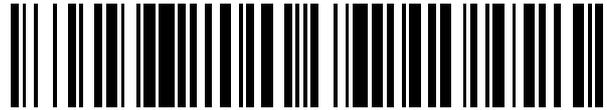


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 703**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/20**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2011 E 11724237 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2580467**

54 Título: **Embarcación flotante que convierte la energía undimotriz en el mar en energía eléctrica**

30 Prioridad:

**11.06.2010 IE 20100379**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.02.2016**

73 Titular/es:

**OCEAN RENEWABLES LIMITED (100.0%)  
Duncannon, County Wexford, IE**

72 Inventor/es:

**MCGRATH, BRENDAN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 559 703 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**

Embarcación flotante que convierte la energía undimotriz en el mar en energía eléctrica

La presente invención se refiere a un aparato que convierte la energía undimotriz en energía eléctrica.

- 5 La producción sostenible de energía limpia ha sido objeto de un intenso debate a nivel mundial durante cierto tiempo, y es evidente que existe una gran demanda para este tipo de energía. La invención está diseñada para ser una fuente de energía renovable no contaminante, y tiene el potencial para suministrar comercialmente parte de esta demanda. La invención descrita en la presente memoria convertirá la energía disponible debida a la acción del oleaje en el mar en energía eléctrica. Un ejemplo de un dispositivo de conversión de energía undimotriz se describe en el documento US 2009/0322092 A.
- 10 Según la invención, se proporciona un aparato para convertir la energía undimotriz en energía eléctrica, que comprende un primer casco flotante interconectado a un segundo casco flotante, un mecanismo de cabrestante en al menos un casco para su uso para elevar un peso suspendido en un cable, en el que dicho mecanismo de cabrestante es operado en respuesta al movimiento de dicho primer casco con relación a dicho segundo casco, y un generador eléctrico accionado por el movimiento descendente del peso.
- 15 Preferiblemente, el primer casco y el segundo casco están interconectados de manera pivotante.
- Preferiblemente, el mecanismo de cabrestante es operable para elevar el peso, cuando los cascos pivotan uno con relación al otro, en la dirección ascendente y la dirección descendente.
- Preferiblemente, se proporciona un mecanismo de accionamiento para operar un eje de accionamiento en una dirección para elevar el peso en respuesta al movimiento relativo del primer casco y el segundo casco.
- 20 Preferiblemente, un casco tiene un segmento de engranaje que se engrana con un engranaje de piñón en el otro casco, en el que dicho engranaje de piñón está engranado con dicho mecanismo de engranaje.
- Preferiblemente, cada casco tiene un segmento de engranaje y un engranaje de piñón para engranar con un engranaje de piñón y un segmento de engranaje correspondientes en el otro casco.
- Preferiblemente, los segmentos de engranaje tienen un arco de aproximadamente 110°.
- 25 Preferiblemente, el primer casco y el segundo casco están conectados, de manera pivotante, por un eje articulado.
- Preferiblemente, el peso en un casco es elevado a medida que el peso en el otro casco es bajado para accionar el generador.
- Preferiblemente, el segmento de engranaje está montado sobre una brida que sobresale desde el casco.
- Preferiblemente, el piñón en cada casco está dispuesto sobre una cara frontal del casco.
- 30 Preferiblemente, cada casco tiene un rebaje para acomodar el peso.
- Preferiblemente, cada casco comprende una cubierta (A) superior y una cubierta (B) inferior.
- Preferiblemente, al menos el generador está dispuesto sobre la cubierta (A) superior.
- 35 La invención proporciona además un procedimiento para convertir la energía undimotriz en energía eléctrica que comprende proporcionar un primer casco flotante interconectado a un segundo casco flotante, y un mecanismo de cabrestante para su uso para elevar un peso suspendido en un cable, en el que dicho mecanismo de cabrestante es operado en respuesta al movimiento de dicho primer casco con relación a dicho segundo casco, y un generador accionado por el movimiento descendente del peso.
- 40 La base de la invención es producir una salida de energía consistente cuando la misma se expone a la acción del oleaje, particularmente en el mar. Debido a que será necesario que este aparato perdure durante largos períodos de tiempo y funcione de manera efectiva en un entorno marino duro, el casco flotante sobre el que opera este sistema está diseñado en la forma de un casco de un barco. Por lo tanto, este diseño puede escalarse fácilmente hasta el tamaño de una embarcación muy grande, dependiendo de la aplicación requerida, asegurando que se consigue un nivel excepcionalmente alto de navegabilidad y resistencia. Pueden obtenerse importantes ventajas con la construcción y el diseño de la presente invención haciendo uso de los recursos de la tecnología de diseño de embarcaciones probada, tal como puede ser integrada en este diseño.
- 45 Una característica notable de la presente invención es que no usa un sistema hidráulico para realizar su función principal y, por lo tanto, presenta un riesgo mucho menor de daños por contaminación al medio ambiente.

- 5 En máquinas no tripuladas en las que grandes volúmenes de fluidos hidráulicos son fundamentales para su funcionamiento, existiría una amenaza constante de contaminación en el sentido de que un fallo de un tubo o sello de alta presión, o incluso una pérdida total de la máquina en el mar, podría resultar en el vertido de grandes cantidades de fluido hidráulico. Este diseño sólo necesitará pequeñas cantidades de lubricantes bien contenidos y estos pueden ser especiales para reducir el riesgo de contaminación.
- El impacto ambiental se reduce adicionalmente debido a la ausencia de cualquier tipo de maquinaria sumergida que está girando o está expuesta y es peligrosa para la vida marina.
- 10 Preferiblemente, se proporciona un mecanismo de accionamiento que es accionado por el movimiento pivotante relativo del primer casco y el segundo casco. El mecanismo de accionamiento está conectado a y acciona el mecanismo de cabrestante para levantar el peso suspendido en el cable.
- Preferiblemente, el primer casco y el segundo casco están conectados de manera pivotante por un eje articulado. Preferiblemente, se proporciona un eje articulado de estribor que está fijado al primer casco y un eje articulado de babor fijado al segundo casco.
- 15 En una realización, cada eje articulado tiene montado preferiblemente sobre el mismo una rueda dentada engranada con otra rueda dentada sobre un eje de accionamiento primario.
- Además, el eje articulado tiene montado sobre el mismo un miembro de accionamiento adicional conectado por una barra a un engranaje de accionamiento de embrague accionado por embrague de patín en el eje de accionamiento primario.
- 20 La rueda dentada y los miembros de accionamiento que conectan el eje articulado al eje de accionamiento primario funcionan de manera que hacen girar el accionamiento primario en una dirección elegida.
- Se observará que el movimiento pivotante, por ejemplo, del segundo casco o casco de popa, tanto en la dirección ascendente como en la dirección descendente, conforme es atravesado por una ola, resulta en la rotación del eje de accionamiento primario en la misma dirección.
- 25 Por lo tanto, el eje de accionamiento primario gira en respuesta al movimiento pivotante relativo del primer casco (proa) y el segundo casco (popa), causado por la acción del oleaje, y la rotación del eje de accionamiento primario permite la rotación del mecanismo de cabrestante para elevar un cable y un peso.
- Por lo tanto, la elevación del peso convierte la energía cinética del oleaje en energía potencial (o energía gravitacional) a medida que el peso se eleva a una posición en la parte inferior del casco.
- 30 El mecanismo tanto en el casco de proa como en el casco de popa es idéntico, y puede disponerse que mientras un casco está elevando el peso a su posición más alta, el peso en el otro casco pueda ser liberado para generar energía a través del generador.
- Por lo tanto, la energía potencial almacenada del peso elevado es convertida en energía eléctrica por la liberación del mecanismo de cabrestante para permitir que el peso caiga hacia abajo y se acciona el generador eléctrico.
- 35 El aparato de la invención será operado a una profundidad de agua adecuada, posiblemente del orden de 60 metros.
- Es posible que puedan conectarse entre sí una pluralidad de cascos similares según la invención.
- Las realizaciones de la invención se describirán ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que:
- 40 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato para convertir la energía undimotriz en energía eléctrica según la invención;
- La Figura 2 es una vista esquemática parcial en planta superior del aparato de la Figura 1;
- La Figura 3 es una vista esquemática de parte del mecanismo de accionamiento de la Figura 1;
- La Figura 4 es una vista esquemática del aparato de la Figura 1 en uso;
- La Figura 5 es una vista esquemática adicional del aparato en uso;
- 45 La Figura 6 es una vista esquemática adicional del aparato en uso;
- La Figura 7 es una vista en perspectiva de otra realización de un aparato para convertir la energía undimotriz en

energía eléctrica según la invención;

La Figura 8 es una vista parcial transparente del aparato de la Figura 7;

La Figura 9 es una vista en perspectiva del casco frontal del aparato de la Figura 7;

La Figura 10 es una vista en perspectiva adicional del casco frontal de la Figura 7;

5 La Figura 11 es una vista en perspectiva de la sección de casco posterior de la Figura 7;

La Figura 12 es una vista esquemática en planta superior de la sección de casco frontal y la sección de casco posterior del aparato;

La Figura 13 es una vista esquemática en perspectiva de los componentes operativos del aparato de la Figura 7;

10 La Figura 14 es una vista esquemática en sección de los componentes operativos de la Figura 13 situados en el casco frontal del aparato de la Figura 7;

La Figura 15 es una vista en perspectiva del sistema de transmisión de potencia del aparato;

La Figura 16 es una vista en perspectiva del mecanismo de cabrestante del aparato; y

Las Figuras 17 y 18 son vistas esquemáticas del aparato de la Figura 7 en uso.

15 Con referencia ahora a los dibujos y con referencia en particular a las Figuras 1-3, en las mismas se muestra un aparato para convertir la energía undimotriz en energía eléctrica, indicado en general con el número de referencia 100. El aparato 100 comprende una primera sección o sección 1 de casco de proa y una sección posterior o sección 2 de casco de popa. Las secciones 1 y 2 de casco están conectadas entre sí de manera pivotante por medio de ejes 3, 4 articulados. El eje 3 articulado es el eje articulado de estribor y está fijado a la sección 2 de casco de popa. El eje 4 articulado es el eje articulado de babor y está fijado a la sección 1 de casco de proa. De esta manera, la sección 2 de casco de popa puede girar o pivotar alrededor del eje 4 articulado, mientras que la sección 1 de casco de proa puede girar o pivotar alrededor del eje 3 articulado.

20 El eje 3 articulado tiene montado en el mismo una rueda 8 dentada conectada a una rueda 9 dentada montada sobre un eje 10 de accionamiento primario. Además, el eje 8 articulado tiene fijado al mismo un miembro 5 de palanca y el eje 10 de accionamiento primario tiene fijado al mismo un miembro 7 de palanca. Una barra 6 de conexión está conectada a los miembros 5 y 7 de palanca.

25 La rueda 9 dentada tiene un mecanismo 9a de embrague de patín (Figura 3), que permite la rotación de la rueda 9 dentada (y de esta manera el eje 10 de accionamiento primario) en una dirección y el miembro 7 de palanca tiene un mecanismo 7a de embrague de patín que permite también la rotación del eje 10 de accionamiento primario en la misma dirección. Por lo tanto, a medida que la sección 2 de casco de popa pivota hacia arriba con relación a la sección 1 de casco de proa, la rueda 9 dentada y el eje 10 de accionamiento primario giran en una dirección y a medida que la sección 2 de casco de popa pivota hacia abajo con relación a la sección 1 de casco de proa, el miembro 7 de leva hace girar el eje 10 primario en la misma dirección. Los mecanismos de embrague de patín en la rueda 9 dentada y el miembro 7 de palanca permiten la rotación del eje 10 de accionamiento primario en la misma dirección, a medida que la sección 2 de casco de popa se mueve hacia arriba y hacia abajo con relación a la sección 1 de casco de proa. Por lo tanto, se consigue una rotación continua del eje 10 de accionamiento primario a medida que las secciones de casco son elevadas y bajadas conforme una ola pasa por debajo de las secciones de casco.

30 El eje 10 de accionamiento primario está conectado a un sistema de accionamiento que comprende un par de mecanismos 11 de engranaje que a su vez están conectados a través de un embrague de patín y un freno 12 a un carrete 13 de cabestrante. El carrete 13 de cabestrante tiene enrollado en el mismo un cabo o cable 14 que se alimenta sobre un rodillo 16 de bobinado montado sobre un mecanismo 15 de carrete. El cable 14 se extiende sobre un rodillo 17 final montado en una sección 18 cerrada que tiene una abertura (no mostrada) a través de la cual el cable 14 se extiende hacia abajo por debajo de la sección 1 de casco. Un peso 101 adecuado está fijado al extremo libre del cable 14. Se apreciará que la sección 18 cerrada está diseñada para permitir que el cable 14 salga del casco 1 a través de una abertura pero no pone en peligro el casco 1 en relación a la navegabilidad, para asegurar que el casco no se inundará con agua.

