

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 118**

51 Int. Cl.:

**B01F 3/08** (2006.01)  
**B01F 7/00** (2006.01)  
**B01F 7/18** (2006.01)  
**B01F 13/08** (2006.01)  
**B01F 13/10** (2006.01)  
**B01F 15/00** (2006.01)  
**B01F 15/06** (2006.01)  
**B01F 15/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2011 E 11719236 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014 EP 2566609**

54 Título: **Equipo de emulsión para la preparación continua de emulsiones y/o dispersiones**

30 Prioridad:

**07.05.2010 DE 102010028774**

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

**04.02.2015**

73 Titular/es:

**OTC GMBH (100.0%)  
Brammenring 11  
46047 Oberhausen, DE**

72 Inventor/es:

**DAHMS, GERD;  
JUNG, ANDREAS y  
DÖRR, HENDRIK**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 528 118 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

Equipo de emulsión para la preparación continua de emulsiones y/o dispersiones

5 La presente invención se refiere a un equipo de emulsión para la preparación continua de emulsiones y/o dispersiones. El equipo de emulsión de acuerdo con la invención puede emplearse tanto para la preparación de emulsiones bifásicas clásicas convencionales, emulsiones polifásicas, tales como, por ejemplo, emulsiones y dispersiones múltiples, como de emulsiones trifásicas (OW) que, además de la fase oleosa dispersa, también contienen una fase de red de gel cristalina líquida, pero también para la preparación de agentes de perlado líquido-cristalinos, sistemas autoorganizadores líquido-cristalinos (fases de red de gel en emulsiones OW) tales como, por ejemplo, agentes acondicionadores del cabello, así como agentes limpiadores de la piel y el cabello, tales como champús, geles de ducha, emulsiones de cera y silicona y emulsiones de éter perfluorado, etc. El equipo de emulsión de acuerdo con la invención puede emplearse en la industria de los agentes de limpieza y los detergentes, la industria cosmética, la farmacia, la industria de pinturas y de barnices, pero también en la industria alimentaria.

15 Por el estado de la técnica se conocen dispositivos para la preparación de emulsiones y/o dispersiones que, por norma general, se usan para realizar procedimientos por lotes discontinuos.

20 El documento WO 2004/082817 A1 desvela un dispositivo para la preparación continua de emulsiones o dispersiones con exclusión de aire que comprende un dispositivo de mezcla cerrado por todos los lados que presenta tubos de suministro y de evacuación para la entrada y la salida de sustancias fluidas o mezclas de sustancias, así como un órgano de agitación que permite una entrada de agitación en la emulsión o dispersión sin generar fuerzas de cavitación y sin homogeneización a alta presión.

25 El documento EP 1 964 604 A2 desvela un dispositivo y un procedimiento para la preparación continua de una mezcla de al menos dos fases fluidas con un recipiente de mezcla cerrado por todos los lados, con simetría de rotación o simetría de giro alrededor de su eje longitudinal, al menos dos conducciones de suministro que llevan al recipiente de mezcla para la entrada respectivamente de una fase fluida, al menos una conducción de descarga que sale del recipiente de mezcla para la descarga de una mezcla mezclada a partir de estas fases y un agitador rotatorio con agitadores de alas para agitar las fases, cuyo eje de rotación se encuentra en el eje longitudinal del recipiente de mezcla. Con el dispositivo de acuerdo con el documento EP 1 964 604 A2 no puede generarse una circulación de expansión controlada y no se toman medidas para evitar turbulencias y fuerzas de cavitación.

35 El objetivo de la presente invención es crear un equipo de emulsión con cuya ayuda se pueda efectuar una preparación continua de emulsiones, nanoemulsiones y/o dispersiones con estructura líquido-cristalina.

De acuerdo con la invención, el objetivo se alcanza mediante un equipo de emulsión para la preparación continua de emulsiones y/o dispersiones de acuerdo con la reivindicación 1.

40 La zona de mezcla de percolación es la zona de transición de la mezcla en la que la misma pasa de la circulación turbulenta a la circulación laminar. En la zona de percolación que sigue a la mezcla turbulenta, se incrementa la viscosidad causada por la descomposición constante de las gotitas o por la configuración de fases cristalinas líquidas y desciende la circulación turbulenta. Tras alcanzar el número crítico de Reynolds, la mezcla pasa a una zona de mezcla laminar. En condiciones de circulación de expansión, en la zona laminar de mezcla tiene lugar entonces una rotura de gotas controlada y eficiente energéticamente durante el proceso de mezcla o la configuración de fases cristalinas líquidas.

50 La cámara del al menos un dispositivo de mezcla tiene simetría de rotación y presenta preferentemente la forma de un cilindro hueco. Sin embargo, la cámara también puede presentar la forma de un cono truncado, un embudo, una cúpula truncada o una forma compuesta por estas formas geométricas, manteniéndose igual o descendiendo el diámetro de la cámara de la conducción de admisión a la conducción de desagüe. El órgano de agitación está adaptado correspondientemente a la forma de la cámara con simetría de rotación.

55 El diámetro del árbol de agitación  $d_{RW}$  con respecto al diámetro interno de la cámara  $d_K$  está situado preferentemente en el intervalo  $0,25 - 0,75 \cdot d_K$  y la proporción entre la distancia entre la conducción de admisión y la de desagüe y la longitud de los brazos de los elementos de agitación se encuentra preferentemente en el intervalo 3:1 - 50:1, de manera particularmente preferente en el intervalo 5:1-10:1, en particular en el intervalo 6:1 - 8:1. Además, el diámetro inusualmente grande del árbol de agitación en relación con el diámetro de la cámara tiene como consecuencia que la distancia entre el árbol de agitación y la pared de la cámara, también designada por el experto "diámetro de flujo", siempre es tan pequeña que no se puede configurar una circulación a modo de tromba y está garantizado un flujo laminar.

65 La proporción de la distancia entre la conducción de admisión y la de desagüe con respecto al diámetro de la cámara en el fondo del al menos un dispositivo de mezcla asciende a  $\geq 2:1$ . En una forma divergente de un cilindro hueco de la cámara con simetría de rotación, la proporción de distancia entre la conducción de admisión y la de desagüe con respecto al diámetro de la cámara en la zona de la conducción de admisión del al menos un dispositivo

de mezcla también es  $\geq 2:1$ .

El dispositivo de mezcla está cerrado por todos los lados y se acciona con exclusión de aire. Los componentes que deben mezclarse se introducen como corrientes fluidas en la cámara del dispositivo de mezcla, se entremezclan mediante el órgano de agitación hasta que los componentes entremezclados alcanzan la conducción de desagüe y se desvían de tal modo que no penetra aire en la cámara del dispositivo de mezcla. A este respecto, el dispositivo de mezcla está diseñado de tal modo que existe el menor espacio muerto posible. En la puesta en marcha del dispositivo de mezcla, el aire contenido en el mismo se desplaza completamente a través de los componentes de entrada en un breve periodo de tiempo, por lo cual, ventajosamente, la creación de un vacío resulta superflua.

Como el sistema trabaja con exclusión de aire y los componentes que deben emulsionarse se introducen continuamente en el dispositivo de mezcla, los componentes que se encuentran en el dispositivo de mezcla se transportan al exterior continuamente en dirección a la conducción de desagüe. Los componentes entremezclados recorren el dispositivo de mezcla paulatinamente empezando por la admisión hacia el desagüe.

En el dispositivo de mezcla de acuerdo con la invención, los componentes suministrados a través de las conducciones de admisión atraviesan, tras la entrada en la cámara, primero una zona de mezcla turbulenta en la que las fuerzas de cizalla ejercidas por los órganos de agitación los mezclan en primer lugar de manera turbulenta. En este caso, la viscosidad del producto de mezcla ya aumenta perceptiblemente. Siguiendo en dirección de la conducción de desagüe, la mezcla atraviesa entonces una llamada zona de percolación en la que, mediante una mezcla adicional intensa, sigue aumentando la viscosidad de la mezcla y el sistema se convierte paulatinamente en un sistema autoorganizador. Las turbulencias en la circulación existente en la mezcla descienden paulatinamente al alcanzar la zona de percolación y, en dirección de las conducciones de desagüe, las relaciones de circulación se hacen cada vez más laminares. De ese modo, se origina en la mezcla hacia la conducción de desagüe una fase líquido-cristalina liotrópica.

Ventajosamente, el consumo de energía total del equipo de emulsión de acuerdo con la invención es extremadamente bajo. Este consumo de energía total bajo resulta de que en los dispositivos de mezcla siempre deben mezclarse y atemperarse solo pequeños volúmenes en comparación con procedimientos de mezcla convencionales. Por lo tanto, precisamente los procedimientos de calentamiento y de refrigeración de costes extremadamente altos y con un gran coste energético están minimizados y contribuyen de manera decisiva al consumo de energía total bajo. Los tiempos de permanencia del material de mezcla en la cámara de mezcla también son muy cortos. Con una capacidad de producción de 1.000 kg/h, el tiempo de permanencia como media asciende a entre 0,5 y 10 segundos. De esto resulta que las conducciones de alimentación y bombas también están dimensionadas sustancialmente más pequeñas y, por lo tanto, también los accionamientos de las bombas absorben sustancialmente menos energía.

Ventajosamente, la proporción favorable entre la distancia entre la conducción de admisión y de desagüe y la longitud de los brazos de los elementos de agitación que se encuentra preferentemente en el intervalo 3:1-50:1, de manera particularmente preferente en el intervalo 5:1 -10:1, en particular en el intervalo 6:1 - 8:1, contribuye, junto con los agitadores de alambre especiales, a que se garantice una utilización del par particularmente eficaz y, por lo tanto, se consiga un buen entremezclado con un consumo de energía del motor minimizado al mismo tiempo.

Además, el diámetro de árbol inusualmente grande con respecto al diámetro de la cámara posibilita que el propio árbol de agitación pueda usarse para el atemperado del producto, lo cual contribuye, por su parte, al consumo de energía total bajo del equipo de emulsión de acuerdo con la invención.

Mediante la proporción favorable del diámetro de la cámara con respecto a su altura y el órgano de agitación optimizado para el mantenimiento de un flujo laminar, el consumo de potencia del motor del mecanismo agitador es sustancialmente más reducido y contribuye de manera decisiva al consumo de energía total bajo del dispositivo de acuerdo con la invención. Mediante las piezas constructivas por tanto dimensionables más pequeñas en conjunto, un tipo de construcción muy compacto y con ahorro de espacio es característico del dispositivo de mezcla de acuerdo con la invención.

El empleo de acoplamientos magnéticos contribuye también a la reducción del consumo de energía total. Como en este caso la transmisión de fuerza del motor al árbol de motor se realiza mediante imanes permanentes, el motor solo debe aplicar la energía que se necesita para el giro del rotor exterior. El rotor interior con árbol de agitación fijado se mueve mediante la fuerza magnética. Otra ventaja junto con un cojinete de deslizamiento es que puede construirse una cámara de mezcla cerrada herméticamente.

Para un resultado de emulsión óptimo y para evitar espacios muertos, en los dispositivos de mezcla de acuerdo con la invención se emplean cámaras que presentan una forma con simetría de rotación. Tales formas con simetría de rotación son preferentemente cilindro hueco (**Figura 2 A**), pero también cono truncado (**Figura 2 B**), embudo (**Figura 2 D**), cúpula truncada (**Figura 2 F**) o formas compuestas a partir de los mismos (**Figura 2 C, E**) en las que, por ejemplo, se une una zona con forma de cono truncado a una zona con forma de cilindro hueco. A este respecto, el diámetro del dispositivo de mezcla desde el extremo del lado de admisión al extremo del lado de desagüe

permanece constante (**Figura 2 A**) o desciende (**Figura 2 B - F**).

De manera particularmente preferente, en el dispositivo de mezcla de acuerdo con la invención se emplea una cámara con la forma de un cilindro hueco o un cono truncado o con una forma compuesta de una zona con forma de cilindro hueco y una zona con forma de cono truncado. El cono truncado se caracteriza ventajosamente por que el diámetro desciende constantemente del extremo del lado de admisión con respecto al diámetro del extremo del lado del desagüe, mientras que el diámetro del cilindro hueco se comporta de manera constante con respecto al eje de rotación.

Ventajosamente, la cámara del dispositivo de mezcla y/o las conducciones de admisión y de desagüe son atemperables conjunta o individualmente.

