



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 161**

51 Int. Cl.:
B63B 39/06 (2006.01)
B63B 35/44 (2006.01)
B63B 22/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05722085 .7**
96 Fecha de presentación : **02.03.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1725447**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.11.2006**

54 Título: **Estructura flotante.**

30 Prioridad: **10.03.2004 NO 20041019**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
26.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
26.10.2010

73 Titular/es: **Moss Maritime AS.**
P.O. Box 120
1325 Lysaker, NO

72 Inventor/es: **Kristensen, Per, Herbert;**
Pettersen, Erik;
Husem, Ida y
Skogan, Tor

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 347 161 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

Estructura flotante.

5 La presente invención se refiere a una estructura flotante que comprende un elemento de superficie dispuesto en la superficie del agua y columnas que conectan el elemento de superficie a un elemento de pontón sumergido. La estructura está anclada al fondo del mar mediante un sistema de amarre tenso y tuberías de transferencia para petróleo o gas que se extienden hacia y desde la estructura flotante. Según las formas de realización preferidas de la invención, la estructura flotante presenta la forma de una boya de carga o una plataforma de cabeza de pozo.

10 Las unidades flotantes a menudo se seleccionan para su utilización junto con la producción en mar abierto alternativamente al almacenaje o la carga y descarga de fluido. Puede ser el caso de una unidad de producción flotante conectada a pozos por debajo de la superficie con elevadores, una unidad de almacenaje provisional o alternativamente boyas de carga flotantes. Para todas estas unidades a menudo se utilizan elevadores rígidos, suspendidos en catenaria completa o parcial para transferir el fluido hacia o desde la unidad.

15 En muchos desarrollos en este campo se selecciona una solución por ejemplo con una unidad de producción y almacenaje fija o flotante que está conectada a pozos submarinos a través, por ejemplo, de elevadores flexibles o rígidos. En el caso de una plataforma de producción flotante con elevadores rígidos en la que se desee tener cabezas de pozo montadas en la plataforma, la plataforma debe tener una característica del movimiento que proporcione el menor movimiento posible de la unidad flotante, posibilitando así que cualquier dispositivo de compensación sea realizado tan pequeño como sea posible o se elimine. Presentar las cabezas de pozo montadas por encima de la superficie del agua es más fácil puesto que proporciona un sistema seco, siendo normalmente la desventaja el que se requieren dispositivos de compensación relativamente extensos para el movimiento de la plataforma en la masa de agua. Para una plataforma de producción flotante de esta clase a menudo también están previstas tuberías de exportación hasta una unidad de almacenaje o a un sistema de carga/descarga, en el que estas tuberías de exportación a menudo son tuberías rígidas de acero, los denominados elevadores en catenaria de acero (SCR Steel Catenary Risers), los cuales normalmente, por lo menos en parte de su longitud presentan la forma de catenaria. Estos elevadores en catenaria de acero están sometidos a fatiga como resultado del movimiento de la plataforma flotante.

20 Cuando se utilizan buques de carga/descarga para el transporte del fluido, con el fin de que el sistema de carga/descarga tenga el período de tiempo efectivo de trabajo mayor posible, el fluido generalmente es transferido desde una unidad de producción/almacenaje/transferencia a una boya de carga montada a una cierta distancia de la unidad de producción/almacenaje/transferencia. Disponiendo de una boya de carga, tanto las piezas de la misma como el amarre de la misma se pueden implantar de tal manera que el buque de carga/descarga pueda ser amarrado a la boya de carga independientemente de la dirección de las condiciones meteorológicas, proporcionando de ese modo un período efectivo de tiempo de trabajo más largo al sistema de carga/descarga. La utilización de una boya de carga de este tipo también provee una mayor seguridad ya que el punto de carga y descarga está colocado a una distancia, por ejemplo, del equipo de producción.

25 A profundidades mayores estas boyas de carga están dispuestas flotantes en la masa de agua y la característica del movimiento de la boya de carga ha mostrado ser crucial tanto para el período efectivo de tiempo de trabajo como también para toda la vida de servicio de la boya de carga y sus sistemas asociados que corresponden a aquellos para las plataformas de las cabezas de pozo. Las boyas de carga de este tipo normalmente presentarán la forma de un cilindro con un eje sustancialmente vertical, en las que el diámetro del cilindro normalmente es de aproximadamente 23 m y su altura es 8 metros, 6 metros de la cual componen el calado en la masa de agua. La boya normalmente está provista de una borda giratoria en la parte superior, permitiendo así cargar y descargar el buque cisterna desde cualquier lado que sea favorable sobre la base de la dirección del viento prevaleciente.

