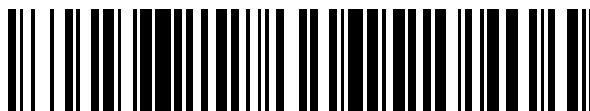


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 310**

51 Int. Cl.:

B63B 35/44 (2006.01)

F03G 3/00 (2006.01)

F03B 13/10 (2006.01)

F03B 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2016 PCT/EP2016/056911**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.10.2016 WO16165941**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2016 E 16714836 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2019 EP 3283759**

54 Título: **Sistema de almacenamiento y producción de energía eléctrica en el entorno marino**

30 Prioridad:

14.04.2015 BE 201505239

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.05.2020

73 Titular/es:

**STEVENS, LOUIS (100.0%)
Clos du Verger 14
1330 Rixensart, BE**

72 Inventor/es:

STEVENS, LOUIS

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 763 310 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

Sistema de almacenamiento y producción de energía eléctrica en el entorno marino

5 La presente invención proporciona un sistema de almacenamiento y producción de energía en un entorno acuático, en particular en un entorno marino.

10 El documento de patente WO 2014/160522 describe la técnica anterior y propone un sistema de este tipo que comprende una plataforma y un conjunto de lastres desplegados en un fondo marino y cada lastre puede moverse de una profundidad a otra profundidad mediante un cabrestante presente en la plataforma. Este sistema comprende un medio de localización y agarre de los lastres controlado de manera remota, de manera independiente o conectado al sistema de cabrestante. De acuerdo con una realización, el lastre puede comprender un volumen de gas que puede variar bajo la acción de las válvulas, eventualmente controlado a distancia, y por lo tanto ser parcialmente autoflotante.

15 El documento WO 2009/012575 describe un sistema para almacenar y extraer energía eléctrica mediante el uso del potencial hidrostático de elementos flotantes y no flotantes.

20 Sin embargo, a gran escala, la plataforma necesaria para almacenar los lastres tiene una dimensión tal que el viento y las corrientes superficiales generarán costos de anclaje o estabilización muy importantes.

La presente invención propone, entre otras cosas, evitar este inconveniente.

25 De acuerdo con la invención, los lastres en la posición de almacenamiento de alta energía se estabilizan a una profundidad tal que el efecto del viento y las corrientes sobre el sistema se reduce considerablemente.

30 De hecho, la solución comprende la producción de un sistema en el que al menos un flotador que transporta los lastres se subdivide en al menos dos partes conectadas por un cable de retención, el mayor de los cuales comprende los lastres sumergidos y tiene la ventaja de ubicarse a varias decenas de metros debajo de la superficie (donde la corriente es menos fuerte). Este flotador se designará como USPV en el resto de esta descripción (Unidad de Suspensión de Profundidad Variable).

35 La parte sumergida del flotador comprende un volumen de gas en contacto con la presión circundante, eventualmente proporcionado en una envoltura flexible. Cuando los lastres se desenganchan (uno por uno), para evitar que la parte sumergida del flotador se eleve y atrape el viento o la corriente superficial, el volumen de gas se reducirá bajo el efecto de la presión circundante, porque se bajará a una mayor profundidad a través del cable de retención que se desbloqueará parcialmente y, por lo tanto, esta parte del flotador garantizará una fuerza ascendente más baja y que se adaptará a la fuerza descendente, también más débil, de los lastres restantes.

40 El volumen de gas puede estar contenido en un globo o "paracaídas" o en la parte superior de un recinto rígido, pero en contacto con el agua a través de orificios ubicados debajo de la cavidad.

45 Por ejemplo, la parte del flotador en la superficie puede tener un volumen de 100 M3. La parte sumergida del flotador puede tener un volumen de 300m3. El peso de un lastre puede ser del orden de 100 toneladas. La longitud del cable principal estará determinada por la profundidad del fondo marino, por ejemplo, 4000 metros.

La invención se describe adicionalmente a continuación en forma de diversas realizaciones y con referencia a las figuras en las que:

50 La figura 1 representa varias USPV cuyo nivel de carga es diferente y para los cuales la profundidad del paracaídas (globo o envoltura flexible de la parte sumergida del flotador) es diferente.

La figura 2 representa un medio de fijar varias USPV mediante una viga (201) fijada a cada una de las USPV mediante un cable o un sistema de rótula.

La figura 3 representa otra manera de fijar las USPV, colocándolas en una sola barcaza (301).

La figura 4 representa una forma de mantener las USPV en una posición dada a través de cables de anclaje.

55 La figura 5 muestra otra forma de mantener las USPV en una posición dada a través de propulsores de hélice.

La figura 6 representa los diferentes niveles de carga de las USPV y la posición del lastre en el polipasto.

Las figuras 7a y 7b muestran una variante en la cual la USPV y el polipasto están montados en una barcaza.

La figura 8 representa una vista detallada de un lastre suspendido de un gancho a través de un cable colgante.

La Figura 9 muestra diferentes posiciones y configuraciones de los lastres.

60 La figura 10 representa varias variantes para el flotador sumergido de acuerdo con la invención.

La figura 11 muestra, el paracaídas de elevación como se describe en la figura 1 y a la derecha un balasto parcialmente lleno de agua y parcialmente lleno de gas.

La figura 12 muestra otra manera de fijar las USPV.

65 La figura 13 representa una estructura que comprende una pluralidad de balastos conectados a una barcaza con varios cabrestantes o poleas.

La figura 14 representa una variante de la estructura de la figura 13 en la que cada balasto comprende una envoltura flexible que forma una vejiga o paracaídas.

Con más detalle, la figura 1 representa varias USPV cuyo nivel de carga es diferente y para los cuales la profundidad del paracaídas (globo o envoltura flexible) es diferente. El flotador o barcaza (101) contiene un cabrestante o una polea (102) conectados por un cable (105), por un lado, al paracaídas (106) y por el otro, a una masa (103) para equilibrar las cargas. Como variante, el flotador o la barcaza (101) pueden comprender un cabrestante para modificar la longitud del cable de suspensión en lugar del cabrestante o la polea. El paracaídas permite suspender una pluralidad de lastres (107 y 108) de los cuales al menos uno no puede separarse (107) para mantener permanentemente una carga sea cual sea el nivel de volumen (y por lo tanto la profundidad) del paracaídas. Cada lastre está suspendido del paracaídas por un gancho y un cable (109), cuya longitud puede variar ventajosamente de un lastre a otro para que estos últimos no estén suspendidos a la misma altura y no choquen.

Cerca de la USPV, hay una barcaza en la que hay uno o más polipastos, o cabrestantes o elevadores de polea que permiten descender y luego elevar uno por uno los lastres desde las USPV hasta el fondo del mar y, por lo tanto, liberar o almacenar respectivamente la electricidad a través de un generador/motor eléctrico conectado al polipasto a través de poleas de accionamiento o conectado a los cabrestantes o al elevador de polea.

La figura 1 muestra la barcaza (110), el cable de un polipasto doble (115), un conjunto de poleas de accionamiento (112), un conjunto de poleas demultiplicadoras (111), el motor generador eléctrico (113) está conectado a las poleas de accionamiento, este puede conectar a las poleas a través de un reductor de engranaje (no se muestra en esta vista). El nivel del mar está representado por 104. El motor/generador (113) y la barcaza (110) están conectados a la red eléctrica a través de un cable eléctrico submarino representado por 114.

El cable del polipasto (115) está conectado a un gancho (117) que se puede mover horizontalmente utilizando un ROV (116) (ROV = vehículo operado a distancia o robot submarino). En el ejemplo del polipasto doble, cada uno de los dos ganchos está conectado a un ROV (el segundo gancho no se muestra en la figura 1).

Se puede utilizar otro ROV independiente para facilitar el enganche y desenganche de los lastres desde las USPV (119).

La barcaza 110 puede estar anclada al fondo marino o mantenida por una o más propulsores de hélice. Si está anclada, esta se puede mover horizontalmente conectando los cables de anclaje a los cabrestantes que se pueden controlar de tal manera que la barcaza se coloque cerca de la USPV durante la carga o descarga o cerca del área de almacenamiento en el fondo del mar.

Las USPV pueden ser independientes o vinculadas entre sí de varias maneras diferentes.

La figura 2 representa un medio para fijar varias USPV a través de una viga (201) fijada a cada uno de las USPV a través de un cable o una rótula (no se muestra en la vista). Esta figura también representa un sistema que permite aumentar la fuerza del cable (202) entre el flotador y el contrapeso (103) a través de un conjunto de poleas (203). Esto ofrece la ventaja de que la distancia que debe recorrer el contrapeso puede reducirse en comparación con la variación de la profundidad que el paracaídas debe poder soportar (106).

La figura 3 representa otra manera de fijar las USPV, colocándolas en una sola barcaza (301). En esta figura, solo se representan 2 USPV.

La figura 4 muestra una manera de mantener las USPV en una posición dada, aquí, a través de cables de anclaje 401 (el ancla no se muestra en la vista).