El suministro de componentes al dispositivo de mezcla se da mediante al menos una conducción de admisión que está adaptada en el diámetro al respectivo componente y cuya viscosidad está adaptada y garantiza un llenado completo con la respectiva fase. Preferentemente, el dispositivo de mezcla de acuerdo con la invención presenta al menos dos conducciones de admisión. Sin embargo, en el caso de que deba conducirse una premezcla al dispositivo de mezcla, el dispositivo de mezcla puede presentar también solo una conducción de admisión. Los componentes que deben emulsionarse o dispersarse pueden introducirse también antes de la entrada en el dispositivo de mezcla, por ejemplo, mediante una unión en forma de Y en una conducción de admisión conjunta antes de que alcancen el dispositivo de mezcla. Dado el caso, en esta conducción de alimentación conjunta pueden encontrarse premezcladores estáticos o dispositivos de mezcla pasivos conocidos por el experto. Un componente en el sentido de la invención puede ser una sustancia pura, pero también una mezcla de distintas sustancias.

A este respecto, el ángulo de entrada de las conducciones de admisión en el dispositivo de mezcla puede encontrarse en el intervalo de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  con respecto al eje de rotación del dispositivo de mezcla. Las conducciones de admisión pueden llegar a la cámara lateralmente a través de la superficie lateral o desde abajo a través de la superficie del fondo.

Las conducciones de admisión y de desagüe pueden estar unidas a la cámara a una altura discrecional y en un perímetro discrecional de la superficie lateral. Para garantizar un entremezclado óptimo con un tiempo de permanencia máximo al mismo tiempo de los componentes suministrados y evitar espacios muertos, la altura de entrada de la o las conducciones de admisión se encuentra preferentemente en el tercio inferior, preferentemente en el cuarto inferior de la cámara, con respecto a la altura de la cámara. La altura de salida de la conducción de desagüe se encuentra preferentemente en el tercio superior, preferentemente en el cuarto superior de la cámara, con respecto a la altura de la cámara.

El diámetro de la conducción de desagüe está dimensionado de tal modo que se minimiza la generación de presión con respecto a la elevada viscosidad en el al menos un o primer dispositivo de mezcla, sin embargo, al mismo tiempo está asegurado que las conducciones de desagüe siempre están completamente llenas de la mezcla.

Algunos productos tales como, por ejemplo, emulsiones OW trifásicas, agentes de perlado líquido-cristalinos, así como fases líquido-cristalinas liotrópicas de sistemas autoorganizadores pueden requerir la adición adicional, con desplazamiento en el tiempo, de componentes en la zona de percolación del primer dispositivo de mezcla, que se encuentra por encima de la altura de entrada de las conducciones de admisión y por debajo de la altura de las conducciones de salida. Por eso, en esta zona pueden encontrarse conducciones de entrada adicionales.

El dispositivo de mezcla puede estar orientado discrecionalmente, de modo que el eje de giro del órgano de agitación puede adoptar cualquier posición deseada desde horizontal hasta vertical. Sin embargo, preferentemente el dispositivo de mezcla no está dispuesto de tal modo que el eje de simetría de la cámara esté dispuesto verticalmente y, a este respecto, las conducciones de admisión estén colocadas por encima de las conducciones de desagüe. De manera particularmente preferente, el dispositivo de mezcla está dispuesto de tal modo que el eje de simetría de la cámara está dispuesto verticalmente y, a este respecto, las conducciones de admisión están colocadas por debajo de las conducciones de desagüe. En este caso, el motor de accionamiento acciona el órgano de agitación preferentemente desde arriba, sin embargo, igualmente es posible un accionamiento desde abajo.

Sorprendentemente, se ha comprobado que, con la geometría del dispositivo de mezcla, el diámetro del árbol de agitación  $d_{RW}$  con respecto al diámetro interno de la cámara  $d_K$  y la proporción entre la distancia entre la conducción de admisión y de desagüe y la longitud de los brazos de los elementos de agitación es decisivo para garantizar un entremezclado óptimo de las fases suministradas. En este caso, se ha comprobado que la proporción del diámetro del árbol de agitación  $d_{RW}$  con respecto al diámetro interno de la cámara  $d_K$  está situado preferentemente en el intervalo  $0,25 - 0,75 \cdot d_K$ , de manera particularmente preferente en el intervalo de  $0,3 - 0,7 \cdot d_K$ , en particular en el intervalo de  $0,4 - 0,6 \cdot d_K$  y la proporción entre la distancia entre la conducción de admisión y la de desagüe y la longitud de los brazos de los elementos de agitación está preferentemente en el intervalo 3:1 - 50:1, de manera particularmente preferente en el intervalo 5:1 - 10:1, en particular en el intervalo 6:1 - 8:1.

Además, este diámetro inusualmente grande del árbol de agitación en relación con el diámetro de la cámara tiene como consecuencia que la distancia entre el árbol de agitación y la pared de la cámara, también designada por el experto "diámetro de flujo", siempre es tan pequeña que no se puede configurar una circulación a modo de tromba y está garantizado un flujo laminar.

5

Además, se ha comprobado que, con la geometría del dispositivo de mezcla, la proporción entre el diámetro de la cámara del dispositivo de mezcla y el tramo que deben atravesar los componentes que deben mezclarse desde la admisión hasta el desagüe es decisiva para garantizar un entremezclado óptimo de las fases suministradas. En este caso, se ha comprobado que la proporción del diámetro con respecto a la distancia entre la admisión y el desagüe está preferentemente en el intervalo de 1:50 a 1:2, preferentemente de 1:30 a 1:3, en particular en el intervalo de 1:15 a 1:5. El diámetro de la cámara en el sentido de la invención es el diámetro en el fondo de la cámara.

10

La proporción del diámetro con respecto a la distancia de admisión y desagüe desempeña un papel decisivo para controlar la circulación dentro del dispositivo de mezcla. Puesto que solo si la mezcla llega de la circulación inicialmente turbulenta, que existe en la zona inferior del dispositivo de mezcla, es decir, en la zona de suministro de componentes, a través de la llamada zona de percolación, a la zona laminar, está garantizado el éxito de la emulsión. A este respecto, no es posible una delimitación exacta de las zonas individuales, ya que la transición entre las respectivas zonas es fluida.

15

Como para la configuración de la fase líquido-cristalina liotrópica dependiendo de los componentes se necesita una cantidad de tiempo diferente, la longitud del dispositivo de mezcla puede adaptarse en función del producto. La configuración de los sistemas autoorganizadores se ve influida por los siguientes factores: temperatura dentro del sistema, contenido de agua, composición de la mezcla, perfil de circulación, índice de cizalla y tiempo de permanencia.

20

25

Los dispositivos de mezcla usados en el equipo de emulsión y la instalación de acuerdo con la invención están dotados de órganos de agitación que garantizan un flujo laminar que garantiza la descomposición de gotitas en condiciones de elongación laminar. De acuerdo con una configuración ventajosa de la invención, al menos una parte integrante del elemento de agitación está dispuesta distanciada y paralela con respecto a la pared interior de la cámara.

30

Los órganos de agitación preferentes son agitadores de pala completa o de pala parcial o agitadores de alambre completo o de alambre parcial o una combinación de los mismos.

35

La descomposición de gotitas en condiciones de elongación laminares provoca ventajosamente una distribución del tamaño de partícula extremadamente estrecha en torno a un diámetro de gotita medio en la emulsión generada. Muy a menudo, el gráfico de la distribución del tamaño de partícula muestra una forma muy similar a una curva de Gauß. Los tamaños de partícula que se pueden alcanzar con el dispositivo de acuerdo con la invención están en el intervalo de 50 a 20.000 nm en función de la composición de la emulsión y/o dispersión.

40

El diámetro del órgano de agitación  $d_R$  con respecto al diámetro interno de la cámara  $d_K$  está preferentemente en el intervalo de  $0,99$  a  $0,6 \cdot d_K$ . Sin embargo, el órgano de agitación está alejado al menos  $0,5$  mm de la pared de la cámara. Preferentemente, el diámetro del órgano de agitación asciende de  $0,6$  a  $0,7 \cdot d_K$ , de manera particularmente preferente de  $0,99$  a  $0,8 \cdot d_K$ .

45

El diámetro del árbol de agitación  $d_{RW}$  con respecto al diámetro interno de la cámara  $d_K$  está preferentemente en el intervalo  $0,25 - 0,75 \cdot d_K$ , de manera particularmente preferente en el intervalo de  $0,3 - 0,7 \cdot d_K$ , en particular en el intervalo de  $0,4 - 0,6 \cdot d_K$ .

50

Además, este diámetro inusualmente grande del árbol de agitación con respecto al diámetro de la cámara tiene como consecuencia que la distancia entre el árbol de agitación y la pared de la cámara, también designada por el experto "diámetro de flujo", es siempre tan pequeña que no se puede configurar una circulación a modo de tromba y está garantizado un flujo laminar.

55

Los agitadores de alambre que se pueden emplear en el dispositivo de acuerdo con la invención se caracterizan por que sobre el árbol de agitación están colocados alambres. Sorprendentemente, se ha comprobado que con los mismos se logran resultados de mezcla muy buenos y un consumo de energía minimizado si los mismos están curvados a modo de herradura o rectángulo con esquinas redondeadas y están unidos al árbol de agitación por sus extremos.

60

La disposición sobre el árbol también puede ser diferente en función del producto que debe mezclarse. Pueden disponerse uno o varios alambres en forma de herradura o curvados rectangularmente sobre el árbol de agitación. A este respecto, puede emplearse un agitador de alambre completo o un agitador de alambre parcial.

65

El agitador de alambre completo (**Figura 3 C**) está caracterizado por que se compone de al menos dos alambres curvados en forma de herradura o en forma de un rectángulo redondeado que están colocados en el árbol el uno

enfrente del otro con respecto al árbol y, en la zona superior e inferior del árbol, están unidos al mismo. En este caso, los alambres están preferentemente perpendiculares al eje central y/o están inclinados y/o girados en un ángulo de 0° a 90°, preferentemente de 0° a 45°, de manera particularmente preferente de 0° a 25°, hacia la izquierda o la derecha con respecto al eje de rotación. La longitud superior e inferior de los alambres puede presentar longitudes iguales o diferentes. En el perímetro del árbol puede estar dispuesta una cantidad discrecional de alambres. En la cavidad generada entre el árbol y el alambre pueden encontrarse otros alambres o formas geométricas discrecionales.

Se prefiere un diámetro de alambre que está como máximo en el intervalo del diámetro del árbol y no queda por debajo de 0,2 mm como mínimo, en particular se prefiere un diámetro de alambre del 15 % como máximo del diámetro del árbol y 0,5 mm como mínimo, en particular el intervalo del 10 % del diámetro del árbol y, como mínimo, el 1 % del diámetro del árbol.

El agitador de alambre parcial (**Figura 3 D**) está caracterizado por que se compone de al menos dos alambres curvados en forma de U o de herradura, cuyos extremos están unidos al árbol a una altura discrecional. En este caso, los alambres están preferentemente perpendiculares al eje central y/o están inclinados y/o girados en un ángulo de 0° a 90°, preferentemente de 0° a 45°, de manera particularmente preferente de 0° a 25°, hacia la izquierda o la derecha con respecto al eje de rotación. La longitud superior e inferior de los alambres, que se extiende radialmente desde el árbol de agitación, puede presentar longitudes iguales o diferentes. En el perímetro del árbol puede estar dispuesta una cantidad discrecional de alambres. En la cavidad generada entre el árbol y el alambre pueden encontrarse otros alambres o formas geométricas discrecionales.

Se prefiere un diámetro de alambre que está como máximo en el intervalo del diámetro del árbol y no queda por debajo de 0,2 mm como mínimo, en particular se prefiere un diámetro de alambre del 15 % como máximo del diámetro del árbol y 0,5 mm como mínimo, en particular el intervalo del 10 % del diámetro del árbol y, como mínimo, el 1 % del diámetro del árbol.

Mediante la proporción favorable del diámetro de la cámara con respecto al diámetro del árbol de agitación unido a los agitadores de alambre ventajosos se garantiza un aprovechamiento de los pares particularmente eficaz que minimiza la fuerza que ejerce el órgano de agitación sobre los componentes que deben entremezclarse, de modo que se alcanza un buen entremezclado con un consumo de energía del motor minimizado al mismo tiempo.

Además, el diámetro del árbol inusualmente grande con respecto al diámetro de la cámara posibilita que pueda usarse el propio árbol de agitación para el atemperado del producto.

Además, se ha comprobado que los agitadores de pala completa y los agitadores de pala parcial son particularmente adecuados.

