

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 731**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/18** (2006.01)

**F03B 13/22** (2006.01)

**F03B 13/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2015 PCT/IN2015/000282**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2016 WO16009447**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2015 E 15767333 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3194761**

54 Título: **Un convertidor de energía undimotriz de flotación libre que tiene un tubo flexible de flotabilidad variable y una anchura de captura mejorada**

30 Prioridad:

**14.07.2014 IN 3458CH2014**

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

**12.07.2019**

73 Titular/es:

**GHOUSE, GROUP CAPTAIN SYED MOHAMMED  
(100.0%)  
11-4-636, Baitus-Salam, A.C. Guards  
Hyderabad -500004, Andhra Pradesh, IN**

72 Inventor/es:

**GHOUSE, GROUP CAPTAIN SYED MOHAMMED**

74 Agente/Representante:

**DÍAZ DE BUSTAMANTE TERMINEL, Isidro**

ES 2 719 731 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

Un convertidor de energía undimotriz de flotación libre que tiene un tubo flexible de flotabilidad variable y una anchura de captura mejorada.

5

## CAMPO DE LA INVENCION.

La presente invención se refiere al campo de los convertidores de energía undimotriz oceánica (WEC). Más particularmente, la presente invención es un aparato que se puede adaptar a un nuevo WEC o se puede retroadaptar a un WEC existente que proporciona flotabilidad variable mejorada y anchura de captura mejorada en el tubo flexible o pluralidad de los mismos para uso con convertidores de energía undimotriz para extraer energía undimotriz, mejorando de este modo la eficiencia y la capacidad de conversión de energía de dichos WEC.

10

## ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Ciertos tipos de convertidores de energía undimotriz de flotación libre han sido desvelados por las solicitudes de patente anteriores del solicitante y se han concedido patentes, concretamente, el "Free Floating A Wave Energy Converter" bajo el número de patente india 239882, "Free Floating Wave Energy Converter" (FFWEC)/(Patente de EE. UU. N° US20080229745), etc., "An Improved Free Floating Wave Energy Converter" (IFFWEC) / [Solicitud india 2511/CHE/3458], WO 2013014682 A2), PCT/IN2012/000510, EP20120753590, CA2844023A1, CN103814211A, US20140157767], y también la solicitud estadounidense titulada "Free Floating Wave Energy Converter with Control Devices".

15

Las invenciones citadas anteriormente consisten esencialmente en un tubo de entrada y flexible, que flota sobre una masa de agua, es decir, en la superficie del océano y que se adapta a la forma de las olas. La boca del tubo flexible está en comunicación fluida con una entrada y su salida en comunicación fluida adicional con una toma de potencia y otros dispositivos. La entrada dosifica las bolsas de aire y agua en el tubo flexible, que son empujadas hacia adelante por olas transversales, que aumentan progresivamente la presión en el mismo, lo que podría usarse para impulsar hidrogenadores convencionales o bombear agua para cualquier otro propósito.

20

25

La presente invención desvela ciertas mejoras para mejorar y controlar la flotabilidad de los WEC que emplean tubos flexibles para extraer energía undimotriz.

30

En la técnica anterior, la solicitud india número 2511/CHE/2011 describe el uso de los tubos inflables **1300**, **1302**, en la que la **figura 13B** muestra una realización que tiene ciertos medios y métodos para evitar que el tubo flexible se doble o se hunda en una masa de agua.

35

La disposición también estaba destinada a permitir que un segmento del tubo flexible **204** pase por debajo de un valle de ola, hasta una profundidad controlada, aumentando así la amplitud o la altura efectiva de ola del tubo flexible **204**, en comparación con la altura de ola de la masa de agua. En consecuencia, la capacidad de absorción de energía undimotriz del tubo flexible **204** aumentaría, proporcionalmente a la altura efectiva de la ola. Para exponer el tubo flexible a un frente de ola más grande, el tubo flexible podría estar orientado en ángulo con respecto a las olas que se aproximan.

40

También se hace referencia a la **figura 1** de la solicitud de patente India 2511/CHE/2011 y la explicación correspondiente en la misma, en la que la altura de presión creada por el tubo flexible **204** se muestra como la suma total de las alturas de las olas efectivas, menos pérdida por fricción y otras pérdidas.

