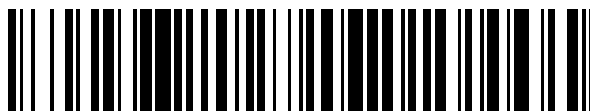


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 129**

51 Int. Cl.:

F03B 17/06 (2006.01)

F03D 5/00 (2006.01)

F03B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.02.2006 E 10183891 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2295792**

54 Título: **Una planta sumergible**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
26.04.2017

73 Titular/es:

**MINESTO AB (100.0%)
Vita Gavelns väg 6
426 71 Västra Frölunda, SE**

72 Inventor/es:

LANDBERG, MAGNUS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 610 129 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

Una planta sumergible

5 Área técnica

La presente invención se refiere a una planta sumergible para la producción de energía que comprende al menos una turbina.

10 Descripción de la técnica anterior

Uno de los principales problemas globales que hay que resolver es cómo suministrar energía a la población del mundo. El uso de combustibles fósiles ha de ser disminuido y sustituido con fuentes renovables de energía.

15 Un porcentaje significativo de los esfuerzos para utilizar fuentes de energía renovables se han concentrado en los sistemas eólicos. Los sistemas de generación de potencia eólicos, tienen un problema en que la energía eólica es inherentemente intermitente.

20 Existen hoy en día plantas sumergibles para la producción de electricidad a partir de las corrientes oceánicas. Esas plantas se sujetan en el fondo del mar por medio de cables y comprenden turbinas dispuestas para accionarse por el agua de las mareas. Tales plantas sumergibles se divulgan, por ejemplo, en el documento US 6 168 373 o en el documento DE 29 02 518. Sin embargo, la potencia generada a partir de las plantas sumergibles necesita aumentarse sin aumentar sustancialmente los costes con el fin de ser comercialmente atractiva.

25 Descripción de la invención

Un objetivo de la invención es aumentar la salida de potencia de las plantas sumergibles.

30 Esto se ha logrado por medio de una planta sumergible que tiene las características de la reivindicación 1.

La estructura puede ser estacionaria, tal como anclada al fondo de un mar, río, lago, etc. o una planta de potencia eólica o planta sumergible estacionaria situada en un mar o un lago. La estructura también puede ser móvil, tal como un barco.

35 El vehículo de la planta de acuerdo con la presente invención se mueve con una velocidad que es muchas veces (normalmente entre 10-20 veces) mayor que la velocidad de la corriente del agua. De este modo, la eficacia de la disposición de turbina a bordo es mucho mayor que la eficacia de una disposición de rotor estacionario.

40 La planta se monta preferentemente en entornos con corrientes predecibles y bien definidas con respecto a la dirección y la velocidad tal como en ríos, en áreas afectadas por mareas y en corrientes oceánicas.

45 La planta de acuerdo de la invención permite la generación efectiva favorable al medio ambiente, racional y rentable de energía, por ejemplo, de energía eléctrica, a partir de corrientes oceánicas relativamente débiles y de corrientes de marea en lugares próximos a la costa. La planta de acuerdo con la presente invención se puede utilizar también en alta mar a relativamente grandes profundidades, donde algunas técnicas competitivas están disponibles.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el vehículo impulsado por la corriente es un ala, es decir, un cuerpo de elevación.

50 El vehículo es, de acuerdo con otra realización preferida, sustancialmente libre de girar, al menos en una dirección de cabeceo. El vehículo se adapta a un punto de trabajo óptimo en la dirección de cabeceo. El vehículo es preferentemente también libre de girar en una dirección de balanceo en relación a la turbina. De este modo la turbina se enfrentará a la dirección de corriente relativa, es decir, la corriente de agua se empujará en la turbina desde una dirección perpendicular a un plano definido por las palas de la turbina.

55 En una realización preferida en la que el vehículo es libre de girar, de acuerdo con lo anterior, al menos una de las turbinas se monta en el vehículo a través de una varilla y un acoplamiento giratorio se monta en un extremo de la varilla para conectar de forma pivotante ya sea la turbina o el vehículo a la varilla. El acoplamiento giratorio comprende, por ejemplo, un cojinete universal.

60 En otra realización preferida en la que el vehículo es libre de girar, de acuerdo con lo anterior, al menos una de las turbinas se monta directamente en el vehículo por medio de un acoplamiento giratorio.

65 En otra realización más preferida de la invención, el vehículo impulsado por la corriente está provisto de medios de dirección y una unidad de control se dispone para proporcionar señales de control a los medios de dirección para dirigir el vehículo en una trayectoria predeterminada. Los medios de dirección pueden incluir una o más superficies

de control.

Además, el alambre se estirará preferentemente y, por consiguiente, la trayectoria predeterminada se forma en una superficie esférica. Con el fin de proporcionar el impulso por corriente, la trayectoria predeterminada cruzará al menos parcialmente la dirección de la corriente.