El agitador de pala completa (**Figura 3 A**) está caracterizado por que se compone de al menos dos chapas cuadradas, rectangulares, en forma de herradura o en forma de trapecio, estando las esquinas de las chapas redondeadas para evitar la generación de circulaciones turbulentas, estando unido un lado al árbol, y llegando las chapas continuamente desde la zona superior del árbol hasta la zona inferior del árbol. En este caso, las chapas están preferentemente perpendiculares al eje central y/o están inclinadas y/o giradas en un ángulo de 0° a 90°, preferentemente de 0° a 45°, de manera particularmente preferente de 0° a 25°, hacia la izquierda o la derecha con respecto al eje central. Los cantos superiores e inferiores de las chapas pueden presentar longitudes iguales o diferentes. Sobre el perímetro del árbol puede estar dispuesta una cantidad discrecional de chapas. Las palas individuales pueden estar provistas de pasos geométricos adicionales tales como orificios o troquelados.

El agitador de pala parcial (**Figura 3 B**) está caracterizado por que está compuesto por al menos dos chapas curvadas cuadradas, rectangulares, en forma de herradura o en forma de trapecio, estando un lado unido al árbol a una altura discrecional. En este caso, las chapas están preferentemente perpendiculares al eje central y/o están inclinadas y/o giradas en un ángulo de 0° a 90°, preferentemente de 0° a 45°, de manera particularmente preferente de 0° a 25°, hacia la izquierda o la derecha con respecto al eje central. Los cantos superiores e inferiores de las chapas pueden presentar longitudes iguales o diferentes. Sobre el perímetro del árbol puede estar dispuesta una cantidad discrecional de chapas. Las chapas individuales pueden estar provistas de pasos geométricos adicionales.

Pueden instalarse otros órganos de agitación conocidos por el experto y sus formas constructivas especiales para mezclar el producto en el dispositivo de mezcla, tales como, por ejemplo las formas constructivas agitador de ancla, disco de disolvedor, Inter-MIG, etc. También es posible combinar entre sí distintas formas constructivas de agitador en un árbol de agitación.

Además, los órganos de agitación usados en el dispositivo de mezcla de acuerdo con la invención se caracterizan por que cada árbol de agitación está guiado de manera estable a la rotación, preferentemente para esto en la zona superior e inferior del dispositivo de mezcla. Con esto deben excluirse o evitarse en gran medida desequilibrios del órgano de agitación en caso de números de revoluciones elevados, de modo que no puedan producirse turbulencias que influyan o incluso eviten la estructuración de la circulación laminar necesaria. Para guiar el árbol pueden usarse

por ejemplo rodamientos de bolas, rodamientos de bolas lineales, cojinetes de deslizamiento, cojinetes de deslizamiento lineales o similares. El árbol está compensado ventajosamente para la estabilidad de rotación adicional.

5 Los materiales a partir de los cuales están fabricados tanto el propio dispositivo de mezcla como las formas constructivas de agitador citadas anteriormente, en particular los agitadores de pala completa, agitadores de pala parcial, agitadores de alambre completo y agitadores de alambre parcial mencionados anteriormente, se adaptan a las propiedades químicas de los componentes que deben emulsionarse y de las emulsiones que se originan. Los órganos de agitación comprenden preferentemente, en el dispositivo de mezcla de acuerdo con la invención, aceros tales como, por ejemplo, aceros finos inoxidables, pero también aceros de construcción, plásticos tales como, por ejemplo, PEEK, PTFE, PVC o plexiglás o materiales compuestos o combinaciones de acero y plástico.

15 Los dispositivos de mezcla están concebidos de tal modo que, por sí solos, oponen a los componentes que deben emulsionarse solo a una contrapresión reducida. Mediante los agitadores de alambre curvados especialmente se consigue que también se origine solo una generación de presión mínima durante el proceso de mezcla. Por este motivo, el dispositivo de mezcla puede denominarse sistema sustancialmente sin presión/de baja presión.

20 Para conseguir esto, el corte transversal de la conducción de salida debe seleccionarse de tal modo que la cantidad de producto total de los componentes mezclados pueda fluir libremente. En este caso, precisamente en el dispositivo de mezcla 1 debe tenerse en cuenta el aumento de la viscosidad extremo que se origina en la generación de la fase de gel líquido-cristalina liotrópica de elevada viscosidad. También en el caso del dimensionado de otras piezas constructivas de la técnica del procedimiento tales como, por ejemplo, tuberías, intercambiadores de calor, etc. debe tenerse en cuenta que los mismos solo contrapongan al sistema completo caídas de presión mínimas para garantizar un sistema continuo de baja presión. En función del producto y la configuración de los aparatos, de este modo pueden realizarse caídas de presión por debajo de 50 kPa (0,5 bar) en el sistema completo.

25 En el equipo de emulsión de acuerdo con la invención se puede realizar un atemperado del dispositivo de mezcla, así como de las conducciones de admisión y de salida ventajosamente de manera particularmente sencilla y eficaz. Debido a los pequeños volúmenes y a la gran proporción, condicionada por la forma de la cámara, de superficie con respecto a volumen de la cámara en el dispositivo de mezcla, en el dispositivo de acuerdo con la invención puede garantizarse un control de la temperatura del producto mejor controlado en comparación con los equipos de emulsión convencionales.

35 Para calentar los dispositivos de mezcla es particularmente adecuada una doble camisa. La misma puede calentarse con gases tales como, por ejemplo, vapor, o con líquidos tales como, por ejemplo, agua o aceite térmico. Otras posibilidades son, por ejemplo, calefactores eléctricos tales como alambres calefactores, cables calefactores o cartuchos calefactores.

40 Para atemperar los componentes que deben emulsionarse en la cámara, así como en las conducciones de admisión y de salida pueden emplearse tanto procedimientos de intercambio de calor pasivos tales como, por ejemplo, aletas de refrigeración, procedimientos activos, tales como, por ejemplo, intercambiadores de calor de haz de tubos, como también combinaciones de los dos métodos para garantizar un atemperado lo más uniforme y rápido posible.

45 Para atemperar los componentes que deben emulsionarse desde fuera hacia dentro, el dispositivo de mezcla se equipa preferentemente con una doble camisa, serpentines de refrigeración completamente tubulares o semitubulares que están colocados fuera y/o dentro del dispositivo de mezcla y se alimentan con un medio refrigerante-calefactor, por ejemplo mediante un termostato.

50 Preferentemente, el control de la temperatura se mejora mediante chapas de conducción adicionales en el interior de la doble camisa. Mediante la optimización de la proporción del diámetro con respecto a la distancia entre la conducción de admisión y de desagüe es posible adicionalmente adaptar el caudal del material de mezcla de tal modo que se dé un intercambio de temperatura óptimo.

55 En oposición al procedimiento por lotes convencional, el equipo de acuerdo con la invención se caracteriza por que fundamentalmente no es necesario calentar todos los componentes de la formulación, sino que solo se calientan aquellos componentes que no son suficientemente fluidos a temperatura ambiente hasta que son fluidos. La configuración de acuerdo con la invención de los dispositivos de mezcla, en particular la proporción longitud-diámetro, es ventajosa para la conducción del calor de tal manera que la energía disipada por agitación puede aprovecharse en suministro de calor controlado.

60 En otra forma de realización, el dispositivo de mezcla de acuerdo con la invención está dotado de deflectores de la circulación que favorecen un flujo laminar de los componentes.

65 De acuerdo con una configuración ventajosa, los deflectores de la circulación y/o el órgano de agitación son atemperables y, con esto, posibilitan un atemperado de la mezcla.

Preferentemente, el al menos un dispositivo de mezcla comprende una cámara con simetría de rotación en la que los componentes que deben emulsionarse se trasladan, mediante el recorrido de una zona turbulenta y una de percolación, a una fase líquido-cristalina liotrópica.

5 En otra forma de realización de la invención, el al menos un dispositivo de mezcla comprende varias cámaras conectadas una detrás de otra con simetría de rotación. Con esto se posibilita que cuando, por motivos de técnica de construcción, la altura del al menos un dispositivo de mezcla está limitada, el proceso de mezcla pueda dividirse en varias cámaras consecutivas. A este respecto, los componentes recorren las tres zonas diferentes, la zona de turbulencias, la zona de percolación y la zona laminar no dentro de una única cámara, sino dentro de varias  
10 cámaras.

El equipo de emulsión de acuerdo con la invención comprende en el caso más sencillo el al menos un dispositivo de mezcla correspondientemente a la descripción anterior.

15 Sin embargo, habitualmente un equipo de emulsión de acuerdo con la invención comprende al menos dos dispositivos de mezcla que están conectados en serie uno detrás de otro y en los cuales distintos componentes se suministran uno tras otro o al mismo tiempo y se mezclan entre sí. A este respecto, la viscosidad de la mezcla generada en el primer dispositivo de mezcla es siempre mayor o igual que la viscosidad en el (los) dispositivo(s) de mezcla posteriores. A este respecto, al menos el primer dispositivo de mezcla debe corresponder en estructura y  
20 función al al menos un dispositivo de mezcla, es decir, en el primer dispositivo de mezcla debe estar garantizada la guía de circulación particular en la que primero se mezclan de manera turbulenta los componentes y después alcanzan un estado líquido-cristalino liotrópico mediante el recorrido de una zona de percolación.

En el caso de la preparación de sistemas bifásicos clásicos tales como emulsiones WO, pero también emulsiones OW sin fase de red de gel, en el equipo de emulsión de acuerdo con la invención la proporción de la fase (dispersa) interna y la fase (continua) externa en el primer dispositivo de mezcla es siempre mayor que en el (los) siguiente(s) dispositivo(s) de mezcla.

Además, en el equipo de emulsión de acuerdo con la invención es posible que puedan conectarse varios dispositivos de mezcla no solo en serie uno detrás de otro, sino también serialmente uno encima del otro o uno debajo del otro. A este respecto, los dispositivos de mezcla individuales también pueden estar almacenados conjuntamente en una carcasa de modo que la separación de los dispositivos de mezcla no sea visible desde fuera.

En el transcurso posterior de la preparación de los mencionados productos en el equipo de emulsión de acuerdo con la invención se conduce el contenido de alta viscosidad desde el primer dispositivo de mezcla al (a los) siguiente(s) dispositivo(s) de mezcla. A este respecto, el suministro a los dispositivos de mezcla siguientes se diseña de tal modo que la altura de las conducciones de entrada se realiza preferentemente en el tercio inferior, preferentemente en el cuarto inferior, con respecto a la altura del dispositivo de mezcla.

En los dispositivos de mezcla pospuestos al primer dispositivo de mezcla ya no es necesario que la fase interna prevalezca en relación con la fase continua. En una forma de realización del equipo de emulsión de acuerdo con la invención, en un primer dispositivo de mezcla los componentes que deben emulsionarse se trasladan a una fase líquido-cristalina laminar y se diluyen en un segundo dispositivo de mezcla mediante la adición de fase externa a la concentración deseada. El equipo de emulsión de acuerdo con la invención comprende también una periferia correspondiente, tal como recipientes de almacenamiento para al menos 2 componentes, conducciones de interconexión para el suministro de los componentes al al menos un dispositivo de mezcla, bombas y válvulas correspondientes, conducciones de interconexión para la evacuación de componentes, equipo de mando para la supervisión y regulación de las etapas del proceso, un equipo de indicación con una parte de mando para la visualización e introducción de variables de proceso.

50 Los dispositivos de mezcla y conducciones de interconexión son atemperables.

El dispositivo de mezcla y las conducciones de interconexión pueden presentar sensores para el control de productos y procesos. Además, las conducciones de salida de los dispositivos de mezcla individuales pueden presentar otros sensores que posibiliten por ejemplo una medición continua del tamaño de las partículas, directamente o en derivación, una medición de temperatura, una medición de presión, una medición de conductividad, una medición de viscosidad o similares.

La calidad de producto del producto final se determina en el equipo de acuerdo con la invención prioritariamente en la primera etapa de agitación.

