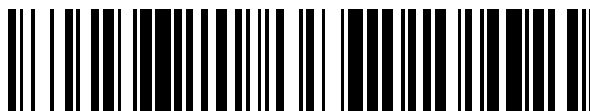


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 863 699**

51 Int. Cl.:

F16L 1/19 (2006.01)

F16L 1/20 (2006.01)

F16L 1/23 (2006.01)

B66D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2017** **PCT/EP2017/073378**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.03.2018** **WO18050877**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2017** **E 17765193 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.03.2021** **EP 3513106**

54 Título: **Sistema, aparato y método**

30 Prioridad:

16.09.2016 NL 2017484

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

11.10.2021

73 Titular/es:

ROYAL IHC LIMITED (100.0%)
Stocksfield Hall
Stocksfield, Northumberland NE43 7TN, GB

72 Inventor/es:

SMITH, MICHAEL JAMES y
MANCHESTER, RALPH

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 863 699 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, aparato y método

- 5 La presente invención se refiere a un sistema aparato y método. En particular, pero no exclusivamente, la presente invención se refiere a un sistema y método para tender tuberías desde una embarcación marina hasta una ubicación submarina.
- 10 Tradicionalmente, las tuberías se pueden desplegar desde una embarcación hasta el lecho marino como una longitud de tubería continua mediante el uso de varias técnicas. En los sistemas de "tendido en J", las secciones de tubería se agregan y aseguran secuencialmente a la tubería que se implementa en un método de tipo de línea de montaje.
- 15 En una embarcación marina, una sección de tubería se eleva desde una posición horizontal en la cubierta, a una posición más vertical, para ser sostenida por una torre. Luego, la sección de tubería se baja por la torre hasta que el extremo inferior de la sección de tubería esté muy cerca de un extremo superior de una sección de tubería desplegada previamente (junta de campo). El extremo inferior de la sección de tubería se acopla luego al extremo superior de la sección de tubería desplegada previamente mediante un método de unión adecuado, por ejemplo mediante soldadura. Para un acoplamiento efectiva, ambas secciones se mantienen o sujetan típicamente en su posición durante la unión. Después de la unión, la sección de tubería se baja de la embarcación marina, por ejemplo, a través de un estanque de luna o el borde de la
- 20 embarcación, y el proceso se repite. A medida que se construye la tubería, se baja a lo largo de la "línea de tendido", es decir, la posición que sigue la tubería a medida que se baja de la torre a la posición submarina. Como se muestra en la Figura 1, la línea de tendido sigue la forma de una letra "J" 100.
- 25 La tubería soldada se construye así gradualmente y se baja al agua de mar, y se tenderá en el lecho marino o en una zanja en una ubicación predeterminada. La tubería puede usarse para transportar fluidos de producción tales como petróleo, gas y agua a lo largo del lecho marino, por ejemplo, desde una plataforma de producción a una ubicación en la costa.
- 30 La técnica de tendido en J puede usarse para colocar tuberías a profundidades de aguas poco profundas o profundas, típicamente de alrededor de 750 m a 1000 m. Típicamente, el diámetro de la tubería puede variar de 5 a 36 pulgadas (12,7 a 91,44 cm). La sección de tubería típicamente puede tener una longitud de 12 m, aunque las secciones de tubería pueden ser soldadas previamente en conjuntos de 2 x 12 m de longitud (las llamadas juntas de tubería doble, de 24 m) o longitudes de 3 x 12 m (las llamadas juntas triples, de 36 m), o longitudes de 4 x 12 m (las llamadas juntas de tubería cuádruple, de 48 m), o longitudes de 6 x 12 m (las llamadas juntas de tubería hexagonal, de 72 m), etc.
- 35 Para adaptarse a los cambios en la profundidad del agua, la torre puede girar en diferentes ángulos, desde alrededor de 90 grados (vertical a la cubierta) para aguas más profundas hasta alrededor de 45 grados para aguas menos profundas.
- 40 El documento WO 2008/120977 describe una embarcación de tendido de tuberías. Una sección de tubería se carga en un brazo de carga. Se usa un volteador para elevar la sección de tubería al ángulo de la torre al rotar (hacer girar) la sección de tubería.
- 45 Algunos sistemas de tendido en J, como el descrito en el documento WO2008/120977, emplean un brazo de carga para sostener una sección de tubería en una posición en la cubierta, y mover la sección de tubería a una posición más vertical para presentarla a la torre.
- 50 Como se muestra en la Figura 2, el brazo de carga incluye típicamente un cuerpo de acero 102 que forma un contenedor para sostener una sección de tubería, y una serie de abrazaderas 104₁₋₄, que mantienen la sección de tubería en su lugar dentro del brazo de carga. Una primera abrazadera, situada en un extremo del brazo de carga, puede soportar cargas radiales y axiales. Las tres abrazaderas restantes solo soportan cargas radiales. Las abrazaderas actúan para recoger y asegurar la tubería. Un pivote principal 106 actúa como un punto de pivote para que el brazo de carga se mueva hacia arriba hacia una torre de tendido en J. Puede usarse un zapato de seguridad 108 como soporte de tubería de tope en caso de que la sección de tubería caiga del brazo de carga cuando está en posición vertical.
- 55 El documento WO 2005/085692 describe un sistema de tendido de tuberías marino del tipo de "tendido en J". El sistema incluye una embarcación que comprende un bastidor sustancialmente vertical unido a una estructura de soporte de la embarcación, un miembro de sujeción superior desplazable verticalmente a lo largo del bastidor mediante un miembro de desplazamiento, un elemento de sujeción inferior, alineado con el elemento de sujeción superior, un dispositivo de carga para suministrar un segmento de tubería al elemento de sujeción superior, medios de control adaptados para controlar el
- 60 miembro de desplazamiento y los elementos de sujeción superior e inferior para bajar el segmento de tubería por el miembro de desplazamiento a lo largo de una trayectoria de tubería, el elemento de sujeción superior que se desacopla en el segmento de tubería, mientras que el elemento de sujeción inferior se desacopla, el elemento de sujeción inferior que se sujeta en la estructura de soporte de la embarcación, una pista transversal que se extiende desde una posición lateral en la embarcación hasta una posición a lo largo de la trayectoria de la tubería, y un miembro de soporte que se
- 65 puede desplazar a lo largo de la pista a situar en la trayectoria de la tubería.

El documento WO 2009/022189 describe un método y un aparato para tender una tubería costa afuera desde una embarcación de tendido de carretes, que incluye; proporcionar una torre de tendido de tuberías con una abrazadera de desplazamiento, que puede usarse para suspender la tubería de la embarcación, y un aparato tensor en la misma torre, para proporcionar una fuerza de sujeción que se puede usarse para suspender la tubería del buque.

El documento US 3860122 A describe un aparato para transferir un miembro tubular tal como un tubo desde un área de almacenamiento tal como una plataforma de perforación de pozos de petróleo o una barcaza a una posición sumergida al menos parcialmente bajo el agua con el propósito de hincar pilotes, tender tubos u otros usos relacionados. El documento US 2011/286801 A1 describe una embarcación de tendido de tuberías que incluye un sistema de tendido en J que define una línea de disparo.

El documento US 2010/0119307 A1 describe un sistema que puede usarse con una embarcación de tendido de tuberías, que incluye un bastidor de soporte, tal como un bastidor de la cubierta de la embarcación y un brazo cargador que puede moverse entre una posición de carga y una posición vertical. El documento WO 2007/091884 A1 describe un método para tender una tubería mediante el uso de una embarcación que comprende una grúa.

El documento US 2012/195716 A1 describe un sistema de manipulación tubular.

Algunos sistemas de tendido en J, tal como los descritos en los documentos WO 2005/085692 y WO 2009/022189, emplean abrazaderas estáticas y abrazaderas móviles para desplegar y bajar secciones de tubería en una configuración de tendido en J.

Un problema con algunos sistemas de tendido de tuberías conocidos es que la torre de tendido en J puede crear problemas de estabilidad para la embarcación, particularmente durante las inclemencias del tiempo.

Con algunos sistemas conocidos, el peso propio de la torre de tendido en J junto con la aceleración de la embarcación causa fatiga, lo que da como resultado mayores aumentos de masa.

Típicamente, las operaciones de soldadura y recubrimiento entre una sección de tubería y una junta de campo en una operación de tendido en J se llevan a cabo en una estación de trabajo. La estación de trabajo se ubica dentro de la torre. La estación de trabajo es un hábitat cerrado con una ranura para la sección de tubería. La estación de trabajo puede retraerse fuera del camino de la abrazadera de desplazamiento a medida que atraviesa la sección de tubería. Alternativamente, la estación de trabajo es un hábitat cerrado con un gran techo que se puede abrir para permitir que la abrazadera de desplazamiento baje hacia él.

Típicamente, algunos sistemas de tendido en J usan un cabrestante de elevación de tambor doble para accionar un sistema de cables de caída múltiple para subir y bajar una abrazadera de desplazamiento. Por lo general, los extremos de los cables del cabrestante de elevación de tambor doble se unen en un punto medio del sistema. Esto hace que la redundancia de cables no sea factible. Además, el aumento de la productividad del sistema, en términos de mayor capacidad de carga, se logra al volver a colocar el sistema para aumentar o disminuir el número de caídas. Se agregan más caídas para aumentar la carga pero reducir la velocidad. La reducción de caídas reduce la capacidad de carga pero acelera el sistema. No es práctico cambiar las caídas a la mitad del viaje, por lo que si ha aumentado las caídas para bajar una carga grande, también debe viajar lentamente en el recorrido vacío de regreso. Esta reconfiguración lleva tiempo y puede afectar la velocidad del sistema.

Además, algunos sistemas de tendido en J típicamente usan un cabrestante de elevación de tambor doble para accionar un sistema de cables de caída múltiple para subir y bajar un brazo de carga. Los cables de cada tambor están sujetas a grandes cargas de impacto en caso de rotura de la otro cable.

La presente invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 8 para construir y desplegar un elemento alargado en una operación de tendido en J.

Ciertas modalidades de la invención proporcionan la ventaja de que la altura y la masa de la torre se reducen para una embarcación de tamaño equivalente en comparación con los sistemas conocidos.

Ciertas modalidades proporcionan un sistema en el que una sección de tubería puede presentarse a una torre y luego moverse a través de una serie de carreras para bajar la sección de tubería a la porción deseada.

Ciertas modalidades proporcionan la ventaja de que es más fácil bajar la torre a la cubierta cuando no está en uso.

Ciertas modalidades proporcionan la ventaja de que las operaciones se pueden realizar en un entorno cerrado.

Ciertas modalidades proporcionan la ventaja de que los componentes móviles se pueden mover de manera más eficiente en comparación con los sistemas conocidos.

Las modalidades de la invención se describen además de aquí en adelante con referencia a las figuras acompañantes, en las que:

La Figura 1 ilustra una embarcación con un conjunto de "tendido en J";

La Figura 2 ilustra un brazo de carga para sujetar y mover una sección de tubería;

La Figura 3 ilustra un sistema para levantar un brazo de carga y un miembro alargado, en un procedimiento etapa por etapa;

La Figura 4 ilustra otra vista de un brazo de carga.

