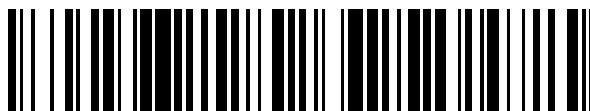


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 764**

51 Int. Cl.:

B63B 35/50 (2006.01)

B63B 1/04 (2006.01)

B63B 35/44 (2006.01)

B63G 11/00 (2006.01)

B63B 21/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2012** **PCT/US2012/024494**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.02.2013** **WO13022484**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2012** **E 12822127 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019** **EP 2741955**

54 Título: **Estación flotante estable de alta mar**

30 Prioridad:

09.08.2011 US 201161521701 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
11.03.2020

73 Titular/es:

JURONG SHIPYARD PTE. LTD. (100.0%)
29 Tanjong Kling Road
Singapore 628054, SG

72 Inventor/es:

VANDENWORM, NICOLAAS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 747 764 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

Estación flotante estable de alta mar

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

5 La presente invención hace referencia, en general, a embarcaciones, plataformas, cajones de dique, boyas, estructuras de tipo spar, u otras estructuras flotantes en alta mar utilizadas para soportar operaciones relacionadas con el petróleo y el gas en alta mar. En particular, la presente invención hace referencia a una instalación terminal fondeada estable en alta mar, tal como las que se utilizarían para la segura manipulación, escala, y transporte de personal, suministros, barcos, y helicópteros.

10 2. Antecedentes de la técnica

Las estructuras flotantes estables para soportar operaciones con petróleo y gas son conocidas en la técnica. Las estructuras de producción en alta mar, que pueden ser embarcaciones, plataformas, cajones de dique, boyas, o estructuras de tipo spar, por ejemplo, cada una incluye habitualmente un casco flotante que soporta una superestructura. El casco incluye una compartimentación interior para el lastrado y almacenamiento, y la
15 superestructura proporciona equipos de perforación y producción, una plataforma de helipuerto, módulos habitacionales para la tripulación, y similares.

En el trabajo en alta mar, en plataformas de perforación y producción, por ejemplo, se genera un coste operativo importante del transporte de soporte y suministros desde instalaciones en la costa. Casi todo debe ser transportado por barco o por aire. Tales líneas de suministro están sujetas al clima adverso y a las condiciones del mar, que
20 tienen un mayor efecto cuanto más lejos deben viajar los suministros. Por consiguiente, son conocidas en la técnica estructuras flotantes estables diseñadas para ser remolcadas mar adentro y amarradas cerca de varias plataformas de producción dentro de un campo determinado. Estas estructuras pueden ser utilizadas para proporcionar un fondeadero para las embarcaciones de transporte y para proporcionar instalaciones de soporte, que incluyen instalaciones de almacenamiento, mantenimiento, extinción de incendios, médicas, y de atraque. Las bases,
25 instalaciones o terminales en alta mar de este tipo pueden proporcionar una reducción en los costes operativos de la plataforma, ya que permitirían un transporte más seguro y más rentable de personal y suministros desde la costa, que hace escala temporalmente y distribuirse a las plataformas locales. La patente de EE.UU. N.º 4.984.935 expedida a de Oliveira Filho *et al.* describe una estructura de soporte flotante en alta mar de este tipo, que incluye un interior cubierto para recibir barcos.

30 Una estructura flotante está sujeta a fuerzas ambientales del viento, las olas, el hielo, las mareas, y las corrientes. Estas fuerzas ambientales tienen como resultado aceleraciones, desplazamientos y movimientos oscilatorios de la estructura. La respuesta de una estructura flotante a tales fuerzas ambientales se ve afectada no sólo por el diseño de su casco y su superestructura, sino también por su sistema de amarre y cualquier apéndice. Por consiguiente, una estructura flotante tiene varios requisitos de diseño: una flotabilidad de reserva adecuada para soportar
35 manera segura el peso de la superestructura y de la carga útil, estabilidad bajo todas las condiciones y buenas características de buen comportamiento en el mar. Con respecto al requisito de buen de comportamiento en el mar, la capacidad de reducir el movimiento vertical es muy deseable. Los movimientos de movimiento vertical pueden crear variaciones en la tensión en los sistemas de amarre, lo que puede causar fatiga y fallos. Los movimientos de movimiento vertical grandes aumentan el peligro en el lanzamiento y la recuperación de pequeños barcos y
40 helicópteros y en la carga y descarga de avituallamiento y personal.

Las características de buen comportamiento en el mar de una estructura flotante están influenciadas por una cantidad de factores, entre los que se incluye el área del plano de flotación, el perfil del casco, y el periodo natural de movimiento de la estructura flotante. Es muy deseable que el periodo natural de la estructura flotante sea
45 significativamente mayor que o significativamente menor que los periodos de las olas del mar en el que se encuentra ubicada la estructura, para desacoplar sustancialmente el movimiento de la estructura del movimiento de las olas.

El diseño de las embarcaciones implica equilibrar los factores que compiten para llegar a una solución óptima para un conjunto determinado de factores. Las preocupaciones de coste, capacidad de construcción, capacidad de supervivencia, utilidad e instalación se encuentran entre las muchas consideraciones en el diseño de embarcaciones. Los parámetros de diseño de la estructura flotante incluyen el calado, el área del plano de flotación,
50 la tasa de cambio del calado, la localización del centro de gravedad ("CG"), la localización del centro de flotabilidad ("CB"), la altura metacéntrica ("GM"), el área de la vela y la masa total. La masa total incluye la masa añadida, es decir, la masa del agua alrededor del casco de la estructura flotante que es obligada a moverse a medida que se mueve la estructura flotante. Los apéndices conectados a la estructura del casco para aumentar la masa añadida son una manera rentable de realizar un ajuste preciso de la respuesta de la estructura y las características de
55 rendimiento cuando se someten a las fuerzas ambientales.

Se aplican diversas reglas generales de arquitectura naval al diseño de una embarcación de alta mar. El área del plano de flotación es directamente proporcional a la fuerza de movimiento vertical inducida. Una estructura que es

simétrica alrededor de un eje vertical está en general menos sujeta a las fuerzas de guiñada. A medida que aumenta el tamaño del perfil del casco vertical en la zona de las olas, también aumentan las fuerzas del oleaje lateral inducidas por las olas. Una estructura flotante puede modelarse como un resorte con un período natural del movimiento en las direcciones de movimiento vertical y del oleaje. El período natural del movimiento en una dirección en particular es inversamente proporcional a la rigidez de la estructura en esa dirección. A medida que aumenta la masa total (incluida la masa añadida) de la estructura, los períodos naturales del movimiento de la estructura se vuelven más largos.

Un método para proporcionar estabilidad es mediante el amarre de la estructura con tendones verticales bajo tensión, tales como en las plataformas en tensión (del inglés *Tension leg platforms*). Las plataformas de este tipo son ventajosas, debido a que tienen el beneficio añadido de estar sustancialmente restringidas en cuanto al movimiento vertical. Sin embargo, las plataformas en tensión son estructuras costosas y, por consiguiente, su uso no es factible en todas las situaciones.

Puede lograrse la auto-estabilidad (es decir, la estabilidad no dependiente del sistema de amarre) creando una gran área del plano de flotación. A medida que la estructura cabecea y se balancea, el centro de flotabilidad del casco sumergido se desplaza para proporcionar un momento de adrizamiento. Aunque el centro de gravedad puede estar por encima del centro de flotabilidad, la estructura puede permanecer, no obstante, estable bajo ángulos de escora relativamente grandes. Sin embargo, las características de buen comportamiento en el mar en cuanto al movimiento vertical de una gran área del plano de flotación en la zona de olas son, en general, poco deseables.

Se proporciona una auto-estabilidad inherente cuando el centro de gravedad se sitúa por debajo del centro de flotabilidad. El peso combinado de la superestructura, el casco, la carga útil, el lastre y otros elementos puede estar dispuesto para bajar el centro de gravedad, pero una disposición de este tipo puede ser difícil de lograr. Un método para bajar el centro de gravedad es la adición de lastre fijo debajo del centro de flotabilidad para contrarrestar el peso de la superestructura y la carga útil. El lastre fijo estructural, tal como arrabio, mineral de hierro, y hormigón, se coloca dentro de, o se une a la estructura del casco. La ventaja de una disposición del lastre de este tipo es que puede lograrse la estabilidad sin un efecto adverso en el rendimiento del buen comportamiento en el mar debido a una gran área del plano de flotación.

