

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 835**

51 Int. Cl.:

F28G 13/00 (2006.01)

F28D 9/00 (2006.01)

A61L 2/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.10.2020 PCT/EP2020/077902**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2021 WO21069395**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.10.2020 E 20785751 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2025 EP 4042087**

54 Título: **Prevención del crecimiento microbiano en intercambiadores de calor**

30 Prioridad:

07.10.2019 EP 19201662

26.05.2020 SE 2050606

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

01.04.2025

73 Titular/es:

ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.00%)

P.O. Box 73

221 00 Lund, SE

72 Inventor/es:

ANDERSSON, THOMAS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 009 835 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

Prevención del crecimiento microbiano en intercambiadores de calor

5 **Campo técnico**

La tecnología propuesta se refiere en general al campo de los intercambiadores de calor. Se refiere específicamente a los intercambiadores de calor de placas y a los intercambiadores de calor en aplicaciones marinas. La tecnología también está relacionada con la prevención del crecimiento de microorganismos en las superficies interiores de los intercambiadores de calor.

Antecedentes

Los intercambiadores de calor son sistemas que se utilizan para transferir calor entre dos o más fluidos. Normalmente, los fluidos están separados por un tabique sólido para evitar que se mezclen. Los intercambiadores de calor se utilizan tanto en procesos de refrigeración como de calefacción.

Un intercambiador de calor de este tipo se describe en el documento US4586562A.

El crecimiento microbiano en los intercambiadores de calor es un problema reconocido. Este crecimiento puede afectar negativamente al rendimiento del intercambiador de calor, por ejemplo, con respecto a los caudales y la conductancia térmica. El crecimiento microbiano es especialmente problemático en las aplicaciones marinas, en las que se suministra agua de mar a los intercambiadores de calor. El agua de mar puede tener un alto contenido en nutrientes y la temperatura del agua de mar suministrada suele estar dentro de un rango favorable para el crecimiento microbiano.

Los productos alimentarios líquidos, como bebidas y productos lácteos líquidos, también tienen un alto contenido en nutrientes. Los intercambiadores de calor utilizados en la elaboración de este tipo de productos suelen presentar altos índices de crecimiento microbiano y requieren una limpieza frecuente para evitar una merma de la calidad del producto. Normalmente, la producción debe interrumpirse para la limpieza y en la limpieza se suelen utilizar productos químicos, lo que contribuye a disminuir la eficiencia y aumentar los costes de producción.

La proliferación microbiológica es especialmente problemática en los intercambiadores de calor de placas que no pueden desmontarse para su limpieza manual.

35 **Objeto**

La tecnología propuesta tiene por objeto prevenir o reducir el crecimiento microbiano en los intercambiadores de calor y, en particular, en los tabiques de los intercambiadores de calor. También es un objeto reducir el crecimiento microbiano en el intercambiador de calor utilizado en el procesamiento de productos alimentarios líquidos, y específicamente en los intercambiadores de calor de placas.

Sumario

En un primer aspecto de la tecnología propuesta, se proporciona un conjunto de intercambiador de calor. El conjunto comprende: un intercambiador de calor que forma, o comprende, uno o varios tabiques o paredes, que separan, o están configurados para separar o mantener aparte, un primer fluido y un segundo fluido y a través de los cuales se puede transferir, o conducir, calor, entre el primer fluido y el segundo fluido. El conjunto comprende además: un primer conector eléctrico y un segundo conector eléctrico que están conectados operativamente al uno o más tabiques, o paredes, del intercambiador de calor. Adicionalmente, el conjunto comprende una fuente de energía eléctrica conectada operativamente al primer conector eléctrico y al segundo conector eléctrico y configurada para suministrar una corriente eléctrica, y/o un potencial eléctrico, a uno o varios tabiques o paredes, del intercambiador de calor a través del primer conector eléctrico y del segundo conector eléctrico.

Por tabique se entiende en el presente documento y a lo largo de estas disposiciones que engloba una pared. Se entiende que el primer aspecto de la tecnología propuesta se dirige a un conjunto de intercambiador de calor para reducir, inhibir o impedir el crecimiento de microorganismos en el intercambiador de calor que forma parte del conjunto. Por conexión operativa se entiende en el presente documento únicamente la existencia de una conexión eléctrica que permita suministrar corriente.

Los conectores eléctricos primero y segundo que se conectan operativamente al uno o más tabiques abarcan los conectores que se conectan operativamente a cada uno del uno o más tabiques. También se entiende que los conectores eléctricos están conectados directamente a los tabiques, y que los conectores eléctricos están conectados directamente a uno de los tabiques, que, a su vez, está conectado eléctricamente a los demás tabiques, por ejemplo, mediante presión, por soldadura, o por soldadura fuerte.

El primer fluido y el segundo pueden ser líquidos. El conjunto permite evitar el crecimiento de microorganismos en uno

o varios tabiques. La fuente de energía eléctrica puede estar configurada para suministrar una corriente eléctrica o potencial eléctrico para reducir, inhibir o prevenir el crecimiento de microorganismos en el intercambiador de calor o en uno o más tabiques del intercambiador de calor. Por extensión, el conjunto permite reducir la generación o el crecimiento de una biopelícula en uno o más tabiques. Por microorganismos se entienden en el presente documento los organismos unicelulares que pueden existir en formas unicelulares o en colonias de células, y los organismos multicelulares microscópicos.

Las condiciones de crecimiento pueden depender de los nutrientes microbianos, la temperatura y el nivel de oxígeno en los fluidos. Por ejemplo, el agua de mar a unos 40 °C proporciona mejores condiciones de crecimiento que el agua del grifo clorada a unos 10 °C.

Se entiende que el uno o más tabiques son conductores de la electricidad. Pueden estar formados por un metal o una combinación de metales, por ejemplo, una aleación. También se entiende que uno de los conectores eléctricos, como el segundo conector eléctrico, puede estar conectado a tierra, por ejemplo, a través del casco de un barco. Si la fuente de alimentación eléctrica suministra una corriente eléctrica alterna, esto significa que el neutro y la tierra están compartidos y que la fase la suministra el otro conector eléctrico.

Se entiende que el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de carcasa y de tubos, un intercambiador de calor de placas, un intercambiador de calor de placas y carcasa, un intercambiador de calor de placas y aletas, o un intercambiador de calor de placas y almohadilla.

El primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico pueden estar separados en, o sobre, el intercambiador de calor. El uno o más tabiques pueden extenderse desde un primer extremo del intercambiador de calor a un segundo extremo opuesto del intercambiador de calor, y el primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico pueden conectarse al uno o más tabiques en el primer extremo y el segundo extremo, respectivamente, del intercambiador de calor.

Por ejemplo, el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de carcasa y de tubos que comprende un haz de tubos con tubos rectos que forman el uno o más tabiques y una carcasa que encierra el haz de tubos. El primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico pueden estar conectados a cada uno de los tubos en extremos opuestos del haz de tubos.

El uno o más tabiques además pueden contener o encerrar el primer fluido y el segundo fluido dentro del intercambiador de calor. Esto significa que tanto el primer fluido como el segundo fluido están rodeados por uno o más tabiques cuando atraviesan el intercambiador de calor, y que el flujo del primer fluido y del segundo fluido está restringido o contenido, por el uno o más tabiques al pasar por el intercambiador de calor. El uno o más tabiques pueden formar una pluralidad de tabiques.

El intercambiador de calor puede comprender además una carcasa configurada para contener el primer fluido y/o el segundo fluido. Por ejemplo, la carcasa puede ser las dos placas más externas de un intercambiador de calor de placas, o la carcasa de un intercambiador de calor de carcasa y de tubos.