La figura 5 muestra otra manera de mantener las USPV en una posición dada, aquí, a través de propulsores de hélice (501)

La figura 6 representa los diferentes niveles de carga de las USPV y la posición del lastre en el polipasto. La posición 606 muestra una USPV cargada con 3 lastres móviles y 1 lastre fijo, el paracaídas tiene un volumen máximo y se coloca a poca profundidad. La posición 607 muestra una USPV cargada con 2 lastres móviles y 1 lastre fijo, el paracaídas se coloca por lo tanto a una profundidad ligeramente mayor para que la mayor presión reduzca el volumen y el empuje de arquímedes ejercido por el paracaídas, de modo que solo tenga que retener 2 lastres. La posición 608 muestra una USPV cargada con un solo lastre móvil. La posición 603 muestra una USPV vacía sin lastre móvil y, por lo tanto, con solo un lastre fijo. Este lastre fijo permite evitar que el paracaídas vuelva a subir porque incluso a una profundidad mayor, queda un volumen residual que no puede compensarse por el peso relativo de la membrana del paracaídas vacío.

El gancho 601 se carga con un lastre mientras que el gancho 602 (el otro gancho del doble polipasto) no se carga. Ya sea que la plataforma funcione en modo de almacenamiento o salida de existencias (respectivamente, subir o bajar los lastres sucesivos uno por uno), siempre hay un gancho del polipasto doble cargado y otro no cargado.

La posición 604 muestra los lastres almacenados en el fondo marino (605).

Las figuras 7a y 7b muestran una variante en la cual, las USPV (706) y el polipasto (707) están montados en la misma estructura flotante (aquí una barcaza) 701 vista desde el lado y 702 vista desde arriba. El polipasto puede montarse sobre rieles (708). La barcaza (702) puede anclarse mediante uno o varios cables de anclaje (703), uno o más anclajes (704) y uno o más cabrestantes (705).

La figura 8 representa una vista detallada de un lastre (809) suspendido de un gancho (806) a través de un cable colgante (805) fijado en dos puntos de soporte del lastre de tal manera que el centro de gravedad del lastre quede ubicado entre los dos puntos, para mantener el lastre en posición horizontal. Un estabilizador (808) equivalente a los encontrados en los torpedos permite de esta manera que el lastre esté orientado hacia la dirección de la corriente horizontal y, por lo tanto, minimice la fuerza de fricción hidrodinámica de la corriente y, de esta manera, reduzca el costo de mantenimiento de la USPV por encima de la misma área (ya sean propulsores o cables de anclaje).

Se proporcionan al menos dos asas colgantes (807) para colgar los lastres en el gancho del polipasto: una en la parte delantera (para movimientos ascendentes) y la otra en la parte trasera (para movimientos descendentes). Ventajosamente, estas asas están formadas por un cable (por ejemplo de acero inoxidable trefilado) provisto de flotadores (803) que permiten mantener las asas en suspensión sobre el lastre y, por lo tanto, facilitan las operaciones de enganche en particular cuando los lastres descansan en el fondo marino. Estas están conectadas al lastre por un pequeño cable (802) para facilitar las operaciones de enganche y desenganche y facilitar el posible trabajo del ROV auxiliar (119 en la figura 1)

Los transmisores de señales luminosas (809, 810) o sonoras (811) u otro tipo de onda se proporcionan y se disponen en diferentes lugares del lastre o de las asas de enganche, para facilitar las operaciones de enganche/desenganche, en particular si estas son automatizadas.

La figura 9 muestra diferentes posiciones de los lastres. La posición 901 representa un lastre unido a un paracaídas (posición de punto alto) cerca de la superficie, que es horizontal para limitar la fuerza de fricción hidrodinámica de la corriente. La posición 902 representa un lastre en la fase de descenso, en este caso el lastre empuja el gancho del polipasto hacia abajo. La posición 903 representa un lastre que se deposita en el fondo marino, l

La posición 904 representa un lastre colocado horizontalmente en el fondo del mar, justo después de su llegada (descenso), el gancho del polipasto todavía está fijado al asa inferior. La posición 905 representa un lastre colocado horizontalmente en el fondo marino, justo antes de que se eleve, el gancho del polipasto se engancha en el asa superior. La posición 906 representa un lastre en la fase de ascenso, por lo tanto, la parte delantera del lastre se coloca por encima de la parte trasera (provista del estabilizador)

La figura 10 muestra varias variantes: Una válvula (1001) se puede abrir por control remoto o de manera automática, esta permite liberar cualquier exceso de gas y, de esta manera, aliviar los riesgos operativos, en particular si el paracaídas se eleva más de lo esperado (por ejemplo, debido a calentamiento del gas en el interior) y de esta manera limitar el riesgo de que el paracaídas salga repentinamente a la superficie. Un conducto flexible (1001) puede conectar el paracaídas a un compresor (1004) provisto de un posible depósito intermedio (1003) para aumentar o reducir la cantidad de aire que hay en el paracaídas. Este dispositivo también permite reequilibrar los sistemas en caso de riesgos. O reequilibrar temporalmente el sistema, por ejemplo, cuando el paracaídas se eleva a una posición más alta y el aire contenido se enfría. Este aire se calentará con la temperatura ambiente y puede ser conveniente una variación de la cantidad de aire contenido en el paracaídas, incluso si la variación de la profundidad también puede desempeñar este papel.

Otra manera de acelerar el calentamiento del gas contenido en el paracaídas, por ejemplo, justo después del aumento del nivel de un paracaídas (relajación = enfriamiento) es inyectar una cantidad de calor a través de una resistencia eléctrica (1009) conectada a través de un cable eléctrico (1006) a una batería (1005) o cualquier otra fuente de electricidad.

Un dispositivo de seguridad permite aumentar rápidamente la potencia de flotación de la USPV, este comprende un paracaídas auxiliar (1007) parcialmente lleno de gas y fijado por un cable (1008) al paracaídas principal. Este paracaídas se puede liberar por control remoto (unidad de control 1009) o de manera automática si fuese necesario, cuando la USPV inicia un descenso demasiado grande y, por ejemplo, cuando el flotador superior alcanza un nivel medio de inmersión demasiado alto. Al soltar este paracaídas, este volverá a subir y verá aumentar su volumen, será capaz de generar un mayor empuje de Arquímedes y compensar un posible desequilibrio.

En la figura 11, se muestran a la izquierda, el paracaídas de elevación como se describe en la figura 1 (106) y a la derecha un balasto parcialmente lleno de agua y parcialmente lleno de gas. Este balasto juega el mismo papel que el paracaídas, su potencia del lastre aumentará cuando se reduce la profundidad del balasto y viceversa. La variación en la cantidad de agua se puede hacer automáticamente ya que el balasto se perfora con uno o más orificios () permitiendo que el agua entre y comprima la bolsa de gas cuando se baja el balasto. Esta también se puede llevar a cabo de manera controlada inyectando gas o bombeando o inyectando agua de manera controlada a través de tuberías flexibles, compresores, bombas y válvulas que no se muestran en la figura. La inyección de gas permite, si es necesario, modificar la potencia flotante sin modificar la profundidad. Del mismo modo, se puede inyectar gas en el paracaídas para la misma función.

La figura 12 muestra otra manera de fijar las USPV. En este caso, estos están conectados por un cable (1203) a través del flotador superior, este flotador puede ser rígido (como se presenta en la figura 1, 101) o flexible, es decir con un paracaídas como se presenta en esta figura (120 o 1202).

5 El conjunto de USPV fijadas de esta manera unas a las otras también se puede anclar a través de uno o más cables de anclaje (401), los paracaídas que constituyen los flotadores superiores pueden tener un volumen adecuado para absorber todas las fuerzas a las que pueden someterse, estas fuerzas pueden ser diferentes dependiendo de si es una USPV conectada solo a otras USPV o una USPV también conectada a un cable de anclaje.

10 La figura 13 representa una barcaza 1301 que comprende varios cabrestantes (o poleas) 1302 conectados a tantos cables de enganche (1303) para soportar una estructura 1304 que comprende una pluralidad de balastos (cuyo número puede ser diferente del número de cables 1303). Los balastos comprenden uno o más orificios de entrada y salida de agua (1306) y al menos un conducto de entrada y/o salida de gas comprimido (1308). El dispositivo también incluye cables para colgar los lastres (1307), el número de puntos de fijación para estos lastres y/o el número de lastres puede ser diferente
15 del número de balastos y también diferente del número de cables 1303.

La figura 14 representa una variante de la figura 13, los balastos están alojados en una estructura 1401 (eventualmente compartimentada) en la que hay una o más vejigas (o paracaídas) 103 conectadas a los conductos de gas comprimido. En esta variante, cada compartimento también comprende un orificio 1404.

20 Se entenderá que el dispositivo puede comprender una pluralidad de plataformas de "polipasto" y que una pluralidad de polipastos (o polipastos dobles) se puede colocar en una sola barcaza.

25 El número de lastres por USPV se proporciona en las figuras a modo de ejemplo, pero no es limitativo. La USPV puede almacenar un solo lastre o un número mucho mayor.

La invención se ha ilustrado esencialmente en un modo de "doble polipasto", pero se pueden prever otros sistemas de elevación equivalentes (ascensores, poleas de transmisión, cabrestante, etc.).