40 Un eje 19 de accionamiento secundario está fijado al carrete 13 de cabrestante y está montado sobre un embrague de patín y un freno 20 secundarios. El eje 19 de accionamiento secundario está conectado a una etapa secundaria al mecanismo 21 de engranaje que a su vez tiene un eje 23 de salida conectado a un generador 22 de CA.

50 Se apreciará que el casco 2 de popa tendrá una disposición similar de ruedas de engranaje, ejes articulados,

## ES 2 559 703 T3

carrete de cabrestante y cable 14 de cabestrante y peso 101 que el casco 1 de proa, de manera que el casco de proa y el casco de popa operen sobre un peso 101 de una manera similar.

Este sistema hace uso completo de la profundidad del agua en la que opera, la distancia entre la embarcación y el fondo marino es utilizada por completo como parte de la función central de este diseño.

- 5 Este sistema convierte la energía undimotriz en una fuerza gravitacional acumulada que, a continuación, es controlada y es utilizada sin contratiempos para accionar un generador de CA.

La flotabilidad de las secciones de casco y la manera en la que reaccionan al movimiento del oleaje, determinarán la fuerza que pueden ejercer sobre los componentes mecánicos implicados en la producción de esta energía y, por lo tanto, la eficiencia de su producción de energía.

- 10 El tamaño y la estabilidad de los cascos 1, 2 permitirán la realización de ciertos tipos de reparaciones fundamentales en el mar, mientras está en su posición, reduciendo el tiempo de inactividad y el costo de mantenimiento esencial.

- 15 Todos los componentes de este diseño y, en particular, aquellos que permitirán que perdure en el mar y que produzca energía eléctrica, son extremadamente fiables y capaces de soportar las condiciones más duras en el mar.

Este dispositivo, una vez desplegado, producirá energía sin complicaciones ya que los generadores 22 serán accionados a una velocidad constante. Esta será una ventaja sobre muchos diseños, tales como turbinas accionadas por aire y otras máquinas que tienden a producir energía en ráfagas haciendo que su conexión a la red sea más compleja y costosa.

- 20 La presente invención está diseñada en la forma de una embarcación o barco flotante en su posición y anclada en mar abierto, de manera que permita que la energía undimotriz disponible sea convertida, por medio de la maquinaria incorporada, en energía eléctrica. A continuación, la electricidad resultante será suministrada a la red nacional por cable y sistemas convencionales.

- 25 La presente invención puede estar compuesta por más de dos secciones de casco, y todas estas secciones serán diseñadas y construidas usando las técnicas de construcción naval más modernas de embarcaciones con casco de acero diseñadas para desplazarse por el océano. Todas las secciones de casco se unirán o conectarán entre sí por medio de sistemas de articulación alineados horizontalmente, estos serán muy robustos y tendrán un diseño avanzado para permitir que las secciones de casco giren parcialmente en el plano vertical una con relación a la otra.

- 30 Aunque pueden usarse un número de secciones de casco en una aplicación cualquiera, serán necesarias un mínimo de dos secciones. Para los propósitos de esta descripción, se hará referencia a un aparato que funciona usando el requisito mínimo de dos secciones de casco. Puede decirse que el aparato descrito aquí es "de dos mitades" y está articulado o unido aproximadamente en la mitad de su longitud. Puede usarse o no un sistema de propulsión para el aparato y, en cualquier caso, será superfluo para su función principal de conversión de la energía undimotriz, que se realizará mientras está estacionario.

- 35 Durante su periodo de funcionamiento, el aparato estará anclado desde un único punto para fijar su posición geográficamente y también de manera que se permita que se establezca de manera natural una alineación que tendrá como resultado que las olas se mueven hacia y a lo largo de las secciones de casco en ángulos rectos con respecto a las mismas, tal como sería normal con una disposición de anclaje de este tipo.

- 40 La sección 1 delantera de la embarcación, que constituiría la sección de proa, permanecerá en todo momento sobre las olas y sujeta directamente a un sistema 40, 50 de anclaje/amarre, (fijado al fondo del mar) esta sección 1 delantera será diseñada y construida de manera que tenga una forma de proa aerodinámica adecuada.

- 45 Una vez posicionados y expuestos de esta manera a la acción del oleaje en mar abierto, los cascos del aparato responderán a esta acción del oleaje produciendo un movimiento semi-giratorio, alternante, en el plano vertical, en el que el eje (4, 3) de articulación de conexión forma el centro de este movimiento.

- 50 La etapa siguiente es el procedimiento mediante el cual el movimiento alternante de las embarcaciones, tal como se ha descrito anteriormente, es convertido en energía utilizable a través de la instalación en cada casco de la disposición de ejes, embragues de patín, conexiones y engranajes, (descritos anteriormente) que son accionados por el movimiento de interacción de las secciones de casco a través del eje de articulación. Esto permite que la rotación parcial del movimiento del casco sea desarrollada mecánicamente en un movimiento de rotación completa. Esta instalación será de doble efecto y tendrá un eje en cada casco que puede girar completamente en una sola dirección.

## ES 2 559 703 T3

- 5 Cada sección de casco tendrá un eje 10 que gira completamente, que son los ejes de accionamiento primarios. Las rpm de cada eje 10 primario serán bajas y un tanto inconsistentes dependiendo de la frecuencia y la amplitud del oleaje, sin embargo cada eje tendrá una capacidad sustancial de salida de energía debido a la palanca que las secciones de casco pueden ejercer sobre el eje 3, 4 central de articulación conforme la embarcación reacciona a la acción del oleaje.
- Cada uno de estos ejes 10 de accionamiento primarios estará acoplado a instalaciones de cabrestante idénticas que han sido colocadas en alineación entre sí sobre la cubierta de cada sección de casco, tal como se ha descrito anteriormente.
- 10 Los cabestrantes 13 tienen un único carrete con dimensiones apropiadas para la aplicación, equipado con sistemas 12, 20 de embrague y freno neumáticos/eléctricos, de alto rendimiento, y que pueden ser controlados y operados electrónicamente. El cabrestante está equipado con una cantidad suficiente cable/cabo 14 de alta calidad en el carrete para tener en cuenta la profundidad del agua en su ubicación de trabajo propuesta en el mar.
- 15 El requisito es que cada cabo 14 tenga una longitud suficiente para llegar hasta justo por encima del lecho marino desde la superficie en esa ubicación. En una realización, el diseño puede requerir que haya disponible al menos una profundidad de sesenta metros, esta profundidad mínima puede facilitar la secuencia operativa, y además la acción del oleaje a esta profundidad es ideal. Para profundidades de menos de sesenta metros puede ser necesaria una adaptación mediante la inclusión de una disposición de polea móvil que aumentaría la longitud del cabo y requiere que el peso sea aumentado también al doble. Las profundidades muy superiores a sesenta metros serían también adecuadas, escalando los requisitos del sistema de anclaje para tener en cuenta el aumento de la
- 20 profundidad del agua.
- En relación a las instalaciones de cabrestante, en ambos casos los cabos 14 saldrán de cada carrete de cabrestante al que están unidos a través de un sistema de bloques y rodillos, a posiciones que han sido calculadas para optimizar la estabilidad y la flotabilidad de cada casco. Desde estas posiciones, los cabos saldrán verticalmente hacia abajo a través de cada sección de casco, a través de recintos estancos que no comprometerán
- 25 la capacidad de mantenimiento de condiciones marinas seguras de los cascos y, por lo tanto, al mar, donde debajo del casco flotante el peso 101 está fijado al extremo de cada cable.
- El diseño y la disposición de los sistemas mecánicos tal como se ha descrito anteriormente convertirán la energía de las olas a las que está expuesta la embarcación a un sistema que suministrará energía a los cabrestantes; permitiendo de esta manera que cada cabrestante eleve el peso fijado al mismo desde el punto más bajo de la
- 30 secuencia, justo encima del lecho marino y separado del mismo, hasta el punto más alto de la secuencia, un punto justo debajo de la parte inferior de cada casco. De esta manera, el aparato funcionará con al menos un cabrestante en cada sección de casco, y al menos un peso por cabrestante. Preferiblemente, los pesos serán de igual masa y vendrán determinados en cada caso por la aplicación particular y la escala de la máquina a ser operada.
- Además, cada carrete de cabrestante está equipado con dos embragues, uno a cada lado del carrete de la
- 35 siguiente manera; un embrague 12 primario que permitirá que cada carrete 13 sea desacoplado o acoplado a su eje de accionamiento o de entrada desde el mecanismo 11 de engranaje, y un embrague secundario que permitirá que cada carrete se desacople o se acople a su eje de salida.
- Los embragues funcionarán en una secuencia alterna; cuando un carrete de cabrestante está siendo accionado por su eje de entrada primario con el embrague 12 primario acoplado y en el proceso de elevar su peso adjunto, el
- 40 embrague de salida, o embrague 20 secundario, permanecerá desacoplado. Cuando el carrete 13 ha terminado de elevar el peso adjunto, el embrague 12 primario desacoplará el carrete 13 del eje de accionamiento primario y el embrague 20 secundario tomará el relevo para acoplar el carrete con el eje 19 secundario o de salida.
- Por lo tanto, cada sistema de cabestrante será diseñado y construido para realizar dos funciones separadas, realizando una función en cada momento en una secuencia específica. La primera secuencia, que es la etapa que
- 45 acumula la energía extraída directamente de la acción del oleaje, comenzará cuando el carrete 13 de cabrestante con su sistema de frenado liberado y el embrague 12 primario acoplado y accionado por su eje de entrada primario respectivo, comenzará a elevar su peso adjunto desde donde estará suspendido, es decir, justo encima y separado del fondo marino, que es el punto más bajo de la secuencia, a un punto justo debajo del casco flotante, que es el punto más alto. Durante este procedimiento, a medida que el peso está siendo elevado por su carrete desde esta
- 50 posición más baja, el cable 14 fijado es recogido en bobinas apretadas y es enrollado en el carrete 13 de cabrestante hasta que el peso ha alcanzado la posición más alta predeterminada justo debajo y separada del casco 1.
- Un carrete 13 de cabestrante, con su peso suspendido desde el mismo, en esta posición más superior ha acumulado energía en los devanados del cable a media que era enrollado alrededor de la bobina, y está "cargado"
- 55 con una fuente de energía gravitacional o energía potencial que ha adquirido durante el transcurso de su recorrido

vertical hasta este punto más alto y esta energía está ahora disponible para ser trabajada de una manera controlada.

La segunda secuencia es en la esta energía potencial acumulada es utilizada de una manera controlada con el propósito de generar energía eléctrica, y esta secuencia se activará inmediatamente después de que el peso ha sido elevado hasta esta posición más alta. La activación de esta secuencia es iniciada por la operación tanto del embrague 12 primario como el embrague 20 secundario en conjunción con el sistema de frenado de la manera siguiente. El freno será aplicado para asegurar momentáneamente el carrete 13 y no permitir que gire, de manera simultánea en una acción coordinada, el embrague 12 primario se desacoplará del eje de accionamiento primario y el embrague 20 secundario será operado para acoplar el carrete "cargado" a su eje 19 secundario o de salida. La liberación del freno "vaciará" ahora el carrete permitiendo que el peso comience su descenso con el carrete 13 acoplado ahora al eje 19 secundario o de salida mediante el embrague 20 secundario, permitiendo que el carrete haga girar el eje secundario. El eje secundario transmitirá esta energía desde el carrete a través de una caja 21 de cambios multiplicadora proporcionando una velocidad de eje suficiente para accionar el generador 22 de CA. A medida que la gravedad mueve el peso en este descenso a su posición inferior tal como se ha descrito anteriormente, la acción de este descenso hará que el carrete gire a medida que la fuerza gravitacional del peso descendente desenrolla el cable alrededor del carrete. Este descenso será controlado activamente por medio de un sistema de frenado productor de energía, o un sistema de control electrónico que puede aumentar momentáneamente la carga eléctrica en el generador de manera que puedan conseguirse unas rpm constantes sin desperdiciar energía.

