

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 751 917**

51 Int. Cl.:

F03B 17/06 (2006.01)

H02N 2/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2017 E 17169939 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 3263887**

54 Título: **Generador eléctrico para ser instalado en un curso de agua**

30 Prioridad:

09.05.2016 IT UA20163275
09.05.2016 IT UA20160691 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.04.2020

73 Titular/es:

NEGLESCO S.R.L. (100.0%)
Via Trieste 20/C
23900 Lecco, IT

72 Inventor/es:

CINQUE, GLEDIS

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 751 917 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

Generador eléctrico para ser instalado en un curso de agua

5 La presente invención versa sobre un generador eléctrico adecuado para ser instalado en un curso de agua, del tipo que tiene un elemento vibratorio sumergido al menos parcialmente. En particular, la presente invención versa sobre un generador eléctrico adecuado para ser instalado en ríos, canales y similares.

10 En particular, se conocen los elementos que vibran cuando se insertan en un fluido en movimiento. Se describen elementos similares, por ejemplo, en los documentos US2013119826 y US2016013737. En particular, los dos documentos describen un generador de energía eólica, que comprende un cuerpo alargado que tiene forma troncocónica y elementos piezoeléctricos. Como resultado de un flujo de aire que impacta en el cuerpo alargado, se forman vórtices corriente abajo del cuerpo que provocan una fuerza fluidodinámica (fuerza de sustentación) sobre el propio cuerpo. Esta fuerza fluidodinámica alterna su propia dirección, de forma que provoque que vibre el cuerpo. Los elementos piezoeléctricos convierten el movimiento vibratorio del cuerpo a energía eléctrica.

15 El viento tiene un comportamiento variable en el tiempo y permite la producción de una cantidad limitada de energía eléctrica. Para superar este problema, deben producirse los elementos vibratorios que tienen cuerpos grandes, en particular de gran longitud. Esto implica desventajas evidentes en la producción e instalación.

El documento US2016013737 propone, como alternativa, el uso en agua en vez de en el aire, de una manera no especificada. El documento US2013227940 describe elementos vibratorios sumergidos en el agua y mantenidos en el fondo del curso de agua.

20 Tal solución es difícil de instalar e implica un volumen considerable dentro del propio curso. Incluso el mantenimiento del dispositivo resulta ser bastante complejo (y en particular la limpieza del dispositivo, como por ejemplo de algas o similares). Además, la parte eléctrica del dispositivo está fundamentalmente sumergida en agua.

25 Los documentos WO 2005/080791 y JP H08 165980 divulgan generadores con una estructura de soporte fuera de un curso de agua que soporta elementos vibratorios sumergidos al menos parcialmente. Un objeto de la presente invención es proporcionar un generador eléctrico con elementos vibratorios de forma axisimétrica que permiten que se genere una potencia elevada.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un generador eléctrico con un elemento vibratorio que permite que el volumen, es decir, el tamaño de la pieza, sea limitado.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un generador eléctrico con un elemento vibratorio que es sencillo de fabricar, instalar y mantener.

30 La presente invención logra este y otros objetos implementando un generador eléctrico adecuado para ser instalado en un curso de agua, que comprende una estructura de soporte mantenible fuera del curso de agua, un elemento vibratorio axisimétrico y un medio para convertir la energía cinética del elemento vibratorio a energía eléctrica. El generador eléctrico comprende, además, un medio de ajuste de la posición para ajustar la posición del elemento vibratorio, manteniéndose dicho medio de ajuste de la posición en la estructura de soporte y moviéndose el elemento vibratorio con al menos un grado de libertad, de manera activa y controlada, con respecto a la estructura de soporte. El al menos un grado mencionado de libertad comprende el ajuste de la relación del volumen de la porción del elemento vibratorio sumergido en el curso del agua con el volumen de la porción del elemento vibratorio no sumergido en el curso del agua.

40 Preferentemente, el elemento vibratorio tiene más de un grado de libertad; según un aspecto preferente, tiene al menos tres grados de libertad del tipo giratorio, es decir, puede girar en torno a tres ejes ortogonales entre sí.

La instalación del generador eléctrico es sencilla, dado que se realiza fuera del agua. En particular, la estructura de soporte se apoya, en primer lugar, sobre el suelo (y se mantiene preferentemente también en el mismo) y, entonces, el elemento vibratorio está sumergido en el agua.

45 Se reduce el espacio ocupado por el generador eléctrico en el curso de agua, dado que este espacio está sustancialmente limitado al cuerpo vibratorio.

Además, la parte eléctrica (o al menos la mayoría de ella) puede mantenerse fuera del agua, con ventajas de seguridad evidentes.

Finalmente, el generador eléctrico (en particular el elemento vibratorio) es fácil de mantener (y particularmente de limpiar) dado que puede ser sacado completamente del agua mediante el medio de ajuste mencionado.

50 Según un aspecto particular de la invención, el elemento vibratorio está diseñado para que genere vórtices en el curso de agua, corriente abajo del elemento vibratorio, de forma que induzca una fuerza fluidodinámica sobre el propio elemento vibratorio.

Según un aspecto preferible de la invención, el medio para convertir energía comprende al menos un elemento piezoeléctrico, y/o al menos un generador eléctrico lineal.

5 Según la presente invención, el elemento vibratorio tiene una forma sustancialmente simétrica con respecto a su propio eje. Normalmente, la sección del elemento vibratorio varía a lo largo del eje del propio elemento vibratorio. En particular, la sección del elemento vibratorio aumenta progresivamente a lo largo del eje del propio elemento vibratorio. En una posible realización, el elemento vibratorio tiene forma troncocónica.

Según un aspecto adicional de la presente invención, la estructura de soporte comprende un brazo de soporte para soportar el elemento vibratorio. En particular, el brazo de soporte resulta ser una solución conveniente y sencilla para soportar y mover el elemento vibratorio.

10 Preferentemente, la estructura de soporte también tiene un medio para ser anclada de manera estable al suelo.

Según un aspecto de la presente invención, el brazo tiene una longitud variable, teniendo, normalmente, una forma telescópica.

15 Según un aspecto preferible de la presente invención, el dispositivo comprende un medio para ajustar la posición del eje de este brazo. En otras palabras, la posición del eje del brazo puede ser cambiada en el espacio, de forma que se coloque el elemento vibratorio en el agua según la orientación deseada.

Según otro aspecto de la presente invención, el al menos un grado de libertad mencionado anteriormente comprende la distancia del elemento vibratorio desde la estructura de soporte. Como se ha mencionado, esto puede lograrse, por ejemplo, variando la longitud del brazo de soporte del elemento vibratorio.