Además, en la conducción de admisión y de salida de los dispositivos de mezcla de acuerdo con la invención o en varios dispositivos de mezcla, entre los dispositivos de mezcla de una instalación de acuerdo con la invención, puede colocarse un intercambiador de calor. Se ha demostrado que en este caso la introducción de intercambiadores de calor de haz de tubos junto con chapas conductoras torcidas en la corriente de producto y chapas conductoras en el circuito calefactor y de refrigeración es muy eficaz. Ventajosamente, mediante las

- cantidades de producto relativamente reducidas es posible un tipo de construcción muy compacto y eficaz de los intercambiadores de calor. Estos intercambiadores de calor pueden emplearse tanto en el tipo de construcción serial como en el tipo de construcción conectado en serie. También es posible la introducción de otras formas constructivas de intercambiadores de calor tales como, por ejemplo, serpentines de refrigeración, intercambiadores de calor de haz de tubos, intercambiadores de doble tubo, intercambiadores de tubo de aletas, intercambiadores de calor de cinta espiral, intercambiadores de calor de placas, intercambiadores de calor de acumulación y otras formas constructivas especiales.
- Como medio refrigerante se pueden emplear tanto gases tales como, por ejemplo, nitrógeno, como líquidos tales como, por ejemplo, agua o aceite térmico.
- Con los intercambiadores de calor mencionados anteriormente puede tanto refrigerarse como calentarse. En este caso, el experto también puede seleccionar una calefacción/refrigeración adecuada para el producto deseado.
- En función del empleo del equipo de emulsión, dado el caso, también es posible una combinación de unidades calefactoras y de refrigeración. Esto también puede resolverse sencilla y eficazmente empleando una doble camisa, un serpentín calefactor/de refrigeración o un intercambiador de calor correspondiente como se describe anteriormente.
- En equipos de emulsión más pequeños son adecuados para esto particularmente baños calefactores/refrigerantes (termostatos) que se supervisan y accionan preferentemente mediante un mando de orden superior. Adicionalmente puede posibilitarse también un funcionamiento autónomo con estos termostatos. Como, por norma general, los termostatos también poseen la posibilidad de conectar un sensor de temperatura externo, el mismo puede colocarse en la corriente de producto. El termostato regula entonces la potencia de calefacción o de refrigeración necesaria por sí solo y proporciona así una temperatura de producto óptima. Otra ventaja de este método es una descarga del mando, ya que esta regulación de la temperatura de los dispositivos de mezcla puede cederse al termostato.
- Mediante una optimización de la temperatura del suministro de componentes a los dispositivos de mezcla también se puede alcanzar una optimización de la temperatura de producto. En este caso, también puede optimizarse y usarse el trayecto de afluencia de los componentes desde el recipiente de almacenamiento hasta la entrada en el dispositivo de mezcla hasta que las corrientes de componentes lleguen al dispositivo de mezcla con una temperatura óptima para los componentes que deben emulsionarse.
- Un equipo de emulsión de acuerdo con la invención comprende
- al menos un dispositivo de mezcla de acuerdo con la invención
  - al menos un motor para los órganos de agitación del dispositivo de mezcla,
  - al menos dos recipientes de almacenamiento para las fases que deben emulsionarse que están unidos al dispositivo de mezcla mediante las conducciones de admisión, y desde los cuales se conducen los componentes sin aire mediante equipos de transporte al dispositivo de mezcla,
  - al menos un equipo de transporte por componente o por mezcla de componentes,
  - dado el caso, sensores de supervisión de la corriente de entrada y/o sensores de supervisión de la corriente de salida con los cuales, dado el caso, puede llevarse a cabo al mismo tiempo un control de calidad automático,
  - dado el caso, al menos un equipo para el atemperado para el equipo de emulsión y el sistema de conducción para la alimentación y la evacuación de los componentes, mezclas de componentes,
  - un equipo de mando para la supervisión y el mando de los dispositivos de mezcla, la alimentación y la evacuación de los componentes, mezclas de componentes,
  - dado el caso, un equipo de indicación con un panel de mando para la visualización y la introducción de datos.
- Sin embargo, habitualmente el equipo de emulsión comprende al menos dos dispositivos de mezcla que están conectados uno detrás de otro y en los cuales se mezclan entre sí distintos componentes uno tras otro. A este respecto, la viscosidad de la mezcla generada en el primer dispositivo de mezcla es siempre mayor o igual que la viscosidad en el (los) dispositivo(s) de mezcla posteriores. A este respecto, al menos el primer dispositivo de mezcla debe corresponder en estructura y función al al menos un dispositivo de mezcla, es decir, en el primer dispositivo de mezcla debe estar garantizada la guía de circulación particular en la que primero se mezclan de manera turbulenta los componentes y después alcanzan un estado líquido-cristalino liotrópico mediante el recorrido de una zona de percolación.
- En el caso de la preparación de sistemas bifásicos clásicos tales como emulsiones WO, pero también emulsiones OW sin fase de red de gel, en el equipo de emulsión de acuerdo con la invención la proporción de la fase (dispersa) interna y la fase (continua) externa en el primer dispositivo de mezcla es siempre mayor que en el (los) siguiente(s) dispositivo(s) de mezcla.
- La instalación de acuerdo con la invención completa se controla mediante un mando programable por memoria. El mismo supervisa, por ejemplo, los números de revoluciones de los dispositivos de mezcla, la afluencia de los componentes individuales, los números de revoluciones de las bombas, las temperaturas y las presiones de las

5 fases individuales agregadas y todos los demás parámetros necesarios para el funcionamiento. Puede supervisar y regular, junto con caudalímetros de masa o de volumen, la afluencia de los componentes individuales a los respectivos dispositivos de mezcla. Puede transmitir previamente avisos y alteraciones definidos mediante un aparato de salida óptico o acústico. A este respecto, las salidas ópticas y visuales pueden encontrarse separadas del dispositivo de acuerdo con la invención tal como, por ejemplo, en un puesto de control.

Son posibles posibilidades de mando alternativas tales como, por ejemplo, software SPS o mando por PC al igual que una combinación de varias posibilidades de mando.

10 Mediante un módulo de telemantenimiento integrado con el equipo de mando o conectado al mismo para la conexión de una línea telefónica analógica o una línea de ISDN, el acceso a una red de servicio radiotelefónico móvil o una red LAN o WLAN es posible efectuar un telemantenimiento del dispositivo de acuerdo con la invención o también enviar mensajes de advertencia y de avería o controlar toda la instalación de acuerdo con la invención.

15 Además, el mando puede presentar un módulo de formulación en el que estén almacenadas una o varias formulaciones para diversos productos. En este caso, cada formulación puede estar compuesta por varios conjuntos de datos. En los conjuntos de datos se graban los parámetros necesarios para el funcionamiento tales como, por ejemplo, el número de revoluciones, la proporción de las corrientes de volumen, etc. Tras consultar la formulación se procesan los conjuntos de datos de forma controlada en el tiempo o tras activar un acontecimiento determinado, por ejemplo, la consecución de una temperatura determinada. Esto posibilita el aseguramiento de que los productos pueden producirse siempre con la misma calidad.

Mediante las siguientes figuras y ejemplos de realización se explica más en detalle la invención sin limitar la misma. A este respecto, muestran

- 25 La Fig. 1 equipo de emulsión con un dispositivo de mezcla
- La Fig. 2 distintas geometrías de dispositivos de mezcla
- 30 La Fig. 3 distintos órganos de agitación
- La Fig. 4 equipo de emulsión con un dispositivo de mezcla con otra conducción de suministro en la zona de percolación
- 35 La Fig. 5 equipo de emulsión con dos dispositivos de mezcla
- La Fig. 6 equipo de emulsión con dos dispositivos de mezcla e intercambiadores de calor
- La Fig. 7 esquema de la instalación
- 40 La Fig. 8 diagrama de energía

La **Figura 1** muestra en una representación de corte un equipo de emulsión con un dispositivo de mezcla 1 con una cámara 2 con simetría de rotación cerrada por todos los lados en forma de un cilindro hueco. En la cámara se introduce un árbol de agitación 10, sobre el que están dispuestos alambres de agitación 11 como se representa en la Figura 3D. El árbol de agitación 10 es accionado por el motor 12 y guiado por los cojinetes y juntas 8. Además, en la parte del fondo de la cámara 2 está guiado adicionalmente el árbol de agitación 10 en el cojinete 9. La cámara 2 presenta en la parte inferior conducciones de admisión 5 o 6 para la admisión sin aire de los componentes que deben emulsionarse A y B. En la parte superior de la cámara 2 está dispuesta la conducción de desagüe 7. Las conducciones de admisión y de desagüe están igualmente atemperadas y presentan correspondientes bombas de transporte (no representadas en la Figura 1).

La proporción entre la distancia entre las conducciones de admisión 5 o 6 y la conducción de desagüe 7 y el diámetro de la cámara 2 asciende aproximadamente a 3,5.

La proporción entre la distancia entre las conducciones de admisión 5 o 6 y la conducción de desagüe 7 y la longitud de los brazos de agitación del agitador de alambre asciende aproximadamente a 15:1.

La cámara 2 está rodeada de una camisa de termostato 3 que permite un atemperado del material de mezcla junto con el termostato 4. Debido a la distancia entre la admisión y el desagüe, mayor con respecto al diámetro de la cámara, el material de mezcla puede atemperarse de forma controlada de tal modo que el aporte de energía causado por el agitador no desestabiliza el material de mezcla.

El equipo de emulsión de acuerdo con la Figura 1 puede usarse por ejemplo para la dilución de 100 kg por hora de lauril éter sulfato de sodio (SLES) como sigue:

a través de la bomba de la fase A se conducen a través de la conducción de admisión 5 continuamente 41,4 kg por hora de SLES al 70 % y a través de la conducción de admisión 6 mediante la bomba de la fase B, continuamente 58,6 kg por hora de agua al dispositivo de mezcla 1 y se mezclan con 3000 revoluciones por min.

5 El dispositivo de mezcla 1 está cerrado por todos los lados y se acciona con exclusión de aire. Los componentes que deben mezclarse A y B se introducen como corrientes fluidas en la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1, se entremezclan mediante el órgano de agitación 10 con los alambres de agitación 11 hasta que los componentes entremezclados alcanzan la conducción de desagüe 7 y se desvían de tal modo que no penetra aire en la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1.

10 En la puesta en marcha del dispositivo de mezcla, el aire contenido en el mismo se desplaza completamente a través de los componentes de entrada A y B en un breve periodo de tiempo, por lo cual, ventajosamente, la creación de un vacío resulta superflua.

15 Los componentes entremezclados A y B recorren la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1 paulatinamente empezando por la admisión 5, 6 hacia el desagüe 7. Los componentes A y B introducidos a través de las conducciones de admisión 5, 6 en la cámara 2 atraviesan primero una zona de mezcla turbulenta del lado de admisión en la que se mezclan de manera turbulenta mediante las fuerzas de cizalla ejercidas por los alambres de agitación 11. En una zona de mezcla de percolación conectada encima se siguen entremezclando los componentes, descendiendo la circulación turbulenta e incrementándose la viscosidad hasta que se ajusta una fase liotrópica laminar-líquido-cristalina en una zona de mezcla laminar del lado de desagüe. A través de la camisa de termostato 3 se mantiene constante la temperatura de la mezcla.

25 En la salida de la etapa de agitación se obtiene SLES al 28 %.

30 La **Figura 4** muestra en una representación de corte un equipo de emulsión de una etapa que está estructurado y dimensionado de manera análoga a la Figura 1, pero presenta otra conducción de admisión 13 para un componente C. Las conducciones de admisión y de desagüe están atemperadas y están en unión eficaz con bombas (no representadas en la Figura 4).

El equipo de emulsión de acuerdo con la Figura 4 puede usarse para la preparación de un pulverizado O/W sencillo como sigue.

35 Componente A: fase de emulsionante acuosa  
Componente B: fase oleosa  
Componente C: fase acuosa

40 El componente A se introduce con 8,1 kg por hora continuamente a través de la conducción de admisión 5 y el componente B con 22,5 kg por hora a través de la conducción de admisión 6 a la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1 sin aire y se mezclan con alrededor de 3000 revoluciones por min. Mediante el órgano de agitación 10 con los alambres de agitación 11 se entremezclan los componentes A y B. Después de que la mezcla haya recorrido alrededor del 60 % de la longitud de la cámara, el componente C se dosifica a través de la conducción de admisión 13 a la cámara de mezcla con 69,4 kg por hora y se mezcla hasta que los componentes entremezclados alcanzan la conducción de desagüe 7. En la puesta en marcha del dispositivo de mezcla 1, el aire contenido en el mismo se desplaza completamente a través de los componentes de entrada en un breve periodo de tiempo, por lo cual, ventajosamente, la creación de un vacío resulta superflua.