Las estructuras auto-estables tienen la ventaja de una estabilidad independiente de la función del sistema de amarre. Aunque las características de buen comportamiento en el mar del movimiento vertical de las estructuras flotantes auto-estabilizadoras son en general inferiores a las de las plataformas basadas en tendones, las estructuras auto-estabilizadoras pueden ser, sin embargo, preferibles en muchas situaciones debido a los costes más altos de las estructuras basadas en tendones.

Las estructuras flotantes de la técnica anterior se han desarrollado con una variedad de diseños para las características de flotabilidad, estabilidad y buen comportamiento en el mar. Se proporciona un análisis adecuado de las consideraciones e ilustraciones de diseño de diversas estructuras flotantes a modo de ejemplo, en la patente de Estados Unidos N.º 6.431.107, expedida el 13 de agosto de 2002 a Byle y titulada "Tendon-Based Floating Structure" ("Byle").

Byle describe diversos diseños de boya de tipo spar como ejemplos de estructuras flotantes inherentemente estables, en las que el centro de gravedad ("CG") está dispuesto por debajo del centro de flotabilidad ("CB"). Los cascos de boyas de tipo spar son alargados, extendiéndose habitualmente más de 182,88 metros (seiscientos pies) por debajo de la superficie del agua cuando se instalan. La dimensión longitudinal del casco debe ser lo suficientemente grande como para proporcionar una masa, de tal manera que el período natural de movimiento vertical sea largo, reduciendo de este modo el movimiento vertical inducido por las olas. Sin embargo, debido al gran tamaño del casco de tipo spar, aumentan los costes de fabricación, transporte e instalación. Es deseable proporcionar una estructura con una superestructura integrada que pueda fabricarse en la zona del muelle para reducir los costes, pero que todavía sea inherentemente estable debido a un CG situado por debajo del CB.

La patente de Estados Unidos N.º 6.761.508, expedida a Haun el 13 de julio de 2004 y titulada "Satellite Separator Platform (SSP)" ("Haun") describe una plataforma de alta mar que emplea una columna central retráctil. La columna central se eleva por encima del nivel de la quilla para permitir que la plataforma se arrastre a través de aguas poco profundas en ruta hacia un emplazamiento de instalación en aguas profundas. En el emplazamiento de instalación, la columna central se baja para extenderse por debajo del nivel de la quilla para mejorar la estabilidad de la embarcación, bajando el CG. La columna central también proporciona una amortiguación del cabeceo para la estructura. Sin embargo, la columna central añade complejidad y costes a la construcción de la plataforma.

Son conocidos en la técnica otros diseños de casco de sistemas en alta mar. Por ejemplo, la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos N.º 2009/0126616, publicada el 21 de mayo de 2009 a nombre de Srinivasan ("Srinivasan"), muestra una estructura de casco octagonal con esquinas afiladas y lados de pendiente muy pronunciada para cortar y romper hielo para operaciones árticas de una embarcación. A diferencia de la mayoría de las estructuras en alta mar convencionales, que están diseñadas para movimientos reducidos, la estructura de Srinivasan está diseñada para inducir movimientos de movimiento vertical, balanceo, cabeceo y oleaje para llevar a cabo el corte del hielo.

La patente de Estados Unidos N.º 6.945.736, expedida a Smedal *et al.*, el 20 de septiembre de 2005 y titulada "Offshore Platform for Drilling After or Production of Hydrocarbons" ("Smedal"), describe una plataforma de perforación y producción con un casco cilíndrico. La estructura de Smedal tiene un CG situado por encima del CB y, por lo tanto, se basa en una gran superficie del plano de flotación para su estabilidad, con una característica concomitante de buen comportamiento en el mar de movimiento vertical reducido. Aunque, la estructura de Smedal tiene un rebaje circunferencial formado alrededor del casco cerca de la quilla para la amortiguación del cabeceo y del balanceo, la situación y el perfil de un rebaje de este tipo tiene poco efecto en la amortiguación del movimiento vertical.

El documento US 4.640.214 describe una construcción de múltiples niveles de forma anular flotando en una masa de agua. La construcción se conecta a una estructura fija en tierra mediante un armazón en o sobre el cual pueden construirse estructuras de puente. Una abertura de túnel se extiende lateralmente a través de una parte de lateral de la construcción, para proporcionar una vía de desplazamiento hacia el interior y el exterior del eje central. En uso, los barcos acceden a y dejan la construcción a través del túnel.

El documento US 2011/0107951 describe una estructura de alta mar que tiene un casco verticalmente simétrico, una pared vertical superior, una pared superior ahusada hacia dentro dispuesta bajo la pared vertical superior, una pared inferior ahusada hacia fuera dispuesta bajo la pared superior inclinada, y una pared vertical inferior dispuesta bajo la pared inferior inclinada.

Se cree que ninguna de las estructuras de alta mar de la técnica anterior, en particular estaciones o terminales en alta mar, que están dispuestas para proporcionar un fondeadero a los barcos que se utilizan para el transporte de suministros y personal a las plataformas en alta mar, están caracterizados por todos los siguientes atributos ventajosos: simetría del casco alrededor de un eje vertical; el CG situado por debajo del CB para una estabilidad inherente sin el requisito de columnas retráctiles complejas o similares, características excepcionales de amortiguación de movimiento vertical sin el requisito de un amarre con tendones verticales, y la capacidad de integración en el muelle de la superestructura y un tránsito con "la orientación de cubierta correcta" al emplazamiento de instalación, que incluye la capacidad de tránsito a través de aguas poco profundas. Es deseable una instalación o terminal flotante de alta mar que posea todas estas características.

3. Identificación de objetos de la invención

Un objeto primario de la invención es proporcionar una estación o terminal flotante de alta mar caracterizada por todos los siguientes atributos ventajosos: simetría del casco alrededor de un eje vertical; el centro de gravedad situado por debajo del centro de flotabilidad para una estabilidad inherente sin el requisito de columnas retráctiles complejas o similares, características excepcionales de amortiguación de movimiento vertical sin el requisito de un amarre con tendones verticales, y un diseño que proporcione la integración en el muelle de la superestructura y un tránsito con "la orientación de cubierta correcta" al emplazamiento de instalación, que incluya la capacidad de tránsito a través de aguas poco profundas.

Otro objeto de la invención es proporcionar una estación o terminal flotante de alta mar que puede estar posicionado estratégicamente cerca de una o más plataformas de alta mar para actuar como un fondeadero y punto de distribución seguros para suministrar barcos, helicópteros, avituallamiento y personal.

Otro objeto de la invención es proporcionar una estación o terminal flotante de alta mar con una resistencia al cabeceo, al balanceo y al movimiento vertical mejorados.

Otro objeto de la invención es proporcionar una estación o terminal flotante de alta mar que permita el ajuste preciso de la respuesta de todo el sistema para cumplir con los requerimientos operativos específicos y ante las condiciones medioambientales regionales.

Otro objeto de la invención es proporcionar una estación o terminal flotante de alta mar que pueda ser construida sin la necesidad de un dique seco, permitiendo de este modo su construcción en prácticamente cualquier planta de fabricación.

Otro objeto de la invención es proporcionar una estación o terminal flotante de alta mar que sea fácilmente escalable.

Compendio de la invención

De acuerdo con la presente invención se proporciona una estructura flotante tal como se define en la reivindicación 1.

Las características preferidas de la invención se citan en las reivindicaciones dependientes.

Los objetos descritos anteriormente y otras ventajas y características de la invención se incorporan, en una realización preferida, en una estación o terminal de alta mar que tiene un casco simétrico alrededor de un eje vertical con una pared lateral vertical superior que se extiende hacia el exterior desde la cubierta principal, una pared lateral

ahusada hacia dentro superior dispuesta por debajo de la pared vertical superior, una pared lateral ahusada hacia afuera inferior dispuesta por debajo de la pared lateral inclinada superior, y una pared lateral vertical inferior dispuesta por debajo de la pared lateral inclinada inferior. La planta del casco puede ser circular, oval, elíptica o poligonal, por ejemplo.

- 5 La pared lateral superior ahusada hacia dentro, se inclina preferiblemente en un ángulo con respecto al eje vertical de la embarcación de entre 10 y 15 grados. La pared lateral inferior ahusada hacia fuera, se inclina preferiblemente en un ángulo con respecto al eje vertical de la embarcación de entre 55 y 65 grados. Las paredes laterales ahusadas inferiores cooperan para producir una cantidad significativa de amortiguación de radiación, lo que tiene como resultado casi ninguna amplificación del movimiento vertical para cualquier periodo de las olas. Pueden proporcionarse unos apéndices en forma de aleta opcionales cerca del nivel de la quilla para crear una masa añadida para reducir aún más y ajustar con mayor precisión el movimiento vertical.