Tal como se ha indicado anteriormente, esta descripción se refiere a una versión de este diseño que funcionará usando dos secciones de casco unidas, en el que cada sección tiene su propio eje, cabrestante, peso, engranajes multiplicadores e instalaciones de generador de CA. Durante su funcionamiento y con el propósito de conseguir una salida continua de energía eléctrica desde la embarcación en su conjunto, cada sección de casco será coordinada continuamente con su sección de casco contigua en una secuencia alternante de producción de energía. Es decir, mientras una sección de casco se encuentra realizando su secuencia de elevación de su peso y, por lo tanto, no está produciendo energía eléctrica, su sección de casco contigua estará realizando una secuencia de generación de energía con su peso descendiendo. Esta secuencia alterna se repetirá de manera proporcional para las versiones de este diseño que funcionan usando más de dos secciones de casco unidas.

En las Figuras 4 y 5 se muestran diversas etapas de funcionamiento del sistema, que ilustran cómo las secciones 1, 2 de casco de proa y de popa pivotan hacia arriba y hacia abajo, una con relación a la otra, a medida que las olas pasan por debajo de las mismas. Cuando un peso 101 alcanza la posición más alta, el otro peso 101 está en la posición más baja.

Se entenderá que la sección 2 de casco de popa tendrá el mismo equipamiento que la sección 1 de casco de proa y funcionará de la misma manera. Tal como se muestra en la Figura 1, cada sección 1, 2 de casco puede tener una aleta 30 para aumentar la estabilidad y para mantener los cascos 1, 2 apuntando hacia el viento. El casco 1 proporcionará una línea 40 de anclaje que puede estar fijada a una boya 50 de señalización y la línea de anclaje asegurada al fondo del mar.

El aparato puede estar equipado con un sistema de polea móvil ("double purchase") (Figura 6) que tiene un bloque 102 de polea después de que el cable 14 principal ha salido del casco, lo que permitiría el uso de una mayor longitud de cable en una menor profundidad de agua. Por supuesto, esto significaría que tendrían que aumentarse los pesos 101 al doble de los de una instalación de una única polea, en resumen, es una opción para profundidades de menos de sesenta metros.

Con referencia ahora a las Figs. 7 a 18, en las mismas se muestra otra realización del aparato para convertir la energía undimotriz en energía eléctrica, indicado en general con el número de referencia 200. La construcción y el funcionamiento de esta segunda realización de la invención son, en muchos aspectos, similares a los de la primera realización, sin embargo, las diferencias técnicas importantes se describen a continuación.

El aparato 200 comprende una primera sección o sección 201 de casco de proa y una sección 202 de casco de popa o de popa. Las secciones 201 y 202 de casco están conectadas de manera pivotante entre sí mediante ejes 203 y 204 articulados de manera que las secciones 201 y 202 de casco de proa y de popa puedan pivotar una con relación a la otra.

La sección 201 de casco de proa tiene una brida 205 que transporta un segmento 206 de engranaje y la sección 202 de casco de popa tiene una brida 207 que transporta un segmento 208 de engranaje. Además, la sección 201 de casco de proa tiene una rueda 209 de engranaje de piñón expuesta en su cara 210, en el que este engranaje 209 de piñón se engrana con el segmento 208 de engranaje en el casco 202 de popa. De manera similar, la sección 202 de casco de popa tiene un engranaje 211 de piñón sobre su cara 212, en el que este engranaje 211 de piñón se engrana con el segmento 206 de engranaje sobre el casco 201 de proa.

## ES 2 559 703 T3

A medida que los cascos 201, 202 pivotan uno con relación al otro, a medida que una ola pasa por debajo del aparato, el segmento 208 de engranaje causa la rotación del piñón 209 y el segmento 206 de engranaje causa la rotación del piñón 211.

5 Cada uno de los piñones 209 y 211 está conectado a un sistema respectivo de accionamiento y de transmisión de potencia para elevar y bajar un peso 220 y 221 respectivamente en cada casco 201, 202.

Ahora se describirá el sistema 301 de accionamiento y de transmisión de potencia y de transferencia de energía, uno por cada sección de casco.

10 En primer lugar, cabe señalar que cada sección 201, 202 de casco tendrá una cubierta (A) superior y una cubierta (B) inferior. Haciendo referencia a las Figuras 13-16, el sistema 400 de accionamiento global comprende un sistema 301 primario de transmisión de potencia/transferencia, un carrete 302 de cabrestante y un sistema 303 de accionamiento de engranajes para un generador 304 eléctrico. El sistema 301 de transferencia de energía proporciona energía de rotación a un eje 250 de accionamiento para el carrete 302 de cabrestante y la rotación del eje de accionamiento enrolla un cabo/cable 14 para elevar un peso 220 que está suspendido debajo de la sección 15 201 de casco. Cuando el peso 220 ha sido elevado completamente, puede ser bajado de nuevo mediante la fuerza de la gravedad liberando un freno en el carrete 302 que a su vez hace girar un eje 310 de salida para accionar el generador 304 eléctrico a través del sistema 303 de accionamiento con engranaje multiplicador. Los pesos 220, 221 tiene un rebaje 420 y 421 correspondiente en la parte inferior de cada casco y cada rebaje 420, 421 tiene una abertura 520, 521 sellada correspondiente para la salida del cabo/cable 14.

20 Tal como se muestra, la transferencia de energía, el almacenamiento y el generador eléctrico están dispuestos de manera que el aparato completo se extienda sobre las dos cubiertas (A) y (B) interiores. Tal como se muestra en la Figura 14, parte del sistema 301 de transmisión de potencia, y parte del sistema 303 de accionamiento de engranajes para el generador 304 se encuentran en la cubierta (A) superior. Una cantidad muy pequeña de agua puede ser subida a bordo con el cable 14, cada vez que un peso se eleva de manera que el carrete 302 se coloca debajo de la cubierta (A) del generador, y sellado con respecto al equipo eléctrico principal. Se minimizará cualquier 25 entrada de agua debida al cable por medio de la manera en la que el cable es enderezado a bordo, es recogido en una sentina y es descargado periódicamente por la borda a través de bombas automáticas de baja tensión.

30 La transmisión 301 de potencia tiene una sección superior montada sobre la cubierta (A) superior, siendo esta la transmisión de potencia principal y los ejes secundarios. El eje 240 primario (Figura 15) tiene montado sobre el mismo el piñón 209 y tiene dos engranajes 241 y 242 adicionales que accionan los piñones 243, 245 sobre el eje 246 secundario. Los piñones 243 y 245 del eje secundario están equipados con embragues de patín que transfieren el par de torsión solo en una dirección, en el que un piñón 243 es accionado directamente por el engranaje 241 de eje primario mientras que el otro piñón 245 es accionado indirectamente por el engranaje 242 del eje primario a través del engranaje 247 loco, usándose esta disposición para rectificar la dirección de rotación del eje secundario. Debido a que el piñón 209 se hace girar en respuesta al movimiento pivotante entre los dos cascos 201, 202, los 35 cascos que reaccionan transfieren de manera efectiva el movimiento oscilatorio del eje 240 primario a una rotación direccional en el eje 246 secundario. El par de torsión en una dirección del eje 246 secundario es transferido a continuación adicionalmente por la rueda 249 de engranaje fija a través de una etapa de engranaje multiplicador adicional que se combina dentro de la carcasa de transmisión de potencia y por debajo del nivel de la cubierta superior. La etapa de engranaje multiplicador adicional acciona el eje 250 de entrada del carrete.

40 En un ejemplo, la velocidad, los engranajes y las dimensiones de la transmisión de potencia son:

Diámetro del círculo de cabeceo de los segmentos 206, 208 de engranaje = 16,250 metros

Diámetro del círculo de cabeceo del piñón 209 de eje de entrada a la transmisión de potencia = 1.300 mm

Diámetro 204 del eje de entrada a la transmisión de potencia para 1 MW 2 rpm = 850 mm

45 Con una altura de ola y un periodo de 2 metros y 8 segundos, respectivamente, la velocidad de los cascos en su circunferencia será igual a 0,5 metros/s, esto equivale a 0,16 rpm. Los segmentos 206, 208 de engranaje están girando a 0,16 rpm, la relación de multiplicación al piñón de entrada de la transmisión de potencia = 1:12,5. El piñón 209 de transmisión de potencia y el eje 240 de entrada girarán a 2 rpm en cada dirección durante el cabeceo y la oscilación vertical.

50 Se prevé que, en una realización, el engranaje produzca una relación de multiplicación de 1:5 entre el eje 240 primario de transmisión de potencia y el eje 250 de entrada de carrete.

En el escenario en el que el dispositivo está reaccionando a la actividad de un oleaje de 2 metros y 8 segundos, tal como se ha indicado anteriormente, el eje de entrada del carrete de cabrestante estará girando a una velocidad media de 10 rpm. La circunferencia del núcleo del carrete de cabrestante medirá 6 metros y cuando gira a 10 rpm

enrollará el cable a una velocidad lineal de 1 metro/segundo.

5 En un escenario en el que el dispositivo está reaccionando a la actividad del oleaje de ciertas condiciones, de aproximadamente 2 metros y 8 segundos, el eje de entrada del carrete estará girando a una velocidad media de 10 rpm y la circunferencia del núcleo de carrete medirá 6 metros y cuando gira a 10 rpm enrollará el cable 14 a una velocidad lineal de 1 metro por segundo. La Figura 16 muestra el carrete 302 con el cable 14 y el peso 220 fijado en un formato en el que puede conectarse en cada casco.

10 Se prevé que puedan aplicarse ciertos límites (Figuras 17, 18) al movimiento pivotante angular de la sección de casco de proa con relación a la sección 202 de casco de popa y dichos límites pueden depender del arco de los segmentos 206, 208 de engranaje que pueden ser diseñados en función del tamaño de las olas que se encuentran en una ubicación particular.

También se prevé que a medida que se está almacenando energía mediante la elevación de uno de los pesos 220, 221, el otro de los pesos será bajado para generar electricidad a través del generador 304 que estará conectado a la red de una manera adecuada.

15 Puede proporcionarse un sistema regenerador para moderar el descenso del peso durante la liberación de energía y puede proporcionarse una gestión electrónica adecuada para controlar la energía de salida y para facilitar un sistema de conmutación para poner el generador en cada casco 201, 202 en línea y en fase durante la secuencia operativa. Se requerirá un suministro de aire comprimido para controlar el ciclo de los sistemas de embrague y de freno. Por lo tanto, se proporcionarán compresores adecuados a bordo para proporcionar el suministro de aire comprimido necesario según se desee.

20

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un aparato para convertir la energía undimotriz en energía eléctrica, que comprende: un primer casco (201) flotante interconectado a un segundo casco (202) flotante, un mecanismo (302) de cabrestante sobre al menos un casco para su uso para elevar un peso (220) suspendido en un cable (14), en el que dicho mecanismo de cabrestante es operado en respuesta al movimiento de dicho primer casco con relación a dicho segundo casco, y un generador (304) accionado por el movimiento descendente del peso.
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el primer casco (201) y el segundo casco (202) están interconectados de manera pivotante.
- 10 3. Aparato según la reivindicación 1 o 2, en el que el mecanismo (302) de cabrestante es operable para elevar el peso, cuando los cascos pivotan uno con relación al otro, tanto en la dirección ascendente como en la dirección descendente.
4. Aparato según la reivindicación 3, en el que un se proporciona mecanismo (301) de accionamiento para operar un eje (250) de accionamiento en una dirección para elevar el peso (220) en respuesta al movimiento relativo del primer casco y el segundo casco.
- 15 5. Aparato según la reivindicación cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un casco (208) tiene un segmento (208) de engranaje que engrana con un engranaje (209) de piñón en el otro casco, en el que dicho engranaje (209) de piñón está engranado con dicho mecanismo (301) de engranaje.
- 20 6. Aparato según la reivindicación 5, en el que cada casco tiene un segmento (206) de engranaje y un engranaje (209) de piñón para engranar con un engranaje (211) de piñón y un segmento (208) de engranaje correspondientes en el otro casco.
7. Aparato según la reivindicación 5 o 6, en el que los segmentos (206, 209) de engranaje tienen un arco de aproximadamente 110°.
8. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que el primer casco y el segundo casco están conectados de manera pivotante por un eje (203) articulado.
- 25 9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el peso (220) en un casco se eleva, a medida que el peso (221) en el otro casco se baja para operar el generador (304).
10. Aparato según la reivindicación 5, en el que el segmento (206) de engranaje está montado sobre una brida (205) que sobresale desde el casco.
- 30 11. Aparato según la reivindicación 5 u 8, en el que el piñón (209, 211) en cada casco está dispuesto sobre una cara (212) frontal del casco.
12. Aparato según la reivindicación 5 u 8, en el que cada casco tiene un rebaje para acomodar el peso (220, 221).
13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada casco comprende una cubierta (A) superior y una cubierta (B) inferior.
- 35 14. Aparato según la reivindicación 13, en el que al menos el generador (304) está dispuesto sobre la cubierta (A) superior.
- 40 15. Un procedimiento para convertir la energía undimotriz en energía eléctrica que comprende proporcionar un primer casco flotante interconectado a un segundo casco flotante, y un mecanismo de cabrestante para su uso para elevar un peso suspendido en un cable, en el que dicho mecanismo de cabrestante es operado en respuesta al movimiento de dicho primer casco con relación a dicho segundo casco, y un generador accionado por el movimiento descendente del peso.

