riesgo de sobrecalentamiento del líquido que circula con una baja velocidad cerca de la pared, y no es necesario ningún circuito de refrigeración secundario para enfriar ese fluido cerca de la pared de separación. Además, el método permite optimizar el consumo de energía del proceso ya que se usa el calor extraído del fluido en la ruta de salida para calentar previamente ese mismo fluido en la ruta de entrada, y no se pierde en un refrigerante como en los dispositivos y métodos previos de la técnica anterior.

10 **[0010]** El fluido puede ser un líquido, un gel o una pasta, o una mezcla de sustancias líquidas y sólidas. También puede volverse sólido debido, por ejemplo, a la cocción en la ruta de salida, y la extrusión a través de la salida.

15 **[0011]** Para una mejor eficacia, se prefiere que el fluido fluya o circule continuamente de la entrada a la salida. Sin embargo, si el flujo varía, el calentamiento óhmico puede adaptarse en consecuencia.

20 **[0012]** El método de la invención puede comprender adicionalmente una etapa de someter el fluido a calentamiento óhmico mientras dicho fluido fluye a través de la ruta de entrada.

[0013] De acuerdo con algunas realizaciones, el método puede comprender adicionalmente al menos una de las siguientes etapas:

25 - aplicar al menos de una tensión que induzca el calentamiento óhmico en el fluido que fluye a través de la ruta de entrada entre al menos dos electrodos dispuestos en dicha ruta de entrada,
- aplicar al menos de una tensión en el fluido que fluye a través de la ruta de salida entre al menos dos electrodos dispuestos en dicha ruta de salida.

30 **[0014]** También puede comprender adicionalmente al menos una de las siguientes etapas:

35 - aplicar una primera y una segunda tensión que induce un calentamiento óhmico en el fluido que fluye a través de la ruta de entrada, estando dicha primera tensión aplicada entre un primer electrodo dispuesto sustancialmente hacia un primer extremo axial de la ruta de entrada y un segundo electrodo dispuesto sustancialmente hacia la mitad de la ruta de entrada, y estando dicha segunda tensión aplicada entre dicho segundo electrodo y un tercer electrodo dispuesto sustancialmente hacia un segundo extremo axial de la ruta de entrada,
- aplicar una tercera y una cuarta tensión que induce un calentamiento óhmico en el fluido que fluye a través de la ruta de salida, estando dicha tercera tensión aplicada entre el cuarto electrodo dispuesto sustancialmente hacia un primer extremo axial de la ruta de salida y un quinto electrodo dispuesto sustancialmente hacia la mitad de la ruta de salida, y estando dicha cuarta tensión aplicada entre dicho quinto electrodo y un sexto electrodo dispuesto sustancialmente hacia un segundo extremo axial de la ruta de salida.

45 **[0015]** La aplicación de varias tensiones que inducen el calentamiento óhmico en el fluido permite aumentar la eficacia del calentamiento y mejorar así los caudales que se van a tratar.

50 **[0016]** El método de la invención puede comprender adicionalmente una etapa de inducir el calentamiento óhmico en el fluido aplicando una tensión CA (corriente alterna) entre unos electrodos al menos parcialmente en contacto con el fluido.

55 **[0017]** El uso de tensiones CA permite evitar los efectos de la electrólisis que pueden tener lugar con las tensiones CC. Las tensiones CA pueden ser señales de radiofrecuencia, comprendiendo, por ejemplo, frecuencias de aproximadamente 30 kHz, y de cualquier forma de onda (seno, onda cuadrada,...).

[0018] De acuerdo con algunas realizaciones, el método de la invención puede comprender adicionalmente:

60 - una etapa de hacer circular el fluido a través de la ruta de entrada a una mayor velocidad media que a través de la ruta de salida. Esto puede conseguirse teniendo las superficies de la sección transversal de valores diferentes en lo que respecta a las rutas de entrada y de salida de interés;
- una etapa de medir la temperatura del fluido en al menos una ruta entre la ruta de entrada y la ruta de salida, para permitir un control de la temperatura de flujo, así como su homogeneidad.