Las Figuras 5a-d ilustran un sistema para bajar un elemento alargado, en un procedimiento etapa a etapa;

Las Figuras 6a-d ilustran un sistema para sellar una porción de una sección de tubería dentro de una torre de tendido en J;

Las Figuras 7a-b ilustran un sistema que usa un sistema de cables múltiples para atravesar una abrazadera de desplazamiento;

Las Figuras 8a-b ilustran un sistema que usa un sistema de cables múltiples para levantar un brazo de carga;

La Figura 9 ilustra un sistema de cables múltiples;

La Figura 10 ilustra otro sistema de cables múltiples; y

La Figura 11 ilustra un sistema de equilibrio de carga hidráulico.

En los dibujos los mismos números de referencia se refieren a las partes similares.

Modalidad 1

Las Figuras 3-5 ilustran una primera modalidad de un sistema 200 para construir y desplegar un elemento alargado en una operación de tendido en J. El sistema incluye una estructura vertical, un segmento del elemento alargado adyacente a la estructura vertical y un elemento de sujeción móvil para sujetar el segmento y bajar el segmento. La estructura vertical es más corta que el segmento.

Específicamente, la Figura 3 muestra la posición inicial cuando se mueve un miembro alargado 204 (por ejemplo, una sección de tubería para su uso en una operación de tendido en J) desde una primera posición generalmente horizontal (como se muestra en la Figura 3) hacia una segunda posición adyacente a una estructura vertical 206 (por ejemplo, una torre de tendido en J). El sistema puede usarse, por ejemplo, durante un procedimiento de tendido en J, para elevar una sección de tubería desde una posición generalmente horizontal en la cubierta de una embarcación a una posición más vertical, contra una torre de tendido en J. A partir de ahí, la sección de tubería puede pasar a las etapas de soldadura/unión a un elemento alargado adicional, previamente desplegado y luego desplegado en el mar, como se conoce en la técnica.

Como se usa en la presente descripción, los términos "posición generalmente horizontal", "sustancialmente horizontal" y similares, se usan ampliamente para cubrir una posición que puede ser paralela al suelo o a la cubierta de una embarcación (que a su vez puede moverse con frecuencia de absoluta horizontal), o desplazarse algo de esa horizontal. Es decir, más horizontal que vertical al suelo subyacente.

Como se usa en la presente descripción, los términos "posición generalmente vertical", "sustancialmente vertical" y similares, se usan ampliamente para cubrir una posición que puede ser perpendicular al suelo o a la cubierta de una embarcación (que a su vez puede moverse con frecuencia de absoluta horizontal), o desplazarse algo de esa vertical. Es decir, más vertical que horizontal al suelo subyacente.

Como se usa en la presente descripción, el término "estructura vertical" se usa para cubrir cualquier montaje o conjunto que se extiende desde un suelo, piso o cubierta y puede extenderse en cualquier ángulo, y puede cambiar de ángulo. Por ejemplo, una torre de tendido en J se extiende hacia arriba típicamente entre 45 grados y 90 grados desde la cubierta de una embarcación. Sin embargo, la estructura puede ser aproximadamente vertical o extenderse hacia afuera/hacia arriba en cualquier cantidad o ángulo desde una base, suelo o cubierta.

Como se usa en la presente descripción, el término "región de extremo" se usa para cubrir cualquier punto o región de una estructura que no sea un punto central. Por ejemplo, si la estructura es un elemento alargado, la región de extremo puede ser un punto o región en un extremo, cerca de un extremo, o no en el centro del elemento alargado.

Por lo tanto, la primera posición puede ser una posición generalmente horizontal, por ejemplo, antes del despliegue cuando una sección de tubería se tiende sobre la cubierta o una plataforma, y la segunda posición puede ser más vertical que la primera posición, por ejemplo, cuando se mueve hacia una torre de tendido en J para su posterior unión a una tubería adicional y despliegue en el mar.

En esta modalidad, el sistema incluye un elemento de sujeción, en este caso un brazo de carga 202, para sujetar un segmento de la sección de tubería 204 en la primera posición, como se muestra en la Figura 3. Brazos de carga *per se* son generalmente conocidos. Un ejemplo se muestra en la Figura 2.

El sistema también incluye un sistema de elevación de brazo de carga 214 acoplado operativamente con la torre 206 y el brazo de carga 202, en las poleas 220₁ y 220₂ respectivamente, para arrastrar el brazo de carga hacia la torre, hasta que

el brazo de carga sostenga el segmento de la sección de tubería adyacente a la torre. En este caso, el sistema de elevación del brazo de carga 214 incluye un cable 216 y se conecta con un cabrestante de elevación (no mostrado). El cable 216 se alimenta desde el cabrestante de elevación, alrededor del brazo de carga 202 y de regreso al cabrestante.

5 Puede usarse cualquier cabrestante adecuado, por ejemplo, un cabrestante de elevación de tambor doble. El cabrestante puede montarse en cualquier posición adecuada de la embarcación, por ejemplo, el cabrestante puede montarse en cubierta.

10 La Figura 4 muestra otra vista del brazo de carga 202 de la Figura 3, con más detalle. La sección de tubería 204 que se sujeta por el brazo de carga se muestra en la Figura 4. La Figura 4 también muestra las abrazaderas 234₁₋₄ para sujetar la sección de tubería en el brazo de carga. Las abrazaderas 234₁₋₄ típicamente tienen una capacidad de 30 a 40 toneladas para retener cargas radiales y/o axiales.

15 En uso, el cabrestante de elevación se enrolla para aplicar una fuerza al cable de elevación 216. A medida que el cable se enrolla alrededor del cabrestante, la longitud del cable restante se reduce. El brazo de carga se conecta de manera giratoria a la torre de tendido en J en el punto P, de manera que el resultado general del cabrestante del cable alrededor de las poleas es que el brazo de carga se tira hacia arriba y hacia la torre de tendido en J, girando en el punto P. La flecha A en la Figura 3 ilustra el movimiento del brazo de carga 202 como un resultado de que el cabrestante de elevación está en funcionamiento para elevar el brazo de carga a la torre de tendido en J.

20 La torre de tendido en J es más corta que el brazo de carga. En esta modalidad, la torre de tendido en J tiene sustancialmente la mitad de la longitud del brazo de carga. La torre de tendido en J puede variar sustancialmente entre el 25 % y el 75 % del brazo de carga.

25 Una vez que el brazo de carga está posicionado contra la torre, es soportado por la torre. Por ejemplo, el brazo de carga puede estar soportado por medio de al menos una cuña de atraque, o dos cuñas de atraque, y una guía transversal. La guía transversal (no mostrada) asegura que el brazo de carga se alinee correctamente con la torre de tendido en J.

30 Una vez que la sección de tubería está soportada contra la torre, las abrazaderas del brazo de carga 234₁₋₄ mueven la sección de tubería 204 a la línea de suministro de tubería principal (la "línea de disparo") de la torre 206 de tendido en J. La línea de disparo/entrega es la posición desde la cual se puede bajar la sección de tubería para encontrar la tubería previamente desplegada. A continuación, la sección de tubería se alinea con la sección de tubería 250 previamente desplegada y se baja hasta que el extremo inferior 210 de la sección de tubería 204 se encuentra con un extremo superior 252 de la junta de tubería 250 previamente desplegada (como se muestra en la Figura 5a). La alineación se logra mediante las abrazaderas que afectan la posición vertical, la posición longitudinal (por flexión) y/o por rotación.

35 La alineación precisa se logra aún más mediante el uso de una abrazadera de alineación interna (no mostrada). En esta modalidad, se monta una abrazadera de alineación interna en cualquier extremo superior del brazo de carga 202 y se alimenta a un extremo superior 212 de la sección de tubería 204 mediante un cable umbilical (no mostrado). La abrazadera de alineación interna se baja posteriormente para asegurar que la sección de tubería 204 esté en línea con la junta de tubería 250 previamente desplegada.

40 Montar la abrazadera de alineación interna en el brazo de carga 202 permite que la abrazadera de alineación interna regrese a la cubierta de la embarcación con el brazo de carga. Esto puede permitir que se realice el mantenimiento de la abrazadera de alineación interna. El proceso de bajar la abrazadera de alineación interna puede comenzar mientras se eleva el brazo de carga 202, de modo que la abrazadera de alineación interna esté en posición en el punto de soldadura tan pronto como el brazo de carga esté levantado.

45 El extremo inferior 210 de la sección de tubería 204 está acoplado al extremo superior 252 de la junta de tubería 250 previamente desplegada mediante soldadura. La sección de tubería previamente desplegada se mantiene en posición mediante una abrazadera adicional 218. En este ejemplo, la abrazadera 218 es una abrazadera de suspensión 218 ubicada debajo de un extremo inferior 242 de la torre de tendido en J. La abrazadera de suspensión está unida a la embarcación. Alternativamente, la abrazadera de suspensión se puede unir a la torre 206.

50 Una vez que el extremo inferior 210 de la sección de tubería 204 está acoplado a la junta de tubería 250 previamente desplegada, la sección de tubería está lista para bajarse a una posición desplegada. La sección de tubería 204 se pasa desde las abrazaderas del brazo de carga 234₁₋₄ a un conjunto de desplazamiento dentro de la torre de tendido en J. En esta modalidad, el conjunto de desplazamiento incluye un elemento de sujeción móvil 222, que puede moverse a lo largo de la torre de tendido en J. Es decir, el elemento de sujeción móvil 222 puede moverse a lo largo de la torre de tendido en J.

55 El conjunto de desplazamiento 222 en la torre coopera con la abrazadera de suspensión 218 ubicada debajo de un extremo de la torre de tendido en J para bajar la sección de tubería 204 al mar (para desplegar la sección de tubería) siguiendo la línea de disparo/línea de tendido, de manera que el extremo superior 212 de la sección de tubería 204 se convierta en la siguiente junta de campo. Típicamente, el elemento de sujeción móvil y la abrazadera de suspensión tienen una capacidad de 600 a 2000 toneladas, que es suficiente para soportar el peso de la tubería desplegada después de la

unión de la sección de tubería a la tubería desplegada. La Figura 5 ilustra esquemáticamente cómo el elemento de sujeción móvil 222 y la abrazadera de suspensión 218 cooperan para bajar la sección de tubería 204.

El elemento de sujeción móvil 222 está ubicado inicialmente hacia un extremo superior 240 de la torre de tendido en J 206. El elemento de sujeción móvil 222 actúa para sujetar un segmento de la sección de tubería. La abrazadera de suspensión 218 libera la junta de campo 250, de manera que el peso de toda la tubería (que incluye ahora la sección de tubería) sea soportado por el elemento de sujeción móvil 222.

El elemento de sujeción móvil 222 se desplaza hacia abajo por la torre de tendido en J, bajando la sección de tubería, como indica la flecha en la Figura 5a.

Las abrazaderas del brazo de carga 234₁₋₄ guían la sección de tubería a medida que pasa a través de un estanque de luna (no mostrado) en la cubierta de la embarcación 230.

El elemento de sujeción móvil se atraviesa mediante el uso de otro sistema de elevación 502 acoplado operativamente con la torre de tendido en J y el elemento de sujeción móvil. En este caso, el sistema de elevación adicional incluye un sistema de cables de caída múltiple. El sistema de cables de caída múltiple incluye un cable 504 y una pluralidad de poleas (no mostradas) y está conectado con un cabrestante de elevación (no se muestra). Puede usarse cualquier cabrestante adecuado, por ejemplo, un cabrestante de elevación de tambor doble. El cabrestante puede montarse en cualquier posición adecuada de la embarcación, por ejemplo, el cabrestante puede montarse en cubierta o de cualquier otra manera.