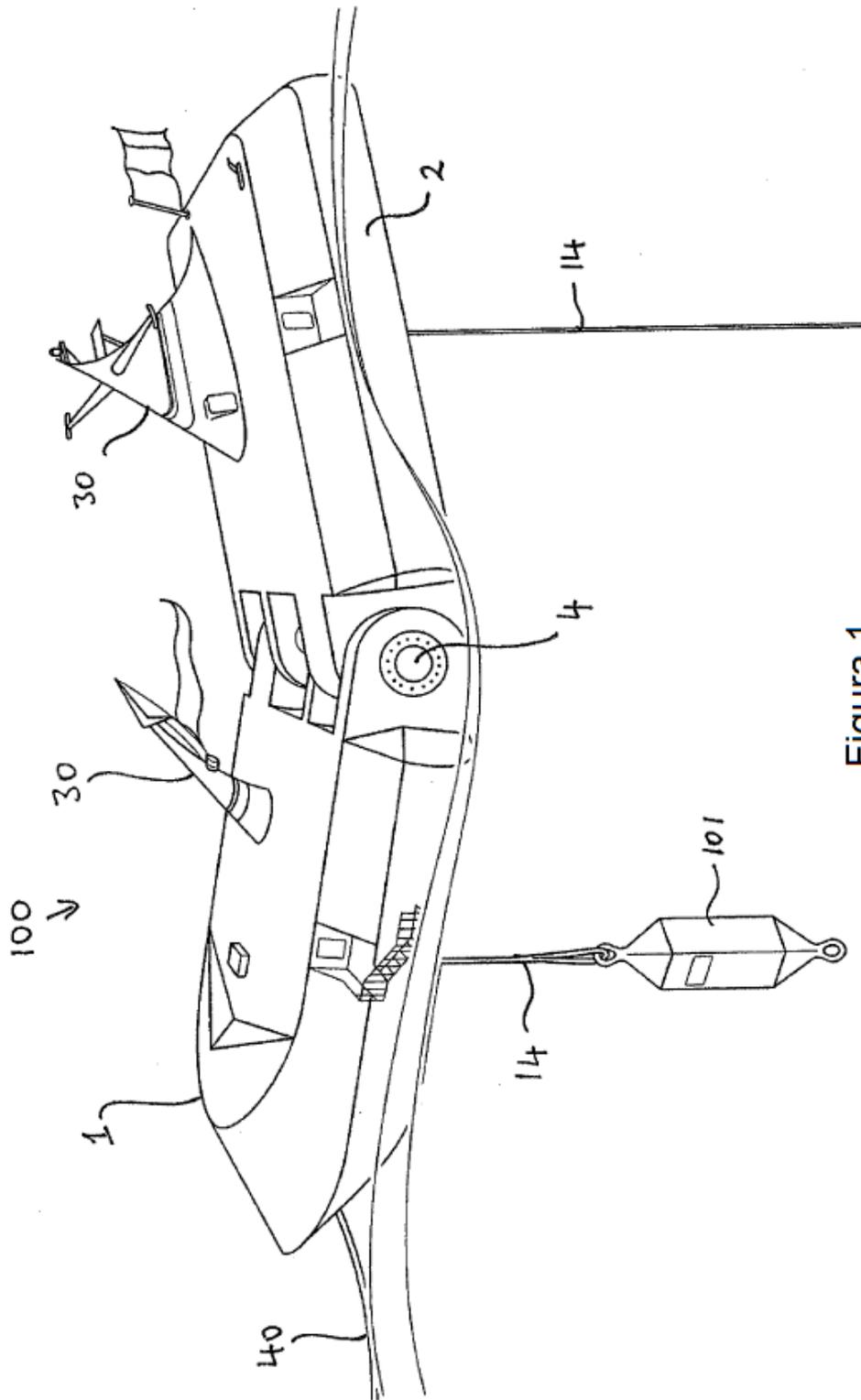


Figura 1

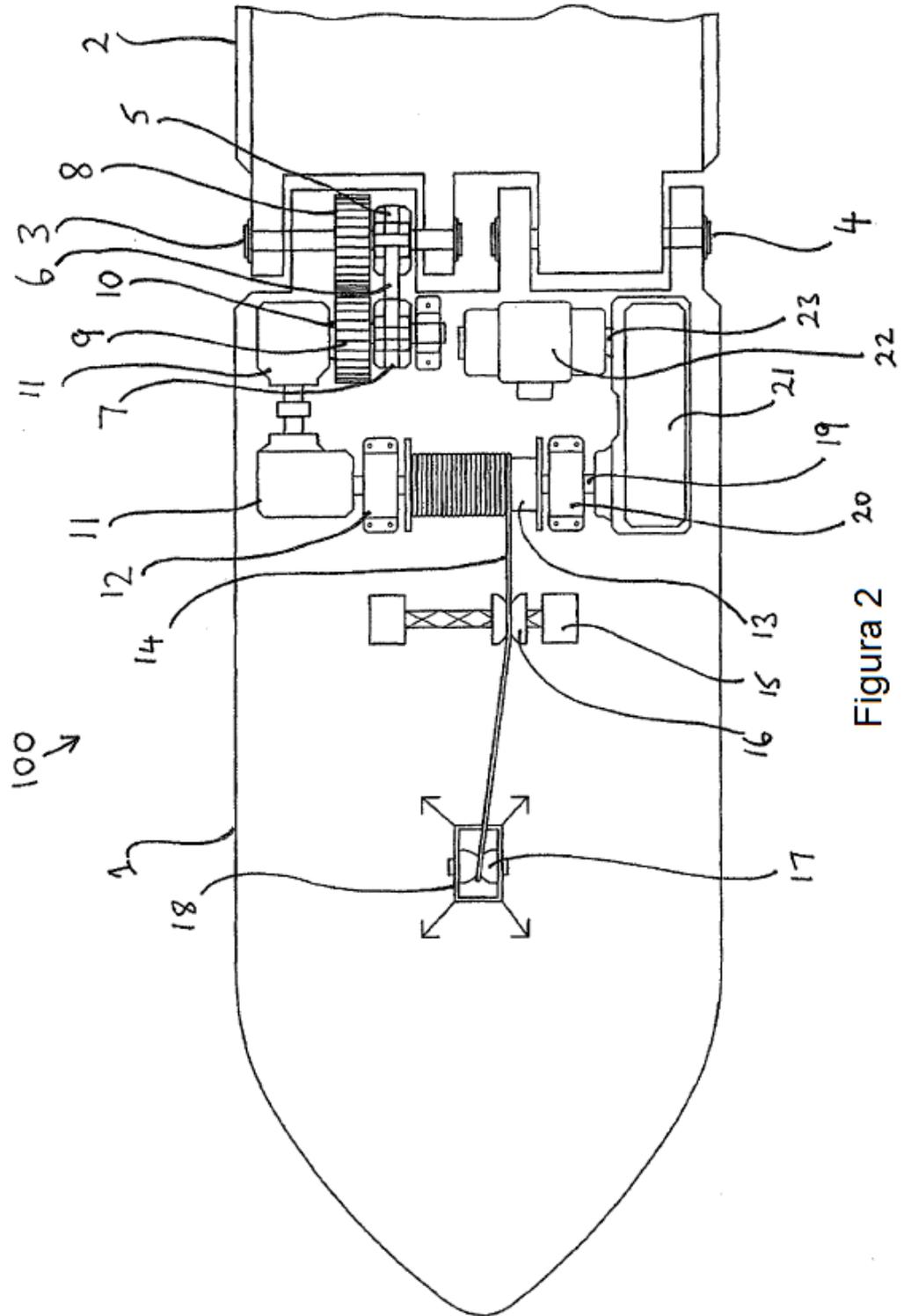


Figura 2

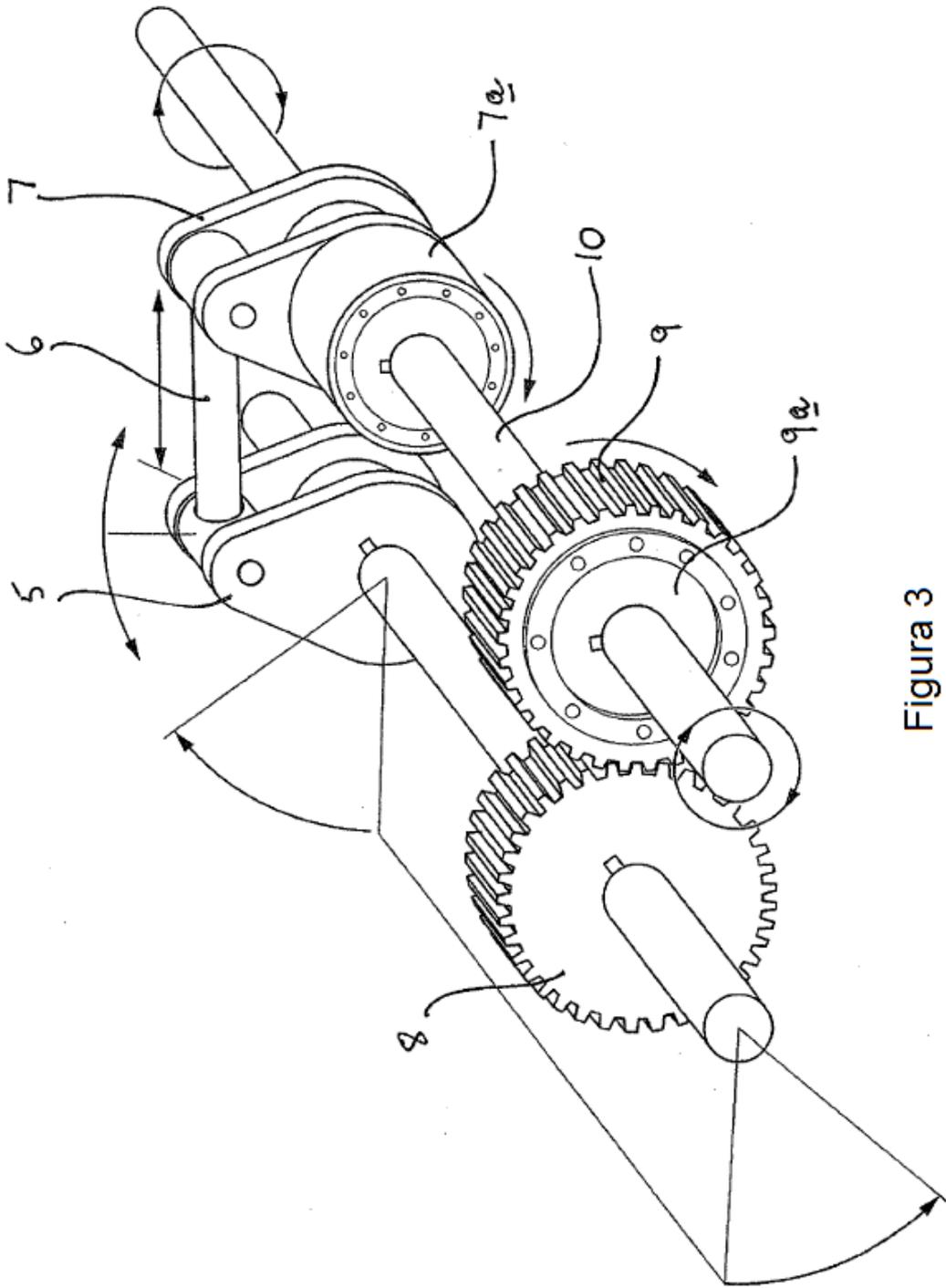


Figura 3

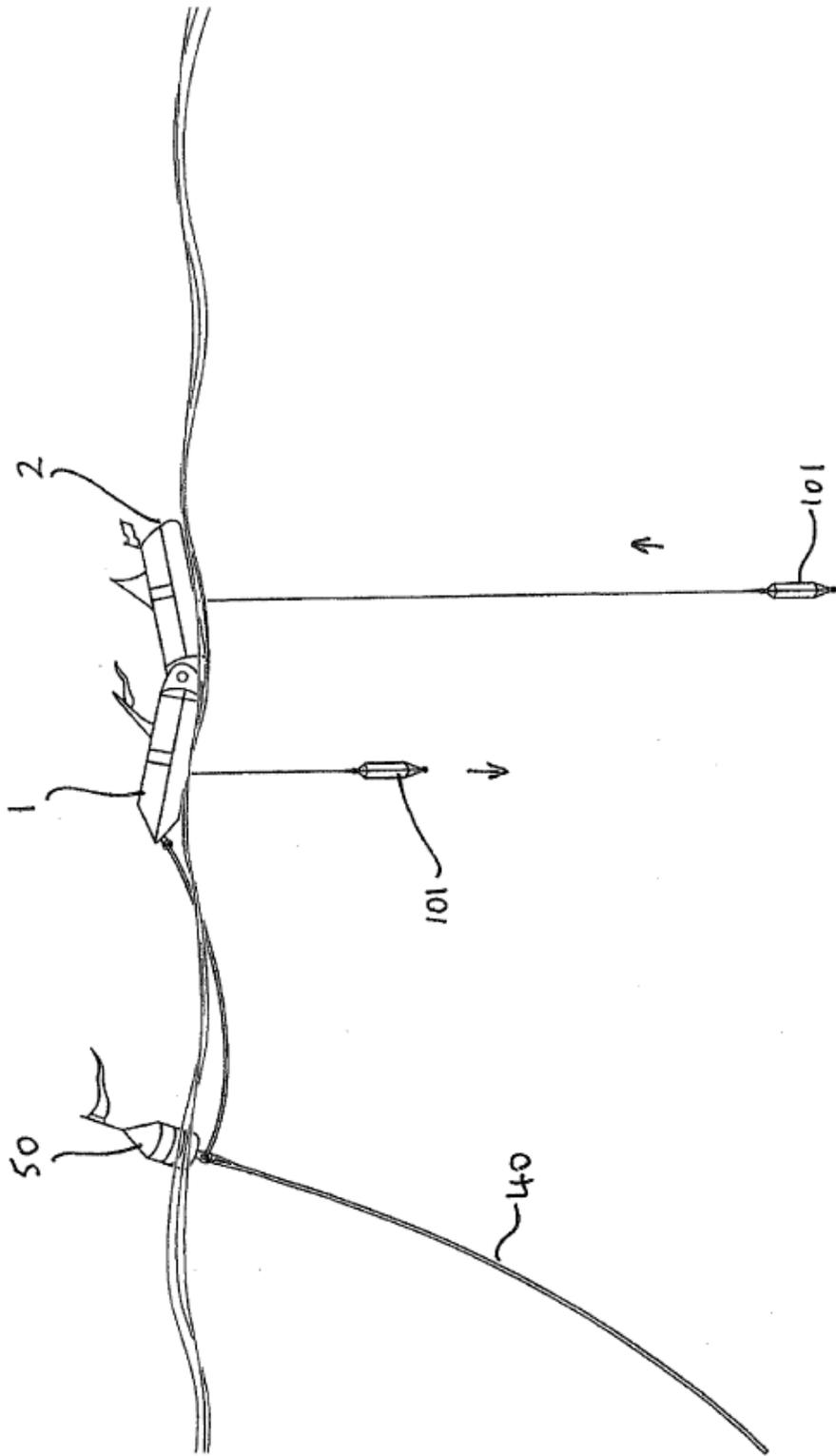


