

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 449 233**

51 Int. Cl.:

B66C 1/10	(2006.01) B63B 35/00	(2006.01)
B63B 9/06	(2006.01) F03D 1/00	(2006.01)
B63B 27/10	(2006.01) E02D 27/42	(2006.01)
B66C 1/42	(2006.01)	
B66C 23/18	(2006.01)	
B66C 23/52	(2006.01)	
B66C 23/42	(2006.01)	
F03D 11/04	(2006.01)	
F03D 11/00	(2006.01)	
E02B 17/00	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2007 E 07705131 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 1986947**

54 Título: **Instalación de estructuras marítimas**

30 Prioridad:

06.02.2006 GB 0602350
07.02.2006 GB 0602503

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2014

73 Titular/es:

THE ENGINEERING BUSINESS LIMITED (100.0%)
Broomhaugh House Riding Mill
Northumberland NE44 6EG, GB

72 Inventor/es:

BINGHAM, MARTIN;
GRINSTED, TIMOTHY WILLIAM y
WATCHORN, MICHAEL JOHN

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 449 233 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

Instalación de estructuras marítimas

- 5 La presente invención se refiere a métodos y aparatos para la instalación de estructuras marítimas y, en particular, estructuras marítimas tales como generadores eólicos. La invención se refiere también a métodos y aparatos para el transporte de generadores eólicos y estructuras marítimas similares a su localización de uso marítimo.

Antecedentes

- 10 El montaje de grandes estructuras tales como generadores eólicos en localizaciones marítimas implica un cierto número de complejidades. Debido al tamaño de las estructuras es inherentemente difícil transportarlas y hay unos problemas de manejo significativos para conseguir una alineación correcta de la estructura con la base, cubierta o fundación de soporte marítimo. Estas dificultades se agravan cuando las condiciones del mar son inferiores a las ideales. En aguas relativamente poco profundas es posible usar las denominadas barcasas autolevadizas que, cuando se extienden los gatos hasta soportar, al menos parcialmente, la barcaza sobre el lecho marino, proporcionan una plataforma estable desde la que se puede montar la estructura marítima sobre su base de soporte marítima. Sin embargo, es crecientemente requerido el montaje de estructuras tales como turbinas eólicas en aguas más profundas donde no pueden operar las barcasas autolevadizas. La presente invención busca proporcionar un método y aparato que sean particularmente adecuados para el montaje de estructuras marítimas en aguas más profundas y adicionalmente que sean especialmente adecuados para el montaje de estructuras elevadas o de ancho relativamente pequeño, tales como generadores eólicos.

- 25 Más especialmente, la presente invención busca proporcionar un sistema o construcción en la forma de aparatos cooperantes, y un método, mediante el que una estructura marítima tal como un generador eólico puede ser completamente montada sobre la plataforma, elevada sobre un barco de transporte tal como una barcaza con grúa flotante y movido sobre el barco hasta su posición de instalación final en donde la estructura marítima se transfiere desde el barco y se monta sobre una fundación o plataforma protectora preinstalada. El sistema de la invención transporta la estructura marítima en una configuración alzada. En el caso de un generador eólico (y de modo similar para otras estructuras marítimas elevadas y estrechas, que típicamente incluyen un eje, mástil o torre que se dispone verticalmente durante el uso), el generador eólico es relativamente delicado y es también rígido en la dirección longitudinal (vertical). Esto hace especialmente importante evitar golpes cuando se monta el generador eólico en su fundación marítima. Normalmente, el centro de gravedad de estructuras tales como los generadores eólicos está a una altura que es más del doble del ancho de la base de la estructura de modo que durante el manejo de la estructura en una configuración alzada, la inestabilidad de la estructura es una preocupación primordial.

El documento WO 03/066427 describe una barcaza autolevadiza para transporte de turbinas eólicas. Las turbinas eólicas se transportan alzadas en un bastidor fijado a la barcaza.

Breve resumen de la descripción

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un aparato para su uso en el soporte de una estructura marítima que incluye un eje, mástil o torre longitudinalmente extenso, comprendiendo el aparato:

- 45 un bastidor que incluye
- una pata de acoplamiento configurada para acoplar el eje, mástil o torre
 - una pluralidad de patas configuradas para reposar sobre una superficie de soporte subyacente y
 - una pluralidad de formaciones de elevación configuradas para la fijación a cables o eslingas de elevación y
- 50 mediante las que se eleva operativamente el bastidor,
- estando configurado el bastidor para soportar y transportar la estructura marítima con el eje, mástil o torre en una condición sustancialmente vertical, caracterizado por que
- 55 cada parte incluye un pie ajustable, siendo móvil cada pie entre una condición extendida y una condición retraída y donde el aparato comprende adicionalmente un equipamiento de control operativo para controlar el movimiento de cada pie.

- 60 Preferiblemente cada pie se mueve a lo largo de una línea de actuación, siendo las líneas de actuación de los respectivos pies paralelas y nominalmente verticales cuando la estructura marítima está soportada con el eje, mástil o torre en su condición sustancialmente alzada.

- De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención se proporciona una disposición para el transporte de una estructura marítima que incluye un eje, mástil o torre longitudinalmente extenso y para el montaje de la estructura marítima sobre una base de soporte marítima, comprendiendo la disposición:
- 65

un aparato tal como se define en el primer aspecto de la invención
un barco de transporte,

5 un par de grúas de elevación montadas sobre el barco, estando operativamente conectados los cables de elevación de las grúas a las formaciones de elevación del bastidor, mediante lo que la estructura marítima, transportada en el bastidor puede ser elevada operativamente desde tierra sobre el barco.

10 Preferiblemente la disposición comprende adicionalmente una viga repartidora dispuesta operativamente por encima del centro de gravedad de la estructura marítima y bastidor combinados, estando fijada la viga repartidora a los cables de elevación de las grúas y siendo operativamente móvil con respecto a la dimensión longitudinal del eje, mástil o torre.

Preferiblemente el eje, mástil o torre de la estructura marítima pasa a través de la viga repartidora.

15 De acuerdo con un tercer aspecto de la invención se proporciona un aparato de soporte marítimo para su uso en el montaje en o sobre una fundación marítima, una estructura marítima que incluye un eje, mástil o torre longitudinalmente extenso, siendo la estructura marítima operativamente transportada por el aparato del tercer aspecto de la invención, comprendiendo el aparato de soporte marítimo medios de fijación configurados operativamente para fijar el aparato de soporte marítimo a la fundación marítima, dependiendo un bastidor de soporte de los medios de fijación de una pluralidad de formaciones de soporte iguales en número al número de patas del bastidor y configuradas para soportar las patas respectivas del bastidor.

20 Sistema para el montaje, en o sobre una fundación marítima, de una estructura marítima que incluye un eje, mástil o torre longitudinalmente extenso, comprendiendo el sistema: un aparato tal como se ha definido en el primer aspecto de la invención; y un aparato de soporte marítimo que comprende medios de fijación configurados operativamente para fijar el aparato de soporte marítimo a la fundación marítima, dependiendo un bastidor de soporte de los medios de fijación y de una pluralidad de formaciones de soporte iguales en número al número de patas del bastidor y configurados para soportar las patas respectivas del bastidor.

25 Preferiblemente el sistema comprende adicionalmente:

30 un barco de transporte; y
un par de grúas de elevación montadas sobre el barco, estando operativamente conectados los cables de elevación de las grúas a las formaciones de elevación del bastidor, mediante lo que la estructura marítima, transportada por el bastidor, puede elevarse operativamente desde la tierra sobre el barco y desde el barco sobre la fundación de soporte marítima.

35 Preferiblemente el sistema comprende adicionalmente una viga repartidora dispuesta operativamente por encima del centro de gravedad de la estructura marítima y bastidor combinados, estando fijada la viga repartidora a los cables de elevación de las grúas y siendo operativamente móvil con respecto a la dimensión longitudinal del eje, mástil o torre.

Preferiblemente el eje, mástil o torre de la estructura marítima pasa a través de la viga repartidora.

40 Preferiblemente el pie del bastidor y las formaciones de soporte del aparato de soporte marítimo se configuran de modo que el pie está soportado por las formaciones de soporte cuando la estructura marítima se monta en su posición operativa.

45 Preferiblemente cada pie se mueve a lo largo de una línea de actuación, siendo las líneas de actuación de los pies respectivos paralelas y nominalmente verticales cuando la estructura marítima está soportada con el eje, mástil o torre en su condición sustancialmente alzada.

Preferiblemente el aparato de soporte marítimo incluye adicionalmente medios de alineación que cooperan funcionalmente con el bastidor para ayudar a la alineación de las patas y las formaciones de soporte.

50 De acuerdo con un cuarto aspecto de la invención se proporciona un método de montaje de una estructura marítima que incluye un eje, mástil o torre longitudinalmente extenso sobre un barco de transporte, comprendiendo el método:

60 proporcionar en tierra un aparato de acuerdo con el primer aspecto de la invención, asegurar el bastidor a la estructura marítima;
proporcionar un par de grúas de elevación sobre el barco de transporte, teniendo cada grúa un cable de elevación;
conexión de los cables de elevación a las formaciones de elevación del bastidor; y
elevación del bastidor que transporta la estructura marítima desde tierra al barco de modo que al menos algunas de las patas estén soportadas por la cubierta del barco y la estructura marítima se retenga en una situación sustancialmente vertical al menos parcialmente, mediante la acción de la grúa.

Preferiblemente el método comprende adicionalmente:

5 antes de la etapa de elevación del bastidor, proporcionar una viga repartidora, montaje de la viga repartidora sobre el eje, mástil o torre y fijación de los cables de elevación de las grúas a la viga repartidora de modo que la viga repartidora pueda operativamente ser movida longitudinalmente con respecto al eje, mástil o torre.

10 De acuerdo con un quinto aspecto de la invención se proporciona un método de transferencia de una estructura marítima que incluye un eje, mástil o torre longitudinalmente extenso desde un barco de transporte a una fundación de soporte marítimo, comprendiendo el método proporcionar:

15 un aparato de soporte de la torre tal como se define en el primer aspecto de la invención, estando dispuesto el bastidor del mismo sobre el barco y soportando la estructura marítima, y estando soportada una pluralidad de patas del bastidor sobre la cubierta del barco;
un par de grúas de elevación sobre el barco de transporte, teniendo cada grúa un cable de elevación conectado a las formaciones de elevación del bastidor;
una viga repartidora montada sobre el eje, mástil o torre y a la que se fijan los cables de elevación de las grúas, siendo operativamente móvil la viga repartidora longitudinalmente con respecto al eje, mástil o torre;
20 un aparato de soporte marítimo que comprende medios de fijación mediante los que el aparato de soporte marítimo se fija a la fundación marítima, dependiendo un bastidor de soporte de los medios de fijación y de una pluralidad de formaciones de soporte iguales en número al número de patas del bastidor y configurado para soportar las patas respectivas del bastidor

25 comprendiendo el método:

la elevación del aparato de soporte de la torre y de la estructura marítima desde el barco con las grúas, y la retención de la estructura marítima con el eje, mástil o torre en una configuración sustancialmente alzada, movimiento del aparato de soporte de la torre que transporta la estructura marítima a una posición por encima de la fundación de soporte marítimo y alineación de las patas del bastidor con las estructuras de soporte del aparato de soporte marítimo;
30 el descenso de la estructura marítima sobre la base de soporte marítimo de modo que las patas se soporten mediante las formaciones de soporte del aparato de soporte marítimo; y fijación de la estructura marítima al aparato de soporte marítimo.

35 Preferiblemente cada pata incluye un pie ajustable, siendo móvil cada pie entre una condición extendida y una condición retraída y donde el bastidor comprende adicionalmente un equipamiento de control operativo para controlar el movimiento de cada pie, comprendiendo adicionalmente el método:

40 permitir que cada pie se extienda y retraiga sustancialmente libremente cuando la estructura marítima se desciende al aparato de soporte marítimo, hasta que cada pie permanezca en contacto con la formación de soporte correspondiente del aparato de soporte marítimo; y ajuste del equipamiento de control de modo que la retracción del pie se limite o impida, mediante lo que la carga de la estructura marítima se transfiere al aparato de soporte marítimo.

