

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 263**

51 Int. Cl.:
C12M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09011042 .0**
96 Fecha de presentación: **28.08.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2290048**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2011**

54 Título: **Foto-biorreactor y edificio que tiene un foto-biorreactor montado en una pared del mismo**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.06.2012

73 Titular/es:
**King Abdulaziz City for Science and Technology
P.O. Box 6086
Riyadh 11442 , SA**

72 Inventor/es:
Baabbad, Mazen

74 Agente/Representante:
Arias Sanz, Juan

ES 2 383 263 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

Foto-biorreactor y edificio que tiene un foto-biorreactor montado en una pared del mismo

La presente invención se refiere a un foto-biorreactor para el crecimiento de algas y a un edificio que tiene tal foto-biorreactor montado en una pared o superficie del mismo.

- 5 El cultivo de algas ha recibido una atención creciente en las pasadas décadas debido a su elevado contenido en nutrientes y a su capacidad para formar biomasa con mucha menos agua que cualquier planta terrestre conocida. Las algas pueden tener un contenido en aceite de hasta el 40% de su peso seco, por lo que pueden ser utilizadas para producir biodiesel. El cultivo de algas puede crecer en una variedad de tipos diferentes de incubadoras, que se denominan foto-biorreactores, cada uno de los cuales tiene sus ventajas y desventajas y diferencias en coste y eficiencia. Asimismo, los foto-biorreactores difieren en su susceptibilidad y seguridad frente a contaminación irreversible biológica y química. Los foto-biorreactores para el crecimiento de algas tienen que suministrar cantidades adecuadas de luz, nutrientes, temperatura, composición química así como movimiento de agitación y retirada de oxígeno del cultivo de algas.

- 10 En el estado de la técnica anterior, se conocen cuatro tipos principales de foto-biorreactores: estanques abiertos, foto-biorreactores de columna vertical, foto-biorreactores de placa plana y foto-biorreactores tubulares, véase O. Pulz, "Photobioreactors: production systems for phototropic microorganisms", Applied Microbiol Biotechnol (2001) 57: 287-293; y C. U. Ugwu, H. Aoyagi, H. Uchiyima, "Photobioreactors for mass cultivation of algae", Bioresource Technology 99 (2008) 4021-4028. Otros tipos incluyen bolsas de plástico o disposiciones tubulares a modo de paredes verticales. Estos diseños eran utilizados para producir algas de alto valor, por ejemplo en relación al contenido de nutrientes, propósitos farmacéuticos, pigmentos, etc., pero mayoritariamente no para propósitos de combustible debido al alto coste, véase F. Lehr y C. Posten, "Closed photo-bioreactors as tools for biofuel production", Current Opinion in Biotechnology 2009, 20: 280-285.

- 15 Sin embargo, algunas tecnologías están orientadas a la producción de biocombustibles. Una revisión de diseños anteriores, tales como en el documento US 3.986.297, muestra un foto-biorreactor en la forma de un tanque con un agitador central y una pluralidad de boquillas para inyectar gas en el tanque. El tanque utiliza fuentes de luz que están inmersas en el tanque y un tanque externo para el control de temperatura. Sin embargo, este diseño no parece ser económico ya que no utiliza la luz natural disponible además de por la dificultad de controlar la temperatura cuando el sistema necesita refrigeración durante la temporada de verano.

- 20 Otros diseños, tales como el divulgado en el documento US 4.676.956, muestran un foto-biorreactor tubular vertical que es iluminado desde el interior por una fuente de luz y desde el exterior. Los gases son alimentados al reactor desde su fondo. Sin embargo, este sistema es bastante complejo y difícil de mantener. Los documentos KR-A-20050013269 y EP-A-0889118 describen foto-biorreactores que comprenden contenedores transparentes y medios de agitación para recolectar algas.

- 25 Es un objeto de la presente invención proporcionar un foto-biorreactor para el crecimiento de algas que supere las dificultades y desventajas del estado de la técnica anterior. Especialmente, se proporcionará un foto-biorreactor que tenga un diseño sencillo y pueda ser montado e integrado fácilmente sobre las paredes de un edificio, preferiblemente un edificio de paredes de vidrio, para compartir especialmente el sistema de aire acondicionado con el edificio. El reactor será dotado fácilmente de nutrientes y electricidad.

- 30 Este objeto se consigue mediante un foto-biorreactor para el crecimiento de algas que comprende: al menos un contenedor transparente que tiene un perímetro al menos parcialmente redondeado y que contiene un cultivo de algas, medios opcionales para montar el contenedor en una superficie vertical, preferiblemente de un edificio de paredes de vidrio, al menos un tubo de alimentación de gas, al menos un orificio de retirada de gas, al menos un tubo de líquido de alimentación, al menos un tubo de descarga de líquido, preferiblemente dispuesto en el perímetro del contenedor, y medios de agitación y retirada giratorios dentro del contenedor, en el que los medios de agitación y retirada comprenden una cinta giratoria que tiene protuberancias que se extienden hacia fuera, y estando deformada la cinta giratoria de modo cóncavo entre las protuberancias, así como un tornillo que es descendido en el interior del interior de una deformación cóncava. En el estado de la técnica anterior, los medios de agitación y retirada comprenden al menos una paleta.