[0019] De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo de calentamiento para calentar un fluido eléctricamente conductor que circula en el dispositivo, que comprende:

- 5 - una entrada a través de la cual el fluido entra en el dispositivo y una salida a través de la cual el fluido sale del dispositivo,
 - una ruta de entrada que se extiende sustancialmente paralela a un eje longitudinal XX entre un primer extremo axial conectado con la entrada y un segundo extremo axial axialmente separado del primer extremo axial,
10 - una ruta de salida que se extiende sustancialmente paralela al eje longitudinal XX entre un primer extremo axial y un segundo extremo axial conectado con la salida, estando el primer extremo axial situado axialmente alrededor de la misma posición axial que el segundo extremo axial de la ruta de entrada, estando el segundo extremo axial de la ruta de salida situado axialmente alrededor de la misma posición axial que el primer extremo axial de la ruta de entrada,
15 - medios de transferencia de fluido para permitir que el fluido salga a través del segundo extremo axial de la ruta de entrada para entrar a través del primer extremo axial de la ruta de salida,
 - una pluralidad de electrodos para aplicar al menos una tensión en el fluido que fluye a través de la ruta de salida,

20 **[0020]** comprendiendo adicionalmente el dispositivo de la invención una pared de separación eléctricamente aislada al menos parcialmente contigua a las rutas de entrada y salida y que se extiende axialmente entre la posición axial del primer extremo de la ruta de entrada y la posición axial del segundo extremo de la ruta de entrada, permitiendo dicha pared de separación la transferencia de calor por la conducción entre dicha ruta de entrada y dicha ruta de salida.

25 **[0021]** De acuerdo con algunas realizaciones, el dispositivo de la invención puede comprender adicionalmente:

- una pluralidad de electrodos para aplicar al menos una tensión en el fluido que fluye a través de la ruta de entrada;
30 - unos electrodos situados hacia los extremos axiales de la ruta de entrada y/o la ruta de salida;
 - una pared de separación de una forma sustancialmente tubular que encierra radialmente la ruta de salida;
 - una pared externa de una forma tubular que encierra radialmente la ruta de entrada;
 - una pared de separación y/o una pared externa de una sección sustancialmente circular o de cualquier otra sección.

35 **[0022]** La superficie de la sección transversal media de la ruta de entrada puede ser similar a, o inferior a la superficie de la sección transversal media de la ruta de salida. Esto permite ajustar el flujo respectivo en la ruta de entrada y de salida, y así el tiempo de recorrido de una parte dada de fluido en estas rutas de entrada y de salida y el control de la manera en que se calentará.

40 **[0023]** De acuerdo con algunas realizaciones:

- los medios de transferencia de fluido pueden comprender una conexión directa fluida entre el segundo extremo axial de la ruta de entrada y el primer extremo axial de la ruta de salida;
45 - los medios de transferencia fluido pueden comprender una salida intermedia para permitir que el fluido salga del segundo extremo axial de la ruta de entrada, y una entrada intermedia para permitir que el fluido entre a través del primer extremo axial de la ruta de salida.

50 **[0024]** Adicionalmente, el dispositivo de calentamiento de la invención puede comprender adicionalmente una entrada adicional en el primer extremo axial de la ruta de salida. Esta entrada adicional puede permitir insertar otro producto, líquido, en pasta, o en forma de una barra sólida, para obtener en la salida un producto de compuesto.

55 **[0025]** Esto es de hecho una ventaja de la invención ya que hace posible diseñar una ruta de salida sustancialmente lineal con una sección y forma específicas y sin asperezas que permita cocer productos líquidos (tal como, por ejemplo, huevos) hasta el punto que solidifican en la última sección de la ruta de salida y se extruyen a través de la salida bajo la presión del fluido inyectado a través de la entrada. Las transferencias de calor pueden ajustarse de manera que el producto no se solidifique cerca de la pared de separación que se enfría por el fluido entrante en la ruta de entrada, hasta dejar una película de fluido que evite la adherencia a la pared.