30 Entre la unidad de producción/almacenaje/transferencia y la boya de carga normalmente se encontrará una tubería de acero, un elevador en catenaria de acero, para la transferencia del fluido que debe ser cargado o descargado. Esta tubería de acero normalmente está suspendida como una catenaria o una catenaria modificada (onda falsa) desde la boya de carga flotante, desde el punto de unión a la boya de carga fuera dentro de la masa de agua. Esto se aplica particularmente cuando la unidad de producción/almacenaje/transferencia está también compuesta por una unidad que flota en la superficie, tal como una plataforma de producción o un barco de producción y almacenaje.

35 El documento GB 1533973, el cual se considera que es la técnica anterior más próxima, revela una boya con las características del preámbulo de la reivindicación.

40 Generalmente se ha encontrado que es difícil que los elevadores de este tipo suspendidos como una catenaria soporten el esfuerzo desde el punto de vista de la fatiga y esto es un problema particular con las tuberías de gran diámetro. Al mismo tiempo es deseable que las tuberías de transferencia presenten un gran diámetro con el fin de obtener una transferencia rápida del fluido y por lo tanto, por ejemplo, menos tiempo de conexión para los buques de carga/descarga. La causa principal de esta fatiga prematura en las tuberías se ha mostrado que son los movimientos relativamente grandes de las estructuras flotantes inducidos por las olas. Estos movimientos inducidos por las olas son propagados a la tubería, produciendo tensiones dinámicas en el elevador. Los movimientos inducidos por las olas son una combinación de movimientos de oscilación vertical, balance y cabeceo los cuales juntos conducen a tensiones en la tubería que pueden resultar en fracturas por fatiga. Reduciendo uno o más que los componentes del movimiento de

ES 2 347 161 T3

las estructuras flotantes, se puede conseguir una mejora sustancial en las características de fatiga del elevador de acero y por lo tanto un período efectivo de tiempo de trabajo más largo para las estructuras flotantes, por ejemplo la boya de carga o la plataforma de cabeza de pozo.

5 El principal objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una estructura flotante con los movimientos más favorables posibles en mar gruesa, de tal manera que los conductos de transferencia conectados de un tipo especial, los denominados elevadores en catenaria de acero, SCR, puedan ser sostenidos del modo más favorable, experimentando de ese modo la carga de fatiga mínima posible.

10 Por lo tanto un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una estructura que pueda ser utilizada como una boya de carga flotante con una característica de movimiento mejorada comparada con las boyas de carga existentes. Un objetivo consiste en proporcionar una boya de carga que tenga una capacidad de carga y descarga mayor, en donde esto se consigue por medio de, entre otras cosas, un período efectivo de tiempo de trabajo más largo y un diámetro mayor de la tubería para las tuberías de transferencia. Un objetivo asimismo consiste en proporcionar una
15 boya de carga flotante que esté adaptada para ser utilizada junto con tuberías de acero de diámetro mayor del normal sin ningún efecto negativo en la característica de fatiga del sistema de boya de carga. Asimismo un objetivo consiste en proporcionar una boya de carga que pueda ser utilizada en áreas con mar más gruesa que aquellas en las cuales se pueden utilizar las boyas de carga similares existentes.

20 Otro objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una estructura que pueda ser utilizada como una plataforma de cabeza de pozo, en la que se reduzca sustancialmente la necesidad de dispositivos de compensación.

Se ha proporcionado una estructura flotante según las reivindicaciones adjuntas, que alcanza los objetivos anteriormente mencionados.

25 Como se indica, la estructura según la invención puede ser utilizada para diversos propósitos. El más evidente es su utilización como una boya de carga como se describe a continuación en la presente memoria, pero otra área ventajosa de aplicación será una plataforma de cabeza de pozo para áreas con condiciones del mar y de las olas relativamente favorables.

30 La presente invención se refiere a una estructura flotante para utilizarla, por ejemplo, como una boya de carga o una plataforma de cabeza de pozo, que comprende un elemento de superficie, columnas que conectan el elemento de superficie a un elemento de pontón sumergido, dispositivos de amarre para fijar la estructura al fondo del mar, por lo menos un punto de unión para tuberías de transferencia hacia y desde la estructura flotante. Para una boya de
35 carga la estructura comprende por lo menos conductos de transferencia desde una unidad de producción, tratamiento y almacenaje hasta la boya de carga y dispositivos de amarre y transferencia para transferir el fluido desde la boya de carga hasta un buque de carga/descarga. Para la utilización como una plataforma de cabeza de pozo la estructura comprende una disposición de fijación y cabeza de pozo para elevadores desde el fondo del mar hasta la plataforma y por lo menos algún equipo de tratamiento.