45 **Breve descripción de los dibujos**

Para una mejor comprensión de la invención y para mostrar cómo la misma se puede llevar a cabo, se hará ahora referencia, a modo de ejemplo solamente, a los dibujos siguientes en los que:

50 las Figuras 1A y 1B muestran respectivamente vistas en planta y laterales de una construcción de acuerdo con la invención, previamente a la elevación de la estructura marítima;

la Figura 2 muestra una construcción de acuerdo con la invención donde la estructura marítima está en el proceso de ser elevada sobre un barco de transporte;

55 las Figuras 3A, 3B y 3C muestran respectivamente vistas en planta, lateral y desde el extremo de una construcción de acuerdo con la invención en donde la estructura marítima se monta para el traslado sobre la cubierta de un barco de transporte;

60 las Figuras 4A y 4B muestran respectivamente vistas laterales y desde el extremo de la construcción de acuerdo con la invención, previamente al montaje de la estructura marítima sobre la fundación marítima;

la Figura 5 es una vista detallada que muestra aspectos de la construcción del bastidor y del aparato de soporte marítimo de acuerdo con la invención;

65

la Figura 6 es una vista detallada que muestra aspectos de la construcción del bastidor y del aparato de soporte marítimo de acuerdo con otra realización de la invención;

5 la Figura 7 es una vista más detallada de la construcción de la Figura 6, mostrando el bastidor de soporte de la torre aproximándose a la estructura de soporte marítima;

las Figuras 8A y 8B muestran respectivamente vistas laterales y desde el extremo de una estructura marítima cuando la primera se monta sobre la fundación marítima;

10 las Figuras 9A y 9B son respectivamente vistas laterales y desde el extremo de una construcción de acuerdo con la invención en una etapa posterior a la mostrada en las Figuras 8A y 8B;

15 la Figura 10 muestra una vista desde el extremo de la construcción de acuerdo con la invención en una etapa posterior a la mostrada en las Figuras 9A y 9B;

las Figuras 11A, 11B y 11C muestran respectivamente vistas en planta y vistas desde el extremo de una viga repartidora usada en la construcción de acuerdo con la invención; y

20 la Figura 12 muestra la viga repartidora de la Figura 11 en una situación para el montaje sobre, o la retirada desde, el eje, mástil o torre de la estructura marítima.

Descripción detallada

25 En la siguiente descripción, la estructura marítima se denomina por conveniencia como una WTG (del inglés “Wind Turbine Generator” o generador eólico). Se apreciará, sin embargo que el método, sistema y aparato de la invención se puede aplicar a la instalación de otras estructuras marítimas. Con referencia ahora a los dibujos, la estructura marítima 10 se ilustra como un generador eólico que comprende una torre 12, una góndola 14 que aloja los componentes del generador y un rotor 16 con álabes 18. El WTG 10 se construye en tierra y se monta en un muelle 20 desde donde se recoge mediante un barco de transporte 22. En el muelle 20 el WTG está soportado en su configuración alzada (como se muestra en la Figura 1) mediante un aparato de soporte de la torre 24 que incluye un bastidor 26 que rodea la torre 12 y tiene partes 28 que se acoplan a una parte inferior de la torre 12.

30 En la operación, típicamente se monta el bastidor 26 en el muelle 20. El bastidor 26 puede comprender convenientemente una o más partes de sub-bastidor que se unen juntas en el muelle 20 para formar el bastidor 26 final. La torre 12 puede montarse inicialmente o reposar en una configuración en la que su eje longitudinal es nominalmente paralelo al suelo y se eleva con un aparato de elevación adecuado tal como una o más grúas y, si es necesario, se gira a su configuración vertical. La torre 12 se monta entonces en el bastidor 26 y el bastidor 26 se asegura a la torre 12, tal como mediante la unión de las partes del sub-bastidor y/o atornillado del bastidor 26 a la torre 12. El bastidor 26 incluye una pluralidad de patas 30 sobre las que reposa el bastidor 26 cuando está sobre el muelle 20. Preferiblemente las patas están equidistantemente separadas. Convenientemente las patas 30 caen sobre un círculo de diámetro del orden de 15 m a 25 m. Más preferiblemente aproximadamente 20 m a 22 m. El bastidor 26 comprende adicionalmente un cierto número de fijaciones de elevación 32 a las que se pueden fijar los cables o eslingas 34 para elevación del bastidor 26 y la torre 12. Además de actuar para soportar el WTG 10 durante su montaje sobre el muelle 20, el aparato de soporte de la torre es ventajoso porque el centro de gravedad del WTG 10 y del aparato de soporte de la torre 24 combinados es más bajo que el del WTG 10 en solitario. Esto por sí mismo facilita el manejo del WTG 10.

35 Se proporciona también una viga repartidora 36. La viga repartidora 36 forma una conexión rígida ancha que da estabilidad al WTG 10 durante la elevación. Para la elevación y el transporte del WTG 10, se fijan cables de elevación 38 de un par de grúas 40a, 40b, montadas sobre el barco de transporte 22, a partes de los márgenes opuestos de la viga repartidora 36. La viga repartidora 36 es una construcción de estructura y se monta sobre la torre 12 del WTG 10. La viga repartidora 36 incluye un paso interno 42 en el que la torre 12 del WTG 10 se dispone durante el uso. El contacto entre la viga repartidora 36 y la torre 12 es mediante almohadillas deslizantes, rodillos recubiertos de goma o medios similares 43 configurados para evitar, o al menos minimizar, cualquier daño superficial a la torre 12. Estas almohadillas o rodillos 43 se disponen en la cara interna del paso 42. Se proporciona una holgura nominal de aproximadamente 50 mm entre las almohadillas o rodillos 43 y la torre 12 del WTG. Para el montaje de la viga repartidora 36 sobre la torre 12, la viga repartidora 36 puede proporcionarse en dos partes que se unen juntas alrededor de la torre 12. Alternativamente, como se ilustra en la Figura 12, la viga repartidora 36 puede incluir una sección de abertura 46 que es móvil alrededor de una articulación 48. De ese modo la viga repartidora 36 se presenta a la torre 12 con la sección 48 en su situación abierta hasta que la torre 12 se sitúa dentro del paso interno 42. La sección 46 se mueve entonces alrededor de la articulación 48 hacia su situación de cerrada en la que la viga repartidora 36 encierra la torre 12 en el paso interno 42. La sección 46 se asegura entonces en su situación cerrada.

65 Bajo el control de los cables de elevación 38, la viga repartidora puede alzarse o descenderse con respecto a la torre 12, esto es, la viga repartidora 36 se puede mover en paralelo al eje longitudinal de la torre 12. En un modo de

operación típico, la viga repartidora 36 tiene una posición de reposo en el extremo inferior de la torre 12, sobre, o inmediatamente por encima, del bastidor 26. Con la viga repartidora en su posición de reposo, las partes restantes del WTG, concretamente la góndola 14 y el rotor 16 con los álabes 18, se montan convenientemente sobre la torre 12 del WTG. El WTG 10 está entonces listo para su elevación sobre el barco de transporte 22.

5 Para la elevación del WTG 10, la viga repartidora se alza a su posición de operación, que está por encima del centro de gravedad combinado del WTG 10 y del aparato de soporte de la torre 24 (que incluye el bastidor 2 y las patas 30). Típicamente, la viga repartidora se dispone aproximadamente 5 m por encima del centro de gravedad combinado. El centro de gravedad se indica esquemáticamente en 44 en la Figura 1. Si no están ya en su sitio, los cables o eslingas de elevación 34 se conectan entonces entre abrazaderas sobre la cara inferior de la viga repartidora y las fijaciones de elevación 32 del bastidor.

15 Como se puede ver en particular en la Figura 2, el aparato de soporte de la torre 24 que incluye el bastidor 26 se eleva por medio de las grúas 40a, 40b de modo que deje libre el muelle 20 y se mueve a la cubierta del barco de transporte 22. Como se ha observado anteriormente, el bastidor 26 tiene una pluralidad de patas 30. En la realización ilustrada el bastidor 26 está provisto con ocho patas 30. El aparato de soporte 24 se mueve usando las grúas 40a, 40b hasta que alguna, pero no necesariamente todas, las patas 30 se ponen en contacto con la cubierta 50. La Figura 3A muestra que, en una realización preferida, cuatro de las ocho patas 30 se ponen en contacto con la cubierta 50. El aparato de soporte 24 reposa sobre la cubierta 50. Sin embargo, las grúas 40a, 40b continúan soportando al menos parte, preferiblemente la mayor parte, y posiblemente sustancialmente toda la carga del WTG 10 y del aparato de soporte 24. El bastidor 26 se asegura al barco 22 mediante medios de fijación adecuados para limitar el movimiento del WTG 10 con respecto al barco 22 y las plumas 52 de las grúas 40a, 40b se mueven hacia popa (con respecto al barco 22). La torre 12 del WTG 10 está en esta etapa sostenida sustancialmente verticalmente, pero no necesita estar absolutamente vertical. Obsérvese la Figura 3B donde la torre 12 se muestra con una pequeña inclinación hacia popa. Esa disposición impide grandes oscilaciones y el desarrollo de cargas durante el tránsito cuando el barco de transporte 22 cabecee de popa a proa bajo la acción de las olas del mar.

25 El WTG 10 se transporta al emplazamiento de trabajo donde se ha de instalar sobre el barco de transporte 22 en su condición alzada, tal como se ilustra.

30 En el emplazamiento de trabajo, la fundación, plataforma protectora o base 54 sobre la que se ha de montar el WTG 10 está previamente preparado mediante la provisión de un aparato de soporte marítimo 56. El aparato de soporte marítimo 56 se asegura (preferiblemente de modo extraíble) a la fundación 54. Convenientemente, el aparato de soporte marítimo 56 incluye una viga en anillo 62 que se monta sobre una pieza de transición de la plataforma, directamente por debajo del reborde principal de la plataforma o fundación, a la que el extremo inferior del WTG 10 se asegura finalmente. El aparato de soporte marítimo 56 es también una estructura de bastidor que incluye una pluralidad de elementos de interconexión 58. Sobre el bastidor se dispone un cierto número de formaciones de soporte 60. El número de formaciones de soporte 60 es igual al número de patas 30 del aparato de soporte 24, y las formaciones de soporte 60 se configuran cada una para recibir una parte de una pata respectiva 30, como se explicará a continuación. Las formaciones de soporte 60 pueden incluir preferiblemente una superficie plana 61a nominalmente sustancialmente horizontal, pero puede incluir alternativamente una concavidad tal como una copa o un orificio dentro del que se puede recibir la parte de la pata 30 respectiva. En una forma preferida, las formaciones de soporte 60 comprenden dicha superficie nominalmente horizontal y uno o más salientes de limitación del movimiento 61b que dependen de uno o más márgenes de la superficie. El aparato de soporte marítimo incluye adicionalmente uno o más elementos de alineación 64 que se usan para proporcionar una alineación grosera (esto es, inicialmente aproximada) del aparato de soporte de la torre 24 con la estructura de soporte marítimo.

45 En las realizaciones más preferidas de la invención el aparato de soporte de la torre 24 incluye en cada pata 30 un pie o espiga ajustable 66. Cada espiga 66 se puede mover con respecto a su pata respectiva 30 a lo largo de una línea de actuación que, cuando el WTG 10 es transportado en el aparato de soporte de la torre 24, es sustancialmente paralela al eje longitudinal de la torre 12. Esto es, cuando la torre está nominalmente vertical, la línea de actuación de cada espiga 66 es también nominalmente vertical. Las espigas 66 son por ello extensibles y retráctiles respecto a sus patas 30 y se proporcionan medios adecuados para efectuar dicha extensión y retracción. El medio puede ser mecánico pero es más preferido el uso de un mecanismo hidráulico. Por ello, cada espiga 66 se conecta a un actuador hidráulico 67 tal como una disposición de pistón y cilindro (de aquí en adelante denominado "cilindro hidráulico") que, por variación de la presión hidráulica aplicada permite o provoca la extensión o retracción de la espiga 66. En una variación, la espiga 66 está formada integralmente con el actuador hidráulico, esto es, el actuador hidráulico y la espiga son uno y el mismo componente. Por ejemplo, la espiga 66 puede ser una parte extrema exterior del cilindro de la disposición pistón y cilindro. El movimiento de los cilindros hidráulicos 67 se controla mediante un medio de control hidráulico 67A, mostrado esquemáticamente en la Figura 3A, a través de un cable de control adecuado (no mostrado). El medio de control 67A y la unidad de potencia hidráulica (HPU) asociada se montan preferiblemente en el barco de transporte 22. Los cilindros hidráulicos 67 son alimentados con un fluido hidráulico (aceite) desde la HPU montada en el barco a través de un número apropiado de mangueras hidráulicas (no mostradas). Los colectores sobre el aparato de soporte de la torre 24 se controlan mediante los medios de control 67A montados en el barco para distribuir el fluido hidráulico a los cilindros hidráulicos 67 según se requiera. En la operación, la posición de cada espiga 66 es función tanto de la presión hidráulica aplicada en el cilindro

5 hidráulico 67 como de la carga aplicada a la espiga 66, siendo dicha carga la del WTG 10 y el aparato de soporte de la torre 24, que a su vez depende de la proporción de la carga que es llevada por las grúas 40a, 40b en cualquier momento dado. En construcciones preferidas, el extremo de avance de cada espiga 66, que durante el uso se coloca para disponerse sobre la superficie respectiva 61a, está provisto con una superficie de baja fricción tal como una almohadilla 70 de politetrafluoroetileno (PTFE) o un material similar.