50 Los componentes entremezclados A y B recorren el dispositivo de mezcla 1 paulatinamente empezando por la admisión 5, 6 hacia el desagüe 7. Los componentes A y B introducidos a través de las conducciones de admisión 5, 6 en la cámara 2 atraviesan primero una zona de mezcla turbulenta del lado de admisión en la que se mezclan de manera turbulenta mediante las fuerzas de cizalla ejercidas por los alambres de agitación 11. En una zona de mezcla de percolación conectada encima se siguen entremezclando los componentes A y B, descendiendo la circulación turbulenta e incrementándose la viscosidad hasta que se ajusta una fase líquido-cristalina liotrópica en una zona de mezcla laminar del lado de desagüe y a la que se suministra el componente C a través de la conducción de admisión 13. A través de la camisa de termostato 3 se mantiene constante la temperatura de la mezcla.

55 La **Figura 5** muestra en una representación de corte un equipo de emulsión con dos dispositivos de mezcla 1 y 1'.

60 El equipo de emulsión de acuerdo con la Figura 5 se caracteriza por que está compuesto por dos dispositivos de mezcla 1 y 1' conectados en serie, estando unida la conducción de salida 7 del primer dispositivo de mezcla 1 a la conducción de desagüe del siguiente dispositivo de mezcla 1'. Cada dispositivo de mezcla 1 y 1' posee una camisa de termostato 3 o 3' y puede, si se desea, atemperarse individualmente mediante los termostatos 4 o 4'. Los elementos de agitación son agitadores de alambre fijados sobre el árbol de agitación correspondientemente a la representación de la Figura 3D.

65

## ES 2 528 118 T3

La proporción entre la distancia entre las conducciones de admisión 5 o 6 y la conducción de desagüe 7 y el diámetro de la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1 asciende aproximadamente a 2,0.

5 La proporción entre la distancia entre las conducciones de admisión 5 o 6 y la conducción de desagüe 7 y la longitud de los brazos de agitación del agitador de alambre asciende a 8:1.

La cámara 2' del dispositivo de mezcla 1' corresponde en la estructura y el dimensionado a la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1.

10 Los dispositivos de mezcla 1 o 1' están dotados de sensores para la viscosidad, la presión, la temperatura (no representados aquí). Los dispositivos de mezcla 1 y 1' están cerrados por todos los lados.

15 El equipo de emulsión de acuerdo con la Figura 5 puede usarse para la preparación de una emulsión OW sencilla (120 kg por hora) como sigue.

Componente A: emulsionante con base adicional para la neutralización del espesante

Componente B: fase oleosa

20 Componente C: fase acuosa con espesante

25 El componente A se introduce con 5,65 kg por hora continuamente a través de la conducción de admisión 5 y el componente B con 21,93 kg por hora a través de la conducción de admisión 6 en la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1 y se mezcla con alrededor de 3000 revoluciones por min. Mediante el órgano de agitación 10 con los alambres de agitación 11 se entremezclan los componentes A y B hasta que los componentes entremezclados alcanzan la conducción de desagüe 7 y se desaguan a la cámara 2' del dispositivo de mezcla 1' de tal modo que no penetra aire en la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1. En la puesta en marcha del dispositivo de mezcla 1 y 1', el aire contenido en el mismo se desplaza completamente a través de los componentes de entrada en un breve periodo de tiempo, por lo cual, ventajosamente, la creación de un vacío resulta superflua.

30 Los componentes entremezclados A y B recorren el dispositivo de mezcla 1 paulatinamente empezando por la admisión 5, 6 hacia el desagüe 7. Los componentes A y B introducidos a través de las conducciones de admisión 5, 6 en la cámara 2 atraviesan primero una zona de mezcla turbulenta del lado de admisión en la que se mezclan de manera turbulenta mediante las fuerzas de cizalla ejercidas por los alambres de agitación 11. En una zona de mezcla de percolación conectada encima se siguen entremezclando los componentes A y B, descendiendo la circulación turbulenta e incrementándose la viscosidad hasta que se ajusta una fase laminar-líquido-cristalina liotrópica en una zona de mezcla laminar del lado de desagüe. A través de la camisa de termostato 3 se mantiene constante la temperatura de la mezcla.

35 La fase C se introduce a través de la conducción de admisión 13 en la cámara 2' con 72,42 kg por hora conjuntamente con la mezcla de elevada viscosidad de los componentes A y B. Mediante el órgano de agitación 10 y los alambres de agitación 11 se entremezclan los componentes hasta que alcanzan la conducción de desagüe 7' y se evacuan de tal modo que no penetra aire en la cámara 2'.

40 En la cámara 2' se diluye la mezcla de elevada viscosidad de los componentes A y B con la fase acuosa del componente C hasta formar una emulsión fluida con un tamaño de partícula de 400 nm y una viscosidad de 15.000 m Pas. A este respecto, el espesante sirve para estabilizar la emulsión e influye positivamente en la sensación en la piel.

45 La Figura 6 muestra en una representación de corte un equipo de emulsión con dos dispositivos de mezcla 1 y 1' y un intercambiador de calor de placas 15 interconectado. El equipo de emulsión de acuerdo con la Figura 6 está estructurado y dimensionado de manera análoga al equipo de emulsión de acuerdo con la Figura 5. Es diferente la conducción de admisión 13 adicional para el componente C así como el intercambiador de calor de placas 15 en la conducción de desagüe 7 para la admisión en la cámara 2.

50 Los dispositivos de mezcla 1 y 1' están dotados respectivamente de una camisa de termostato 3 y 3' calentable/refrigerable y están conectados en serie. Entre los dos dispositivos de mezcla 1 y 1' puede calentarse y refrigerarse adicionalmente el producto mediante un intercambiador de calor de placas.

55 El equipo de emulsión de acuerdo con la Figura 6 puede usarse para la preparación de un agente de perlado (100 kg por hora) como sigue.

| Componente | Componente | Temperatura de reactor    | Rendimiento    |
|------------|------------|---------------------------|----------------|
| A          | SLES       | Temperatura ambiente (TA) | 22 kg por hora |

## ES 2 528 118 T3

|   |                                 |       |                |
|---|---------------------------------|-------|----------------|
| B | Diestereato de glicol           | 70 °C | 24 kg por hora |
| C | Agua, betaína (co-tensioactivo) | TA    | 21 kg por hora |
| D | Agua y conservantes             | TA    | 33 kg por hora |

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| Temperatura tramo fase A: | TA    |
| Temperatura tramo fase B: | 80 °C |
| Temperatura tramo fase C: | TA    |
| Temperatura tramo fase D: | TA    |

|                                      |       |
|--------------------------------------|-------|
| Temperatura etapa de agitación 1     | 65 °C |
| Temperatura etapa de agitación 2:    | 5 °C  |
| Temperatura intercambiador de calor: | 40 °C |

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Etapa de agitación 1: | 3000 rpm |
| Etapa de agitación 2: | 3000 rpm |

5 El componente A se introduce con 22 kg por hora y con temperatura ambiente continuamente a través de la conducción de admisión 5 y el componente B con 24 kg por hora con una temperatura de 80 °C a través de la conducción de admisión 6 en la cámara 2 del dispositivo de mezcla 1 y se mezcla con alrededor de 3000 revoluciones por min. La conducción de admisión 6 está atemperada de modo que el componente B se calienta y se conduce con una temperatura de 80 °C a la cámara 2.

10 Cuando los componentes A y B entremezclados mediante el órgano de agitación 10 con los alambres de agitación 11 alcanzan la zona de la conducción de admisión 13, se alimenta, a través de la conducción de admisión 13, el componente C con 21 kg por hora y una temperatura de 65 °C a la mezcla. La camisa de termostato 3 de la cámara 2' está atemperado mediante el termostato 4' a 65 °C, de modo que los componentes A, B y C se entremezclan a 65 °C.

15 Tras alimentar el componente C, la mezcla pasa a una zona de percolación hasta que alcanza un estado líquido-cristalino liotrópico en la zona de la conducción de desagüe 7.

20 Antes de que se suministre la mezcla líquido-cristalina liotrópica, evacuada a través de la conducción de desagüe 7, a la cámara 2', esta mezcla se refrigera a 40 °C mediante el intercambiador de calor de placas 15 conectado en la conducción 7'. Esto es necesario, ya que el precursor líquido-cristalino que se prepara en el dispositivo de mezcla 1 es sensible a la temperatura. Después se diluye el precursor líquido-cristalino en el segundo dispositivo de mezcla 1' con contrarrefrigeración mediante la camisa de calefacción/refrigeración a una temperatura de 5 °C con la fase D. La calidad del producto solo puede alcanzarse respetando este perfil de temperatura. Si se diluyera con la fase D fría por encima de 40 °C, podrían no cumplirse los requisitos de calidad planteados al producto. Si se enfría demasiado el producto antes de la dilución, también se obtiene un producto que no satisface las exigencias de calidad. Esto se debe al hecho de que el precursor líquido-cristalino adopta diferentes estructuras líquidas-cristalinas dependiendo de la temperatura, por las que se alcanzan diferentes estados finales con la dilución.

30 En la **Figura 7** está representado un esquema de una instalación de emulsión completa para la preparación de un champú. La instalación de emulsión comprende 3 dispositivos de mezcla 1, 1' y 1'', recipientes de almacenamiento A a D para los componentes que deben mezclarse A a D, conducciones de interconexión para el suministro de los componentes A a D a los dispositivos de mezcla correspondientes con correspondientes bombas E, E', E'', E''' y válvulas, conducciones de interconexión para la evacuación de componentes, termostatos 4, 4' y 4'' para el atemperado de los dispositivos de mezcla 1, 1' y 1'', un equipo de mando (no representado en la Figura 7) que supervisa y regula todas las etapas del proceso, un equipo de indicación (no representado en la Figura 7) con una parte de manejo para la visualización e introducción de variables de proceso.

40 Las conducciones de interconexión entre los dispositivos de mezcla 1 y 1', así como 1' y 1'' están dotadas de sensores de temperatura T para el control de la temperatura de las cámaras de mezcla.

Los dispositivos de mezcla, así como las conducciones de interconexión presentan sensores para el control de productos y procesos (no representados en la Figura 7).

45

Además, las conducciones de salida de los dispositivos de mezcla individuales pueden presentar otros sensores que posibiliten por ejemplo una medición continua del tamaño de partícula, directamente o en derivación, una medición de temperatura, una medición de presión o similares.

5 Mediante un ejemplo de emulsión para preparar un champú se explica la instalación de acuerdo con la Figura 7.

Los siguientes componentes se almacenan en el tanque de almacenamiento:

|               |  |
|---------------|--|
| Componente A: | lauril éter sulfato sódico (SLES) 70 % |
| Componente B: | agua, conservante (co-tensioactivo)    |
| Componente C: | agente de perlado                      |
| Componente D: | agua, sal, colorantes                  |

10 Los constituyentes centrales forman los tres dispositivos de mezcla 1, 1', 1" que están respectivamente dotados de una camisa de termostato y disponen de un circuito de calefacción/refrigeración propio. En el dispositivo de mezcla 1 se genera una fase de gel de elevada viscosidad a partir de los componentes individuales (componente A, componente B, componente C). El dispositivo de mezcla 1' sirve para agitar posteriormente la fase de gel que después se conduce al dispositivo de mezcla 1" para diluirse allí con el componente D.

15 El componente A, el componente B y el componente C se aspiran con bombas excéntricas de tornillo sin fin E, E' y E" y se suministran en la proporción 1:3,71:0,36 al primer dispositivo de mezcla 1'. El componente D se suministra al dispositivo de mezcla 1" con la bomba E''' en la proporción 2,21 con respecto al componente A. Las bombas se han seleccionado de modo que proveen una corriente de componentes uniforme, no por impulsos. A este respecto, cada  
20 bomba debe proveer una corriente de transporte estable mínima que es suficiente para una cantidad de producción total de 100 kg hasta 300 kg por hora. Las bombas excéntricas de tornillo sin fin son muy apropiadas en el esquema mostrado, ya que en relación con viscosidades cambiantes no son críticas.

25 Debido al hecho de que en la instalación representada esquemáticamente en la Figura 7 no existen caudalímetros para las corrientes de producto individuales, es ventajoso seleccionar una bomba que presente una curva característica de transporte lineal. Por lo tanto, las tasas de transporte cambiantes pueden calcularse fácilmente. En los sistemas con caudalímetros (volumen o masa) también pueden emplearse sin problemas bombas no lineales tales como, por ejemplo, bombas de ruedas dentadas.