40 Según la invención el elemento de superficie está dispuesto flotante en la superficie del plano de agua. En un plano sustancialmente horizontal el elemento de superficie presenta una sección transversal sustancialmente redondeada y puede, por ejemplo, presentar una forma exterior que corresponda a un cilindro con un eje sustancialmente vertical. El elemento de superficie en cambio se puede contemplar como octogonal, poligonal o de alguna otra forma, resultando
45 esencial que presente una carga sustancialmente igual desde todos los lados de cualquier tensión exterior y de ese modo tienda a descansar quieto y no gire en la masa de agua teniendo cuenta estas tensiones exteriores. El elemento de superficie presenta una altura vertical y una parte de la misma está dispuesta por debajo de la masa de agua, formando el calado del elemento de superficie. El elemento de superficie puede estar diseñado como un elemento cilíndrico anular, esto es, con un orificio pasante en el centro a lo largo de un eje de simetría sustancialmente vertical,
50 a la manera de una enorme piscina (moon pool).

Una pluralidad de columnas se extienden desde el elemento de superficie hacia abajo hacia el elemento de pontón. El número de columnas puede variar. Las columnas pueden tener una forma sustancialmente cilíndrica, pero también pueden estar diseñadas con formas diferentes, tales como cuadrada o poligonal. También se puede contemplar que las
55 columnas tengan forma de entramado. Lo esencial no es la forma real de las columnas sino el hecho de que presenten una forma que tenga poca influencia en la característica del movimiento de la boya de carga y que transmitan las fuerzas necesarias entre el elemento de superficie y el elemento de pontón.

Al igual que el elemento de superficie, el elemento de pontón presenta también un perímetro exterior sustancialmente redondeado en un plano sustancialmente horizontal, formando de ese modo un perímetro exterior sustancialmente cilíndrico del elemento de pontón en la dirección vertical. Mediante esto se quiere decir cualquier forma desde un perímetro exterior poligonal equilátero tal como, por ejemplo, un perímetro octogonal o de dieciséis lados hasta un perímetro exterior circular. También se pueden contemplar otras variantes del pontón, pero éstas no son tan ventajosas. El elemento de pontón presenta un volumen y un calado en la masa de agua. El elemento de pontón puede estar
65 diseñado bien como un elemento de pontón anular con un eje de simetría sustancialmente vertical y por lo tanto con un orificio interior pasante que corresponde a una enorme piscina, pero también se puede contemplar un elemento de pontón cilíndrico con un eje sustancialmente vertical coincidente con el eje vertical del elemento de superficie sin un orificio pasante.

ES 2 347 161 T3

El sistema para amarrar la estructura al fondo del mar es un sistema denominado de amarre rígido que se extiende desde la estructura hasta dispositivos de anclaje en el fondo del mar. La elección del sistema de unión del sistema de amarre a la estructura y al fondo del mar dependerá de lo que decida un experto en la materia, pero se puede contemplar una variante, por ejemplo, en el que las estachas de amarre se extiendan desde el lado exterior del elemento de superficie con una orientación formando pendiente hacia abajo hacia el fondo del mar. También se pueden contemplar diferentes dispositivos de amarre para una boya de carga en comparación con una plataforma de cabeza de pozo.

Con el fin de conseguir la característica ventajosa del movimiento, la estructura flotante según la invención está diseñada según el siguiente criterio, el cual ha demostrado ser ventajoso, en el que la deducción del mismo se explicará más adelante en ese documento en la parte detallada de la descripción. Un primer criterio es que la proporción del volumen del elemento de pontón dividido por el área de la línea de agua del elemento de superficie esté en el intervalo de 4 a 12 y preferentemente aproximadamente 6 para la boya de carga, pero puede estar en el intervalo de 6 a 12 para la plataforma de cabeza de pozo, preferentemente en el intervalo 10 a 12. Un segundo criterio es que el calado del elemento de superficie dividido por el calado del elemento de pontón esté en el intervalo de 0,30 a 0,5 y preferentemente 0,3 a 0,4 para la boya de carga y preferentemente 0,4 a 0,5 para otras aplicaciones tales como, por ejemplo, la plataforma de cabeza de pozo. Un criterio final es que la rigidez de amarre vertical para la estructura esté en el intervalo de 20 a 75% de la estructura flotante según la invención y preferentemente del 50 a 75% para una boya de carga pero en el intervalo de 20 a 50% para una plataforma de cabeza de pozo con relación a la rigidez de la línea de agua ($\rho g W_a$) en la que ρ es la densidad del agua, g es la aceleración de la gravedad y W_a es el área del plano de agua.