10 Para la transferencia del WTG 10 desde el barco de transporte 22 y el montaje del WTG 10 sobre la fundación 54, el barco de transporte 22 es amarrado adyacente a la fundación 54 y los medios de fijación mediante los que el aparato de soporte de la torre 24 se asegura a la cubierta 50 se liberan. El aparato de soporte de la torre 24, que transporta el WTG 10, se eleva despejando la cubierta 50 del barco de transporte 22 mediante las grúas 40a, 40b y se maniobra a una posición por encima de la fundación 54 mediante el ajuste de las grúas 40a, 40b (preferiblemente mediante el ajuste de las plumas de las grúas) y, donde sea necesario, el ajuste de la posición del barco de transporte 22. Las grúas 40a, 40b se seleccionan para proporcionar una holgura entre el WTG 10 y el aparato de soporte de la torre 24 combinados y el aparato de soporte marítimo 56, suficiente para adaptarse al movimiento del barco 22 provocado por la acción de las olas. Típicamente la holgura es de al menos 1 m y preferiblemente de al menos 1,5 m. La holgura entre el WTG 10 y la fundación 54 es de aproximadamente 2 m cuando la holgura anteriormente mencionada es de 1,5 m. Los elementos de alineación 64 que se disponen en una configuración sobresaliente con respecto al aparato de soporte marítimo, se usan para ayudar al guiado del aparato de soporte de la torre 24 a una alineación correcta con el aparato de soporte marítimo 56. Ventajosamente, el aparato de soporte de la torre incluye elementos de alineación 68 correspondientes que se sitúan para hacer contacto con los elementos de alineación 64 del aparato de soporte marítimo 56 durante su fase de alineación inicial. Preferiblemente los elementos de alineación 68 forman un "anillo amortiguador" alrededor del aparato de soporte de la torre 24. En otra característica preferida, las montantes para las espigas y/o sus cilindros hidráulicos 67 se disponen hacia el exterior de los elementos de alineación 68 y pueden proporcionar un punto de apoyo, en combinación con los elementos de alineación vertical 64 del aparato de soporte marítimo, mediante el que se puede ajustar la alineación rotacional del aparato de soporte de la torre 24 (y consecuentemente del WTG 10). Para un ajuste más fino de la posición del WTG 10 con respecto a la fundación 54, el aparato de soporte de la torre 24 está provisto ventajosamente con un sistema de alineación que comprende actuadores hidráulicos ("cilindros") adicionales que actúan para hacer que las espigas 66 se deslicen (en virtud de sus almohadillas de baja fricción) sobre las superficies horizontales 61a de las formaciones de soporte 60. Típicamente se proporcionan seis de dichos cilindros hidráulicos, que incluyen cuatro montados próximos al centro del bastidor 26, lo que proporciona el traslado horizontal del WTG 10, y dos montados en dos espigas 66 respectivas para proporcionar el ajuste rotacional.

35 Cuando el aparato de soporte de la torre 24 está en alineación correcta, cada espiga 66 se dispone directamente por encima de una formación de soporte 60 correspondiente. Los salientes 61b de las formaciones de soporte 60 ayudan en el proceso de alineación mediante un movimiento resistente de la estructura de soporte de la torre 24 que moverían las espigas 66 más allá de sus superficies horizontales 61a respectivas.

40 En, o previamente a, esta etapa, el medio de control hidráulico 67A se usa para extender completamente los cilindros hidráulicos 67 y consecuentemente las espigas 66, pero bajo una presión relativamente baja, de modo que hay solamente una resistencia relativamente pequeña a la retracción de las espigas 66 bajo una carga aplicada y de ese modo las espigas se extenderán de nuevo con la retirada de la carga. Las grúas 40a, 40b se usan para descender la estructura de soporte de la torre 24 hasta que las espigas 66 se pongan en contacto con las formaciones de soporte 60. Dado que el barco de transporte 22 está sometido a la acción de las olas, se puede apreciar que inicialmente algunas o todas las espigas 66 pueden hacer contacto intermitente con sus formaciones de soporte 60 correspondientes, cuando el barco de transporte 22 sube y baja. Las espigas 66 pueden adoptar el movimiento de caída del barco mediante retracción, dado que la presión hidráulica relativamente baja en el cilindro hidráulico permite esto. Las grúas 40a, 40b continúan descendiendo el aparato de soporte de la torre 24 hasta que todas las espigas 66 permanecen en contacto con sus formaciones de soporte 60 respectivas a lo largo del ciclo de olas. En esta etapa, el medio de control 67A para los cilindros hidráulicos se ajusta a un segundo modo en el que hay más resistencia a la retracción de las espigas 66 de modo que se pueda retraer sólo bajo una carga relativamente alta (si es posible), pero solamente se requiere una carga relativamente baja para la extensión de las espigas 66. Cuando el barco de transporte 22 se eleva en una ola los cilindros hidráulicos, y consecuentemente las espigas 66, se extienden. Cuando el barco de transporte 22 comienza a caer en la ola siguiente a través de las espigas 66 y cilindros 67 que transportan el peso completo del aparato de soporte de la torre 24 y del WTG 10 de modo que en esta parte del ciclo de las olas toda la carga es transportada por el aparato de soporte marítimo 56, a través de las formaciones de soporte 60. Cuando las grúas 40a, 40b continúan descendiendo el aparato de soporte de la torre 24, todas las espigas 66 permanecen en contacto con sus formaciones de soporte 60 respectivas y la carga del WTG 10 es transportada en proporciones variables por las grúas 40a, 40b y el aparato de soporte marítimo 56, cuando el barco 22 está sometido al movimiento de las olas. Cuando la grúa 40a, 40b continúa aflojando, la carga se transfiere progresivamente desde las grúas 40a, 40b sobre el aparato de soporte marítimo 56 hasta que no se transporte ninguna carga por las grúas 40a, 40b.

65 Las grúas 40a, 40b continúan su operación de descenso hasta que las eslingas de elevación 34 queden sueltas. De ese modo, los cilindros hidráulicos 67 y las espigas 66 proporcionan un sistema de amortiguación y estabilización que controla y mitiga las fuerzas de contacto entre el aparato de soporte de la torre 24 y el aparato de soporte

marítimo 56. Después de la alineación final del WTG 10 con la fundación, la presión hidráulica en los cilindros 67 se reduce de modo que el WTG 10 se desciende sobre la fundación 54 y se asegura adecuadamente. Comúnmente, el WTG 10 y la fundación comprenden bridas complementarias y el WTG 10 se asegura a la fundación mediante atornillado de unión de las bridas. En este caso, los pernos se pueden insertar en las bridas antes de que el WTG 10 se descienda finalmente sobre la fundación 54 permitiendo a las espigas 66 retraerse. Los pernos se aseguran después de que el WTG 10 se descienda a su posición final. Pueden usarse, naturalmente, otros métodos.

Cuando el WTG 10 está soportado por el aparato de soporte marítimo 56, y preferiblemente de modo previo al descenso final del WTG 10 sobre la fundación 54, las grúas 40a, 40b continúan su operación de descenso de modo que la viga repartidora 36 se desciende y por ello se mueve en paralelo al eje longitudinal de la torre 12. La viga repartidora 36 se desciende hasta que reposa sobre el aparato de soporte de la torre 24. El descenso de la viga repartidora en esta forma reduce el riesgo de que el barco de transporte 22 pueda volcar si se moviese fuera de la estación por cualquier razón previamente al desacoplamiento de los aparatos de elevación de la estructura de soporte de la torre 24. La posición descendida de la viga repartidora 36 se ilustra en particular en las Figuras 11A, 11B y 12. Como se puede ver en la Figura 12, las eslingas de elevación 34 pueden separarse entonces de la estructura de soporte de la torre 24.

Cuando el WTG 10 se asegura en su posición final de utilización, la viga repartidora 36 se recupera hacia el barco de transporte 22. Para esta etapa, la viga repartidora 36 se fija adecuadamente a las grúas 40a, 40b o a otro aparato de elevación disponible, la sección de abertura 46 se libera y se abre alrededor de las articulaciones 48 y la viga repartidora se eleva sobre el barco 22. La estructura de soporte de la torre 24 se recupera también mediante la desconexión de la torre 12 y el uso del equipo de elevación tal como las grúas 40a, 40b para transferirla al barco de transporte 22. El aparato de soporte marítimo 56 es también recuperable, al menos en parte. El aparato de soporte marítimo 56 se puede elevar sobre el barco 22 en, por ejemplo, dos secciones. Puede ser conveniente no recuperar el anillo de amortiguación 62 que permanece entonces fijado a la fundación 54. Los elementos de alineación 64 pueden retirarse por separado, previamente al desmontaje del resto del aparato de soporte marítimo.

A través de la descripción y reivindicaciones de esta especificación, las palabras “comprende” y “contiene” y variaciones de las palabras, por ejemplo “comprendiendo” y “comprendido”, significan “incluyendo pero sin limitarse a”, y no se pretende (y no lo hace), excluir otras partes de molécula, aditivos, componentes, enteros o etapas.

A todo lo largo de la descripción y reivindicaciones de esta especificación, el singular engloba el plural a menos que el contexto requiera lo contrario. En particular, cuando se usa el artículo indefinido, la especificación se ha de entender que contempla la pluralidad así como la singularidad, a menos que el contexto requiera lo contrario.

Rasgos, enteros, características, compuestos, partes de moléculas o grupos químicos descritos en conjunto con un aspecto, realizaciones o ejemplos particulares de la invención han de entenderse que son aplicables a cualquier otro aspecto, realización o ejemplo descrito en el presente documento a menos que sea incompatible con el mismo.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (24) para su uso en el soporte de una estructura marítima (10) que incluye un eje, mástil o torre (12) longitudinalmente extenso, comprendiendo el aparato (24):
- 5 un bastidor (26) que incluye
- una parte de acoplamiento (28) configurada para acoplar el eje, mástil o torre (12)
- 10 una pluralidad de patas (30) configuradas para reposar sobre una superficie de soporte (70) subyacente y una pluralidad de formaciones de elevación (32) configuradas para la fijación a cables o eslingas (34) de elevación y mediante las que se eleva operativamente el bastidor (26),
- estando configurado el bastidor (26) para soportar y transportar la estructura marítima (10) con el eje, mástil o torre (12) en una condición sustancialmente vertical, **caracterizado por que**
- 15 cada pata (30) incluye un pie ajustable (66), siendo móvil cada pie (66) entre una condición extendida y una condición retraída y donde el aparato (24) comprende adicionalmente un equipamiento de control (67A) operativo para controlar el movimiento de cada pie (66).
- 20 2. Aparato (24) de acuerdo con la reivindicación 1 donde cada pie (66) se mueve a lo largo de una línea de actuación, siendo las líneas de actuación de los respectivos pies (66) paralelas y nominalmente verticales cuando la estructura marítima (10) está soportada con el eje, mástil o torre (12) en su condición sustancialmente alzada.
3. Disposición para el transporte de una estructura marítima (10) que incluye un eje, mástil o torre (12) longitudinalmente extenso y para el montaje de la estructura marítima (10) sobre una base de soporte marítima (54, 56), comprendiendo la disposición:
- 25 un aparato (24) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 un barco de transporte (22),
- 30 un par de grúas de elevación (40a, 40b) montadas sobre el barco (22), estando operativamente conectados los cables de elevación (38) de las grúas a las formaciones de elevación (32) del bastidor (26), mediante lo que la estructura marítima (10), transportada en el bastidor (26) puede ser elevada operativamente desde tierra (70) sobre el barco (22).
- 35 4. Disposición de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende adicionalmente una viga repartidora (36) dispuesta operativamente por encima del centro de gravedad de la estructura marítima (10) y bastidor (26) combinados, estando fijada la viga repartidora (36) a los cables de elevación (38) de las grúas (40a, 40b) y siendo operativamente móvil con respecto a la dimensión longitudinal del eje, mástil o torre (12).
- 40 5. Disposición de acuerdo con la reivindicación 4 donde el eje, mástil o torre (12) de la estructura marítima (10) pasa a través de la viga repartidora (36).
6. Aparato de soporte marítimo (56) para su uso en el montaje en o sobre una fundación marítima (54), de una estructura marítima (10) que incluye un eje, mástil o torre (12) longitudinalmente extenso, siendo la estructura marítima (10) operativamente transportada por el aparato (24) de la reivindicación 1, comprendiendo el aparato de soporte marítimo (56) medios de fijación configurados operativamente para fijar el aparato de soporte marítimo a la fundación marítima, dependiendo un bastidor de soporte (58) de los medios de fijación de una pluralidad de formaciones de soporte (60) iguales en número al número de patas (30) del bastidor (26) y configuradas para soportar las patas (30) respectivas del bastidor (26).
- 45 50
7. Sistema para el montaje, en o sobre una fundación marítima (54), de una estructura marítima (10) que incluye un eje, mástil o torre (12) longitudinalmente extenso, comprendiendo el sistema:
- un aparato (24) de acuerdo con la reivindicación 1; y un aparato de soporte marítimo (56) que comprende medios de fijación configurados operativamente para fijar el aparato de soporte marítimo (56) a la fundación marítima (54), dependiendo un bastidor de soporte (58) de los medios de fijación y de una pluralidad de formaciones de soporte (60) iguales en número al número de patas (30) del bastidor (26) y configurados para soportar las patas (30) respectivas del bastidor (26).
- 55 60
8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7 que comprende adicionalmente:
- un barco de transporte (22); y
- un par de grúas de elevación (40a, 40b) montadas sobre el barco (22), estando operativamente conectados los cables de elevación (38) de las grúas (40a, 40b) a las formaciones de elevación (32) del bastidor (26), mediante lo que la estructura marítima (10), transportada por el bastidor (26), puede elevarse operativamente desde la tierra (70) sobre el barco (22) y desde el barco (22) sobre la fundación de soporte marítima (54).
- 65

