

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 225**

21 Número de solicitud: 201830739

51 Int. Cl.:

B01F 3/04 (2006.01)

B01F 7/18 (2006.01)

B01F 13/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

20.07.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

20.01.2020

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE SEVILLA (100.0%)
PASEO DE LAS DELICIAS S/N PABELLON DE
BRASIL
41013 SEVILLA ES**

72 Inventor/es:

**GORDILLO ARIAS DE SAAVEDRA, Jose Manuel y
SANCHEZ QUINTERO, Enrique Jesús**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **Sistema agitador y difusor de gas en líquidos y de líquidos en otros líquidos inmiscibles**

57 Resumen:

Sistema agitador y difusor de gas en líquidos y de líquidos en otros líquidos inmiscibles.

El objeto de la presente invención es un novedoso sistema que puede actuar como difusor y como agitador simultáneamente. La difusión puede ser de un gas en un líquido o de un líquido en otro líquido, ambos inmiscibles entre sí. Dado que el proceso de difusión, tanto de gas como de líquido, se realiza, respectivamente, mediante burbujas y gotas de diámetro micrométrico y controlable empleando para ello dispositivos cuya sección transversal está constituida por perfiles aerodinámicos y siendo la línea media que une las diferentes secciones cerrada, la invención presenta una alta eficiencia en lo que a los procesos de difusión y agitación se refiere.

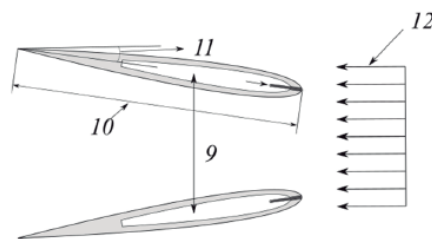


Fig. 2

DESCRIPCIÓN

Sistema agitador y difusor de gas en líquidos y de líquidos en otros líquidos inmiscibles

Objeto de la invención

El objeto de la presente invención es un novedoso Sistema que puede actuar como difusor y como agitador simultáneamente. La difusión puede ser de un gas en un líquido o de un líquido en otro líquido, ambos inmiscibles entre sí. Dado que el proceso de difusión, tanto de gas como de líquido, se realiza, respectivamente, mediante burbujas y gotas de diámetro micrométrico y controlable empleando para ello dispositivos cuya sección transversal está constituida por perfiles aerodinámicos y siendo la línea media que une las diferentes secciones cerrada, la invención presenta una alta eficiencia en lo que a los procesos de difusión y agitación se refiere. Además, el sistema permite la formación de emulsiones a través de la generación de gotas de tamaño micrométrico en el seno de un líquido, lo que supone una alta escalabilidad de los procesos de generación de emulsiones actuales.

Antecedentes de la invención

Los agitadores son mecanismos cuyo objetivo principal es crear movimiento entre líquidos o entre sólidos y líquidos con el objetivo de mezclarlos, homogeneizarlos y promover el transporte de masa, consistiendo usualmente en unas palas que se hacen girar a altas revoluciones. Las citadas palas presentan diferentes configuraciones en cuanto a forma e inclinación, todo ello con el fin de provocar la mayor agitación y mezcla posible en el tanque.

Existen diversas configuraciones de agitadores y de sus correspondientes palas, como las que se citan en los documentos de Patentes Españolas ES 0213314 U, ES0229100 U y ES 2281861 T3.

Los difusores, por su parte, son Sistemas cuyo objetivo es bien agregar un gas a un líquido (por ejemplo, inyectar aire en aguas residuales), o bien difundir un líquido en otro líquido, ambos inmiscibles entre sí, lo que se conoce como emulsión (por ejemplo, de aceite en agua). Los difusores de gas típicamente basan su funcionamiento en una membrana

elástica que posee orificios muy pequeños y que separa el líquido del gas a inyectar. Al aumentar la presión del gas interior, la membrana se deforma aumentando el tamaño de los orificios hasta que el gas sale por los mismos en forma de burbujas. Dado que la transferencia de masa de gas a líquido depende directamente del ratio superficie/volumen de gas, la forma más eficiente de lograr dicha transferencia es utilizar una geometría esférica, que maximiza el mencionado ratio.

Ejemplos de este tipo de difusores de membrana están descritos en el documento de Patente US 2010224541 A1, que divulga un Sistema para generar burbujas “finas” mediante una membrana sumergida, o en el documento US 2014158618, que también divulga un Sistema difusor mediante una membrana y la aplicación de una presión pulsante al gas.