30 Los ganchos pueden ser totalmente automáticos o controlados de manera remota, si es necesario, para mayor seguridad.

En todas las variantes, las USPV pueden conectarse mediante varias conexiones eléctricas, hidráulicas y/o neumáticas.

35

REIVINDICACIONES

1. Sistema para almacenar y producir energía eléctrica en un entorno marino por efecto gravitacional en el que uno o más lastres se bajan y luego se elevan entre una posición alta y una posición baja, utilizando al menos un cable (115) conectado a un elemento principal que flota en la superficie (110), tal como una barcaza o una plataforma, que comprende un generador/motor (113) accionado por o que acciona dicho cable, **caracterizado porque** dichos lastres (107, 108) son capaces de estabilizarse en la posición alta a una profundidad determinada mediante la fijación, a un elemento parcialmente flotante (106) a dicha profundidad, conectado por un cable de retención (105) a un elemento flotante secundario en la superficie (101) que está provisto de un medio para variar la longitud de dicho cable de retención (105), el elemento parcialmente flotante (106) comprende un volumen de gas comprimible en función de la presión circundante.
2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el volumen de gas está delimitado por una pared flexible.
3. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que hay varios elementos parcialmente flotantes (106) con elementos flotantes secundarios (101).
4. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el elemento flotante en la superficie (110) es una barcaza con polipasto.
5. Sistema de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que hay varios polipastos (111).
6. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los diversos elementos parcialmente flotantes (106) están fijos unos a los otros.
7. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los diversos elementos flotantes en la superficie están fijos unos a los otros.
8. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cable de retención (105) puede desenrollarse en una longitud que varía de 5 a 150 metros, preferiblemente de 10 a 100 metros.
9. Sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los lastres pueden fijarse, separarse del elemento parcialmente flotante mediante el enganche y desenganche.
10. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unión - separación se realiza mediante un medio submarino independiente (119), tal como un robot.
11. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que hay varios elementos parcialmente flotantes (106) y los cables de retención están desenrollados a diferentes longitudes.
12. Sistema de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 3 a la 11, en el que hay uno o más balastos (1304) con orificio de entrada y salida de agua (1306).
13. Sistema de acuerdo con la reivindicación anterior, en el que los balastos están provistos de al menos un conducto de entrada y/o salida de gas comprimido (1308).
14. Sistema de acuerdo con la reivindicación 12 en el que los balastos incluyen vejigas (1403) conectadas a conductos de gas comprimido.
15. Sistema de almacenamiento y producción de energía eléctrica en un entorno acuático por efecto gravitacional en el que uno o más lastres se bajan y luego se elevan desde una posición alta a una posición baja, utilizando al menos un cable (115) conectado a un elemento flotante en la superficie (110), tal como una barcaza o una plataforma, que comprende un generador/motor accionado por o que acciona dicho cable, **caracterizado porque** dichos lastres pueden estabilizarse en la posición alta a una profundidad determinada al fijarse a un flotador, dicho flotador comprende un elemento parcialmente flotante (106) a dicha profundidad, conectado por un cable de retención (105) a un segundo elemento flotante en la superficie (101) que está provisto de medios para variar la longitud de dicho cable de retención (105), el elemento parcialmente flotante comprende un volumen de gas comprimible en función de la presión circundante.