De acuerdo con una realización de la invención, la turbina se conecta operativamente a un generador dispuesto para producir energía eléctrica. El generador se puede conectar operativamente a un cable eléctrico dispuesto para distribuir dicha energía eléctrica. El cable eléctrico es, por ejemplo, al menos parcialmente integrado en el alambre. Sin embargo, si un cable eléctrico de conexión al vehículo no es deseable, la energía eléctrica producida puede, por ejemplo, utilizarse para la electrólisis del agua y la producción de gas de hidrógeno directamente en el vehículo.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1a muestra un ejemplo de una disposición de planta sumergible de acuerdo con un primer ejemplo de la invención en un plano xy, en la que x denota una dirección horizontal perpendicular a la dirección de la corriente e y denota la dirección vertical.

La Figura 1b muestra la disposición de planta sumergible de la Figura 1a en un plano yz, en la que z denota una dirección de la corriente horizontal.

La Figura 1c muestra la disposición de planta sumergible de la Figura 1a en un plano xz.

La Figura 2 muestra un primer ejemplo de un vehículo impulsado por la corriente de la planta sumergible de la Figura 1.

La Figura 3 muestra en sección transversal un ejemplo de un alambre de la planta sumergible de la Figura 1.

La Figura 4 muestra un ejemplo de un montaje de una turbina en el vehículo de la planta sumergible de la Figura 1.

La Figura 5 muestra un ejemplo de una unidad de control de la planta sumergible de la Figura 1.

La Figura 6a muestra un ejemplo de una disposición de planta sumergible de acuerdo con un segundo ejemplo de la invención en un plano xy, en la que x denota una dirección horizontal perpendicular a la dirección de la corriente e y denota la dirección vertical.

La Figura 6b muestra la disposición de planta sumergible de la Figura 6a en un plano yz, en la que z denota una dirección de la corriente horizontal.

La Figura 6c muestra la disposición de planta sumergible de la Figura 6a en un plano xz.

La Figura 7 muestra un segundo ejemplo de un vehículo impulsado por la corriente de la planta sumergible de la Figura 1.

Realizaciones preferidas

En las Figuras 1a, 1b y 1c, una planta sumergible 1 se dispone debajo de la superficie del agua 2, por ejemplo, del mar. La planta 1 comprende un vehículo impulsado por la corriente 3 asegurado en un anclaje 4 en el fondo 5 del mar por medio de un alambre 6. La longitud del alambre 6 es por ejemplo de 50-200 metros. En la Figura 1a, z define la dirección de la corriente horizontal, x una dirección horizontal perpendicular a la dirección de la corriente e y define la dirección vertical. El vehículo se puede mover libremente dentro de un alcance del alambre. Sin embargo, en las Figuras 1a, 1b y 1c, el vehículo sigue una trayectoria sin fin 7 formada como el dígito ocho en una superficie esférica con un radio de curvatura igual a la longitud del alambre. La trayectoria se elige preferentemente de tal manera que el vehículo está siempre debajo de la superficie del mar. Por ejemplo, la trayectoria se puede elegir de tal manera que el alambre termine siempre 10-20 metros por debajo de la superficie del mar. De este modo el vehículo no se somete a las turbulencias generalmente presentes cerca de la superficie y el riesgo de cavitación de la turbina puede ser minimizado. La ventaja de tener una trayectoria formada como un dígito ocho es que entonces no se hace girar el alambre y, en consecuencia, no hay necesidad de conectar el alambre 6 al anclaje 4 por medio de un dispositivo giratorio.

En la Figura 2, el vehículo 3 impulsado por la corriente es un ala, es decir, un cuerpo de elevación. El ala tiene por ejemplo una envergadura de ala s de aproximadamente 15 metros y una anchura (espinal) c, que es por ejemplo de 2-3 metros. El espesor del ala puede ser del 10 al 20 % de la anchura. El ala se forma preferentemente por un larguero que soporta una estructura superficial. El larguero es en un ejemplo fabricado de un material compuesto de fibra de carbono. La estructura superficial se fabrica, por ejemplo, de un material compuesto de fibra de vidrio.

Una disposición de turbina 9, en la realización ilustrada comprende una turbina, se monta en la estructura del vehículo por medio de una varilla 10. La turbina 9 y la varilla 10 se pueden fabricar de un metal o compuesto de metal, por ejemplo acero inoxidable. El diámetro de la turbina es por ejemplo de 1 a 1,5 metros. El alambre 6 se sujeta en la turbina 9. La turbina 9 se conecta operativamente a un generador (no mostrado) dispuesto para producir energía eléctrica distribuida a través de un cable eléctrico integrado en o asegurado al alambre. La electricidad se distribuye más allá del anclaje 4 a través de una red de distribución.

La densidad del vehículo 3 con su turbina 9, varilla 10 y alambre 6 es preferentemente algo menor que la densidad del agua.