Tanto la abrazadera móvil como la abrazadera de suspensión se controlan desde una sala de control de tendido de tuberías que puede estar situada en un contenedor en la cubierta de la embarcación (no se muestra). La abrazadera móvil y la abrazadera de suspensión se controlan desde la sala de control de tendido de tuberías mediante el uso de un sistema de control coordinado (Scada, por ejemplo). El sistema de control coordinado típicamente incluye actuadores hidráulicos y retroalimentación de sensor electrónico. La abrazadera móvil y la abrazadera de suspensión también pueden controlarse por separado, incluso de manera local o semilocal, por ejemplo, cuando se requiere mantenimiento.

El cabrestante del sistema de elevación adicional 502 permite que el cable 504 se extienda de manera que el elemento de sujeción móvil atraviese hacia abajo la torre de tendido en J. Es decir, el elemento de sujeción móvil 222 se puede mover a lo largo de su carrera.

En esta modalidad, la longitud de carrera es sustancialmente igual a la longitud de la torre en forma de J. En esta modalidad, la longitud de carrera es menor que la longitud de la sección de tubería 204. Específicamente, la longitud de carrera es sustancialmente el 50 % de la longitud de la sección de tubería 204.

En esta modalidad, la longitud de la estructura vertical es sustancialmente el 50 % de la longitud del segmento.

La longitud de carrera del elemento de sujeción móvil 222 lleva el elemento de sujeción móvil desde su punto inicial hacia el extremo superior 240 de la torre de tendido en J 206, hasta su punto más inferior. Es decir, el punto más inferior del elemento de sujeción móvil 222 está hacia el extremo inferior 242 de la torre de tendido en J.

Una vez que el elemento de sujeción móvil 222 ha atravesado la longitud de carrera deseada, la abrazadera de suspensión 218 acciona y sujeta un segmento de la sección de tubería 204. El elemento de sujeción móvil libera la sección de tubería de manera que la abrazadera de suspensión soporta el peso de toda la tubería. El elemento de sujeción móvil atraviesa entonces hacia arriba la torre de tendido en J 206 como se indica por la flecha en la Figura 5b.

Cuando el elemento de sujeción móvil 222 alcanza la parte superior de su longitud de carrera, acciona y sujeta un segmento adicional de la sección de tubería 204. La abrazadera de suspensión 218 libera la sección de tubería.

Este proceso se repite (como se muestra en las Figuras 5c-d) de manera que el elemento de sujeción móvil 222 baja el segmento adicional, la abrazadera de suspensión sujeta un segmento adicional de la sección de tubería y el elemento de sujeción móvil regresa a la torre.

Cada 'ciclo' en el que el elemento de sujeción móvil 222 baja un segmento de la sección de tubería, la abrazadera de suspensión 218 sujeta un segmento de la sección de tubería 204 y el elemento de sujeción móvil libera el segmento y vuelve a su posición más alta en la torre de tendido en J 206 se denomina pasada.

Es decir, la sección de tubería se despliega a través de una pluralidad de pasadas; en donde una pasada incluye el elemento de sujeción móvil que sujeta un segmento del elemento alargado y baja el segmento, una sujeción adicional, ubicada debajo de un extremo de la estructura vertical, que sujeta un segmento del elemento alargado cuando el elemento de sujeción móvil alcanza un punto especificado, la abrazadera móvil libera el segmento del elemento alargado de manera que el elemento alargado es soportado por la abrazadera adicional, y la abrazadera móvil vuelve a su posición inicial.

En esta modalidad hay dos pasadas, de manera que el despliegue de una sección de tubería 204 requiere que el elemento de sujeción móvil 222 baje dos segmentos de la sección de tubería a lo largo de su carrera completa, volviendo a su posición más alta en la torre de tendido en J 206. Es decir, en esta modalidad se requieren dos pasadas para bajar el extremo superior 212 de la sección de tubería 204 hasta que se convierta en la nueva junta de campo 250 y se sujete mediante la abrazadera de suspensión 218. Una vez que la sección de tubería 204 se baja lo suficiente como para que ya no se requiera soporte del brazo de carga 202, entonces el cabrestante de elevación del sistema de elevación del brazo de carga puede permitir que el brazo de carga vuelva a la horizontal para repetir el proceso anterior. El elemento alargado se construye y despliega en una operación de tendido en J, que incluye sostener un segmento del elemento alargado adyacente a una estructura vertical, sujetar el segmento con un elemento de sujeción móvil, bajar el segmento mediante el uso del elemento de sujeción móvil. La estructura vertical es más corta que el elemento de sujeción.

Son posibles varias modificaciones de los diseños detallados como se describió anteriormente.

Puede proporcionarse un sistema que comprenda; un recipiente para el tendido de una tubería en una operación de tendido en J, que comprende:
una torre de tendido en J;
un brazo de carga para presentar los segmentos de tubería a la torre de tendido en J;
en donde la torre de tendido en J es más corta que el brazo de carga.

La torre de tendido en J puede extenderse por debajo de la abrazadera de suspensión.

El brazo de carga 202 en la primera modalidad es sustancialmente de igual tamaño que la sección de tubería 204. Sin embargo, el brazo de carga 202 puede tener diferentes longitudes con relación a la sección de tubería, siempre que el brazo de carga pueda proporcionar el soporte estructural requerido a la sección de tubería. Por ejemplo, el brazo de carga 202 puede tener una longitud menor que la sección de tubería 204.

Se debe señalar que aunque la torre de tendido en J 206 en las Figuras 5a-d es vertical (es decir, a 90 grados de la cubierta 230 de la embarcación), puede estar situada en cualquier ángulo de acuerdo con el ángulo requerido de despliegue del elemento alargado. El ángulo de la torre también se puede cambiar durante el uso para adaptarse a la profundidad cambiante del agua a lo largo de la línea de tendido. Debido a que el brazo de carga/miembro alargado está conectado operativamente con la torre, la elevación del miembro alargado hacia la torre da como resultado una precisión predeterminada por encima de una ubicación establecida.

En lugar de un cable o cables, el sistema de elevación del brazo de carga 214 para elevar el brazo de carga adyacente a la torre de tendido en J puede utilizar cadenas o cables, o similares. De manera similar, el sistema de elevación adicional 502 puede utilizar cadenas o cables, o similares.

En la modalidad anterior, el sistema de elevación del brazo de carga 214 es para arrastrar el elemento de sujeción 202 hacia la estructura vertical 206. En lugar del sistema de cabrestante y polea descrito, el sistema de elevación del brazo de carga puede incluir un par de disposiciones de piñón y cremallera, mediante las cuales se aplica una fuerza a los piñones mediante un sistema hidráulico para impulsar los piñones a lo largo de las cremalleras. De manera similar, el sistema de elevación adicional 502 puede incluir un par de disposiciones de piñón y cremallera.

Se apreciará que aunque el sistema se ha descrito en relación con el movimiento de una sección de tubería para una operación de tendido en J, el sistema puede usarse más ampliamente para colocar otros elementos alargados.

Aunque la primera modalidad enseña dos pasadas del elemento de sujeción móvil 222, es decir, con una longitud de carrera de sustancialmente el 50 % de la longitud del brazo de carga, el número requerido de pasadas puede ser mayor o menor. Específicamente, el número requerido de pasadas es el que asegura que un extremo superior 212 de la sección de tubería 204 baje hasta que se convierta en la nueva junta de campo.

El número requerido de pasadas puede cambiar entre operaciones de despliegue, en dependencia de la sección de tubería que se despliegue (por ejemplo, doble, triple, hexagonal, etc.) con relación a la longitud de carrera. Por ejemplo, es posible que se requieran dos pasadas para desplegar una sección de tubería cuádruple, seguida de una sola pasada para una sección de tubería doble.

Aunque la primera modalidad describe que la longitud de carrera es sustancialmente igual a la longitud de la torre de tendido en J, la longitud de carrera puede ser menor que la longitud de la torre de tendido en J. Por ejemplo, la longitud de carrera puede estar entre el 25 % y el 100 % de la longitud de la torre de tendido en J. Apropiadamente, la longitud de carrera puede ser de alrededor del 75 % de la longitud de la torre de tendido en J. Aunque la primera modalidad describe sólo pasadas completas, es posible desplegar el elemento alargado a través de un número de pasadas no entero, por ejemplo, 1,5 pasadas. Se produce un número de pasadas no entero cuando el elemento de sujeción móvil no vuelve a su posición inicial antes de comenzar otra pasada. Esto puede usarse para desplegar juntas triples, si la longitud de carrera del elemento de sujeción móvil es sustancialmente igual a la longitud de una junta doble, por ejemplo.

En la modalidad descrita anteriormente, el brazo de carga 202 solo se libera una vez que la sección de tubería 204 está suficientemente bajada. Sin embargo, puede haber una guía de producto (no mostrada) en la torre 206 para soportar la sección de tubería, lo que permite que el brazo de carga se libere antes. El brazo de carga se puede bajar después de la penúltima pasada, por ejemplo.

El sistema puede incluir además un sistema de abandono y recuperación. Esto se usa como una manera de detener y reiniciar la operación de tendido, y permite bajar la tubería y recuperarla del lecho marino mediante el uso de un sistema de base de cabrestante de cable. El sistema de abandono y recuperación usa cilindros hidráulicos para bajar un bastidor de abandono y recuperación a su posición que coloca una polea de cabrestante en la línea de disparo de la torre.

El sistema puede incluir además un manipulador de artículos voluminosos. Este se monta sobre una base deslizante en la cubierta de la embarcación independiente de la torre y se usa para el movimiento y posicionamiento de artículos voluminosos. También se usa para guiar y soportar los artículos voluminosos durante la instalación, y puede usarse a la inversa para recuperar los artículos en cualquier momento durante el proceso de instalación, por ejemplo, un conjunto de colector submarino.

La torre de tendido en J puede girar en varias posiciones y puede moverse para adaptarse a diferentes profundidades de agua. Es decir, para aguas menos profundas, la torre se mueve hacia adelante, alejándose de la posición de 90 grados. Esto permite que la línea de tendido de la tubería mantenga la tubería dentro de sus límites de flexión elástica, para evitar daños a la tubería.

Con la disposición descrita anteriormente, se proporciona un sistema en el que se despliegan longitudes de tubería de tamaños estándar en una operación de tendido en J, aunque la torre de tendido en J puede ser mucho más corta que las alturas de torre estándar. Esto ayuda a evitar la inestabilidad de la embarcación, particularmente con mal tiempo.

Un acortamiento de la torre de tendido en J no habría sido posible con disposiciones anteriores conocidas debido a que varios equipos, por ejemplo, la abrazadera de alineación interna y un travesaño superior estructural, se colocan en la torre de tendido en J e impedirían el movimiento de una abrazadera móvil a lo largo la torre.

El travesaño superior estructural es un travesaño que soporta carga, que en disposiciones anteriores conocidas, se extiende directamente a través de la parte superior de la torre de tendido en J, entre las patas de la torre de tendido en J. Con la disposición anterior, el travesaño se reconfigura en una configuración curva para permitir el movimiento de una abrazadera móvil a lo largo de toda la longitud de la torre de tendido en J. La configuración curva proporciona suficiente resistencia, por ejemplo, debido a los requisitos de soporte de carga reducidos del travesaño, que da como resultado una torre de tendido en J más pequeña en comparación con los diseños conocidos. Además, la configuración curva del travesaño permite que la sección de la tubería se extienda fuera de la parte superior de la torre de tendido en J.