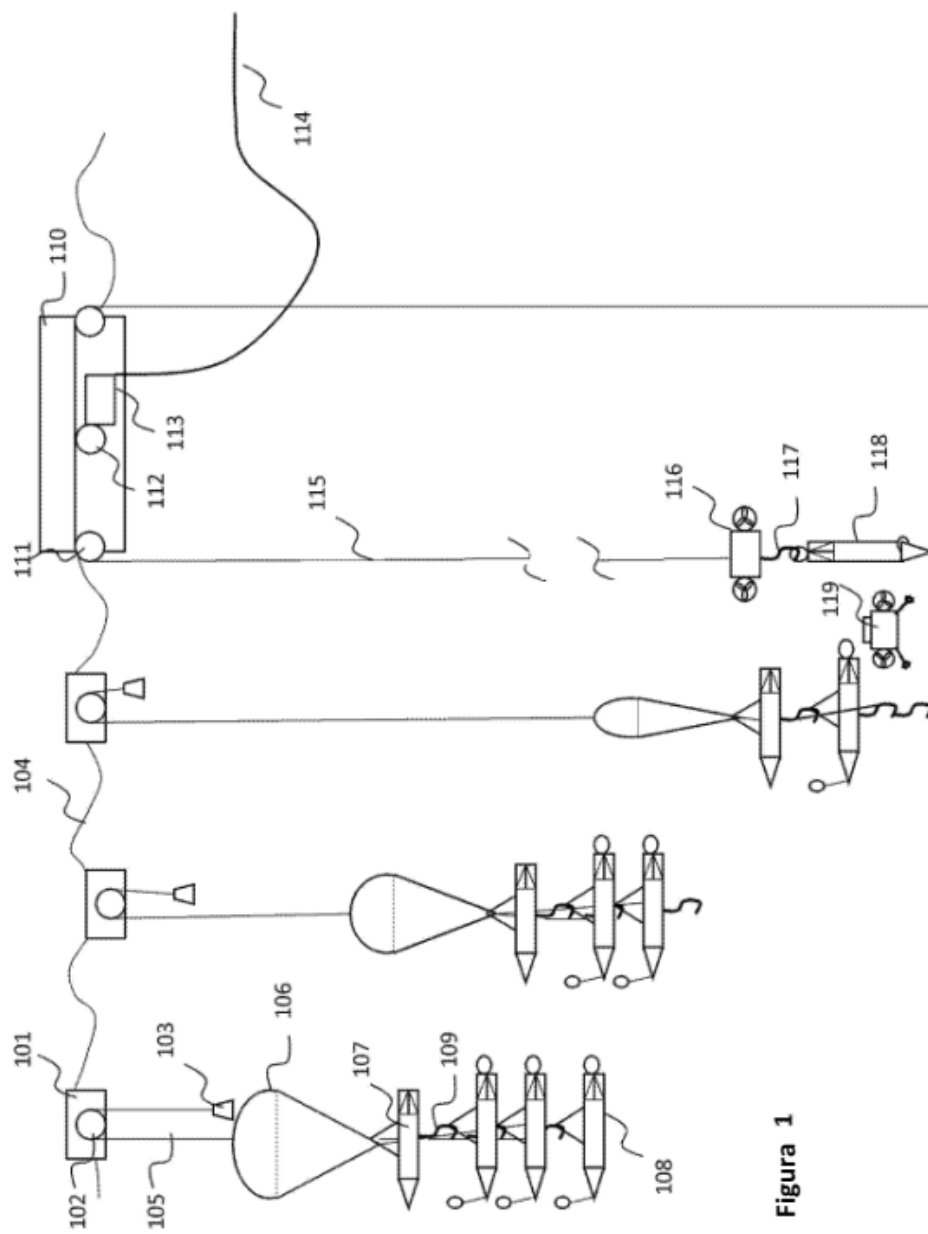


Figura 1

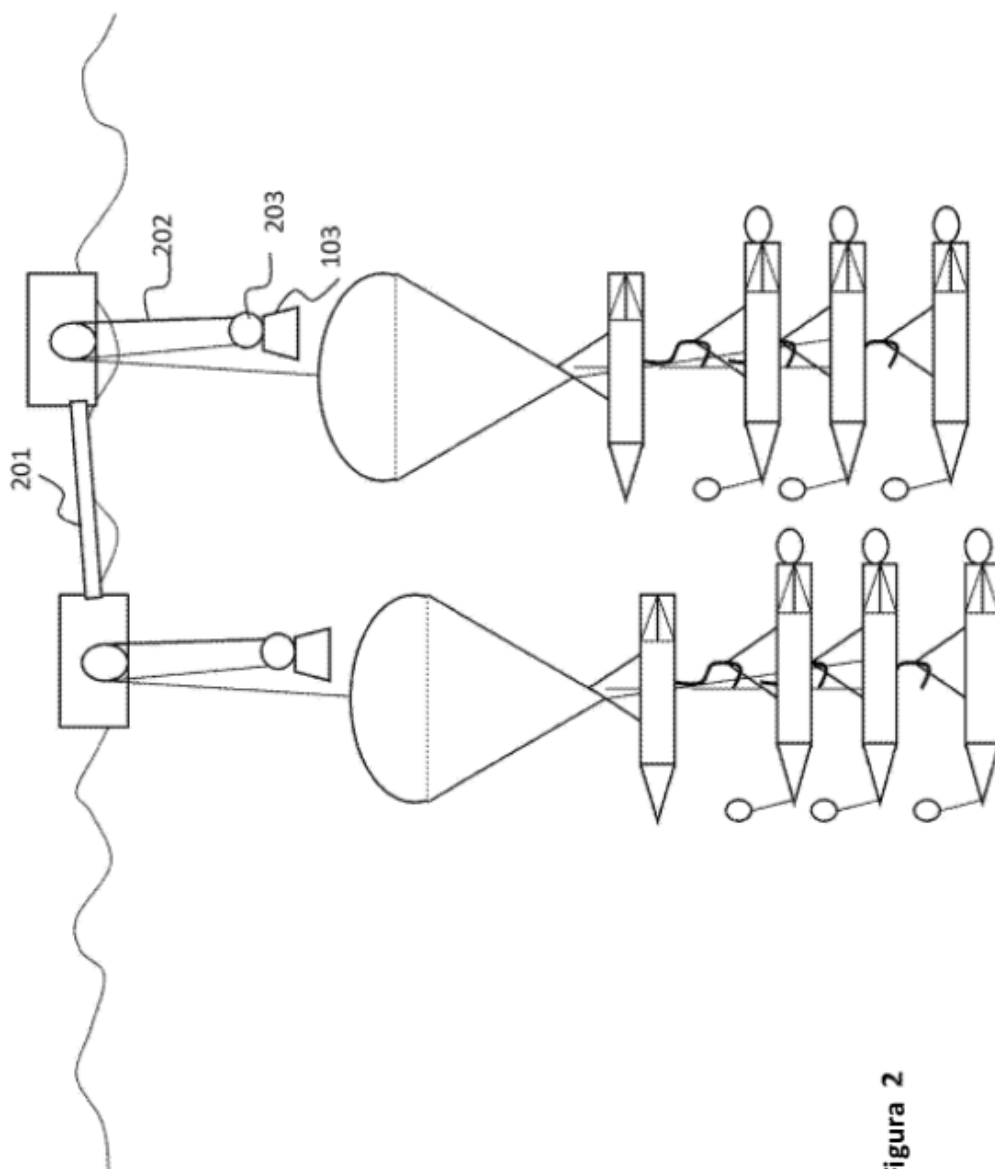


Figura 2

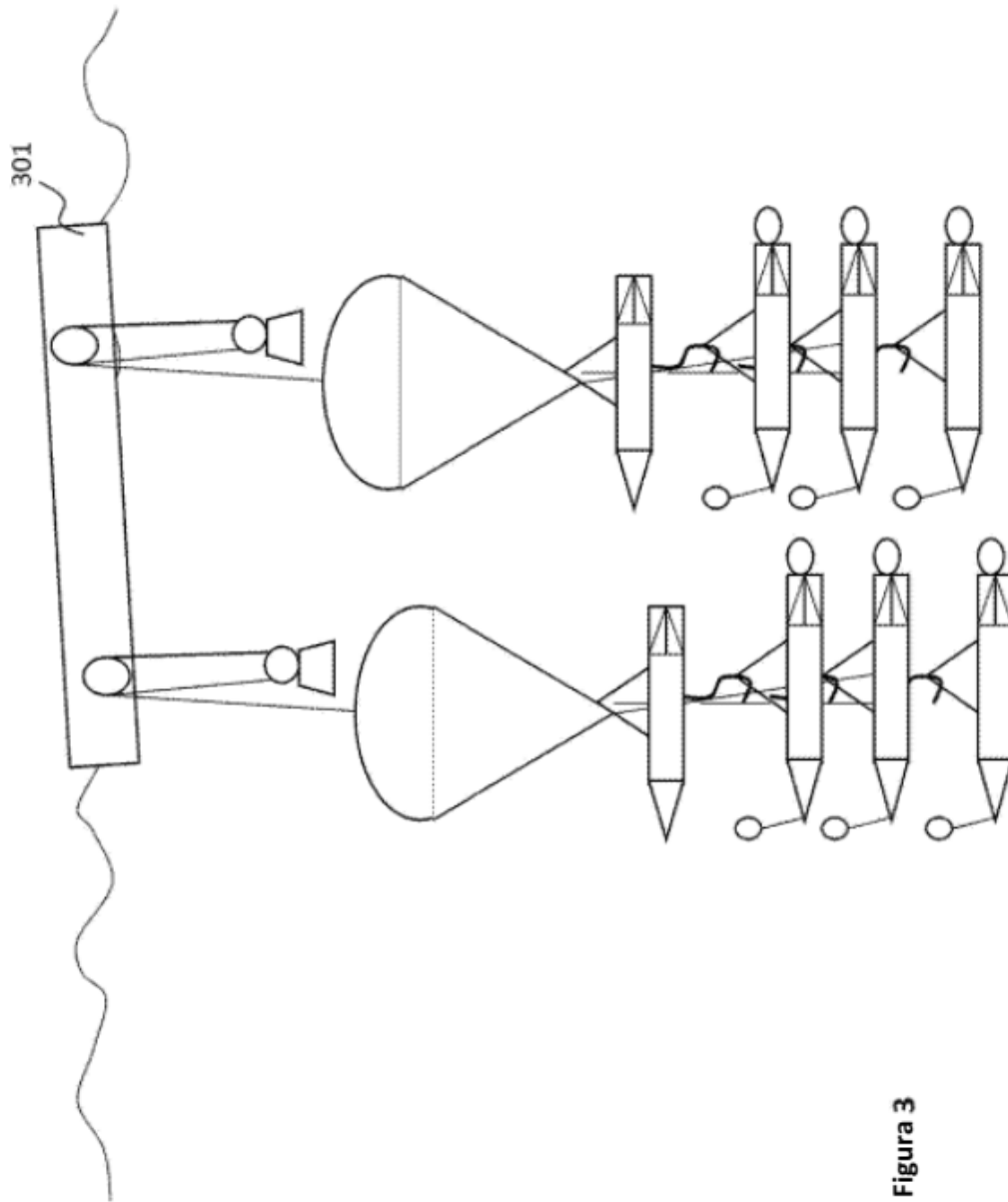