20 Según un aspecto de la presente invención, el al menos un grado de libertad comprende la orientación del eje del elemento vibratorio, normalmente con respecto a la dirección predominante del flujo de agua en el curso de agua.

En particular, el medio de ajuste puede ser configurado, de forma que el eje del elemento vibratorio pueda ser movido, en particular girado, a lo largo de un plano perpendicular con respecto al eje del brazo, o con respecto a un plano paralelo al eje del brazo. Los dos movimientos también pueden ser combinados.

Además, el medio de ajuste puede permitir que el elemento vibratorio sea girado en torno a su propio eje.

25 Las características y ventajas adicionales de la presente invención serán más evidentes a partir de la siguiente descripción, realizada con un fin ilustrativo y no limitante, con referencia particular a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista lateral de un generador eléctrico según una realización de la presente invención;

30 - la figura 2 es una vista en planta del generador de la figura 1;

- la figura 3 es una vista en perspectiva de la estructura de soporte de un generador eléctrico según una realización de la presente invención;

35 - la figura 4 es una vista en perspectiva de un elemento vibratorio fijado en la estructura de soporte según una realización de la presente invención;

- las figuras 5 y 6 son vistas laterales del generador eléctrico según la realización de la figura 1, con el elemento vibratorio ubicado en dos posiciones diferentes con respecto al curso de agua;

40 - la figura 7 es una representación esquemática de la vibración del elemento vibratorio según una posible realización de la presente invención;

- la figura 8 es una vista en planta de la estructura de soporte del generador de la figura 1, en la que algunos elementos han sido eliminados en aras de una visualización más sencilla.

45 Con referencia a las figuras, según un aspecto de la presente invención, un generador eléctrico 1, en lo que sigue generador 1, está compuesto de una estructura 2 de soporte para fijar el propio generador 1 al suelo 11, y un elemento vibratorio 3 cuya vibración es provocada, en uso, por el curso 10 de agua.

La estructura 2 es capaz de anclar de manera estable el generador 1 al suelo y, al mismo tiempo, de soportar el elemento vibratorio 3 y de contrarrestar las fuerzas que actúan sobre el propio elemento vibratorio 3.

50 En la realización mostrada en las figuras, la estructura 2 de soporte está compuesta de un brazo 2a y una plataforma 2b de soporte, que puede ser fijada al suelo 11 o colocada sobre el mismo.

El brazo 2a, según un aspecto preferible de la invención, tiene un eje A1 de desarrollo y tiene, preferentemente, una longitud variable a lo largo de este eje A1 de desarrollo. En la realización mostrada en la presente memoria, el brazo

2a tiene una configuración telescópica, es decir, tiene diversos elementos 21a, 22a, 23a, (descritos mejor a continuación) unidos entre sí, de forma que sean capaces de deslizarse mutuamente. Otros tipos de brazos extensibles pueden ser usados en realizaciones alternativas (no mostradas) de la presente invención.

5 Según se verá, esta forma telescópica del brazo 2a puede ser ajustada por un operario a través del medio de control conocido por se en la técnica.

10 El elemento vibratorio 3 está fijado en un primer extremo del brazo 2a. En particular, un primer extremo del brazo 2a está dotado de una horquilla 24a sobre la que se monta una varilla 25a, que porta el elemento vibratorio 3. Se debería hacer notar que en la presente memoria se hará referencia a un único elemento vibratorio. También es posible mantener un número de elementos vibratorios 3 en la misma estructura. Por ejemplo, con referencia a la realización mostrada, es posible montar diversos elementos vibratorios 3 en la misma horquilla 24a, según se muestra en la figura 2 mediante las líneas discontinuas.

Normalmente, se retiene un contrapeso 9 en el brazo 2a en el extremo opuesto del brazo 2a.

En general, el generador 1 puede estar dotado de un contrapeso para equilibrar el peso del elemento vibratorio 3. Este contrapeso está fijado, preferentemente, a la estructura 2 de soporte.

15 El generador 1 comprende medios 4, 5, 6, 7, 8a, 8b, 8c de ajuste para ajustar la posición del elemento vibratorio 3, estando unidos dichos medios de ajuste, preferentemente, a la estructura fijada 2. Los medios de ajuste proporcionan al menos un grado de libertad al elemento vibratorio 3. En particular, los medios 4, 5, 6, 7, 8a, 8b, 8c de ajuste permiten al menos la variación —activa y controlada— de la relación entre el volumen de la porción 3a del elemento vibratorio 3 sumergido en el curso 10 de agua y el volumen de la porción 3b del elemento vibratorio 3 no sumergido en el curso 10 de agua.

20 En la realización mostrada en la presente memoria, tales medios comprenden un gato 4 que actúa en el brazo 2a, de forma que mueva el brazo 2a de forma selectiva de manera activa y controlada. En particular, este gato 4 está articulado en el brazo 2a para permitir que el brazo 2a y, por lo tanto, el elemento vibratorio 3 fijado al mismo sean elevados o bajados.

25 Se disponen gatos adicionales 5 y 6 en el brazo 2a, de forma que sea capaz de ajustar la longitud de este. En particular, el brazo 2a está formado por diversos elementos 21a, 22a, 23a dispuestos, según se ha mencionado ya, con una configuración telescópica.

30 El elemento central 22a está fijado a la plataforma 2b de soporte por medio de un árbol 2c. El elemento central 22a tiene, normalmente, forma alargada y sección hueca. Los elementos laterales 21a y 23a están unidos de tal forma que sean capaces de deslizarse (normalmente de forma interna) con respecto al elemento central 22a y para moverse, de forma que sobresalgan parcialmente del mismo, según la configuración telescópica conocida. Normalmente, se mueven los elementos laterales 21a y 23a a lo largo del eje del brazo 2a. Los elementos laterales 21a y 23a están dispuestos opuestos entre sí con respecto al elemento central 22a. Normalmente, el contrapeso 9 está unido a un elemento lateral 21 mientras que la horquilla 24a está unida al elemento lateral opuesto 23a.

35 Más en detalle, los gatos 5 y 6 permiten el movimiento de los elementos 21a y 23a. Estos gatos 5 y 6 están montados normalmente en la parte central 22a y tienen una porción fijada al elemento lateral respectivo 21a, 23a, de forma que la extensión de los gatos 5 y 6 permite que se mueva el elemento lateral respectivo 21a, 23a.