En la Figura 3, el alambre 6 comprende dos cables de soporte retorcidos 11a, 11b por ejemplo de un material de fibra de carbono y el cable eléctrico 12. El alambre comprende además un cable óptico o de baja tensión eléctrico adicional 13 para la comunicación de datos con el vehículo 3. Los cables de soporte 11a, 11b, el cable eléctrico 12 y el cable óptico o de baja tensión 13 se encierran en una cubierta 14 fabricada, por ejemplo, de un material de caucho o plástico.

El vehículo 3 se alimenta preferentemente solo por la corriente. Sin embargo, en ciertas situaciones, por ejemplo cuando ha aparecido una condición de error, el generador eléctrico se puede utilizar como un motor eléctrico alimentado por una o varias baterías (no mostradas) montadas en el vehículo. Después, el generador/motor puede impulsar el vehículo a la superficie del mar para transportarlo a un sitio de servicio. Por supuesto, esto supone que el vehículo se haya liberado primero del alambre. El generador se puede utilizar como un motor también para otros fines, por ejemplo, para impulsar el vehículo a un lugar de estacionamiento en el fondo del mar.

En la Figura 4, la varilla 10 se monta en el vehículo 3 por medio de una disposición de cojinete 8 de forma que el vehículo es libre de girar, al menos en la dirección de cabeceo, pero preferentemente también en la dirección de balanceo. Preferentemente, la relación entre la turbina y el vehículo se fija en la dirección de guiñada. El hecho de que el vehículo sea libre de girar en relación con la turbina asegura que la disposición de turbina se enfrente siempre sustancialmente a la dirección de corriente relativa, es decir, la dirección de corriente es perpendicular a un plano definido por las palas de la turbina. En la Figura 4, la disposición de cojinete es un cojinete universal. El cojinete universal se proporciona para la característica de giro libre en la dirección de cabeceo y balanceo. En el ejemplo ilustrado en la Figura 4, la turbina se monta de forma fija a la varilla, o se integra con la misma mientras que el otro extremo de la varilla que se orienta hacia el vehículo se monta en el vehículo por medio de la disposición de cojinete 8. Sin embargo, en un ejemplo alternativo (no mostrado) la disposición de cojinete 8 se monta en el extremo de la varilla orientado hacia la turbina.

En la Figura 5, un sistema de control 15 montado en el vehículo se dispone para guiar el vehículo en la trayectoria predeterminada 7 sin exceder las limitaciones de carga estructural del vehículo y las limitaciones de la turbina y de la carga eléctrica en la turbina. Otros requisitos funcionales del sistema de control 15 son estabilizar el vehículo 3 y optimizar la salida de potencia del dispositivo en la trayectoria sin fin 7.

El sistema de control 15 tiene en el ejemplo mostrado cuatro señales de entrada para la orientación y el seguimiento. La primera señal de entrada, en concreto el ángulo de inclinación actual α (véase Figura 1b), y la segunda señal de entrada, en concreto el ángulo de giro actual β (véase Figura 1c), están provistas de dispositivos de detección de ángulo (no mostrados) montado en el anclaje 4 del alambre 6 y que alimentan por ejemplo a través del cable eléctrico 13 anteriormente descrito en el alambre 6 al sistema de control 15. La primera señal de ángulo de inclinación α define el ángulo entre el alambre 6 y el plano horizontal. La segunda señal del ángulo de giro β define el ángulo entre el alambre 6 y de la dirección de corriente horizontal. Dos disposiciones de medición angular se montan adicionalmente en la disposición de cojinete 8 del vehículo. Estos dos dispositivos de medición angular se disponen para proporcionar una tercera señal de entrada al sistema de control que indica un ángulo de balanceo entre el vehículo 3 y el vástago 10 y para proporcionar una cuarta señal de entrada que indica un ángulo de cabeceo entre el vehículo 3 y la barra 10. Otros datos del sensor pueden proporcionarse, por ejemplo, desde un sistema de navegación inercial en el vehículo para refinar los cálculos del sistema de control 14.

Los datos del ángulo de inclinación α , los datos del ángulo de giro β , los datos del ángulo de balanceo y los datos del ángulo de cabeceo se procesan por el sistema de control y un ángulo ordenado se emite para una primera superficie de control 16 (Figura 2) del vehículo 3 y un ángulo ordenado para la segunda superficie de control 17 del vehículo 3. Durante el procesamiento, los valores se calculan para los movimientos de cabeceo y guiñada requeridos por el vehículo con el fin de seguir la trayectoria predeterminada. El sistema de control proporciona después en una segunda etapa un ángulo ordenado para cada accionador servo (no mostrado) montado en su superficie de control correspondiente 16, 17. Las fuerzas hidrodinámicas sobre las superficies de control a continuación, hacen que el vehículo y la turbina guiñen y se balanceen con el fin de seguir la trayectoria predeterminada. Los algoritmos para el cálculo de los ángulos ordenados de la primera y segunda superficies 16, 17 no forman parte de la presente invención. Formaría parte de las operaciones normales para un experto en la materia proporcionar un algoritmo para guiar un vehículo de acuerdo con lo anterior en una trayectoria predeterminada y en condiciones físicas determinadas. Sin embargo, se puede decir que la fuerza y la tensión en el alambre es muy alta cuando el vehículo opera en su trayectoria. En consecuencia, en la determinación de los ángulos ordenados para las superficies de

control 16, 17, el alambre 6 se puede aproximar como una varilla lineal.