Con la disposición anterior, la longitud de carrera del elemento de sujeción móvil se reduce con respecto a los sistemas conocidos en un factor sustancialmente igual al número de pasadas.

Con la disposición anterior, cuanto más largos sean los tiempos de soldadura y recubrimiento, mayor será la ventaja del presente sistema. Esto se debe a que las pasadas adicionales de la abrazadera móvil añaden una duración fija por pasada al ciclo. Para tiempos significativos de soldadura y recubrimiento, el sistema se puede optimizar al reducir el número de operaciones de soldadura/recubrimiento requeridas (es decir, al usar secciones de tubería más largas) pero aumentar el número de pasadas.

Con la disposición anterior, debido a la altura reducida de la torre, más partes del sistema son fácilmente accesibles en comparación con los sistemas conocidos.

Con la disposición anterior, hay más oportunidades de hacer que el sistema funcione con capacidades de sartas variables, es decir, tubería doble, tubería cuádruple, tubería hexagonal y similares.

Con la disposición anterior, la torre tiene un centro de gravedad vertical más bajo.

A continuación se describirán varias ventajas específicas de las características opcionales descritas anteriormente. Estas se suman a las diversas ventajas ya descritas anteriormente en relación con varias partes del sistema o el sistema en su conjunto. Se apreciará que se pueden conseguir numerosas ventajas con el sistema y método descritos; algunas de ellas se logran mediante el sistema general, otras se logran mediante una combinación de características y otras se logran mediante una característica específica.

Apropiadamente, el elemento de sujeción móvil puede moverse a lo largo de la estructura vertical. Esto permite que el elemento de sujeción móvil sea guiado por la estructura vertical en una dirección lineal de movimiento.

Apropiadamente, el sistema incluye una abrazadera adicional ubicada debajo de un extremo de la estructura vertical para sujetar la porción bajada del elemento alargado. Esto permite sostener el elemento alargado mientras el elemento de sujeción móvil atraviesa la torre.

Apropiadamente, la abrazadera adicional es una abrazadera estática. Esto permite que las cargas del elemento alargado se transfieran directamente a la torre o la embarcación.

5 Apropiadamente, el elemento de sujeción móvil puede moverse a lo largo de una longitud de carrera, y la longitud de carrera está entre el 25 % y el 100 % de la longitud de la estructura vertical. Esto permite que el elemento de sujeción utilice hasta toda la distancia de desplazamiento a lo largo de la estructura vertical para tener una longitud máxima de movimiento posible (y, por lo tanto, un mínimo de movimientos repetidos para un segmento de tubería). O bien, el elemento de sujeción puede usar la mayor parte de la distancia de desplazamiento disponible. O bien, el elemento de sujeción
10 puede utilizar una distancia de desplazamiento predeterminada para adaptarse a la naturaleza particular de la situación.

Apropiadamente, el elemento de sujeción incluye una abrazadera de alineación interna. Esto permite una alineación precisa del segmento de tubería con la junta de campo, al tiempo que permite que el elemento de sujeción móvil se desplace a lo largo de la torre sin obstáculos.

15 Apropiadamente, el elemento de sujeción móvil puede moverse a través de un sistema de cables de caídas múltiples. Esto permite que el elemento de sujeción móvil se atraviese suavemente a lo largo de la torre de tendido en J.

20 Apropiadamente, la longitud de la estructura vertical es sustancialmente la mitad de la longitud del segmento. Esto permite que la masa de la torre de tendido en J se reduzca significativamente en comparación con los sistemas conocidos para longitudes equivalentes de segmentos alargados, mientras que la acción de bajar un segmento de tubería hacia abajo después de la soldadura se logra con relativa rapidez y facilidad.

25 Apropiadamente, el elemento alargado se despliega a través de una pluralidad de pasadas. Esto permite que la altura de la torre de tendido en J se reduzca sustancialmente de los sistemas conocidos en un factor sustancialmente igual al número de pasadas del elemento de sujeción móvil.

30 Apropiadamente, la abrazadera adicional sujeta el segmento del elemento alargado cuando el elemento de sujeción móvil alcanza su punto más bajo. Esto permite que el elemento alargado se despliegue en el menor número posible de pasadas con el sistema.

Apropiadamente, el elemento alargado se despliega a través de dos pasadas. Esto permite que la altura de la torre sea sustancialmente la mitad del segmento.

35 Apropiadamente, una embarcación incluye una torre como la estructura vertical, y el sistema incluye los elementos descritos anteriormente. Por lo tanto, puede usarse una embarcación para levantar una o más secciones de tubería a una posición apropiada en una operación de tendido en J. Una embarcación que incluya la torre y el sistema descrito anteriormente evitará o reducirá los problemas de estabilidad de la embarcación cuando esté en funcionamiento. Apropiadamente, el método de construir y desplegar un elemento alargado incluye mover un miembro alargado desde
40 una primera posición hacia una segunda posición adyacente a una estructura vertical en la cubierta de una embarcación. Esto permite desplegar un miembro alargado en una operación de tendido en J.

Apropiadamente, el método incluye además las etapas de colocar el miembro alargado en un elemento de sujeción antes de mover el miembro alargado desde una primera posición hacia una segunda posición adyacente a una estructura vertical en la cubierta de una embarcación. De esta manera, el movimiento del elemento alargado puede ser a través de un elemento de sujeción para sujetar y guiar el miembro. Se aplican fuerzas al elemento de sujeción para colocar de esta manera el elemento alargado.

50 Modalidad 2

La Figura 6 ilustra una segunda modalidad, que incluye una estación de trabajo para conectar un elemento alargado a una junta de campo. La estación de trabajo está sustancialmente encerrada dentro de la estructura vertical. Como tal, el elemento alargado o la porción de la sección de tubería 204 situada dentro de la torre de tendido en J 206 está sellada del entorno exterior.

55 Como se usa en la presente descripción, los términos "sustancialmente encerrado", "sustancialmente sellado" se definen como lo suficientemente encerrados para el propósito de realizar las operaciones de soldadura y/o recubrimiento dentro de la estación de trabajo. Este puede ser un recinto resistente a la intemperie, por ejemplo.

60 La torre incluye además puertas 602 ubicadas en un lado de la torre 206. A medida que la sección de tubería 204 se mueve hacia la línea de disparo mediante las abrazaderas del brazo de carga 234₁₋₄ (no mostrado en la Figura 6), la sección de tubería pasa a través de las puertas 602, que están en una configuración abierta (ver Figura 6a). Una vez que la tubería está en la línea de disparo, las puertas 602 se mueven a una configuración cerrada (ver la Figura 6b), de manera que las puertas forman un sello sustancial alrededor de las abrazaderas del brazo de carga.

65

La torre incluye además el sello 604. A medida que se cierran las puertas, el sello 604 se acopla alrededor de la sección de tubería 204, de manera que la porción de la sección de tubería dentro de la cubierta está sustancialmente sellada del entorno fuera de la torre.

5 La torre incluye además una cubierta 606 situada sobre un lado adicional de la torre 206 y que puede conectarse a la torre para formar un sello.

En esta segunda modalidad, el sello es un material de tipo caucho o neopreno. Alternativamente, el sello puede ser una disposición de tipo cortina de aire.

10

Las puertas se accionan hidráulicamente y se hacen de acero aislado. Alternativamente, las puertas pueden accionarse eléctricamente y/o pueden construirse a partir de un material compuesto adecuado u otro material ligero o membrana resistente, que proporcione protección contra la intemperie para la estación de trabajo. Las áreas de la puerta que permiten la entrada de la tubería (es decir, las áreas entre las abrazaderas del brazo de carga) se pueden construir con aletas de goma.

15

En esta modalidad, las puertas tienen sustancialmente 31 m de altura, es decir, ligeramente más altas que la longitud de carrera de la abrazadera de desplazamiento móvil, que en este ejemplo es sustancialmente 30 m. Las puertas están configuradas para abrirse sustancialmente 6 m. Quedará claro que las puertas pueden ser de cualquier tamaño en dependencia del tamaño de la torre, el tamaño de la sección de tubería y la longitud de carrera del elemento de sujeción móvil.

20

Una vez en la configuración cerrada, las puertas 602, el sello 604 y la cubierta 606 aseguran que el interior de la torre esté aislado del exterior de la torre.

25

El sistema incluye además una estación de trabajo 608, ubicada hacia la base de la torre 206 muy cerca del extremo inferior 210 de la sección de tubería 204. La estación de trabajo incluye una plataforma 612 en la que se pueden realizar múltiples operaciones. Los ejemplos de operaciones incluyen la soldadura de la sección de tubería 204 a la junta de campo, inspección y recubrimiento. El entorno sellado dentro de la torre creado por las puertas 602, el sello 604 y la cubierta 606 permite que las operaciones se lleven a cabo en un entorno limpio.

30

La estación de trabajo 608 incluye además una trampilla 610. La trampilla 610 se ubica en una porción del piso (no mostrada) de la estación de trabajo 608 y se puede operar para abrirse proporcionando una ruta desde arriba de la superficie 612 hasta debajo de la superficie. La trampilla 610 puede abrirse al girar alrededor de una bisagra o, alternativamente, la trampilla puede ser operable para deslizarse sobre la superficie 612 mediante el uso de rodillos. Alternativamente, puede usarse cualquier otro método para abrir la trampilla.

35

Una vez que se completan las operaciones y la sección de tubería 204 se une a la junta de campo 250, la sección de tubería se baja mediante la abrazadera de desplazamiento 222 en una pluralidad de pasadas o solo una pasada, en dependencia de la sección de tubería que se despliegue (por ejemplo, doble, triple, hexagonal, etc.) con relación a la longitud de carrera como se describió anteriormente.

40

Como se ilustra en la Figura 6c, a medida que el elemento de sujeción móvil 222 se mueve hacia abajo de la torre 206, la trampilla 610 se abre, permitiendo que la abrazadera de desplazamiento siga un curso sin obstáculos a lo largo de su longitud de carrera. Es decir, el elemento de sujeción móvil se pasa a través de la trampilla, es decir, desde arriba de la estación de trabajo hasta abajo de la estación de trabajo. La trampilla permanece abierta mientras la abrazadera de desplazamiento completa múltiples pasadas de la sección de tubería 204. Como tal, la estación de trabajo permanece estacionaria mientras el elemento de sujeción móvil se mueve a través de ella. Alternativamente, la estación de trabajo puede moverse atravesando hacia abajo la torre de tendido en J para permitir que el elemento de sujeción móvil atravesara toda su longitud de carrera. La estación de trabajo se puede atravesar 3-4 m desde el punto de soldadura, situado a 1,5 m por encima de la cubierta de la embarcación, para permitir que un elemento de sujeción móvil de 5 m atravesara toda su longitud de carrera.

45

Alternativamente, la trampilla puede abrirse para permitir que el elemento de sujeción móvil pase a través de la estación de trabajo 608 y posteriormente se cierre una vez que el elemento de sujeción móvil ha pasado a través de la estación de trabajo.

55

De manera similar, la trampilla permite que el elemento de sujeción móvil 222 se desplace desde abajo de la estación de trabajo hasta arriba de la estación de trabajo.

60

Un método para construir y desplegar un elemento alargado en una operación de tendido en J, incluye; sujetar un segmento del elemento alargado adyacente a una estructura vertical, sujetar el segmento con un elemento de sujeción móvil, bajar el segmento mediante el uso del elemento de sujeción móvil, pasar el elemento de sujeción móvil a través de la estación de trabajo.