9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7 que comprende adicionalmente una viga repartidora (36) dispuesta operativamente por encima del centro de gravedad de la estructura marítima (10) y bastidor (26) combinados, estando fijada la viga repartidora (36) a los cables de elevación (38) de las grúas (40a, 40b) y siendo operativamente móvil con respecto a la dimensión longitudinal del eje, mástil o torre (12).
- 5 10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 9 donde el eje, mástil o torre (12) de la estructura marítima (10) pasa a través de la viga repartidora (36).
- 10 11. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10 donde el pie (66) del bastidor (26) y las formaciones de soporte (60) del aparato de soporte marítimo (56) se configuran de modo que el pie (66) está soportado por las formaciones de soporte (60) cuando la estructura marítima (10) se monta en su posición operativa.
- 15 12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11 donde cada pie (66) se mueve a lo largo de una línea de actuación, siendo las líneas de actuación de los pies (66) respectivos paralelas y nominalmente verticales cuando la estructura marítima (10) está soportada con el eje, mástil o torre (12) en su condición sustancialmente alzada.
- 20 13. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12 donde el aparato de soporte marítimo (56) incluye adicionalmente medios de alineación (64) que cooperan funcionalmente con el bastidor (26) para ayudar a la alineación de las patas (30) y las formaciones de soporte (60).
- 25 14. Un método de montaje de una estructura marítima (10) que incluye un eje, mástil o torre (12) longitudinalmente extenso sobre un barco de transporte (22), comprendiendo el método:
- 30 proporcionar en tierra (70) un aparato (24) de acuerdo con la reivindicación 1, asegurar el bastidor (26) a la estructura marítima (10); proporcionar un par de grúas de elevación (40a, 40b) sobre el barco de transporte (22), teniendo cada grúa (40a, 40b) un cable de elevación (38); conexión de los cables de elevación (38) a las formaciones de elevación (32) del bastidor (26); y elevación del bastidor (26) que transporta la estructura marítima (10) desde tierra (70) al barco (22) de modo que al menos algunas de las patas (30) estén soportadas por la cubierta (50) del barco (22) y la estructura marítima (10) se retenga en una situación sustancialmente vertical al menos parcialmente, mediante la acción de las grúas (40a, 40b).
- 35 15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14 que comprende adicionalmente:
- 40 antes de la etapa de elevación del bastidor (26), proporcionar una viga repartidora (36), montaje de la viga repartidora (36) sobre el eje, mástil o torre (12) y fijación de los cables de elevación (38) de las grúas a la viga repartidora (38) de modo que la viga repartidora (38) pueda operativamente ser movida longitudinalmente con respecto al eje, mástil o torre (12).
- 45 16. Un método de transferencia de una estructura marítima (10) que incluye un eje, mástil o torre (12) longitudinalmente extenso desde un barco de transporte (22) a una fundación de soporte marítimo (54), comprendiendo el método proporcionar:
- 50 un aparato de soporte (24) de la torre de acuerdo con la reivindicación 1, estando dispuesto el bastidor (26) del mismo sobre el barco (22) y soportando la estructura marítima (10), y estando soportada una pluralidad de patas (30) del bastidor (26) sobre la cubierta (50) del barco (22); un par de grúas de elevación (40a, 40b) sobre el barco de transporte (22), teniendo cada grúa (40a, 40b) un cable de elevación (38) conectado a las formaciones de elevación (32) del bastidor (26); una viga repartidora (36) montada sobre el eje, mástil o torre (12) y a la que se fijan los cables de elevación (38) de las grúas (40a, 40b), siendo operativamente móvil la viga repartidora (36) longitudinalmente con respecto al eje, mástil o torre (12); un aparato de soporte marítimo (56) que comprende medios de fijación mediante los que el aparato de soporte marítimo (56) se fija a la fundación marítima (54), dependiendo un bastidor de soporte (58) de los medios de fijación y de una pluralidad de formaciones de soporte (60) iguales en número al número de patas (30) del bastidor (26) y configurado para soportar las patas (30) respectivas del bastidor (26)
- 55 comprendiendo el método:
- 60 la elevación del aparato de soporte (24) de la torre y de la estructura marítima (10) desde el barco (22) con las grúas (40a, 40b), y la retención de la estructura marítima (10) con el eje, mástil o torre (12) en una configuración sustancialmente alzada, movimiento del aparato de soporte (24) de la torre que transporta la estructura marítima (10) a una posición por encima de la fundación de soporte marítimo (54) y alineación de las patas (30) del bastidor (26) con las estructuras de soporte (60) del aparato de soporte marítimo (56);
- 65

el descenso de la estructura marítima (10) sobre la base de soporte marítima (56) de modo que las patas (30) se soporten mediante las formaciones de soporte (60) del aparato de soporte marítimo (56); y fijación de la estructura marítima (10) al aparato de soporte marítimo (56).

- 5 17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16 donde cada pata (30) incluye un pie ajustable (66), siendo móvil cada pie (66) entre una condición extendida y una condición retraída y donde el bastidor (26) comprende adicionalmente un equipamiento de control (67A) operativo para controlar el movimiento de cada pie (66), comprendiendo adicionalmente el método:
- 10 permitir que cada pie (66) se extienda y retraiga sustancialmente libremente cuando la estructura marítima (10) se desciende al aparato de soporte marítimo (56), hasta que cada pie permanece en contacto con la formación de soporte (60) correspondiente del aparato de soporte marítimo (56); y
- 15 ajuste del equipamiento de control (67A) de modo que la retracción del pie (66) se limite o impida, mediante lo que la carga de la estructura marítima (10) se transfiere al aparato de soporte marítimo (56).