5 En las Figuras 6a, 6b, 6c, un ejemplo de una trayectoria sin fin alternativa 7 del vehículo 3 se muestra en el mismo sistema de coordenadas que en la Figura 1. La trayectoria que se ilustra en las Figuras 6a, 6b y 6c se forma como un óvalo. La trayectoria sin fin ilustrada requiere de un dispositivo de giro en el anclaje 4 a fin de evitar la torsión del alambre.

10 En la Figura 7 el vehículo está provisto de dos turbinas adicionales 18, 19, una en cada extremo del vehículo. Las turbinas se montan en el vehículo por medio de un cojinete permitiendo que las turbinas puedan girar libremente en una dirección de cabeceo. Un generador eléctrico dispuesto para producir energía eléctrica se conecta a cada turbina. Un cable conecta cada generador de turbina adicional al cable eléctrico 12 del alambre 6 para su posterior distribución.

15 El vehículo de los ejemplos ilustrados es un ala. Sin embargo, la invención no se limita a un vehículo en la forma de un ala. Por ejemplo, el vehículo se puede formar por dos o más alas dispuestas una encima de la otra y separadas por medio de elementos separadores.

REIVINDICACIONES

1. Una planta sumergible (1) para producir energía eléctrica a partir de una corriente de agua, comprendiendo dicha planta (1) al menos una disposición de turbina (9, 18, 19) asegurada en una estructura (4) por medio de un alambre (6),
en la que la al menos una disposición de turbina (9, 18, 19) comprende una turbina operativamente conectada a un generador dispuesto para producir energía eléctrica, en donde el generador está operativamente conectado a un cable eléctrico (12) dispuesto para distribuir dicha energía eléctrica, y en donde dicho cable eléctrico (12) está integrado en o asegurado al alambre (6),
caracterizada por
que la disposición de turbina (9, 18, 19) está montada en un vehículo impulsado por la corriente (3) que está formado por al menos un ala y que puede moverse libremente dentro de un alcance del alambre (6), estando provisto dicho vehículo (3) de medios de dirección (16, 17) y de una unidad de control (15), en donde la unidad de control (15) está dispuesta para proporcionar señales de control a los medios de dirección (16, 17) para dirigir el vehículo (3) en una trayectoria sin fin (7) que cruza al menos parcialmente la dirección de la corriente de agua, en donde dicho vehículo (3) es capaz, cuando se dirige en dicha trayectoria (7), de ser impulsado por la corriente de agua con una velocidad que es mayor que la velocidad de la corriente del agua.
2. Una planta sumergible (1) de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizada por
que comprende medios para proporcionar señales de entrada a la unidad de control (15) con respecto a un ángulo de inclinación actual α , es decir, el ángulo definido entre el alambre (6) y un plano horizontal, y un ángulo de giro actual β , es decir, el ángulo definido entre el alambre (6) y la dirección de corriente horizontal.
3. Una planta sumergible (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2,
caracterizada por
que la trayectoria (7) está formada como el dígito 8.
4. Una planta sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizada por
que la trayectoria (7) está formada en una superficie esférica que tiene un radio de curvatura sustancialmente igual a la longitud del alambre (6).
5. Una planta sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizada por
que una parte importante de la trayectoria (7) está dirigida sustancialmente perpendicular a la dirección de la corriente de agua de tal manera que se obtiene un ángulo de giro β variable entre el alambre (6) y la dirección horizontal de la corriente de agua cuando el vehículo (3) opera en su trayectoria (7).
6. Una planta sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizada por **que** dicho medio de dirección (16, 17) incluye al menos una superficie de control.
7. Una planta sumergible (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
caracterizada por **que** dicho cable eléctrico (12) está integrado al menos parcialmente en el alambre (6).
8. Método para la operación de una planta sumergible (1) de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado por
que el método comprende las etapas de:
 - dirigir el vehículo (3) en una trayectoria sin fin (7) que cruza al menos parcialmente la dirección de la corriente de agua tal como para permitir que el vehículo (3) sea impulsado por la corriente de agua con una velocidad que es mayor que la velocidad de la corriente del agua.
9. Método de acuerdo con la reivindicación 8,
caracterizado por
que comprende además la etapa de:
 - proporcionar señales de control a los medios de dirección (16, 17) del vehículo (3) utilizando la unidad de control (15).
10. Método de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9,
caracterizado por
que comprende además la etapa de:

- proporcionar señales de entrada a la unidad de control (15) con respecto a un ángulo de inclinación actual α , es decir, el ángulo definido entre el alambre (6) y un plano horizontal, y un ángulo de giro actual β , es decir, el ángulo definido entre el alambre (6) y la dirección de corriente horizontal.