45

Sin embargo, a los expertos en la técnica les resultará evidente que, para crear una altura de presión en condiciones reales, también intervendrían otros factores, tales como la fuerza requerida para empujar las bolsas de agua hacia adelante, a cierta velocidad, fricción y tasa de descarga contra una altura de presión. Además de estas fuerzas, también habrá ciertas pérdidas por fricción, cuando el tubo flexible descienda por debajo de la superficie del agua, debido a la fricción del agua en la superficie exterior del tubo flexible.

Como tal, la anchura efectiva o la anchura de captura del segmento de aire del tubo flexible **204** y del tubo inflable **1300** **1302** podría no ser suficiente para evitar que la disposición se pandee o se hunda por debajo de las crestas de las olas, especialmente cuando se aumenta el diferencial de presión (altura efectiva de la ola).

50

Además, los detalles de la unión de los tubos inflables **1300** **1302** al tubo flexible **204** y las ventajas adicionales que se acumularían de la disposición no se describieron en la solicitud de la invención anterior.

La presente invención desvela detalles de una realización que tiene ciertas mejoras, características y ventajas adicionales.

## OBJETOS DE LA INVENCION

Los objetivos de la invención son, mejorar la capacidad de extracción de energía de los convertidores de energía undimotriz de flotación libre que emplean un tubo flexible para extraer energía undimotriz, aumentando la anchura de captura, la altura efectiva de la ola o el diferencial de presión de los segmentos de agua y restringiendo el pandeo del tubo flexible.

### 5 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La anterior y otras ventajas de la presente invención se harán fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas cuando se consideren a la luz de los dibujos adjuntos, en los que:

10 **La figura 1 (a)** muestra un tubo flexible con aire y bolsas de agua, sin altura de presión y **1 (b)** representa una altura de presión, que causan un "Cambio de fase" y pérdida en la altura de las olas.

**Las figuras 2 (a), 2 (b) y 2 (c)** representan vistas lateral, frontal y en planta de la realización preferida, respectivamente.

### DESCRIPCION DETALLADA

15 La descripción y el dibujo adjunto describen e ilustran diversas realizaciones ejemplares de la invención para realizar y usar la invención, y no pretenden limitar el alcance de la invención de ninguna manera. Con respecto a los métodos desvelados, las etapas presentadas son de naturaleza ejemplar, y por lo tanto, el orden de las etapas no es necesario o crítico. Ciertos principios de diseño para lograr los resultados deseados se discuten en los siguientes párrafos.

20 La **figura 1(a)** representa las olas "**Wd**" que se mueven desde el lado izquierdo al lado derecho de la página. Un tubo flexible **204** que flota en fase con las olas **1100**. Una entrada dosifica bolsas de aire **1012** y agua **1011** que están en la boca del tubo flexible 204 o en una pluralidad de los mismos (no se muestra en la figura), en la que no se extrae energía, se muestra como un tanque superior vacío **1120**, sin agua en él o altura de presión "cero" (**PH<sub>0</sub>**) y no se ha considerado la pérdida por fricción.

25 En este caso, el tubo flexible **204** sigue las olas **1100**, mientras que el centro de flotabilidad "**B**" y el centro de gravedad "**G**" y la bolsa de aire y agua **1102 / 1101** permanecen en el centro de las respectivas crestas y valles. La fuerza de flotación (**F<sub>b</sub>**) y el peso (**W**), actúan a través del centro de flotabilidad (**B**) y el **C** de **G** (**G**) de cada ola. Sin embargo, las partes de valle del tubo flexible van ligeramente por debajo de los valles de las olas, debido al peso del agua en ellos. La amplitud **a<sub>p</sub>** del tubo flexible **204** y la altura de ola "**H**" son casi iguales.

30 La **figura 1 (b)**, por otro lado, muestra un tubo flexible flotando en la superficie del agua y una entrada dosifica bolsas de aire **1011** y agua **1012** que están en la boca del tubo flexible 204 (no se muestra en la figura). El tubo flexible está extrayendo energía undimotriz y, por lo tanto, está creando una altura de presión "**PH<sub>x</sub>**", representada por un tanque superior **1120** que tiene algo de agua en su interior.