40 En general, es decir, con independencia de la forma telescópica del brazo 2a, el brazo 2a está unido, preferentemente, a la plataforma 2b de soporte por medio de un árbol 2c. Preferentemente, un motor 7 (normalmente un motor eléctrico) controlado de una manera conocida, por ejemplo, mediante un controlador automático apropiado, permite la rotación del árbol 2c en torno al eje del propio árbol 2c, de forma que permita el ajuste de la orientación del eje del brazo 2a y, así, del elemento vibratorio 3 conectado con el brazo 2. Según un aspecto de la invención, el generador 1 está dotado de un sensor S adaptado para medir las fuerzas que actúan sobre el elemento vibratorio 3. En particular, el sensor S está dispuesto, preferentemente, sobre el generador 1, de forma que detecte las fuerzas que actúan sobre el elemento vibratorio 3 a lo largo de una dirección paralela a la dirección de flujo del curso de agua.

45 Cuando estas fuerzas superan un umbral establecido, el elemento vibratorio 3 es sacado, preferentemente, del curso 10 de agua.

50 Por ejemplo, con referencia a la realización mostrada en la presente memoria, un sensor S está fijado al árbol 2c para detectar las fuerzas que actúan sobre el elemento vibratorio 3, es decir las fuerzas que tienden a girar el propio árbol 2c. En particular, los sensores S comprenden al menos un captador dinámico. En la realización mostrada en la presente memoria, cuando la fuerza detectada supera un valor umbral, al menos un elemento entre el motor 8c y el gato 4 es accionado para sacar el elemento vibratorio 3 fuera del agua.

55 Se debería hacer notar que el uso de sensores S fijados a la estructura 2 de soporte puede ser ventajosamente aprovechado, aunque la estructura de soporte no soporte un elemento vibratorio 3, sino a un elemento diferente

adaptado para moverse por un curso de agua tal como, por ejemplo un rotor de una turbina hidráulica, tal como se describe, por ejemplo, en el documento WO2014125449.

El elemento vibratorio 3 es un componente adecuado para hacer que vibre cuando se inserta en el agua, en respuesta al movimiento de la propia agua. Preferentemente, el elemento vibratorio aprovecha el fenómeno conocido como "calle de vórtices de von Kármán". Este fenómeno se expone, por ejemplo, en el documento US2013119826 y no es explicado en detalle en la presente memoria. Brevemente, se coloca el elemento vibratorio 3 en un curso de agua en el que se mueve el agua 10a y genera vórtices V en el agua corriente abajo del propio elemento, provocando los vórtices una fuerza fluidodinámica F, F' (fuerza de sustentación) sobre el elemento vibratorio 3. Esta fuerza fluidodinámica alterna su propia orientación en el tiempo, para hacer que vibre el elemento vibratorio 3.

Normalmente, el elemento vibratorio 3 tiene forma alargada, es decir, tiene un eje A2 de desarrollo y tiene, preferentemente, una sección que aumenta progresivamente a lo largo de tal eje de desarrollo. En particular, la sección aumenta, preferentemente, según aumenta la distancia desde el extremo del elemento vibratorio 3 unido a la estructura 2 de soporte.

La vibración del elemento vibratorio 3 es convertida de una manera conocida a energía eléctrica mediante medios apropiados E (mostrado esquemáticamente en la FIG. 7), normalmente —pero no de forma exclusiva— aprovechando la deformación de los elementos piezoeléctricos (no mostrados en detalle). Estos elementos piezoeléctricos pueden, por ejemplo, formar parte del elemento vibratorio o estar conectados al mismo, de forma que la vibración del elemento vibratorio 3 provoque que se deformen los elementos piezoeléctricos y, así, que se genere un potencial eléctrico en los extremos de los mismos.

Se puede proporcionar otro medio alternativo (o adicional) a los elementos piezoeléctricos. Por ejemplo, se pueden usar uno o más generadores eléctricos lineales. Como es sabido, los generadores eléctricos lineales convierten movimiento lineal a energía eléctrica. La oscilación del elemento vibratorio tiene, en general, ángulos reducidos, de forma que el movimiento de un componente fijado al elemento vibratorio pueda ser asimilado a un movimiento lineal permitiendo, con ello, la operación del generador eléctrico lineal.

Según un aspecto de la presente invención, el elemento vibratorio 3 está orientado dentro del curso 10 de agua para aprovechar la resonancia del elemento vibratorio 3 (o porciones de la misma).

Con este fin, para cambiar la orientación y/o la posición del elemento vibratorio 3 de un modo controlado, se pueden proporcionar medios adicionales.

Por ejemplo, se puede proporcionar un motor 8, o en cualquier caso un medio que permite un movimiento controlado (en particular de rotación) capaz de cambiar la inclinación del eje A2 del elemento vibratorio 3 con respecto al flujo 10 de agua, es decir, a lo largo de un plano que incluye el eje A1 del brazo 2a. En particular, en la realización mostrada (véase la figura 4 por ejemplo) el motor 8a puede hacer girar la varilla 25a en la que está fijado el elemento vibratorio 3. Como puede verse, la varilla 25a se extiende, preferentemente, a lo largo de una dirección sustancialmente perpendicular con respecto al eje A2 de desarrollo del elemento vibratorio 3.

En la realización mostrada, el elemento vibratorio 3 tiene una forma sustancialmente simétrica con respecto al eje A2 de desarrollo. En otras palabras, el elemento vibratorio tiene una sección sustancialmente circular, cuyo centro es el eje A2. Además, debido a esta sección que aumenta progresivamente, el elemento vibratorio tiene forma sustancialmente troncocónica.

Sin embargo, en diferentes realizaciones no mostradas, se puede proporcionar un motor adicional 8b o se puede proporcionar, en general, un medio que permita el movimiento controlado para permitir la rotación del elemento vibratorio 3 en torno a su propio eje A2. Esta solución es particularmente útil cuando el elemento vibratorio 3 tiene formas no simétricas con respecto al eje A2, teniendo, por ejemplo, secciones con forma poligonal, elipsoidal o con otras formas irregulares.

Finalmente, es posible proporcionar un medio que permite el movimiento (particularmente de rotación), también controlado, del eje A2 del elemento vibratorio 3 a lo largo de un plano perpendicular al eje A1 del brazo 2a. En la realización mostrada, hay un motor 8c conectado con un controlador respectivo y capaz de hacer girar la horquilla 24a en torno al eje A1 del brazo 2a. Se debería hacer notar que el ajuste de la relación entre el volumen de la porción sumergida 3a del elemento vibratorio 3 y el volumen de la porción no sumergida 3b del elemento vibratorio 3 está afectado por la operación del motor 8c.