65

- La estación de trabajo 608 puede moverse fuera de la longitud de carrera del elemento de sujeción móvil 222 para permitir el paso de artículos grandes, por ejemplo, conjuntos de colectores submarinos. A continuación se describirán varias ventajas específicas de las características opcionales descritas anteriormente. Estas se suman a las diversas ventajas ya descritas anteriormente en relación con varias partes del sistema o el sistema en su conjunto. Se apreciará que se pueden conseguir numerosas ventajas con el sistema y método descritos; algunas de ellas se logran mediante el sistema general, otras se logran mediante una combinación de características y otras se logran mediante una característica específica.
- Encerrar la estación de trabajo dentro de la torre permite que operaciones tales como la soldadura y el recubrimiento en la junta de campo se lleven a cabo en un entorno protegido.
- Apropiadamente, el elemento de sujeción móvil se puede pasar desde arriba de la estación de trabajo hasta debajo de la estación de trabajo. Esto permite que la estación de trabajo permanezca estacionaria mientras el elemento de sujeción móvil atraviesa la torre. Por lo tanto, se ahorrará tiempo durante el proceso de tendido en J y se reducirán los requisitos de energía para cada ciclo.
- Apropiadamente, el elemento de sujeción móvil puede soltarse a una altura accesible para las operaciones de unión.
- Apropiadamente, el elemento de sujeción móvil puede atravesar la estación de trabajo a través de una abertura en una porción del piso de la estación de trabajo. Esto evita retrasos en el tendido de la tubería de manera que la estación de trabajo se mueve desde la línea de disparo.
- Modalidad 3
- Una tercera modalidad de la invención incluye un sistema para construir y desplegar un elemento alargado en una operación de tendido en J, que incluye al menos un componente móvil. El al menos un componente móvil puede moverse a través de un sistema de cables de caídas múltiples, el sistema de cables de caídas múltiples que incluye un sistema de cables múltiples.
- El sistema de cables múltiples puede usarse como una alternativa al cabrestante de elevación de tambor doble de la primera modalidad para atravesar el elemento de sujeción móvil 222. El sistema de cables múltiples puede ser dos o más cabrestantes de tambor montados independientemente que cooperan, como lo muestran los tres cabrestantes 902₁₋₃ del sistema de cables múltiples 900 en la Figura 9. Alternativamente, el sistema de cables múltiples puede ser un solo cabrestante con dos o más tambores, como se muestra en los tres tambores 1002₁₋₃ del sistema de cables múltiples 1000 en la Figura 10.
- Los cabrestantes son cabrestantes de acero, que pueden ser accionados por motores eléctricos o hidráulicos. La velocidad del cable es típicamente de 100 m/min.
- Las Figuras 7a-b ilustran el elemento de sujeción móvil 222 que se atraviesa hacia abajo de la torre mediante el uso de un sistema de cables múltiples
- En este caso, el sistema de cables múltiples 700 está montado en la torre 206. Alternativamente, el sistema de cables múltiples puede enrutarse a la torre desde la embarcación.
- En este ejemplo, el sistema de cables múltiples tiene 3 tambores, 704₁₋₃. El sistema de cables múltiples puede tener cualquier número de tambores, por ejemplo, 4 o 5.
- Los cables 706₁₋₃ de cada tambor respectivo 704₁₋₃ se enrollan alrededor de las poleas 708₁₋₄ de un sistema de elevación 710 para atravesar la abrazadera de desplazamiento y terminan en un sistema de equilibrio de carga 702. Puede usarse cualquier sistema de equilibrio de carga adecuado, por ejemplo que conecta los extremos de las dos cables juntos, de una disposición de tipo balancín. En este caso, el sistema de equilibrio de carga 702 es un sistema de equilibrio de carga hidráulico.
- El sistema de equilibrio de carga hidráulico 702 se muestra con más detalle en la Figura 11. El sistema de equilibrio de carga hidráulico 702 usa aceite hidráulico para ajustar pasivamente las longitudes del cable, manteniendo una carga igual en cada uno de los cables 706₁₋₃. El sistema de carga hidráulica incluye cilindros de sujeción de carga 1102 conectados con la torre de tendido en J a través de las correspondientes conexiones con pasadores 1104. Los cilindros de sujeción de carga 1102 están conectados además a los cables de elevación 706₁₋₃ a través de puntales 1114, conexiones con pasadores 1102 y terminales de cable 1110.
- Los cilindros de sujeción de carga 1102 están conectados entre sí a través de una tubería 1106. La tubería 1106 permite la transferencia de fluido hidráulico entre cilindros de sujeción de carga. La tensión en cada cilindro de soporte de carga se mantiene al cambiar la longitud extendida, h, de los puntales 1114 del cilindro de soporte de carga correspondiente.
- El cambio en la longitud extendida h para cada cilindro de sujeción de carga se monitorea mediante el uso de un transductor y se retroalimenta a los cabrestantes del sistema de cables múltiples a través de un sistema de control 1108.

La tubería de interconexión 1106 puede tener una restricción añadida para controlar la tasa de transferencia de fluido hidráulico en caso de rotura de un cable o pérdida de carga. La transferencia de fluido hidráulico entre los cilindros de sujeción de carga se controla con el sistema de control 1108.

Los cilindros de sujeción de carga se pueden conectar además entre sí a través de una tubería adicional 1112. Otras tuberías pueden estar abiertas al aire o a un depósito (no mostrado).

El sistema de equilibrio de carga hidráulico 702 puede usarse activamente para el ajuste de velocidad lenta o aplicar una tensión alta (potencialmente mayor que la que puede aplicar el motor del cabrestante). Para aplicar una carga alta al sistema de cables sin un desplazamiento significativo del elemento de sujeción móvil, entonces, en lugar de usar motores y sistemas de transmisión más grandes, se podrían aplicar los frenos del cabrestante y generar la carga energizando los cilindros de sujeción de la carga. Esto permite probar la carga de cada soldadura al tirar hacia arriba del elemento de sujeción móvil en un 110 % mientras la tubería desplegada permanece sujeta en la abrazadera de suspensión. Esto podría lograrse sin sobredimensionar los motores del cabrestante.

Los tambores 704₁₋₃ del sistema de cables múltiples cooperan, alargando o acortando simultáneamente los respectivas cables 706₁₋₃ a la misma velocidad para atravesar el elemento de desplazamiento móvil hacia arriba/abajo de la torre 206.

El sistema de equilibrio de carga hidráulico es adecuado para equilibrar la carga entre cualquier número de cables.

El sistema de cables múltiples tiene una velocidad más alta del elemento de sujeción móvil 222 con relación a la velocidad del cabrestante (es decir, la velocidad del cable). Por ejemplo, para un sistema de 12 caídas con cabrestante múltiple de 3 tambores, la velocidad del cable es 4 veces mayor que la velocidad de la abrazadera de desplazamiento. En comparación, para un sistema de cabrestante de tambor doble con los mismos requisitos de potencia, la velocidad del cable es 5 veces mayor que la velocidad de la abrazadera de desplazamiento.

Como tal, el sistema de cables múltiples permite aumentar la velocidad del elemento de sujeción móvil 222, sin que la velocidad del cabrestante/cable aumente a niveles inseguros. Esto es particularmente útil, por ejemplo, en la carrera de retorno en vacío cuando el elemento de sujeción móvil atraviesa la torre 206.

El sistema de cables múltiples 700 reduce el aumento de la carga de arranque en los cables restantes, que se produce en caso de rotura de un cable, en comparación con los sistemas de tambor doble. Por ejemplo, la carga de arranque en caso de rotura de cable con 3 tambores es sustancialmente el 66 % de la carga de arranque con un sistema de tambor doble. La carga de arranque mediante el uso de 4 tambores es sustancialmente el 55 % de la carga de arranque mediante el uso de un sistema de tambor doble.

Esto puede permitir el uso de cables más pequeños en comparación con los sistemas conocidos.

De manera similar, puede usarse el mismo sistema de tambor múltiple descrito anteriormente para arrastrar el brazo de carga 202 hacia la estructura vertical 206 como se muestra en la Figura 8.

Los cables 806₁₋₃ de cada tambor respectivo 804₁₋₃ se enrollan alrededor de las poleas 808₁₋₄ de un sistema de elevación 810 para atravesar la abrazadera de desplazamiento y terminan en un sistema de equilibrio de carga 802. Puede usarse cualquier sistema de equilibrio de carga adecuado.

Los tambores 804₁₋₃ del sistema de cables múltiples cooperan, alargando o acortando simultáneamente los cables respectivos 806₁₋₃ a la misma velocidad para elevar el brazo de carga 222 y 204 desde una posición sustancialmente horizontal a una posición adyacente a la torre 206. A continuación se describirán varias ventajas específicas de las características opcionales descritas anteriormente. Estas se suman a las diversas ventajas ya descritas anteriormente en relación con varias partes del sistema o el sistema en su conjunto. Se apreciará que se pueden conseguir numerosas ventajas con el sistema y método descritos; algunas de ellas se logran mediante el sistema general, otras se logran mediante una combinación de características y otras se logran mediante una característica específica.

El sistema de cables múltiples reduce la carga de arranque de los cables restantes en caso de rotura de cable, en comparación con un sistema de tambor doble.

El sistema de cables múltiples permite una mayor velocidad del conjunto de desplazamiento con relación a la velocidad del cabrestante, en comparación con un sistema de tambor doble.

El sistema de cables múltiples es más eficiente en comparación con un sistema de tambor doble.

Acertadamente, el sistema de cables múltiples comprende más de dos tambores. Esto permite una redundancia de cable más practicable en comparación con un sistema de tambor doble.

Apropiadamente, los cables de cada tambor terminan en un sistema de equilibrio de carga hidráulico. Esto permite mantener la misma carga en los cables.

5 Apropiadamente, se puede lograr una velocidad más alta con relación al cabrestante para el movimiento del brazo de carga, en comparación con un sistema doble. El cabrestante de tambor múltiple reduce la carga de arranque en los cables restantes en caso de rotura de cable, en comparación con un sistema de tambor doble del brazo de carga.

10 Será evidente para un experto en la técnica que las características descritas en relación con cualquiera de las modalidades descritas anteriormente pueden ser aplicables indistintamente entre las diferentes modalidades. Las modalidades descritas anteriormente son ejemplos para ilustrar diversas características de la invención.

15 A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta descripción, las palabras "comprender" y "contener" y las variaciones de ellas significan "que incluyen pero no se limitan a", y no se pretende excluir (y no se excluyen) otras porciones, aditivos, componentes, enteros o etapas. A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta descripción, el singular abarca el plural a menos que el contexto de cualquier otra manera lo requiera. En particular, donde se usa el artículo indefinido, la descripción debe entenderse como que contempla la pluralidad así como también la singularidad, a menos que el contexto de cualquier otra manera lo requiera.