30 Las bombas E están diseñadas para una contrapresión de hasta 500 kPa (5 bar). A través de las salidas del componente A hasta el componente D puede determinarse fácilmente la cantidad de transporte de la respectiva bomba con un número de revoluciones ajustado. En este caso, es apropiado determinar la cantidad de transporte a 100 rpm. La correspondiente corriente de transporte se recoge y se pesa en un recipiente previamente tarado durante un minuto. Este proceso se repite tres veces y el valor medio se forma a partir de las tres corrientes de  
35 transporte. La corriente de transporte de la bomba, promediada de este modo, puede convertirse entonces por la regla de tres en la corriente de transporte deseada necesaria para la formulación.

40 Con los números de revoluciones calculados de este modo se ponen en marcha ahora las bombas y los motores de los órganos de agitación. Las bombas transportan ahora las cantidades necesarias de los componentes individuales a los dispositivos de mezcla para obtener el producto final. Mediante los sensores de presión P instalados puede controlarse la presión que se origina, y con sobrepresión en la tubería o los dispositivos de mezcla puede reaccionar correspondientemente el mando y emitir un aviso, detener la instalación o tomar contramedidas similares. Mediante los sensores de temperatura integrados en las conducciones de salida de los dispositivos de mezcla individuales puede registrarse la temperatura de producto y usarse para controlar los aparatos de atemperado de la doble camisa o procesarse de alguna otra manera en el mando o en un aparato periférico.  
45

En la preparación del champú se ha medido la potencia total de la instalación completa dependiendo del caudal total.

50 Se ha medido el consumo de potencia total con un rendimiento de 100 kg/h, 150 kg/h, 200 kg/h, 250 kg/h, 300 kg/h y 400 kg/h. Los valores de medición establecidos se han aplicado en un diagrama XY (**Figura 8**).

Condiciones:

55 instalación de emulsión con 3 cámaras de mezcla

diámetro de la cámara: 50 mm

herramienta agitadora: agitador de alambre parcial

60

## ES 2 528 118 T3

Valores medidos:

| Rendimiento [kg/h] | Consumo de energía [kW] |
|--------------------|-------------------------|
| 100                | 1,08                    |
| 150                | 1,13                    |
| 200                | 1,17                    |
| 250                | 1,26                    |
| 300                | 1,25                    |
| 400                | 1,28                    |

5 Si se extrapolan los valores con ayuda de un programa de estadística, no se sobrepasa ni con un rendimiento de 10000 kg/h una demanda de energía total de 2 kW.

## REIVINDICACIONES

1. Equipo de emulsión para la preparación continua de emulsiones y/o dispersiones con

5 a) al menos un dispositivo de mezcla (1) que comprende una cámara (2) con simetría de rotación cerrada herméticamente al aire por todos los lados, al menos una conducción de admisión (5, 6) para la entrada de componentes fluidos, al menos una conducción de desagüe (7) para la descarga de los componentes fluidos mezclados, un órgano de agitación (11) que garantiza un flujo laminar con elementos de agitación fijados sobre un árbol de agitación (10), cuyo eje de giro tiene su recorrido a lo largo del eje de simetría de la cámara y cuyo árbol de agitación (10) está guiado al menos por un lado, estando dispuesta la al menos una conducción de admisión (5, 6) delante o debajo de la al menos una conducción de desagüe (7),  
 10 b) al menos un accionamiento (12) para el órgano de agitación y  
 c) al menos un equipo de transporte por componente o por mezcla de componentes, **caracterizado por que**  
 15 la proporción entre la distancia entre la conducción de admisión (5, 6) y la de desagüe (7) y el diámetro de la cámara (2) asciende a  $> 2:1$ ,  
 ascendiendo la proporción entre la distancia entre la conducción de admisión (5, 6) y la de desagüe (7) y la longitud de los brazos de agitación de los elementos de agitación a 3:1 - 50:1, y ascendiendo la proporción del diámetro del árbol de agitación (10) con respecto al diámetro interno de la cámara (2) a de 0,25 a 0,75 veces el diámetro interno de la cámara (2), de modo que los componentes introducidos en el dispositivo de mezcla (1) a través de la al menos una conducción de admisión (5, 6), de manera agitable y continua son transportables a través de una zona de mezcla turbulenta en el lado de admisión en la que los componentes se pueden mezclar de manera turbulenta mediante las fuerzas de cizalla ejercidas por los órganos de agitación (11), en una zona de mezcla de percolación que sigue a la misma, en la que los componentes pueden seguir entremezclándose y la circulación turbulenta disminuye, y en una zona de mezcla laminar del lado de desagüe en la que se puede ajustar una fase líquido-cristalina liotrópica en la mezcla de los componentes, en sentido de la conducción de desagüe (7).

2. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la cámara (2) presenta la forma de un cilindro hueco, un cono truncado, un embudo, una cúpula truncada o una forma compuesta por estas formas geométricas, manteniéndose igual o disminuyendo el diámetro de la cámara de la conducción de admisión (5, 6) a la conducción de desagüe (7) y estando correspondientemente adaptado el órgano de agitación (11) a la forma de la cámara (2).

3. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la proporción entre el diámetro de la cámara (2) y la distancia entre la conducción de admisión (5, 6) y la de desagüe (7) está en el intervalo de 1:50 a 1:2.

4. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la proporción del diámetro del árbol de agitación (10) con respecto al diámetro interno de la cámara (2)  $dK$  está preferentemente en el intervalo 0,3 - 0,7 \* $dK$ .

5. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos una parte integrante de los elementos de agitación están dispuestos paralelos y distanciados con respecto a la pared interior de la cámara (2).

6. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el órgano de agitación (11) es un agitador de pala completa o de pala parcial o un agitador de alambre completo o un agitador de alambre parcial o una combinación de los mismos.

7. Equipo de emulsión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la cámara (2) presenta al menos un deflector de la circulación (16) que favorece un flujo laminar.

8. Equipo de emulsión de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el al menos un dispositivo de mezcla (1) presenta varias cámaras (2, 2') con simetría de rotación conectadas una detrás de otra.

9. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** al dispositivo de mezcla (1) como primer dispositivo de mezcla está pospuesto al menos a otro dispositivo de mezcla (1'), existiendo tras el primer dispositivo de mezcla (1) una fase liotrópica y líquido-cristalina en la mezcla de los componentes y siendo la viscosidad de la mezcla del al menos otro dispositivo de mezcla posterior (1') igual o inferior a la viscosidad tras el primer dispositivo de mezcla (1).

10. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos un sensor de circulación está dispuesto en al menos una de las conducciones.

11. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos un equipo para el

atemperado está acoplado a al menos una de las conducciones, de modo que los componentes, las mezclas de componentes y/o las emulsiones o dispersiones se pueden refrigerar o calentar.

5 12. Equipo de emulsión de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado por que** el accionamiento (12), el equipo de transporte y el sensor y el equipo para el atemperado están unidos a un equipo de mando para la supervisión y el control de los dispositivos de mezcla (1, 1'), las conducciones de alimentación y de evacuación (5, 6, 7, 7', 13) de los componentes, las mezclas de componentes o las emulsiones o dispersiones, controlando el equipo de mando la instalación de tal modo que la viscosidad de la mezcla generada en el primer dispositivo de mezcla (1) siempre es mayor o igual que la viscosidad en el (los) dispositivo(s) de mezcla posterior(es) (1') y está garantizada una circulación laminar de los componentes entremezclados.

10 13. Equipo de emulsión de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** el equipo de mando está unido o se puede unir a un módulo de telemantenimiento y/o a un módulo de gestión de formulaciones.