El hecho de que esta estructura flotante proporcione condiciones de soporte particularmente buenas para un elevador de acero del tipo de catenaria de acero también se puede explotar en diferentes áreas de aplicación. Un ejemplo de esto es una boya de carga y otro es una plataforma de cabeza de pozo para áreas con condiciones de olas favorables, tales como por ejemplo la costa oeste de África. Una plataforma de pozo puede ser una estructura flotante, cuyas características externas son bastante similares a una boya de carga, aunque generalmente ligeramente mayor y con una serie de otras funciones. La plataforma de cabeza de pozo estará conectada a la reserva de hidrocarburo por medio de elevadores verticales rígidos. Las denominadas cabezas de pozo, que son válvulas que regulan el flujo de petróleo, están colocadas en la plataforma real, en oposición a las soluciones denominadas submarinas en donde las válvulas de cabeza de pozo están colocadas en estructuras en el fondo del mar.

Una plataforma de cabeza de pozo a menudo será una alternativa económicamente favorable a las soluciones submarinas, pero requiere que el movimiento esté compensado mediante un equipo mecánico adecuado en la cubierta de la plataforma. Por consiguiente, el movimiento de la plataforma debe ser tan favorable como sea posible en relación con las condiciones de las olas que existentes en ese campo.

Una vez el flujo de hidrocarburo ha alcanzado la cubierta de la plataforma de cabeza de pozo, a menudo se somete a una cierta cantidad de tratamiento antes de ser enviado a una planta de producción total. Esta planta de producción puede ser otra plataforma, un barco de producción o el flujo de hidrocarburo es enviado a tierra a través de tuberías. En todos los casos el flujo de hidrocarburo será exportado a través de un elevador de acero del tipo de catenaria de acero. Por consiguiente en este caso se disfrutará de los beneficios del movimiento favorable de la plataforma tanto para la unión del elevador de acero como para la disposición de la compensación del movimiento de oscilación vertical de las cabezas de pozo en la parte superior de los elevadores rígidos de las cabezas de pozo.

La segunda área de aplicación de la estructura flotante según la invención es una boya de carga. Las tuberías de transferencia desde la boya de carga a una unidad de producción, tratamiento y almacenaje o a la unidad de carga y descarga se extienden aproximadamente como catenarias de tuberías normalmente rígidas, por ejemplo un elevador en catenaria de acero, desde la boya de carga. En la mayor parte de los casos, además, la unidad de producción, tratamiento y almacenaje consiste en una segunda unidad flotante. Se pueden contemplar otras variantes con transferencias de catenaria desde una unidad de producción en el fondo del mar o a partir de un pozo, una disposición de almacenaje en tierra o una estructura de plataforma fija y por lo tanto la invención no estará limitada a incluir únicamente boyas de carga en donde las tuberías de transferencia se extienden desde la unidad flotante hasta la boya de carga. También se puede contemplar que las tuberías de transferencia se extiendan sobre o a través de un elemento de flotabilidad que esté sumergido o colocado en la superficie del agua, las tuberías formando de ese modo una catenaria aproximada hacia la boya de carga.

En una forma de realización preferida de la estructura flotante las columnas ejercen poca influencia en el modelo de movimiento de la estructura, estando compuesta tanto de un entramado, elementos completamente o parcialmente cerrados, preferentemente de forma cilíndrica con un diámetro promedio pequeño, poligonal, equilátero, o bien de otras formas o una combinación de los mismos. En algunas formas de realización de la invención las columnas pueden formar completamente o parcialmente elementos de flotabilidad con el fin de incrementar la flotabilidad de la estructura.

Con el fin de proporcionar un período efectivo de tiempo de trabajo óptimo para la estructura flotante cuando se utiliza como una boya de carga, en una forma de realización preferida la unidad de superficie comprende un elemento de cubierta giratorio para variar la orientación de los dispositivos de amarre y transferencia para la transferencia del fluido.

ES 2 347 161 T3

En una forma de realización preferida de la estructura flotante, el elemento de superficie presenta una proporción del calado dividido por la altura total aproximadamente igual a 0,75 y el elemento de superficie presenta una forma sustancialmente cilíndrica con un eje central orientado sustancialmente vertical y un orificio central pasante similar a una enorme piscina a través de ambos, el elemento de superficie y el elemento de pontón.

5

Además, el elemento de pontón está compuesto de un pontón anular, por ejemplo octogonal con un diámetro promedio exterior. En una forma de realización preferida la proporción del diámetro del elemento de superficie dividido por el diámetro exterior del pontón anular es aproximadamente igual a 0,7.

10

La invención se explicará a continuación con mayor detalle mediante una explicación de una forma de realización en forma de una boya de carga y la deducción teórica de la invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Esta forma de realización no debe ser considerada como limitativa de la invención a una boya de carga, puesto que se puede utilizar igualmente bien como una plataforma de cabeza de pozo. Los dibujos adjuntos son como se expone a continuación:

15

La figura 1 es una vista de una boya de carga según la invención utilizada entre una unidad flotante de producción y almacenaje y un buque de carga/descarga.