20 Los elementos, números enteros, características, componentes, partes o grupos químicos descritos junto con un aspecto particular, modalidad o ejemplo de la invención deben entenderse como que pueden aplicarse a cualquier otro aspecto, modalidad o ejemplo descrito en la presente invención a menos que sean incompatibles con el mismo.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para construir y desplegar un elemento alargado en una operación de tendido en J, que comprende:
una estructura vertical (206);
un brazo de carga (202) para sujetar un segmento del elemento alargado adyacente a la estructura vertical (206);
un elemento de sujeción móvil (222) para sujetar el segmento y bajar el segmento;
en donde la estructura vertical (206) es más corta en longitud que el brazo de carga (202);
en donde el elemento de sujeción móvil (222) puede moverse a lo largo de la estructura vertical a través de una longitud de carrera, en donde la longitud de carrera está entre el 25 % y el 100 % de la longitud de la estructura vertical (206)
2. Un sistema como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, que comprende además una abrazadera adicional (218) ubicada debajo de un extremo de la estructura vertical (206) para sujetar un segmento del elemento alargado.
3. Un sistema como se reivindicó en la reivindicación 2, en donde la abrazadera adicional (218) es una abrazadera estática.
4. Un sistema como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, en donde el brazo de carga (202) comprende una abrazadera de alineación interna.
5. Un sistema como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, en donde el elemento de sujeción móvil (222) puede moverse mediante un sistema de cables de caídas múltiples.
6. Un sistema como se reivindicó en cualquier reivindicación anterior, en donde la longitud de carrera está entre el 25 % y el 100 % del segmento.
7. Una embarcación que comprende una torre como la estructura vertical (206) y el sistema de cualquier reivindicación anterior.
8. Un método para construir y desplegar un elemento alargado en una operación de tendido en J, que comprende:
sujetar un segmento del elemento alargado en un brazo de carga (202) adyacente a una estructura vertical (206);
sujetar el segmento con un elemento de sujeción móvil (222);
bajar el segmento mediante el uso del elemento de sujeción móvil (222);
en donde la estructura vertical (206) es más corta en longitud que el brazo de carga (202),
mover el elemento de sujeción móvil (222) a lo largo de la estructura vertical a lo largo de una carrera, en donde la longitud de carrera está entre el 25 % y el 100 % de la longitud de la estructura vertical (206).
9. Un método como se reivindicó en la reivindicación 8, en donde el elemento alargado se despliega a través de una pluralidad de pasadas; en donde una pasada comprende:
el elemento de sujeción móvil (222) que sujeta un segmento del elemento alargado y baja el segmento;
una abrazadera adicional, ubicada debajo de un extremo de la estructura vertical (206), que sujeta el segmento del elemento alargado cuando el elemento de sujeción móvil (222) alcanza un punto especificado;
la abrazadera móvil libera el segmento del elemento alargado de manera que el elemento alargado sea soportado por la abrazadera adicional; y
la abrazadera móvil vuelve a su posición inicial.
10. Un método como se reivindicó en la reivindicación 9, en donde la abrazadera adicional es una abrazadera estática.
11. Un método como se reivindicó en la reivindicación 9, en donde la abrazadera adicional sujeta el segmento del elemento alargado cuando el elemento de sujeción móvil (222) alcanza su punto más inferior.
12. Un método como se reivindicó en la reivindicación 9, en donde el elemento alargado se despliega a través de dos pasadas.
13. Un método como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, que comprende además mover un miembro alargado desde una primera posición hacia una segunda posición adyacente a una estructura vertical (206) en la cubierta de una embarcación.
14. Un método como se reivindicó en la reivindicación 13, que comprende además las etapas de colocar el miembro alargado en un brazo de carga (202) antes de mover el miembro alargado desde una primera posición hacia una segunda posición adyacente a una estructura vertical (206) en la cubierta de una embarcación.