- 10 El centro de gravedad de la estación de alta mar de acuerdo con una realización de la invención, está situado por debajo de su centro de flotabilidad para proporcionar una estabilidad inherente. La adición de lastre a las partes inferior y exterior del casco se utiliza para bajar el CG para diversas configuraciones de superestructuras y cargas útiles que van a ser transportadas por el casco. El lastre crea momentos de adrizamiento grandes y aumenta el periodo natural de la estructura hasta por encima del periodo de las olas más comunes, limitando de este modo la aceleración inducida por las olas en todos los grados de libertad.

- 15 La altura h del casco está preferiblemente limitada a una dimensión que permita que la estructura sea ensamblada en la costa o en el muelle utilizando métodos convencionales de construcción naval, y a continuación sea remolcada en posición vertical hasta una localización de alta mar.

- 20 La estación de alta mar incluye un túnel formado dentro o a través del casco en la línea de flotación que proporciona un área cubierta en el interior del casco para una botadura/atracque de barcos, y un embarque/desembarque de personal, seguro y sencillo. La entrada o entradas del túnel presentan puertas estancas al agua, que están equipadas con defensas de goma robustas. El interior del túnel puede también incluir defensas para facilitar el atraque. Cuando las puertas estancas al agua del túnel están todas cerradas, el túnel puede drenarse para crear un entorno de dique seco dentro del casco.

- 25 El túnel puede incluir una única o múltiples ramificaciones con múltiples entradas a través del casco. El túnel puede incluir secciones rectas, curvas o cónicas e intersecciones en una variedad de alturas y configuraciones. La estación de alta mar está idealmente amarrada de manera que una o más entradas del túnel están a sotavento de los vientos, olas y corrientes predominantes. Un conjunto elevador de barcos está dispuesto dentro del túnel. El conjunto elevador de barcos se utiliza para elevar barcos de transporte con la finalidad de eliminar cualquier movimiento vertical y balanceo con respecto a la estación de alta mar, estableciendo de este modo una condición segura en la que embarcar y desembarcar pasajeros. Además de un conjunto elevador de barcos, pueden disponerse boquillas de aire y/o agua a alta presión en diversos puntos en el túnel por debajo de la línea de flotación, para atacar con aire la columna de agua, influenciando de este modo la ola y la acción localizada del oleaje dentro del túnel.

- 30 La estación de alta mar incluye una superestructura que idealmente incluye instalaciones para alojamiento y comida, instalaciones médicas, talleres, talleres mecánicos, un helipuerto, y similar. La superestructura puede también incluir una o más grúas, pescantes o similar según sea apropiado para los servicios que van a proveerse.

Breve descripción de los dibujos

- 40 La invención se describe en detalle de aquí en adelante en base a las realizaciones representadas en las figuras adjuntas, en las que:

- 45 La Figura 1 es una vista en perspectiva de una instalación flotante de alta mar amarrada al lecho marino de acuerdo con una realización preferida de la invención, que se muestra con una superestructura transportada por el casco para soportar operaciones de alta mar y con un túnel formado a través del casco para recibir de forma segura pequeños barcos para el transbordo de personal y similar;

- La Figura 2 es un dibujo transversal axial del perfil del casco de la estación flotante de alta mar de acuerdo con una realización preferida de la invención, que muestra una parte de la pared vertical, una sección de la pared superior ahusada hacia dentro, una sección de la pared inferior ahusada hacia afuera, y una sección de la pared vertical inferior;

- 50 La Figura 3 es una vista en perspectiva alargada de la estación de alta mar de la Figura 1, que muestra un detalle del túnel, las puertas del túnel, y un pequeño barco para el transbordo de personal amarrado a la misma;

- La Figura 4 es una vista en perspectiva de un conjunto de elevador de barcos de la estación de alta mar de la Figura 1 que está, de acuerdo con una realización preferida, dispuesto dentro del túnel;

- 55 La Figura 5 es una sección transversal horizontal tomada a través del casco de la estación de alta mar de la Figura 1, que muestra un túnel recto formado completamente a través del mismo;

La Figura 6 es una sección transversal horizontal tomada a través del casco de una estación de alta mar de acuerdo con otra realización de la invención, que muestra un túnel cruciforme que tiene entradas formadas a través del casco a intervalos de noventa grados;

5 La Figura 7 es una vista lateral en alzado en sección transversal parcial del casco de la estación de alta mar de la Figura 1, que muestra deflectores para reducir las olas dentro del túnel; y

La Figura 8 es una vista lateral en alzado en sección transversal parcial del casco de una estación de alta mar de acuerdo con una realización alternativa de la invención, que muestra la abertura de una piscina lunar (del inglés "moon pool") entre el túnel y la quilla y deflectores opcionales para reducir las olas dentro del túnel.

Descripción de las realizaciones preferidas de la invención

10 La Figura 1 ilustra una estación 10 flotante de alta mar para soportar operativamente instalaciones de exploración, producción y almacenamiento de alta mar, de acuerdo con una realización preferida de la invención. La estación 10 de alta mar incluye un casco 12 flotante que puede transportar una superestructura 13 sobre el mismo. La superestructura 13 puede incluir un grupo diverso de equipos y estructuras, tales como dormitorios para la tripulación, almacenamiento de los equipos, un helipuerto, y una infinidad de otras estructuras, sistemas y equipos, dependiendo del tipo de operaciones de alta mar que van a ser soportadas. El casco 12 está preferiblemente amarrado al fondo marino mediante una serie de líneas 16 de amarre catenarias.

La Figura 2 es una vista simplificada del perfil vertical del casco 12 de acuerdo con una realización preferida de la invención. En referencia a ambas, las Figuras 1 y 2, en una realización preferida, el casco 12 de la estación 10 de alta mar tiene una cubierta 12a principal circular, una sección 12b lateral cilíndrica superior que se extiende hacia fuera desde la cubierta 12a, una sección 12c lateral troncocónica superior ahusada hacia dentro situada por debajo de la parte 12b cilíndrica superior, una sección 12d lateral troncocónica inferior que se extiende hacia fuera y que se ensancha hacia afuera desde la sección 12c lateral troncocónica, una sección 12e lateral cilíndrica inferior que se extiende hacia fuera desde la sección 12d troncocónica inferior, y una quilla 12f circular plana. Preferiblemente, la sección 12c lateral troncocónica superior tiene una altura vertical sustancialmente mayor que la sección 12d troncocónica inferior, y una sección 12b cilíndrica superior tiene una altura vertical ligeramente mayor que la sección 12e cilíndrica inferior. Tal como se muestra, la sección 12b cilíndrica superior puede conectarse opcionalmente a una sección 12g troncocónica superior de transición para proporcionar una cubierta principal de un radio mayor y una superestructura 13 mayor concomitante. La sección 12g de transición se sitúa idealmente por encima de la línea de flotación.

30 La cubierta 12a principal circular, la sección 12b lateral cilíndrica superior, la sección 12g de transición, la sección 12c lateral troncocónica superior, la sección 12d lateral troncocónica inferior, la sección 12e cilíndrica inferior, y la quilla 12f circular son todas coaxiales con un eje 100 vertical común (Figura 2). Por consiguiente, el casco 12 está caracterizado por una sección transversal circular cuando se toma perpendicular al eje 100 a cualquier altura.

Debido a su planta circular, la respuesta dinámica del casco 12 es independiente de la dirección de las olas (pasando por alto cualquier asimetría en el sistema de amarre, elevadores, y apéndices bajo el agua), minimizando de este modo las fuerzas de guiñada inducidas por las olas. Adicionalmente, la forma cónica del casco 12 es estructuralmente eficiente, ofreciendo un alto volumen de carga útil y almacenamiento por tonelada de acero, en comparación con las estructuras tradicionales de alta mar en forma de barco. El casco 12 tiene preferiblemente paredes redondas que son circulares en una sección transversal radial, pero puede lograrse una aproximación a una forma de este tipo utilizando un gran número de placas de metal planas en lugar de placas plegadas para formar una curvatura deseada. Aunque se prefiere una planta circular del casco, pueden utilizarse plantas de casco poligonales de acuerdo con realizaciones alternativas.