20

La figura 1a es una vista en sección transversal de la boya de carga según una forma de realización de la invención.

La figura 1b es la forma de realización de la figura 1a vista desde arriba.

25

La figura 2 es un diagrama de fuerzas en la dirección vertical que actúan en la boya de carga según la invención con relación a los períodos de las olas.

La figura 3 es una vista que intenta mostrar la influencia de las fuerzas de presión y las aceleraciones de las partículas en un perfil de ola en una boya de carga según la invención.

30

La figura 4 es un diagrama con el operador de respuesta para un movimiento de balance y cabeceo en relación con los períodos de las olas para una boya de carga según la invención.

La figura 5 es un diagrama con el operador del movimiento de oscilación vertical en relación con los períodos de las olas con la influencia de la rigidez del amarre para una boya de carga según la invención.

35

Una forma de realización de la boya de carga según la invención se ilustra en la figura 1. Se debe observar que los elementos en la figura no están representados en la escala correcta uno con relación a otro. La boya de carga 1 comprende un elemento de superficie 2 que flota en la superficie del agua 12. Columnas 3 se extienden desde el elemento de superficie hacia abajo hasta un elemento de pontón 4. La boya de carga 1 está amarrada mediante un denominado sistema de amarre rígido 5 al fondo del mar 6.

40

El sistema de amarre 5 está ilustrado con estachas de amarre que se extienden desde el exterior del elemento de superficie en un ángulo oblicuo hacia abajo hacia el fondo del mar 6. El ángulo de las estachas de amarre es tal que despejan el pontón y en muchos casos estará en el intervalo de aproximadamente 30 grados con un eje vertical. Se pueden contemplar otras variantes de amarre, por ejemplo en las que las estachas de amarre se hacen pasar en dispositivos de guía en el elemento de pontón.

45

Desde un punto de unión 7 en la boya de carga 1 una tubería de transferencia 8 se extiende hasta la unidad de producción y almacenaje 9 la cual, en este caso, es un barco de producción y almacenaje flotante. Puesto que esta unidad 9 no es una parte de la invención no se describirá adicionalmente. Únicamente se representa una tubería 8, pero también se pueden contemplar varias tuberías paralelas. En relación con un sistema de amarre y transferencia 10 se extienden mangueras desde la boya de carga 1 para la transferencia de fluido entre la boya de carga 1 y un buque de carga/descarga 11. El sistema de amarre y transferencia 10 preferentemente está montado en una rótula 13 crece la cual forma parte del elemento de superficie 2. En este caso el sistema de amarre y transferencia 10 está compuesto de una manguera flexible que flota en la superficie del agua que es pasada hasta el centro del buque. Por supuesto también se pueden contemplar aquí otras variantes, tales como una boya sumergida, un puntal de carga telescópico de transferencia, etc.

50

En las figuras 1a y 1b se representan los elementos constructivos de la boya de carga 1 con mayor detalle. La boya de carga 1 presenta un elemento de superficie 2 el cual está dispuesto flotante en la superficie del agua 12. En esta forma de realización el elemento de superficie presenta una forma anular sustancialmente cilíndrica con un eje sustancialmente vertical. El elemento de superficie 2 presenta un diámetro 21 y una altura 22 en la dirección vertical más un calado 23 hacia abajo en la masa de agua por debajo de la superficie 12. Cuatro columnas 3 se extienden desde la parte inferior del elemento de superficie 2 hacia abajo hasta el elemento de pontón 4. Las columnas 3 presentan un diámetro de la columna 31 y una distancia 32 entre el eje central y las columnas. El pontón 4 en este caso es un pontón anular octogonal 4 con un diámetro 41 y un calado 42 hacia abajo en la masa de agua por debajo de la superficie 12.

65

ES 2 347 161 T3

En una forma de realización de la boya de carga según la invención las dimensiones de la boya de carga en la última columna de la tabla corresponden a los valores para una forma de realización de la invención como una plataforma de cabeza de pozo:

Unidad	Número de referencia	Valor boya de carga	Plataforma de cabeza de pozo
Diámetro de la unidad de superficie	21	20	43
Altura de la unidad de superficie	22	8	12
Calado de la unidad de superficie	23	6	8
Diámetro de las columnas	31	3	3
Distancia entre centros de las columnas	32	11	26
Diámetro del pontón	41	28	59
Calado del pontón	42	17	17

A continuación se proporciona una deducción teórica del proceso de pensamiento que subyace en el diseño anteriormente mencionado de la boya de carga según la invención.