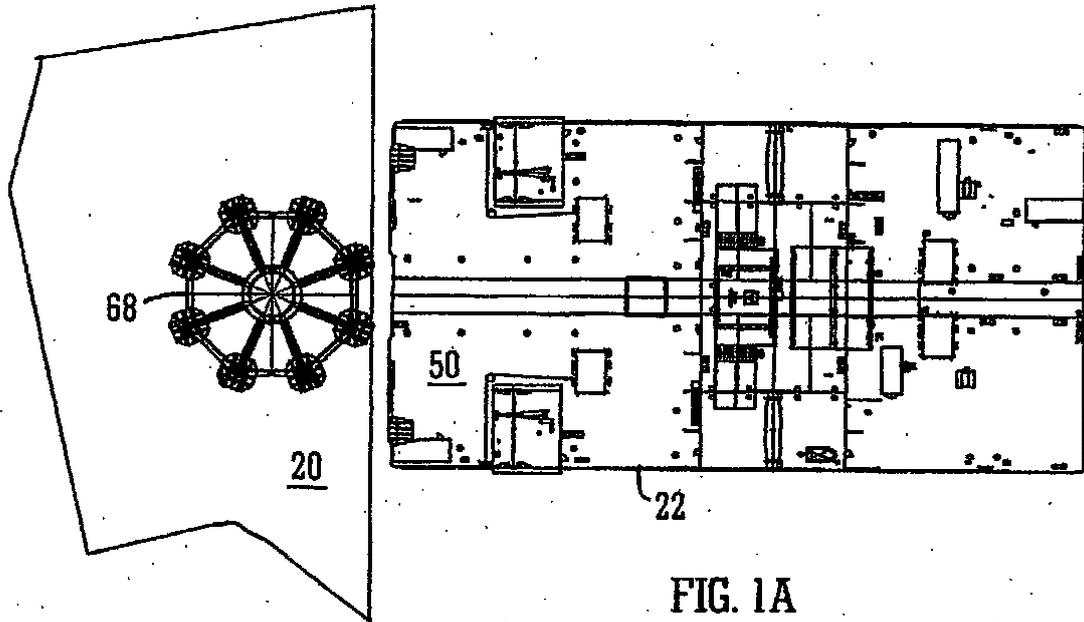


FIG. 1A

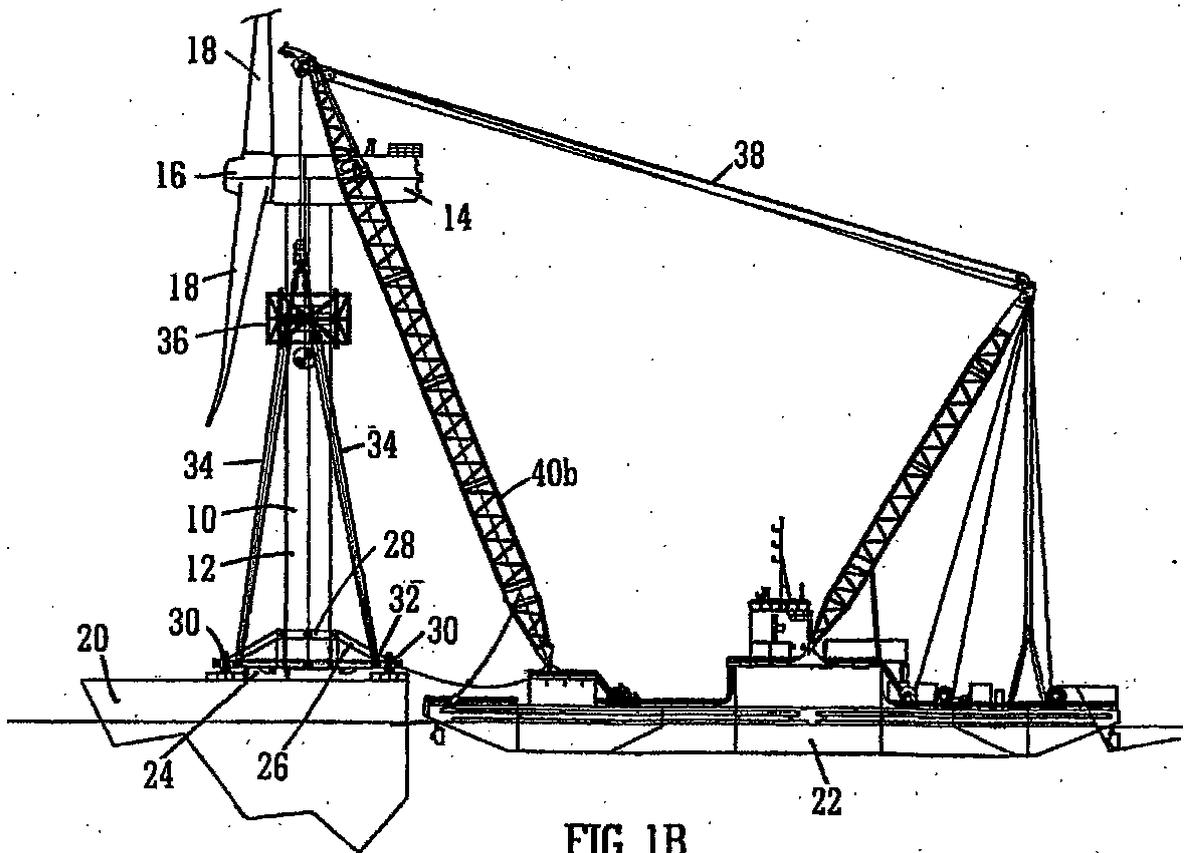


FIG. 1B

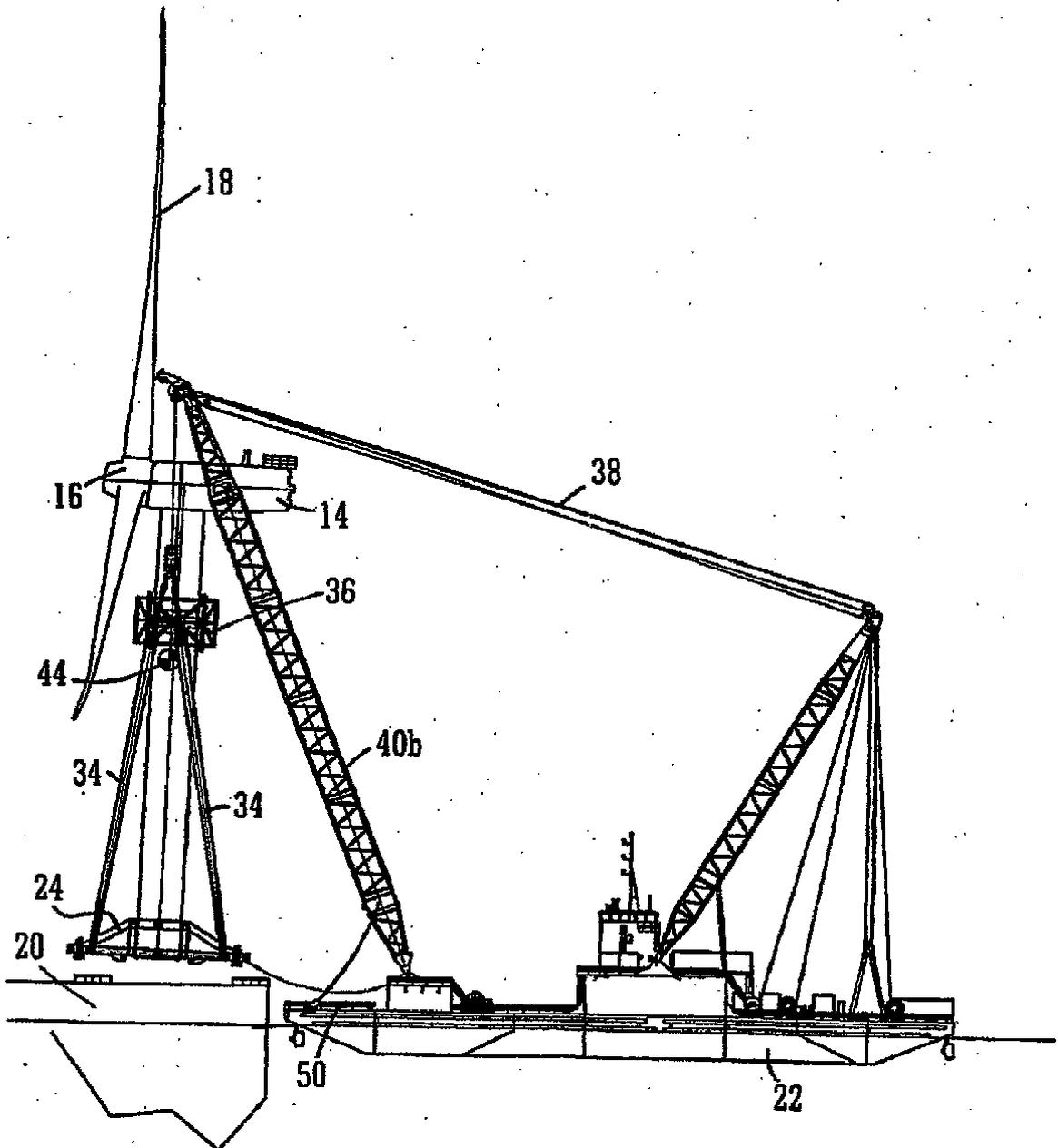


FIG. 2

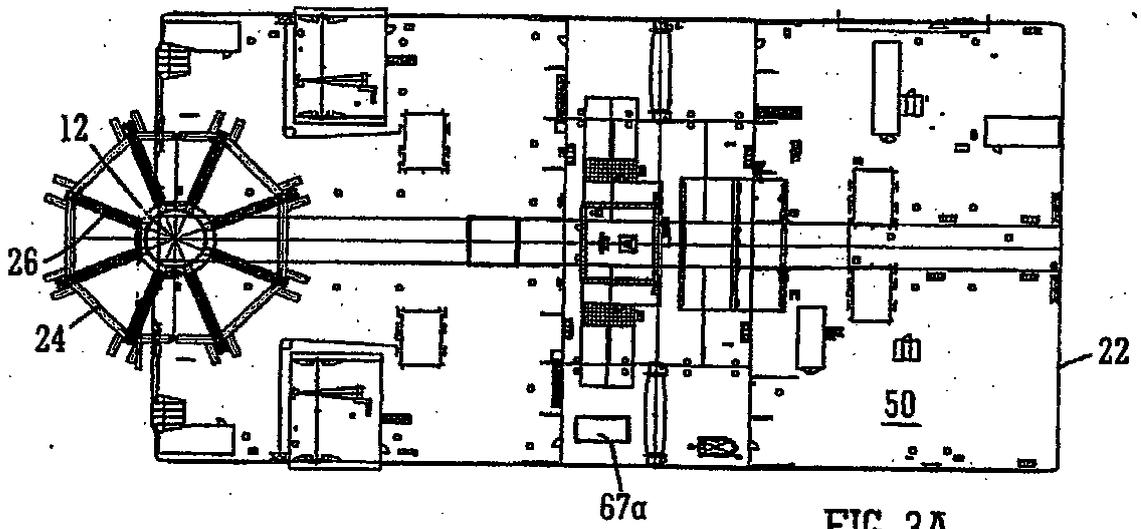


FIG. 3A

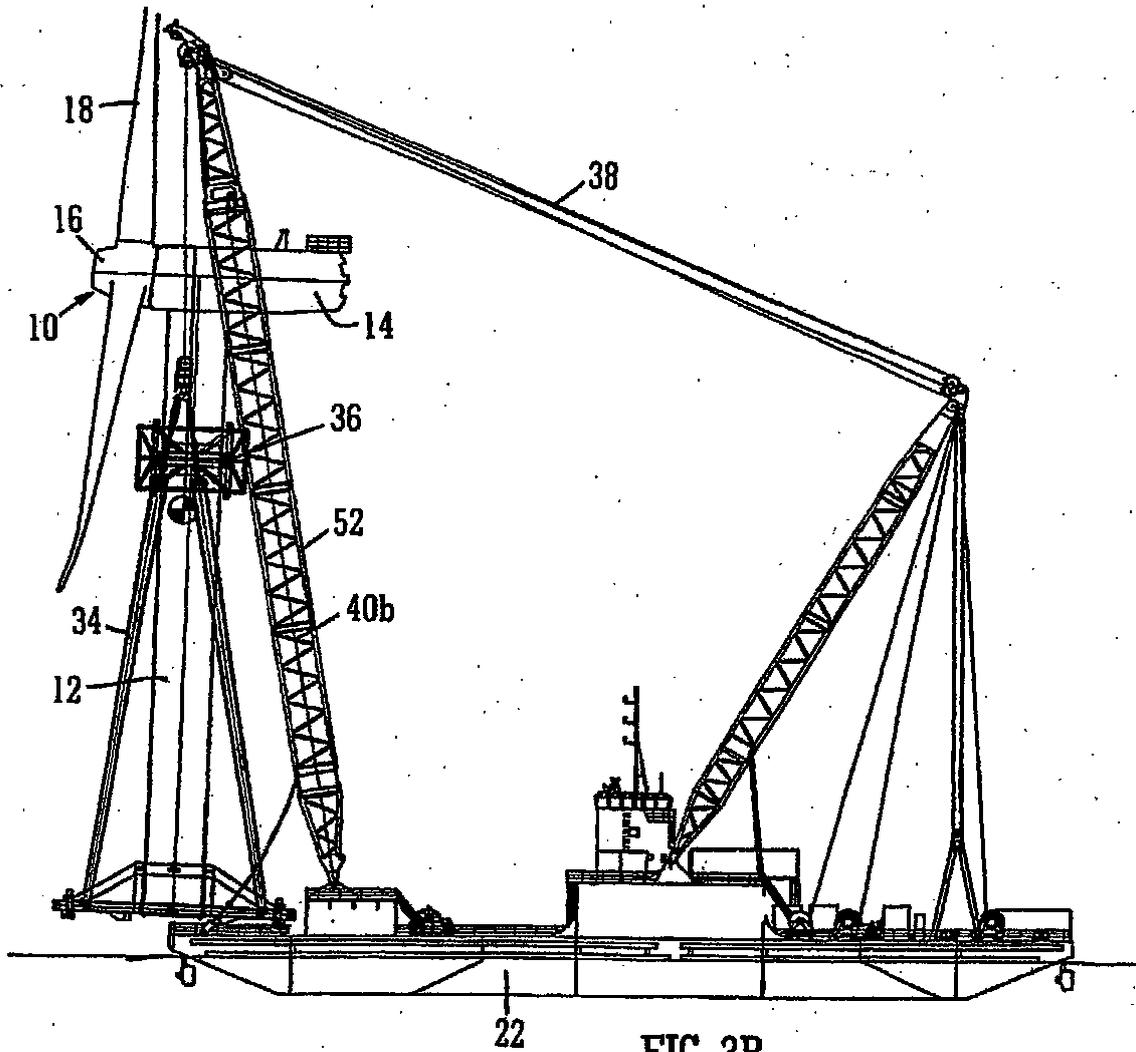