Figure 3

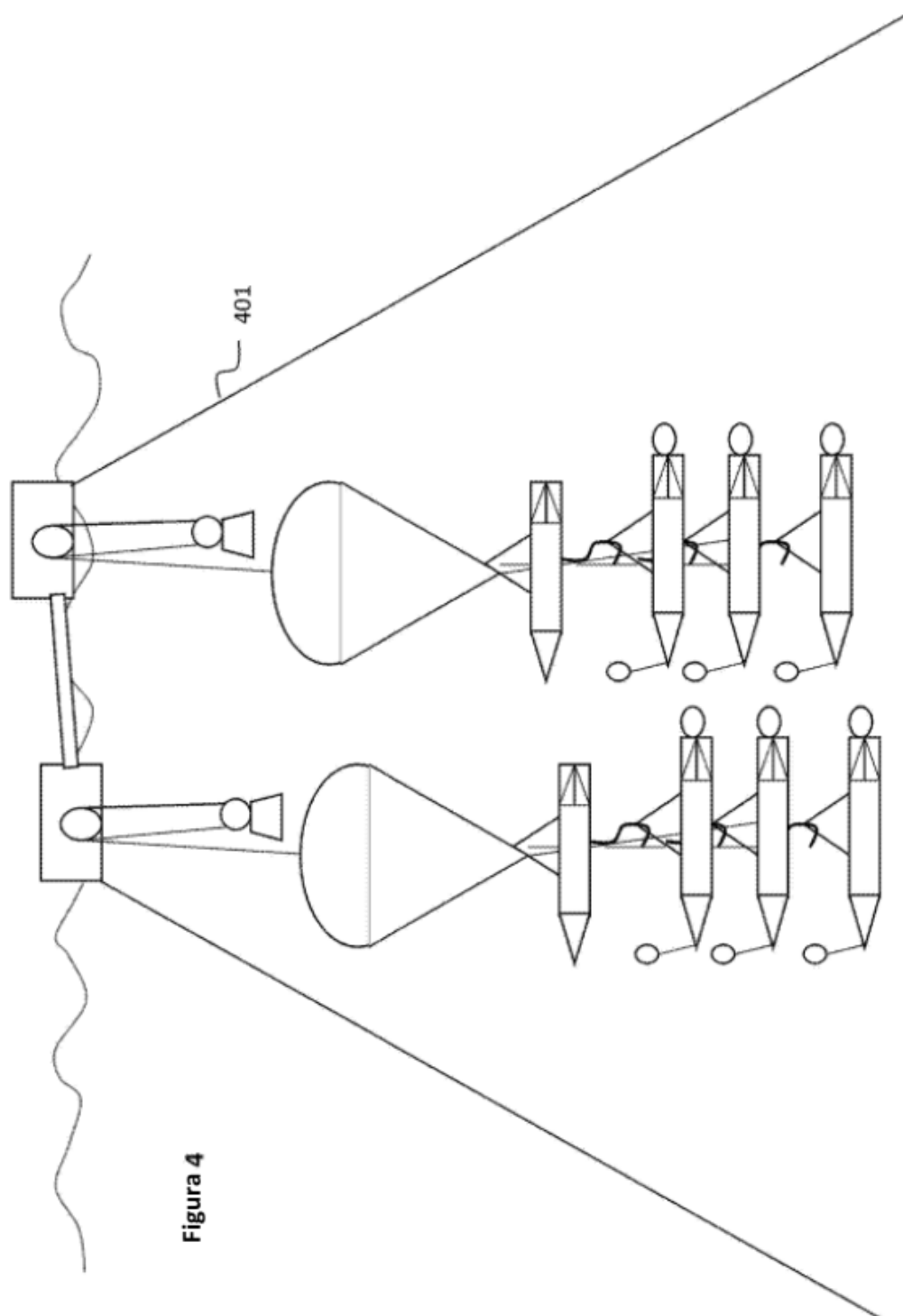
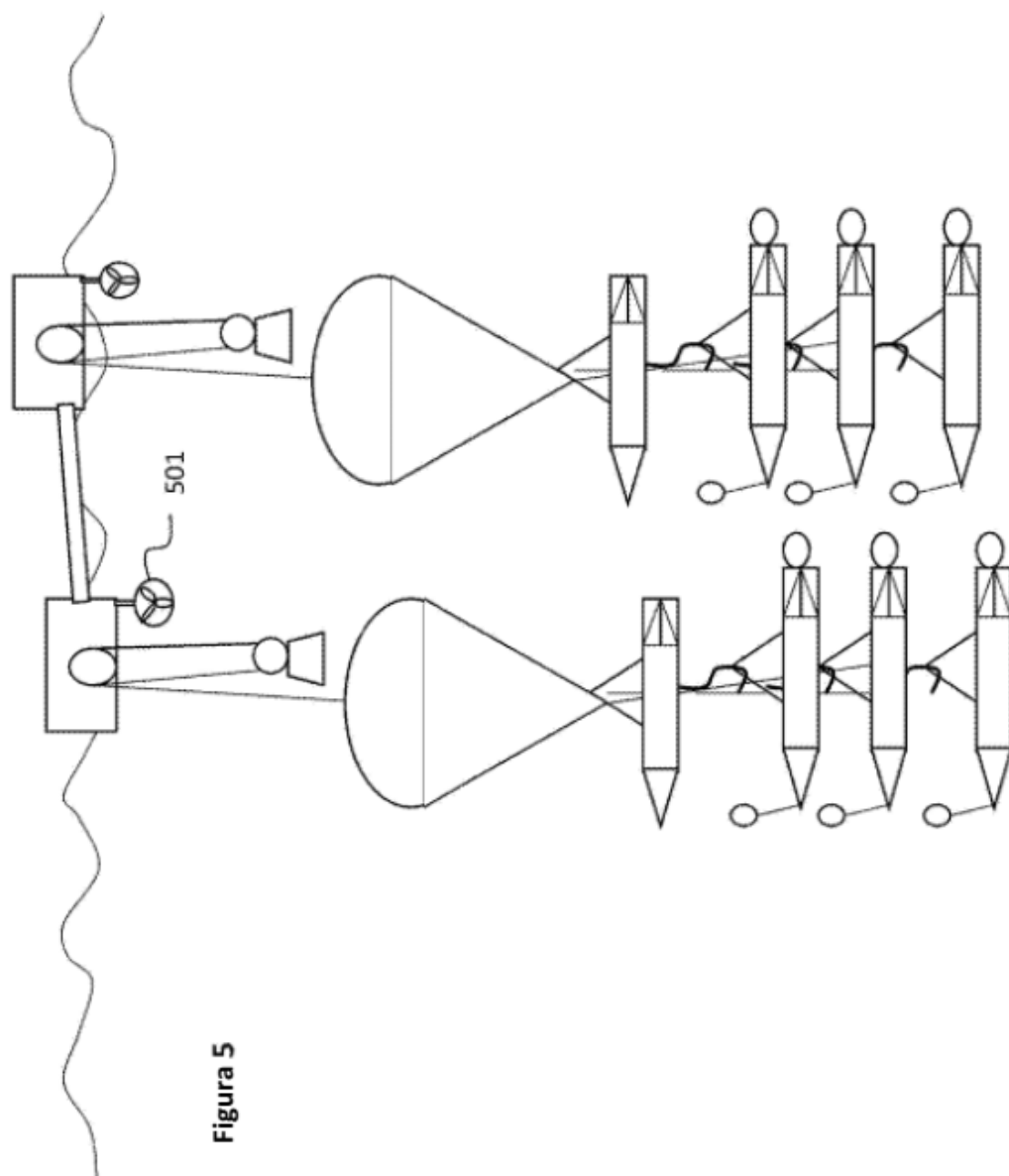


Figura 4