Respecto al proceso de difusión de un gas en un líquido, el artículo científico publicado en el año 2015 en la revista “Journal of Fluid Mechanics”, que tiene por título “Pressure Gradient Induced Generation of Microbubbles”, y del cual uno de sus autores es coinventor de la presente invención, divulga la importancia de los gradientes de presión en los procesos de generación de microburbujas a partir de la formación de meniscos de gas. Una de las conclusiones más relevantes del mencionado artículo es que cuanto mayor sea el gradiente favorable de presión en el punto de formación de las burbujas, menor será su diámetro y mayor su frecuencia de formación. Así mismo, el artículo científico publicado en el año 2018 en la revista “Journal of Fluid Mechanics”, que tiene por título “Production of monodisperse microbubbles avoiding microfluidics”, y del cual sus dos autores son coinventores de la presente invención, pone en práctica este concepto y describe el proceso de generación de microburbujas en el borde de ataque de un perfil aerodinámico sobre el que incide una corriente de líquido que forma cierto ángulo de ataque respecto de la línea media del perfil.

En las patentes US 4371480 A, DE 4104621 A1, EP 0015050 A1, GB 1336372 A, JP S63310628 A se describen sistemas de agitación y aireación aparentemente muy similares al sistema que es objeto de esta invención, existiendo una diferencia fundamental entre los sistemas objeto de las patentes citadas y el que aquí se presenta que se explicará en la descripción de la invención.

Los problemas técnicos que se desean resolver con el desarrollo de la presente invención son los siguientes:

- Obtener un Sistema que pueda operar como agitador y como difusor simultáneamente, bien de un gas en un líquido o bien de un líquido en otro líquido, ambos inmiscibles entre sí.
- Introducir un gas en un líquido mediante burbujas de gas de tamaño micrométrico, cuyo diámetro se pueda controlar.
- Introducir un líquido en otro líquido inmiscible con el primero mediante gotas de tamaño micrométrico, cuyo diámetro se pueda controlar.
- Mejorar la eficiencia energética en los procesos de difusión y agitación.
- Producir burbujas monodispersas de tamaño micrométrico con aplicaciones en la fabricación de agentes de contraste.
- Producir emulsiones simples de tamaños micrométricos compuestas por uno o dos líquidos inmiscibles entre sí.

Descripción de la invención

El Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido o de un líquido en otro líquido, ambos inmiscibles entre sí, que es el objeto de la presente invención, es de aquellos Sistemas que comprenden uno o más dispositivos cuya línea media que une cada una de las secciones transversales es cerrada y que se encuentran inmersos en un líquido que tiene una velocidad relativa con respecto al dispositivo. Dicha velocidad relativa puede ser generada moviendo el dispositivo mediante un Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad acoplado mecánicamente al mencionado dispositivo, o bien mediante un Sistema que mueve el líquido con una velocidad regulable a voluntad y estando los dispositivos fijados a una estructura. Cada sección transversal del dispositivo consiste en dos perfiles aerodinámicos separados una determinada distancia y situados de forma simétrica respecto del plano medio que los separa. Como bien es sabido, en el entorno del borde de ataque de los perfiles aerodinámicos se generan fuertes gradientes favorables de presión cuando operan a ángulos de ataque moderados, entre 0° y 15° típicamente. El borde de ataque es aquel punto del perfil aerodinámico en el que la curvatura alcanza un máximo local y suele ser el que primero toma contacto con el flujo de líquido incidente. Es, por tanto, el borde anterior del perfil aerodinámico. La cuerda del perfil es la línea que une el borde de ataque con el borde de salida, siendo el borde de salida aquella zona del perfil que se encuentra más distante del borde de ataque y que constituye el borde posterior del perfil. El ángulo de ataque es el ángulo que forma el flujo relativo de líquido con la cuerda del perfil. El punto de remanso del flujo es aquél en el que se alcanza la máxima presión del líquido, y el pico de