En una realización alternativa (no se ilustra), el casco 12 puede tener una planta oval o elíptica. Una forma elíptica puede resultar ventajosa cuando la estación 10 está amarrada estrechamente adyacente a otra plataforma de alta mar para permitir un paso de tipo pasarela entre las dos estructuras. Un casco 12 elíptico puede minimizar o eliminar la interferencia de las olas de las patas de la plataforma en forma "ataludada".

El diseño específico de las paredes 12c, 12d superior e inferior inclinadas, genera una cantidad significativa de amortiguación de la radiación, lo que tiene como resultado casi ninguna amplificación del movimiento vertical para cualquier periodo de las olas, según se describe más adelante.

50 La sección 12c de pared ahusada hacia dentro está situada en la zona de olas. En un boceto de diseño, la línea de flotación se sitúa en la sección 12c troncocónica superior justo por debajo de la intersección con la sección 12b lateral cilíndrica superior. La sección 12c ahusada hacia dentro superior se inclina preferiblemente en un ángulo α con respecto al eje 100 vertical de la embarcación de entre 10 y 15 grados. El ensanchamiento interior antes de alcanzar la línea de flotación amortigua significativamente el movimiento vertical descendente, debido a que un movimiento hacia abajo del casco 12 aumenta el área del plano de flotación. En otras palabras, el área del casco perpendicular al eje 100 vertical que rompe la superficie del agua aumentará con el movimiento del casco hacia abajo, y dicho aumento del área está sujeto a la resistencia opuesta de la interfaz aire/agua. Se ha observado que

10-15 grados de ensanchamiento proporciona una cantidad deseable de amortiguación del movimiento vertical hacia abajo sin sacrificar demasiado el volumen de almacenamiento para la embarcación.

De manera similar, la superficie 12d ahusada inferior amortigua el movimiento vertical ascendente. La sección de pared 12d inclinada inferior está situada por debajo de la zona de las olas (aproximadamente 30 metros por debajo de la línea de flotación). Debido a que la totalidad de la superficie 12d de la pared inferior inclinada hacia abajo está por debajo de la superficie del agua, se desea una mayor área (perpendicular al eje 100 vertical) para lograr una amortiguación hacia arriba. Por consiguiente, el diámetro D_1 de la sección inferior del casco es preferentemente mayor que el diámetro D_2 mayor de la sección 12c troncocónica superior. La sección 12d de la pared inferior inclinada hacia fuera se inclina preferiblemente a un ángulo γ con respecto al eje 100 vertical de la embarcación de entre 55 y 65 grados. La sección inferior se ensancha hacia afuera a un ángulo mayor que o igual a 55 grados para proporcionar una mayor inercia para los movimientos de balanceo, cabeceo y movimiento vertical por encima de la energía esperada de las olas. El límite superior de 65 grados está basado en evitar cambios abruptos en la estabilidad durante el lastrado inicial en la instalación. Es decir, la superficie 12d podría ser perpendicular al eje 100 vertical y lograr una cantidad deseada de amortiguación del movimiento vertical ascendente, pero un perfil del casco de este tipo tendría como resultado un cambio radical no deseable en la estabilidad durante el lastrado inicial en la instalación.

Tal como se ilustra en la Figura 2, el centro de gravedad de la embarcación 10 de alta mar se sitúa por debajo de su centro de flotabilidad para proporcionar una estabilidad inherente. La adición de lastre al casco 12 se utiliza para bajar el CG. Idealmente, se añade suficiente lastre para bajar el CG por debajo del CB para cualquiera que sea la configuración de la superestructura 13 (Figura 1) y la carga útil que va a ser transportada por el casco 12.

La forma del casco de la estación 10 se caracteriza por un metacentro relativamente alto. Pero, debido a que el CG es bajo, la altura metacéntrica se ve adicionalmente mejorada, lo que tiene como resultado unos momentos de adrizamiento grandes. Adicionalmente, la ubicación periférica del lastre fijo aumenta adicionalmente los momentos de adrizamiento. Por consiguiente, la estación 10 de alta mar resiste enérgicamente el balanceo y el cabeceo y se dice que es "rígida". Las embarcaciones se caracterizan habitualmente por aceleraciones con sacudidas abruptas a medida que los momentos de adrizamiento contrarrestan el cabeceo y el balanceo. Sin embargo, la inercia asociada con la elevada masa total de la estación 10, específicamente mejorada por el lastre fijo, mitiga tales aceleraciones. En particular, la masa del lastre fijo aumenta el periodo natural de la estación 10 hasta por encima del periodo de las olas más comunes, limitando de este modo la aceleración inducida por las olas en todos los grados de libertad.

Las Figuras 1, 2, 5, y 6 muestran unos apéndices 84 opcionales en forma de aleta que pueden utilizarse para crear masa añadida y para reducir el movimiento vertical y afianzar de otro modo la estación 10 de alta mar. La una o más aletas 84 están acopladas a una parte inferior y exterior de la sección 12e lateral cilíndrica del casco 12. En una o más realizaciones tal como se muestra, las aletas 84 comprenden cuatro secciones de aleta separadas entre sí por huecos 86. Los huecos 86 alojan unas líneas 16 de anclaje en el exterior del casco 12 sin contacto con las aletas 84.

En referencia a la Figura 2, se muestra una aleta 84 para reducir el movimiento vertical en sección transversal. En una realización preferida, la aleta 84 tiene la forma de un triángulo recto en una sección transversal vertical, en la que el ángulo recto se sitúa adyacente a la pared lateral exterior más baja de la sección 12e cilíndrica inferior del casco 12, de tal manera que el borde 84e inferior de la forma en triángulo es coplanar con la superficie 12f de la quilla, y la hipotenusa 84f de la forma de triángulo se extiende desde un extremo distal del borde 84e inferior de la forma de triángulo hacia arriba y hacia dentro para unirse a la pared lateral exterior de la sección 12e cilíndrica inferior.

La cantidad, tamaño, y orientación de las aletas 84 puede ser variada para una efectividad óptima a la hora de suprimir el movimiento vertical. Por ejemplo, el borde 84e inferior puede extenderse radialmente hacia el exterior una distancia que es aproximadamente la mitad de la altura vertical de la sección 12e cilíndrica inferior, con la hipotenusa 84f uniéndose a la sección 12e cilíndrica inferior aproximadamente un cuarto hacia arriba en la altura vertical de la sección 12e cilíndrica inferior desde el nivel de la quilla. Alternativamente, con el radio R de la sección 12e cilíndrica inferior definida como $D_1/2$, entonces el borde 84e inferior de la aleta 84 puede extenderse radialmente hacia fuera una distancia r adicional, donde $0,05R \geq r \geq 0,20R$, preferiblemente aproximadamente $0,10R \geq r \geq 0,15R$, y más preferiblemente $r \approx 0,125R$. Aunque se muestran cuatro aletas 84 de una configuración en particular que definen una cobertura radial determinada en la Figura 5 y 6, puede utilizarse una cantidad diferente de aletas que definen más o menos cobertura radial para variar la cantidad de masa añadida según se requiera. La masa añadida puede ser o no deseable dependiendo de los requerimientos de una estructura flotante en particular. La masa añadida, sin embargo, es generalmente el método menos caro de incrementar la masa de una estructura flotante con la finalidad de influenciar el periodo natural del movimiento.

Es deseable que la altura h del casco 12 esté limitada a una dimensión que permita que la estación 10 de alta mar sea ensamblada en la costa o en el muelle utilizando métodos convencionales de construcción naval, y luego sea remolcada en su posición vertical hasta una localización de alta mar. Una vez instalada, las líneas 16 de anclaje (Figura 1) se sujetan a las anclas en el lecho marino, amarrando de este modo la estación 10 de alta mar en una localización deseada.

Tal como se ilustra en las Figuras 1-3, y 5-8, la estación 10 de alta mar incluye un túnel 30 formado dentro o a través del casco 12 en la línea de flotación. El túnel 30 proporciona un área cubierta dentro del casco 12 para la botadura/atraque de barcos, y el embarque/desembarque de personal, seguro y sencillo. La superficie 12d ahusada inferior proporciona un "efecto de playa" que absorbe la mayor parte de la energía de las olas de superficie en la entrada o entradas del túnel, reduciendo de este modo los efectos de los impactos de carena y armónicos en los barcos cuando realizan una travesía o están amarrados dentro del túnel 30. El túnel 30 puede ser opcionalmente parte de o incluir una piscina 150 lunar (Figura 8) que se abre a través de la quilla 12f. Dicha piscina lunar, si se encuentra provista, puede estar abierta al mar por debajo, utilizando un enjaretado 152 para evitar que los objetos se caigan a través de la misma, por ejemplo, o puede presentar posibilidad de cierre mediante una escotilla (no se ilustra) estanca al agua, si se desea. Una piscina 150 lunar abierta puede proporcionar una respuesta ligeramente mejor del movimiento en general.