- 5 11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-10,
caracterizado por
que la trayectoria (7) está formada como el dígito 8.
- 10 12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-11
caracterizado por
que la trayectoria (7) está formada en una superficie esférica que tiene un radio de curvatura sustancialmente igual a la longitud del alambre (6).
- 15 13. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-12,
caracterizado por
que comprende la etapa de:
- 20 - dirigir el vehículo (3) en una dirección sustancialmente perpendicular a la dirección de la corriente de agua de tal manera que se obtiene un ángulo de giro β variable entre el alambre (6) y la dirección horizontal de la corriente de agua durante la operación.

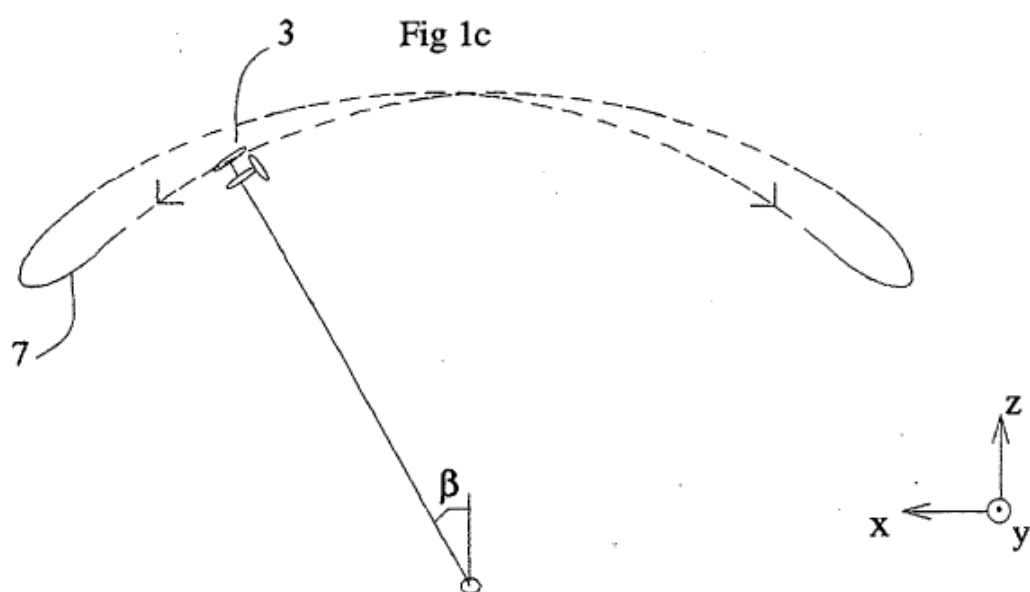
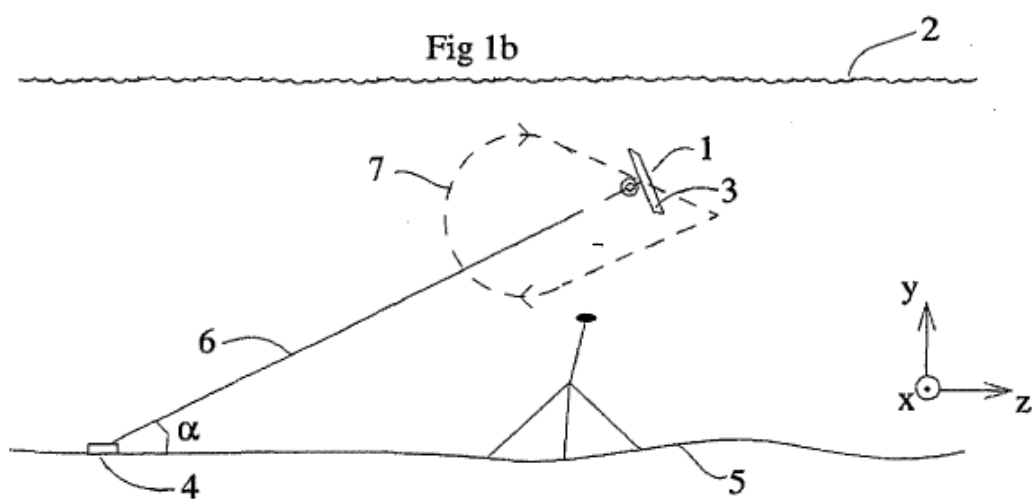
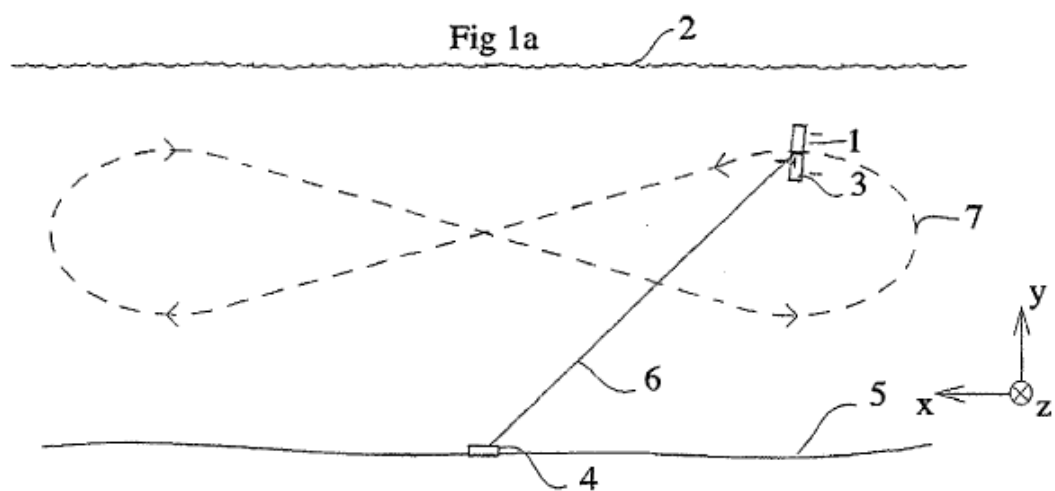