60 **[0026]** Adicionalmente, el dispositivo de calentamiento de la invención puede comprender adicionalmente en la salida un medio de retención lateral con aperturas sustancialmente estrechas que se oponen al flujo y que permiten mantener una presión en la ruta de salida más alta que fuera. Así, el producto puede calentarse a temperaturas

superiores a 100 °C en la ruta de salida mientras se mantiene el líquido, y se extruye a través de las aperturas donde solidifica en forma de una espuma mientras el agua en el interior se evapora y crea un patrón de microcélulas vacías. Por ejemplo, pueden tratarse de esta manera los cereales.

5 **[0027]** De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se propone un sistema para calentar un fluido eléctricamente conductor, que comprende una pluralidad de dispositivos de calentamiento de la invención con una salida intermedia en conexión fluida con una entrada de otro dispositivo, y una entrada intermedia en conexión fluida con la salida del mismo dispositivo.

10 **[0028]** Así, los sistemas de calentamiento de la invención pueden estar en cascada para una mejor eficacia, por ejemplo, fluyendo el fluido a través de todas las rutas de entrada de los dispositivos y después a través de las rutas de salida de los mismos dispositivos en orden inverso.

15 **[0029]** Los sistemas de calentamiento de la invención también pueden estar en cascada de un modo más clásico, fluyendo el fluido de la entrada a la salida de un dispositivo y después a través de otro.

Descripción de los dibujos

20 **[0030]** Los métodos de acuerdo con las realizaciones de la presente invención pueden entenderse mejor en referencia a los dibujos, que se dan únicamente con fines ilustrativos y no pretenden ser limitantes. Otros aspectos, objetivos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de las descripciones dadas en lo sucesivo.

- La figura 1 es una sección longitudinal de una primera realización esquemática de la invención;
- la figura 2 muestra las curvas de las temperaturas del fluido y la pared a lo largo de la longitud de un dispositivo de calentamiento de acuerdo con la primera realización de la invención;
- la figura 3 es una sección longitudinal de una segunda realización esquemática de la invención;
- la figura 4 muestra las curvas de las temperaturas del fluido y la pared a lo largo de la longitud de un dispositivo de calentamiento de acuerdo con la segunda realización de la invención;
- la figura 5 es una sección longitudinal de una tercera realización esquemática de la invención.

30 **[0031]** Con fines de claridad, se hará referencia a los elementos idénticos o similares de la invención con números de referencia idénticos en todas las figuras.

Descripción detallada de la invención

35 **[0032]** La figura 1 ilustra una primera realización de la invención que básicamente comprende una entrada I y una salida la O entre las que circula un fluido eléctricamente conductor en un circuito. La entrada está conectada a una bomba para distribuir el fluido a presión al circuito fluido. El circuito comprende al menos una ruta de entrada y una ruta de salida. La ruta de entrada se extiende en paralelo a un eje longitudinal XX entre un primer extremo axial 10 conectado con la entrada I y un segundo extremo axial 20 separado axialmente del primer extremo axial 10. La ruta de salida se extiende en paralelo al eje longitudinal XX entre un primer extremo axial 30 y un segundo extremo axial 40 que está axialmente separado del primer extremo axial 30.

45 **[0033]** Las rutas se sitúan mutuamente de tal forma que el primer extremo axial 30 de la ruta de salida se sitúe axialmente en la misma posición axial que el segundo extremo axial 20 de la ruta de entrada, y en conexión fluida con el último. Además, el segundo extremo axial 40 de la ruta de salida está axialmente en la misma posición axial que el primer extremo axial 10 de la ruta de entrada.

50 **[0034]** Se sitúan al menos dos electrodos 3, 4 entre el primer extremo 10 y el segundo extremo 20 de la ruta de entrada. De acuerdo con esta realización, estos electrodos de extremo 3, 4 se sitúan cerca del primer extremo 30 y el segundo extremo 40 de la ruta de salida. Los electrodos de extremo 3, 4 situados en los extremos de la pared tubular externa 2, permiten que se genere una corriente eléctrica alterna en el fluido eléctrico conductor que se va a tratar y por tanto calentarlo, como se detallará más tarde.

55 **[0035]** Tal disposición puede obtenerse a través de dos medios tubulares coaxiales 1, 2 en los que el tubo interno 1 es una pared de separación que encierra radialmente la ruta de salida. El medio tubular externo 2 encierra radialmente la ruta de entrada.