35 Las bolsas de aire y agua del tubo flexible **204** se bombean, bajo presión a través de la salida del tubo flexible, hacia el tanque **1120**, creando una altura de presión **PH<sub>x</sub>**. El bombeo de agua, contra una altura de presión **PH<sub>x</sub>**, a una cierta velocidad y flujo de masa, junto con la fricción del fluido, crea una contrapresión **H<sub>p</sub>**, que actúa a través del **CG** de cada valle empujando el tubo flexible **204** hacia atrás contra el movimiento de las olas. Las fuerzas podrían resolverse en componentes horizontales **H<sub>p(x)</sub>** y verticalmente hacia abajo **H<sub>p(y)</sub>**. Además de esto, el peso de una bolsa de agua "**W**" también actúa hacia abajo en el plano vertical.

40 Además, la parte del tubo flexible **204**, que pasa por debajo del agua, crea un arrastre/fricción "**f<sub>w</sub>**" desde una masa de agua fuera, a medida que el tubo flexible **204** avanza siguiendo las olas.

El total de componentes horizontales y verticales en **G** se puede resolver como una "**R**" resultante

Además de estos, una fuerza flotante "**F<sub>b</sub>**" actúa verticalmente hacia arriba, a través del Centro de Flotabilidad "**B**". Un componente horizontal **F<sub>y</sub>** se opone al movimiento hacia adelante del tubo flexible **204**, mientras que el componente vertical proporciona una fuerza de elevación **F<sub>x</sub>**.

45 Para equilibrar las fuerzas mencionadas anteriormente, las bolsas de agua **1011** son empujadas hacia atrás y tienden a subir por las crestas de las olas que avanzan, mientras que los segmentos de aire **1012** se desplazan hacia atrás y van por debajo de las crestas de las olas. El centro de gravedad "**G**" y la flotabilidad "**B**" también se retrasan.

50 Esto hace que el tubo flexible ejerza **204** presiones horizontales **H<sub>p(x)</sub> + F<sub>w</sub>** y verticales **H<sub>p(y)</sub>** sobre la superficie de las olas que avanzan **1100** en la dirección del vector resultante "**R**", lo que provoca un cambio de fase "**φ<sub>s</sub>**" y una reducción en la amplitud **a<sub>px</sub>** del tubo flexible **204**, en comparación con la altura de ola **H**, por cierta pérdida de altura de ola **H<sub>L</sub>**. En consecuencia, el diferencial de presión "**P<sub>d</sub>**" de las bolsas de agua también se reduce y las bolsas de agua comienzan a panadearse/hundirse. Las olas que avanzan pueden sobrepasar las crestas del tubo flexible, lo

que hace que se pandee o se hunda.

Por lo tanto, cuanto más alta sea la presión, mayor será el cambio de fase, menor será el diferencial de presión y menor será la energía undimotriz extraíble.

5 Esto también permitiría que las bolsas de agua fluyan de un segmento de valle a otro, haciendo que el tubo flexible se pandee, a pesar de la flotabilidad adicional proporcionada por las realizaciones de tubo inflable **1300** descritas en la invención anterior.

Una realización **1330** de la presente invención ofrece soluciones para superar los inconvenientes mencionados anteriormente.

10 Las **figuras 2(a), 2(b) y 2(c)** muestran un tubo flexible **204**, o una pluralidad de los mismos, adecuadamente amarrados, orientados hacia un ángulo con respecto a las olas, flotando sobre una masa de agua, es decir, la superficie del océano, y adaptándose a la forma de las olas.

En el que, la boca del tubo flexible **204** está en comunicación fluida con una entrada y estando su salida en comunicación fluida adicional con la toma de potencia y otros dispositivos, que no se muestran en las presentes figuras.

15 En el que, la entrada dosifica las bolsas de aire y agua **1012-1011** en el tubo flexible, que es empujado hacia adelante por olas transversales, acumulando progresivamente una presión en el mismo, que podría usarse para impulsar hidrogeneradores convencionales o bombear agua para cualquier otro propósito.

En el que, en un exterior del tubo flexible **204** o una pluralidad de los mismos, una pluralidad de soportes horizontales **1315** están unidos a lo largo de la longitud del tubo flexible **204**.

20 En el que, los soportes horizontales **1315** se extienden igualmente hacia afuera en ambos lados y están espaciados uniformemente a lo largo de la longitud de un tubo flexible **204**.