Fig 2

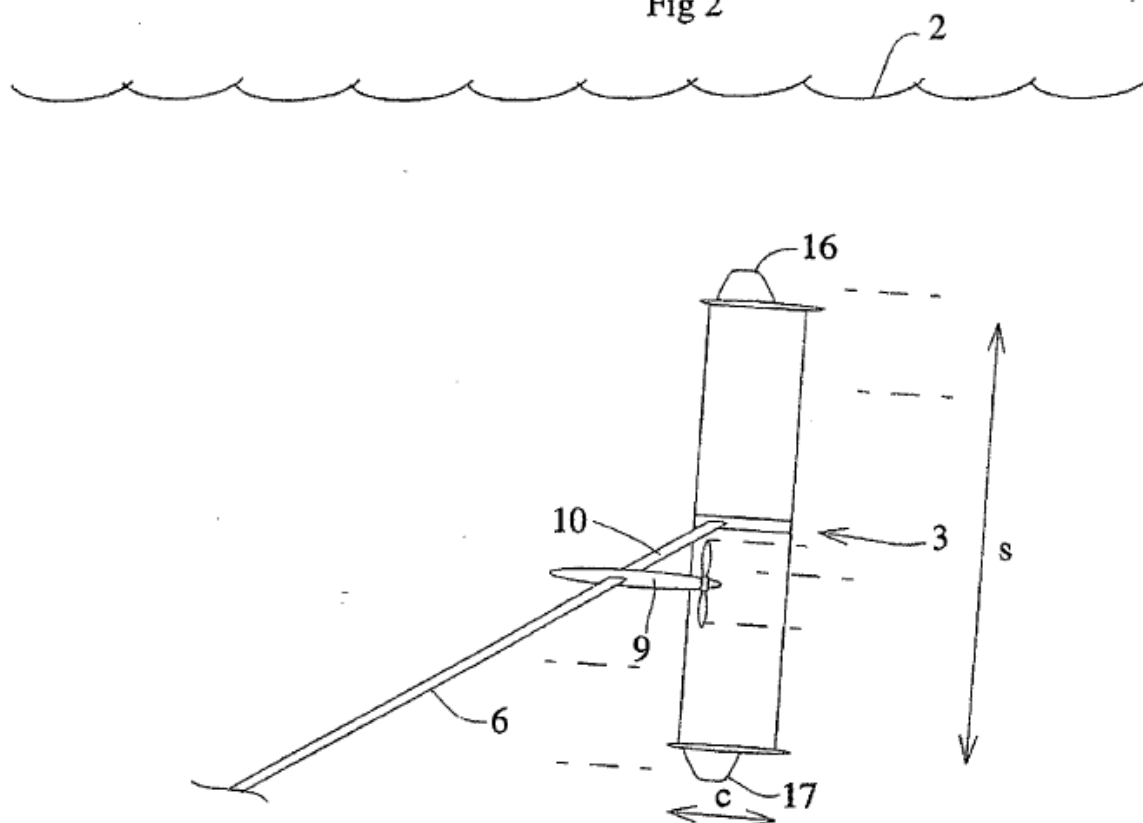


Fig 3

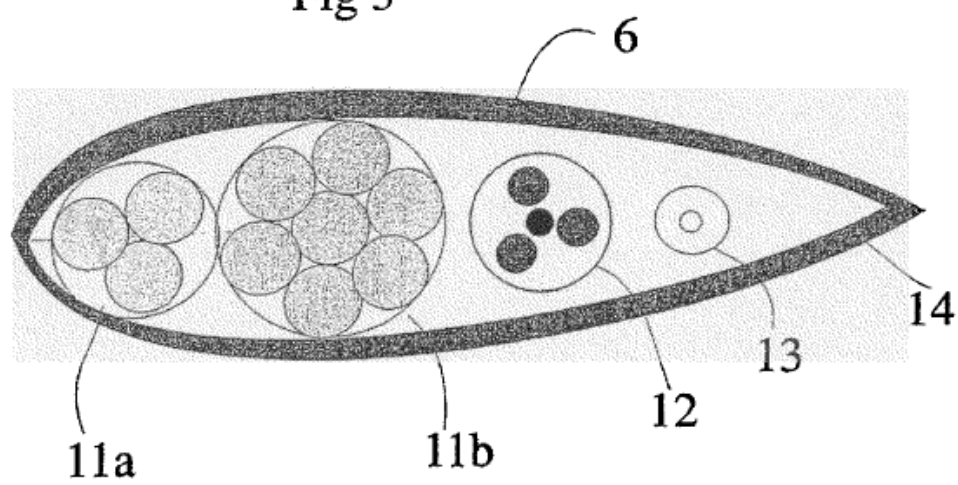


Fig 4