El túnel 30 tiene, en cada entrada, puertas 34 estancas al agua o estancas a la intemperie que pueden abrirse and cerrarse según se requiera. Las puertas 34 también funcionan como sistemas de guiado y enclavamiento, porque las puertas 34 están equipadas con defensas 36 de goma robustas para reducir el daño potencial al casco 12 y que pudiera ocurrir un impacto a un barco 200 pequeño. El interior del túnel 30 puede también incluir defensas 38 para facilitar el atraque. Cuando las puertas 34 estancas al agua están todas cerradas, el túnel puede ser drenado, utilizando, por ejemplo, un sistema de drenaje basado en la gravedad o bombas de alta capacidad, para crear un entorno de dique seco en el interior del casco 12. Pueden utilizarse puertas estancas a la intemperie, que pueden incluir aberturas por debajo de la línea de flotación, en lugar de puertas estancas al aire para permitir una circulación controlada de agua entre el túnel 30 y el exterior. Las puertas 34 pueden ser articuladas, o pueden deslizarse vertical u horizontalmente, tal como se conoce en la técnica.

El túnel 30 puede incluir una única o múltiples ramificaciones con múltiples entradas a través del casco 12. El túnel 30 puede incluir secciones rectas, curvas, o ahusadas e intersecciones en una variedad de alturas y configuraciones. Por ejemplo, la Figura 5 ilustra un túnel 30 recto que atraviesa completamente el casco 12 en un diámetro. La Figura 6 ilustra un túnel 30 cruciforme que proporciona cuatro entradas dispuestas a intervalos de noventa grados alrededor del casco 12. La estación 10 está idealmente amarradas de manera que una o más entradas de túnel están a sotavento de los vientos, olas y corrientes predominantes.

Las Figuras 7 y 8 ilustran umbrales 33 opcionales dispuestos cerca de las entradas del túnel 30, que reducen la energía de las olas que se introducen en el túnel 30. Uno o más deflectores 37 interiores pueden incluirse en el suelo 35 del túnel para reducir adicionalmente la tendencia al chapoteo (o "sloshing" en la técnica) dentro del túnel 30.

Dispuesto dentro del túnel 30 se encuentra un conjunto 40 elevador de barcos. El conjunto 40 elevador de barcos puede incluir un bastidor 42 rígido que porta unas guías 44 de amarre que están posicionadas y dispuestas para soportar el barco 200. En una realización preferida, el bastidor 42 está formado de vigas en I en una forma rectangular de aproximadamente 15 metros por 40 metros, con una carga útil de seguridad de 200 a 300 toneladas. Un bastidor 42 de este tipo es adecuado para levantar una unidad de transporte rápido ("FTU") -- un barco de tipo trimarán para tripulación de aluminio a propulsión por chorro de agua, capaz de transportar hasta 200 personas con una velocidad en tránsito de hasta 40 nudos. Un conjunto 46 de accionamiento, que puede incluir engranajes de cremallera y piñón, disposiciones de pistón-cilindro, o un sistema de aparejo de labor, por ejemplo, eleva y baja el bastidor 42 con su carga útil. El conjunto elevador de barcos es preferiblemente capaz de elevar un barco 200 de 1 a 2 metros o más para eliminar cualquier movimiento vertical y balanceo del barco 200 con respecto a la estación 10, estableciendo de este modo una condición segura en la que embarcar y desembarcar pasajeros.

Además del conjunto 40 elevador de barcos, pueden disponerse unas boquillas 39 de aire y/o agua a alta presión (Figura 5) en varios puntos en el túnel 30 por debajo del agua para atacar con aire la columna de agua, influenciando de este modo la acción de las olas y el oleaje localizado dentro del túnel 30.

Como una alternativa a utilizar un conjunto elevador de barcos activo para elevar el barco 200, la estación 10 de alta mar puede ser lastrada para reducir su posición en el agua para permitir que el barco 200 se introduzca en el túnel 30. Una vez que el barco 200 se posiciona por encima de unas guías de amarre adecuadas, la estación 10 de alta mar puede ser deslastrada, elevando de este modo la estación 10 más afuera del agua, drenando agua del túnel 30, y haciendo que el barco 200 se asiente en sus guías de amarre en una condición de dique seco.

Durante su operación, un FTU o barco 200 similar llegará a las proximidades de una estación 10 de alta mar estable y amarrada. El barco 200 se acerca idealmente a la entrada del túnel 30 que sea la más resguardada de los efectos del viento, las olas y la corriente. Si no se encuentra aún en un estado inundado, el túnel 30 se inunda. Las puertas 34 correspondientes se abren, y el barco 200 se introduce en el túnel 30 por sus propios medios. Las defensas 36, 38 del túnel y las puertas, además de la forma del dique de enclavamiento de auto-guiado del propio túnel 30, proporciona un guiado a través del espacio seguro y fiable. Las defensas 36, 38 también eliminan o reducen drásticamente el desplazamiento y la inestabilidad vertical del barco 200 contra el lado de dique interno del túnel 30. Después de que el barco 200 deje libre la entrada, una o ambas puertas 34 pueden cerrarse para reducir los efectos de las condiciones ambientales externas como las olas, el viento y el oleaje. El barco 200 se alinea sobre el conjunto 40 elevador de barcos, ayudado opcionalmente por el uso de cámaras subacuáticas controladas y monitorizadas y

sistemas transportadores. El barco 200 puede entonces ser elevado mediante el conjunto 40 elevador de barcos según se desee. El procedimiento inverso se utilizará para la botadura de un barco 200.

5 La estación 10 de alta mar puede diseñarse y dimensionarse para cumplir con los requerimientos de una aplicación en particular. Las dimensiones pueden escalarse utilizando la bien conocida técnica de escalado de Froude. Las dimensiones del túnel 30, que pueden escalarse según sea adecuado, son aproximadamente 17 metros de ancho por 21 metros de alto. Tales dimensiones son apropiadas para las FTU de casco triple descritas anteriormente.

10 Además del túnel 30, el casco 12 incluye compartimentos de almacenamiento, que pueden ser utilizados para productos de hidrocarburos, combustible diésel marino para barcos, combustible de propulsión a chorro tal como el JP-5 para helicópteros, y agua potable, por ejemplo, y compartimentos de lastre. Tal como se muestra en la Figura 3, el exterior del casco 12 puede incluir uno o más puntos de alta resistencia sobre los que se montan bitas, cáncamos, enganches 60 de remolque, o dispositivos de conexión similares, que pueden ser utilizados para remolcar la estación 10 de alta mar o amarrar otras embarcaciones.

15 La superestructura 13 puede incluir instalaciones 50 para alojamiento y comida, instalaciones médicas, talleres, talleres mecánicos, y similar. Se proporcionan, preferiblemente, una o más cubiertas 52 para helicópteros, una torre 54 de control, hangares 56 para aeronaves, y una pared 58 de protección contra propulsión a chorro. La superestructura 13 puede además incluir una o más grúas 70, pescantes o similar según sea adecuado para los servicios que van a proveerse.

20 Aunque algunas realizaciones de la invención se han ilustrado en detalle, la invención no está limitada a las realizaciones que se muestran; pueden tener lugar modificaciones y adaptaciones de la realización anterior para las personas expertas en la técnica, dentro del alcance de la invención como se expone en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una estructura (10) flotante que comprende:

un casco (12) que tiene una parte (12c) troncocónica superior con paredes que se inclinan hacia dentro dispuestas por encima de una parte (12d) troncocónica inferior con paredes que se inclinan hacia afuera, y una quilla (12f) circular;

caracterizada por:

un túnel (30) con un suelo (35) del túnel formado dentro de dicho casco a una altura de la línea de flotación, abriéndose dicho túnel hacia un exterior de dicho casco y dimensionado para recibir una embarcación (200) en el mismo; y

un conjunto (40) elevador de barcos dispuesto dentro de dicho túnel (30) para elevar la embarcación (200) mientras se encuentra dentro del túnel;

en donde dicho casco (12) incluye una cubierta (12a) principal que cubre completamente dicho túnel (30).

2. La estructura (10) según la reivindicación 1 en donde:

dicho túnel (30) está formado dentro de dicha parte (12c) troncocónica superior y dicha parte (12d) troncocónica inferior.