Un cuerpo que se mueve en las olas estará sometido a fuerzas de presión variantes sobre su superficie. Si estas fuerzas de presión se integran, se obtienen las fuerzas de accionamiento globales que varían para los movimientos inducidos por las olas. La presencia del cuerpo en el agua perturbará el modelo de presión ideal en las olas teniendo en cuenta la reflexión y la difracción. El efecto de esto se incluye ajustando la masa total que aparentemente acompaña al movimiento, la denominada "masa añadida". En las partes sumergidas de la estructura a menudo es ventajoso considerar las aceleraciones de las partículas que actúan sobre la masa líquida desplazada por un cuerpo, incluyendo la masa adicional en lugar de integrando la presión a partir del potencial de presión difractado (procedimiento de Morrison).

Si se toma una boya de carga según la invención como se indica en la figura 1 y se considera, se puede decir de una manera bastante simplificada que la parte del cuerpo que flota en la superficie está sometida a fuerzas de presión, mientras el pontón sumergido está sometido a fuerzas de masa.

Sobre la base de una consideración de este tipo, se puede afirmar a partir de la presente invención que las fuerzas de presión en la parte de superficie proporcionará una fuerza de presión verticalmente dirigida, la cual está desfasada 180 grados con relación a las fuerzas debidas a la parte sumergida y es esencialmente debido a la aceleración de las partículas en el líquido. Estos dos componentes que se obtienen con una boya de carga según la invención por consiguiente tendrán tendencia a eliminarse uno al otro. Se pueden realizar intentos entonces para diseñar las piezas en la superficie del agua y por debajo de la superficie de tal manera que las fuerzas opuestas se eliminen entre sí en la máxima extensión posible, preferentemente sobre todo en el área con períodos de olas que son importantes para la fatiga de los elevadores de acero.

Con el fin de conseguirlo deberán existir relaciones específicas entre el área de la sección transversal de la boya en la línea de agua, el volumen de la parte sumergida y el calado de ambas.

La figura 2 ilustra cómo pueden relacionarse típicamente estas fuerzas entre sí en una configuración determinada. La línea continua es la fuerza debida a la presión por debajo de la parte inferior de la pieza de superficie sola, la línea de puntos es las fuerzas de masa que actúan sobre el pontón y la línea discontinua es la suma de éstas dos. Como se puede ver, estas dos fuerzas se anularán entre sí completamente durante un período de aproximadamente 8 a 10 segundos y la resultante generalmente será mucho menor para todos los períodos.

El movimiento de oscilación vertical resultante por consiguiente será sustancialmente más favorable para la boya con la estructura y las condiciones escogidas según la invención que para una boya que únicamente flota en la superficie.

La configuración seleccionada también muestra ser extremadamente favorable con respecto a los movimientos de balance y cabeceo. Este efecto también se puede explicar mediante la diferencia entre las fuerzas de presión y las aceleraciones de las partículas en el perfil de la ola. Se ha tratado de ilustrar esto en la figura 3.

ES 2 347 161 T3

Para una ola como se indica en la figura, las fuerzas de presión, las cuales son dominantes para la boya en la superficie, resultan en un movimiento con una dirección en el sentido contrario a las agujas del reloj. Las fuerzas de aceleración horizontales, sin embargo, actuarán en sentido opuesto teniendo en cuenta el valor decreciente de la aceleración hacia abajo en la profundidad del agua (conocido como el efecto Smith).

5

La figura 4 ilustra la mejora sustancial en el movimiento de balance y cabeceo que se consigue mediante esta alteración constructiva según la invención, representada por el operador de respuesta para el movimiento de balance y cabeceo.

10 El tercer procedimiento utilizado con el fin de mejorar las características del movimiento para la boya de carga según la invención es tener una interacción entre el sistema de amarre y las fuerzas hidrodinámicas que actúan sobre la estructura.

15 Cada estructura flotante que forma intersección con la línea de agua presenta la denominada rigidez de la línea de agua. Junto con la masa total de la estructura esto define el periodo natural de la estructura durante el movimiento de oscilación vertical. Si la unidad está sometida a la excitación de la ola con un periodo contenido que está próximo a este periodo natural, esto puede resultar en fluctuaciones muy grandes.

20 Se puede probar que el periodo natural para una estructura flotante siempre será más elevado que el período de anulación debido a la interacción entre las fuerzas de masa y de presión como se expuso antes en este documento.

25 Añadiendo una rigidez exterior adicional, sin embargo, es posible reducir el periodo natural. Si se reduce suficientemente para coincidir con el período de anulación, casi no ocurrirá excitación de la ola en el período natural y no ocurrirán movimientos sustanciales incluso aunque exista una gran cantidad de energía de excitación de la ola en el periodo natural.