El uno o más, o una pluralidad de, tabiques pueden formar uno o más, o una pluralidad de, primeros canales a través de los cuales puede fluir el primer fluido. Por ejemplo, el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de carcasa y de tubos que comprende un haz de tubos con tubos que constituyen los tabiques que forman una pluralidad de primeros canales.

De forma similar, el uno o más, o una pluralidad de, tabiques pueden formar uno o más, o una pluralidad de, segundos canales a través de los cuales puede fluir el segundo fluido. Por ejemplo, el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de placas que comprende una pluralidad de placas que forman el uno o más tabiques, el uno o más primeros canales, y el uno o más segundos canales.

En un segundo aspecto de la tecnología propuesta, se proporciona un método para reducir, inhibir, o prevenir el crecimiento microbiano en un intercambiador de calor de un conjunto de intercambiador de calor según el primer aspecto de la tecnología propuesta. El método comprende: suministrar una corriente eléctrica, y/o un potencial eléctrico, al uno o más tabiques del intercambiador de calor con la fuente de energía eléctrica. El método puede comprender además: proporcionar un flujo del primer fluido y un flujo del segundo fluido en, o a través de, el intercambiador de calor. La corriente eléctrica, y/o un potencial eléctrico, pueden configurarse para reducir, inhibir o prevenir el crecimiento de microorganismos en el intercambiador de calor o en uno o más tabiques del intercambiador de calor.

En un tercer aspecto de la tecnología propuesta, se proporciona un sistema para prevenir el crecimiento microbiano en un intercambiador de calor que forma uno o más tabiques que separan un primer fluido y un segundo fluido y a través de los cuales se puede transferir calor entre el primer fluido y el segundo fluido. El sistema comprende: un primer conector eléctrico y un segundo conector eléctrico adaptados para conectarse operativamente al uno o más tabiques del intercambiador de calor. Adicionalmente, el conjunto comprende: una fuente de energía eléctrica

adaptada para conectarse operativamente al primer conector eléctrico y al segundo conector eléctrico y configurada para suministrar una corriente eléctrica, y/o un potencial eléctrico, al uno o más tabiques del intercambiador de calor a través del primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico.

5 En cuanto al primer aspecto de la tecnología propuesta, la fuente de energía eléctrica puede estar configurada para suministrar una corriente eléctrica o potencial eléctrico para reducir, inhibir o prevenir el crecimiento de microorganismos en el intercambiador de calor o en uno o más tabiques del intercambiador de calor.

10 En un cuarto aspecto de la tecnología propuesta, se proporciona un método para reducir, inhibir o prevenir el crecimiento microbiano en un intercambiador de calor que forma uno o más tabiques que separan un primer fluido de un segundo fluido y a través de los cuales se puede transferir calor entre el primer fluido y el segundo fluido. El método comprende: proporcionar un sistema según el tercer aspecto de la tecnología propuesta, conectar operativamente el primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico al uno o más tabiques del intercambiador de calor, y suministrar una corriente eléctrica, y/o un potencial eléctrico, al uno o más tabiques del intercambiador de calor con la fuente de energía eléctrica. El método puede comprender además: proporcionar un flujo del primer fluido y un flujo del segundo fluido en el intercambiador de calor. La corriente eléctrica, y/o un potencial eléctrico, pueden configurarse para reducir, inhibir o prevenir el crecimiento de microorganismos en el intercambiador de calor o en uno o más tabiques del intercambiador de calor.

20 En un quinto aspecto de la tecnología propuesta, se proporciona un pasteurizador para el tratamiento térmico de un producto alimentario líquido, o de un componente líquido de un producto alimentario, en donde el pasteurizador comprende un conjunto de intercambiador de calor según el primer aspecto de la tecnología propuesta para calentar o enfriar el producto alimentario líquido. El primer fluido puede ser el producto alimentario líquido. El segundo fluido puede ser un fluido calefactor, como agua caliente o vapor, o un líquido refrigerante, como agua fría, una solución de salmuera, o una solución de alcohol, como glicol. Un componente líquido de un producto alimentario debe considerarse en el presente documento como un producto alimentario líquido.

30 Si el conjunto de intercambiador de calor antes mencionado sirve para la calefacción, el pasteurizador puede comprender además un conjunto de intercambiador de calor adicional según el primer aspecto de la tecnología propuesta para enfriar el producto alimentario líquido. El primer fluido puede ser el producto alimentario líquido. El segundo fluido puede ser un líquido refrigerante, como agua fría, una solución de salmuera, o una solución de alcohol, como glicol. Como alternativa, los dos conjuntos intercambiadores de calor pueden estar conectados operativamente para proporcionar un calentamiento y enfriamiento regenerativos.

35 A continuación se describen otras características opcionales de la tecnología propuesta.

40 El intercambiador de calor puede tener más de un tabique, o una pluralidad de tabiques. Los tabiques colindantes, o todos los tabiques, pueden estar conectados o acoplados eléctricamente entre sí, o los tabiques pueden estar configurados para estar en, o compartir, el mismo potencial eléctrico, o el intercambiador de calor está configurado con los tabiques en, o compartiendo, el mismo potencial eléctrico. Esto significa que los tabiques no están aislados eléctricamente entre sí, por ejemplo mediante separadores no conductores que separen los tabiques. Esto también significa que la diferencia de tensión entre tabiques es pequeña o insignificante. La conexión eléctrica de los tabiques puede lograrse mediante el contacto de los tabiques entre sí, por ejemplo, presionando los tabiques entre sí. También puede conseguirse uniendo los tabiques, por ejemplo mediante unión por soldadura, soldadura blanda o soldadura fuerte, o mediante la conexión de los tabiques a través de un conector o soporte conductor de la electricidad. Esto significa que todos los tabiques se encuentran más o menos al mismo potencial eléctrico. También significa que el potencial eléctrico dentro del intercambiador de calor se minimiza y que no se generan polos eléctricos significativos que puedan inducir reacciones químicas con impacto negativo en el primer fluido y/o el segundo fluido. Por ejemplo, si el primer fluido y el segundo pueden contener agua, un potencial eléctrico dentro del intercambiador de calor puede producir hidrógeno y oxígeno por electrólisis en los fluidos.

55 Aparte del primer conector eléctrico y un segundo conector eléctrico que se conectan operativamente al uno o más tabiques del intercambiador de calor, el intercambiador de calor puede estar aislado eléctricamente del entorno. Para lograr esto, el conjunto de intercambiador de calor puede comprender un soporte eléctricamente aislante que soporte el intercambiador de calor. Por ejemplo, el soporte eléctricamente aislante puede estar formado por un material termoplástico eléctricamente no conductor. Esto contribuye a aislar eléctricamente los tabiques del intercambiador de calor del entorno, lo que, por extensión, contribuye a mejorar la prevención del crecimiento microbiano.

60 Adicionalmente, el conjunto de intercambiador de calor puede comprender una pluralidad de conductos conectados al intercambiador de calor y configurados para suministrar el primer fluido y el segundo fluido al intercambiador de calor. La pluralidad de conductos puede estar configurada además para drenar el primer fluido y el segundo fluido del intercambiador de calor. La pluralidad de conductos puede ser eléctricamente aislante. Por ejemplo, los conductos pueden estar formados por un material termoplástico no conductor de la electricidad. Esto contribuye a aislar eléctricamente los tabiques del intercambiador de calor del entorno.