Figura 4

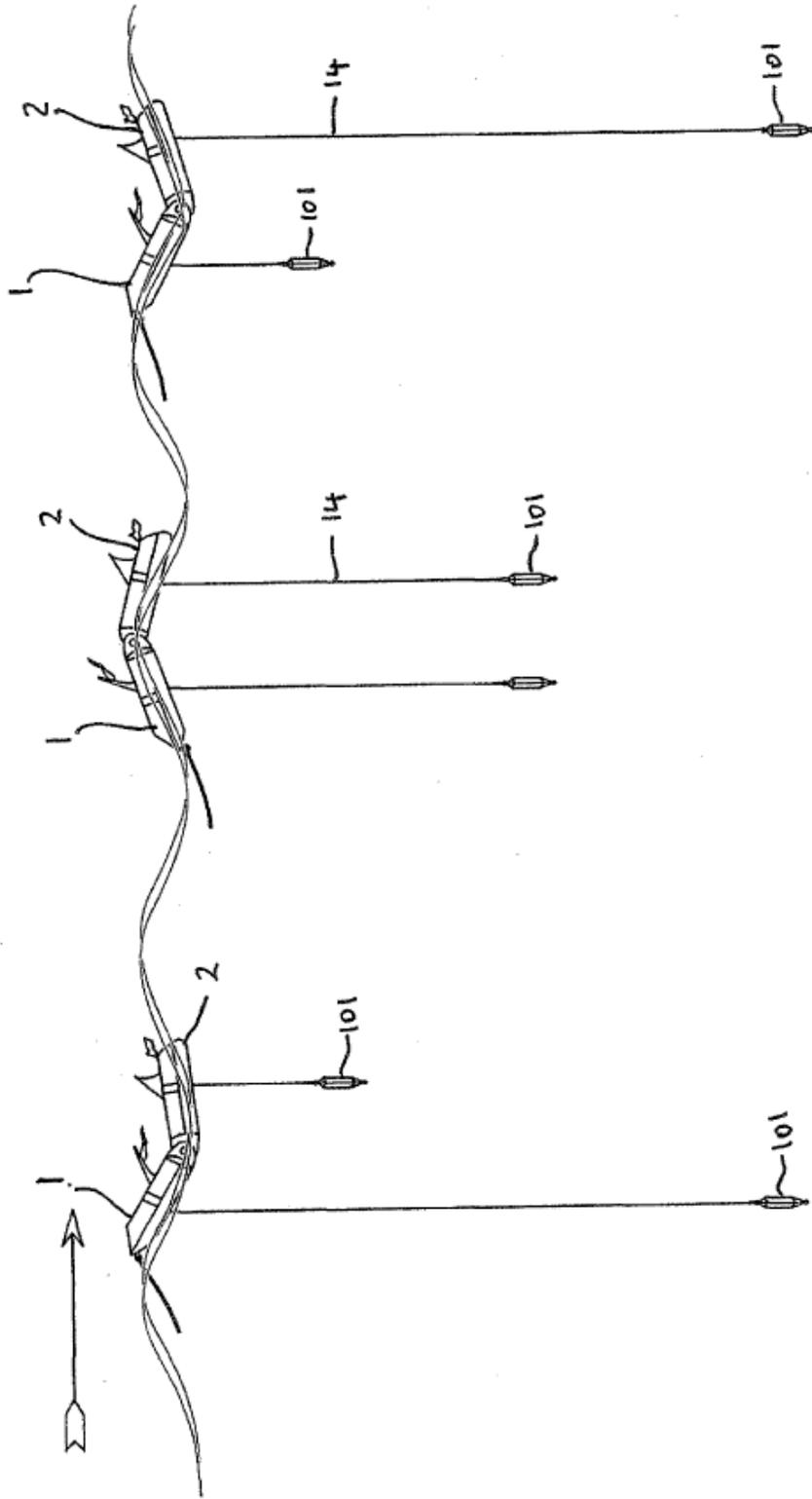


Figure 5

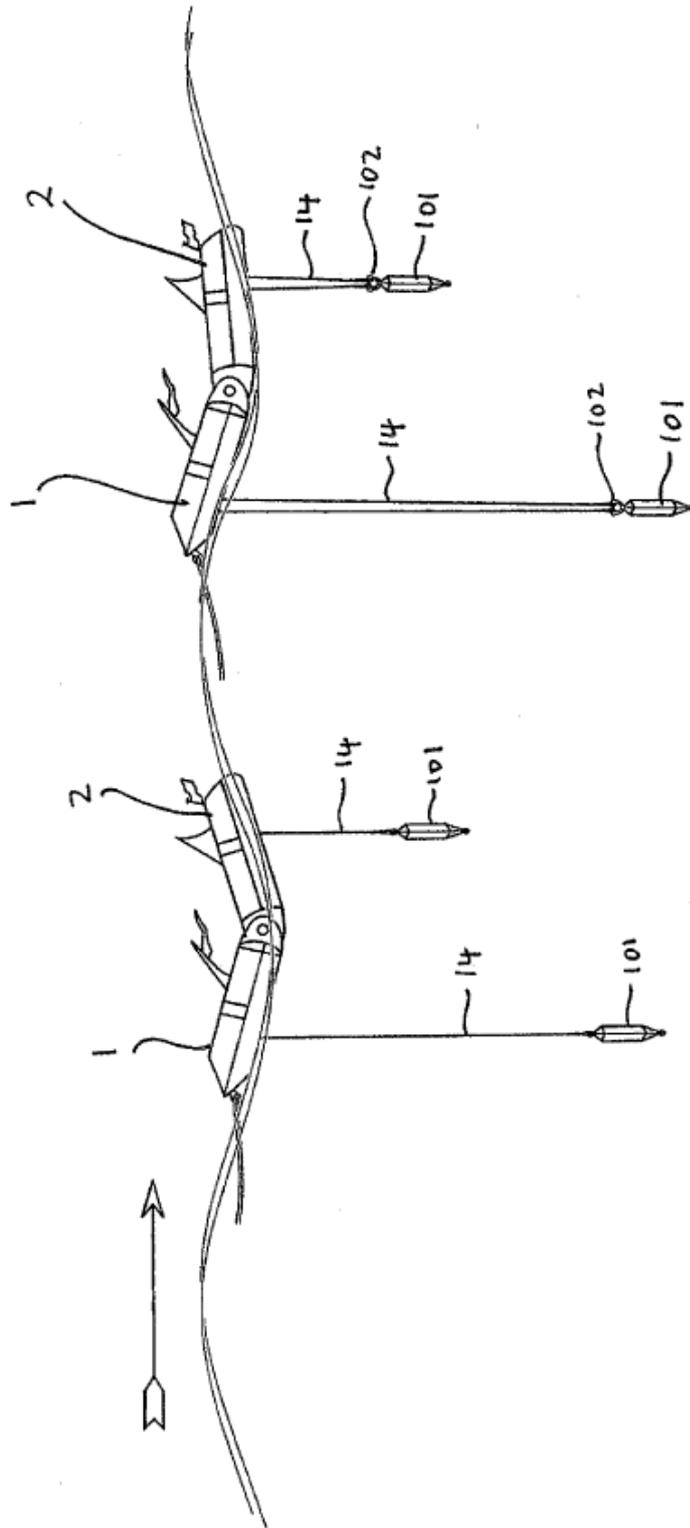


Figura 6

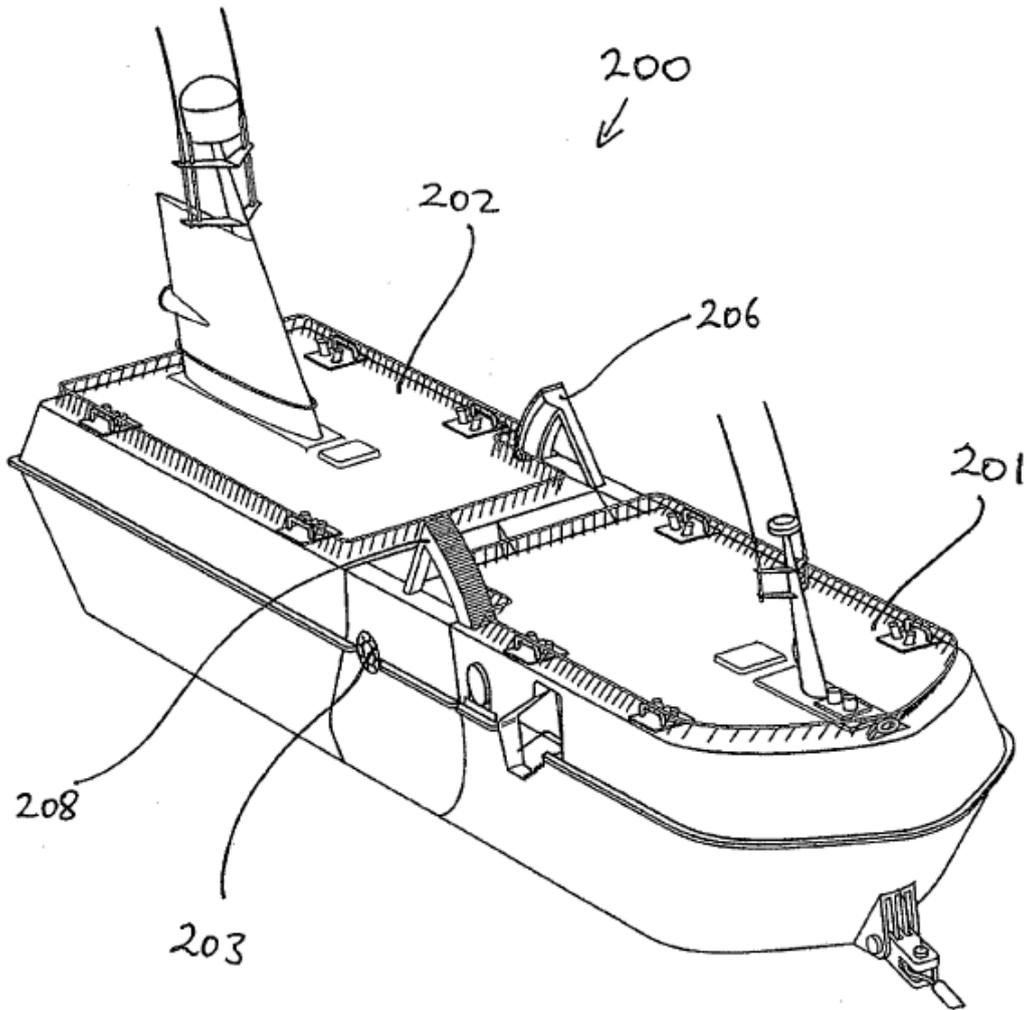
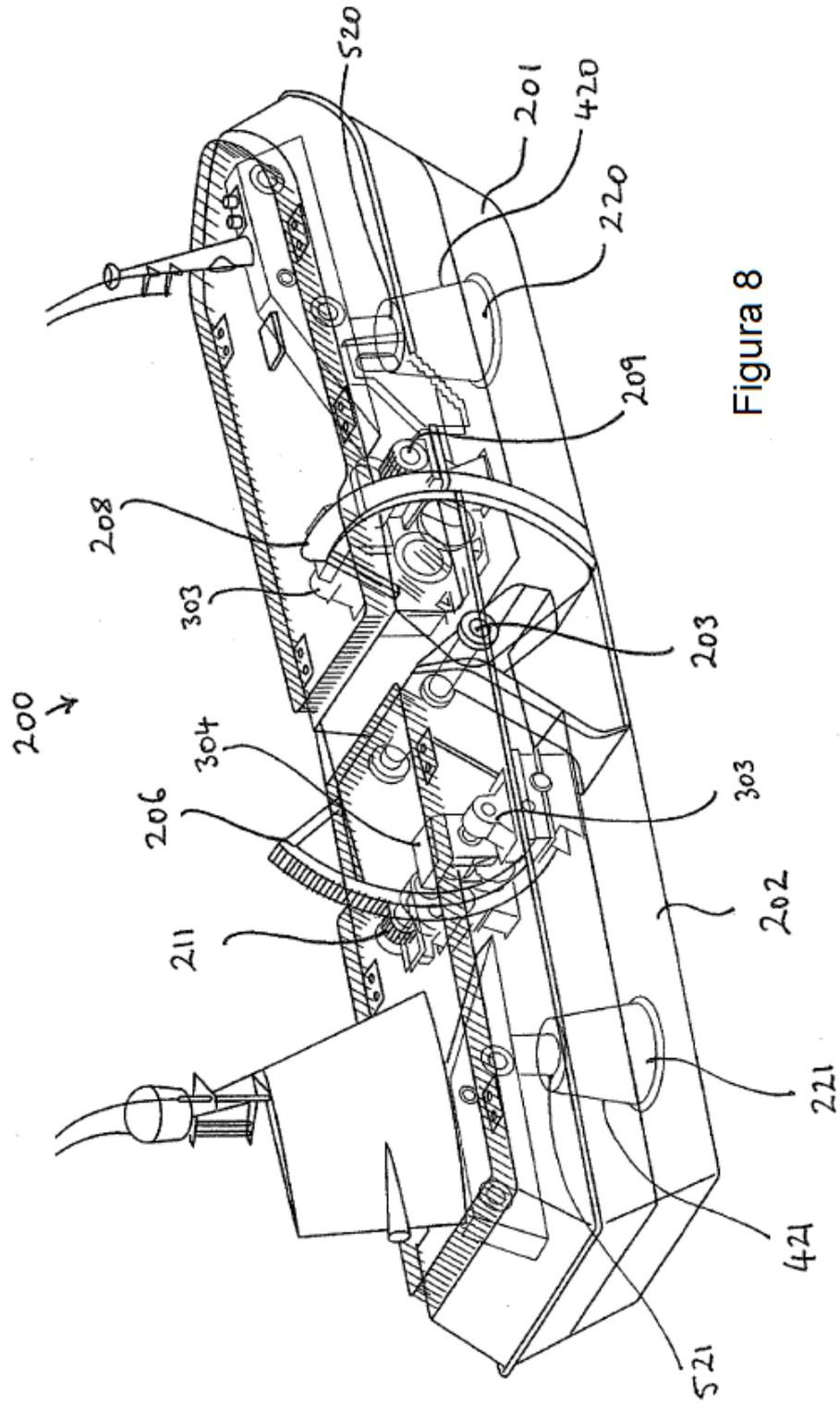