succión es el punto sobre el perfil en el que se alcanza la presión mínima del líquido. Las posiciones del punto de remanso y del pico de succión en cada sección transversal del dispositivo dependen del valor del ángulo de ataque con el que la corriente incide sobre cada uno de los perfiles que componen la sección transversal. La “región de interés” de la presente invención es aquella región comprendida entre el punto de remanso y el pico de succión de cada uno de los perfiles que componen cada una de las secciones transversales del dispositivo. El líquido fluye de manera relativa al sólido disminuyendo su presión desde el punto de remanso (donde la presión es máxima) hasta el pico de succión (donde la presión es mínima). Por tanto, en la “región de interés” definida en la presente invención, el sentido de la velocidad del flujo coincide con el sentido en el que disminuye la presión, lo que implica que la “región de interés” de la presente invención es una región de los dispositivos en la que el gradiente de presión es favorable. En la presente invención, el gas o el líquido se inyecta en la “región de interés”. En las patentes US 4371480 A, DE 4104621 A1, EP 0015050 A1, GB 1336372 A, JP S63310628 A, en las que se detallan sistemas de aireación similares al propuesto aquí, el gas se inyecta fuera de la región de interés, en la que el sentido en el que la presión decrece, es contrario al de la velocidad relativa del líquido respecto a las palas; por tanto, en las patentes US 4371480 A, DE 4104621 A1, EP 0015050 A1, GB 1336372 A, JP S63310628 A el gas se inyecta en una región de las palas en la que el gradiente de presión es desfavorable.

En base a lo divulgado en el artículo científico de 2018 citado en el apartado “Antecedentes de la invención” acerca del papel del gradiente de presión en la generación de microburbujas, se ha previsto que:

- la sección transversal del dispositivo se compone de dos perfiles aerodinámicos dispuestos de forma simétrica respecto del plano medio que los separa;
- el ángulo de ataque de los perfiles aerodinámicos respecto de la corriente incidente es regulable a voluntad mediante un mecanismo de rotación antisimétrica acoplado a los perfiles, manteniendo estos la simetría respecto del plano medio que los separa.
- la velocidad relativa del líquido con respecto al dispositivo es variable a voluntad;
- una pluralidad de orificios de forma aproximadamente circular y diámetro comprendido entre 10 micras y 10 milímetros están distribuidos a lo largo de

la superficie de cada uno de los dispositivos; dichos orificios están destinados a introducir un predeterminado caudal de gas en un líquido o bien de un líquido en otro, inmiscible con el primero;

- cada orificio está situado en la región de interés, que es aquella que, conteniendo al borde de ataque, se encuentra comprendida ente el punto de remanso y el pico de succión cada uno de los dos perfiles aerodinámicos que constituyen la sección transversal del dispositivo a la que pertenece dicho orificio; en la región de interés, el sentido en el que la presión decrece es el mismo que el de la velocidad relativa del líquido respecto al dispositivo. Por tanto, en la “región de interés” relevante para la presente invención, el gradiente de presión es favorable.
- los orificios de inyección de gas o de líquido están conectados con un equipo suministrador de gas a presión o con una bomba de inyección de líquido, respectivamente, cuyo caudal es variable a voluntad.

Como se puede deducir de las anteriores características de la invención y teniendo en cuenta los resultados expuestos en el artículo científico “Production of monodisperse microbubbles avoiding microfluidics”, citado en el apartado “Antecedentes de la invención”, la variación de manera controlada del ángulo de ataque de los perfiles aerodinámicos que componen la sección transversal del dispositivo, la distancia de estos perfiles entre sí y de la velocidad relativa del líquido respecto al mismo, permiten controlar el valor del gradiente de presión favorable que existe a la salida de los orificios de inyección de gas; además también se puede controlar el valor del caudal de aire suministrado. Gracias al control de estas variables (caudal de gas o de líquido, ángulo de ataque, separación entre perfiles y velocidad relativa liquido-dispositivo), se pueden controlar tanto el diámetro como la frecuencia de generación de las microburbujas y las microemulsiones.

Al poder, para un caudal de gas dado, disminuir el diámetro de las microburbujas aumentando la frecuencia de producción y puesto que, como se demuestra en el artículo científico “Production of monodisperse microbubbles avoiding microfluidics”, la frecuencia aumenta al aumentar la magnitud del gradiente favorable de presiones en la “región de interés”, siendo esta magnitud dependiente tanto de la velocidad relativa entre el líquido y los perfiles que conforman el dispositivo como del ángulo de ataque de la corriente respecto de cada uno de los perfiles, nuestra invención permite aumentar el ratio superficie/volumen del gas introducido y por lo tanto permite aumentar la eficiencia en la transferencia de masa

de gas al líquido. Dicho de otra forma, para una transferencia de masa de gas a líquido dada, se requiere menos caudal de gas inyectado, lo que supone un claro ahorro.