- 35 El tamaño de la paleta permite retirar las algas formadas en las paredes internas del contenedor. A este respecto, se entiende que el tamaño de la paleta es tal que los bordes laterales de la paleta están tan próximos a las paredes internas del contenedor que las algas formadas en las mismas pueden ser retiradas por el giro de los medios de agitación y retirada. Esto puede dar como resultado un efecto de arrastre de la paleta. En otras palabras, la paleta permite raspar las paredes internas del contenedor para retirar las algas formadas en las mismas.

40 De acuerdo con la invención, los medios de agitación y retirada comprenden una cinta giratoria que tiene protuberancias que se extienden hacia fuera, y estando deformada la cinta de modo cóncavo entre las protuberancias.

- Preferiblemente, el tamaño de las protuberancias permite retirar las algas formadas en las paredes internas del contenedor. En lo que se refiere a la paleta en el primer modo de realización, se entiende que el tamaño de las protuberancias es tal que los bordes superiores de las protuberancias están diseñados de modo que están tan próximos a las paredes internas del contenedor que retiran las algas formadas en las mismas. Esto puede dar como resultado
- 5 asimismo un efecto de arrastre de las protuberancias. El material de la cinta es preferiblemente poroso para permitir el crecimiento hacia dentro de algas. El material puede ser, por ejemplo, nailon tejido.
- Los medios de agitación y retirada comprenden un tornillo adaptado para ser descendido en el interior de una deformación cóncava de la cinta y para ser alzado desde la misma. Cuando el tornillo es girado, rasca las algas de la superficie de la cinta, y subsecuentemente, las algas pueden ser retiradas al exterior del contenedor.
- 10 Se prefiere adicionalmente que el foto-biorreactor comprenda al menos un mecanismo de accionamiento para girar los medios de agitación y retirada.
- En un modo de realización, los medios de agitación y retirada comprenden preferiblemente un cojinete que se sitúa por encima del nivel de los líquidos del contenedor.
- En un modo de realización adicional, los medios de agitación y retirada comprenden preferiblemente un árbol giratorio
- 15 aislado de cualquier contacto con los líquidos en el contenedor.
- El contenedor puede ser un contenedor cilíndrico de disco, o el contenedor puede tener una forma alargada con esquinas redondeadas.
- De acuerdo con la invención, se proporciona asimismo un edificio, preferiblemente un edificio con al menos parte de las paredes de vidrio, que tiene al menos un foto-biorreactor de acuerdo con la invención montado en una superficie vertical
- 20 del mismo.
- Se prefiere un edificio en el que al menos un foto-biorreactor se conecte con el sistema de aire acondicionado del edificio, preferiblemente al menos un tubo de gas de alimentación del reactor.
- Sorprendentemente, se encontró que el foto-biorreactor de la invención puede integrarse fácilmente en o sobre las paredes de un edificio, preferiblemente un edificio de paredes de vidrio. Tal integración proporciona un ahorro de costes
- 25 significativo e igualmente una forma novedosa de compartir el sistema de aire acondicionado con ese edificio. Especialmente puede ser introducido en el foto-biorreactor de la invención aire descargado del sistema de aire acondicionado que comprende una concentración más elevada de dióxido de carbono. Asimismo, el sistema de conducciones del foto-biorreactor de la invención puede ser dispuesto fácilmente en un edificio en el cual se monte el foto-biorreactor. El foto-biorreactor puede recibir la luz necesaria para el crecimiento de las algas del interior del edificio o del
- 30 exterior, esto es, luz solar.
- El foto-biorreactor de acuerdo con la presente invención puede ser proporcionado fácilmente en un sistema modular y puede ser mantenido fácilmente. Los módulos pueden ser aislados rápidamente en el caso de contaminación química o biológica. El diseño del foto-biorreactor de la invención utiliza componentes sencillos, lo que da como resultado una reducción de costes y mantenimiento.
- 35 Es una característica esencial del foto-biorreactor de la invención que no sea necesaria ninguna fuente de luz interna en el contenedor transparente.
- Características y ventajas adicionales de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de modos de realización preferidos sobre la base de los dibujos, en los que tan sólo las figuras 6-10 corresponden a modos de realización de la invención, en los cuales
- 40 la figura 1 muestra un foto-biorreactor ,
- la figura 2 muestra el diseño interno del foto-biorreactor de la figura 1;
- la figura 3 muestra un cojinete de paletas del foto-biorreactor ,
- la figura 4 muestra un núcleo central del contenedor del reactor,
- la figura 5 muestra un foto-biorreactor en un diseño modular;
- 45 la figura 6 muestra un foto-biorreactor de acuerdo con la presente invención;
- la figura 7 muestra el diseño interno del foto-biorreactor de la figura 6;
- la figura 8 muestra una vista más detallada del diseño interno del foto-biorreactor de la figura 7;

la figura 9 muestra una vista más detallada del diseño externo del foto-biorreactor de la figura 7; y

la figura 10 muestra el foto-biorreactor de acuerdo con el segundo modo de realización en un diseño modular.