30 Con el fin de conseguir este efecto la rigidez vertical del sistema de amarre debe ser superior a 25% de la rigidez de la línea de agua, preferentemente superior a 50% pero todavía más preferentemente superior a 75% de la rigidez de la línea de agua. La elección de la rigidez del amarre puede afectar a la elección óptima de las dimensiones para la pieza de superficie y la pieza del pontón.

La correlación entre el operador del movimiento para el movimiento de oscilación vertical y la rigidez vertical del sistema de amarre se ilustra en la figura 5.

35 La invención ha sido explicada a partir de una forma de realización, que se proporciona únicamente a título de ejemplo y pueden introducirse una serie de variantes y alteraciones en relación con la misma las cuales están comprendidas en el alcance de la invención como se define en las reivindicaciones siguientes. Por ejemplo, el elemento de superficie puede ser octogonal o poligonal. El elemento de pontón se puede contemplar como cilíndrico y sin una enorme piscina. Las columnas pueden ser de forma cónica con una pieza de entramado inferior, etcétera.

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Estructura flotante, especialmente adecuada como, por ejemplo, una boya de carga o una plataforma de cabeza de pozo, que comprende un elemento de superficie (2) con una sección transversal sustancialmente redondeada en un plano sustancialmente horizontal, unas columnas (3) que conectan el elemento de superficie (2) a un elemento de pontón sumergido (4) que en un plano sustancialmente horizontal presenta un perímetro exterior sustancialmente redondeado y un calado en la masa de agua, unos dispositivos de amarre (5) para fijar la estructura (1) al fondo del mar (6) y por lo menos un punto de unión (7) para tuberías de transferencia (8) a una segunda unidad, por ejemplo 10 una instalación en el fondo del mar, un barco de producción flotante, un buque de carga/descarga, etc., **caracterizada** porque el elemento de superficie (2) está dispuesto flotante en la superficie del plano de agua (12), con un calado en la masa de agua y porque la proporción del volumen del elemento de pontón (4) dividido por el área de la línea de agua del elemento de superficie (2) está en el intervalo de 4 a 12 [m³/m²] y porque el calado del elemento de superficie (2) dividido por el calado del elemento de pontón (4) está en el intervalo de 0,3 a 0,5 y porque los dispositivos de amarre 15 presentan una rigidez de amarre vertical para la boya de carga (1) en el intervalo de 20 a 75% de la rigidez de la línea de agua para la estructura (1).

20 2. Estructura flotante según la reivindicación 1, **caracterizada** porque es una boya de carga que comprende un punto de unión (7) para tuberías de transferencia (8) desde una unidad de producción/tratamiento/almacenaje (9) hasta la boya de carga (1) y los dispositivos de amarre y transferencia (10) para transferir fluido desde la boya de carga (1) hasta un buque de carga/descarga (11) y la proporción del volumen del elemento de pontón (4) dividido por el área de la línea de agua del elemento de superficie (2) está en el intervalo de 4 a 7 [m³/m²] y preferentemente aproximadamente 6 y el calado del elemento de superficie (2) dividido por el calado del elemento de pontón (4) está en el intervalo de 0,31 a 0,43 y en el que la rigidez de amarre vertical para la boya de carga (1) está por encima de 50% de la rigidez del 25 plano de agua para la estructura.

3. Estructura flotante según la reivindicación 2, **caracterizada** porque la tubería de transferencia (8, 10) desde la boya de carga hasta la unidad de producción/tratamiento/almacenaje y/o la unidad de carga/descarga se extiende como catenaria desde la boya de carga (1).

30 4. Estructura flotante según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizada** porque la unidad de producción/tratamiento/almacenaje (9) está compuesta de una segunda unidad flotante.

35 5. Estructura flotante según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizada** porque la unidad de superficie (2) comprende un elemento de cubierta giratorio (13) para variar la orientación de los dispositivos de amarre y transferencia (10) para la transferencia de fluido.

40 6. Estructura flotante según la reivindicación 1, **caracterizada** porque presenta la forma de una plataforma de cabeza de pozo que comprende disposiciones de unión y de cabeza de pozo para por lo menos un elevador rígido sustancialmente vertical que se extiende desde un pozo y por lo menos un punto de unión para una tubería de transferencia desde la plataforma de cabeza de pozo hasta una segunda unidad, por ejemplo una boya de carga, unidad de almacenaje u otra unidad, en la que la proporción del volumen del elemento de pontón (4) dividido por el área de la línea de agua del elemento de superficie (2) está en el intervalo de 6 a 12 [m³/m²], preferentemente 10 a 12 [m³/m²] y el calado del elemento de superficie (2) dividido por el calado del elemento de pontón (4) está en el intervalo de 0,4 a 0,5 y en la que la rigidez de amarre vertical para la boya de carga (1) está en el intervalo de 20 a 50% de la rigidez del 45 plano de agua para la estructura.