3. La estructura según la reivindicación 1 o 2, en donde dicho casco (12) está caracterizado por una sección transversal horizontal generalmente circular.

4. La estructura (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además:

una puerta (34) dispuesta en una abertura de dicho túnel (30) en dicho casco (12) para proporcionar un aislamiento selectivo de dicho túnel de dicho exterior;

por lo que dicho túnel puede mantenerse en o bien una condición húmeda o bien una condición seca mientras dicha estructura (10) flota en una masa de agua.

5. La estructura (10) según la reivindicación 4 en donde:

dicha puerta (34) es estanca al agua;

por lo que dicho túnel puede mantenerse en o bien una condición húmeda o bien una condición seca mientras dicha estructura (10) flota en una masa de agua.

6. La estructura (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde:

dicho túnel (30) está formado para atravesar dicho casco (12), dicho túnel definiendo primeras y segundas aberturas en dicho casco hacia dicho exterior.

7. La estructura (10) según la reivindicación 6 en donde:

dicho túnel (30) incluye primeras y segundas ramificaciones en donde cada ramificación tiene una entrada a través del casco (12).

8. La estructura (10) según la reivindicación 7 en donde:

dicho túnel (30) está caracterizado por una forma cruciforme y define además terceras y cuartas aberturas en dicho casco hacia dicho exterior.

9. La estructura (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde:

dicha cubierta (12a) principal transporta una superestructura (13) sobre la misma; y

dicha superestructura incluye al menos uno del grupo que consiste en una instalación de alojamiento, un helipuerto, una grúa, una torre de control, y un hangar de aeronaves.

10. La estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha parte (12c) troncocónica superior tiene una altura vertical sustancialmente mayor que dicha parte (12d) troncocónica inferior.

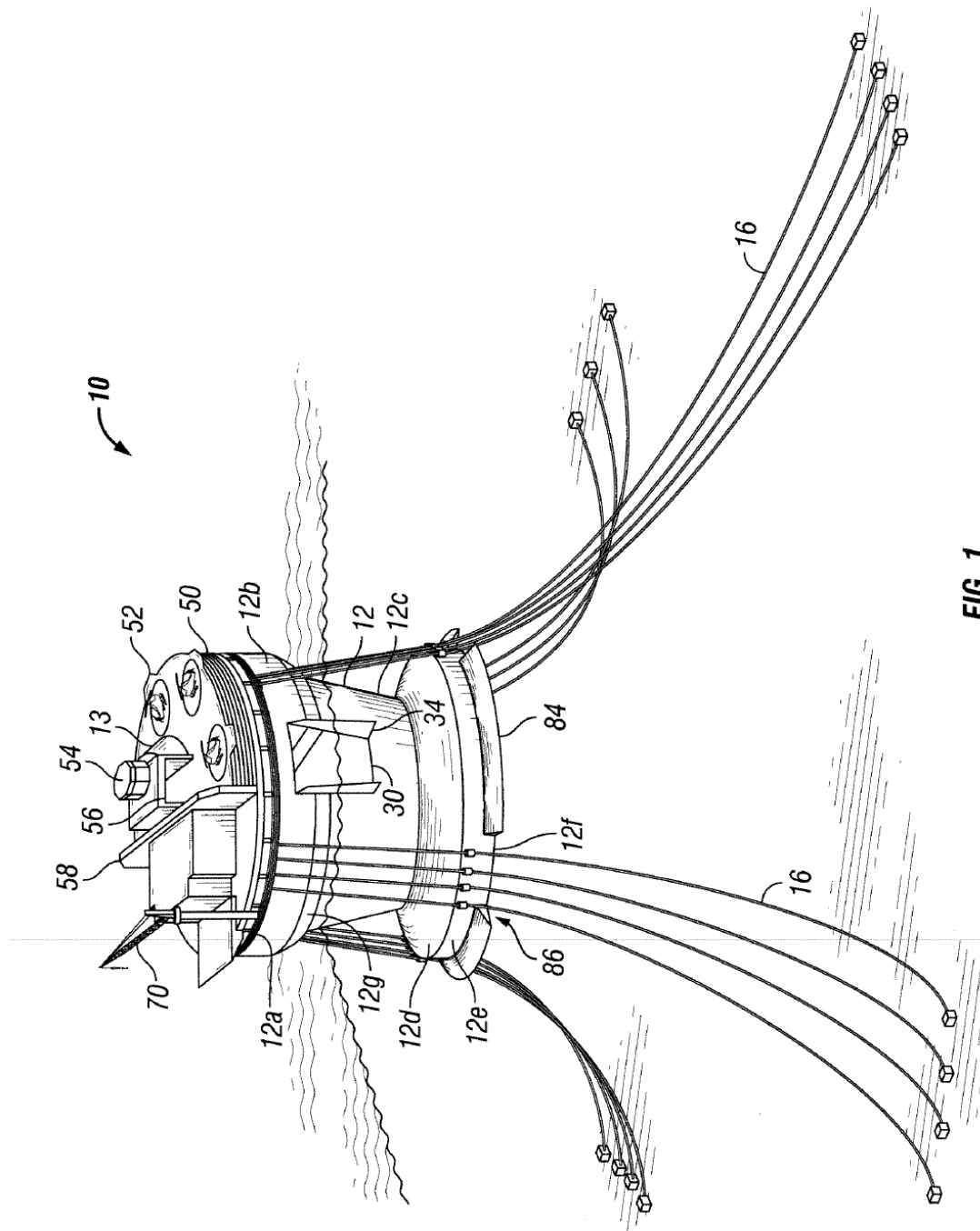
11. La estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una sección (12b) cilíndrica superior y una sección (12e) cilíndrica inferior.

12. La estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el centro de gravedad de la estructura se sitúa por debajo de su centro de flotabilidad.

13. La estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el túnel incluye una piscina lunar (150) que se abre a través de la quilla (12f).

5 14. La estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha parte (12d) troncocónica inferior tiene una superficie ahusada que proporciona un efecto de playa que absorbe la energía de las olas de superficie en la entrada del túnel.

10 15. La estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además boquillas de aire y/o agua a alta presión dispuestas en diversos puntos en el túnel por debajo de la línea de flotación para atacar con aire la columna de agua, influenciando de este modo la acción de las olas y del oleaje localizado dentro del túnel.