La figura 1 muestra un foto-biorreactor. El foto-biorreactor comprende un contenedor cilíndrico de disco 1 fabricado de un material transparente y que contiene un cultivo de algas (no mostrado). Preferiblemente, el material del contenedor 1 es plástico transparente. El contenedor 1 comprende unos medios 2 para montar el contenedor 1 en una superficie vertical, por ejemplo una superficie vertical de un edificio, preferiblemente un edificio de paredes de vidrio. Dos tubos de alimentación de gas 3 están dispuestos en el fondo del contenedor 1 para permitir la introducción de gas de alimentación de algas en el contenedor 1. El gas de alimentación de algas puede ser cualquier gas que comprenda al menos parcialmente dióxido de carbono, por ejemplo gas de descarga de un sistema de aire acondicionado. En la parte superior del contenedor 1 se dispone un orificio 4 para la descarga de gases del contenedor.

Asimismo, en la parte superior del contenedor se dispone un tubo de líquido de alimentación 5 para permitir introducir nutrientes, agua, cultivo de algas, etc. En el perímetro del contenedor cilíndrico de disco 1 se disponen dos tubos de descarga 6. Todos los tubos 3, 5 y 6 pueden estar dotados de medios de cierre, tales como una válvula de tres vías 7, como se muestra en un tubo de descarga 6.

La figura 2 muestra el diseño interno del foto-biorreactor ilustrado en la figura 1. Dentro del contenedor 1 se proporciona una paleta 8 con diversas hojas, el tamaño de las hojas individuales es tal que la retirada de algas formadas en las paredes internas del contenedor 1 se efectúa cuando se gira la paleta. El giro de la paleta 8 es efectuado por un motor (no mostrado), por lo que la paleta 8 está dotada de un eje giratorio 9 y un cojinete 10. Como se puede concluir especialmente de la figura 3, el cojinete 10 de la paleta se sitúa por encima del nivel de los líquidos dentro del contenedor de modo que se evite la contaminación de las algas con el aceite lubricante del cojinete. Adicionalmente, el contenedor 1 tiene un núcleo central que permite que el eje giratorio 9 la paleta atraviese la unidad sin entrar en contacto con las algas, véase la figura 4.

Además, la figura 5 ilustra un diseño modular de un foto-biorreactor. Tres contenedores se disponen uno sobre el otro, tres diseños modulares lado con lado, en el que cada disposición modular es accionada por un motor eléctrico 12. Los contenedores pueden funcionar en serie o en paralelo.

En funcionamiento, el contenedor 1 es llenado con un cultivo de algas, o ya lo contiene. Un gas de alimentación de algas que contiene dióxido de carbono es alimentado al contenedor a través de los tubos de alimentación de gas 3. Por ejemplo, el gas de alimentación puede ser el gas de descarga de un sistema de aire acondicionado de un edificio. Se permite que el gas introducido en el contenedor 1 escape a través del orificio superior 4 en el centro del contenedor 1. El líquido de alimentación de algas que comprende agua y nutrientes es alimentado al interior del contenedor por medio del tubo de líquido de alimentación 5. Si el contenedor 1 está lleno de cultivo de algas y crecen algas en las superficies internas del contenedor 1, la paleta 8 es hecha girar alrededor del centro del disco periódicamente para remover el cultivo de algas y retirar la (las) capa(s) de algas que se forman sobre las paredes internas del contenedor 1. Las algas retiradas son descargadas a continuación mediante los dos orificios de descarga 6 dispuestos en el perímetro del contenedor 1. A este respecto, la retirada se efectúa preferiblemente mediante el giro de la paleta 8 que crea una fuerza centrífuga que, cuando la válvula de tres vías 7 está abierta, descarga algas fuera del sistema y purga el sistema en caso de contaminación biológica o química.

Como se demuestra especialmente en la figura 5, se puede montar un número de foto-biorreactores en las paredes del edificio y compartir el aire acondicionado y la iluminación diurna y nocturna, además de la posibilidad de obtener el dióxido de carbono del aire del edificio. Además, un foto-biorreactor de la invención puede suministrar oxígeno al interior del edificio.

El foto-biorreactor de la invención se ilustra en las figuras 6-10.

De acuerdo con la figura 6, el foto-biorreactor de la invención comprende un contenedor transparente 21 que tiene una forma alargada con esquinas redondeadas. Unos tubos de gas de alimentación de algas 24 se disponen en el fondo del contenedor 21, mientras que el gas en exceso puede escapar a través de un orificio (no mostrado) en la parte superior del contenedor 21. El líquido de alimentación de algas (que contiene agua y nutrientes) puede ser introducido en el contenedor 21 a través del tubo de líquido de alimentación 22. Asimismo, se proporcionan árboles giratorios 23 que permiten el giro de una cinta 28 (véase la figura 7). A través de un tubo de descarga 26 se pueden retirar algas. El contenedor 21 del segundo modo de realización comprende asimismo un tornillo 25 que está adaptado para ser descendido y ascendido, como se explicará en mayor detalle a continuación.