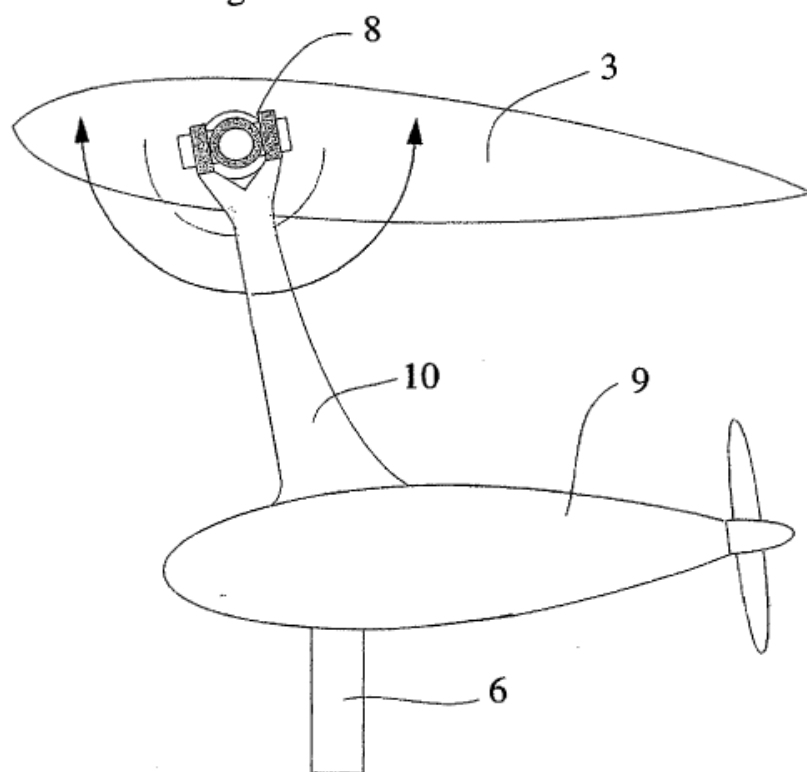


Fig 5

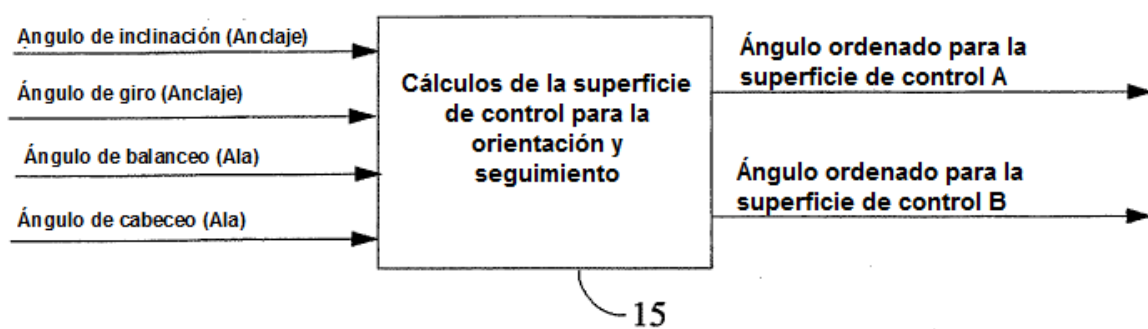


Fig 6a

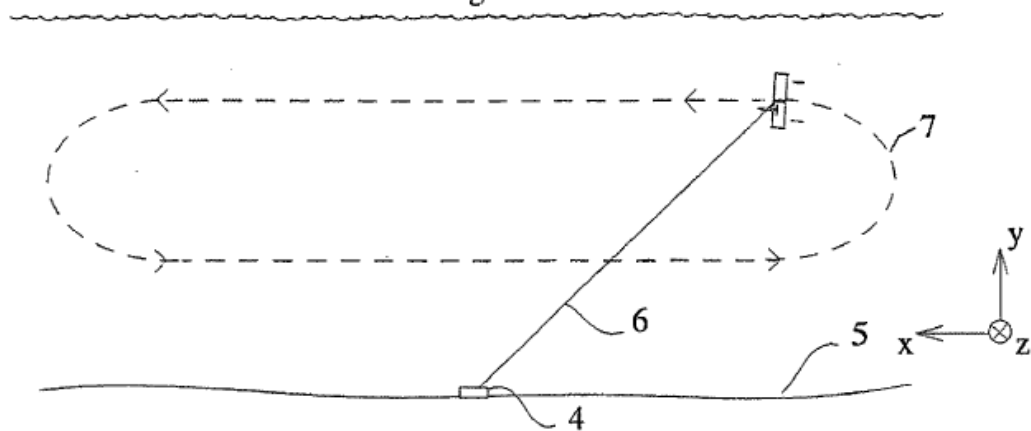