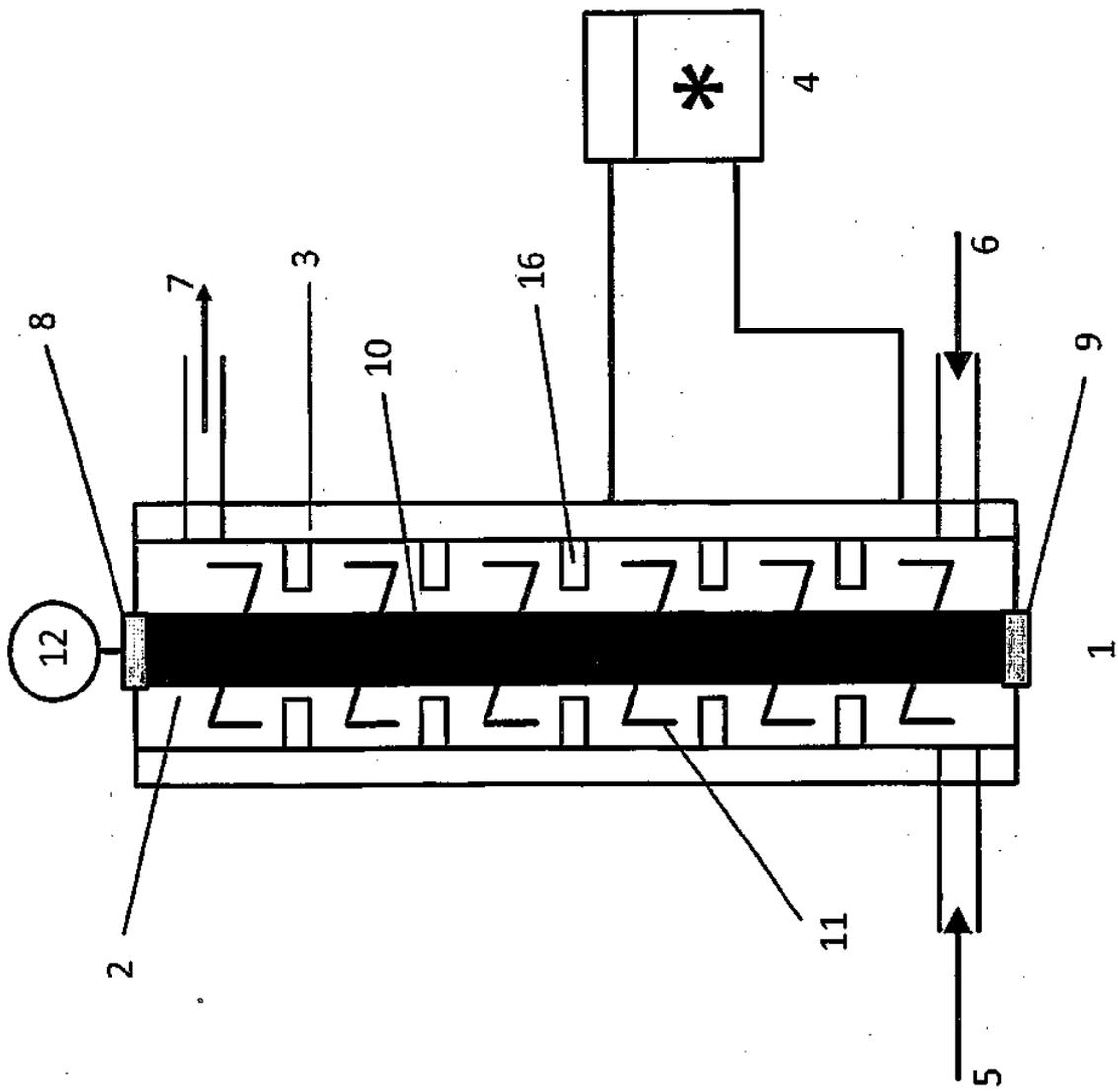


Fig. 1

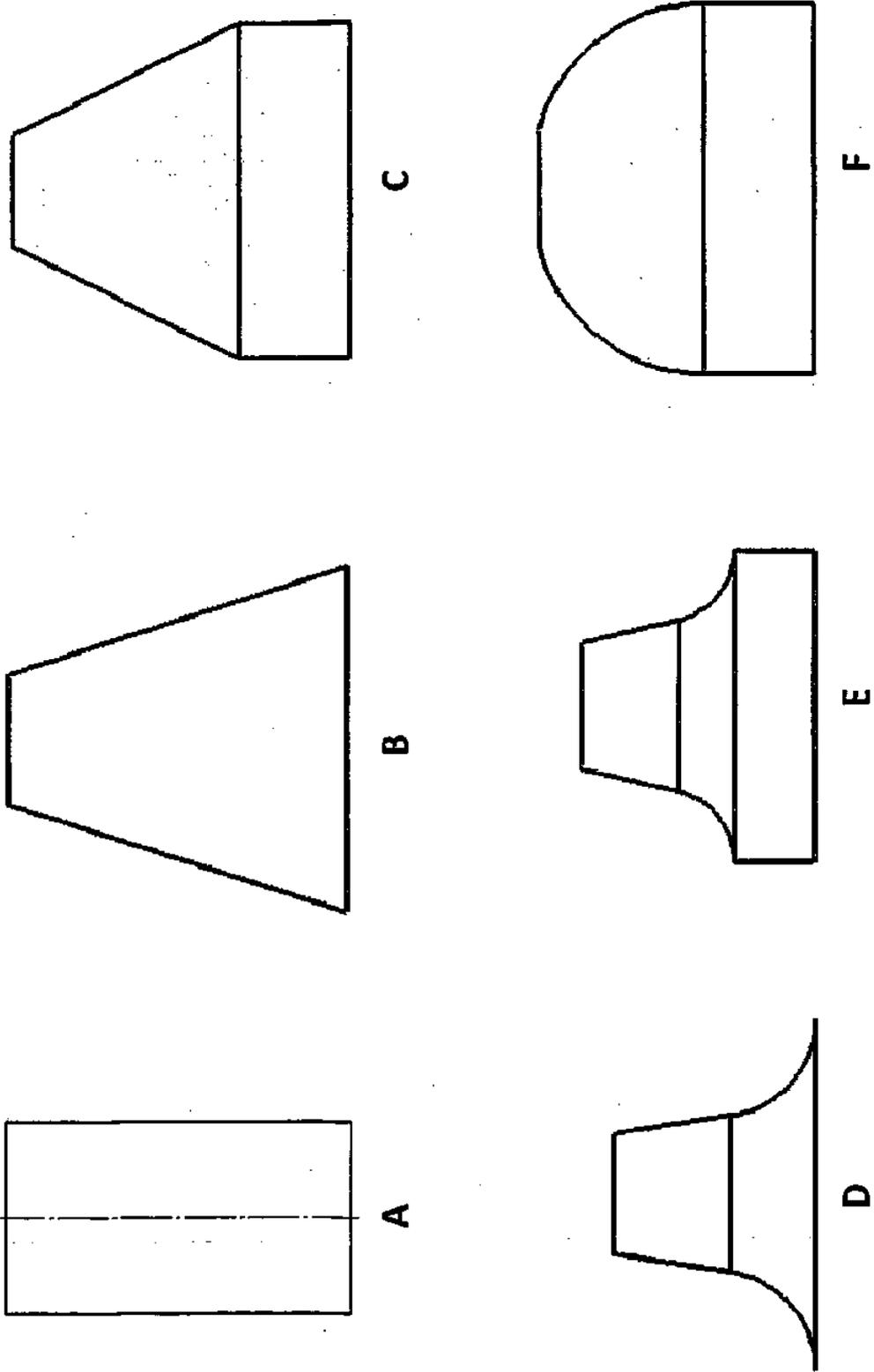


Fig. 2

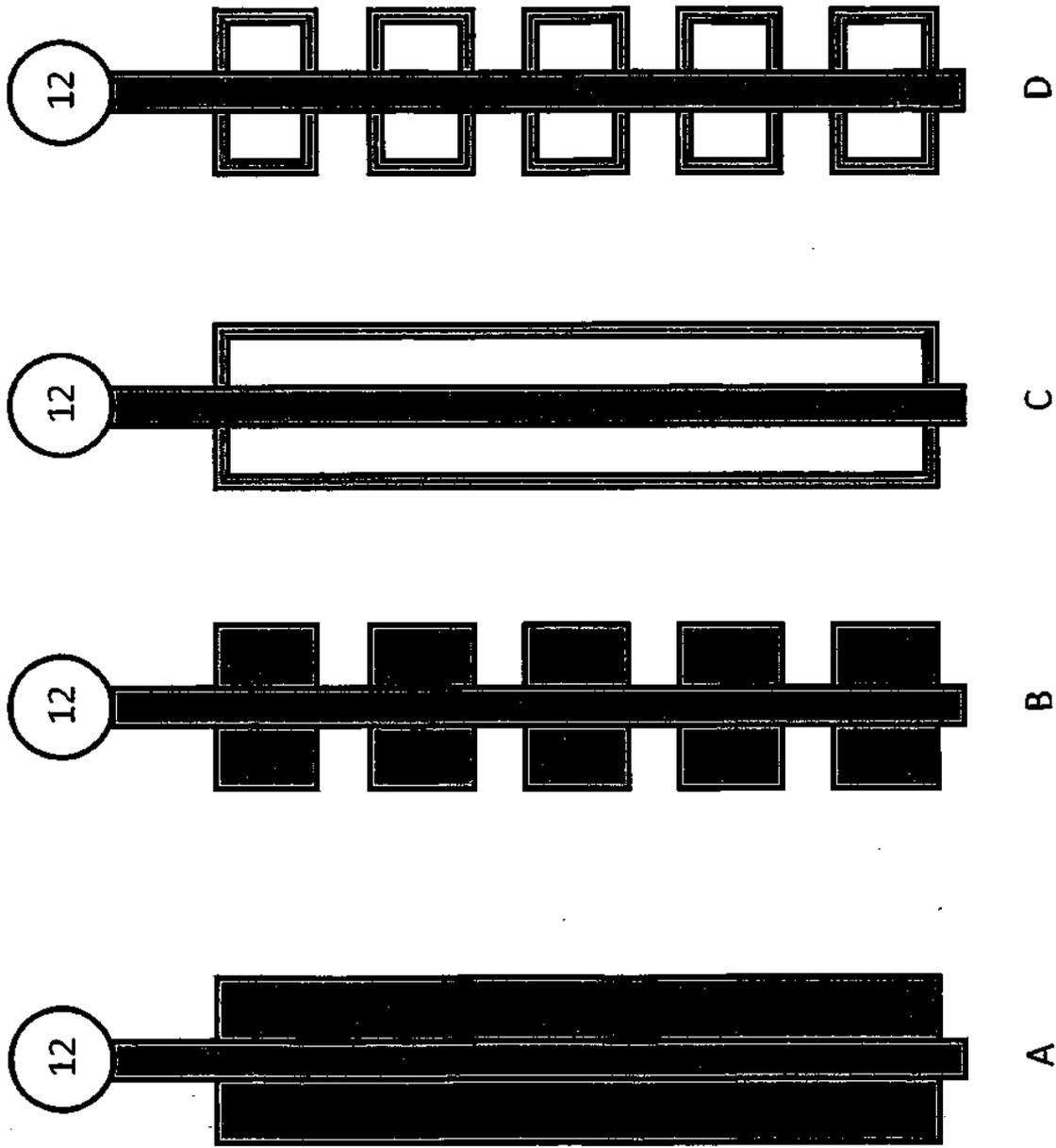


Fig. 3

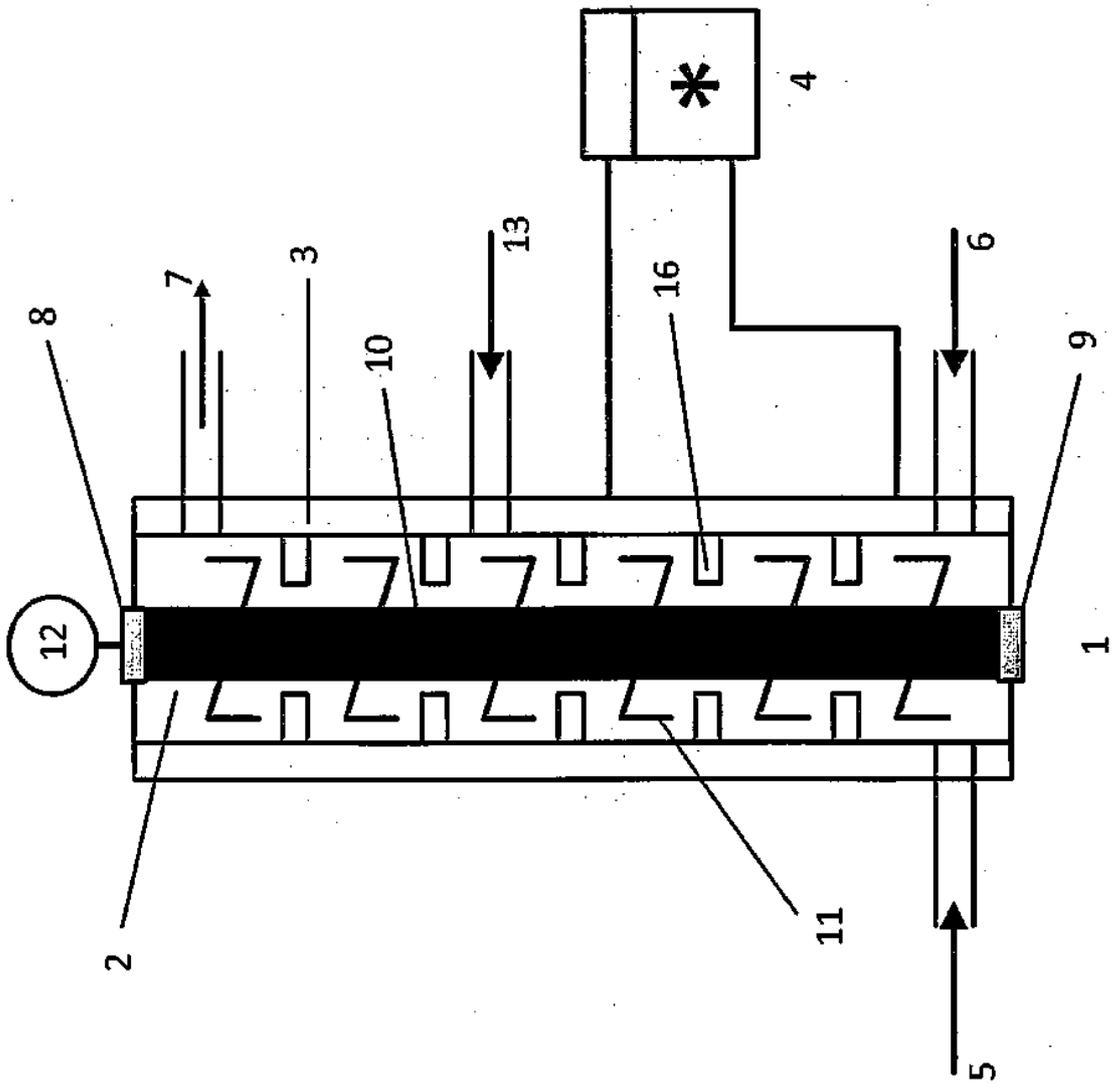


Fig. 4