En el que, los soportes horizontales **1315** son de una envergadura adecuada.

En el que, los soportes horizontales **1315** están espaciados uniforme y adecuadamente.

25 Los soportes horizontales **1315** podrían ser vigas, nervaduras y similares, preferentemente hechos de materiales ligeros y no corrosivos, tales como materiales compuestos, que tienen suficiente resistencia a la tracción para soportar fluctuaciones continuas de la carga, tales como construcciones en celosía, de longitudes y perfil deseados.

En el que, sobre los soportes horizontales **1315**, al menos dos tubos inflables **1300** se unen a lo largo del tubo flexible **204** o una pluralidad de los mismos.

En el que, los tubos inflables **1300** están generalmente dispuestos sustancialmente paralelos al tubo flexible **204**.

30 En el que, los tubos inflables **1300** podrían unirse en una parte superior, inferior o en ambos lados de los soportes horizontales **1315**.

En el que, el tubo inflable **1300** está hecho preferentemente de material polimérico o caucho elástico y similares. Se infla y desinfla selectivamente para variar su flotabilidad.

En el que, el tubo inflable **1300** se infla y se desinfla selectivamente para variar su flotabilidad.

35 En el que, el tubo inflable **1300** puede ser de longitud más pequeña y estar adecuadamente interconectado en comunicación fluida entre sí en serie.

40 En el que, las aberturas en los extremos anterior y posterior de los tubos inflables **1300** están en comunicación fluida con la fuente de presión, a través de mangueras neumáticas **1317**, tal como una bomba sopladora o la cámara de presión **208**, compresor, con reguladores de presión, controles, microprocesador, etc., que no se muestran en las presentes figuras.

Al aumentar el número y/o el diámetro de los tubos inflables **1300** y la envergadura de los soportes horizontales **1315**, la flotabilidad y la anchura de captura del tubo flexible podrían incrementarse proporcionalmente.

45 Cuando los tubos inflables **1300** están completamente presurizados, la flotabilidad a lo largo de toda su longitud sería lo suficientemente alta como para mantener el tubo flexible **204** siempre flotando sobre el agua, incluso si está completamente llena de agua.

Cuando los tubos inflables **1300** se agotan, y el tubo flexible o la pluralidad de los mismos se llenan en su mayoría con agua, no habrá una mejora de la flotabilidad. En consecuencia, el tubo flexible y el dispositivo unido **1330** podrían sumergirse, particularmente durante las tormentas. Al bombear aire de regreso a los tubos inflables **1300**, el

dispositivo podría ser reparado y reanudar las operaciones normales.

5 A medida que la presión en el tubo inflable **1300** se reduce hasta cierto punto, los segmentos de valle **1300B** comenzarán a hundirse debido al peso combinado de las bolsas de agua, el tubo flexible y el dispositivo unido **1330**. En consecuencia, el aire de los segmentos de valle **1300B** se exprimirá y será empujado a los segmentos de cresta de los tubos inflables **1300A**, lo que aumenta aún más la flotabilidad de los mismos.

Se puede ver que, la cresta del tubo inflable puede estar hecha para permanecer siempre por encima de las crestas de las olas, mientras que su segmento de valle por debajo de los valles.

10 Al regular el volumen de aire en el tubo inflable **1300**, la amplitud  $a_p$  de los tubos inflables y el tubo flexible **204** o la disposición **1330** de una pluralidad de los mismos, así como el diferencial de presión  $p_a$  se pueden variar en una medida sustancial, en comparación con la altura de ola correspondiente  $H$  de una ola.

Además, a medida que un segmento de valle **1300B** de un tubo inflable se hunde, la presión del agua que actúa sobre su superficie exterior aumenta con la profundidad, con lo que se contrae/sella progresivamente el paso dentro de **1300B**, lo que impediría/evitaría que el aire fluya libremente entre sus segmentos de cresta.

15 En consecuencia, los segmentos de cresta de los tubos inflables **1300A** permanecerían siempre por encima de las crestas de las olas, es decir, se formaría un bloqueo de fase, impidiendo de este modo que el tubo flexible pase por debajo de las crestas de ola; que de otro modo causaría pandeo.

El aire en el interior de los tubos inflables/desinflables **1300A** / **1300B** es empujada hacia delante junto con las olas, a medida que avanzan desde el frente hasta el extremo posterior de los tubos y se forma un bucle a través de las mangueras neumáticas **1317**, como se ha explicado anteriormente.