Según un aspecto de la invención, el elemento vibratorio puede ser insertado en el agua con un ángulo dado (es decir, diferente de 90 grados) con respecto a la superficie del agua. Con referencia a la presente invención, el motor 8c puede ser operado, de forma que el elemento vibratorio pueda ser insertado en el agua con un ángulo diferente de 90 grados, por ejemplo, cercano a 45 grados.

Por la memoria anterior, se vuelve evidente la operación de un generador 1 según la presente invención. Primero, se ha de instalar la estructura 2 de soporte en el borde del curso 10 de agua. Una vez la estructura de soporte se encuentra fijada al suelo, se inserta el elemento vibratorio 3 en el flujo del curso 10 de agua.

5 Con referencia a la realización mostrada, los gatos 5 y 6 son operados para extender el brazo 2a y, a continuación, el gato 4 es operado para sumergir el elemento vibratorio 3 en el curso 10 de agua. Según se ha mencionado, el elemento vibratorio 3 es sumergido, de forma que obtenga la relación diana entre el volumen de la porción sumergida 3a y el volumen de la porción no sumergida 3b.

10 Entonces, uno o más medios 5, 6, 7, 8a, 8b, 8c de ajuste de los que la máquina está dotada, son operados de modo que el generador 1 esté situado en la posición de máxima eficacia con respecto al flujo del agua. En una realización, la máquina puede estar dotada de un medio de control capaz de monitorizar la condición operativa del generador 1 y para controlar las operaciones de uno o más medios 4, 5, 6, 7, 8a, 8b, 8c de ajuste para mantener al generador 1 permanentemente en la condición de máxima eficacia.

15 El flujo del agua contra el elemento vibratorio 3 hace que vibre el elemento vibratorio 3. Se genera una corriente eléctrica mediante el medio M para convertir la energía cinética (es decir, la vibración) del elemento vibratorio 3. Según se ha mencionado, esta operación comprende, normalmente, la deformación de uno o más elementos piezoeléctricos y/o el uso de uno o más generadores lineales que generan una corriente eléctrica de una manera conocida.

REIVINDICACIONES

1. Un generador eléctrico (1) adecuado para ser instalado en un curso (10) de agua, que comprende una estructura (2) de soporte que se puede mantener fuera del curso (10) de agua, un elemento vibratorio (3) y un medio para convertir la energía cinética de dicho elemento vibratorio (3) a energía eléctrica, caracterizado porque comprende un medio (4, 5, 6, 7, 8a, 8b, 8c) de ajuste de la posición para ajustar la posición del elemento vibratorio (3), estando diseñado dicho medio (4, 5, 6, 7, 8a, 8b, 8c) de ajuste de la posición para moverse con al menos un grado de libertad, de manera activa y controlada, dicho elemento vibratorio (3) con respecto a dicha estructura (2) de soporte, en el que dicho al menos un grado de libertad comprende el ajuste de la relación del volumen de la porción (3a), sumergida en dicho curso (10) de agua, del elemento vibratorio (3) con respecto al volumen de la porción (3b), no sumergida en el curso (10) de agua, del elemento vibratorio, caracterizado porque dicho elemento vibratorio tiene una forma sustancialmente axisimétrica.
2. Un generador eléctrico (1) según la reivindicación 1, en el que dicho elemento vibratorio (3) está diseñado para que genere vórtices en dicho curso (10) de agua corriente abajo de dicho elemento vibratorio (3), de forma que induzca una fuerza fluidodinámica (F, F') sobre dicho elemento vibratorio (3).
3. Un generador eléctrico (1) según la reivindicación 1 o 2, en el que dichos medios para convertir la energía comprenden al menos un elemento piezoeléctrico.
4. Un generador eléctrico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho elemento vibratorio tiene una forma troncocónica.
5. Un generador eléctrico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha estructura (2) de soporte comprende un brazo (2a) para soportar dicho elemento vibratorio (3).
6. Un generador eléctrico (1) según la reivindicación 5, en el que dicho brazo (2a) tiene una longitud variable, siendo dicho brazo preferentemente telescópico.
7. Un generador eléctrico (1) según la reivindicación 5 o 6, que comprende medios (4, 7) para ajustar la posición del eje (A1) de dicho brazo (2a).
8. Un generador eléctrico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho al menos un grado de libertad comprende la distancia de dicho elemento vibratorio (3) desde dicha estructura (2) de soporte.
9. Un generador eléctrico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho al menos un grado de libertad comprende la orientación del eje (A2) del elemento vibratorio (3).
10. Un generador eléctrico (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha estructura (2) de soporte está dotada de al menos un sensor (S) adaptado para medir las fuerzas que actúan sobre dicho elemento vibratorio (3), estando preferentemente diseñado dicho al menos un sensor (S) para medir las fuerzas que actúan sobre dicho elemento vibratorio a lo largo de una dirección paralela a la dirección de flujo de dicho curso de agua.