60 **[0036]** Ambos medios tubulares 1, 2 están aislados eléctricamente y, por lo tanto, la pared interna o de separación 1 está contigua tanto a la ruta de entrada como a la ruta de salida como se muestra en la figura 1.

[0037] La pared interna o de separación 1 se hace de un material que tiene una alta conductividad térmica, y tiene un grosor bastante pequeño para transferir el calor como será explicado más tarde.

5 **[0038]** Un fluido eléctricamente conductor circula desde la entrada I a la salida O del circuito así creado a través de una ruta de entrada en la que el fluido circula en una primera dirección como se ilustra por la flecha A, y después a través de una ruta de salida donde el fluido circula en una segunda dirección a la que se hace referencia por la flecha la B. La primera dirección A está opuesta a la segunda dirección B.

10 **[0039]** La entrada I del circuito está constituida, por ejemplo, por un canal a través del primer extremo de electrodo 4. El fluido fluye en primer lugar a través de la ruta de entrada radialmente definida entre el tubo interno 1 y el tubo externo 2, en la primera dirección A. El segundo electrodo de extremo 3 (electrodo de tensión) que se sitúa a una distancia axialmente final de la pared de separación interna 1 tiene también la función de desviar el flujo que a partir de entonces circula en la segunda dirección B opuesta a la primera dirección A, todo a lo largo y en el interior del tubo interno 1. Por lo tanto, el fluido eléctricamente conductor fluye a la salida O situada axialmente cerca de la entrada I y una vez más se calienta entre el segundo electrodo 3 y el primer electrodo 4 (conectado con tierra). El tubo interno 1 es una pared de separación eléctricamente aislada de tal modo que el calor se transfiere por la conducción de calor del fluido que fluye a través de la ruta de salida al fluido que fluye a través de la ruta de entrada.

20 **[0040]** De acuerdo con la segunda realización ilustrada en la figura 1 únicamente se proporcionan dos electrodos 3, 4 en cada extremo tanto de la ruta de entrada como de salida. Además, estos electrodos 3, 4 se sumergen directa y parcialmente con el fluido que se va a tratar.

[0041] La disposición es tal que la entrada se proporciona a través del primer electrodo 4.

25 **[0042]** Las dimensiones respectivas de los tubos 1, 2 son de tal forma que la sección transversal de la ruta de entrada tiene casi el mismo valor que la sección transversal de la ruta de salida. De acuerdo con una realización preferida, la sección transversal de la ruta de entrada es inferior a la sección transversal de la ruta de salida.

30 **[0043]** La segunda alternativa crea un mayor tiempo de permanencia para el fluido en la ruta de salida y, en consecuencia, menores temperaturas del fluido en la ruta de entrada, así como menores temperaturas de la pared como se mostrará más adelante.

35 **[0044]** De acuerdo con un ejemplo, el grosor de la pared de separación interna 1 es de aproximadamente 2,5 mm mientras que el grosor de la pared tubular externa 2 es de aproximadamente 8 mm. El diámetro externo de la pared externa 2 es de aproximadamente 50 mm mientras que el diámetro externo de la pared de separación 1 es de aproximadamente 28 mm. En este ejemplo, el flujo fluido es de aproximadamente 150 l/h.

40 **[0045]** La figura 2 ilustra las temperaturas del fluido respectivamente en la ruta de entrada (curva C1) y en la ruta de salida (curva C2) en caso de valores de sección transversal iguales tanto para la ruta de salida como de entrada. La tercera curva C es la temperatura de la pared de separación a lo largo de la dicha pared 1. Se obtiene un primer aumento de temperatura debido al efecto Joule en la ruta de entrada: de aproximadamente 50 °C en el primer extremo 10 de la ruta de entrada a aproximadamente 100 °C en el segundo extremo 20 de la ruta de entrada. Esta temperatura final aumenta a aproximadamente 130 °C cuando el fluido circula desde el primer extremo 30 de la ruta de salida al segundo extremo 40 de la ruta de salida que coincide axialmente con la salida del circuito O.