Otra ventaja competitiva de la presente invención es la derivada de la utilización un dispositivo cuya sección transversal está compuesta por perfiles aerodinámicos frente a las palas convencionales. Por un lado, los perfiles aerodinámicos generan menos resistencia en su movimiento dentro de un líquido que cualquier otro perfil que se esté utilizando en los agitadores existentes en la actualidad por lo que se reduce la energía necesaria para mover el sólido dentro del fluido, lo cual es totalmente necesario en los procesos de agitación. Por otro lado, el empleo de una geometría como la propuesta, que entre otras particularidades fundamentales considera que la línea media de los perfiles aerodinámicos que conforman el dispositivo sea cerrada, contribuye a disminuir la resistencia inducida generada por la presencia de la estela de torbellinos formada aguas abajo del sólido. La característica fundamental diferenciadora de nuestro sistema respecto de otros similares es que el gas o el líquido es inyectado en aquella región de la superficie del dispositivo en la que la magnitud del gradiente favorable de presiones es mayor y, además, por el hecho de que la línea media que une los perfiles aerodinámicos sea cerrada, lo que contribuye a disminuir la resistencia inducida por la estela de torbellinos y a disminuir el efecto del ángulo de ataque inducido por dicha estela.

Breve descripción de las figuras

Figura 1: muestra una vista en perspectiva de un esquema de una posible realización del Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido o de un líquido en un líquido, ambos inmiscibles entre sí (1). El esquema muestra los dispositivos (2), un eje rotatorio (3) que, en este ejemplo, gira en sentido antihorario (6) y por el que se inyecta un cierto caudal de gas o líquido (7), ejes de sujeción (4) que conectan los dispositivos al eje rotatorio, una pluralidad de orificios (5) de forma aproximadamente circular y diámetro predeterminado que están distribuidos a lo largo de la superficie de cada una de los dispositivos y situados en la “región de interés”.

Figura 2: muestra el resultado del corte (8) indicado en la figura 1. La figura muestra que cada sección transversal se compone de dos perfiles aerodinámicos iguales dispuestos de forma simétrica respecto del plano medio que los separa y separados entre sí una

predeterminada distancia (9). En la figura se indican algunas características de los perfiles que componen la sección: la cuerda (10), el ángulo de ataque (11) que forma cada perfil con la corriente incidente (12) y el orificio situado en el borde de ataque por la que se realiza la inyección de gas o de líquido (13).

5 Figura 3: en esta figura se muestran distintas características geométricas de los perfiles aerodinámicos: la cuerda (14), el borde de ataque (15), el borde de salida (16), y definiciones relacionadas con el flujo relativo de líquido respecto al perfil aerodinámico: el flujo incidente (17), el ángulo de ataque (18), líneas de corriente, tangentes al campo de
10 velocidad relativo (19), el punto de remanso (20), el pico de succión (21), la “región de interés” entre el punto de remanso y el pico de succión (22), el sentido en que la presión del líquido disminuye en la “región de interés” (23), que coincide con el sentido de la velocidad relativa del líquido respecto a la superficie del perfil, y el sentido en el que la presión disminuye fuera de la región de interés (24), siendo este sentido contrario al de la velocidad relativa entre el flujo incidente y la superficie del perfil.

15

Realización preferente

Las figuras 1 y 2 muestran una realización preferente del Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido o de un líquido en otro líquido inmiscible con el primero (1), que es el
20 objeto de la presente descripción, y que comprende:

- un eje rotatorio (3),
- un Sistema motriz de velocidad variable a voluntad que acciona el dicho eje rotatorio,
- dos dispositivos (2),
- dos ejes de sujeción (4) que conectan mecánicamente las palas al eje rotatorio (3).

25

Donde los anteriores elementos tienen las siguientes características:

- la sección transversal de cada uno de los dispositivos se compone de dos perfiles aerodinámicos dispuestos de forma simétrica respecto del plano medio que los separa y separados entre sí una distancia predeterminada;
- 30 • La línea que une los puntos medios de cada uno de los perfiles que constituyen cada sección transversal del dispositivo es una línea cerrada;
- se ha dispuesto una pluralidad de orificios (5) de forma aproximadamente circular y diámetro predeterminado que están distribuidos a lo largo de la envergadura de cada uno de los dispositivos. La función de dichos orificios es introducir un predeterminado

caudal, bien de gas en un líquido o bien de un líquido en otro líquido, ambos inmiscibles entre sí;

- el diámetro de los orificios se encuentra en un rango que va desde las 10 micras hasta los 10 milímetros;
- 5 • cada orificio está situado en la región que, conteniendo al borde de ataque, se encuentra comprendida entre el punto de remanso y el pico de succión de cada uno de los perfiles aerodinámicos que constituyen la sección transversal del dispositivo a la que pertenece dicho orificio;
- 10 • dichos orificios están conectados con un equipo suministrador de gas o de líquido a presión, cuyo caudal es variable a voluntad, preferentemente mediante conductos situados en el interior de los dispositivos, el eje rotatorio y los ejes de sujeción.