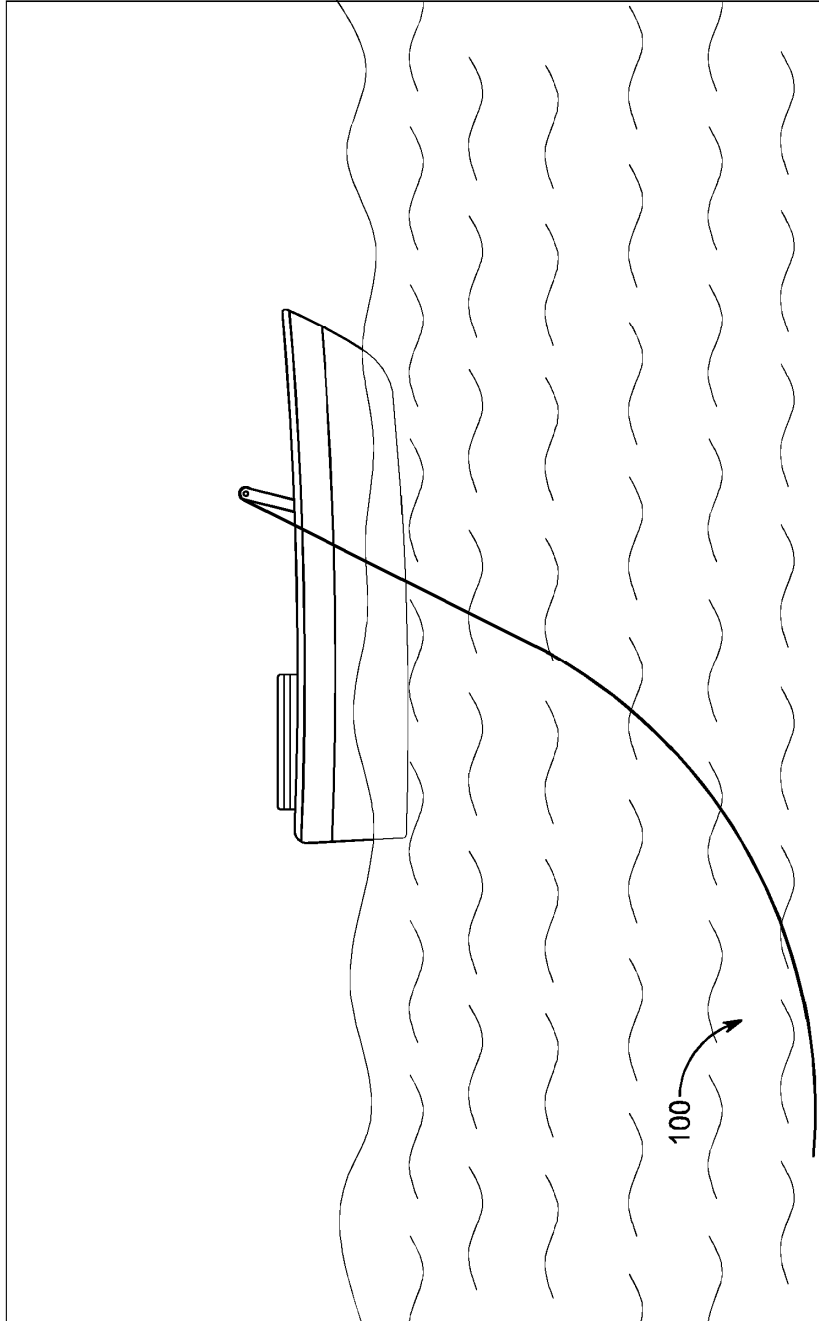


FIG. 1

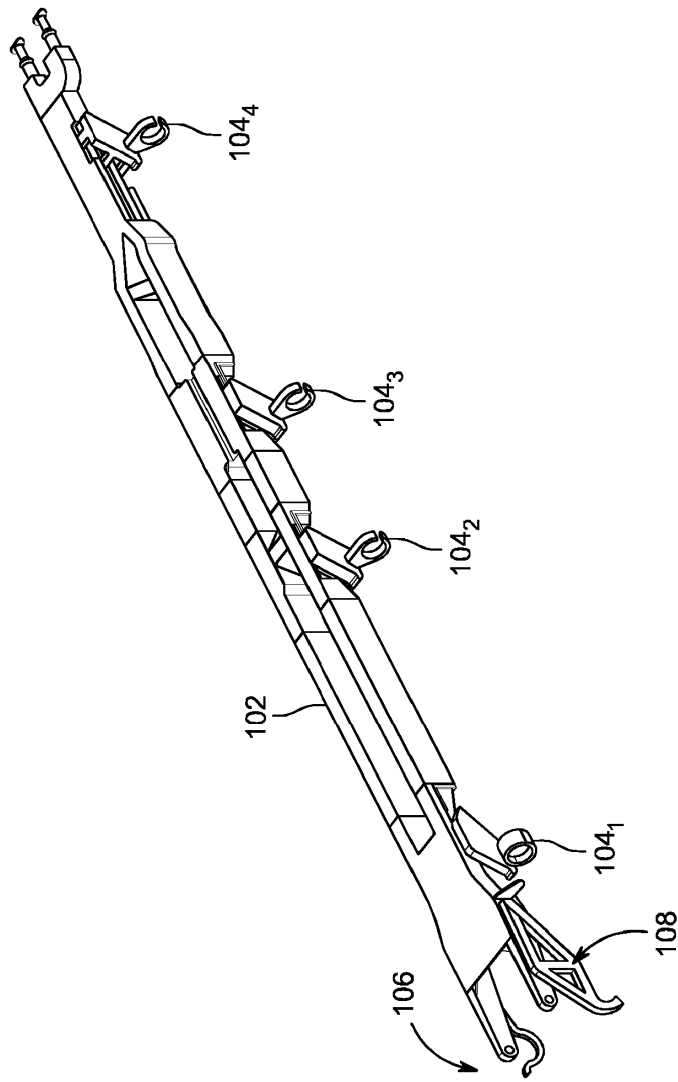


FIG. 2

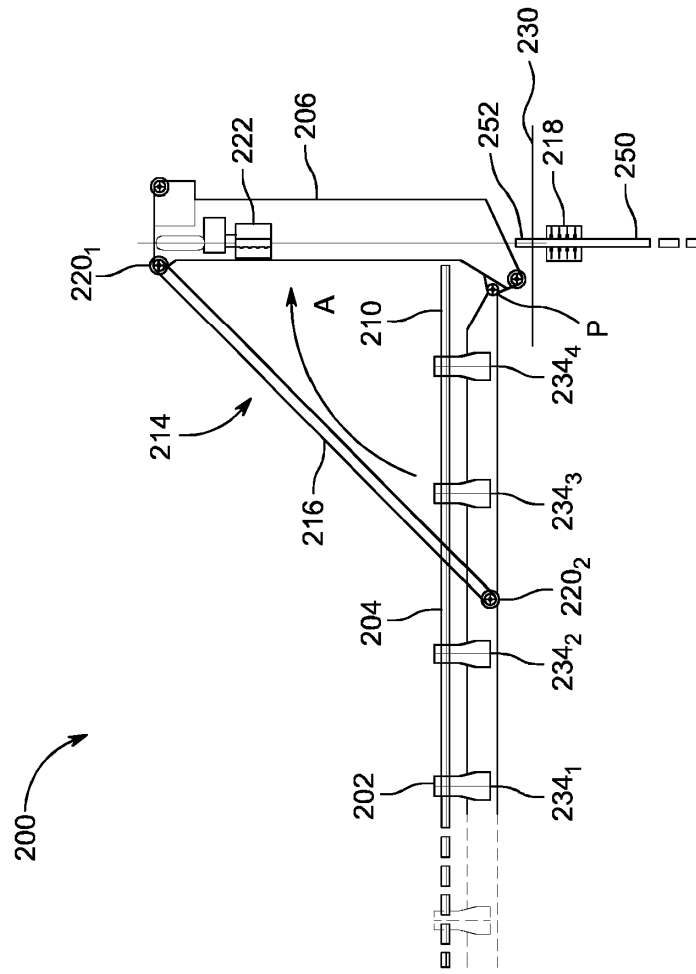


FIG. 3

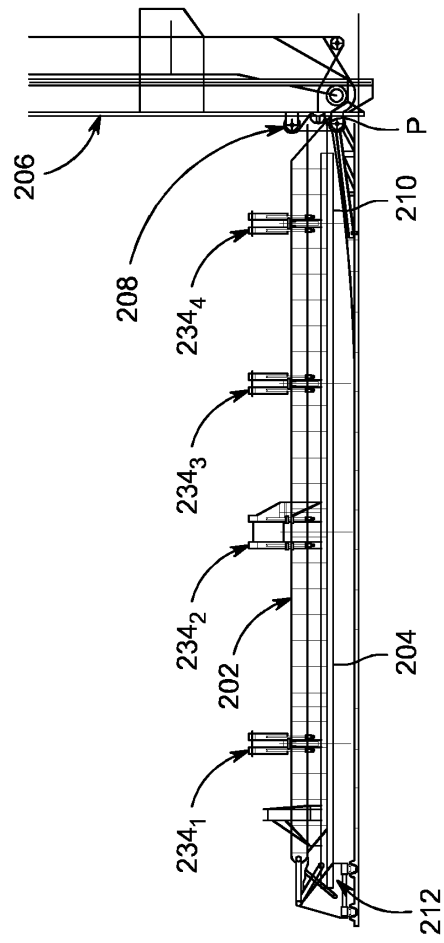


FIG. 4

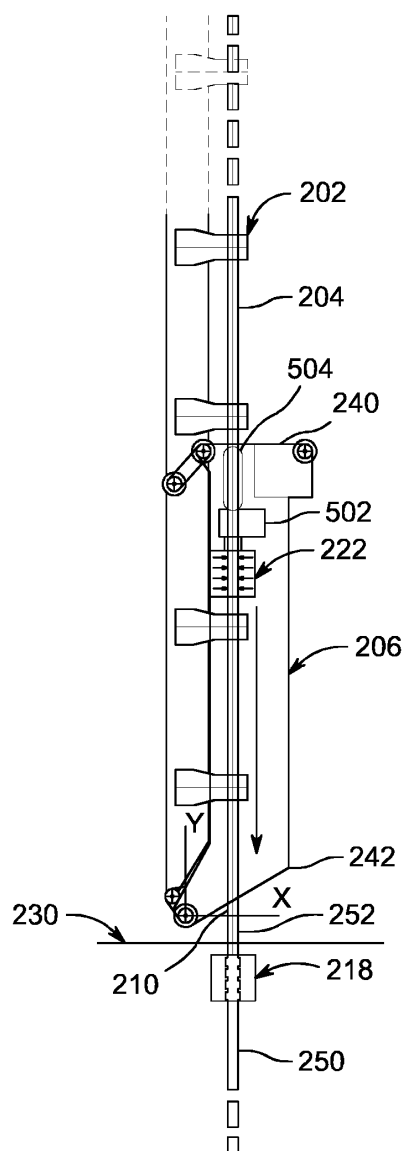


FIG. 5a

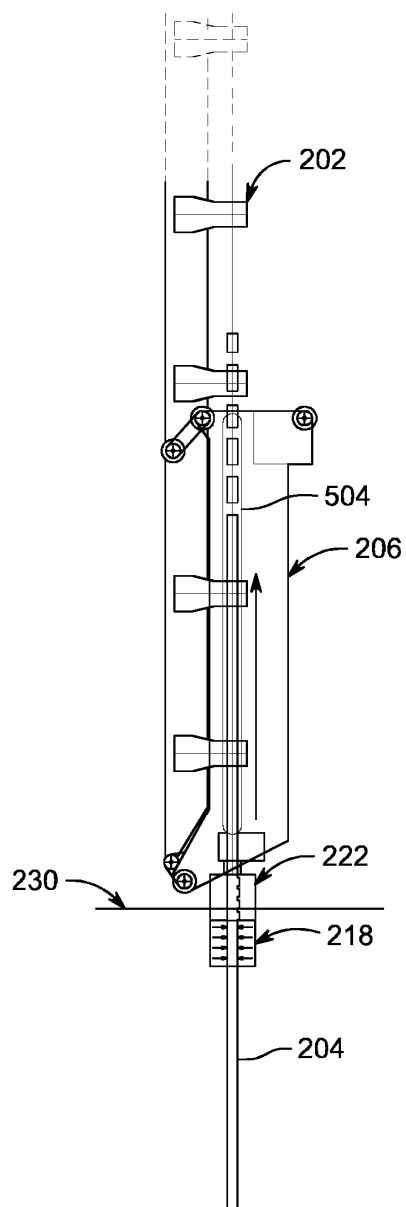


FIG. 5b

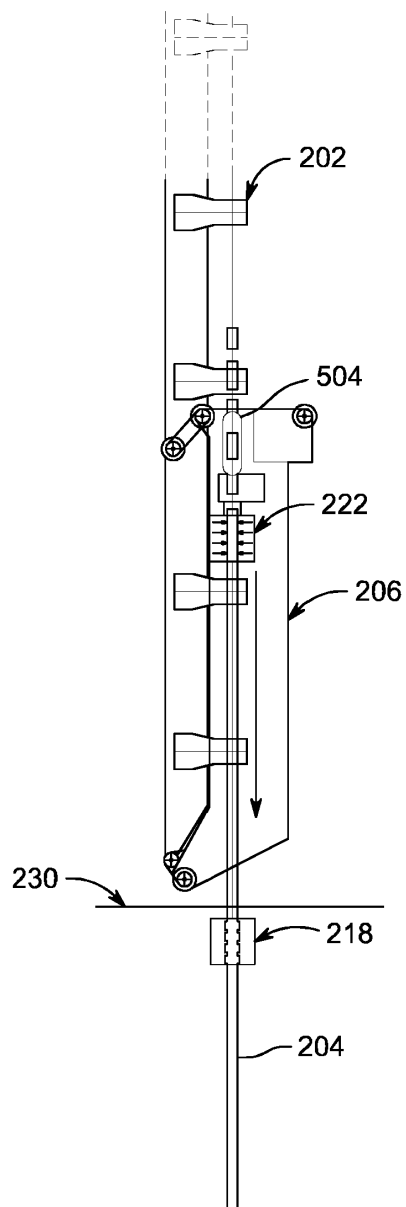


FIG. 5c

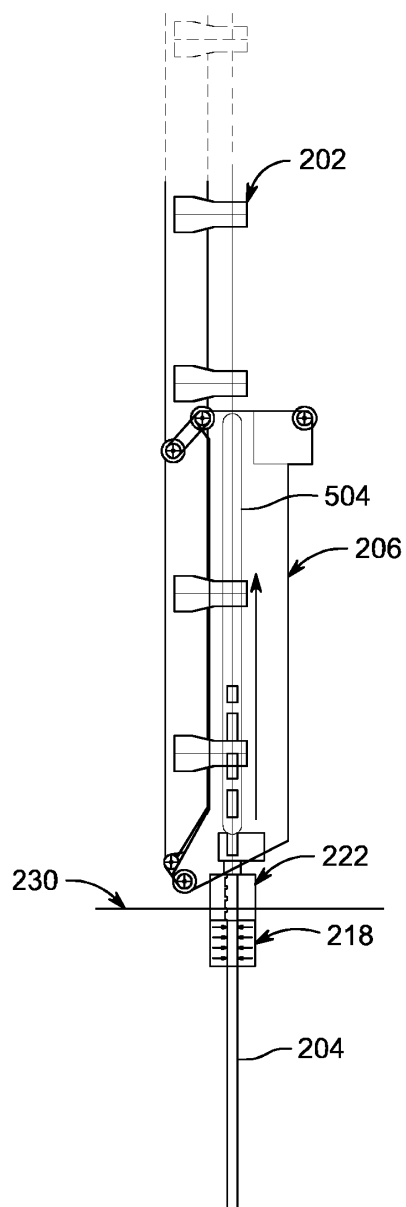


FIG. 5d

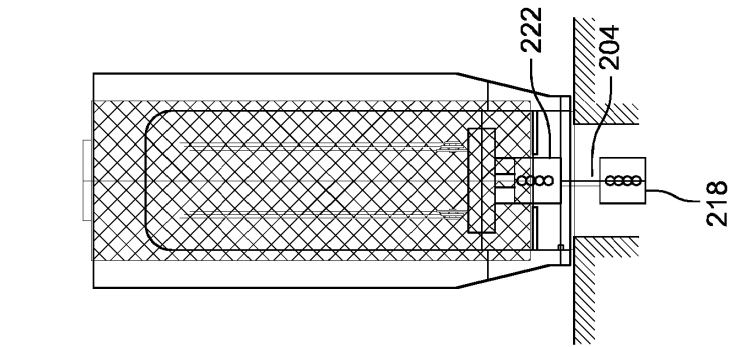


FIG. 6c

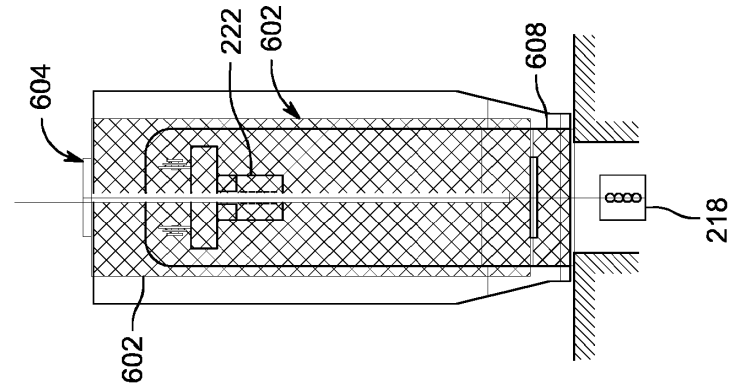