45 **[0046]** Es interesante indicar que las temperaturas aumentan con regularidad y despacio desde la entrada I hasta la salida O del circuito. Además, la temperatura de la pared de separación aumenta muy despacio y con regularidad: de aproximadamente 90 °C a un máximo de 100 °C. En otras palabras, la pared de separación 1 tiene una temperatura media que varía ligeramente de forma axial. Ésta es una importante ventaja ya que permite limitar considerablemente la obstrucción y/o la contaminación de la pared de separación 1 por el sobrecalentamiento local.

[0047] La diferencia de presión del fluido entre la entrada I y la salida O es muy pequeña. Esto permite tener un pequeño grosor para la pared de separación 1 que garantiza una buena transferencia de calor por conducción.

55 **[0048]** La figura 3 se refiere a otra realización que se diferencia de la primera por un electrodo adicional o intermedio 5A, 5B situado axialmente entre el primer electrodo 4 y el segundo electrodo 3 y que está también en contacto directo con el fluido eléctricamente conductor: El electrodo intermedio comprende un anillo interno 5B incluido en la pared de separación 1, así como una parte externa 5A incluida en la pared externa 2. Este electrodo adicional 5A, 5B es el electrodo de tensión mientras que los electrodos 3 y 4 están conectados con tierra.

60 **[0049]** En esta realización, la sección transversal de la ruta de entrada puede ser igual o inferior a la sección transversal de la ruta de salida.

- 5 [0050] La figura 4 se refiere a una sección transversal inferior para la ruta de entrada: las temperaturas de la pared interna disminuyen ligeramente (curva C) a lo largo de la pared, de entrada/salida del circuito (I/O) a los extremos opuestos del circuito 20, 30. Estas temperaturas superficiales inferiores evitan claramente la obstrucción de dicha pared de separación interna 1.
- 10 [0051] Se muestra otra realización de la invención en la figura 5. La estructura comprende los mismos elementos que la estructura ilustrada en la figura 1, junto con medios adicionales que son la entrada intermedia I' y la salida intermedia O'.
- 15 [0052] En esta realización, el segundo extremo axial 20 de la ruta de entrada no está en conexión fluida directa con el primer extremo axial 30 de la ruta de salida. El fluido, después de fluir a través de la ruta de entrada en la dirección A deja el dispositivo a través de la salida intermedia O', y la entrada intermedia I' permite inyectarlo en la ruta de salida, de manera que pueda fluir en la dirección B.
- 20 [0053] Esta realización permite calentar en cascada los dispositivos de la invención, con todas las rutas de entrada en serie en primer lugar, y después todas las rutas de salida en serie, a lo largo de la ruta del fluido. Esto se consigue mediante la conexión de la salida intermedia O' del primer dispositivo de calentamiento a la entrada I del segundo dispositivo de calentamiento, y la salida O del segundo dispositivo de calentamiento a la entrada intermedia I' del primer dispositivo de calentamiento, y así sucesivamente para los siguientes dispositivos. El último dispositivo de calentamiento puede ser un dispositivo de la realización de la figura 1, o un dispositivo de la realización de la figura 5 con la salida intermedia O' conectada a la entrada intermedia I'.
- 25 [0054] De este modo, es posible construir un sistema de calentamiento compuesto por una pluralidad de dispositivos de calentamiento más pequeños que sea funcionalmente equivalente a un único dispositivo de calentamiento grande con una ruta de entrada y una ruta de salida cuyas longitudes correspondan a la suma de las longitudes de los rutas de entrada y las rutas de salida de los dispositivos de calentamiento individuales más pequeños, respectivamente.
- 30 [0055] Por supuesto, puede conseguirse el mismo resultado con sistemas modificados en base a la realización de la figura 3 o cualquier otra realización aplicable.
- [0056] Por supuesto, los dispositivos de la invención también pueden estar en cascada de manera que una salida O de un primer dispositivo esté conectada a la entrada I de otro dispositivo, y así sucesivamente.
- 35 [0057] Se proporciona ventajosamente al menos un detector de temperatura (no visible) en al menos la entrada I y/o en la salida O del circuito, y esto permite controlar continuamente la potencia de los y, por consiguiente, la temperatura del fluido dentro del circuito.
- 40 [0058] Además, la pared de separación interior 1 se mantiene bastante fría lo que genera una capa parietal de baja viscosidad, facilitando que el fluido fluya en la misma. Esta capa proporciona una lubricación continua del interior de esta pared que disminuye la presión en la misma. Por lo tanto, se proporciona un flujo excelente en el dispositivo de acuerdo con la invención.
- 45 [0059] En particular, pueden manipularse productos con viscosidades que varían según las temperaturas de acuerdo con la invención: En la salida del fluido, dichos productos mostrarán una alta viscosidad interior y una baja viscosidad exterior. La viscosidad aumenta cuando la temperatura disminuye.
- 50 [0060] Por ejemplo en la salida del fluido, se cocinará un pastel en el fondo (interior) y mostrará una baja viscosidad exterior. Se puede proporcionar pan esponjoso, sin la corteza exterior.
- [0061] Como aparece claramente en la memoria descriptiva, se usa un único circuito de fluido lo que simplifica significativamente tanto el método como el dispositivo de acuerdo con la invención.