El diseño interno del foto-biorreactor de la invención se describe en la figura 7. Dentro del contenedor 21 se dispone una cinta 28 accionable, que puede ser accionada haciendo girar unas poleas 29 de la cinta. El contenedor 21 como tal puede ser montado mediante medios 27 respectivos a una superficie vertical de un edificio o similar.

La cinta 28 tiene una forma muy específica. Comprende un número de protuberancias 29 que se extienden hacia fuera, por lo que la cinta 28 se deforma de modo cóncavo entre las protuberancias 29. Esto se puede observar en mayor detalle en la figura 8.

5 La figura 9 ilustra que el contenedor 21 comprende adicionalmente una cámara vacía 30 dentro de la misma para algas que no crecen densamente en el lado posterior de la unidad.

Finalmente, la figura 10 ilustra un diseño modular de un foto-biorreactor de acuerdo con la invención que puede ser accionado por un motor de cinta 31. De nuevo, el contenedor modular 21 puede ser accionado en serie o en paralelo.

10 En funcionamiento, el contenedor 21 de la invención puede ser llenado con un cultivo de algas y alimentado con gases y líquidos como se explicó anteriormente para los reactores de las figuras 1-6. Asimismo la descarga de gas puede ser conseguida por medio de un orificio (no mostrado) en la parte superior del contenedor 21.

El foto-biorreactor de la invención es especialmente adecuado para los tipos de algas que requieren una superficie sobre la que crecer, tal como la ulva (lechuga de mar). Puede ser utilizado asimismo para crecer algunos tipos de algas marinas.

15 La cinta 28 permite que ciertos tipos de algas se peguen a la misma y crezcan sobre ella. Las protuberancias 29 de la cinta 28, cuando giran, limpian la superficie interna transparente del contenedor 21, preferiblemente por rascado, y mueven las algas periódicamente para permitir una distribución homogénea de las sustancias del líquido de alimentación. El tornillo 25 puede ser utilizado para recolectar algas de una cavidad formada por la deformación cóncava de la cinta limitada por las protuberancias y la parte asociada de la superficie interna del contenedor 21. Para la recolección, el
20 tornillo 25 es descendido en el interior de la concavidad respectiva, y el tornillo gira para sacar a cucharadas las algas que se encuentran en la superficie cóncava de la cinta 28 y/o sobre la superficie interna del contenedor 21, y a continuación el tornillo 25 es ascendido. Después de esto, la cinta 28 se mueve al centro de la siguiente cavidad bajo el tornillo 25 que vuelve a ser descendido de nuevo para recoger cucharadas de algas. El tornillo 5 funciona así más o menos como un cepillo o barredor.

REIVINDICACIONES

1. Foto-biorreactor para el crecimiento de algas que comprende:
al menos un contenedor transparente (21) que tiene un perímetro redondeado al menos parcialmente y que contiene un cultivo de algas,
- 5 medios opcionales para montar el contenedor (27) en una superficie vertical, preferiblemente de un edificio de paredes de vidrio,
al menos un tubo de alimentación de gas (24)
al menos un orificio de retirada de gas,
al menos un tubo de líquido de alimentación (22),
- 10 al menos un tubo de descarga de líquido (26), dispuesto preferiblemente en el perímetro del contenedor, y
medios giratorios de agitación y retirada para agitar el cultivo de algas y retirar algas formadas dentro del contenedor, en el que los medios de agitación y retirada comprenden una cinta giratoria (28) que tiene protuberancias que se extienden hacia fuera, y estando deformada la cinta de modo cóncavo entre las protuberancias, y los medios de agitación y retirada comprenden un tornillo (25) adaptado para ser descendido en
15 el interior de una deformación cóncava de la cinta y para ser ascendido desde la misma.
2. Foto-biorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las protuberancias de la cinta, cuando gira, limpian la superficie interna transparente del contenedor.
3. Foto-biorreactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un mecanismo de accionamiento para girar los medios de agitación y retirada.
- 20 4. Foto-biorreactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de agitación y retirada comprenden un cojinete que está situado por encima del nivel de los líquidos en el contenedor.
5. Foto-biorreactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de agitación y retirada comprenden un árbol giratorio aislado de cualquier contacto con los líquidos en el contenedor.
6. Foto-biorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el contenedor tiene una forma alargada con
25 esquinas redondeadas.
7. Edificio, preferiblemente un edificio con paredes al menos parcialmente de vidrio, que tiene al menos un foto-biorreactor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores montado en una superficie vertical del mismo.
8. Edificio de acuerdo con la reivindicación 7, en el que al menos un foto-biorreactor está conectado con el
30 sistema de aire acondicionado del edificio, preferiblemente al menos un tubo de gas de alimentación.