65 El conjunto de intercambiador de calor puede comprender además una pluralidad de juntas que conectan

operativamente la pluralidad de conductos al intercambiador de calor, en donde las juntas son eléctricamente aislantes. Por ejemplo, las juntas pueden estar formadas por un material termoplástico no conductor de la electricidad. Esto contribuye a aislar eléctricamente los tabiques del intercambiador de calor del entorno.

5 El intercambiador de calor puede estar configurado para funcionar con agua de mar. El primer fluido puede ser agua de mar. Esto significa que el primer fluido contiene sales y, normalmente, también cantidades significativas de nutrientes para los microorganismos. Adicionalmente, o como alternativa, el intercambiador de calor puede estar configurado para funcionar con productos alimentarios líquidos, o componentes líquidos de un producto alimentario. Por ejemplo, el primer fluido puede ser una bebida, o componentes líquidos de una bebida. El intercambiador de calor puede estar configurado para funcionar con una bebida o su componente. El primer fluido puede ser un producto lácteo líquido o un componente líquido de un producto lácteo. Por ejemplo, el primer fluido puede ser calostro de ganado lechero. El intercambiador de calor puede estar configurado para funcionar con productos o constituyentes lácteos líquidos.

10
15 El intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de placas que comprenda una pluralidad de placas, o placas paralelas, que forman el uno o más tabiques. Por ejemplo, el intercambiador de calor puede estar compuesto por 20 placas, de las cuales dos son placas exteriores y 18 son placas interiores que forman 18 tabiques de separación entre el primer fluido y el segundo fluido. Se entiende que la pluralidad de placas son de un material eléctricamente conductor. Las placas pueden estar formadas por un metal o una combinación de metales, por ejemplo, una aleación. Por ejemplo, las placas pueden ser de acero inoxidable, titanio o una aleación de titanio.

20
25 La pluralidad de placas pueden estar eléctricamente conectadas o acopladas entre sí, o la pluralidad de placas pueden estar configuradas para estar al mismo potencial eléctrico. Por ejemplo, esto puede lograrse mediante la conexión estructural o física de las placas, o mediante su contacto, por ejemplo, presionándolas con abrazaderas metálicas o tornillos, o uniendo placas vecinas mediante soldadura o soldadura fuerte. Esto significa que las placas no están aisladas eléctricamente entre sí, por ejemplo mediante espaciadores no conductores que separen las placas. Esto también significa que las placas no pueden estar a un potencial eléctrico distinto, por ejemplo, una placa con un potencial negativo y otra con un potencial positivo.

30 El primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico pueden estar conectados estructuralmente a diferentes placas de la pluralidad de placas. De este modo, la fuente de energía eléctrica puede generar un potencial eléctrico cuya componente media es transversal a las placas. Se considera que esto contribuye a mejorar el rendimiento. Por conectado estructuralmente a una placa se entiende en el presente documento que el conector eléctrico está conectado directamente o que forma una conexión física, a la placa. Como alternativa, el primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico pueden estar conectados estructuralmente a las mismas placas de la pluralidad de placas.

35
40 Se entiende que los conectores eléctricos pueden estar conectados estructuralmente a dos, o más de dos placas, al mismo tiempo.

45 Las condiciones para el crecimiento microbiano pueden ser mayores o más favorables, en el primer fluido que en el segundo fluido, y el primer conector eléctrico puede estar conectado estructuralmente a un par de placas adyacentes, o yuxtapuestas, de la pluralidad de placas. El par de placas adyacentes puede encerrar el primer fluido o proporcionar un canal para el primer fluido. El par de placas adyacentes pueden estar conectadas estructural y/o eléctricamente, entre sí, o configuradas para estar al mismo potencial eléctrico. De forma similar, el segundo conector eléctrico puede estar conectado estructuralmente al par de placas adyacentes. Se entiende por estructuralmente conectado el hecho de que dos elementos estén físicamente en contacto, por ejemplo, mediante prensado o soldadura. Esto contribuye a un recorrido optimizado de la corriente a través del intercambiador de calor de placas para evitar el crecimiento microbiano.

50
55 El primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico pueden estar conectados estructuralmente al intercambiador de calor o a la pluralidad de placas, en lados opuestos del intercambiador de calor. De este modo, la fuente de energía eléctrica puede generar un potencial eléctrico con una componente paralela a las placas y que las atraviesa. Por conectado estructuralmente al intercambiador de calor se entiende en el presente documento que el conector eléctrico está conectado directamente a, o que forma una conexión física con, el intercambiador de calor. Se contempla que esto contribuye a un recorrido optimizado de la corriente para prevenir el crecimiento microbiano.

60 Las placas del intercambiador de calor pueden tener la misma forma exterior, o formas exteriores similares, y las placas pueden estar orientadas en la misma dirección, o formar una pila de placas.

65 Una placa, o cada placa, de la pluralidad de placas paralelas puede tener cuatro secciones laterales y cuatro secciones de esquina, cada sección de esquina que está situada entre dos secciones laterales, en donde el primer conector eléctrico está conectado estructuralmente a una primera sección de esquina, y el segundo conector eléctrico está conectado estructuralmente a una segunda sección de esquina, en donde la segunda sección de esquina es diagonal a la primera sección de esquina. Una segunda sección de esquina que es diagonal a la primera sección de esquina significa que dichas secciones de esquina están conectadas por una sección lateral, una sección de esquina, y una

sección lateral adicional a cada lado de la primera sección de esquina.

5 En otras palabras, una placa, o cada placa, de la pluralidad de placas paralelas puede tener una forma generalmente rectangular con cuatro esquinas, y el primer conector eléctrico y el segundo conector eléctrico pueden estar conectados estructuralmente en diferentes esquinas que están situadas diagonalmente una con respecto a la otra, o con respecto a las placas.

10 El intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de carcasa y de tubos que comprende un haz de tubos que forman el uno o más tabiques y una carcasa que encierra el haz de tubos. El intercambiador de calor puede ser de tubos rectos. El primer conector eléctrico puede estar conectado a cada uno de los tubos por medio de un primer soporte tubular que soporta el haz de tubos, por ejemplo, en un primer extremo del haz de tubos. Adicionalmente, el segundo conector eléctrico puede estar conectado a cada uno de los tubos por medio de un segundo soporte tubular que soporta el haz de tubos, por ejemplo, en un segundo extremo del haz de tubos. Cada uno de los tubos del haz tubular puede tener una entrada en el primer soporte tubular y una salida en el segundo soporte tubular. El primer soporte tubular puede ser una primera lámina tubular o una primera placa tubular que se conecta a la carcasa y separa el primer fluido del segundo fluido. De forma similar, el segundo soporte tubular puede ser una segunda lámina tubular o una segunda placa tubular que se conecta a la carcasa y separa el primer fluido del segundo fluido.

20 El primer soporte tubular y la carcasa pueden formar un primer espacio cerrado configurado para contener el primer fluido. El intercambiador de calor puede comprender además una entrada, por ejemplo, formada por la carcasa, dispuesta para permitir que el primer fluido entre en el primer espacio cerrado desde el exterior de la carcasa. De forma similar, el segundo soporte tubular y la carcasa pueden formar un segundo espacio cerrado configurado para contener el primer fluido. El intercambiador de calor puede comprender además una salida, por ejemplo, formada por la carcasa, dispuesta para permitir que el primer fluido salga del primer espacio cerrado hacia el exterior de la carcasa. El primer soporte tubular y el segundo soporte tubular pueden estar aislados eléctricamente de la carcasa.