REVINDICACIONES

1. Procedimiento de calentamiento de un fluido eléctricamente conductor que comprende las etapas de:

5 - hacer circular el fluido por un circuito desde una entrada (I) hasta una salida (O), a través de una ruta de entrada del circuito en el que el fluido fluye en una primera dirección media (A), y a través de una ruta de salida del circuito en el que el fluido fluye en una segunda dirección media (B) sustancialmente opuesta a la primera dirección,
 - someter el fluido a un calentamiento óhmico mientras que el fluido fluye a través del camino de salida,
 10 **caracterizado por que** comprende adicionalmente una etapa de transferencia de calor del fluido que fluye a través de la ruta de salida al fluido que fluye a través de la ruta de entrada por conducción térmica a través de una pared de separación parcialmente aislada eléctricamente al menos parcialmente (1, 1A, 1 B) separando dicha ruta de entrada y dicha ruta de salida.

15 2. Procedimiento de la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende además una etapa que consiste en someter el fluido a un calentamiento óhmico mientras que dicho fluido fluye a través de la ruta de entrada.

3. Procedimiento de la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** comprende adicionalmente al menos una de las siguientes etapas:

20 - aplicar al menos de una tensión que induzca el calentamiento óhmico en el fluido que fluye a través de la ruta de entrada entre al menos dos electrodos (3, 4, 5A, 5B) dispuestos en dicha ruta de entrada,
 - aplicar al menos de una tensión en el fluido que fluye a través de la ruta de salida entre al menos dos electrodos (3, 4, 5A, 5B) dispuestos en dicha ruta de salida.

25 4. Procedimiento de la reivindicación 3, **caracterizado por que** comprende adicionalmente al menos una de las siguientes etapas:

30 - aplicar una primera y una segunda tensión que induce un calentamiento óhmico en el fluido que fluye a través de la ruta de entrada, estando dicha primera tensión aplicada entre un primer electrodo (4) dispuesto sustancialmente hacia un primer extremo axial (10) de la ruta de entrada y un segundo electrodo (5A) dispuesto sustancialmente hacia la mitad de la ruta de entrada, y estando dicha segunda tensión aplicada entre dicho segundo electrodo (5A) y el tercer electrodo (3) dispuesto sustancialmente hacia un segundo extremo axial (20) de la ruta de entrada,
 35 - aplicar una tercera y una cuarta tensión que induce un calentamiento óhmico en el fluido que fluye a través de la ruta de salida, estando dicha tercera tensión aplicada entre el cuarto electrodo (3) dispuesto sustancialmente hacia un primer extremo axial (30) de la ruta de salida y un quinto electrodo (5B) dispuesto sustancialmente hacia la mitad de la ruta de salida, y estando dicha cuarta tensión aplicada entre dicho quinto electrodo (5B) y un sexto electrodo (4) dispuesto sustancialmente hacia un segundo extremo axial (20) de la ruta de salida.