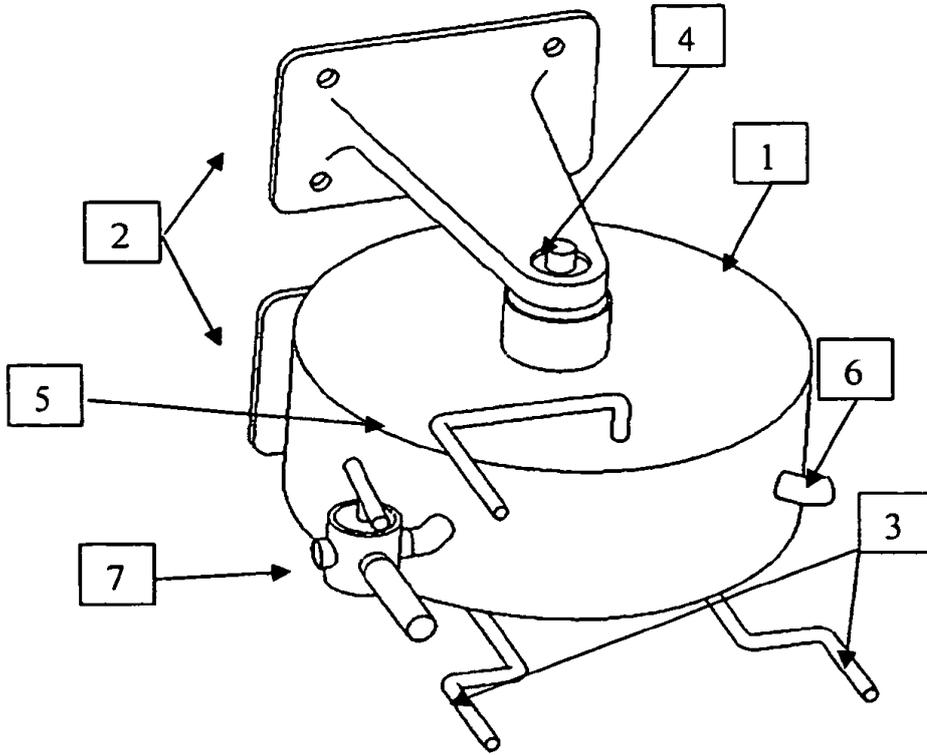


Figura 1

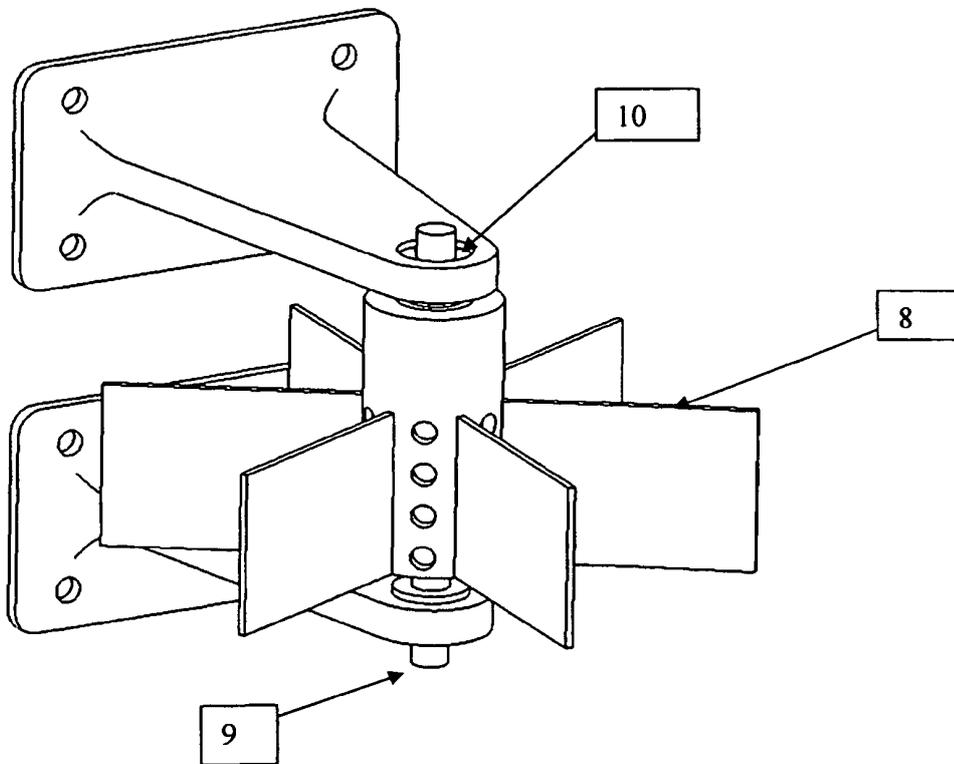


Figura 2

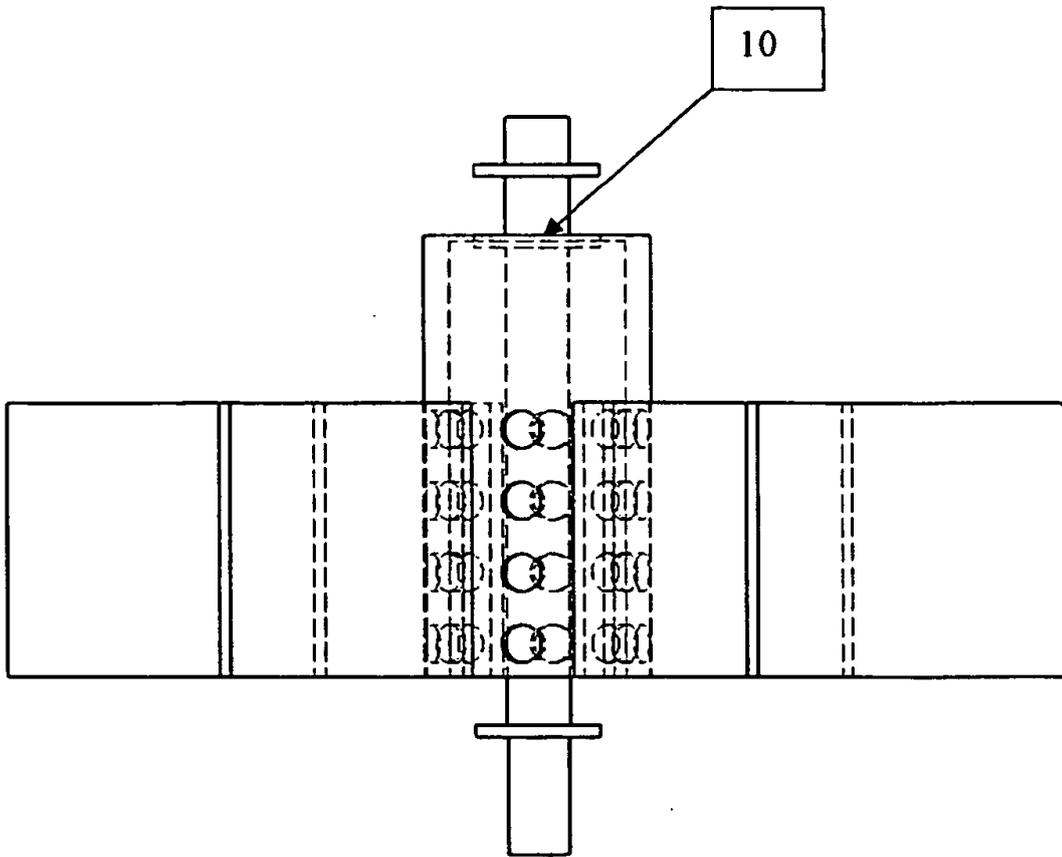