30 El primer soporte tubular, el segundo soporte tubular, y la carcasa pueden formar un tercer espacio cerrado configurado para contener el segundo fluido y a través del cual se extienden los tubos, en donde el intercambiador de calor comprende además entradas y salidas dispuestas para permitir que el segundo fluido entre y salga del tercer espacio cerrado, respectivamente, y permitir que el segundo fluido pase fuera de los tubos en el tercer espacio cerrado. Los tubos pueden extenderse desde el primer espacio cerrado al segundo espacio cerrado a través del tercer espacio cerrado y permitir un flujo del primer fluido desde el primer espacio cerrado al segundo espacio cerrado sin mezclarse con el segundo fluido.

35 Las entradas y salidas del segundo fluido pueden estar formadas por la carcasa. El tercer espacio cerrado puede tener una forma exterior cilíndrica, que puede tener una sección transversal circular o rectangular.

40 Como alternativa, el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de tubo en U. El primer conector eléctrico puede estar conectado a cada uno de los tubos por medio de un primer soporte tubular que soporta el haz de tubos, por ejemplo, en un primer extremo del haz de tubos. Adicionalmente, el segundo conector eléctrico puede conectarse a cada uno de los tubos en un segundo extremo del haz de tubos. Cada uno de los tubos del haz de tubos puede tener una entrada y una salida en el primer soporte tubular. El primer soporte tubular puede ser una primera lámina tubular o una primera placa tubular que se conecta a la carcasa y separa el primer fluido del segundo fluido.

45 El primer soporte tubular y la carcasa pueden formar un primer espacio cerrado configurado para contener el primer fluido. El intercambiador de calor puede comprender además una entrada, por ejemplo, formada por la carcasa, dispuesta para permitir que el primer fluido entre en el primer espacio cerrado desde el exterior de la carcasa. De forma similar, el primer soporte tubular y la carcasa pueden formar un segundo espacio cerrado configurado para contener el primer fluido. El intercambiador de calor puede comprender además una salida, por ejemplo, formada por la carcasa, dispuesta para permitir que el primer fluido salga del primer espacio cerrado hacia el exterior de la carcasa. El primer soporte tubular puede estar aislado eléctricamente de la carcasa.

50 El primer soporte tubular y la carcasa pueden formar un tercer espacio cerrado configurado para contener el segundo fluido y a través del cual se extienden los tubos, en donde el intercambiador de calor comprende además entradas y salidas dispuestas para permitir que el segundo fluido entre y salga del tercer espacio cerrado, respectivamente, y permitir que el segundo fluido pase por las superficies exteriores de los tubos en el tercer espacio cerrado. Las entradas y salidas del segundo fluido pueden estar formadas por la carcasa. La corriente eléctrica puede ser alterna. La corriente alterna puede tener forma de onda cuadrada. Esto significa que la tensión de pico es aproximadamente igual a la tensión cuadrática media. Se ha comprobado que este tipo de corriente inhibe el crecimiento microbiano.

60 La corriente alterna puede ser inferior a 10 mA, inferior a 1 mA, de entre 0,1 mA y 1 mA, o de entre 0,3 mA y 0,7 mA. Se ha comprobado que esta corriente es suficiente para inhibir el crecimiento microbiano. La corriente alterna puede tener una frecuencia inferior a 100 Hz, inferior a 10 Hz, o inferior a 1 Hz. La corriente alterna puede suministrarse a una tensión de pico inferior a 120 V, en el intervalo de 40 V a 100 V, o en el intervalo de 70 a 90 V. Adicional o alternativamente, la corriente alterna puede tener un ciclo de trabajo de aproximadamente el 50 %.

El primer fluido y/o el segundo fluido pueden contener o comprender agua y el conjunto de intercambiador de calor puede estar configurado para evitar o prevenir la electrólisis del agua, o el conjunto de intercambiador de calor puede estar configurado para evitar o prevenir que el intercambiador de calor funcione como una célula electrolítica durante el funcionamiento. Por ejemplo, esto se puede conseguir teniendo los tabiques colindantes, o todos ellos, y cualquier carcasa circundante al mismo potencial eléctrico.

Breve descripción de los dibujos

Una comprensión más completa de lo anterior y otras características y ventajas de la tecnología propuesta será evidente a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas junto con los dibujos adjuntos, en donde:

- La Fig. 1 es una vista esquemática de una realización de un conjunto de intercambiador de calor con un intercambiador de calor de placas,
- La Fig. 2 es una vista esquemática de una realización de un conjunto de intercambiador de calor con un intercambiador de calor de tubo recto,
- La Fig. 3 es una vista esquemática de una realización de un conjunto de intercambiador de calor con un intercambiador de calor de tubo en U,
- La Fig. 4 es una vista esquemática de un montaje de prueba, y
- La Fig. 5 es un gráfico que muestra la caída de presión (ΔP) sobre el intercambiador de calor en dos pruebas diferentes.

Descripción de los dibujos

En la Fig. 1 se ilustra esquemáticamente una realización de un conjunto de intercambiador de calor 10. Se compone de un intercambiador de calor 12, un primer conector eléctrico 14, un segundo conector eléctrico 16, y una fuente de energía eléctrica 18. El intercambiador de calor 14 es un intercambiador de calor de placas con cuatro placas paralelas 20. Las placas son rectangulares y de acero inoxidable. Esto significa que cada placa 20 tiene cuatro secciones laterales 28 y cuatro secciones de esquina 3, como se indica en la Fig. 1.

Las placas 20 están unidas por los bordes (no mostrados) y forman tres canales en los que fluyen un primer fluido 22 y un segundo fluido 24, como se indica mediante las líneas discontinuas de la Fig. 1. El primer fluido 22 es agua de mar y el segundo fluido 24 es agua dulce. Los flujos del primer fluido 22 y del segundo fluido 24 son generados o proporcionados por bombas (no mostradas). Las direcciones de flujo del primer fluido 22 y del segundo fluido 24 se indican mediante flechas en la Fig. 1, que muestra los flujos concurrentes. En realizaciones alternativas, los flujos pueden ser a contracorriente, que se consigue invirtiendo el flujo del primer fluido 22 o del segundo fluido 24.

Las dos placas centrales 20 forman dos tabiques 26 entre los que circula el primer fluido 22, separando así el primer fluido 22 del segundo fluido 24. El calor puede transferirse entre el primer fluido 22 y el segundo fluido 24 a través de los dos tabiques 26. En esta realización, el primer fluido 22 tiene una temperatura superior a la del segundo fluido 24 y el calor se transfiere del primero al segundo.

El primer conector eléctrico 14 y el segundo conector eléctrico 16 son cables eléctricos que se fijan a las placas interiores 20 mediante abrazaderas (no mostradas). El primer conector eléctrico 14 está conectado a las placas interiores inferiores 20 y el segundo conector eléctrico está conectado a la otra placa interior superior 20, como se muestra en la Figura 1. Esto significa que el primer conector eléctrico 14 y un segundo conector eléctrico 16 están estructuralmente conectados a diferentes placas interiores 20, y también operativamente conectados a los tabiques de separación 26. También se fijan en las secciones diagonalmente opuestas de las esquinas 30 de las placas interiores 20, como se muestra en la Figura 1. Esto significa que el primer conector eléctrico 14 y el segundo conector eléctrico 16 están separados en el intercambiador de calor 12, que están conectados estructuralmente al intercambiador de calor 12 en lados opuestos del intercambiador de calor 12, y que están conectados estructuralmente en esquinas diferentes que están situadas diagonalmente una respecto a la otra.