45 5. Procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende adicionalmente una etapa de inducción de un calentamiento óhmico en el fluido aplicando una tensión CA entre los electrodos (3, 4, 5A, 5B) al menos parcialmente en contacto con el fluido.

6. Procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende adicionalmente una etapa que consiste en hacer circular el fluido a través de la ruta de entrada a una velocidad media superior que a través de la ruta de salida.

50 7. Procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** comprende adicionalmente una etapa de medida de la temperatura del fluido al menos en una ruta entre la ruta de entrada y la ruta de salida.

55 8. Dispositivo de calentamiento para calentar un fluido eléctricamente conductor que circula por el dispositivo, comprendiendo:

- una entrada (I) a través de la cual el fluido entra en el dispositivo y una salida (O) a través de la cual el fluido sale del dispositivo,
 - una ruta de entrada que se extiende sustancialmente paralela a un eje longitudinal XX entre un primer extremo axial (10) conectado a la entrada (I) y un segundo extremo axial (20) separado axialmente del primer extremo axial (10)

- 5 - una ruta de salida que se extiende sustancialmente paralela al eje longitudinal XX entre un primer extremo axial (30) y un segundo extremo axial (40) conectado a la salida (O), estando el primer extremo axial (30) situado axialmente alrededor de la misma posición axial que el segundo extremo axial (20) de la ruta de entrada, estando el segundo extremo axial (40) de la ruta de salida situado axialmente alrededor de la misma posición axial que el primer extremo axial (10) de la ruta de entrada,
- 10 - medios de transferencia de fluido para permitir que el fluido salga a través del segundo extremo axial (20) de la ruta de entrada para entrar a través del primer extremo axial (30) de la ruta de salida,
- una pluralidad de electrodos (3, 4, 5B) para aplicar al menos una tensión en el fluido que fluye a través de la ruta de salida,
- 15 **caracterizado por que** comprende adicionalmente una pared de separación eléctricamente aislada al menos parcialmente (1, 1A, 1B) contigua a las rutas de entrada y salida y que se extiende axialmente entre la posición axial del primer extremo (10) de la ruta de entrada y la posición axial del segundo extremo (20) de la ruta de entrada, permitiendo que dicha pared de separación (1, 1A, 1B) la transferencia de calor por conducción entre dicha ruta de entrada y dicha ruta de salida.
- 20 **9.** Dispositivo de la reivindicación 8, **caracterizado por que comprende** adicionalmente una pluralidad de electrodos (3, 4, 5A) para aplicar al menos una tensión en el fluido que fluye a través de la ruta de entrada.
- 10.** Dispositivo de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado por que comprende** adicionalmente de electrodos (3, 4) situados hacia los extremos axiales (10, 20, 30, 40) de la ruta de entrada y/o de la ruta de salida.
- 11.** Dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizado por que** comprende una pared de separación (1, 1A, 1 B) de una forma sustancialmente tubular que encierra radialmente la ruta de salida.
- 25 **12.** Dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizado por que** comprende adicionalmente una pared externa (2) de una forma sustancialmente tubular que encierra radialmente la ruta de entrada.
- 13.** Dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, **caracterizado por que** la superficie de la sección transversal media de la ruta de entrada es similar a, o inferior a la superficie de la sección transversal media de la
- 30 ruta de salida.
- 14.** Dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizado por que** los medios de transferencia de fluido comprenden una conexión fluidica directa entre el segundo extremo axial (20) de la ruta de entrada y el primer extremo axial (30) de la ruta de salida.
- 35 **15.** Dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, **caracterizado por que** los medios de transferencia de fluido comprenden una salida intermedia (O') para permitir al fluido salir del segundo extremo axial (20) de la ruta de entrada, y una entrada intermedia (I') para permitir al fluido entrar a través del primer extremo axial (30) de la ruta de salida.
- 40 **16.** Dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 15, **caracterizado por que** comprende adicionalmente una entrada adicionalmente en el primer extremo axial (30) de la ruta de salida.
- 45 **17.** Sistema para calentar un fluido eléctricamente conductor, **caracterizado por que** comprende una pluralidad de dispositivos de la reivindicación 15 con una salida intermedia (O') en conexión fluidica con una entrada (I) de otro dispositivo, y una entrada intermedia (I') de conexión fluidica con la salida (O) del mismo dispositivo.