Figura 3

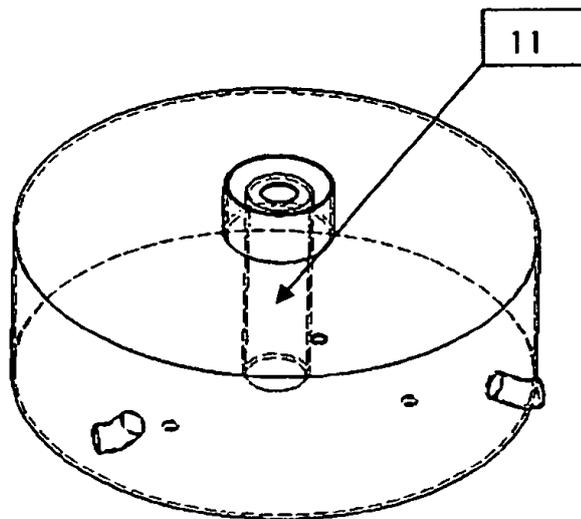


Figura 4

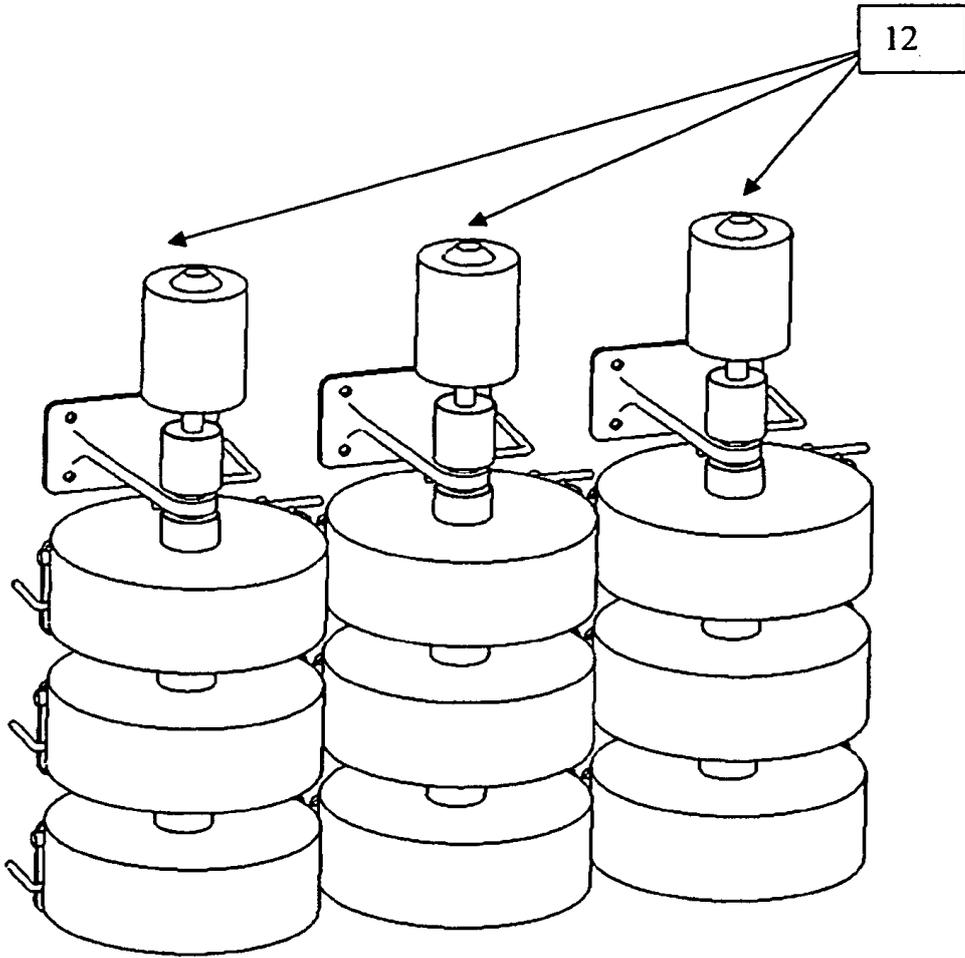


Figura 5