En una realización alternativa, el primer conector eléctrico 14 está conectado a ambas placas interiores 20 y el segundo conector 16 también está conectado únicamente a ambas placas interiores 20.

El primer conector eléctrico 14 y el segundo conector eléctrico 16 están conectados a los terminales de salida de la fuente de alimentación eléctrica 18. De este modo, la fuente de energía eléctrica 18 puede suministrar una corriente eléctrica y un potencial eléctrico a los tabiques de separación 26 a través del primer conector eléctrico 14 y del segundo conector eléctrico 16. En una realización alternativa, el segundo conector eléctrico 16 está conectado eléctricamente a tierra.

Hay juntas de goma (no mostradas) entre las placas 20 que impiden la fuga del primer fluido 22 y del segundo fluido 24 del intercambiador de calor 12. Las placas 20 se presionan entre sí y se mantienen en su lugar mediante abrazaderas de tornillo metálicas (no mostradas) que entran en contacto con todas las placas 20. Esto significa que las placas están conectadas eléctricamente y, por extensión, que los tabiques de separación 26 están conectados

eléctricamente entre sí.

5 La fuente de energía eléctrica 18 suministra una corriente eléctrica alterna en forma de onda cuadrada al primer conector eléctrico 14 y al segundo conector eléctrico 16, y por extensión al uno o más tabiques separadores 26. La corriente alterna tiene un pico de corriente eléctrica de entre 0,3 mA y 0,7 mA, una frecuencia inferior a 1 Hz, y un ciclo de trabajo de aproximadamente el 50 %. La corriente alterna se suministra a una tensión de pico comprendida entre 70 y 90 V.

10 En la Fig. 2 se ilustra esquemáticamente otra forma de realización de un conjunto de intercambiador de calor 10. Componentes con la misma naturaleza o función, o con una naturaleza o función similar, como en la realización descrita en relación con la Fig. 1 han recibido el mismo número de referencia. El intercambiador de calor 12 es un intercambiador de calor de carcasa y de tubos. Tiene un haz tubular de tubos rectos 44 que forman el uno o más tabiques 26 y una carcasa 46 que encierra el haz tubular.

15 Cada uno de los tubos rectos 44 está soportado en un extremo por una primera placa tubular 48 que constituye un primer soporte tubular y en el otro extremo por una segunda placa tubular 50 que constituye un segundo soporte tubular. Cada uno de los tubos rectos 44 tiene una entrada en la primera placa tubular 48 y una salida en la segunda placa tubular 50.

20 Los tubos rectos 44, la primera placa tubular 48 y la segunda placa tubular 50 son de metal y están soldadas entre sí. De este modo, los componentes en cuestión están conectados eléctricamente entre sí y se encuentran al mismo potencial eléctrico.

25 El primer conector eléctrico 14 y el segundo conector eléctrico 16 están compuestos por la primera placa tubular 48 y la segunda placa tubular 50, respectivamente, y de cables eléctricos que conectan las placas tubulares 48 y 50 a la fuente de energía eléctrica 18. De esta forma, la fuente de energía eléctrica 18 está configurada para suministrar una corriente eléctrica a los tubos 44, y por extensión a los tabiques de separación 26.

30 La primera placa tubular 48 y la segunda placa tubular 50 se conectan a la carcasa 46 y separan el primer fluido 22 del segundo fluido 24. Las placas tubulares 48 y 50 están aisladas eléctricamente de la carcasa 46 mediante una junta de goma (no mostrada).

35 La primera placa tubular 48 y la carcasa 46 forman un primer espacio cerrado 52 que puede contener el primer fluido 22. El intercambiador de calor 12 tiene una entrada en la carcasa 46 a través de la cual el primer fluido entra en el primer espacio cerrado 52. La segunda placa tubular 50 y la carcasa 46 forman un segundo espacio cerrado 54 que puede contener el primer fluido 22. El intercambiador de calor 12 tiene una salida en la carcasa 46 a través de la cual el primer fluido 12 puede abandonar el segundo espacio cerrado 54. Las entradas de los tubos 44 se abren al primer espacio cerrado 52 y las salidas de los tubos 44 se abren al segundo espacio cerrado 54.

40 La primera placa tubular 48, la segunda placa tubular 50, y la carcasa 46 forman un tercer espacio cerrado 56 que puede contener el segundo fluido 24. El intercambiador de calor 12 tiene una entrada y una salida en la carcasa 46 a través de las cuales el segundo fluido 24 puede entrar y salir del tercer espacio cerrado 56.

45 Cada tubo 44 se extiende desde el primer espacio cerrado 52 al segundo espacio cerrado 54 a través del tercer espacio cerrado 56, constituyendo así un primer canal a través del cual el primer fluido 22 puede fluir desde el primer espacio cerrado 52 al segundo espacio cerrado 54 y pasar el segundo fluido 24 sin mezclarse, permitiendo así una transferencia de calor entre los fluidos 22 y 24. Las entradas y salidas al tercer espacio cerrado 56 están colocadas de tal manera que el segundo fluido 24 pasa por los tubos 44. De esta forma, el tercer espacio cerrado 56 constituye un segundo canal a través del cual puede fluir el segundo fluido 24.

50 En la Fig. 3 se ilustra esquemáticamente otra forma de realización de un conjunto de intercambiador de calor 10. Componentes con la misma naturaleza o función, o con una naturaleza o función similar, como en la realización descrita en relación con las Figs. 1 y 2 han recibido el mismo número de referencia. El intercambiador de calor 12 es un intercambiador de calor de carcasa y de tubos. Tiene un haz de tubos 44 que están doblados en forma de U, como se muestra en la Fig. 2. Los tubos 44 forman uno o más tabiques 26.

60 La realización mostrada en la Fig. 3 difiere de la realización mostrada en la Fig. 2 en que no tiene una segunda placa tubular 50. En cambio, los tubos 44 se apoyan únicamente en la primera placa tubular 48. El segundo espacio cerrado 54 está formado por la primera placa tubular 48 y la carcasa 46, y el tercer espacio cerrado 56 está formado por la primera placa tubular 48 y la carcasa 46, como se muestra en la Figura 3. El primer espacio cerrado 52 y el segundo espacio cerrado 54 están separados por una prolongación de la primera placa tubular 48. Cada tubo 44 se extiende desde el primer espacio cerrado 52 hasta el tercer espacio cerrado 56, se dobla y vuelve al segundo espacio cerrado 54 que está yuxtapuesto al primer espacio cerrado 52.

65 El primer conector eléctrico 14 está compuesto por la primera placa tubular 48 y por un cable eléctrico que conecta la primera placa tubular 48 a la fuente de alimentación eléctrica 18. El segundo conector eléctrico 16 está compuesto por

cables eléctricos que conectan la fuente de energía eléctrica 18 a cada uno de los tubos 44 del otro extremo del haz de tubos.

Ejemplo

5 En la Fig. 2 se ilustra un montaje de prueba utilizado en una prueba de concepto. La configuración incluía un conjunto de intercambiador de calor 10 como el descrito en relación con la Fig.1. La conductividad eléctrica de las placas de acero inoxidable 20 del intercambiador de calor 12 es elevada. Por consiguiente, se colocó una resistencia de 51 kOhmios (no mostrada) en serie con el intercambiador de calor 12 para limitar la corriente.

10 La configuración de prueba tiene un primer tanque 32 que contiene agua y un calentador 36 dispuesto para calentar el agua en el primer tanque 32. La instalación tiene además un tanque con camisa 38 que contiene agua salobre de mar que constituye un primer fluido 22. El tanque con camisa 38 está acoplado al primer tanque 32 para que pueda recibir calor del mismo. La instalación de prueba también tiene un segundo tanque 34 que contiene agua del grifo más fría que constituye un segundo fluido 24.