La posición de los orificios se determina de la siguiente manera: se selecciona el perfil aerodinámico a utilizar así como los ángulos de ataque de operación y la separación entre
 15 los perfiles aerodinámicos que componen cada sección transversal. A continuación, se determina, para cada sección del dispositivo y por métodos de cálculo numéricos o experimentales, la posición de los puntos de remanso, que son los puntos de máxima presión, y de los picos de succión, o puntos de mínima presión, de cada uno de los dos perfiles aerodinámicos que componen la sección transversal. En cada sección, la región
 20 que, conteniendo al borde de ataque, está comprendida entre el punto de remanso y el pico de succión es la que presenta los mayores gradientes favorables de presión. Es por ello que es en esta región, de aquí en adelante *región de interés*, donde son colocados los orificios. Sin embargo, como dicha región depende del ángulo de ataque, el punto en el cual se sitúe el orificio debe ser aquel que permanezca en la región de interés para todo rango de
 25 ángulos de ataque de operación. Para cada sección, entre todos los puntos que permanezcan en la región de interés para el rango de ángulos de ataque de operación, debe elegirse aquel que presente los mayores gradientes favorables de presión. Por ejemplo, se ha encontrado que para una geometría como la de la figura 1, compuesta por perfiles aerodinámico simétricos NACA0012 en su sección transversal y operando a un ángulo de
 30 ataque [-10, 10] grados, una posición adecuada de los orificios es el borde de ataque, como se muestra en la figura 2.

Para poder adaptar el Sistema agitador y difusor de un gas o en un líquido o de un líquido en otro inmiscible con el primero, a los diferentes fluidos, procesos y tamaños de los

tanques, se ha previsto las siguientes opciones de diseño que afectan al tipo de movimiento relativo de los dispositivos con respecto al líquido:

- que la longitud de los ejes de sujeción sea regulable a voluntad,
 - que cada uno de los ejes de sujeción de los dispositivos tenga un movimiento alternativo de traslación a lo largo del eje rotatorio mediante un segundo Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad y
 - que el eje rotatorio tenga un movimiento de traslación mediante un tercer Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad.
- 5
- 10 El Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido o de un líquido en otro líquido inmiscible con el primero es de aplicación en diferentes sectores, entre los que se puede citar: el tratamiento de aguas residuales o residenciales, la mezcla de líquidos, la homogeneización de líquidos almacenados en depósitos, los procesos químicos, la piscicultura, la fabricación de bebidas alcohólicas y de refrescos y los procesos de
- 15 suspensión, dispersión, o transferencia de calor, que se pueden aprovechar de una mayor eficiencia tanto en la difusión de un gas en un líquido como en la formación de emulsiones de varios líquidos y la propia agitación del líquido.

REIVINDICACIONES

1. Sistema agitador y difusor de un gas en líquidos, de aquellos que comprenden uno o más dispositivos inmersos en un líquido y en los que dicho líquido tiene una velocidad relativa respecto a los dispositivos, **caracterizado** porque:

- la sección transversal de cada uno de los dispositivos son dos perfiles aerodinámicos dispuestos de forma simétrica respecto del plano medio que los separa y separados entre sí una distancia predeterminada;
- La línea que une los puntos medios de cada uno de los perfiles que constituyen cada sección transversal del dispositivo es una línea cerrada;
- la sección transversal del dispositivo se compone de dos perfiles aerodinámicos dispuestos de forma simétrica respecto del plano medio que los separa;
- el ángulo de ataque de los perfiles aerodinámicos respecto de la corriente incidente es regulable a voluntad mediante un mecanismo de rotación antisimétrica acoplado a los perfiles, manteniendo estos la simetría respecto del plano medio que los separa.
- la velocidad relativa del líquido respecto a cada uno de los dispositivos es variable a voluntad;
- una pluralidad de orificios de forma aproximadamente circular y diámetro comprendido entre 1 micra y los 10 milímetros están distribuidos a lo largo de la envergadura de cada uno de los dispositivos. Dichos orificios están destinados a introducir un predeterminado caudal de gas en un líquido;
- cada orificio está situado en la región que, conteniendo al borde de ataque, se encuentra comprendida ente el punto de remanso y el pico de succión de cada uno de los dos perfiles aerodinámicos que constituye la sección transversal del dispositivo a la que pertenece dicho orificio;
- dichos orificios están conectados neumáticamente con un equipo suministrador de gas a presión, cuyo caudal es variable a voluntad.

2. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según reivindicación 1, **caracterizado** porque cada uno de los dispositivos está fijado a una estructura y la velocidad relativa del líquido con respecto a dichas palas fijas es generada por un Sistema que mueve el mencionado líquido con una velocidad regulable a voluntad.

3. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según reivindicación 1, **caracterizado** porque la velocidad relativa del líquido con respecto a los dispositivos es generada por el movimiento de estos mediante un Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad acoplado mecánicamente a los mismos.
- 5 4. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según reivindicación 3, **caracterizado** porque los referidos dispositivos están conectados mediante sus correspondientes ejes de sujeción a un eje rotatorio accionado por un Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad.
- 10 5. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según reivindicación 4, **caracterizado** porque la longitud de los ejes de sujeción es regulable a voluntad.
- 15 6. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según reivindicación 4 o 5, **caracterizado** porque cada uno de los ejes de sujeción de los dispositivos tienen un movimiento alternativo de traslación a lo largo del eje rotatorio mediante un segundo Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad.
- 20 7. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 4 – 6, **caracterizado** porque el eje rotatorio tiene un movimiento de traslación mediante un tercer Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad.
- 25 8. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 3 – 7, **caracterizado** porque la velocidad relativa del líquido respecto a la estructura a la que están unidos los dispositivos, es regulable a voluntad.
- 30 9. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 2 - 8, **caracterizado** porque la conexión de los orificios de cada una de los dispositivos con el equipo suministrador de gas a presión se realiza mediante conductos impermeables dispuestos en el interior de cada una de los dispositivos, los ejes de sujeción y el eje rotatorio.
- 35 10. Sistema agitador y difusor de un gas en un líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 2 - 8, **caracterizado** porque la conexión de los orificios de cada una

de los dispositivos con el equipo suministrador de gas a presión se realiza mediante canales dispuestos en el interior de los dispositivos, los ejes de sujeción y el eje rotatorio y conectados de manera hermética entre sí.

- 5 11. Sistema agitador y difusor de un líquido en otro líquido, ambos inmiscibles entre sí, de aquellos que comprenden uno o más dispositivos inmersos en un líquido y en los que dicho líquido tiene una velocidad relativa respecto a los dispositivos, **caracterizado** porque:
- 10
- la sección transversal de cada uno de los dispositivos son dos perfiles aerodinámicos dispuestos de forma simétrica respecto del plano medio que los separa y separados entre sí una distancia predeterminada;
 - La línea que une los puntos medios de cada uno de los perfiles que constituyen cada sección transversal del dispositivo es una línea cerrada;
 - la sección transversal del dispositivo se compone de dos perfiles aerodinámicos dispuestos de forma simétrica respecto del plano medio que los separa;
- 15
- el ángulo de ataque de los perfiles aerodinámicos respecto de la corriente incidente es regulable a voluntad mediante un mecanismo de rotación antisimétrica acoplado a los perfiles, manteniendo estos la simetría respecto del plano medio que los separa.
- 20
- la velocidad relativa del líquido respecto a cada uno de los dispositivos es variable a voluntad;
 - una pluralidad de orificios de forma aproximadamente circular y diámetro comprendido entre 1 micra y los 10 milímetros están distribuidos a lo largo de la envergadura de cada uno de los dispositivos. Dichos orificios están destinados a introducir un predeterminado caudal de líquido en otro líquido inmiscible con el primero;
- 25
- cada orificio está situado en la región que, conteniendo al borde de ataque, se encuentra comprendida ente el punto de remanso y el pico de succión de cada uno de los dos perfiles aerodinámicos que constituye la sección transversal del dispositivo a la que pertenece dicho orificio;
- 30
- dichos orificios están conectados hidráulicamente con un equipo suministrador de líquido a presión, cuyo caudal es variable a voluntad.

12. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según reivindicación 11, **caracterizado** porque cada uno de los dispositivos está fijado a una estructura y la velocidad relativa del líquido con respecto a dichas palas fijas es generada por un Sistema que mueve el mencionado líquido con una velocidad regulable a voluntad.
- 5
13. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según reivindicación 11, **caracterizado** porque la velocidad relativa del líquido con respecto a los dispositivos es generada por el movimiento de estos mediante un Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad acoplado mecánicamente a los mismos.
- 10
14. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según reivindicación 13, **caracterizado** porque los referidos dispositivos están conectados mediante sus correspondientes ejes de sujeción a un eje rotatorio accionado por un Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad.
- 15
15. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según reivindicación 14, **caracterizado** porque la longitud de los ejes de sujeción es regulable a voluntad.
- 20
16. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según reivindicación 14 o 15, **caracterizado** porque cada uno de los ejes de sujeción de los dispositivos tienen un movimiento alternativo de traslación a lo largo del eje rotatorio mediante un segundo Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad.
- 25
17. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 14 – 16, **caracterizado** porque el eje rotatorio tiene un movimiento de traslación mediante un tercer Sistema motriz de velocidad regulable a voluntad.
- 30
18. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 13 – 17, **caracterizado** porque la velocidad relativa del líquido respecto a la estructura a la que están unidos los dispositivos, es regulable a voluntad.
- 35
19. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 12 - 18, **caracterizado** porque la conexión de los orificios de cada una de los dispositivos con el equipo suministrador de líquido a presión se realiza

mediante conductos impermeables dispuestos en el interior de cada uno de los dispositivos, los ejes de sujeción y el eje rotatorio.

- 5 20. Sistema agitador y difusor de un líquido en un líquido, según cualquiera de las reivindicaciones 12 - 18, **caracterizado** porque la conexión de los orificios de cada uno de los dispositivos con el equipo suministrador de líquido a presión se realiza mediante canales dispuestos en el interior de los dispositivos, los ejes de sujeción y el eje rotatorio y conectados de manera hermética entre sí.