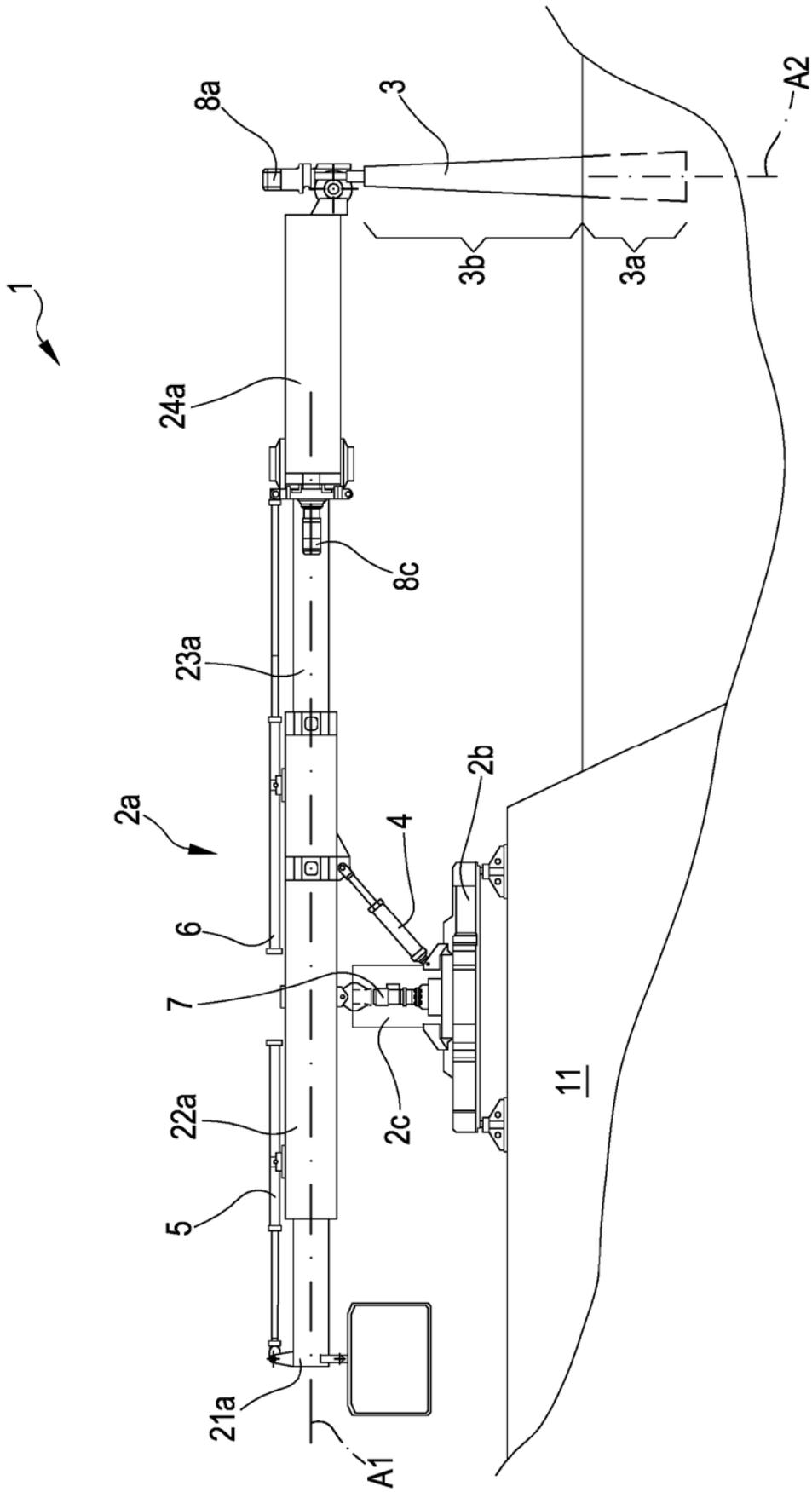


FIG.1

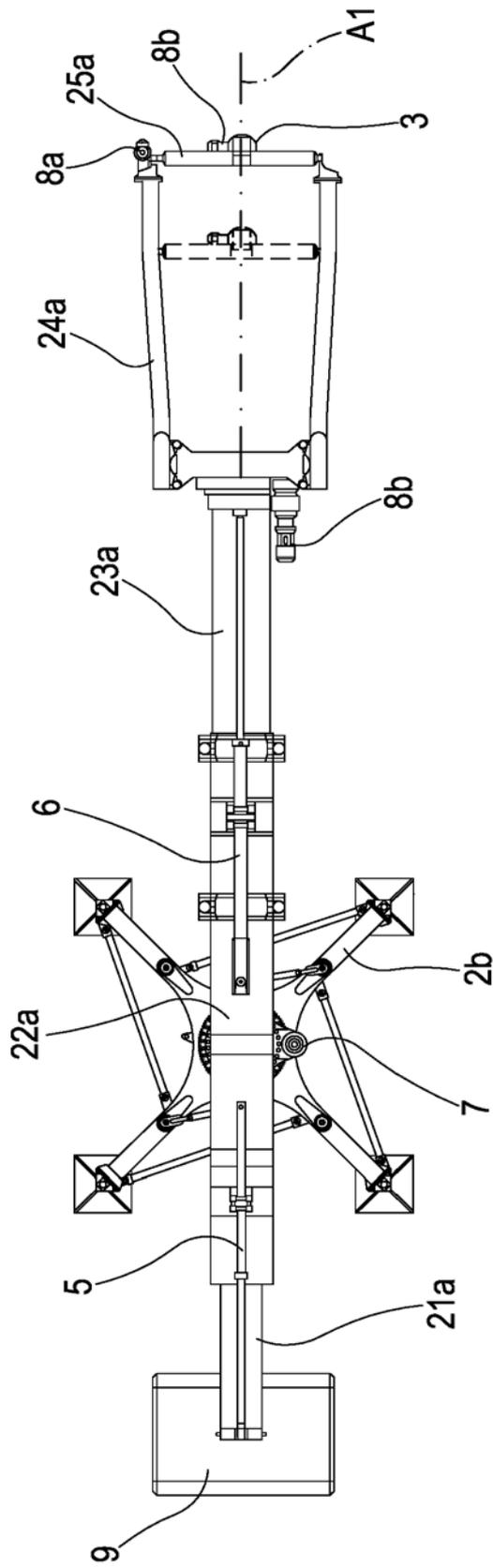


FIG.2