20 Dado que habrá una variación en los parámetros de las olas, las alturas y las longitudes de las olas variarán, lo que justifica el intercambio de bolsas de aire y de agua entre los segmentos. Cuando esto sucede, la diferencia de presión de aire entre los segmentos afectados del tubo inflable **1300** excedería los límites de sellado de las partes exprimidas del tubo inflable **1300B**, permitiendo de este modo que el aire se transfiera entre los segmentos.

25 Por lo tanto, los objetivos de la presente invención podrían lograrse mediante la adopción de los medios y métodos descritos en los párrafos anteriores.

También son posibles diversas otras permutaciones y combinaciones del mismo principio de operación y disposiciones, pero no se mencionan en el presente documento.

Numerosas características y ventajas de la invención cubiertas por este documento se expondrán en la descripción anterior. Se entenderá, sin embargo, que esta divulgación es, en muchos aspectos, solamente ilustrativa.

30 Se pueden hacer cambios en los detalles, particularmente en cuestiones de forma, tamaño y disposición de las partes sin exceder el alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un convertidor de energía undimotriz de flotación libre que incluye al menos un tubo flexible (204) adaptado para flotar en una superficie de una masa de agua, teniendo el al menos un tubo flexible (204) un extremo de entrada para recibir bolsas alternas de agua y aire cuando el al menos un tubo flexible (204) está amarrado orientado en ángulo a una dirección de la ola en la masa de agua y teniendo un extremo de salida en comunicación fluida con la toma de potencia y otros dispositivos, que comprende:
- 10 - una pluralidad de soportes (1315) unidos a al menos un tubo flexible (204) en ubicaciones separadas, extendiéndose cada uno de los soportes (1315) transversal a un eje longitudinal de al menos un tubo flexible (204) y hacia fuera en direcciones opuestas desde el al menos un tubo flexible (204); y
- 15 - al menos dos tubos inflables (1300, 1302) unidos a los soportes (1315) en lados opuestos de al menos un tubo flexible (204), extendiéndose cada uno de los tubos inflables (1300, 1302) longitudinalmente sustancialmente paralelo al eje longitudinal del al menos un tubo flexible (204), en el que al menos un tubo flexible (204) sube y baja en relación con la superficie de la masa de agua inflando y desinflando respectivamente los al menos dos tubos inflables y desinflables (1300, 1302) con un gas.
2. El convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el gas es aire.
- 20 3. El convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los dos tubos inflables (1300, 1302) unidos a los soportes (1315) en lados opuestos son inflables y desinflables selectivamente.
4. El convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye mangueras (1317) en comunicación fluida con los al menos dos tubos inflables (1300, 1302) para conectar los tubos a una fuente del gas.
- 25 5. El convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los soportes (1315) están espaciados uniformemente a lo largo del eje longitudinal del al menos un tubo flexible (204).
6. El convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los al menos dos tubos inflables (1300, 1302) cuando están inflados mantienen el al menos un tubo flexible (204) por encima de la superficie de la masa de agua.
- 30 7. El convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el al menos un tubo flexible (204) puede sumergirse debajo de la superficie de la masa de agua cuando los al menos dos tubos inflables (1300, 1302) están desinflados, mientras que el agua se introduce en el al menos un tubo flexible (204).
- 35 8. El convertidor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los segmentos de cresta del al menos un tubo flexible (204) pueden mantenerse por encima de la superficie de la masa de agua y los segmentos de valle de al menos un tubo flexible (204) pueden estar sumergidos por debajo de la superficie de la masa de agua cuando los al menos dos tubos inflables (1300, 1302) están parcialmente inflados.
- 40