Fig 6b

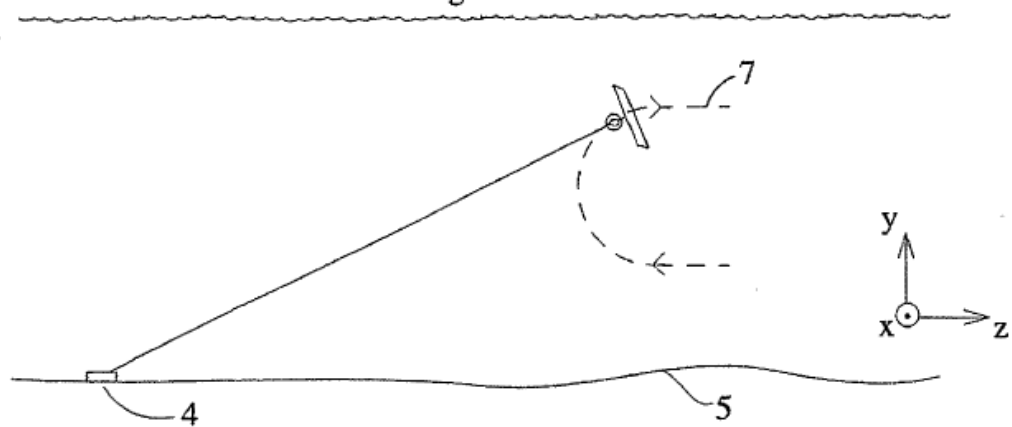


Fig 6c

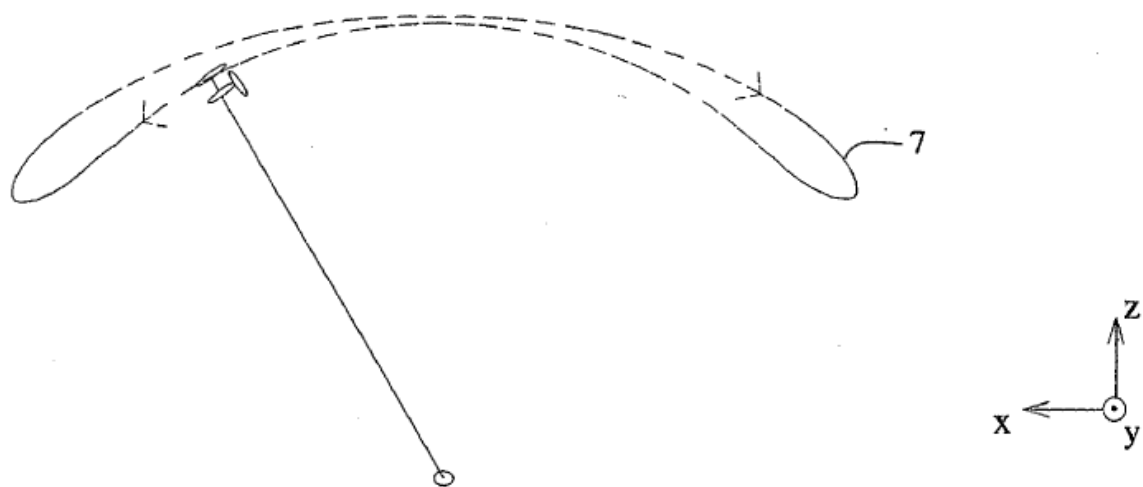


Fig 7