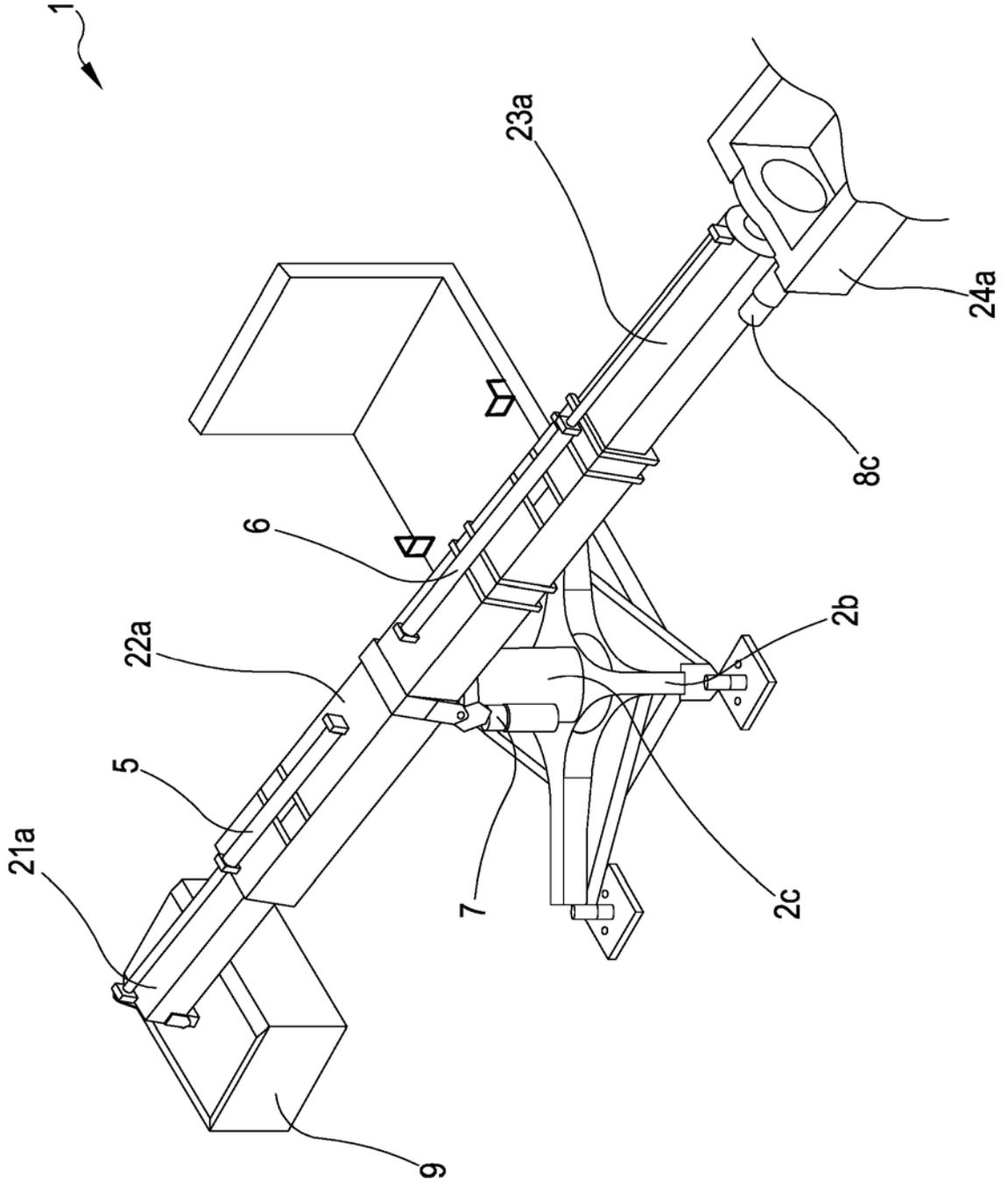


FIG.3

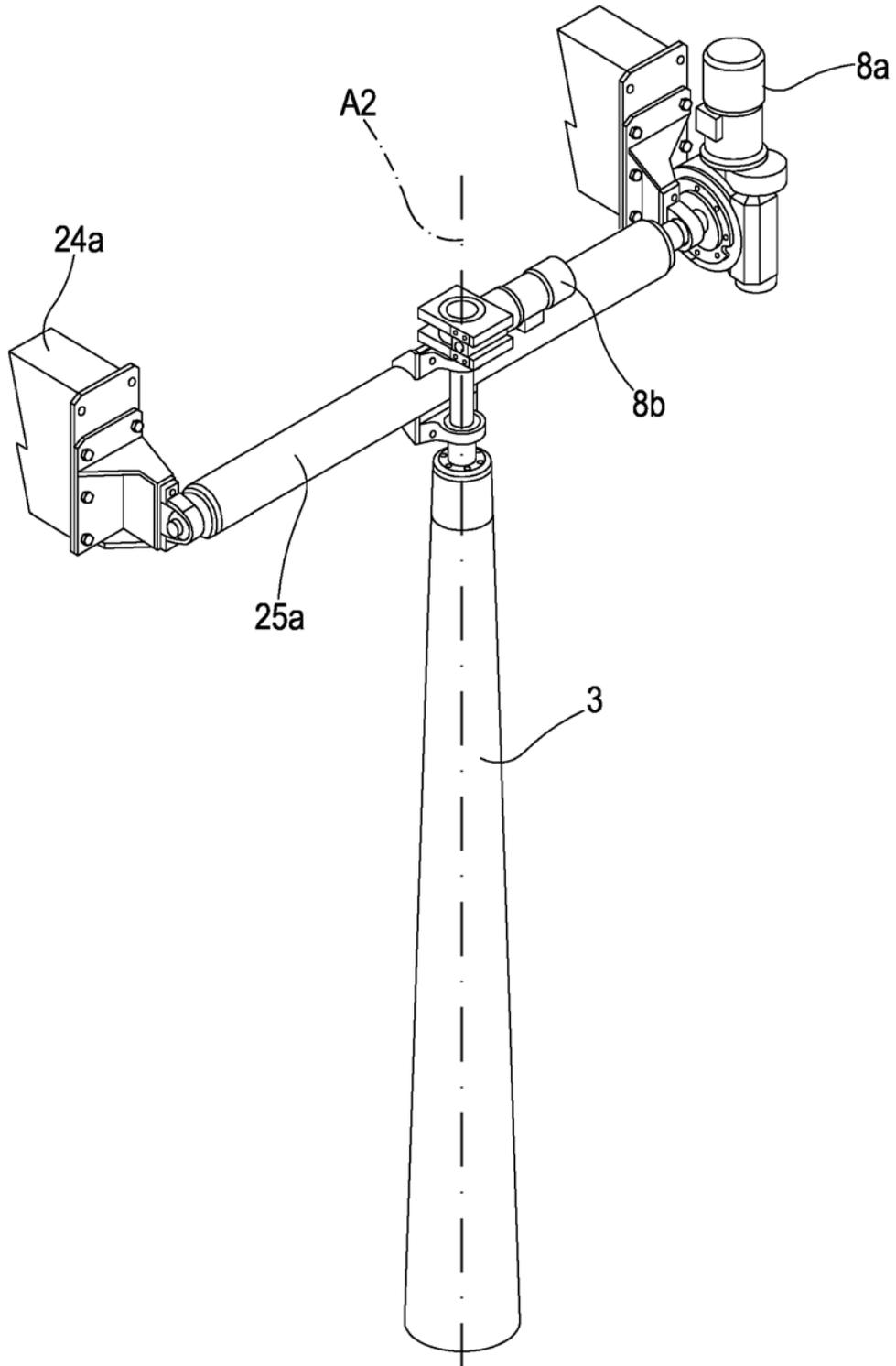


FIG.4