15 El dispositivo de prueba tiene además un manómetro 40. Los distintos componentes se conectan como se indica en la Fig. 2. La instalación cuenta con una serie de válvulas y bombas (no mostradas) que generan y controlan los flujos indicados por las flechas en la Fig. 2. El montaje está acoplado a un desagüe 42 de forma que el agua del grifo del segundo tanque 34 pueda vaciarse del montaje después de pasar por el intercambiador de calor 12. La configuración también tiene varios termómetros (no mostrados) para medir la temperatura del primer fluido 22 y el segundo fluido 24 en la entrada respectiva del intercambiador de calor 12.

20 Los termómetros midieron las siguientes temperaturas: la temperatura de entrada del primer fluido 22 ($T_{h,in}$) y la temperatura de entrada del segundo fluido 24 ($T_{c,in}$). La caída de presión (ΔP) del primer fluido 22 sobre el intercambiador de calor 12 se midió utilizando el manómetro. La caída de presión (ΔP) del primer fluido 22 se utilizó para caracterizar el rendimiento del intercambiador de calor 12.

25 Se realizaron dos pruebas con la misma configuración, una con electrificación y otra sin electrificación, es decir, con o sin corriente eléctrica suministrada al intercambiador de calor 12 por la fuente de energía eléctrica 18. Todos los demás parámetros de la prueba fueron los mismos. La instalación se limpió antes de cada prueba. En ambas pruebas se utilizó el mismo primer fluido 22 (agua de mar). Ambas pruebas se realizaron durante 18 días.

30 La temperatura de entrada ($T_{h,in}$) del primer fluido 22 (agua de mar caliente) se mantuvo aproximadamente constante a 40 °C, y la temperatura de entrada ($T_{c,in}$) del segundo fluido 24 (agua fría del grifo) se mantuvo aproximadamente constante a 10 °C. La fuente de energía eléctrica 18 funcionó a una corriente de pico de aproximadamente 0,54 mA, una tensión de pico de unos 80 V y una frecuencia de 5 Hz.

35 Después de cada prueba, se desmontó el intercambiador de calor 12 y se tomaron muestras de biopelícula de las superficies interiores de los tabiques de separación 26 del intercambiador de calor 12 orientados hacia el primer fluido 22 (agua de mar). Se utilizaron bastoncillos de algodón estériles y se repitió la misma pauta de frotado. Se frotó aproximadamente 2 cm² cada vez.

40 Para ambas pruebas, se tomaron cuatro muestras de biopelícula en cuatro puntos diferentes de las superficies interiores de los tabiques de separación 26. A continuación, cada muestra se procesó por triplicado para evitar contaminaciones. Las muestras se analizaron mediante citometría de flujo basada en láser para el recuento de células y la diferenciación de bacterias muertas y viables. El recuento bacteriano medio se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Recuento bacteriano medio de las muestras

	No electrificado	Electrificado
Número total de bacterias	3608	321
Número de bacterias viables	2264	50

50 La electrificación del intercambiador de calor 12 se traduce claramente en un descenso del recuento de bacterias, tanto en el número total como en el número de bacterias viables. El número total de bacterias se reduce a aproximadamente un 9 %. El efecto es aún mayor en el caso de las bacterias viables, cuyo número de bacterias se reduce a menos del 3 %. Puede concluirse que la electrificación reduce en gran medida el crecimiento bacteriano en los tabiques del intercambiador de calor orientados hacia el primer fluido 22 (agua de mar).

55 La Fig. 3 es un gráfico que muestra la caída de presión (ΔP) del primer fluido 22 sobre el intercambiador de calor 12 en función del tiempo. Las cruces indican los resultados del montaje electrificado y los círculos los del montaje no electrificado. Se puede observar en el gráfico de la Fig. 3 que la caída de presión (ΔP) aumenta con el tiempo para la prueba sin electrificar, mientras que es más o menos constante para la prueba electrificada. Después de 14 días, la diferencia de presión es aproximadamente un 25 % mayor sin corriente eléctrica. Se contempla que este cambio está

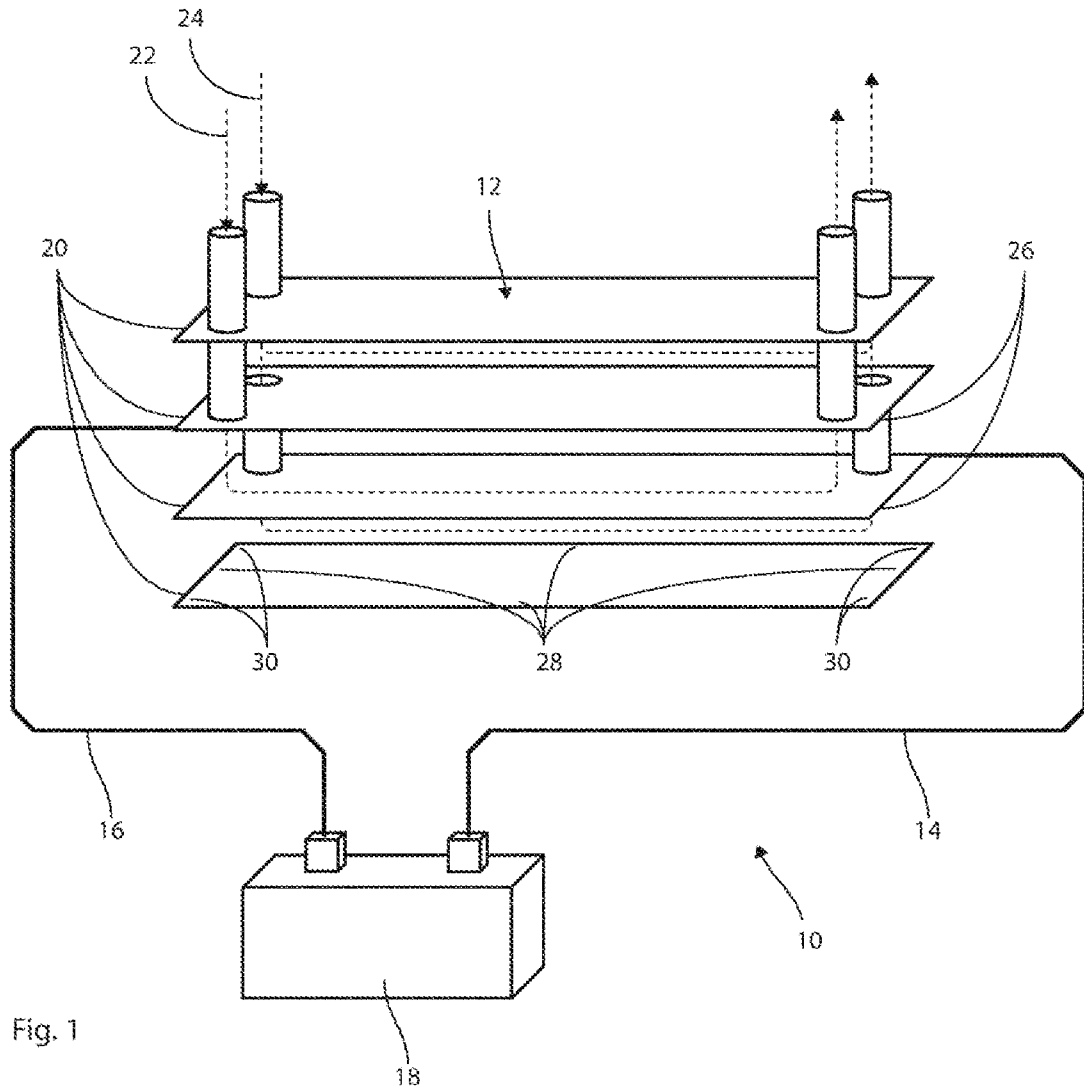
causado por el mayor crecimiento microbiano en la prueba sin electrificar que en la prueba electrificada, y que el crecimiento restringe el flujo del primer fluido 22 a través del intercambiador de calor 12. El resultado es una presión dinámica reducida después del intercambiador de calor, lo que por extensión da lugar a una mayor caída de presión (ΔP). Se puede concluir que el suministro de corriente eléctrica al intercambiador de calor 12 evita una caída de presión (ΔP) sobre el intercambiador de calor que probablemente sea causada por el crecimiento de microorganismos.