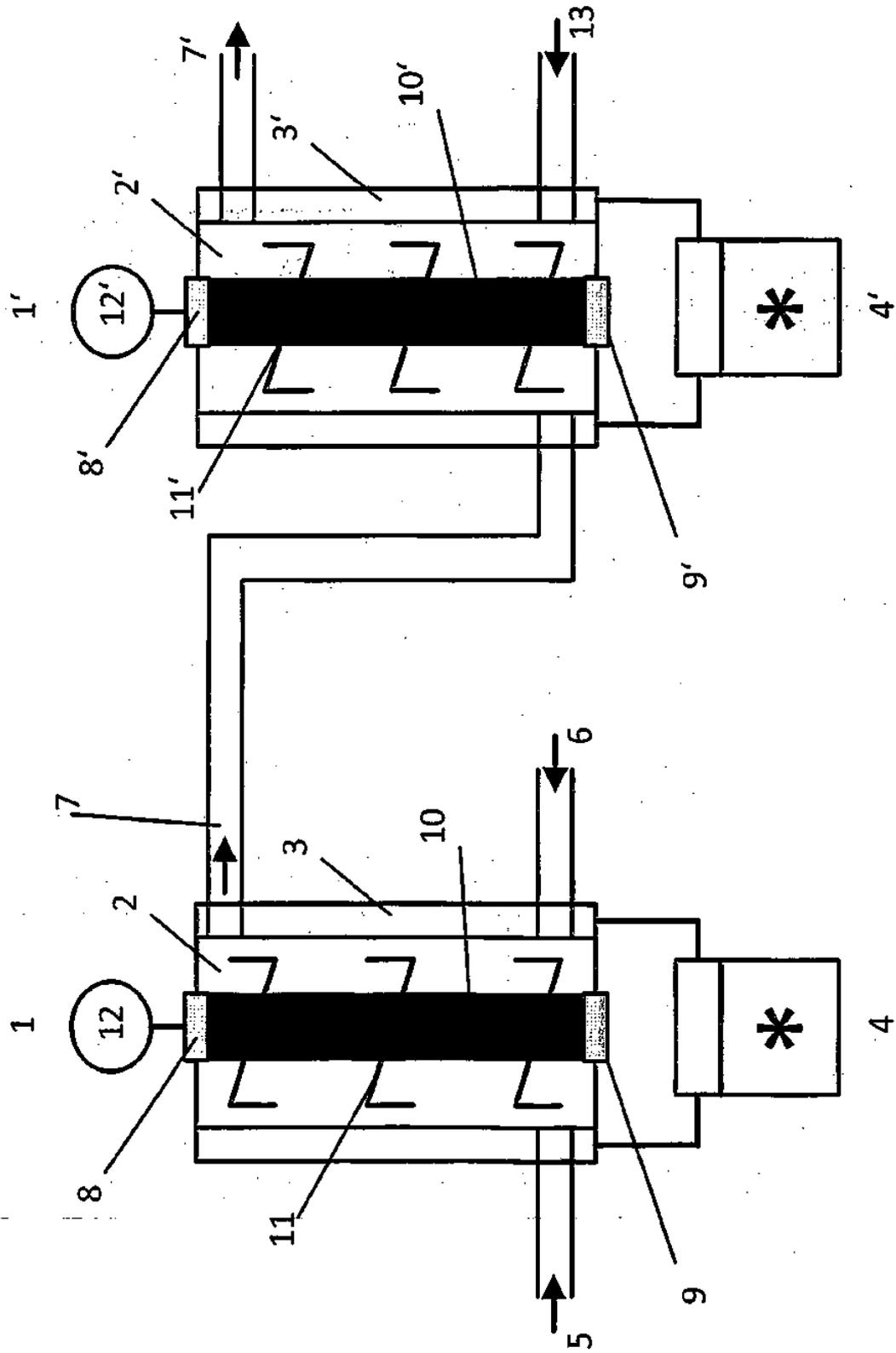


Fig. 5

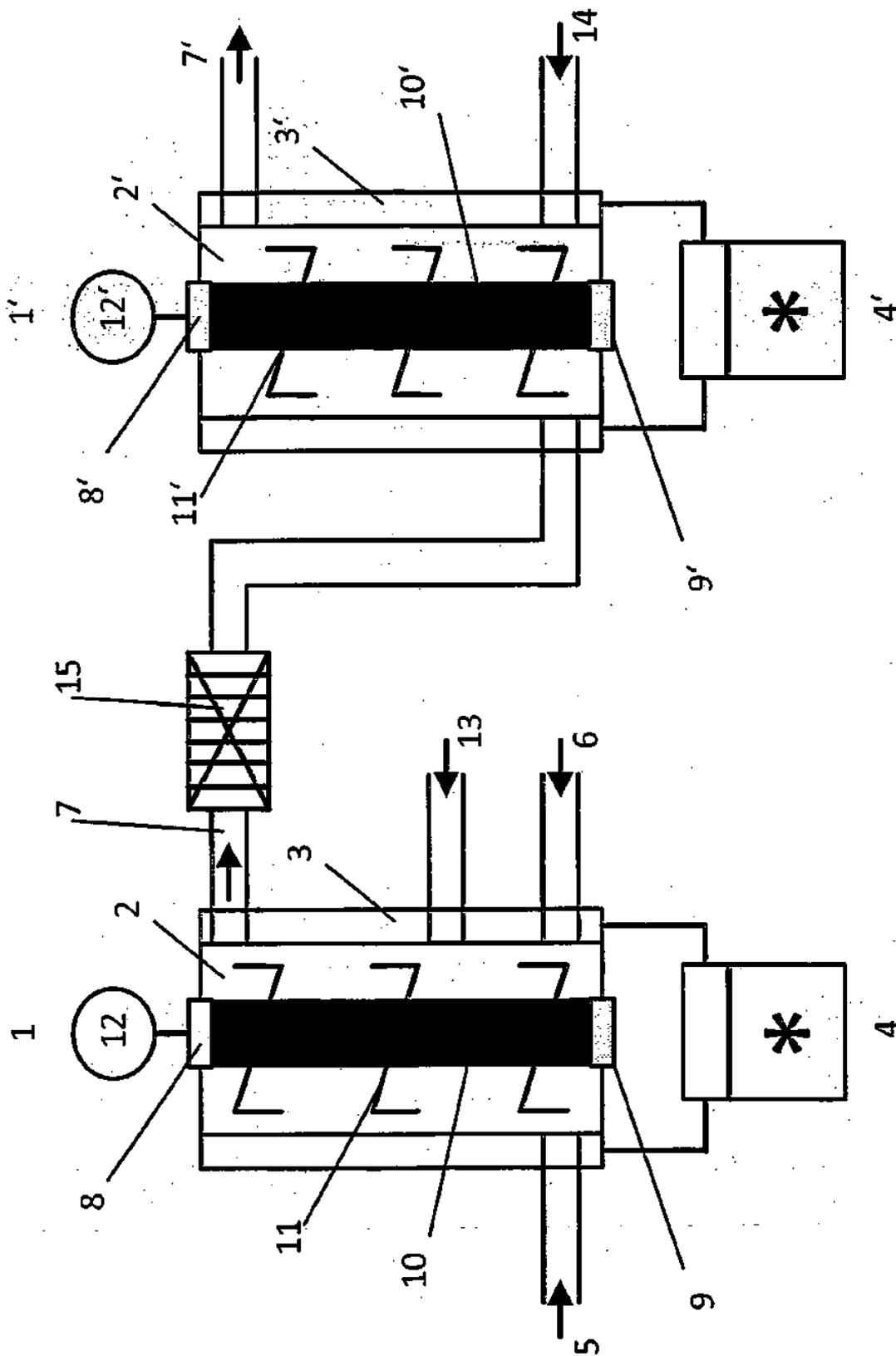


Fig. 6

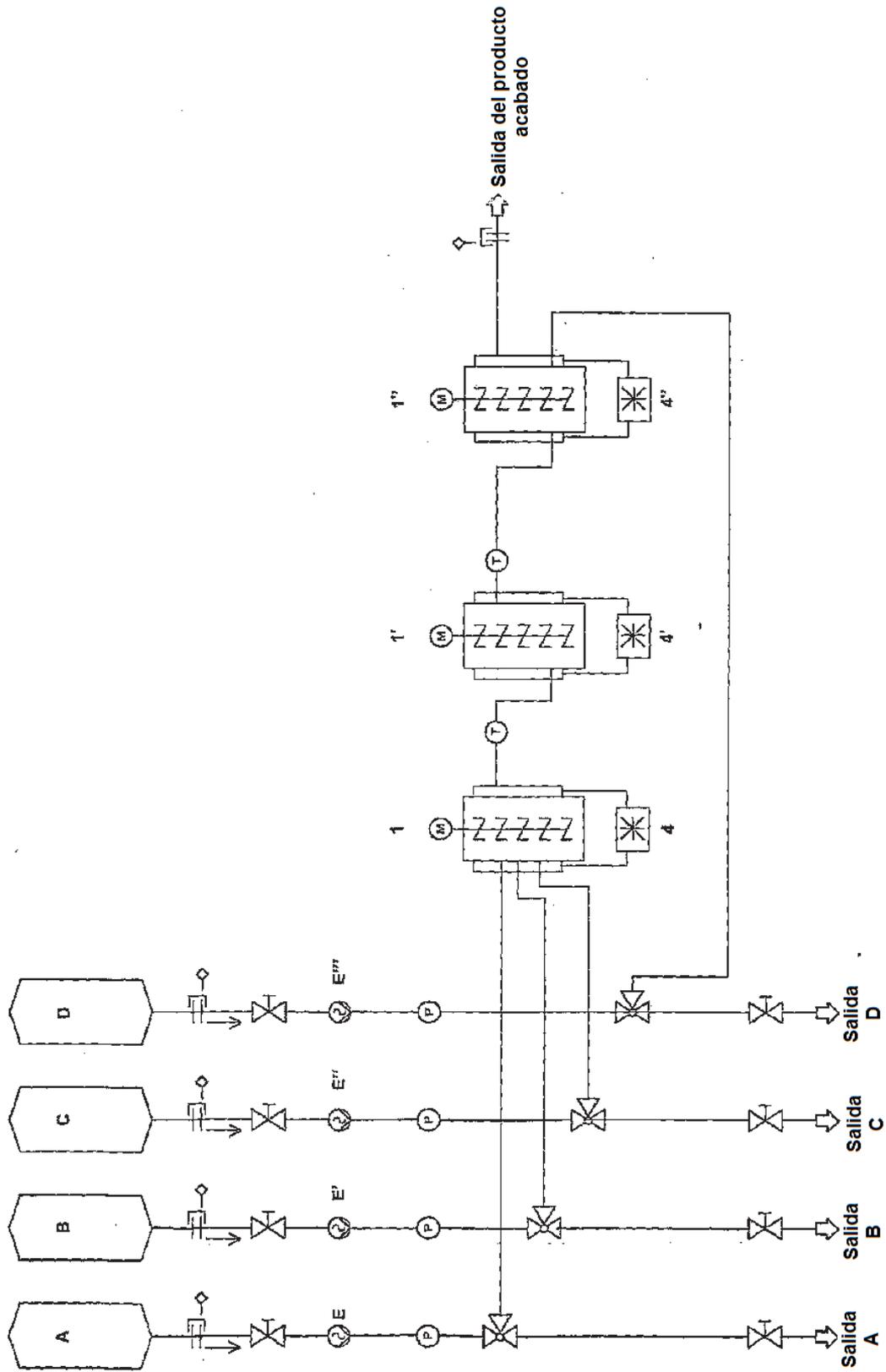


Fig. 7

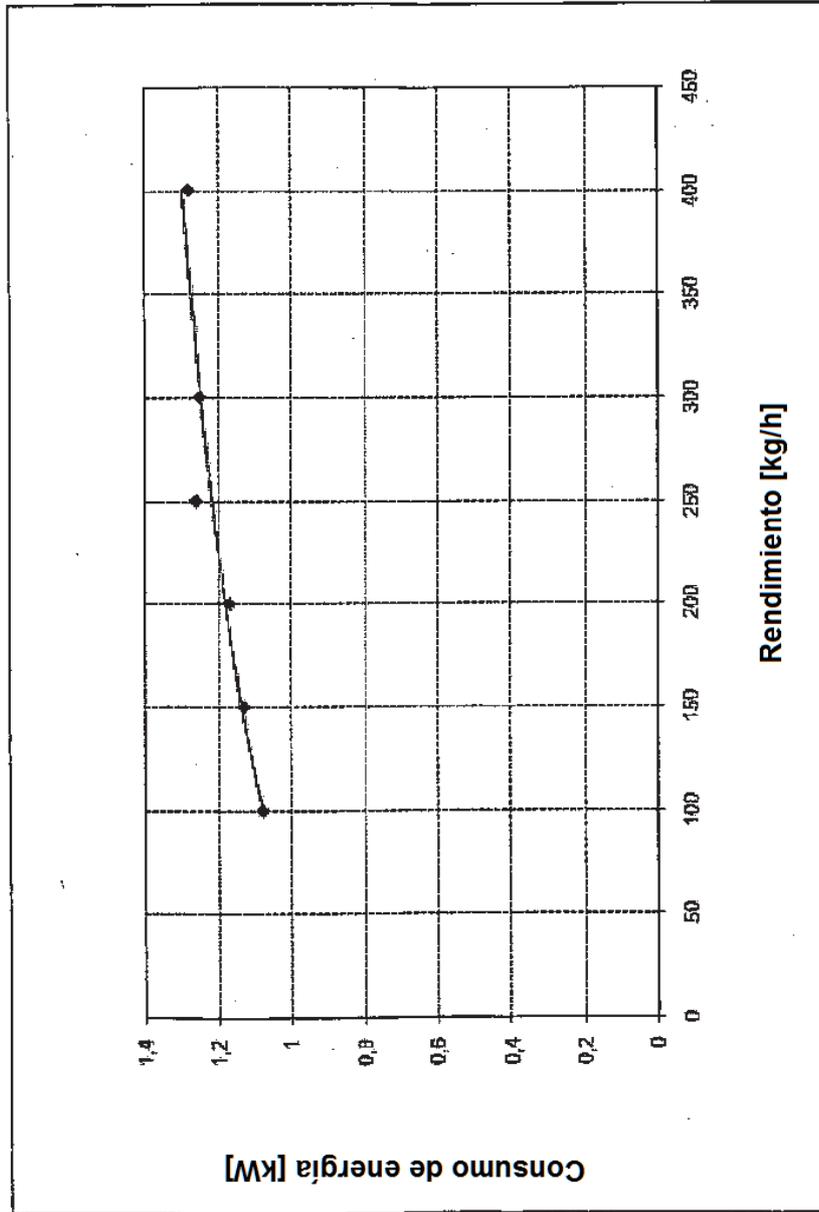


Fig. 8