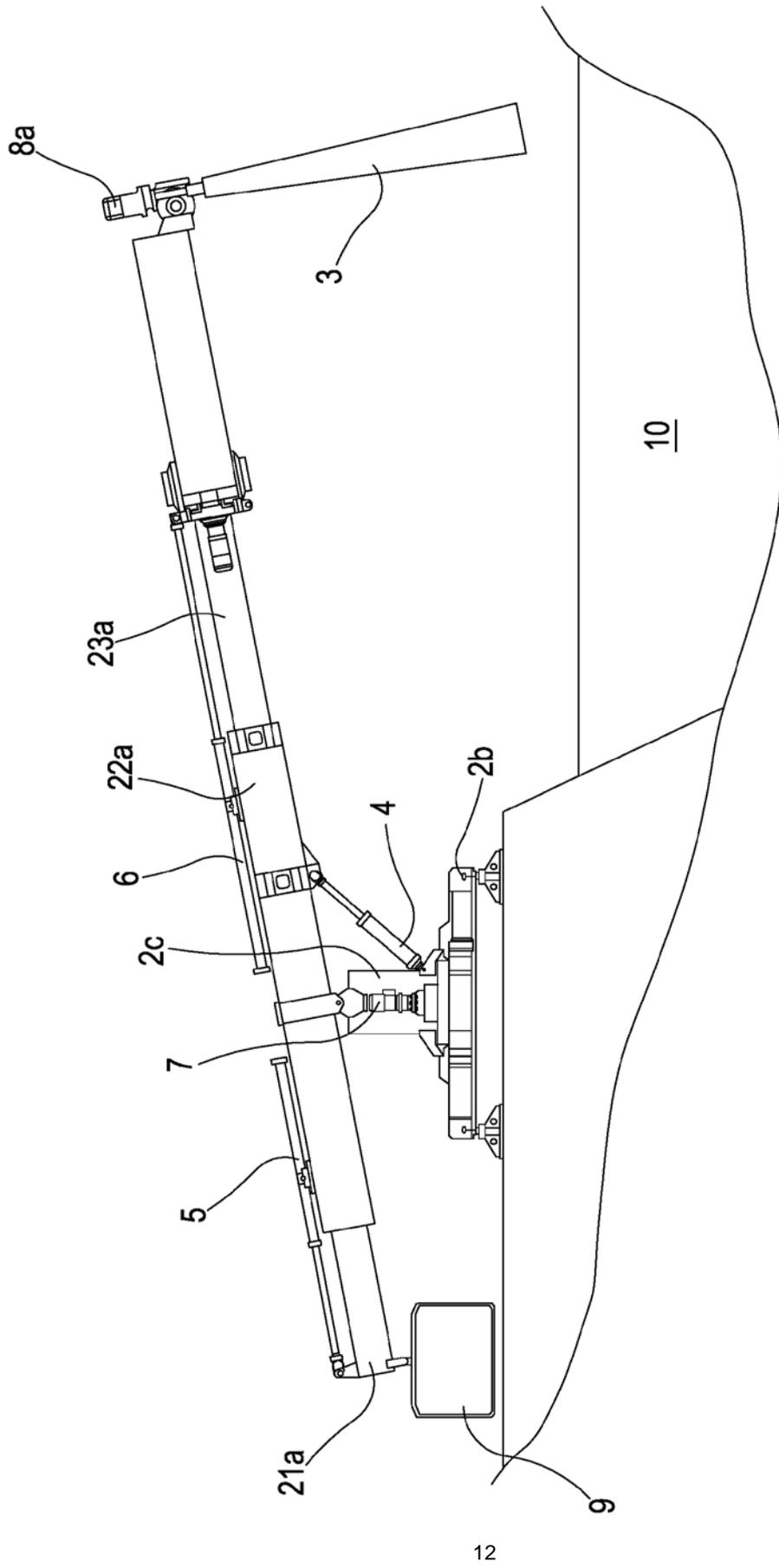


FIG.5

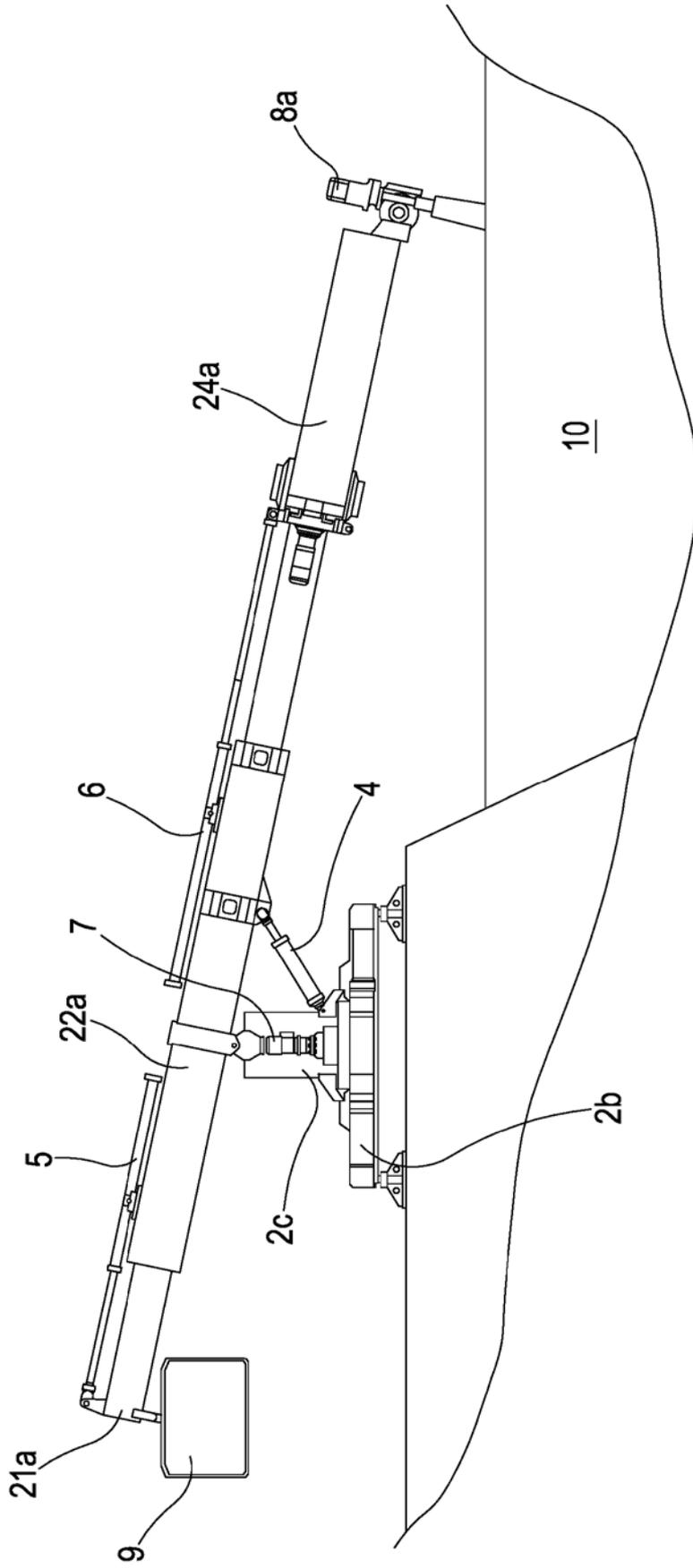


FIG.6