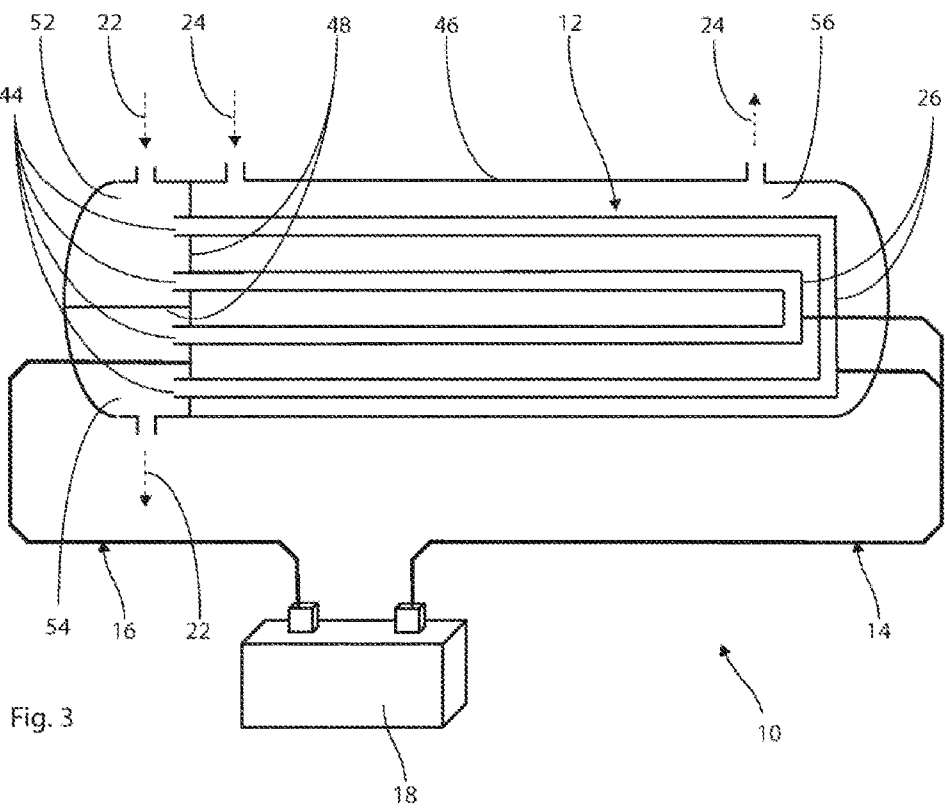
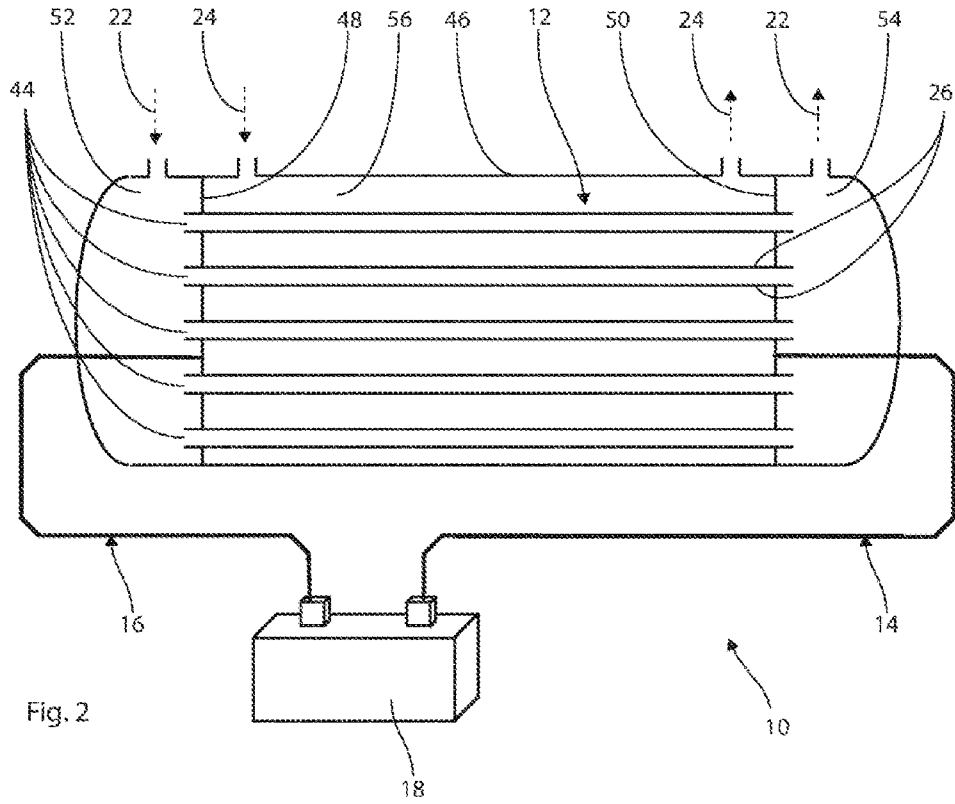
Lista de artículos

	10 conjunto de intercambiador de calor
10	12 intercambiador de calor
	14 primer conector eléctrico
	16 segundo conector eléctrico
	18 fuente de energía eléctrica
	20 placas
15	22 primer fluido
	24 segundo fluido
	26 tabiques de separación
	28 sección lateral
	30 sección de esquina
20	32 primer tanque
	34 segundo tanque
	36 calentador
	38 tanque con camisa
	40 manómetro
25	42 drenaje
	44 tubos
	46 carcasa
	48 primera placa tubular
	50 segunda placa tubular
30	52 primer espacio cerrado
	54 segundo espacio cerrado
	56 tercer espacio cerrado