FIG. 3B

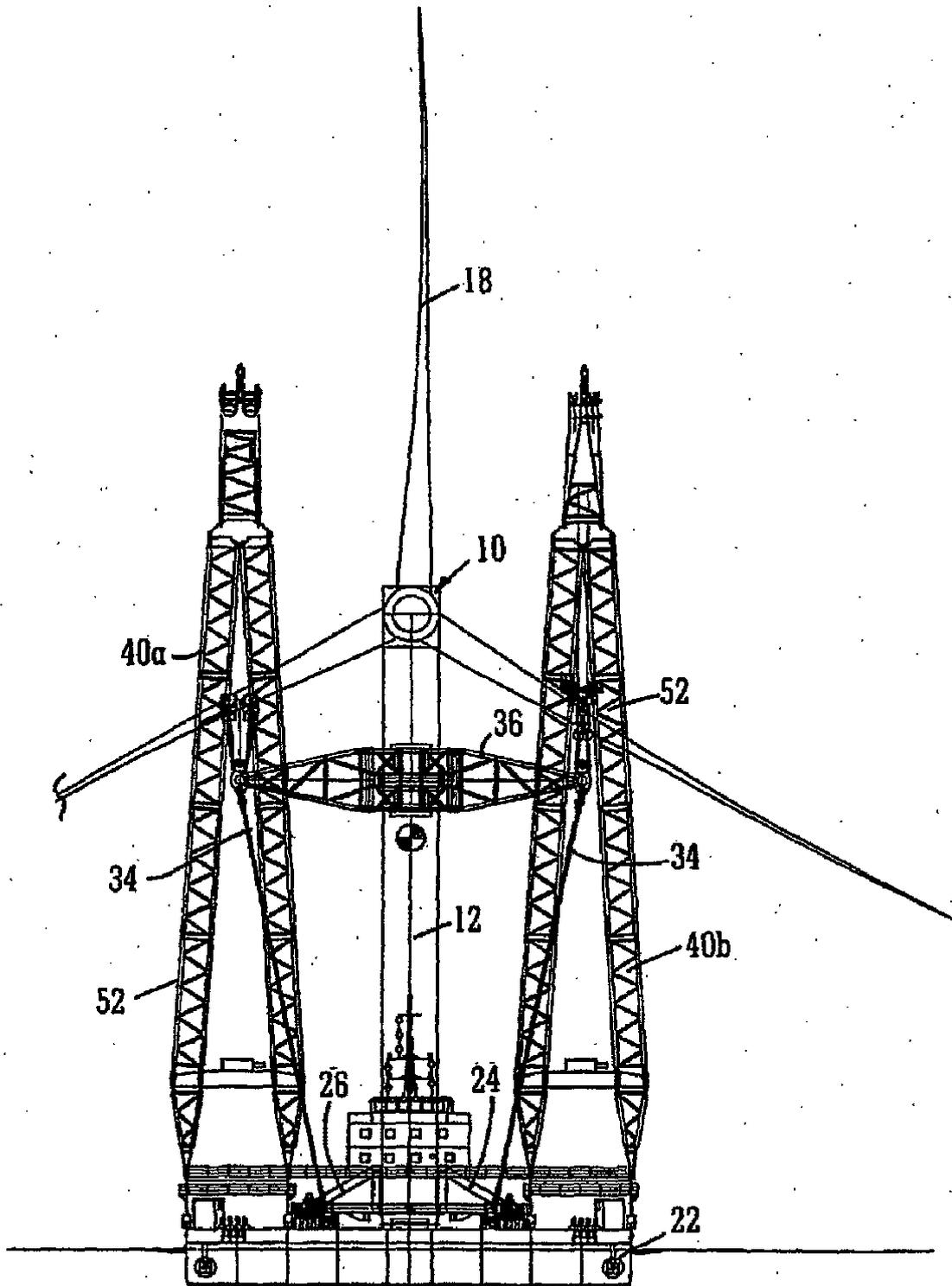


FIG. 3C

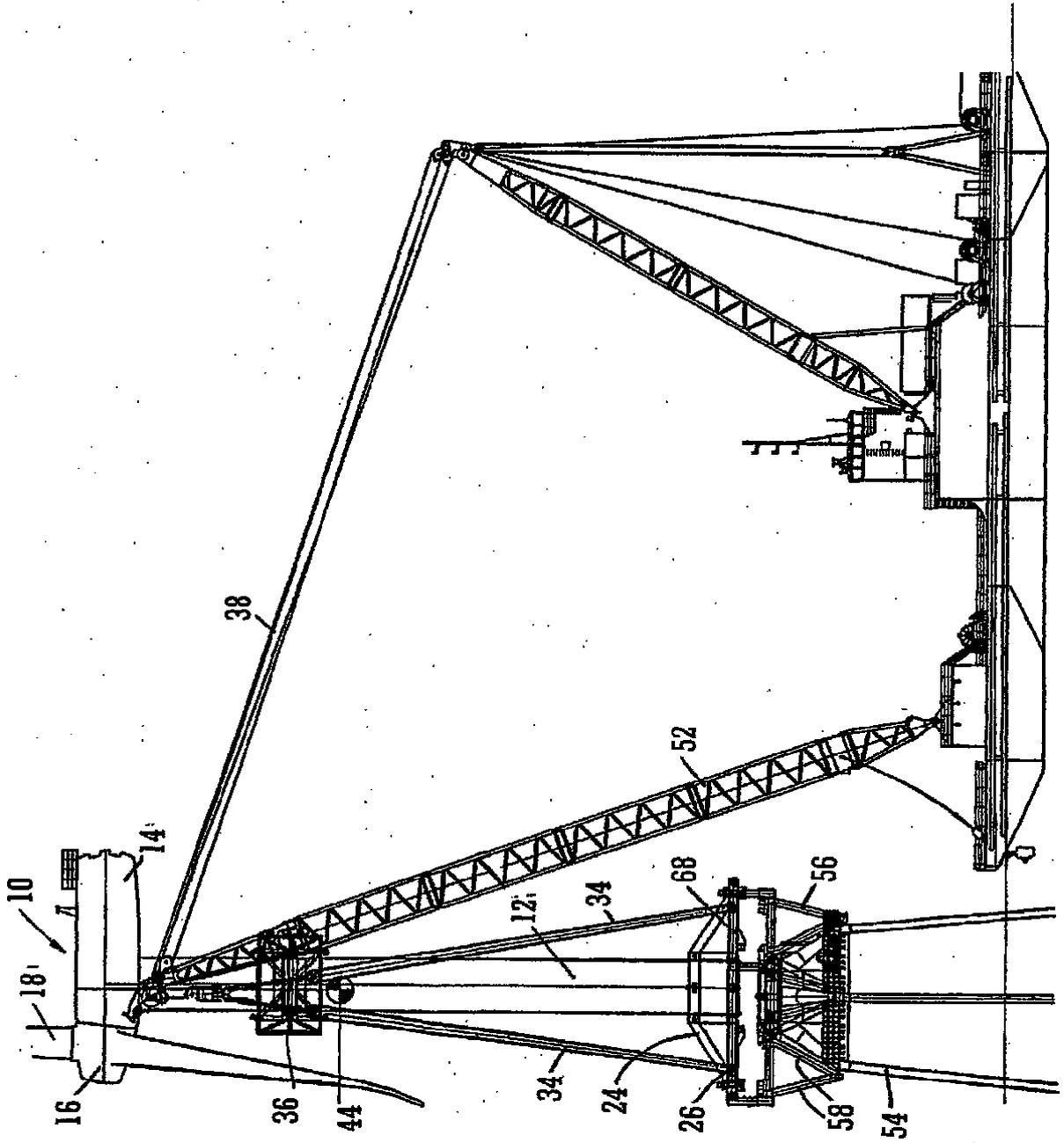


FIG. 4A

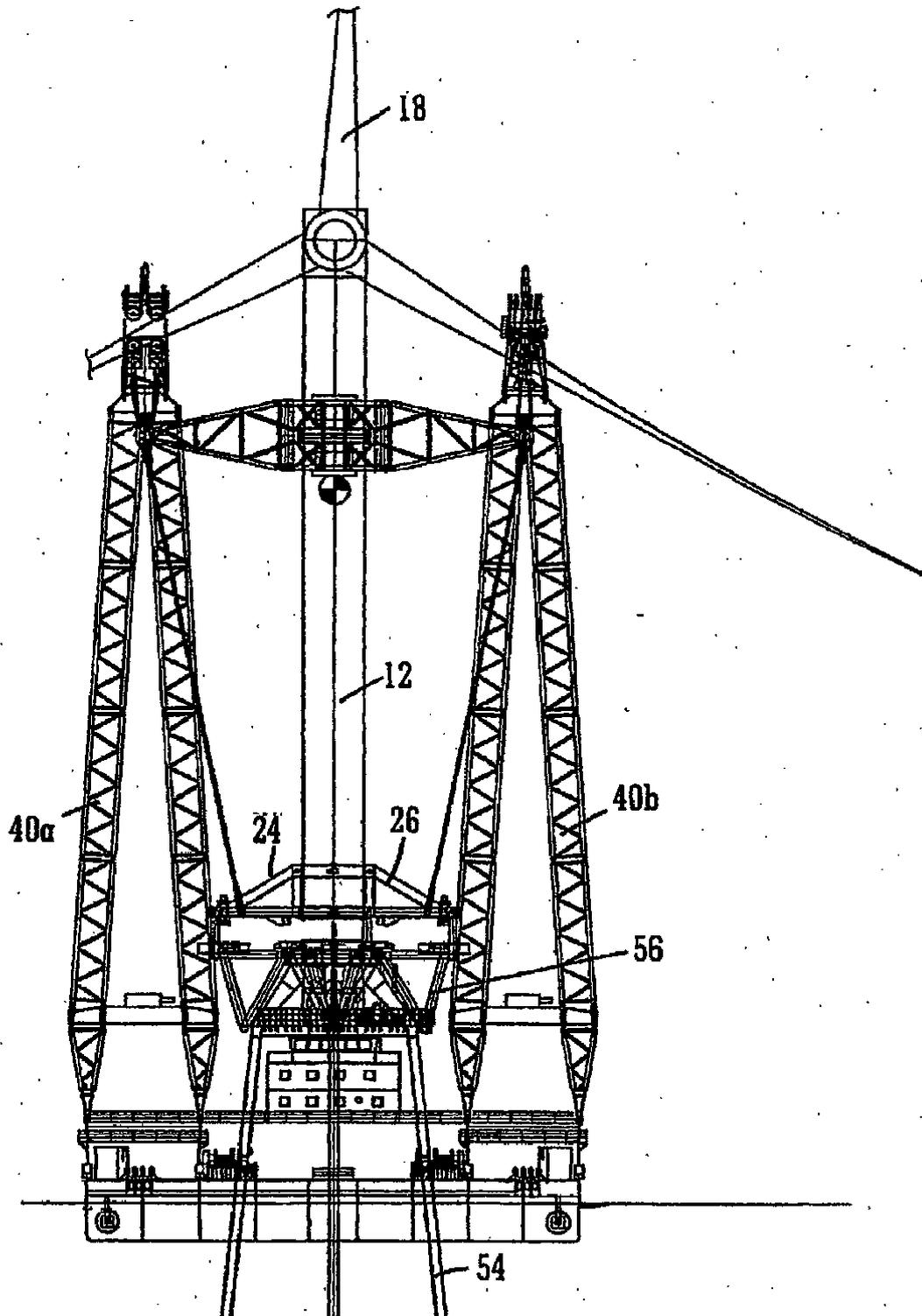


FIG. 4B

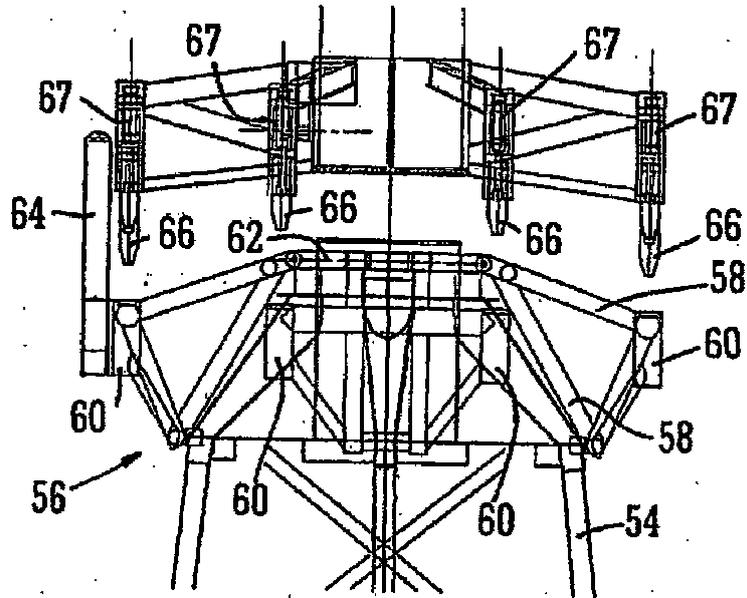


FIG. 5

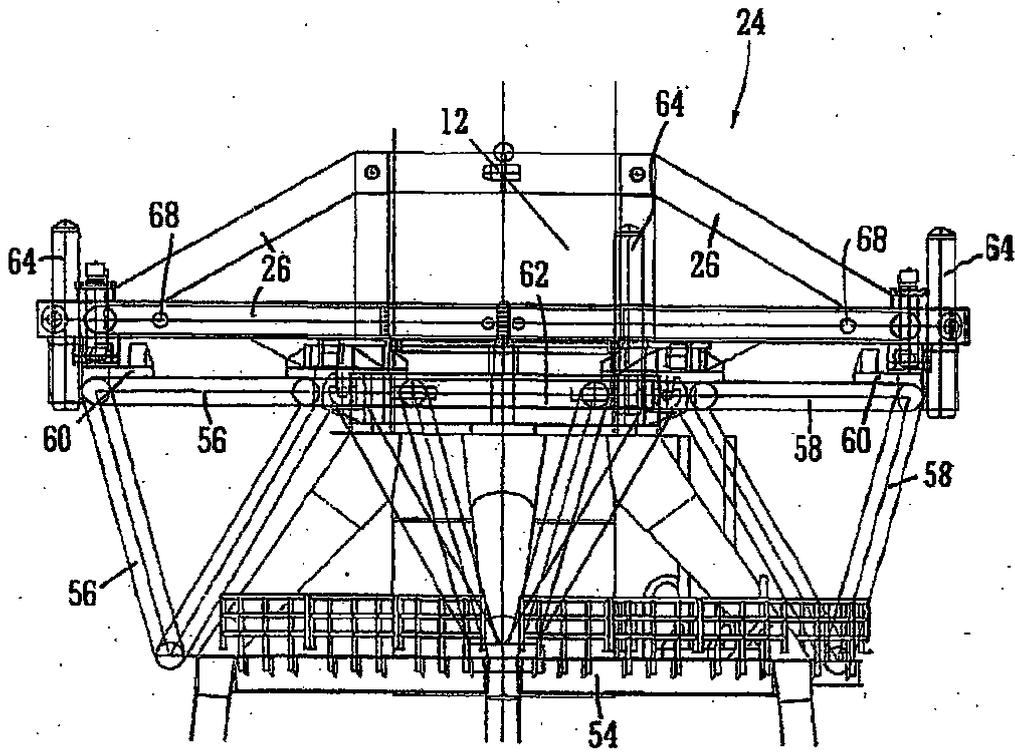