FIG. 6b

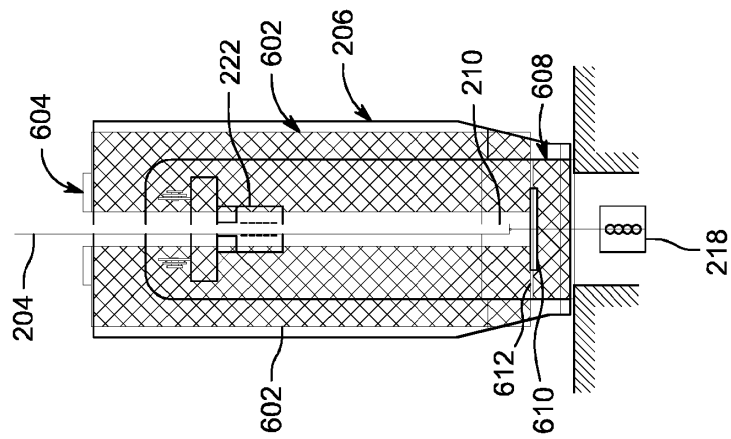


FIG. 6a

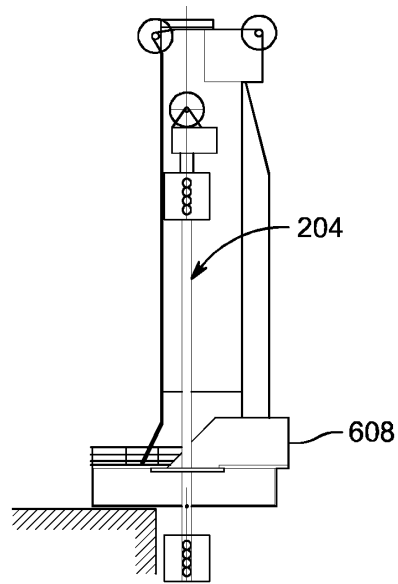


FIG. 6d

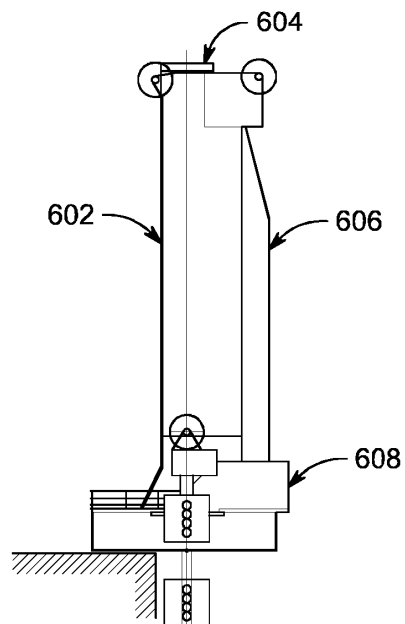


FIG. 6e

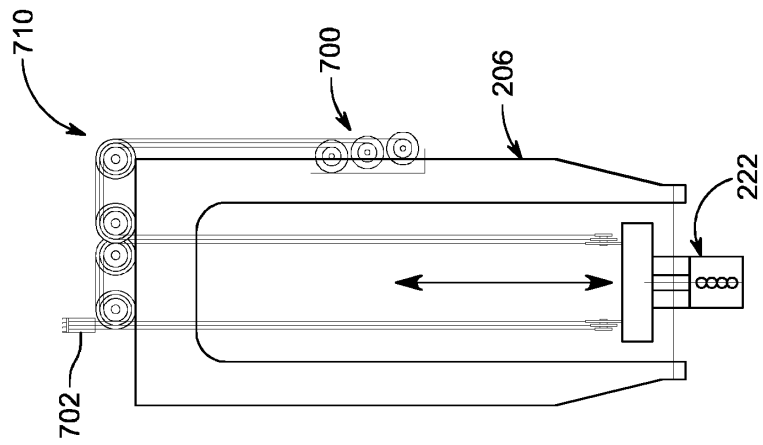


FIG. 7b

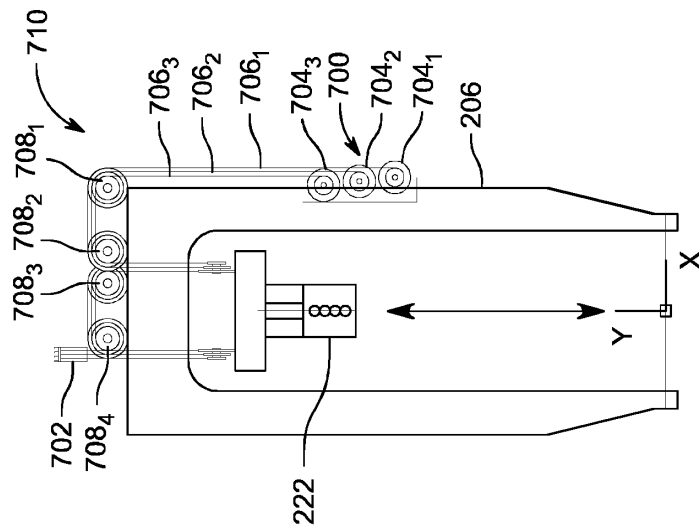


FIG. 7a

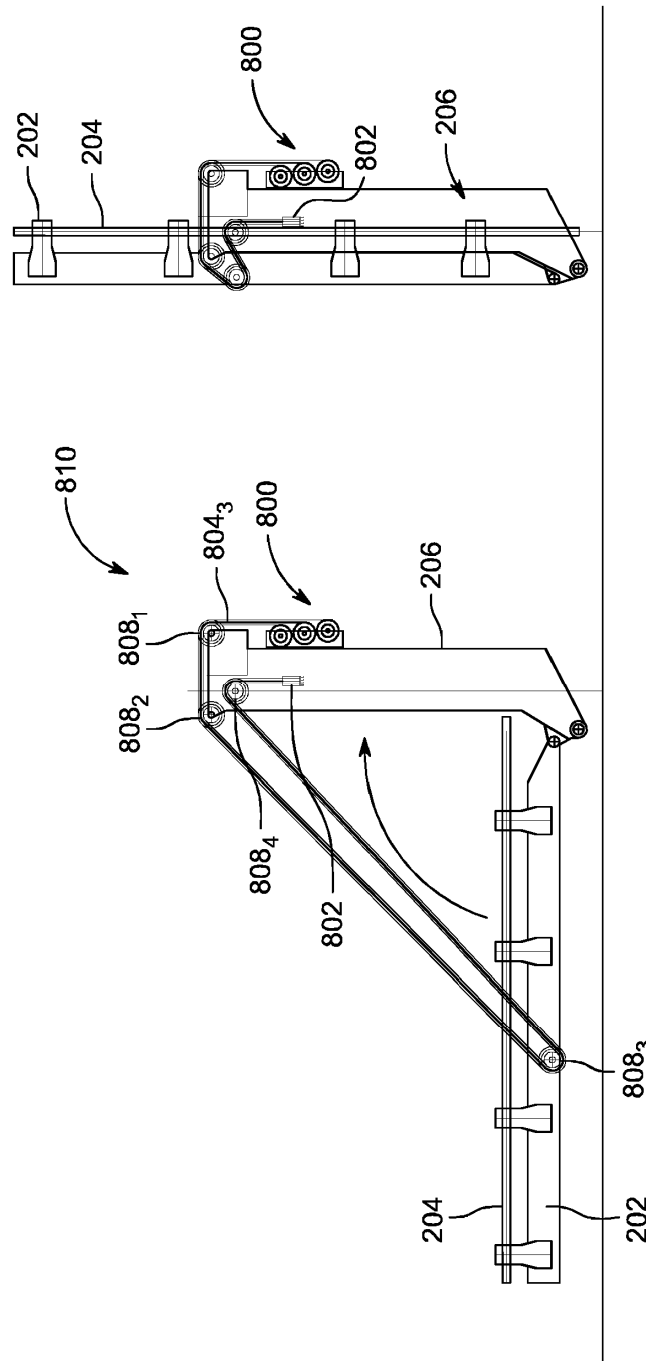


FIG. 8b

FIG. 8a

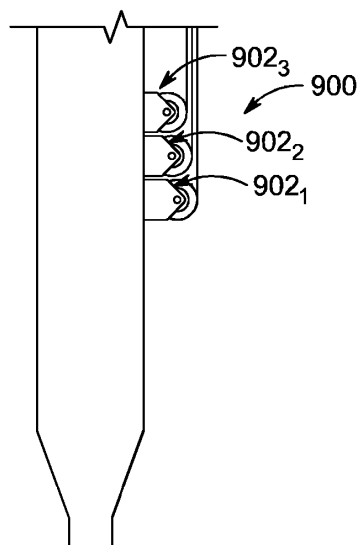


FIG. 9

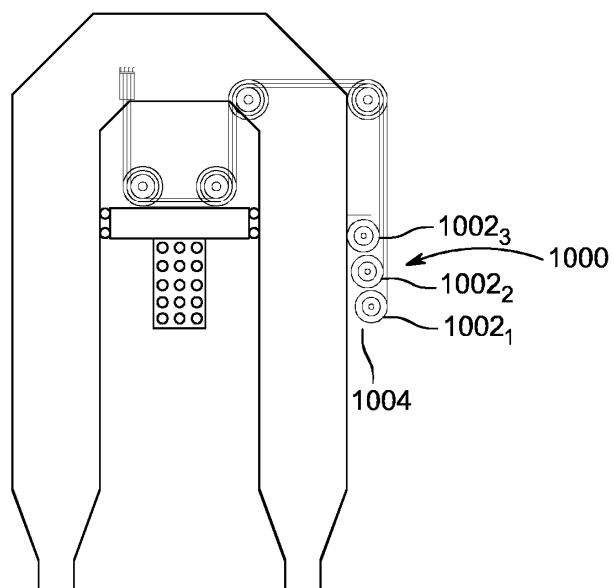


FIG. 10

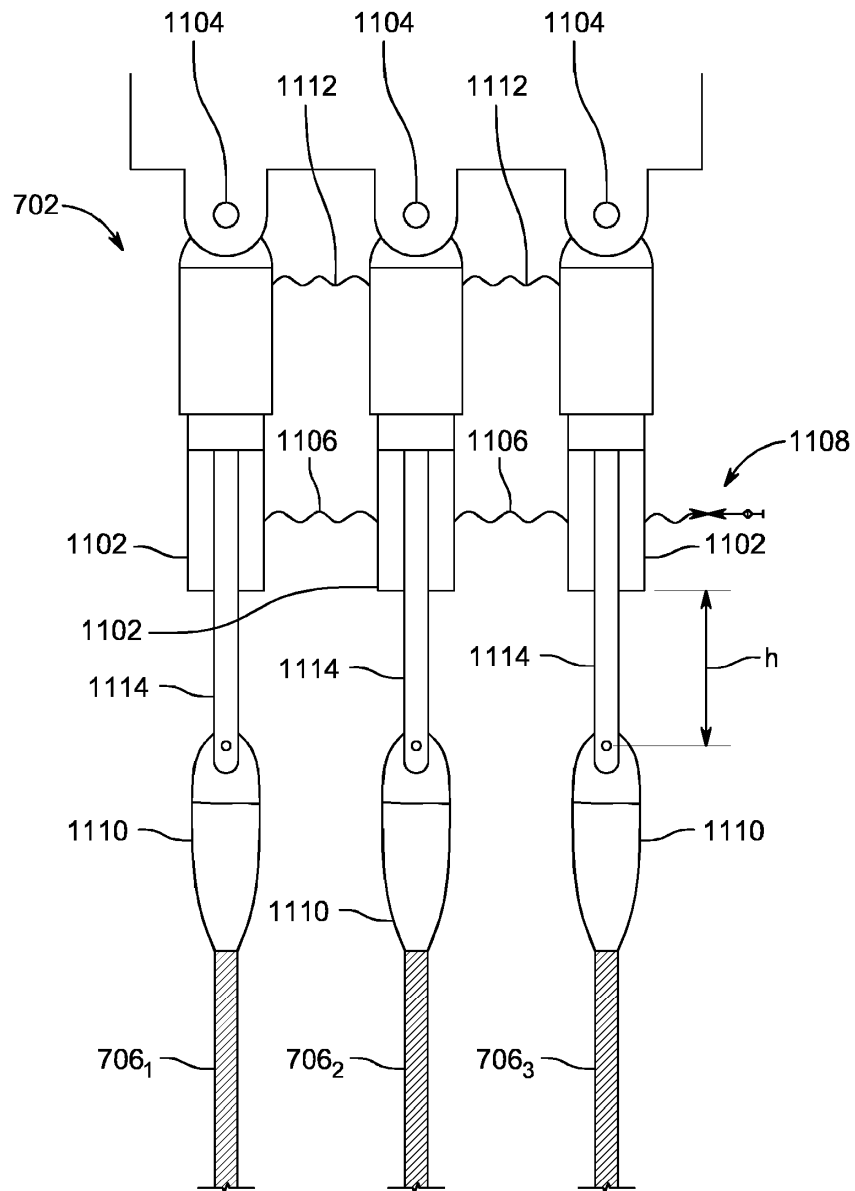


FIG. 11