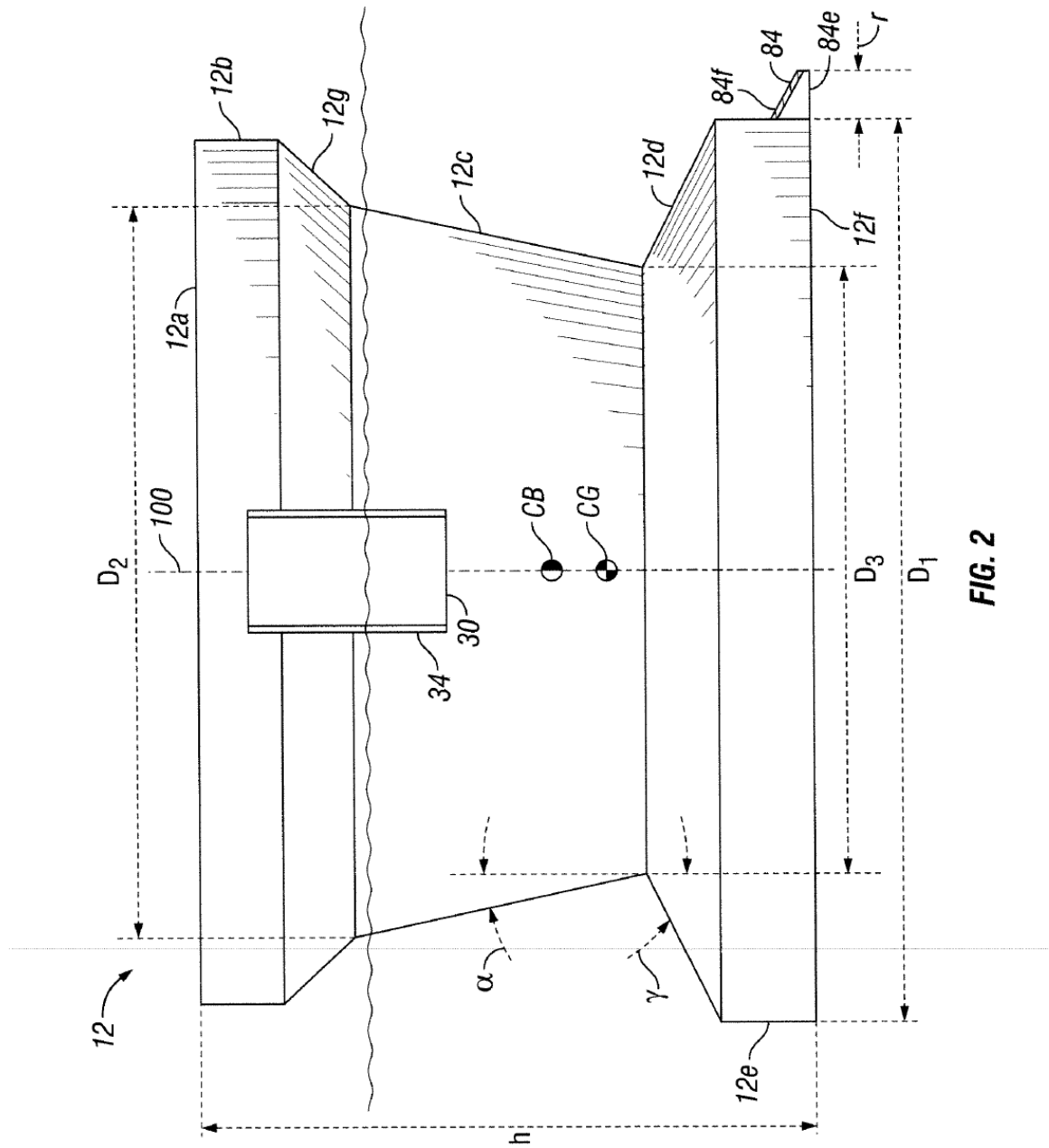


FIG. 2

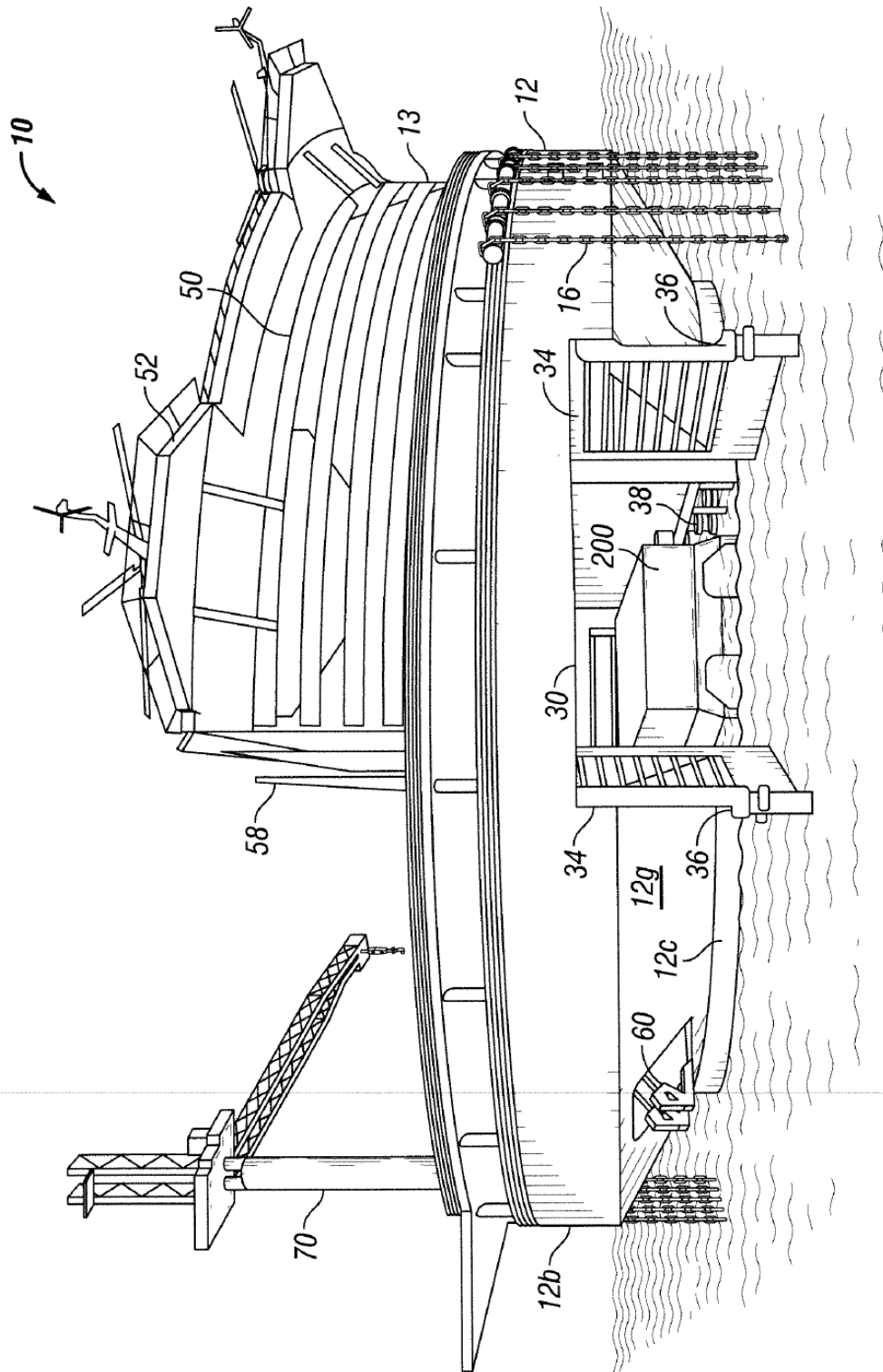


FIG. 3

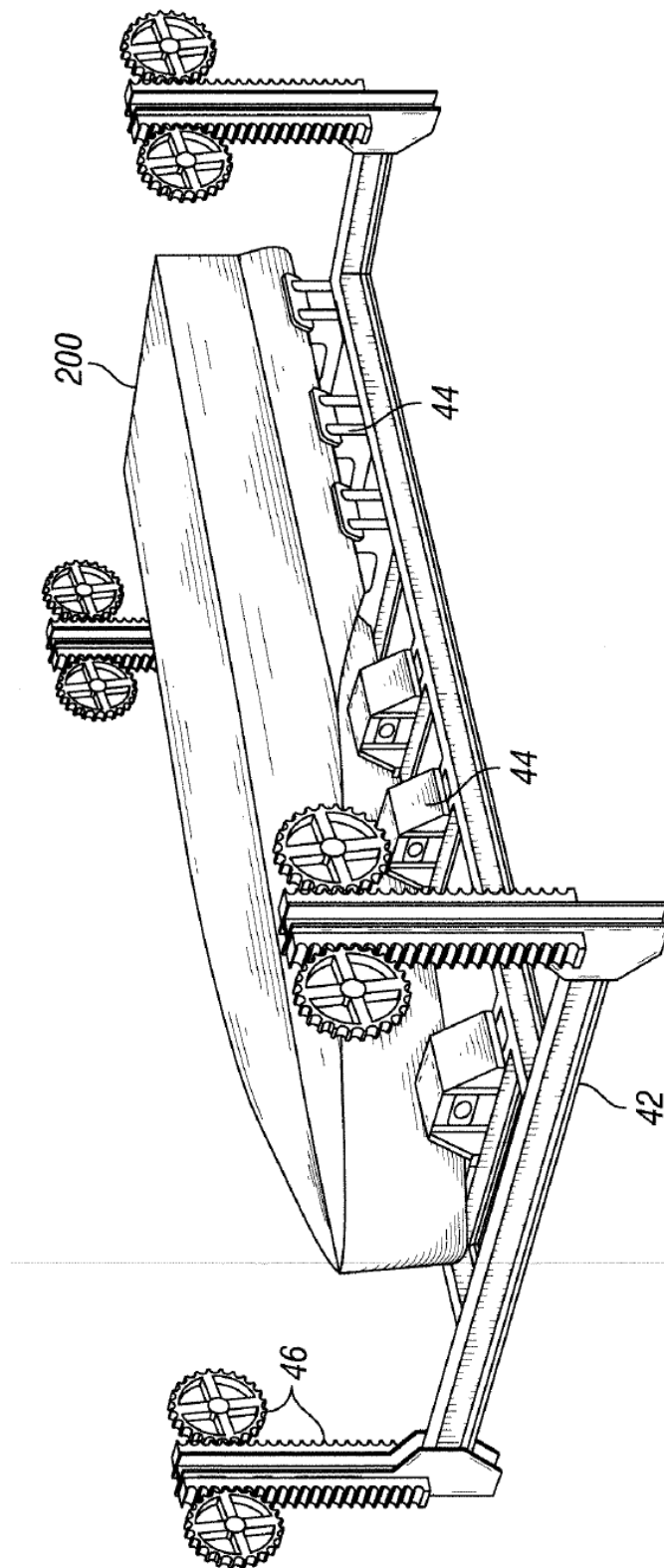


FIG. 4

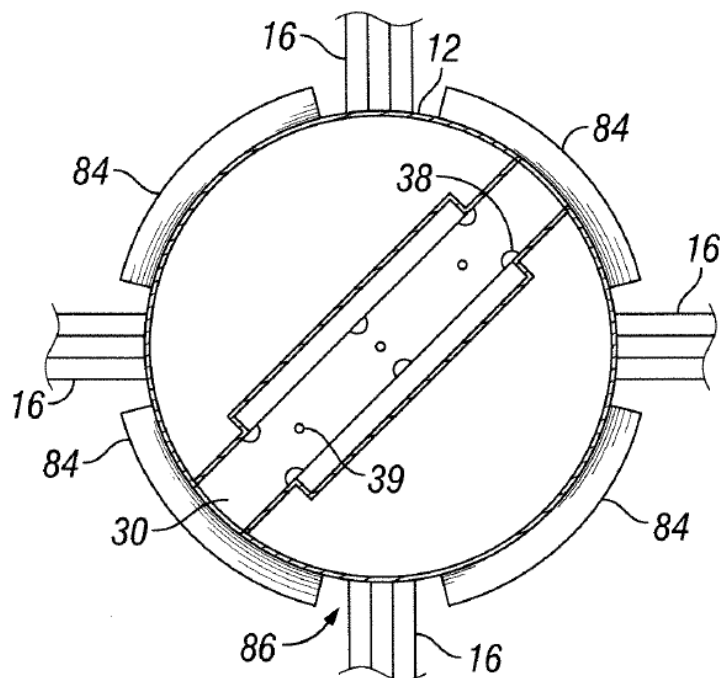