FIG. 6

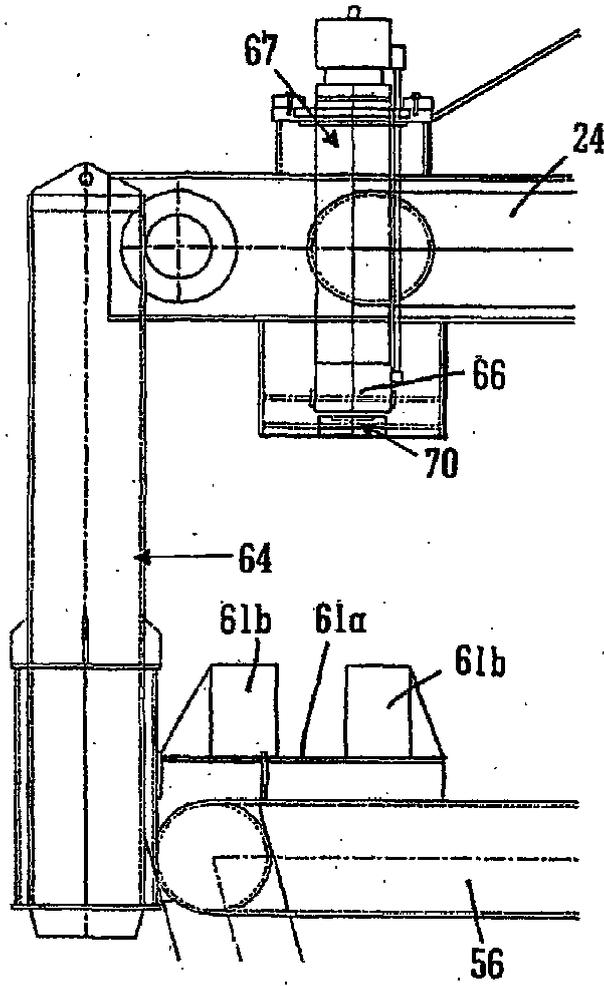


FIG. 7

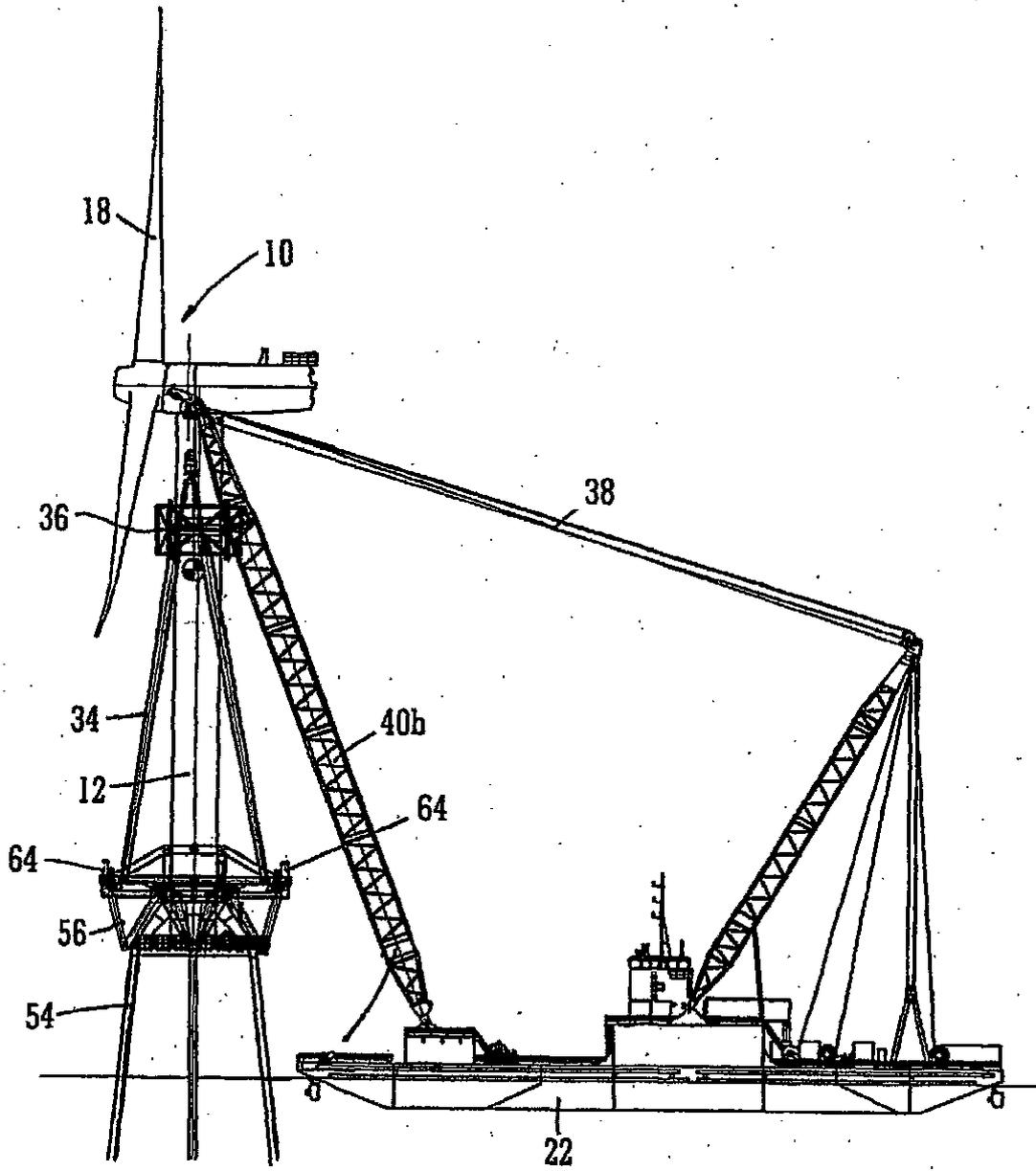


FIG. 8A

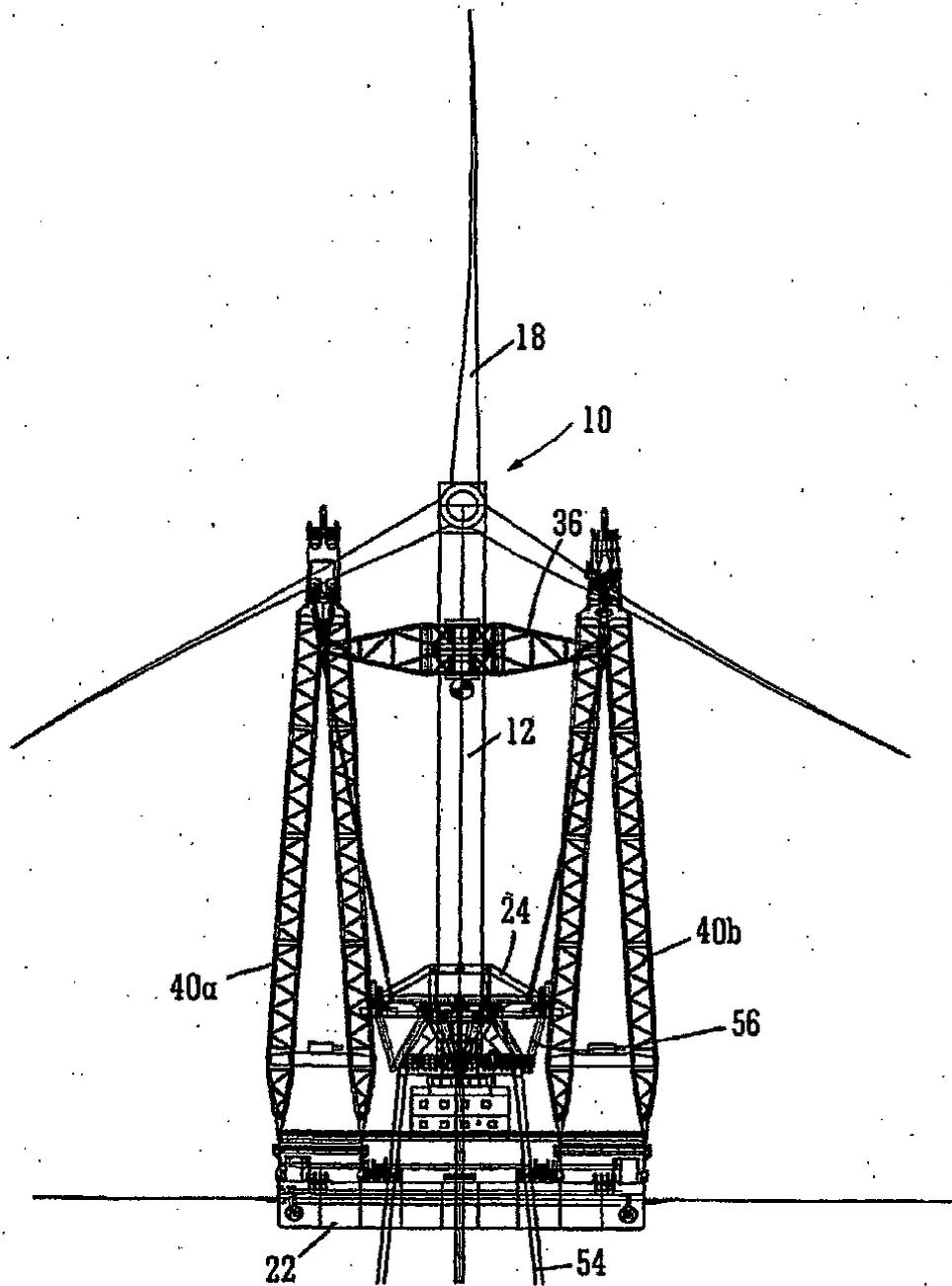


FIG. 8B

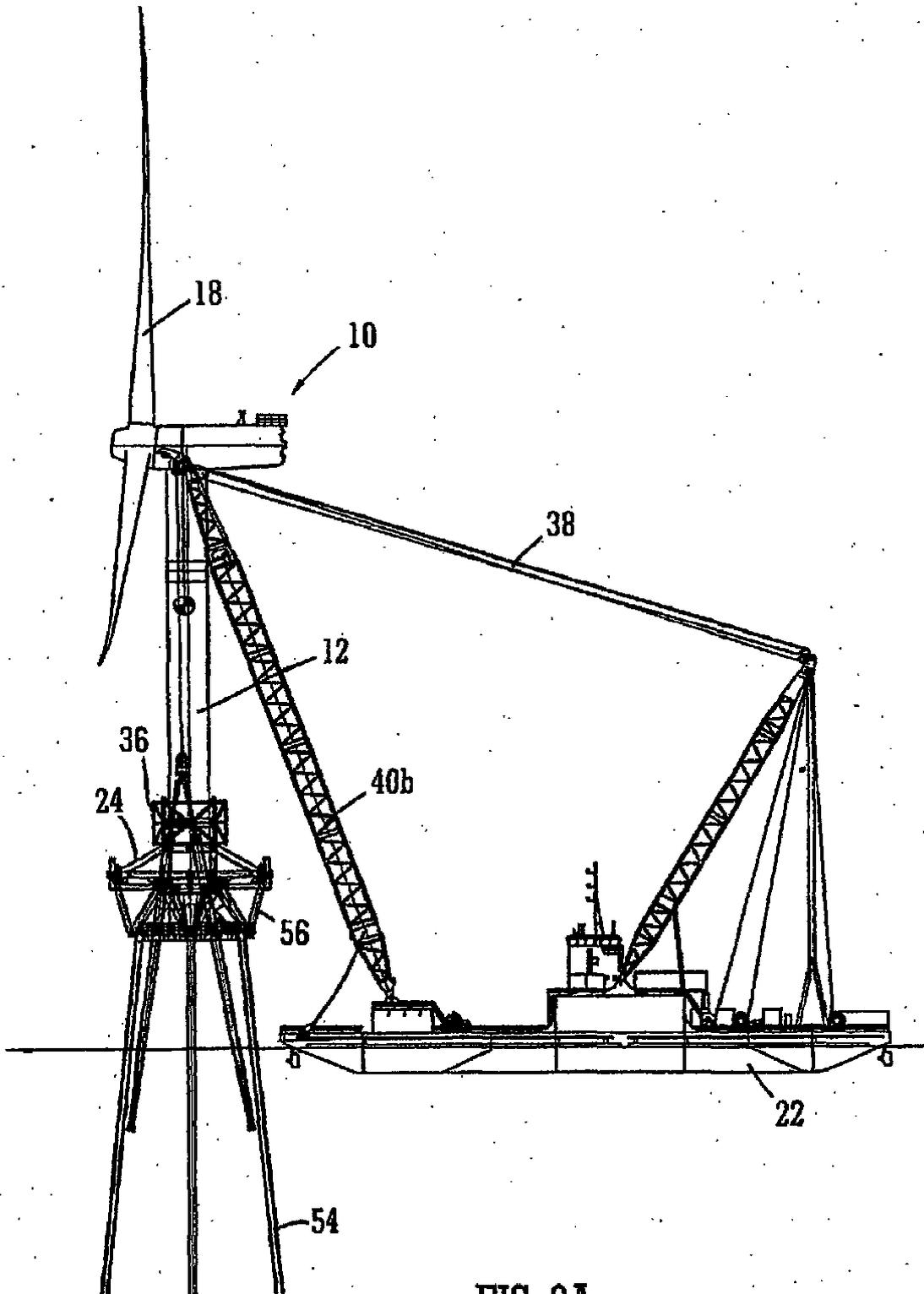


FIG. 9A

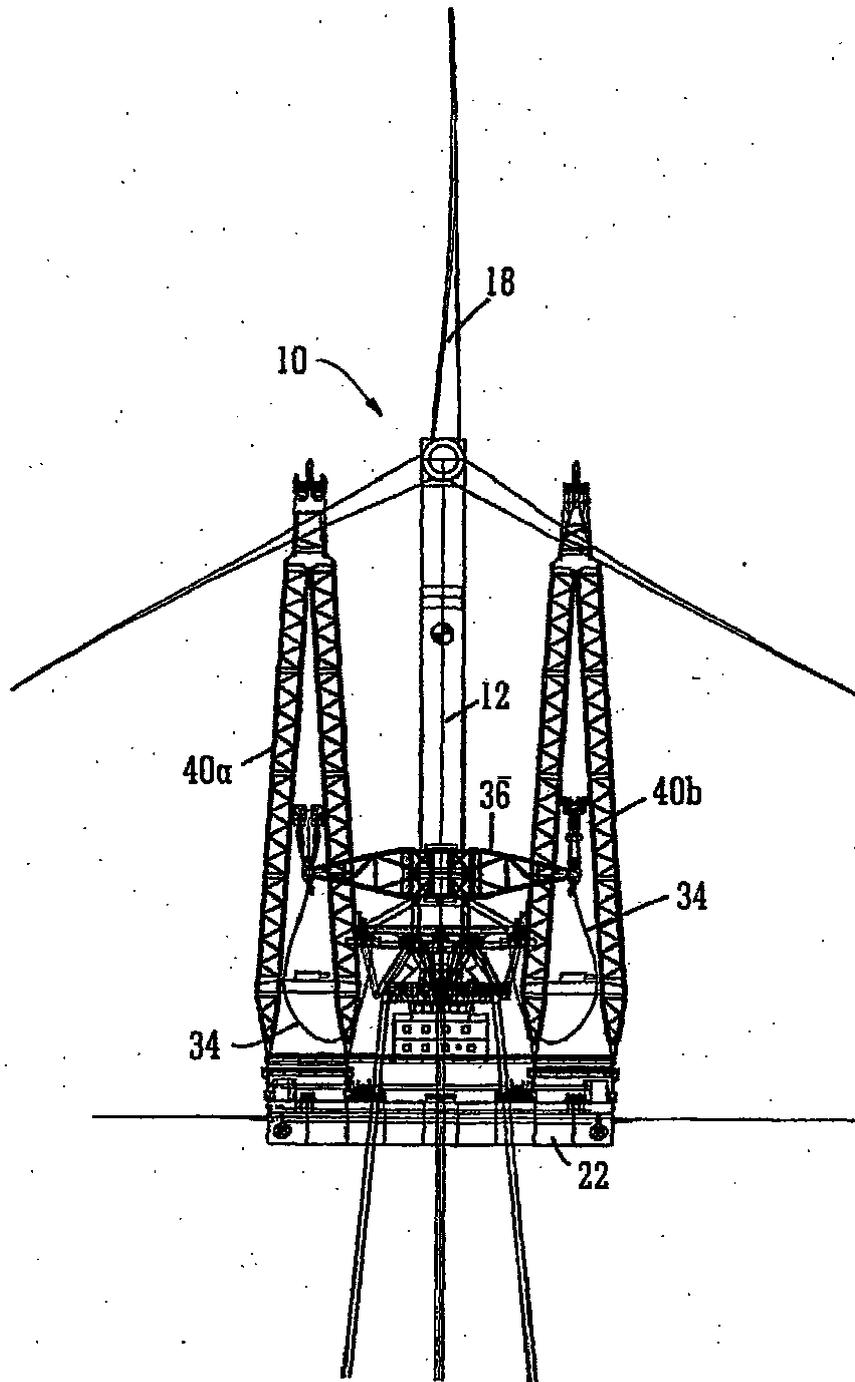