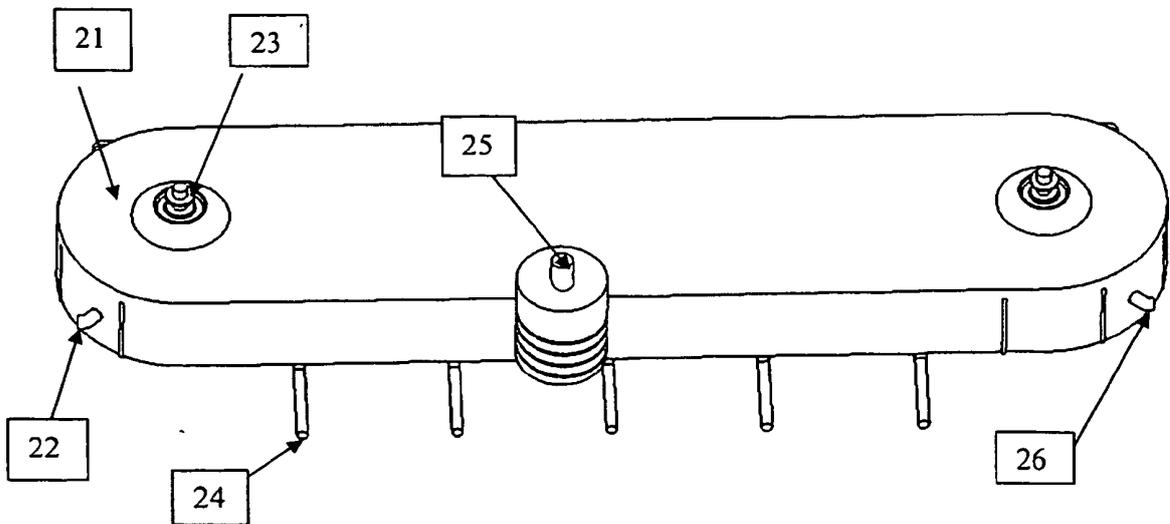


Figura 6

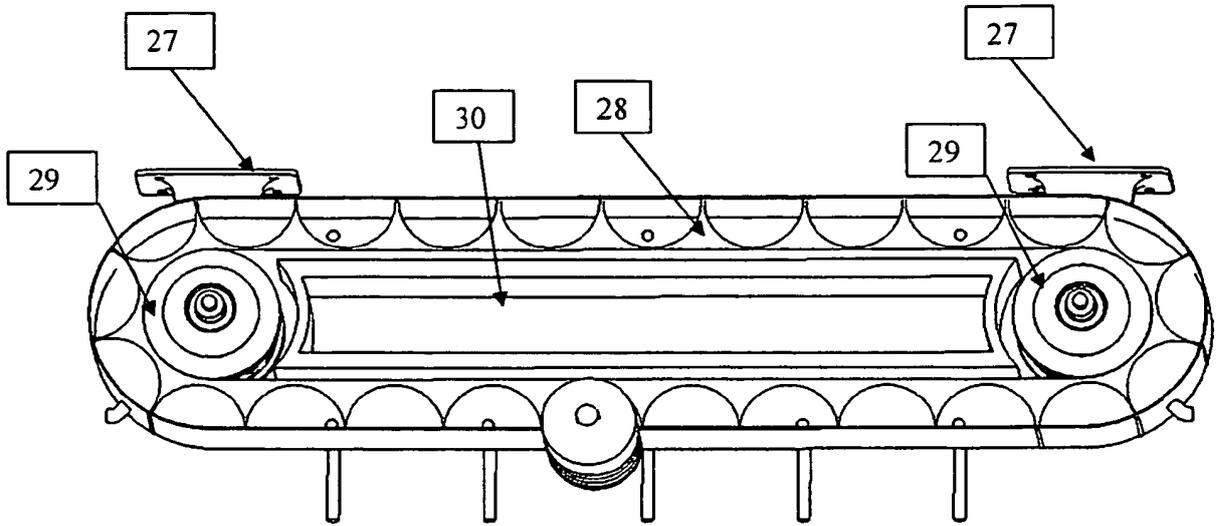


Figura 7

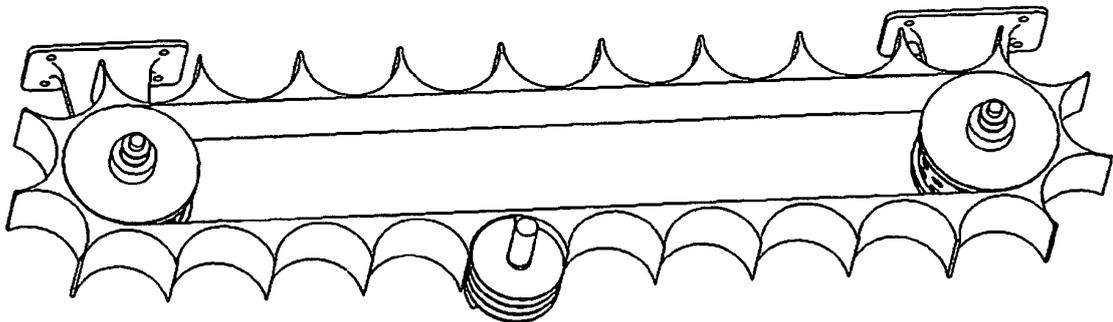