Figura 7



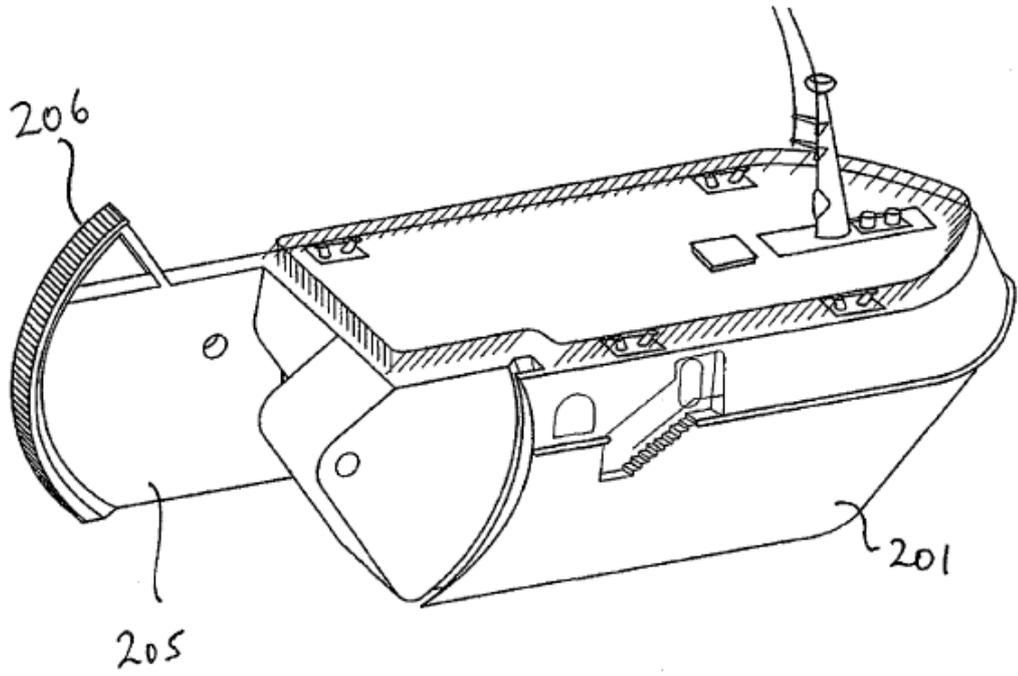


Figura 9

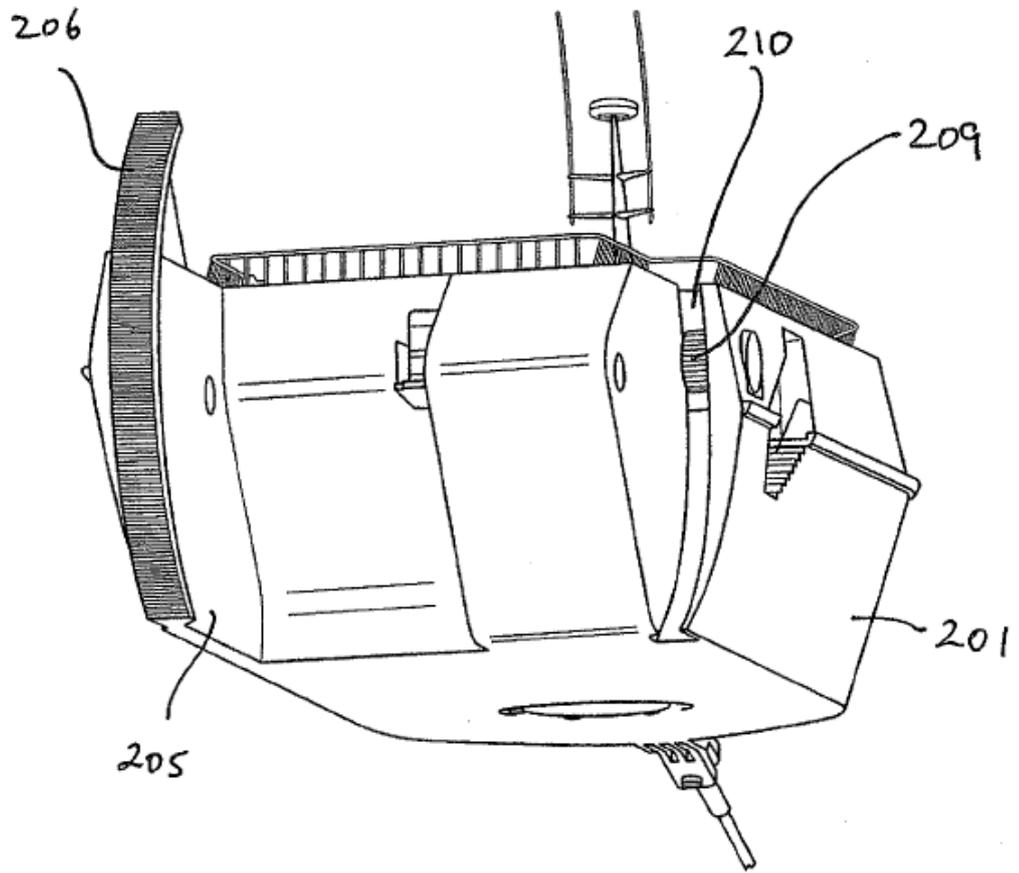


Figura 10

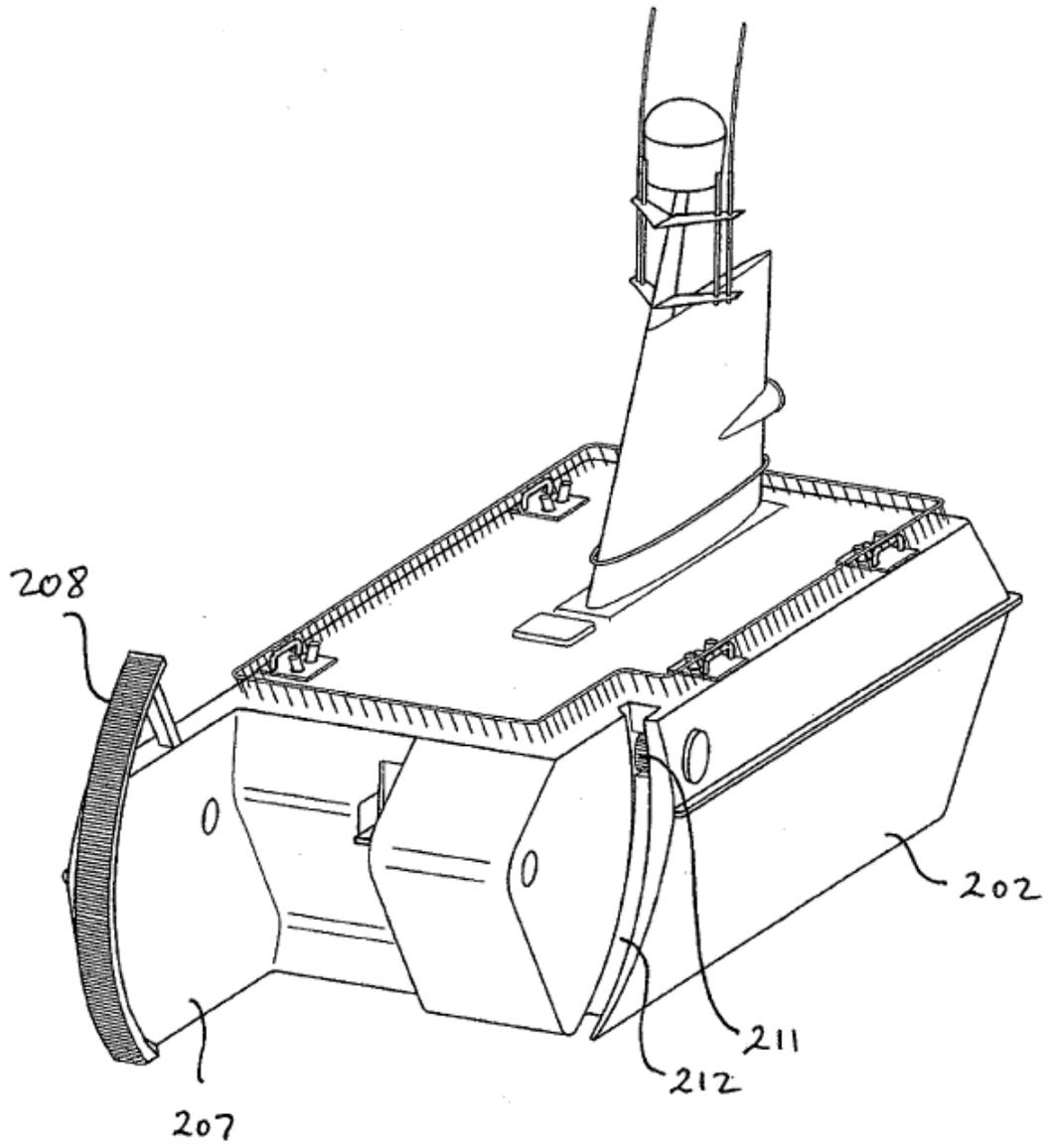


Figura 11