FIG. 9B

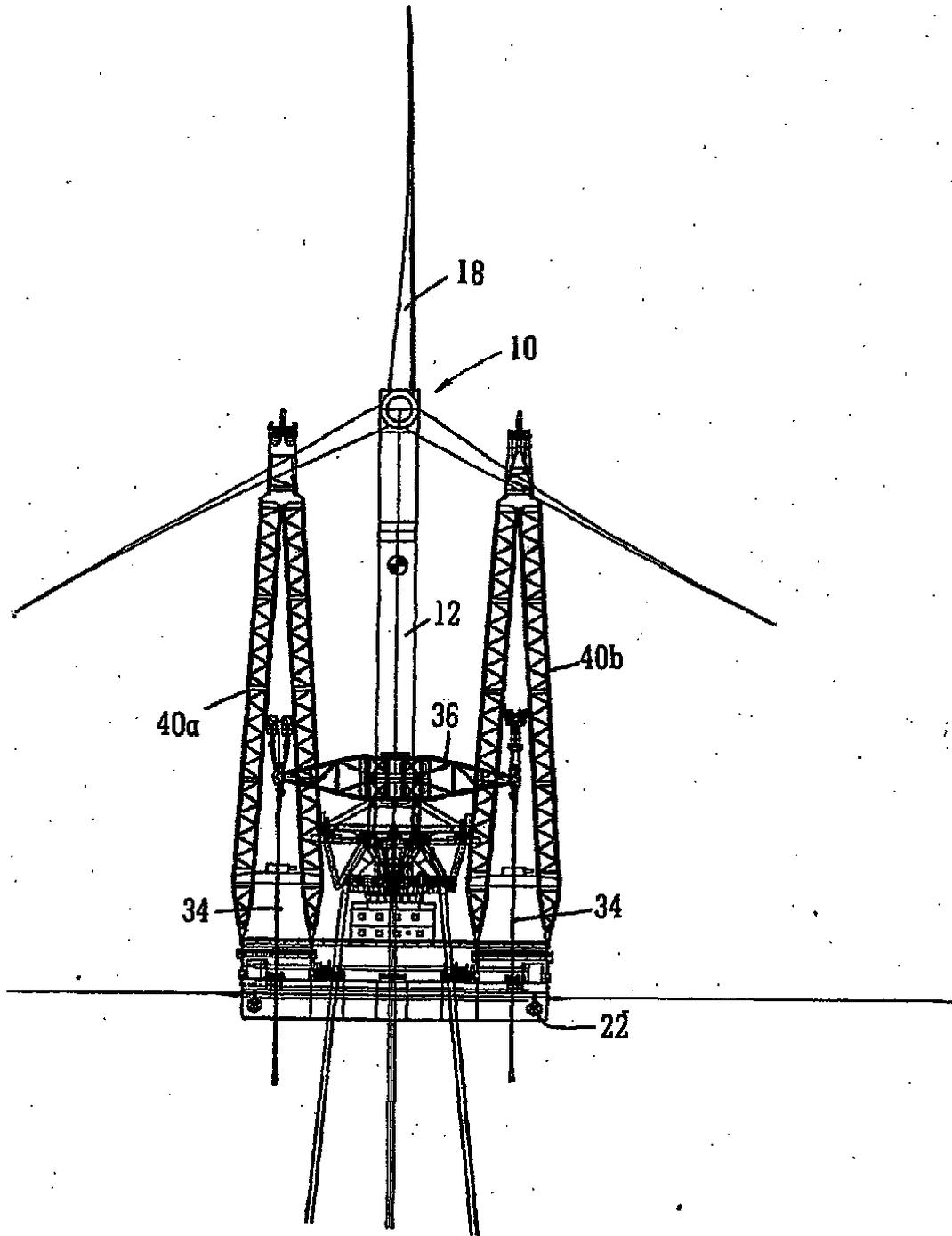
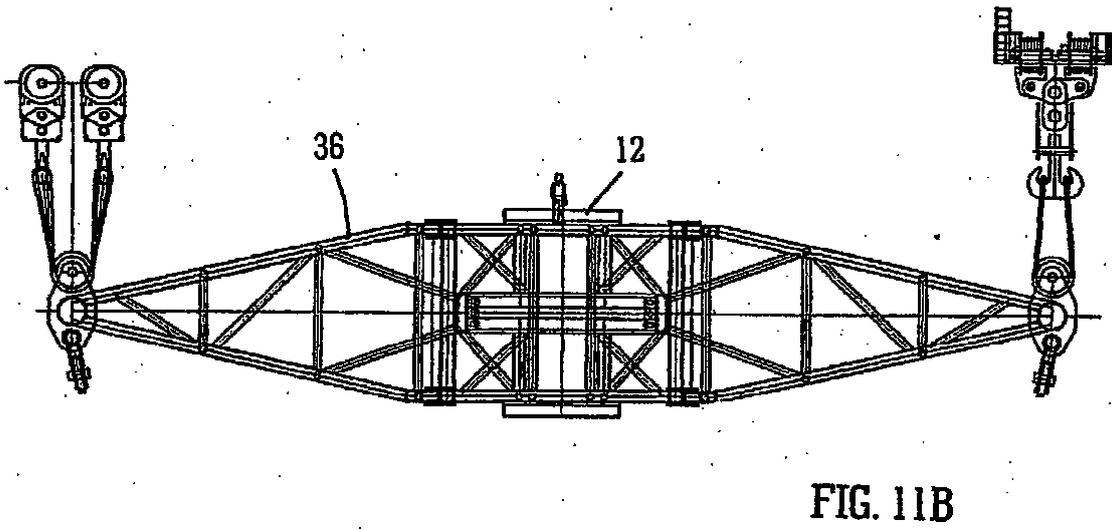
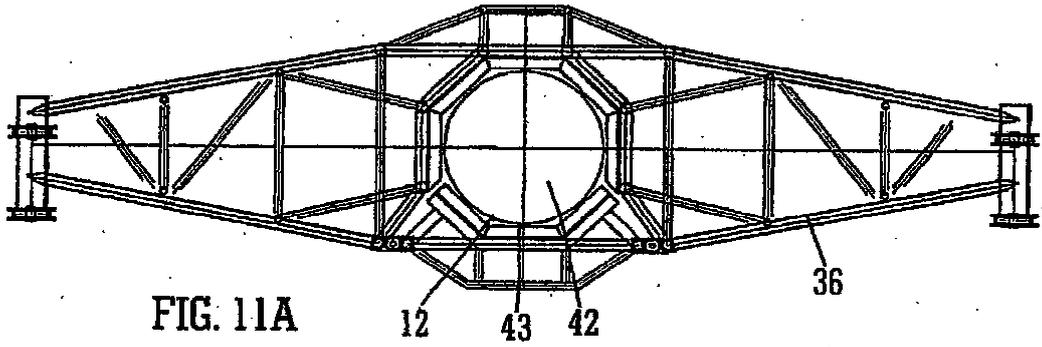


FIG. 10



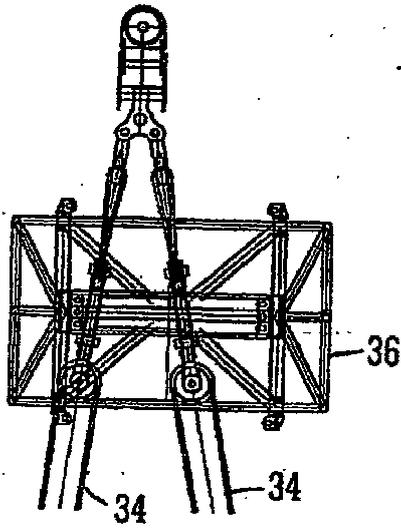


FIG. 11C

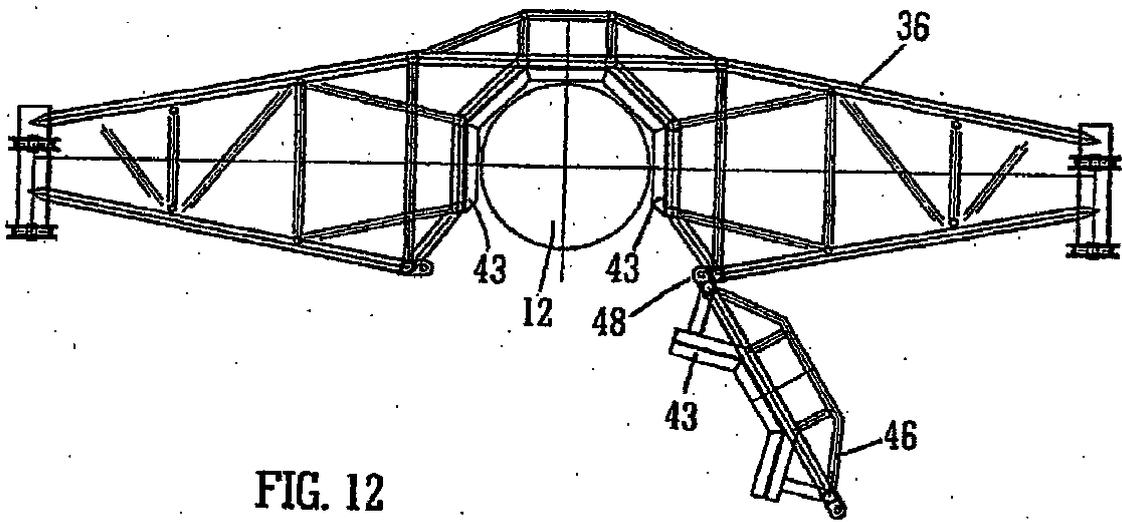


FIG. 12