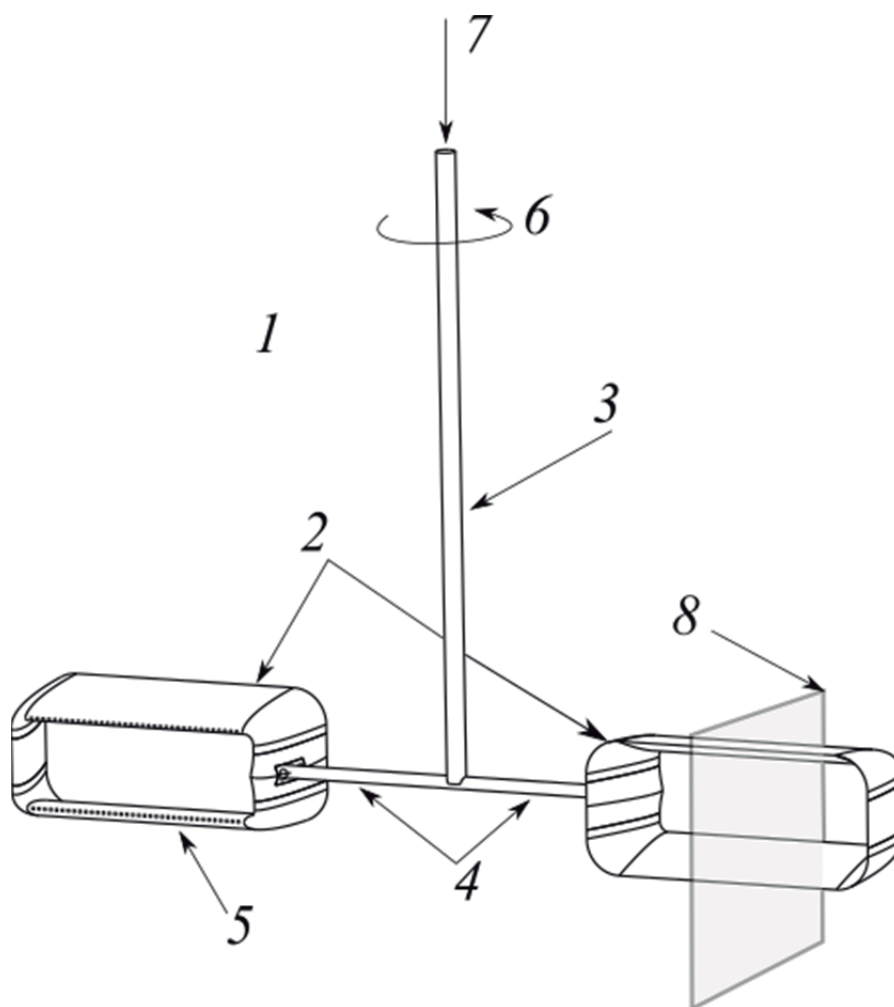


Fig. 1

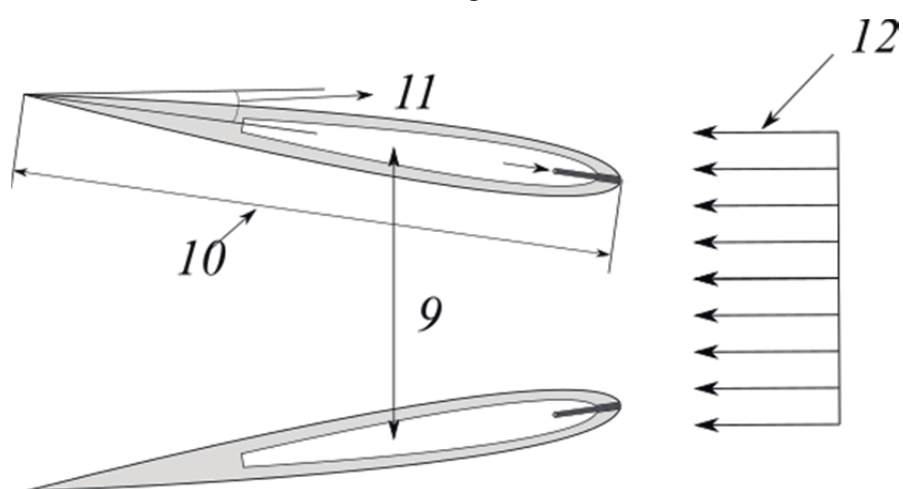


Fig. 2

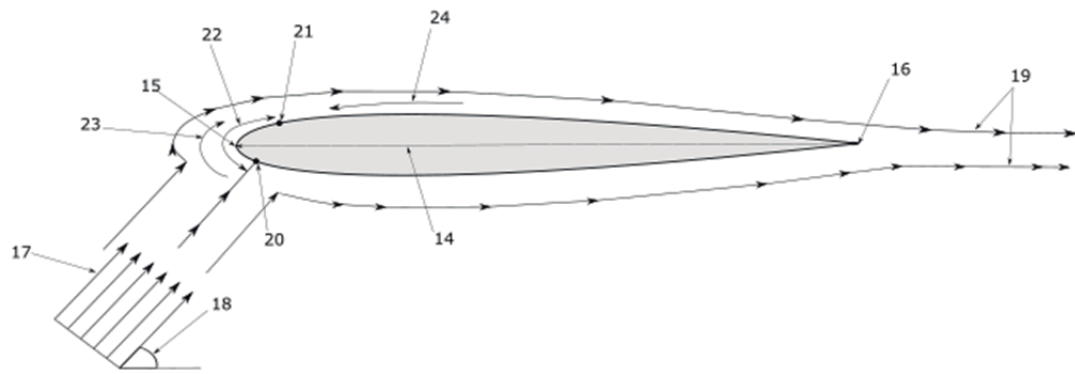


Fig. 3



- ②① N.º solicitud: 201830739
②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.07.2018
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	ES 2662693 A1 (UNIV SEVILLA) 09/04/2018, Todo el documento.	1-20
Y	QUINTERO E S; EVANGELIO A; GORDILLO J M. Production of monodisperse microbubbles avoiding microfluidics. Journal of Fluid Mechanics (2018), 10/07/2018, Vol. 846, Páginas R3 [en línea][Recuperado el 10/04/2019]. Recuperado de Internet <URL: https://doi.org/10.1017/jfm.2018.312 >, ISSN 0022-1120, <DOI: 10.1017/jfm.2018.312>. Todo el documento.	1-20
A	US 4371480 A (VOS GEERT H) 01/02/1983, Columna 3, línea 3 - columna 5, línea 34; figuras.	1-20
A	DE 4104621 A1 (ABS PUMPEN AG) 20/08/1992, Todo el documento.	1-20
A	EP 0015050 A1 (GEN SIGNAL CORP) 03/09/1980, Páginas 5 - 10; figuras.	1-20
A	GB 1336372 A (UNION CARBIDE CORP) 07/11/1973, Reivindicaciones; resumen; figuras.	1-20
A	JP S63310628 A (TSUCHIDA MASASHI) 19/12/1988, figuras & JPS63310628 A (resumen) [en línea] Resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado de EPOQUE.	1-20

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la
misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación
de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha
de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
10.04.2019

Examinador
R. Reyes Lizcano

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B01F3/04 (2006.01)

B01F7/18 (2006.01)

B01F13/02 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B01F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI