

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 879**

21 Número de solicitud: 202230954

51 Int. Cl.:

B63H 1/36

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

04.11.2022

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.06.2024

Fecha de concesión:

30.10.2024

45 Fecha de publicación de la concesión:

07.11.2024

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (100.0%)
Avenida Cervantes nº 2
29071 Málaga (Málaga) ES**

72 Inventor/es:

**FERNÁNDEZ FERIA, Ramón;
SANMIGUEL ROJAS, Enrique y
ESTEBAN LÓPEZ-TELLO, Pablo**

54 Título: **DISPOSITIVO DE PROPULSIÓN PARA VEHÍCULOS ACUÁTICOS**

57 Resumen:

Dispositivo de propulsión para vehículos acuáticos. La invención se refiere a un dispositivo de propulsión acuática adecuado para propulsar un vehículo. Dicho dispositivo comprende un habitáculo (1) estanco que aloja en su interior un motor eléctrico conectado a un eje (2). El motor eléctrico provoca un movimiento oscilatorio angular en el eje (2), de modo que un primer extremo del eje sobresale del habitáculo (1) por un primer orificio y un segundo extremo del eje sobresale del habitáculo (1) por un segundo orificio. También comprende unas aletas (4) acopladas a cada extremo del eje (1) mediante sendos resortes torsionales, así como unas guías (11) configuradas para ser fijadas al vehículo. También comprende unos elementos de guía (10) fijados al habitáculo y dispuestos para ser introducidos y guiados por las guías. Por último, comprende un resorte longitudinal de rigidez variable y modificada por una unidad de control, con un primer extremo configurado para ser unido al vehículo y un segundo extremo dispuesto de manera solidaria con el habitáculo (1).

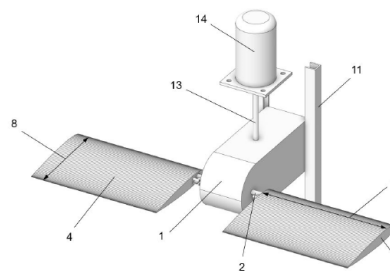


FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 973 879 B2

DESCRIPCIÓN

DISPOSITIVO DE PROPULSIÓN PARA VEHÍCULOS ACUÁTICOS

CAMPO TÉCNICO

- 5 Esta invención pertenece al campo técnico de los dispositivos para la propulsión acuática.

ESTADO DE LA TÉCNICA

- Más del 90% del comercio mundial se transporta mediante barcos. Los propulsores
10 acuáticos más ampliamente utilizados son los basados en turbopropulsores de hélices. Sin embargo, uno de los mayores problemas que tienen este tipo de propulsores es la aparición de cavitación. Este fenómeno produce la generación de burbujas de vapor que, tras implosionar cerca de la superficie de la hélice generan ruido, vibraciones y, con el tiempo, pueden llegar a destruir la hélice. A mayor número de revoluciones de la hélice, mayor
15 generación de cavitación. Además, la cavitación produce una disminución en la eficiencia de las hélices. Esto conlleva un mayor consumo y contaminación para una velocidad de avance dada. Para disminuir la cavitación y, por lo tanto, la generación de ruido, en algunos diseños de hélices en submarinos se bajan las revoluciones a costa de incluir un mayor número de álabes para mantener el empuje. Esto provoca una disminución muy notable
20 del rendimiento del propulsor.

- La mayor parte del CO₂ que genera el ser humano se produce en el transporte de mercancías por el mar. Un pequeño aumento en la eficiencia de la propulsión acuática tendría un efecto enorme en mitigar los efectos del cambio climático, para lo cual es
25 imprescindible desarrollar nuevos propulsores que puedan ser más eficientes que las hélices convencionales.

- La presente invención presenta una alternativa diferente para una propulsión acuática más eficiente que los dispositivos actuales, y que por supuesto supera los principales
30 inconvenientes de las hélices antes mencionados.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

- Tal y como se ha indicado, la presente invención proporciona una solución alternativa al
35 problema de la propulsión en medios de transporte marítimos según la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones

dependientes.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) utilizados en el presente documento deben interpretarse como es habitual en la técnica. Se entenderá además que los términos de uso común también deben interpretarse como es habitual en la técnica correspondiente y no en un sentido idealizado o excesivamente formal, a menos que se definan expresamente en el presente documento.

En este texto, el término "comprende" y sus derivaciones (como "comprendiendo", etc.) no deben entenderse en un sentido excluyente; es decir, estos términos no deben interpretarse como excluyentes de la posibilidad de que lo descrito y definido pueda incluir otros elementos, pasos, etc.

En un primer aspecto inventivo, la invención se refiere a un dispositivo de propulsión acuática adecuado para propulsar un vehículo, estando el dispositivo caracterizado por que comprende

un habitáculo estanco que aloja en su interior un motor eléctrico conectado a un eje, estando configurado el motor eléctrico para provocar un movimiento oscilatorio angular en el eje, de modo que un primer extremo del eje sobresale del habitáculo por un primer orificio y un segundo extremo del eje sobresale del habitáculo por un segundo orificio,

una primera aleta acoplada al primer extremo del eje, de modo que el primer extremo del eje está configurado para provocar un movimiento oscilatorio angular en la primera aleta;

una segunda aleta acoplada al segundo extremo del eje, de modo que el segundo extremo del eje está configurado para provocar un movimiento oscilatorio angular en la segunda aleta;

unas guías configuradas para ser fijadas al vehículo;

unos elementos de guía fijados al habitáculo y dispuestos para ser introducidos y guiados por las guías; y

un resorte longitudinal con un primer extremo configurado para ser unido al vehículo y un segundo extremo dispuesto de manera solidaria con el habitáculo.

El movimiento de aleteo hace que el conjunto habitáculo del motor y aletas esté sometido a una fuerza de empuje en dirección horizontal y otra fuerza de sustentación en dirección vertical. La fuerza de empuje transmitida por la reacción horizontal efectuada por las guías proporcionaría la propulsión del vehículo, mientras que la fuerza de sustentación vertical

produciría un movimiento vertical del habitáculo del motor eléctrico, que es conducido gracias a los elementos de guía.

5 Este dispositivo de propulsión permite la generación del empuje necesario para el desplazamiento del vehículo, pero a una frecuencia de movimiento mucho más baja que la utilizada por la hélice, de modo que se evita el fenómeno de cavitación y se puede aumentar el rendimiento de la planta propulsora.

10 Además, debido a la presencia del resorte longitudinal, se pueden aprovechar fenómenos de resonancia para aumentar más todavía la eficiencia de la planta propulsora.

El motor generaría un movimiento oscilatorio angular en su eje de frecuencia y amplitud variables. De este modo, se consigue en las aletas un movimiento oscilatorio angular, que permite el impulso del vehículo de manera eficiente.

15 En realizaciones particulares, cada extremo del eje está acoplado a la aleta correspondiente por medio de un rodamiento, de modo que se permite el giro libre de cada aleta con respecto al extremo del eje correspondiente.

20 En realizaciones particulares, el dispositivo comprende adicionalmente un resorte torsional asociado a cada aleta, de modo que cada resorte torsional comprende un primer extremo fijado a la aleta y un segundo extremo fijado al extremo del eje correspondiente.

25 La conexión entre aletas y eje se haría mediante un resorte torsional, que posibilita que las aletas roten con un desfase respecto a eje del motor mediante un rodamiento.

En realizaciones particulares, cada resorte torsional comprende un par de rodillos unidos a cada aleta y una plaqueta unida a cada extremo del eje, de modo que la plaqueta está introducida entre los rodillos.

30 De este modo se consigue la rotación de las aletas con una resistencia mínima en el resorte torsional.

35 En realizaciones particulares, los elementos de guía son salientes cilíndricos, ruedas o rodillos.

De este modo, se asegura también un bajo rozamiento en el movimiento con respecto a la guía, regido por el resorte longitudinal.

5 En realizaciones particulares, la geometría de las aletas se obtiene a partir de un perfil aerodinámico de la serie NACA.

Estos perfiles garantizan una gran eficiencia hidrodinámica.

10 En realizaciones particulares, el dispositivo comprende adicionalmente un mecanismo neumático o hidráulico configurado para variar la rigidez del resorte longitudinal.

Gracias a este mecanismo, se puede adaptar la rigidez del resorte longitudinal, lo cual permite una mejor optimización de su funcionamiento.

15 En realizaciones particulares, la envergadura de la aleta está comprendida entre 1 y 5 veces la cuerda del perfil NACA.

De este modo se consigue una buena eficiencia del sistema propulsor.

20 En realizaciones particulares, las aletas están hechas de acero o de un material compuesto, como por ejemplo un plástico reforzado con carbono o plástico reforzado con vidrio.

25 En realizaciones particulares, el dispositivo comprende adicionalmente un émbolo dispuesto solidariamente con el habitáculo, estando el émbolo configurado para guiar el movimiento relativo entre el habitáculo y el vehículo, de modo que el segundo extremo del resorte longitudinal está unido al émbolo.

30 En un segundo aspecto inventivo, la presente invención se refiere a un vehículo que comprende

un casco con una proa y una popa;

un dispositivo de propulsión de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las guías y el resorte longitudinal están fijadas a la popa del vehículo; y

35 un cable de alimentación configurado para ser sumergido en el agua, que une una fuente de alimentación con el motor eléctrico del dispositivo de propulsión.

En algunas realizaciones particulares, las guías están fijadas a la popa del vehículo acuático a través de unos remaches o tornillos. De este modo, se impide que dichas guías sean arrastradas.

- 5 En realizaciones particulares, el vehículo comprende adicionalmente una unidad de control configurada para ajustar la rigidez del resorte longitudinal en función de la frecuencia de movimiento de las aletas.

RESUMEN DE LAS FIGURAS

10

Para completar la descripción, y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman parte integrante de la descripción e ilustran una realización de la invención, lo cual no debe interpretarse como una restricción del alcance de la invención, sino sólo como un ejemplo de cómo puede llevarse a cabo la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

15

La Figura 1 muestra una primera realización de un dispositivo de propulsión de acuerdo con la invención.

20

La Figura 2 muestra un detalle constructivo del resorte torsional instalado entre la aleta y el eje del motor.

La Figura 3 muestra un detalle de la relación entre las ruedas y las guías de un dispositivo de acuerdo con la invención.

25

En estas figuras se han utilizado las siguientes referencias numéricas:

- | | | |
|----|---|-------------------------------|
| | 1 | Habitáculo |
| | 2 | Eje |
| 30 | 3 | Resorte torsional |
| | 4 | Aleta |
| | 5 | Rodillos |
| | 6 | Rodamientos de la aleta |
| | 7 | Perfil de la aleta |
| 35 | 8 | Cuerda del perfil de la aleta |
| | 9 | Envergadura de la aleta |

- 10 Ruedas
- 11 Guías verticales
- 12 Plaqueta
- 13 Pistón vertical
- 5 14 Compartimento del pistón
- 15 Base del pistón

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE UN EJEMPLO PARTICULAR DE REALIZACIÓN

- 10 Las realizaciones de ejemplo se describen con suficiente detalle como para que el experto en la materia pueda incorporar y poner en práctica los sistemas y procesos aquí descritos. Es importante entender que las realizaciones pueden proporcionarse en muchas formas alternativas y no deben interpretarse como limitadas a los ejemplos aquí expuestos.
- 15 Por consiguiente, aunque las realizaciones pueden modificarse de diversas maneras y adoptar varias formas alternativas, en los dibujos se muestran realizaciones específicas y se describen en detalle a continuación como ejemplos. No hay intención de limitarse a las formas particulares divulgadas. Por el contrario, deben incluirse todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que entren en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Los
- 20 elementos de las realizaciones de ejemplo se denotan sistemáticamente con los mismos números de referencia a lo largo de los dibujos y de la descripción detallada, cuando proceda.

En la figura 1 se muestra una primera realización de un dispositivo de propulsión de
25 acuerdo con la invención.

Este dispositivo está diseñado para sumergirse total o parcialmente en agua y propulsar un vehículo acuático.

- 30 El dispositivo comprende un motor eléctrico dentro del habitáculo 1. Dicho motor produciría un movimiento oscilatorio angular de su eje 2. La amplitud y frecuencia del movimiento del eje 2 se puede ajustar a través de una unidad de control (no mostrada) situada en el vehículo.
- 35 El motor eléctrico se alimentaría desde el interior del vehículo a través de un cable (no mostrado) adecuado para sumergirse en agua y permitir el movimiento vertical relativo

entre el habitáculo 1 y la popa del barco.

Del eje 2 sobresale un primer extremo por un lado del habitáculo y un segundo extremo por el otro lado del habitáculo. Cada uno de esos extremos está unido a un resorte torsional 3 de rigidez fija y conocida k_θ . Dicho resorte torsional 3 transmite el par del motor del eje 2 a cada aleta 4. Los detalles de este resorte torsional 3 se verán en la Figura 2.

Cada una de las aletas 4 se fabrica a partir de la geometría de un perfil 7 de la serie NACA. La cuerda 8 y la envergadura 9 de la aleta 4 se seleccionarían a partir de la velocidad nominal de propulsión del vehículo acuático y la potencia necesaria.

El movimiento oscilatorio o de aleteo de las aletas 4, producido por el movimiento del eje 2, provoca en el dispositivo una fuerza que tiene una componente vertical de sustentación y una componente horizontal de empuje, ambas de naturaleza armónica u oscilatoria.

El conjunto aletas 4 y habitáculo 1 del motor está suspendido verticalmente de un pistón o émbolo vertical 13. A su vez, el pistón 13 estaría conectado por su otro extremo a un resorte longitudinal de rigidez variable k_z , el cual estaría fijado dentro del compartimento estanco 14. El resorte longitudinal de rigidez variable se podría conseguir mediante alguna de las numerosas soluciones ingenieriles que existen basados en sistemas neumáticos o hidráulicos.

La base 15 del compartimento 14 estaría unido a la popa del vehículo acuático mediante remaches o tornillos.

Las aletas batientes 4 se fabricarían de acero o fibra de carbono dependiendo de la potencia de propulsión.

La figura 2 muestra un detalle constructivo del resorte torsional 3 instalado entre aleta 4 y eje 2 del motor.

En esta figura se observa cómo cada extremo del eje se introduce en la aleta y puede girar libremente con respecto a la misma, gracias a un rodamiento que permite dicho giro. Por otro lado, el resorte torsional comprende un par de rodillos 5 que están unidos a cada aleta 4, y una plaqueta 12 unida a cada extremo del eje, que se introduce entre los rodillos 5. De este modo, cuando el eje gira, no es el eje mismo el que transmite el momento de rotación

a la aleta, sino que es la plaqueta 12, introducida entre los rodillos, la que ejerce el momento de giro a los rodillos. Mientras gira, como la plaqueta está empotrada en el eje, la torsión de la plaqueta con respecto del eje hace las veces de resorte torsional, ya que la plaqueta siempre tenderá a su posición de reposo. De esta forma, el eje 2 generaría un movimiento oscilatorio en la aleta 4 que está desfasado del movimiento oscilatorio del eje 2 del motor.

Fijadas la cuerda 8 de las aletas en un valor c y su envergadura en un valor b (suma de las envergaduras 9 de las dos aletas en la Figura 1) y conocida la constante de rigidez torsional k_{θ} del resorte torsional 3, si el espesor de la aleta es pequeño comparado con su cuerda, su eje de giro 2 está próximo a su borde de ataque, y si se desprecian los amortiguamientos originados por los rodamientos, la frecuencia (en Hz) de resonancia que proporciona la máxima eficiencia de propulsión es

$$f \cong \sqrt{\frac{4 k_{\theta}}{\pi^3 \rho c^4 b}}$$

donde ρ es la densidad del agua.

Teniendo en cuenta que esta frecuencia de resonancia que se busca en la operación del dispositivo, esta frecuencia se consigue cuando la constante de rigidez del resorte longitudinal verifica la siguiente expresión

$$k_z > 10 \cdot \pi^3 \rho c^2 b f^2$$

Donde las variables que intervienen en esta relación ya se han definido anteriormente.

De este modo, la unidad de control modificará la constante de rigidez del resorte longitudinal para ajustarla al menos al mínimo marcado por la expresión anterior.

Si se intenta ajustar la constante de rigidez del resorte torsional para que la frecuencia se aproxime a la frecuencia de resonancia, se aumentará la eficiencia del dispositivo de propulsión.

La Figura 3 muestra un detalle de la relación entre las ruedas y las guías de un dispositivo de acuerdo con la invención.

La componente vertical de la fuerza generada por el movimiento de aleteo se absorbe

gracias a que el habitáculo 1 comprende unas ruedas o rodamientos 10, que están montados para deslizar por el interior de unas guías o raíles verticales 11. Para evitar que los rodamientos puedan arrastrar las guías 11 en su fuerza horizontal, las guías están firmemente unidas a la popa del vehículo acuático a través de remaches o tornillos. El empuje horizontal del propulsor se transmitiría a la popa del vehículo acuático mediante la fuerza de reacción horizontal entre los rodamientos 10 y guías 11.

Una vez que el motor está instalado en un vehículo y alimentado por una fuente de alimentación, la potencia nominal necesaria para mover el vehículo vendrá dada por la expresión genérica

$$W = \frac{1}{2} C_D \rho A U^3$$

Siendo C_D el coeficiente de rozamiento, ρ la densidad del agua, A la superficie mojada y U la velocidad del vehículo que se quiere obtener. Por lo tanto, una vez instalado en el vehículo, será ventajoso conocer la velocidad a la que se va a querer desplazar dicho vehículo para poder calcular la potencia necesaria que hay que suministrar al motor por la fuente de alimentación.

Además, el par motor necesario para mover las aletas a la frecuencia de resonancia mencionada anteriormente será

$$M = K Li^{1/2} \rho c^{13/4} b f^{5/4} U^{3/4}$$

Donde K es una constante adimensional cuyo valor, en las frecuencias de interés, está alrededor de la unidad, y que depende de las características geométricas del perfil y Li es el número de Lighthill, definido según la siguiente expresión:

$$Li \equiv \frac{A C_D}{\pi c b}$$

Y el resto de variables han sido definidas anteriormente.

Por lo tanto, se entenderá que el motor eléctrico es capaz de proporcionar las características de potencia y par motor demandadas por las condiciones de circulación del vehículo en el que se vaya a instalar.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo de propulsión acuática adecuado para propulsar un vehículo, estando el dispositivo caracterizado por que comprende

5 un habitáculo (1) estanco que aloja en su interior un motor eléctrico conectado a un eje (2), estando configurado el motor eléctrico para provocar un movimiento oscilatorio angular en el eje (2), de modo que un primer extremo del eje sobresale del habitáculo (1) por un primer orificio y un segundo extremo del eje sobresale del habitáculo (1) por un segundo orificio,

10 una primera aleta (4) acoplada al primer extremo del eje (1), de modo que el primer extremo del eje está configurado para provocar un movimiento oscilatorio angular en la primera aleta;

una segunda aleta (4) acoplada al segundo extremo del eje (1), de modo que el segundo extremo del eje está configurado para provocar un movimiento oscilatorio angular en la segunda aleta;

15 unas guías (11) configuradas para ser fijadas al vehículo;

unos elementos de guía (10) fijados al habitáculo y dispuestos para ser introducidos y guiados por las guías; y

20 un resorte longitudinal con un primer extremo configurado para ser unido al vehículo y un segundo extremo dispuesto de manera solidaria con el habitáculo (1).

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, donde cada extremo del eje (2) está acoplado a la aleta (4) correspondiente por medio de un rodamiento (6), de modo que se permite el giro libre de cada aleta (2) con respecto al extremo del eje correspondiente.

25

3.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un resorte torsional (3) asociado a cada aleta (4), de modo que cada resorte torsional (3) comprende un primer extremo fijado a la aleta y un segundo extremo fijado al extremo del eje (2) correspondiente, y en el que cada resorte torsional comprende un par de rodillos (5) unidos a cada aleta y una plaqueta (12) unida a cada extremo del eje, de modo que la plaqueta (12) está introducida entre los rodillos (5).

30

4.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos de guía (10) son salientes cilíndricos, ruedas o rodillos.

35

5.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la geometría de las aletas (4) se obtiene a partir de un perfil aerodinámico (7) de la serie NACA.

6.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un mecanismo neumático o hidráulico configurado para variar la rigidez del resorte longitudinal.

5

7.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la envergadura (9) de la aleta está comprendida entre 1 y 5 veces la cuerda (8) del perfil NACA (7).

10

8.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las aletas (4) están hechas de acero o de un material compuesto, como por ejemplo un plástico reforzado con carbono o plástico reforzado con vidrio.

15

9.- Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un émbolo (13) dispuesto solidariamente con el habitáculo, estando el émbolo configurado para guiar el movimiento relativo entre el habitáculo y el vehículo, de modo que el segundo extremo del resorte longitudinal está unido al émbolo (13).

10.- Vehículo que comprende

20

un casco con una proa y una popa;

un dispositivo de propulsión de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las guías y el resorte longitudinal están fijadas a la popa del vehículo; y

un cable de alimentación configurado para ser sumergido en el agua, que une una fuente de alimentación con el motor eléctrico del dispositivo de propulsión.