Figura 8

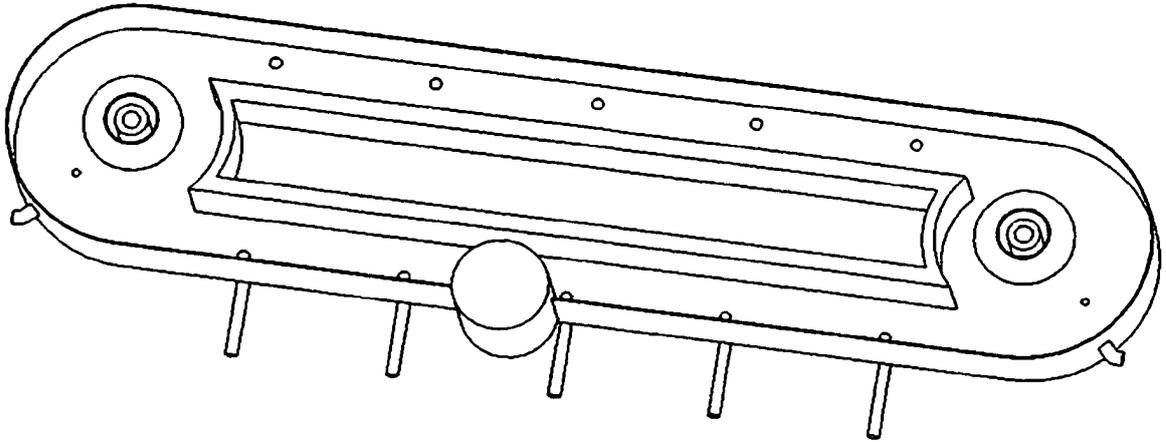


Figura 9

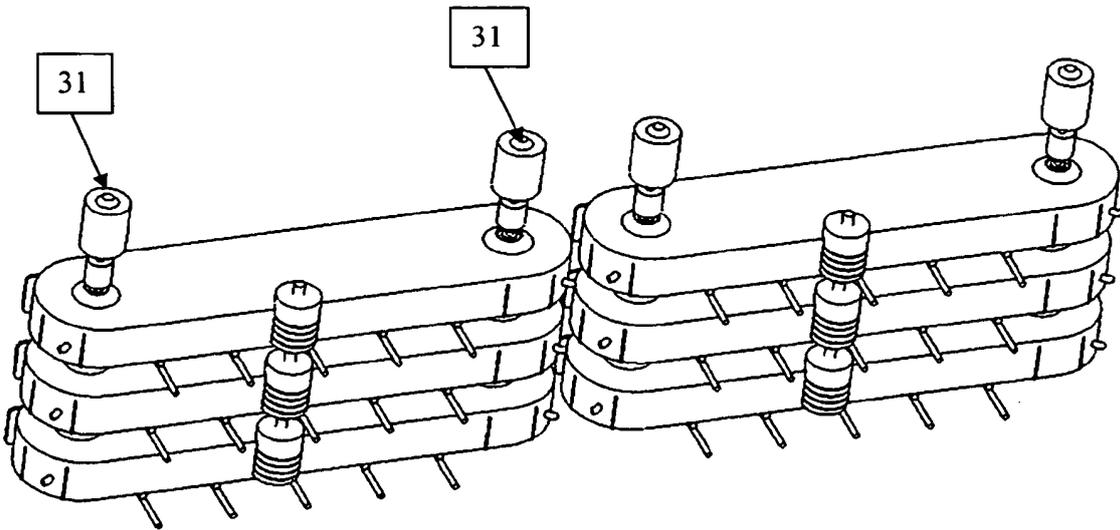


Figura 10