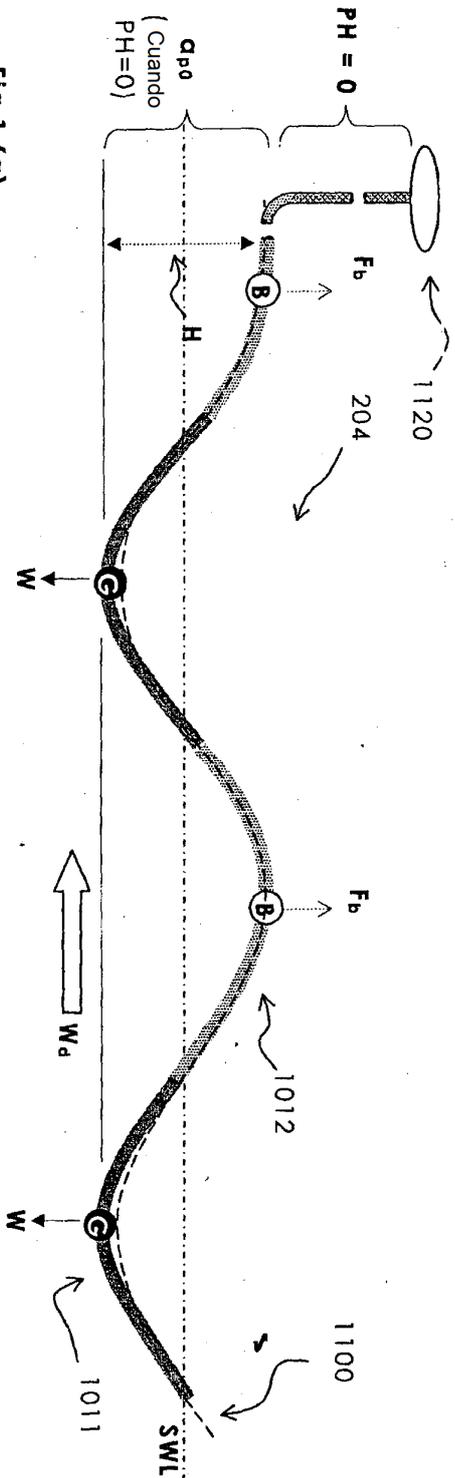


Fig. 1 (a)

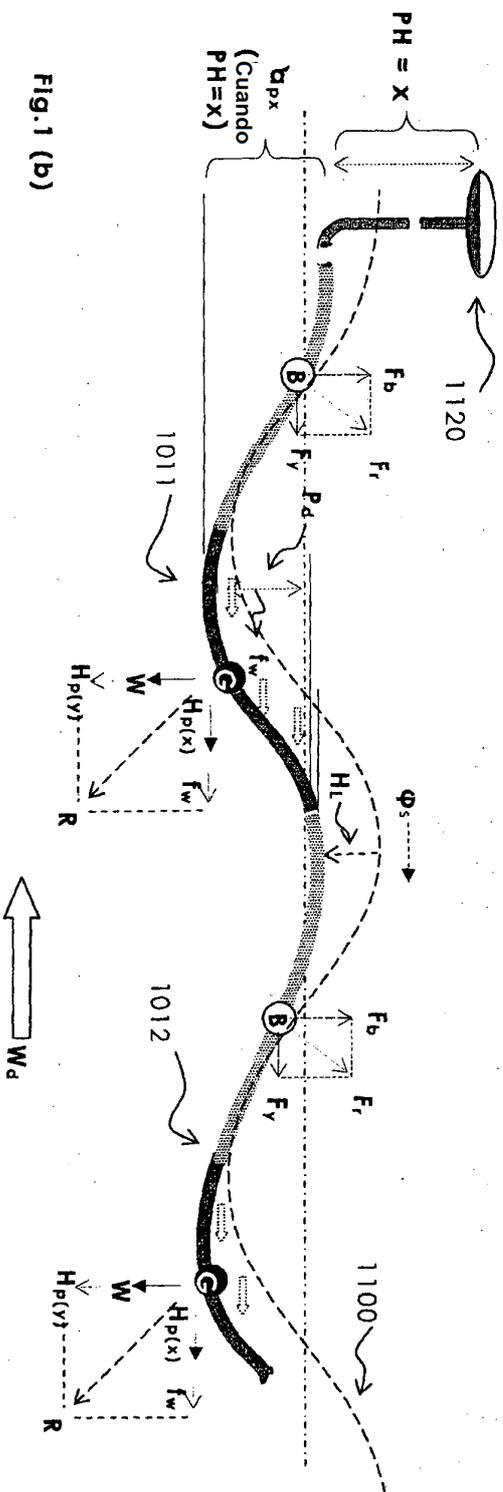


Fig. 1 (b)