25

11.- Vehículo según la reivindicación 10, que comprende adicionalmente una unidad de control configurada para ajustar la rigidez del resorte longitudinal en función de la frecuencia de movimiento de las aletas.

30

12.- Vehículo según cualquiera de las reivindicaciones 10 o 11, donde las guías están fijadas a la popa del vehículo acuático a través de unos remaches o tornillos.

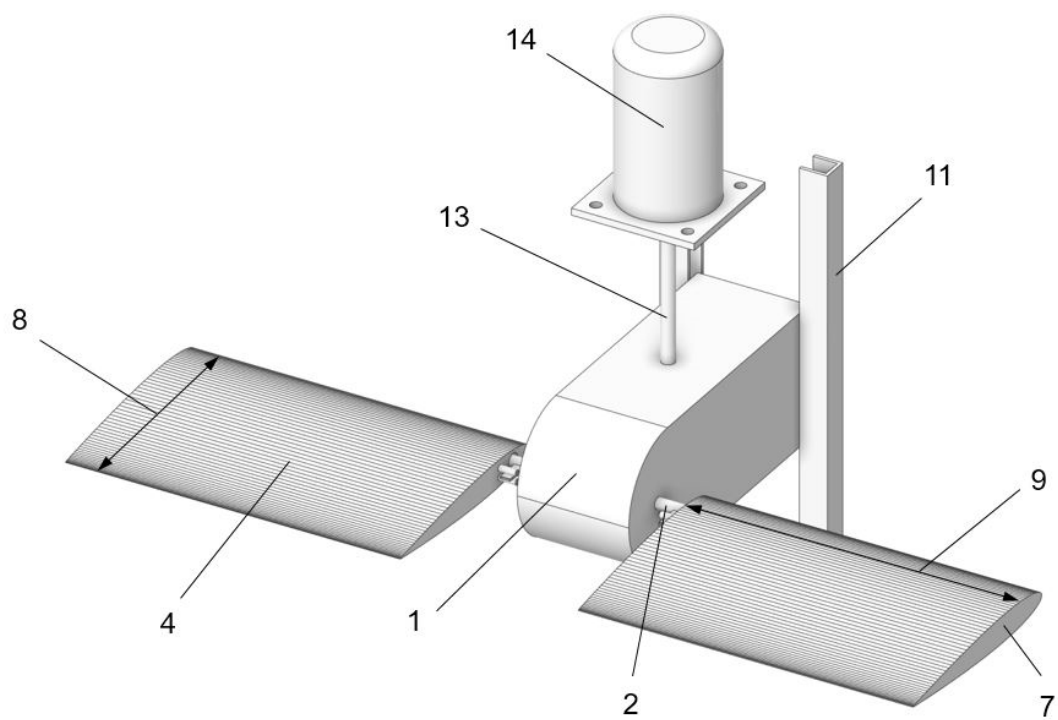


FIG. 1

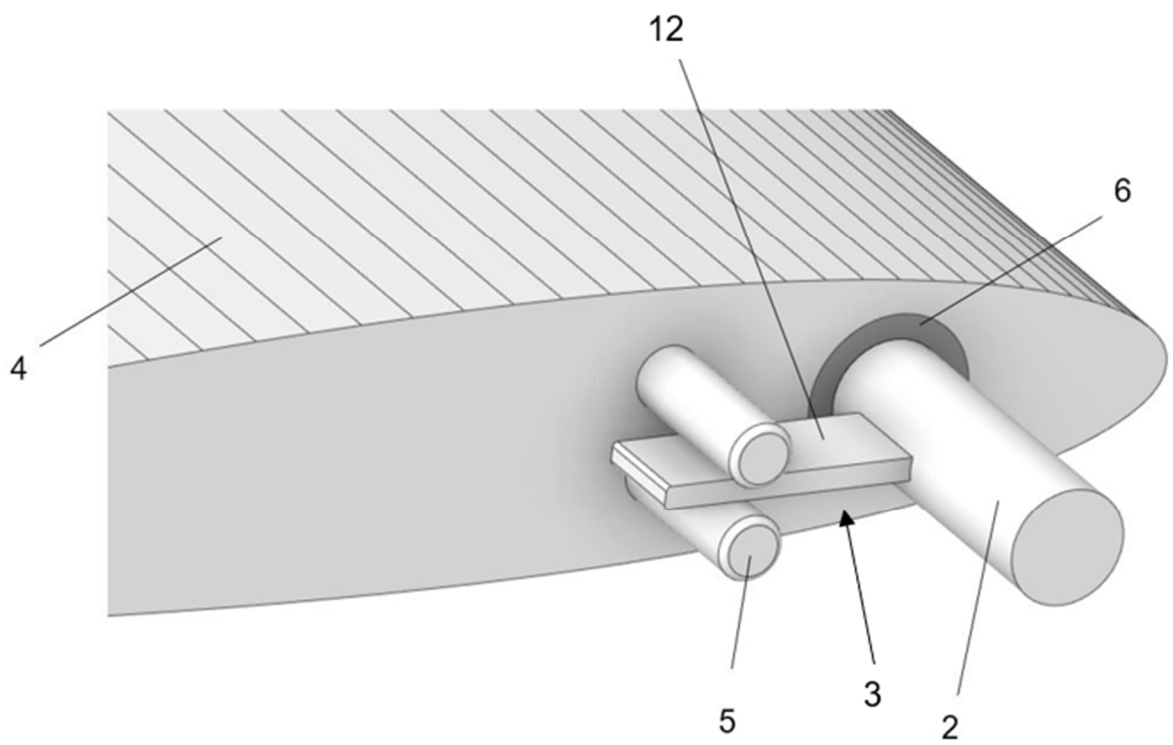


FIG. 2

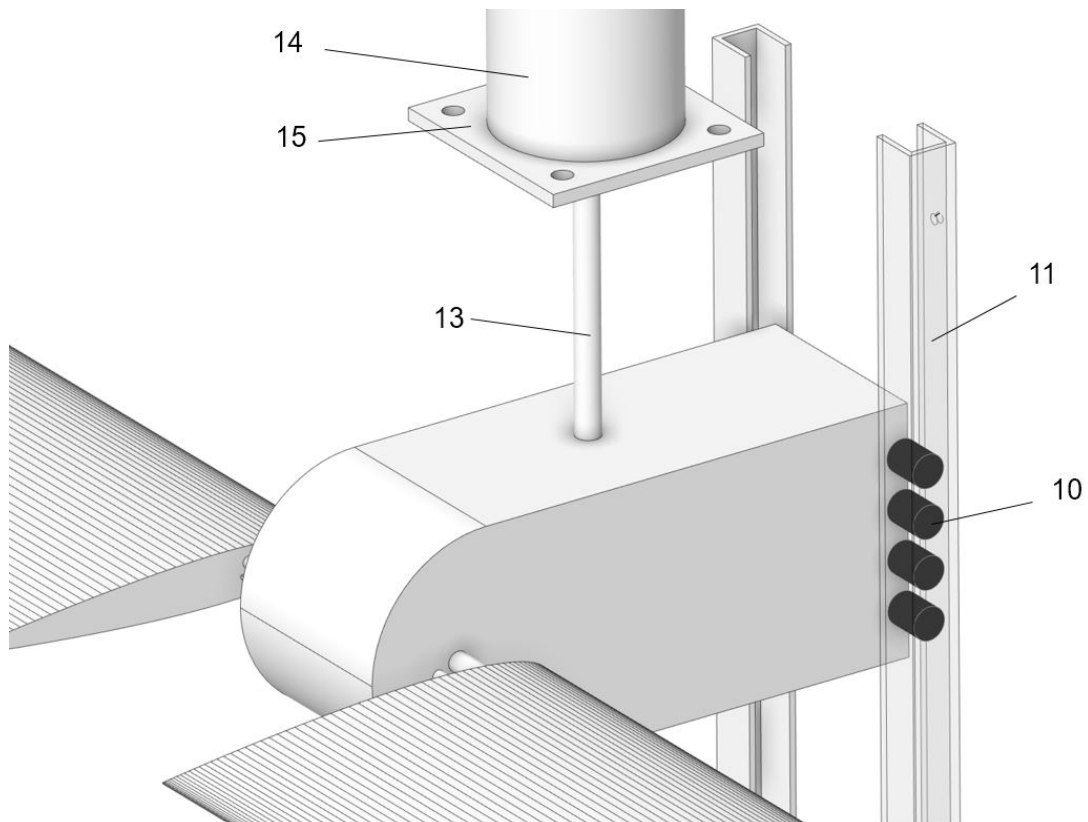


FIG. 3