FIG. 5

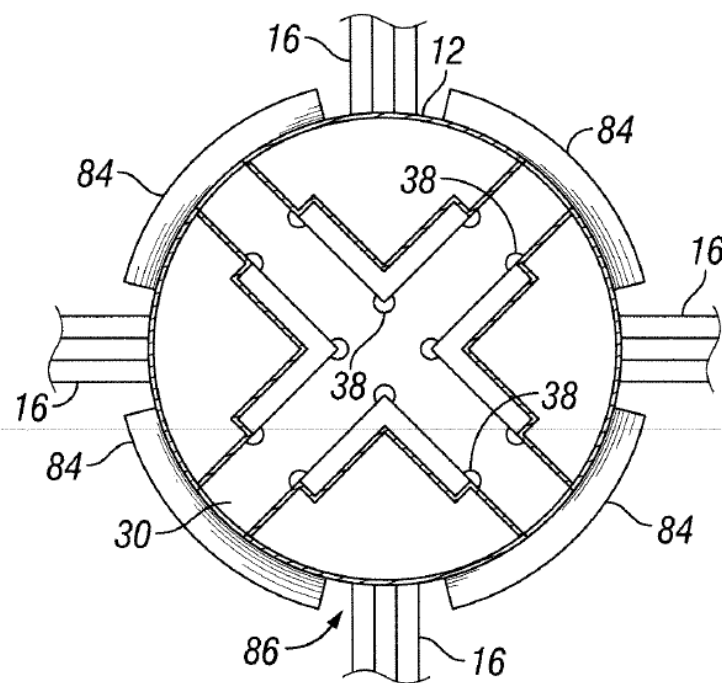


FIG. 6

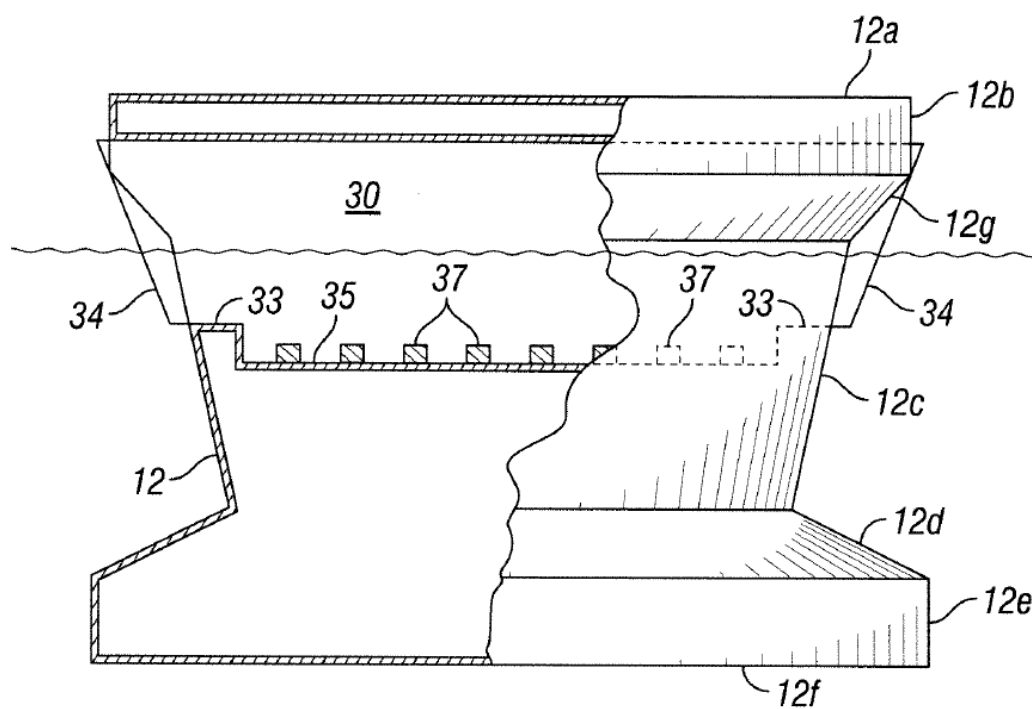


FIG. 7

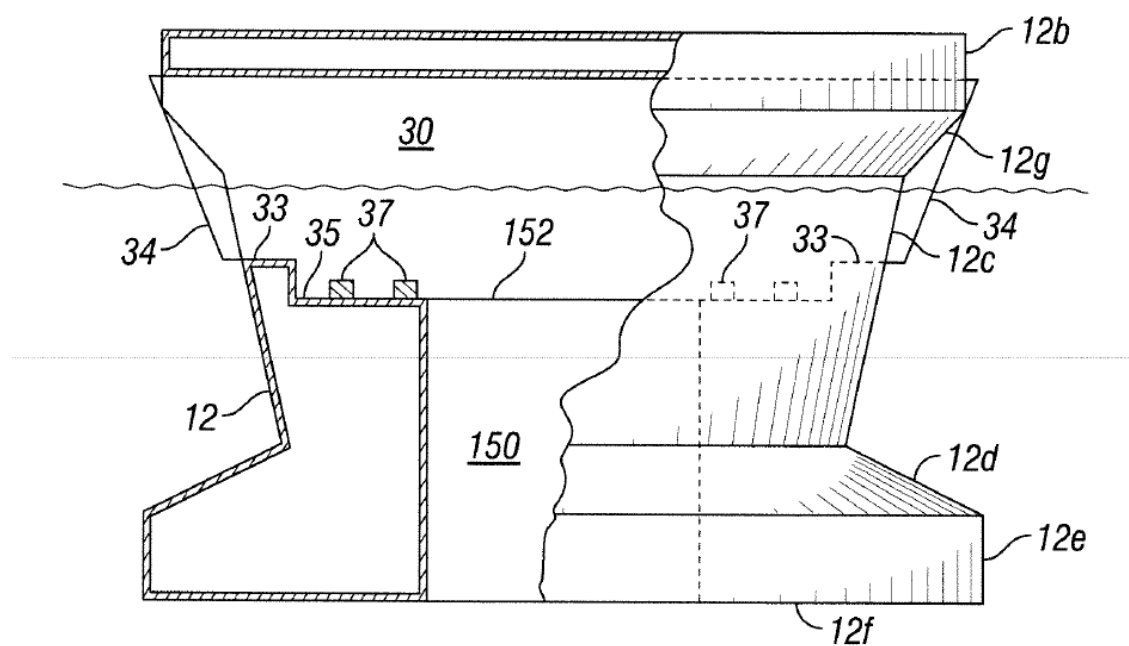


FIG. 8