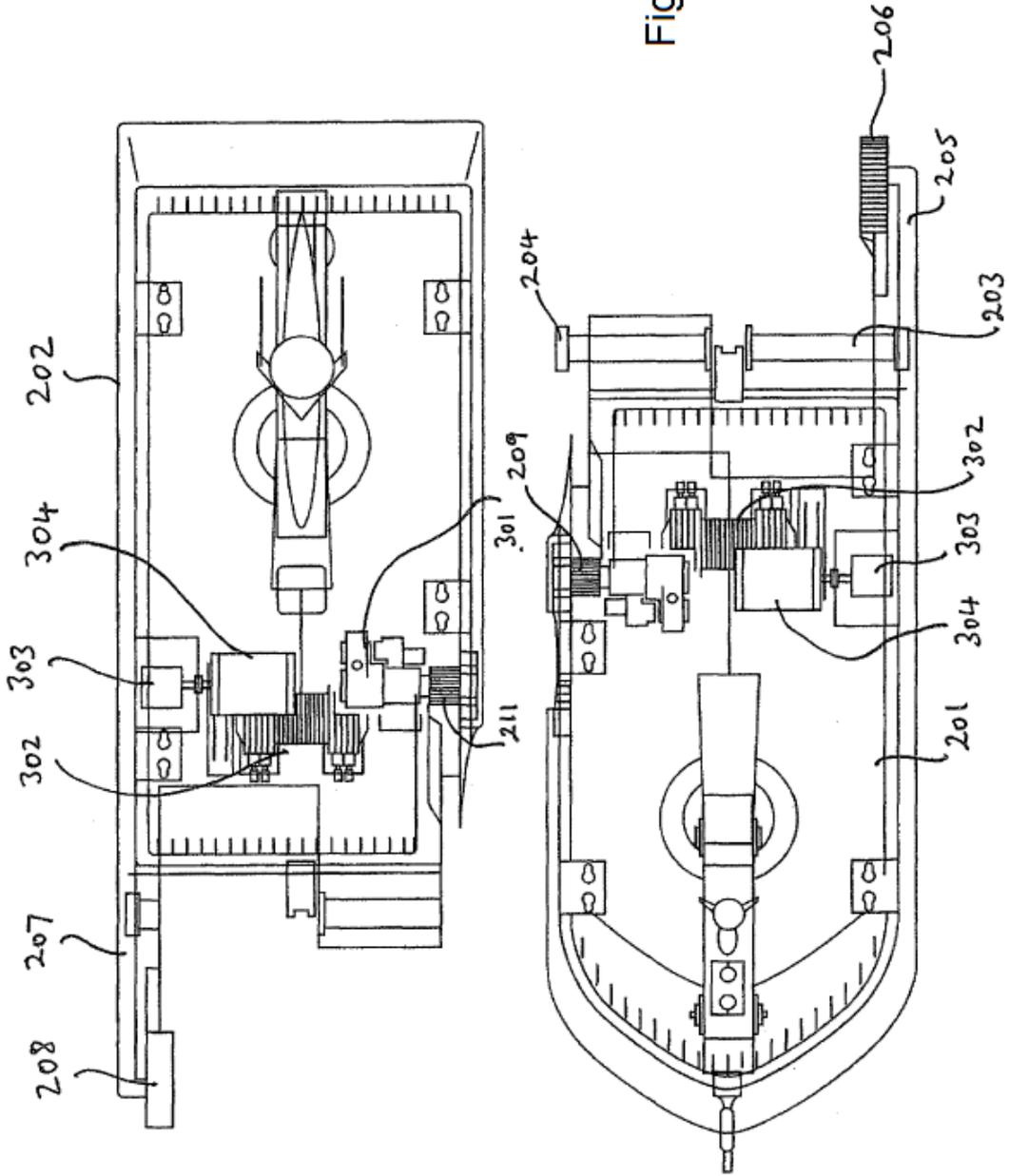


Figura 12

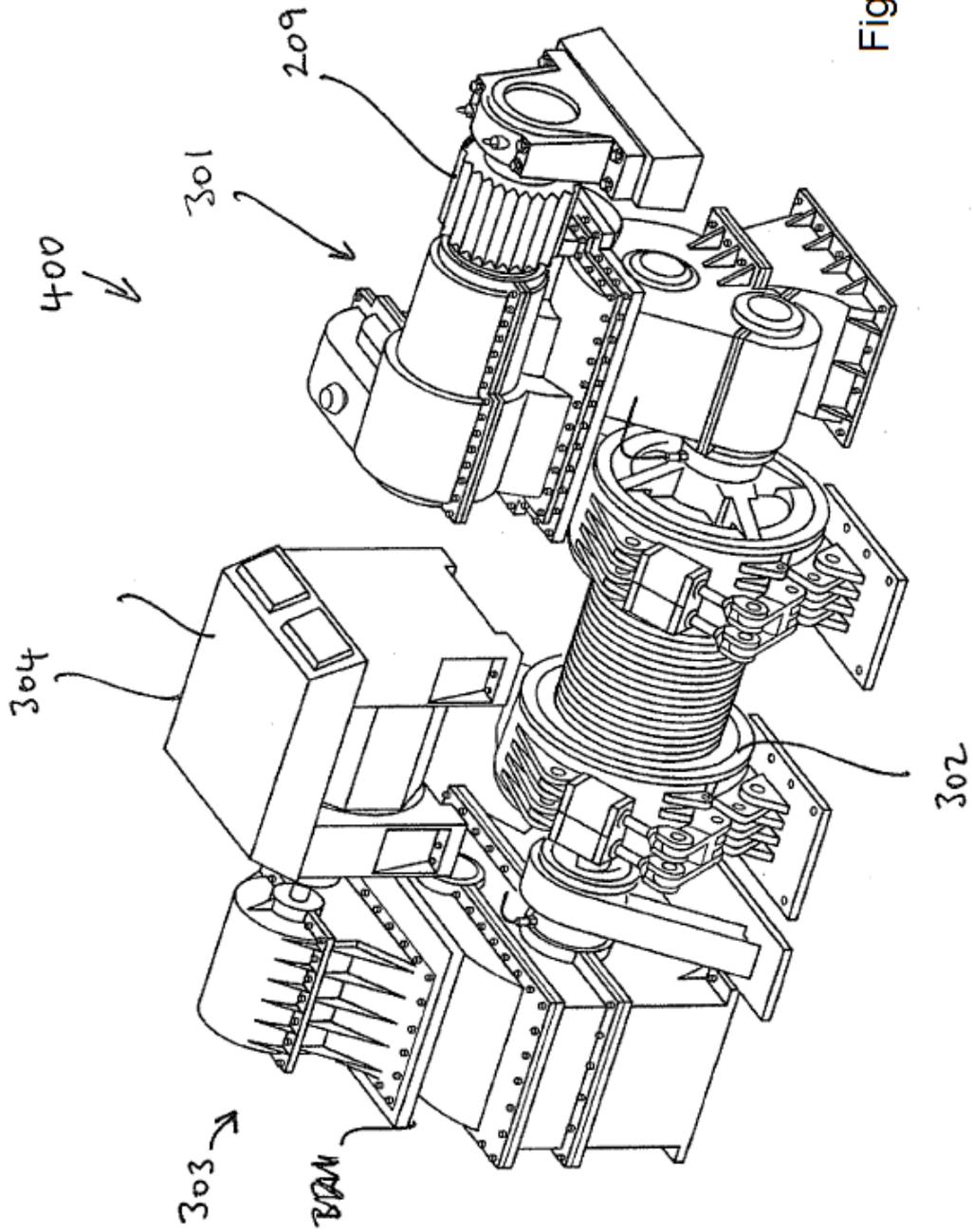


Figura 13

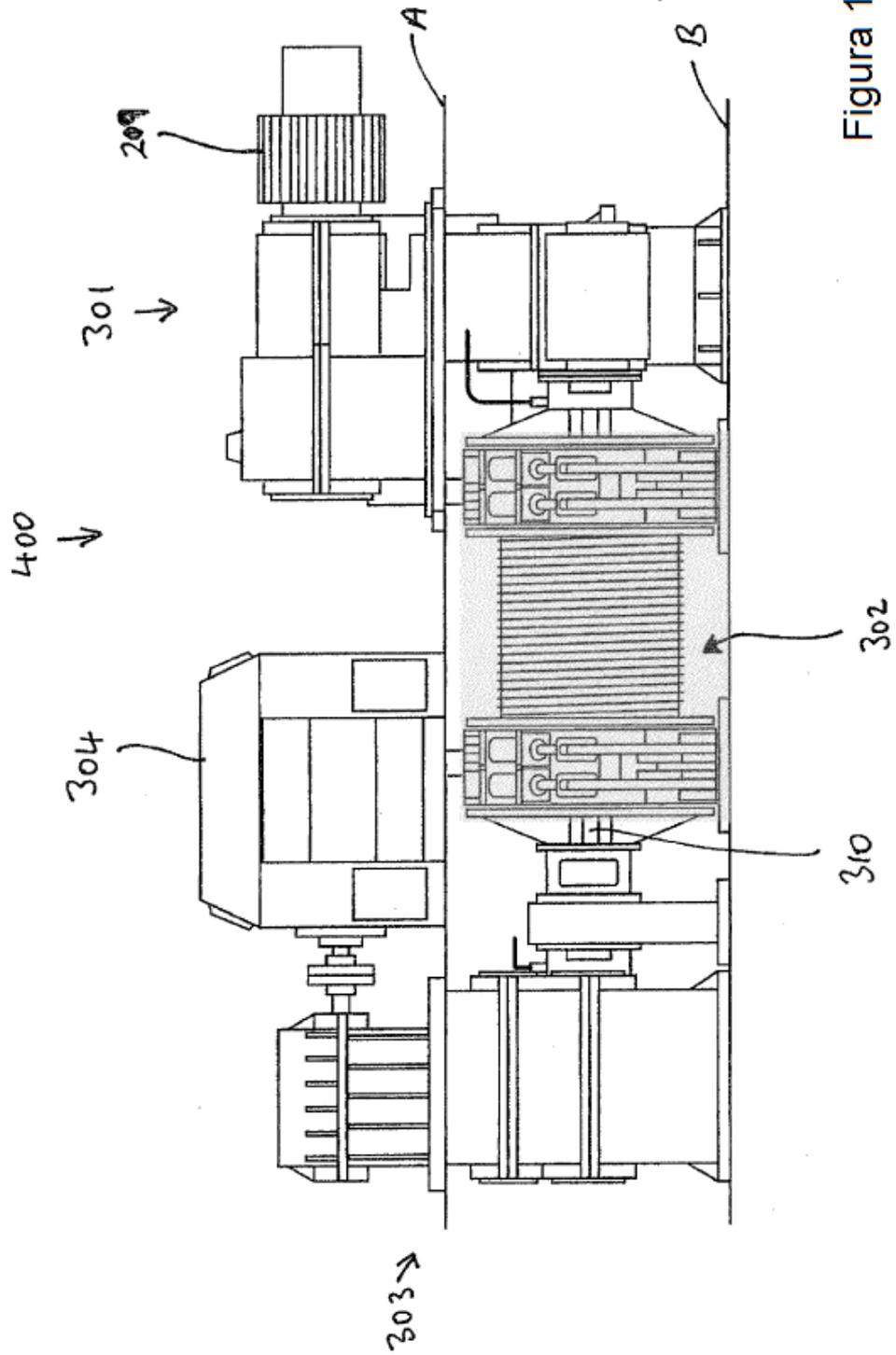


Figura 14

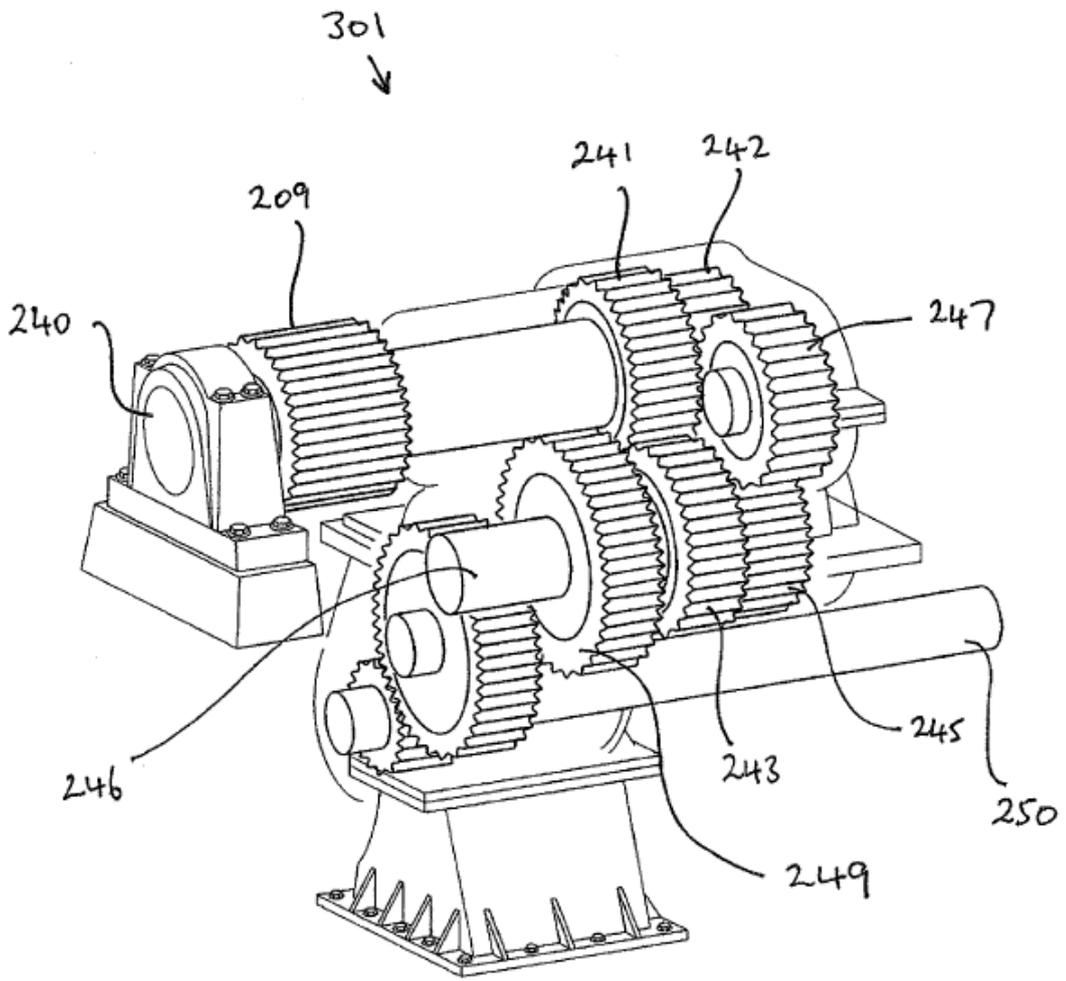