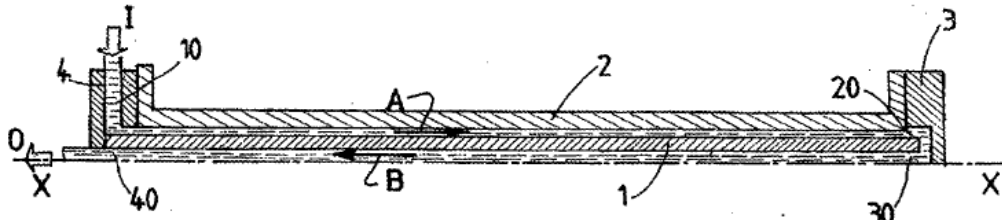


Figura 1

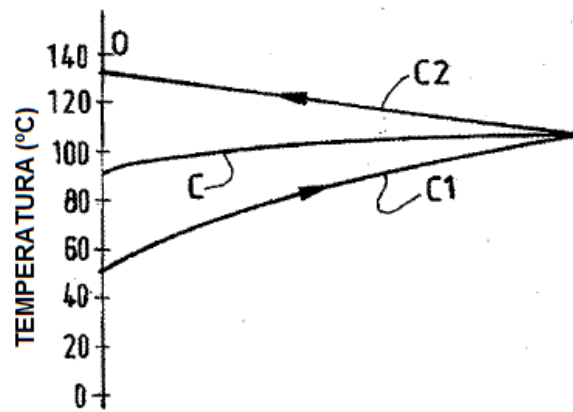


Figura 2

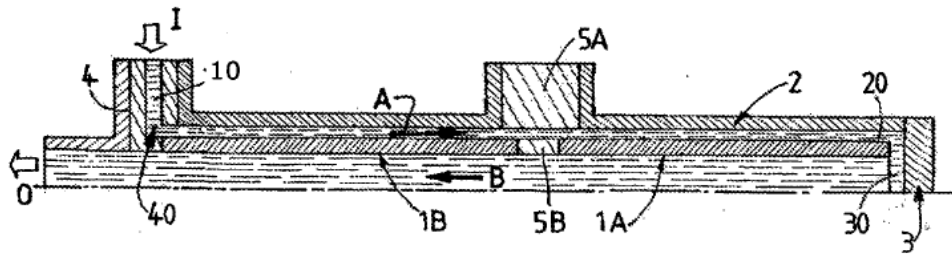


Figura 3

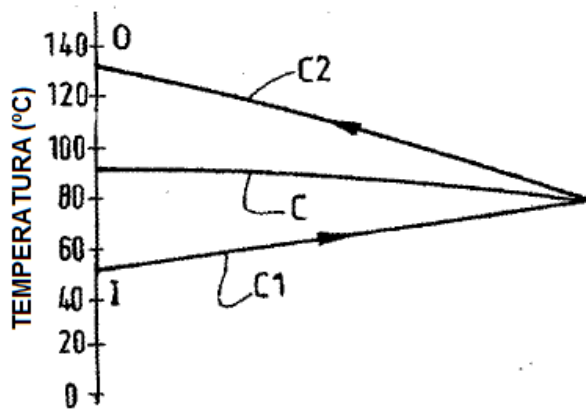


Figura 4

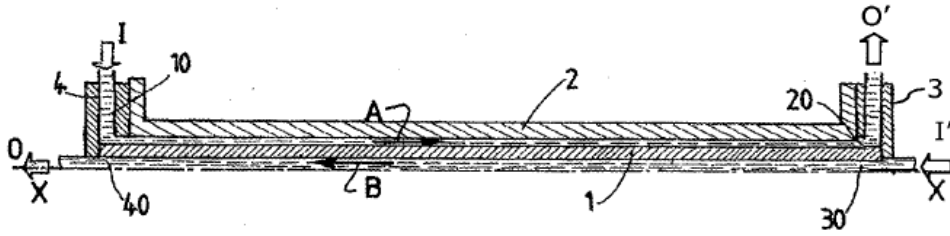


Figura 5