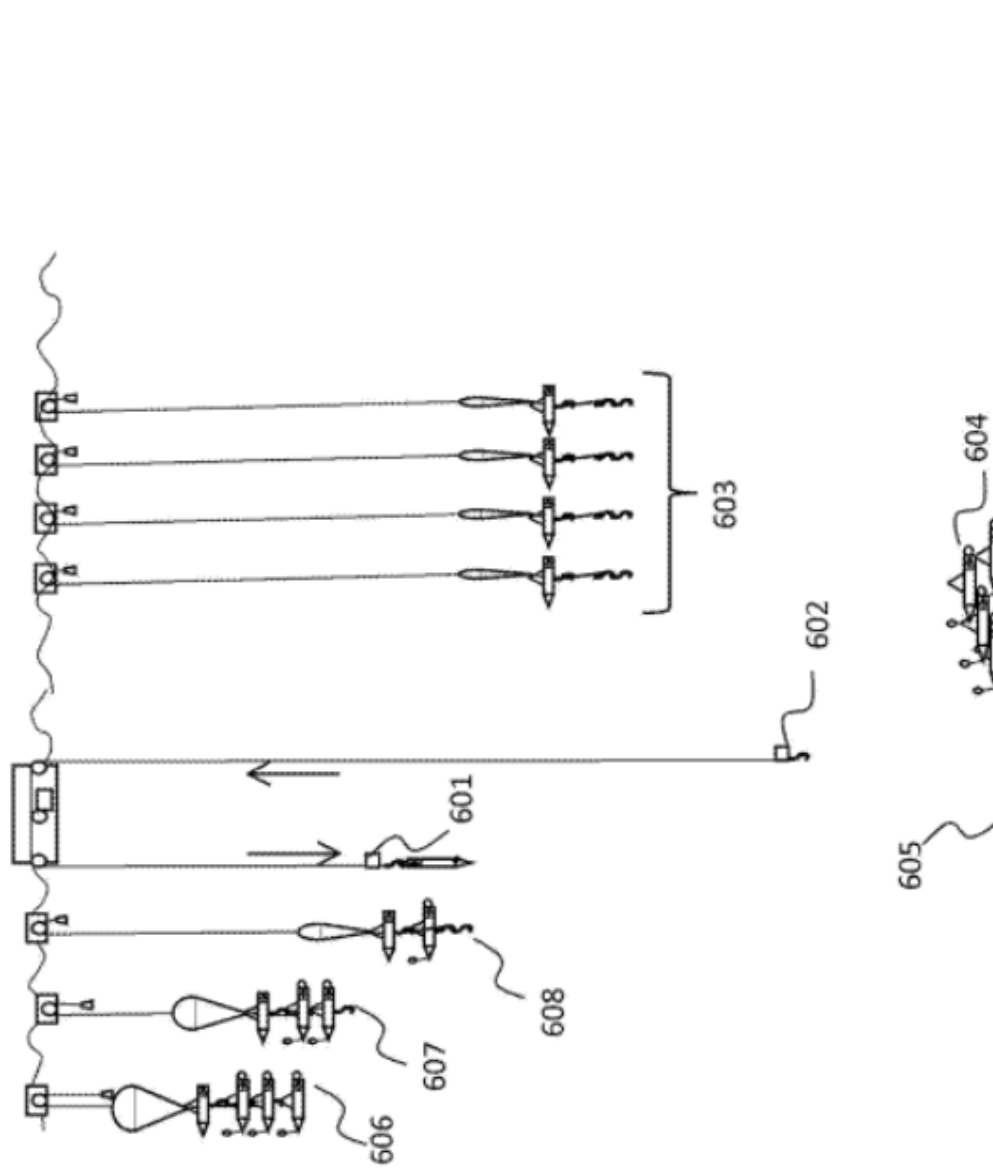
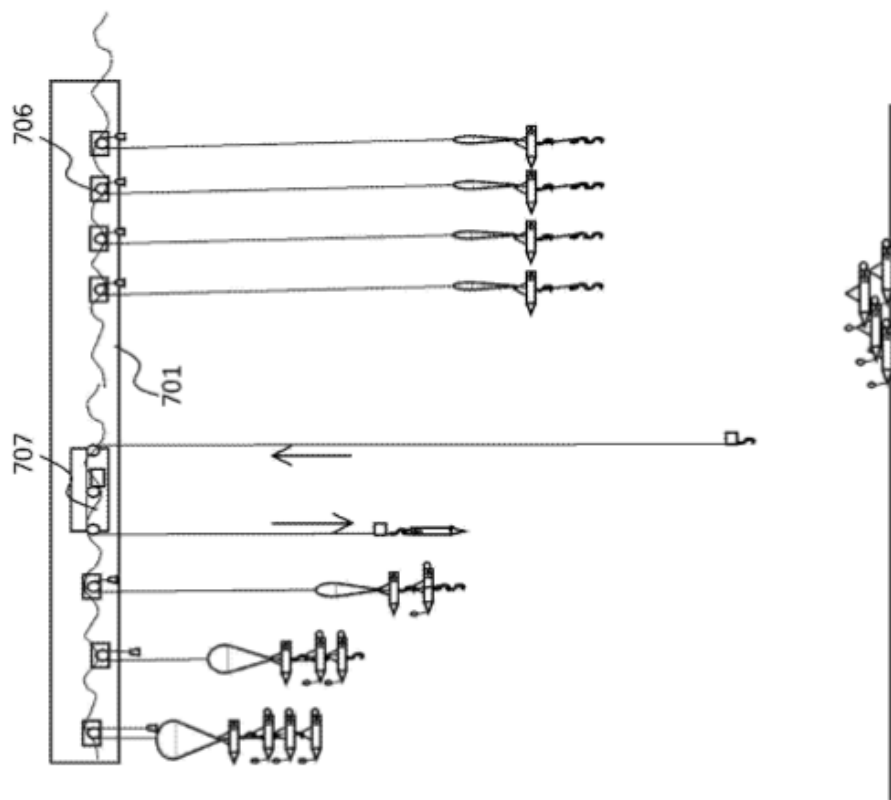
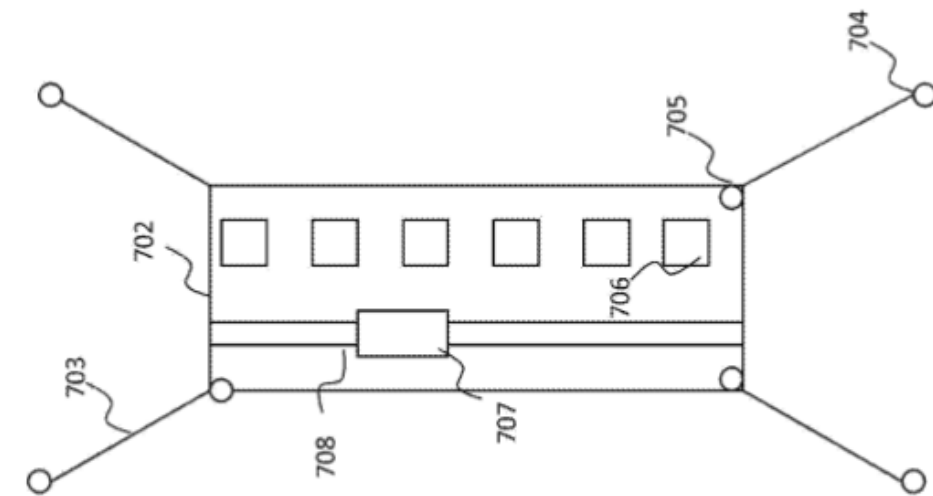