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de intercambiador de calor (10) que comprende:
 - 5 - un intercambiador de calor (12) que comprende una pluralidad de tabiques (26) configurados para separar un primer fluido (22) y un segundo fluido (24) y a través de los cuales se puede transferir calor entre el primer fluido (22) y el segundo fluido (24), en donde los tabiques (26) están conectados eléctricamente entre sí y comparten el mismo potencial eléctrico,
 - 10 - un primer conector eléctrico (14) y un segundo conector eléctrico (16) que están conectados operativamente a la pluralidad de tabiques (26) del intercambiador de calor (12), y
 - una fuente de energía eléctrica (18) conectada operativamente al primer conector eléctrico (14) y al segundo conector eléctrico (16) y configurada para suministrar una corriente eléctrica a la pluralidad de tabiques (26) del intercambiador de calor (12) a través del primer conector eléctrico (14) y del segundo conector eléctrico (16) para reducir el crecimiento de microorganismos en el intercambiador de calor.
- 15 2. El conjunto de intercambiador de calor (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el intercambiador de calor (12) está configurado para funcionar con un producto alimentario líquido.
- 20 3. El conjunto de intercambiador de calor (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde los tabiques (26) están estructuralmente conectados entre sí.
4. El conjunto de intercambiador de calor (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la pluralidad de tabiques forma la pluralidad de primeros canales a través de los cuales puede fluir el primer fluido.
- 25 5. El conjunto de intercambiador de calor (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el intercambiador de calor (12) es un intercambiador de calor de carcasa y de tubos que comprende un haz de tubos con tubos (44) que constituyen los tabiques que forman la pluralidad de primeros canales.
- 30 6. El conjunto de intercambiador de calor (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la pluralidad de tabiques (26) forman una pluralidad de segundos canales a través de los cuales puede fluir el segundo fluido, en donde el intercambiador de calor (12) es un intercambiador de calor de placas (12) que comprende una pluralidad de placas (20) que forman la pluralidad de tabiques (26), y en donde la pluralidad de placas (20) forman la pluralidad de primeros canales, y la pluralidad de segundos canales.
- 35 7. El conjunto de intercambiador de calor (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en donde las condiciones para el crecimiento microbiano son mayores en el primer fluido (22) que en el segundo fluido (24), y el primer conector eléctrico (14) puede estar conectado estructuralmente a un par de placas (20) adyacentes de la pluralidad de placas (20), en donde el par de placas adyacentes (20) encierra el primer fluido (22).
- 40 8. El conjunto de intercambiador de calor (10) de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, en donde el primer conector eléctrico (14) y el segundo conector eléctrico (16) están conectados estructuralmente al intercambiador de calor (12) en lados opuestos del intercambiador de calor (12).
- 45 9. Método para reducir el crecimiento microbiano en un intercambiador de calor (12) de un conjunto de intercambiador de calor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el método comprende: proporcionar un flujo del primer fluido (22) y un flujo del segundo fluido (24) en el intercambiador de calor (12), y suministrar una corriente eléctrica a la pluralidad de tabiques (26) del intercambiador de calor (12) con la fuente de energía eléctrica (18).
- 50 10. Un pasteurizador para el tratamiento térmico de un producto alimentario líquido, en donde el pasteurizador comprende un conjunto de intercambiador de calor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para calentar o enfriar el producto alimentario líquido.





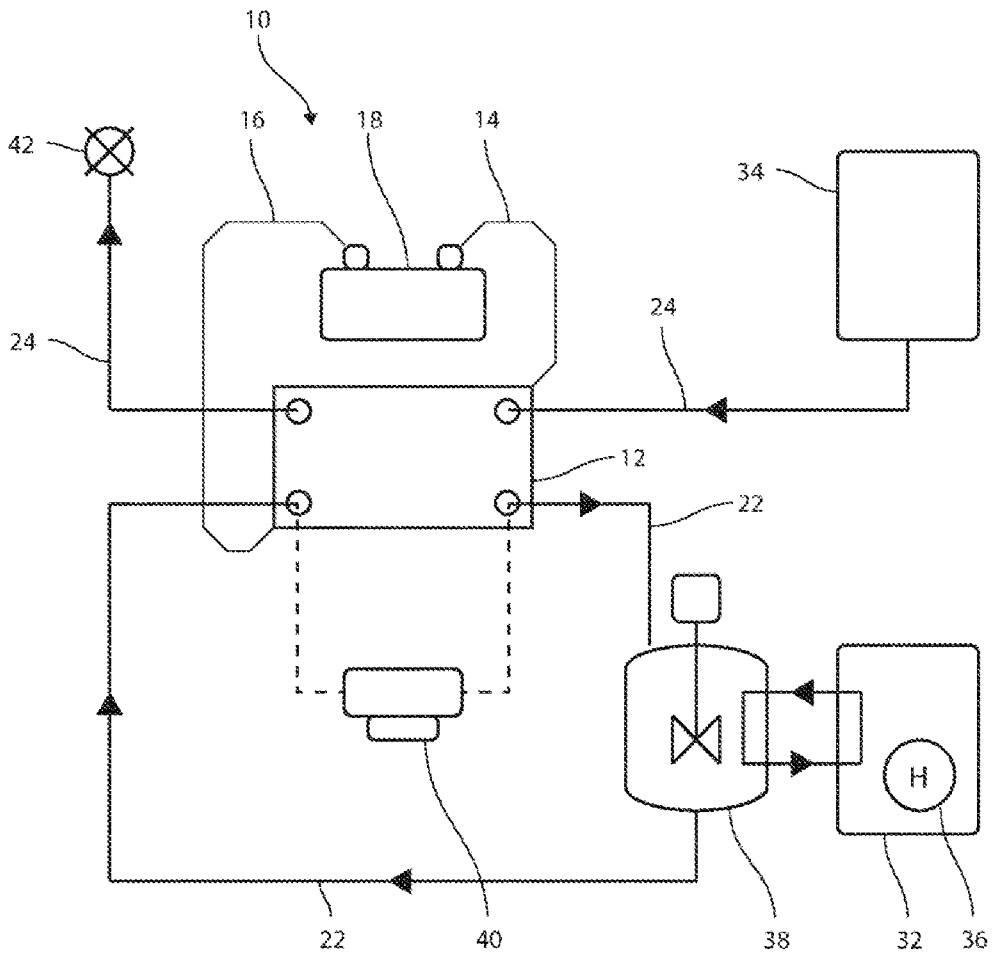


Fig. 4

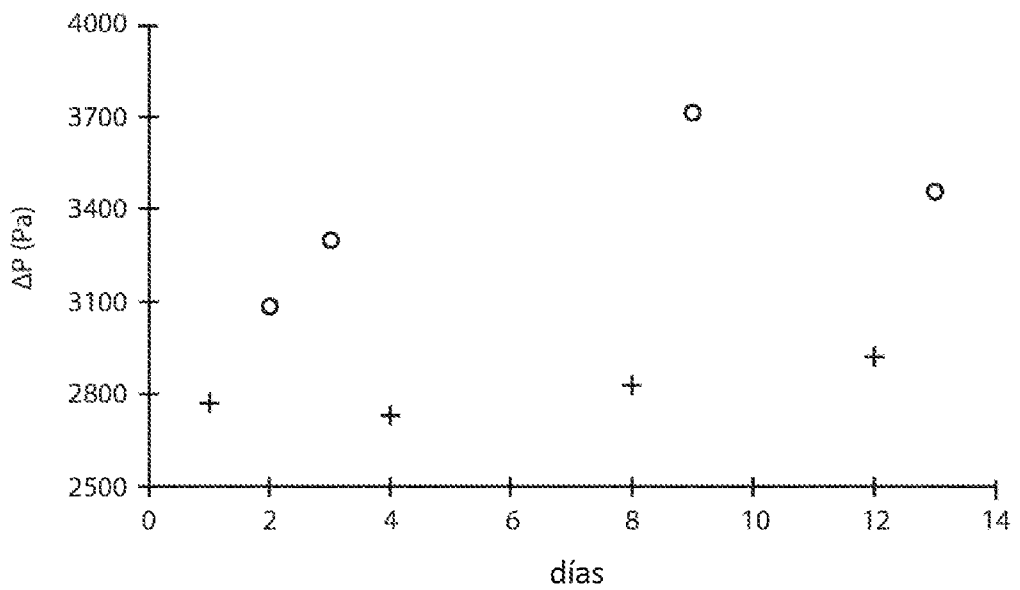


Fig. 5