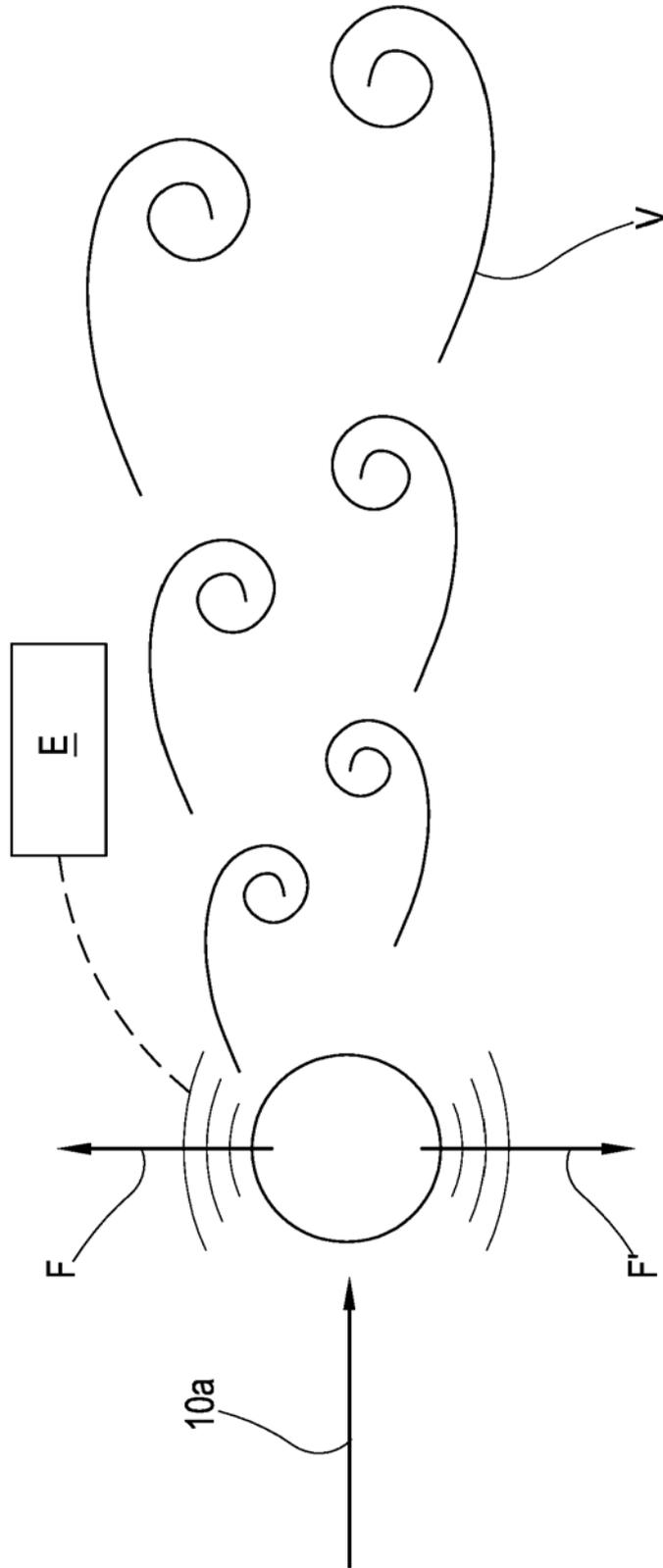


FIG.7

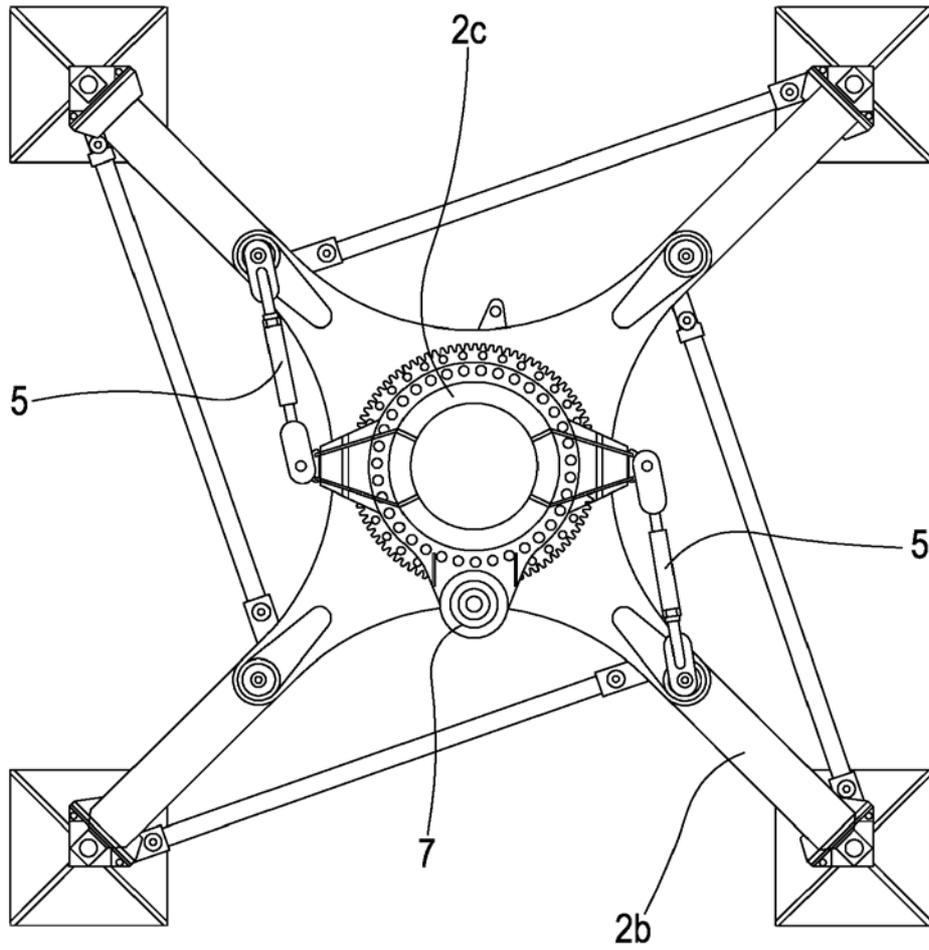


FIG.8