Figura 6



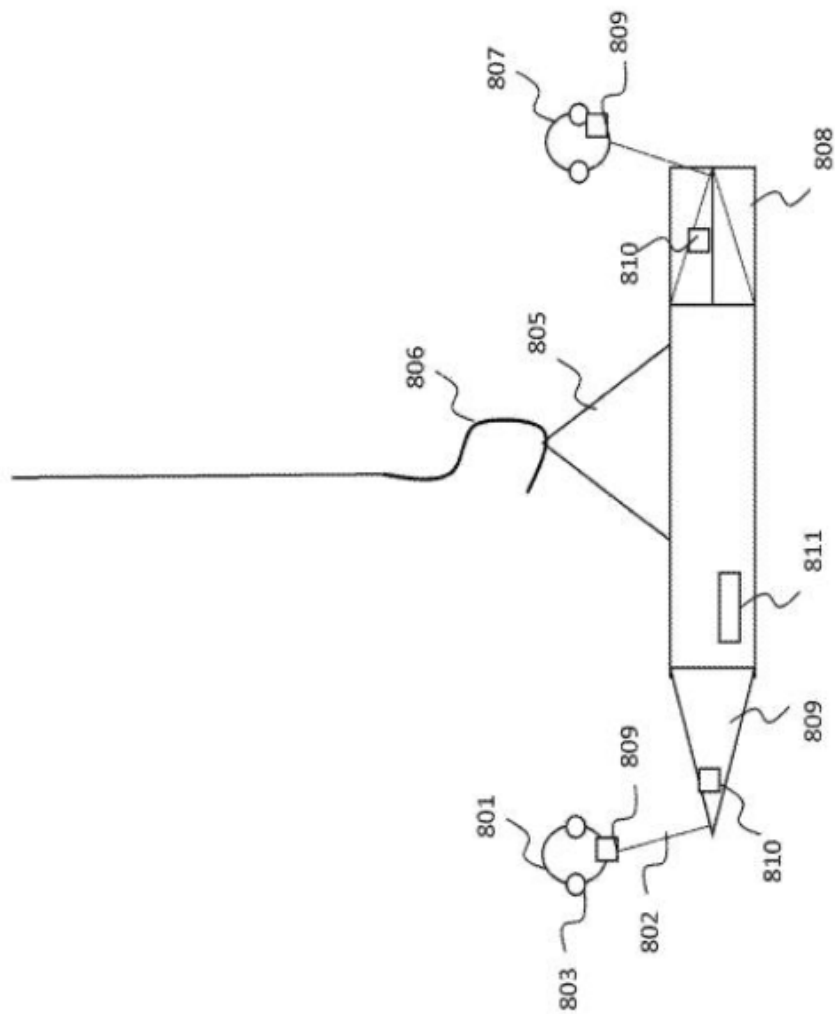


Figure 8

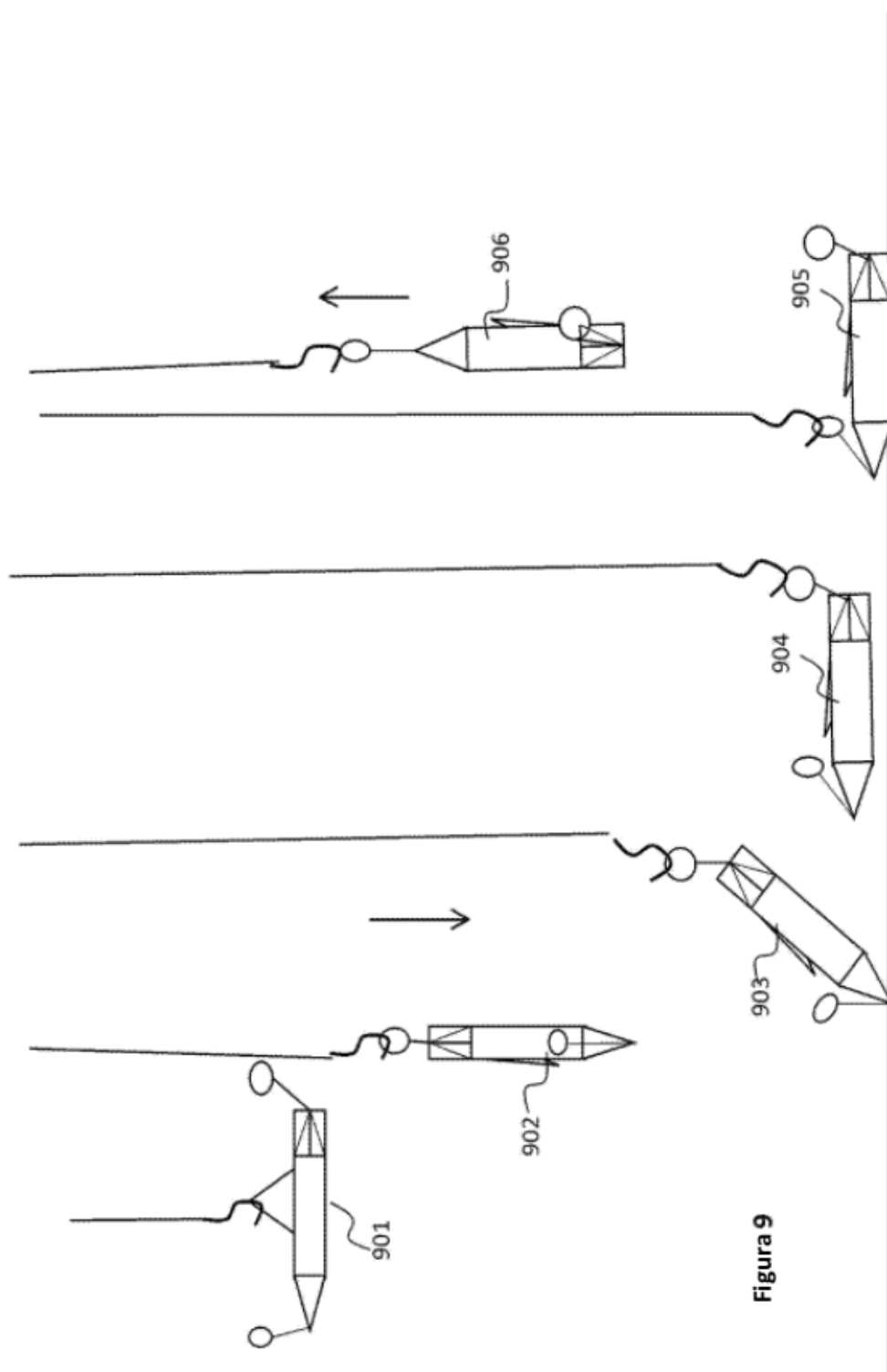


Figura 9

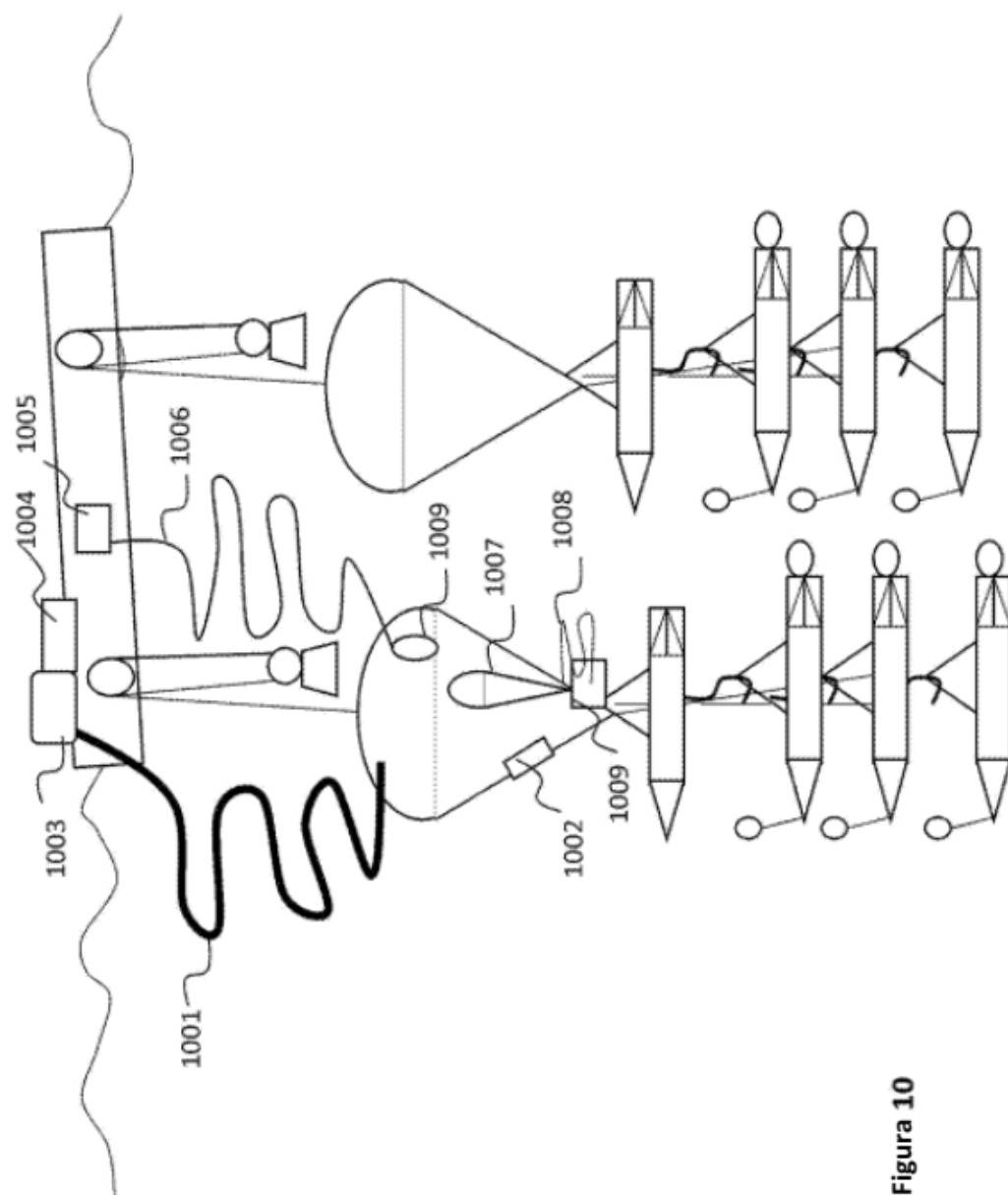


Figure 10

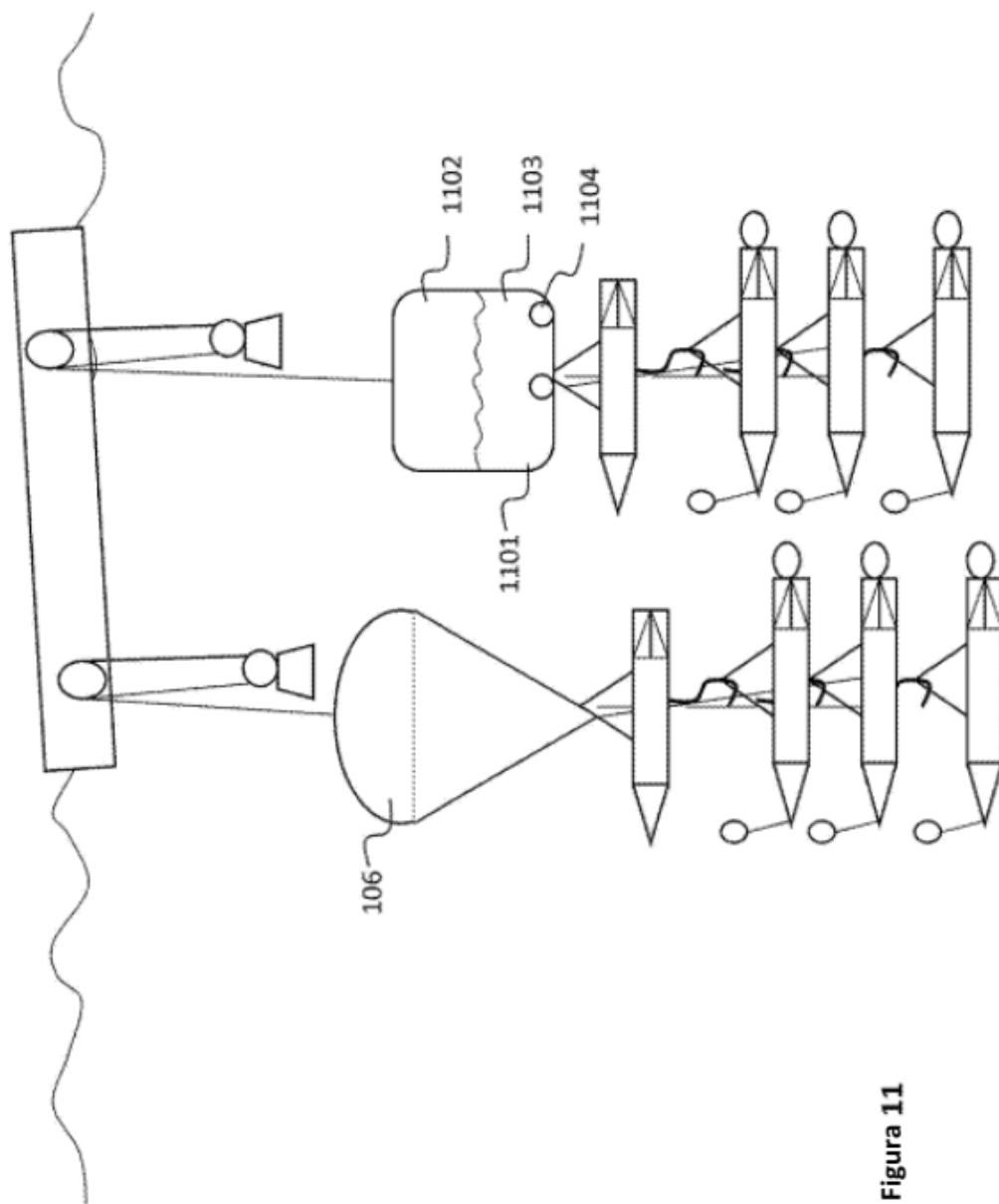


Figure 11

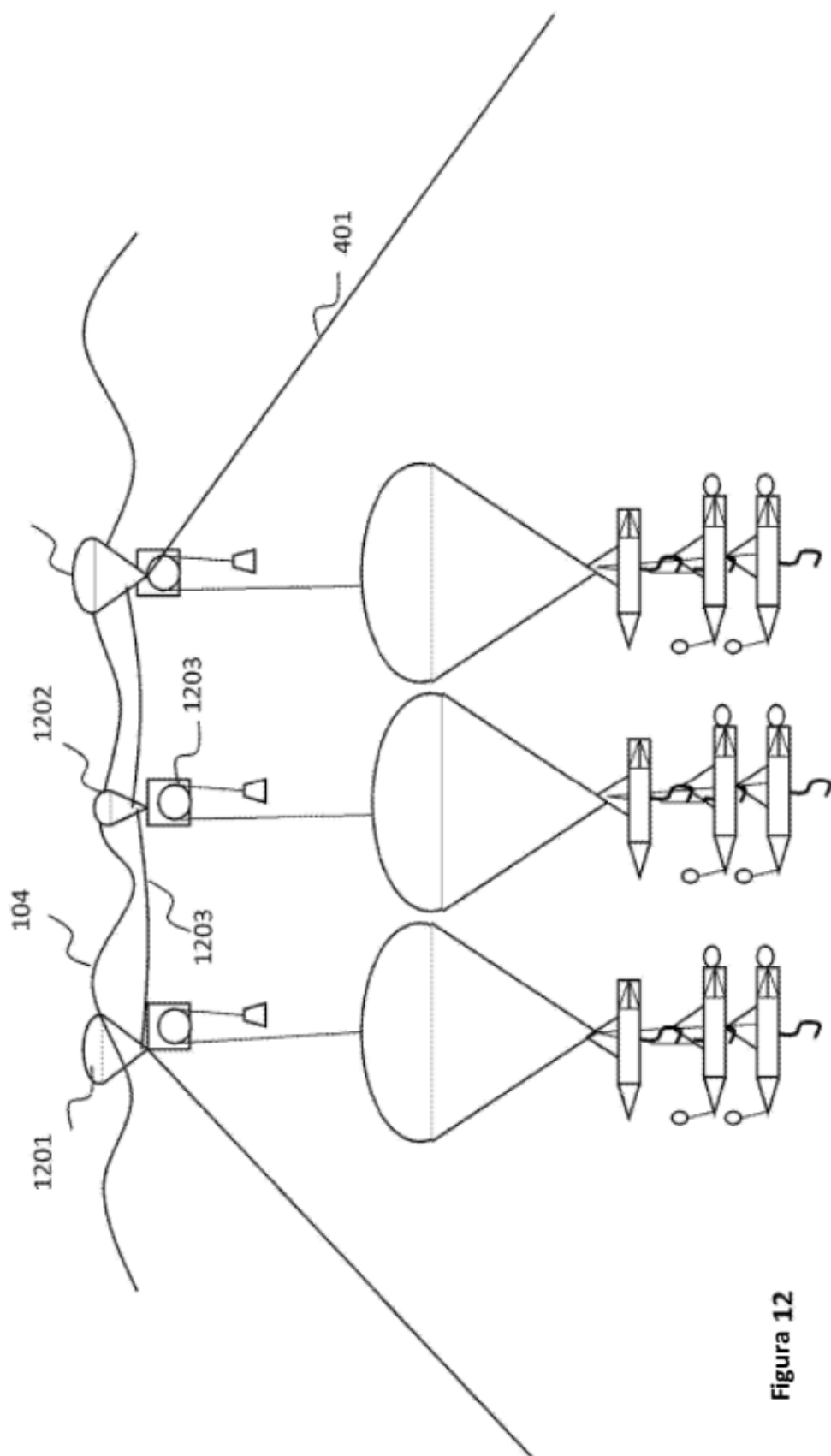


Figure 12

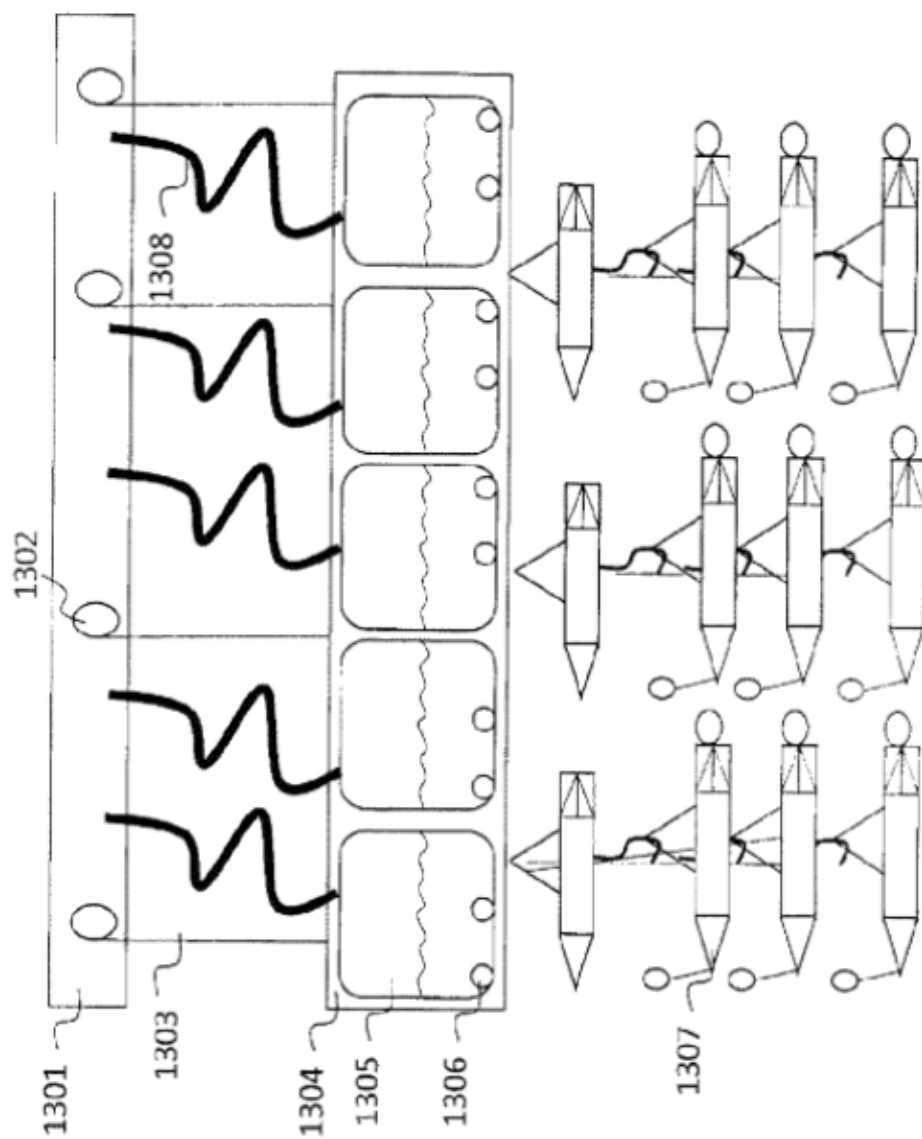


Figura 13

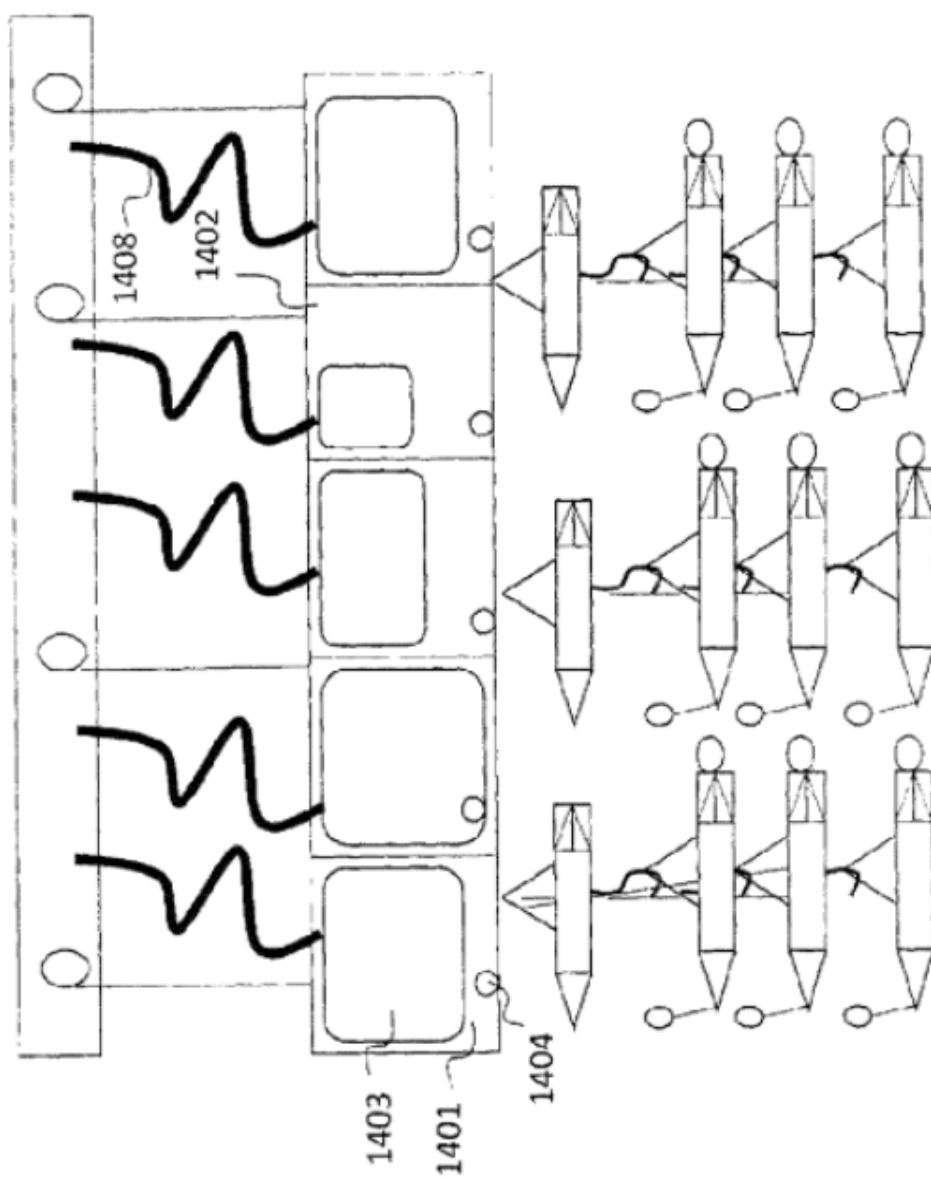


Figura 14