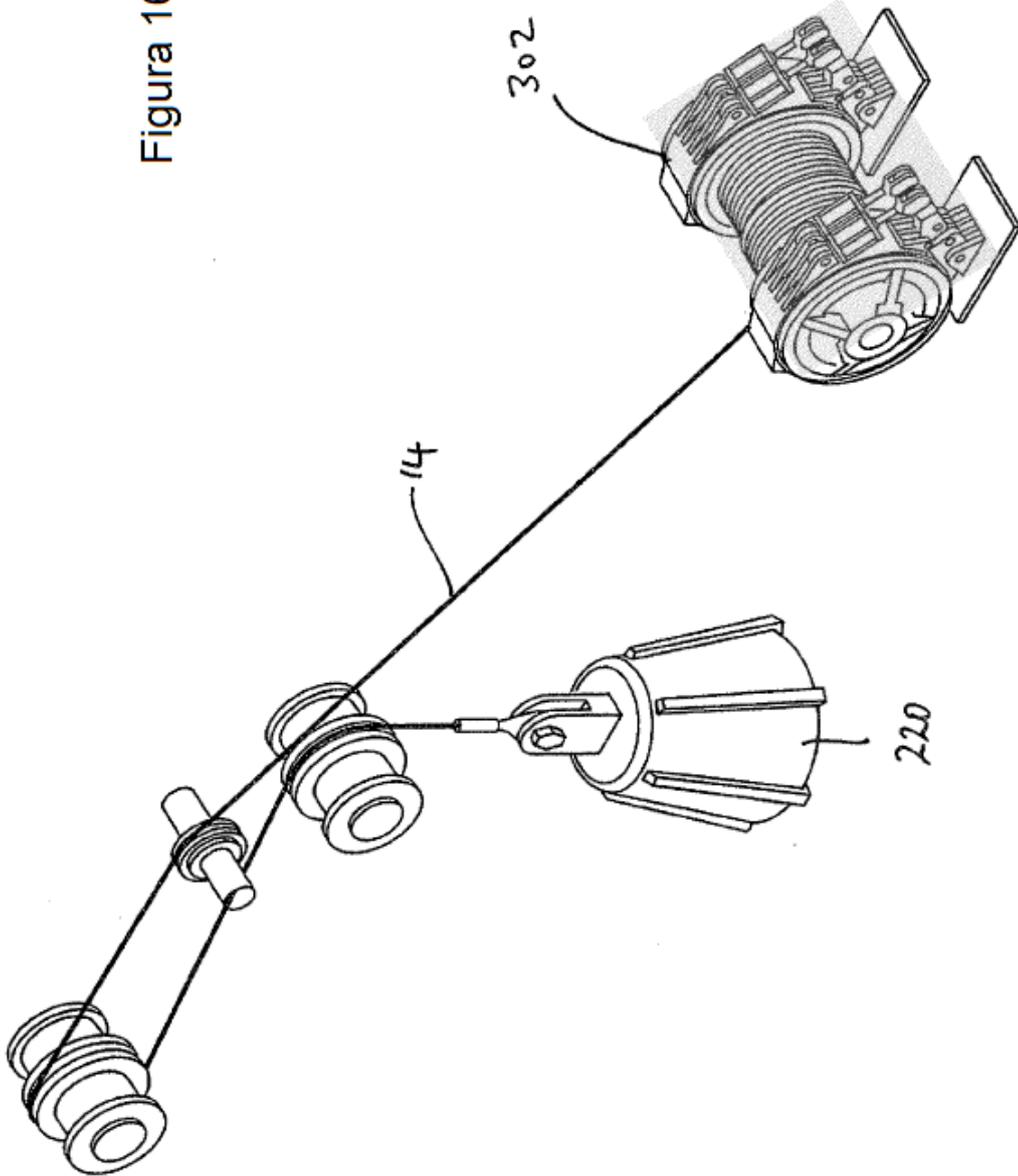


Figura 15

Figura 16



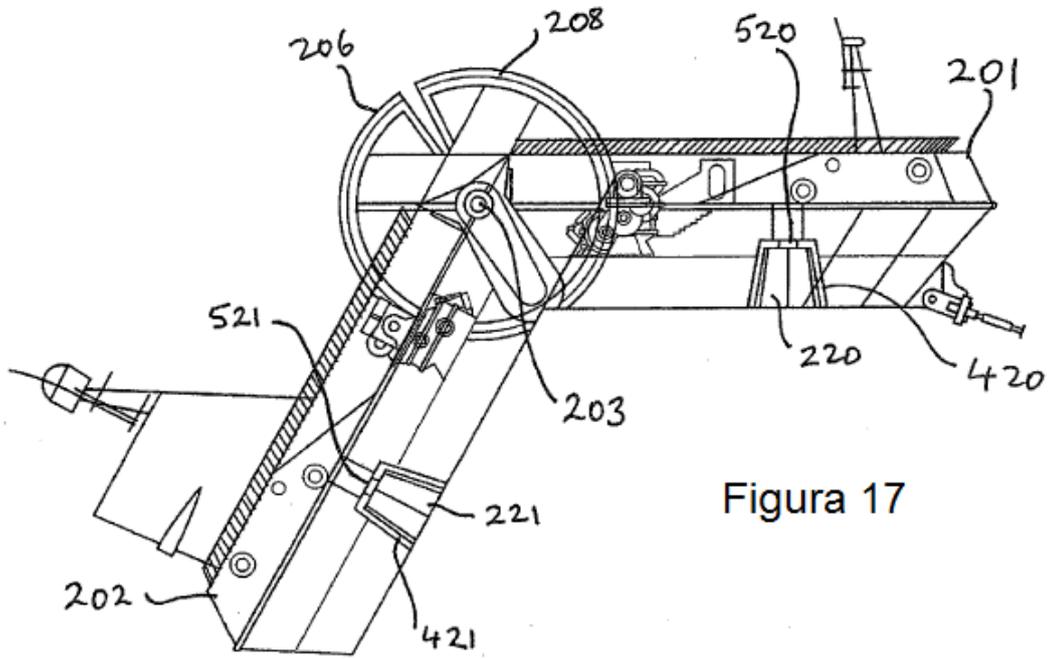


Figura 17

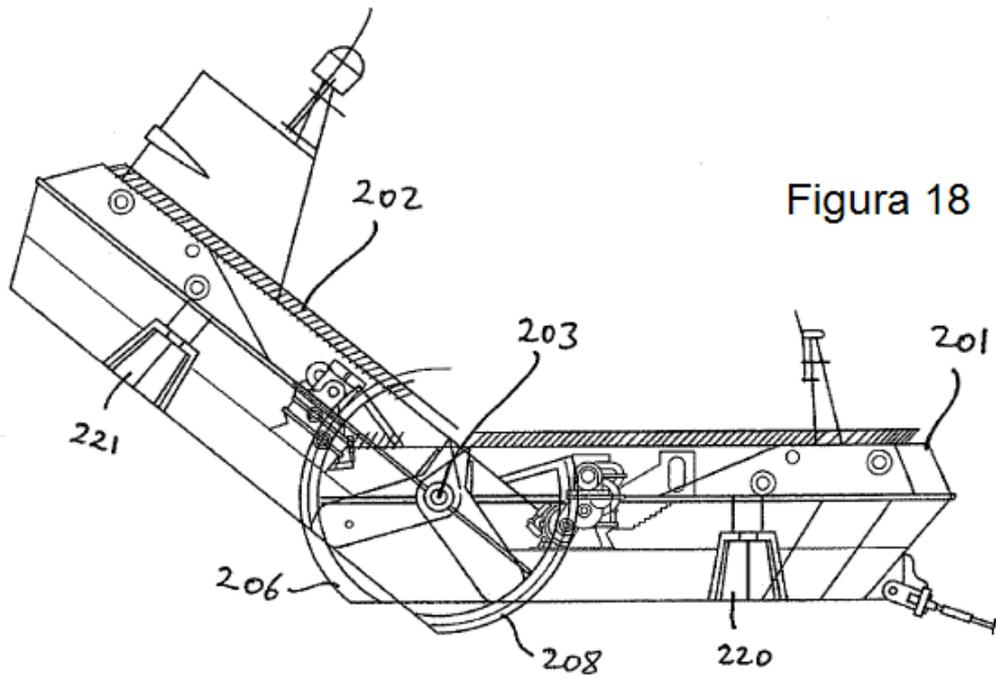


Figura 18