7. Estructura flotante según la reivindicación 6, **caracterizada** porque comprende por lo menos algún equipo de tratamiento.

50 8. Estructura flotante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las columnas (3) ejercen poca influencia sobre el modelo de movimiento de la estructura, estando compuestas de un entramado, elementos completamente o parcialmente cerrados, por ejemplo cilíndricos con un diámetro promedio pequeño o una combinación de los mismos.

55 9. Estructura flotante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las columnas (3) forman por lo menos parcialmente unos elementos de flotabilidad.

60 10. Estructura flotante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el elemento de superficie (2) presenta una forma sustancialmente cilíndrica o alternativamente una forma anular con un eje central orientado sustancialmente verticalmente.

11. Estructura flotante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el elemento de pontón (4) está compuesto de un pontón anular octogonal con un diámetro promedio exterior.

65 12. Estructura flotante según las reivindicaciones 2, 10 y 11, **caracterizada** porque la proporción entre un diámetro del elemento de superficie (2) dividido por el diámetro promedio del pontón anular (4) está en el intervalo de 0,7.

ES 2 347 161 T3

13. Estructura flotante según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el elemento de superficie (2) presenta una proporción entre el calado dividido por la altura total aproximadamente igual a 0,75.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

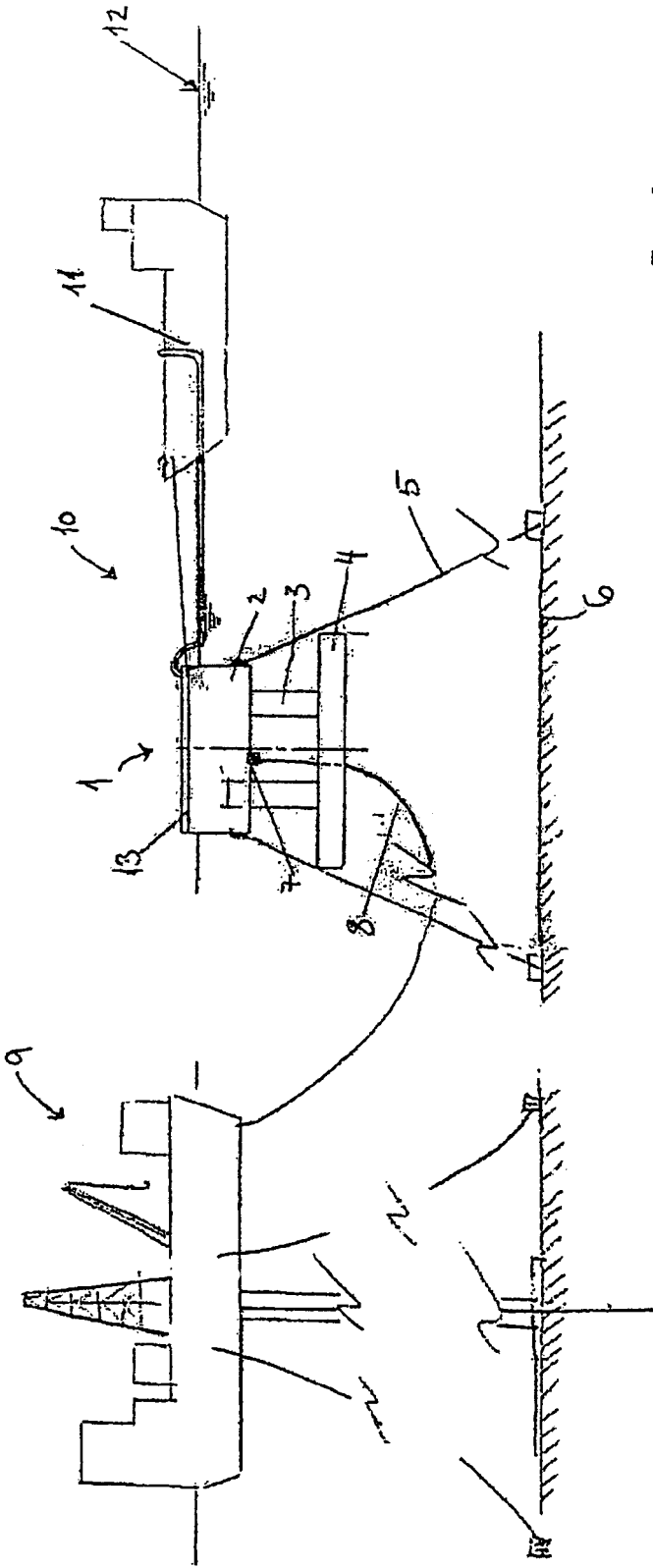
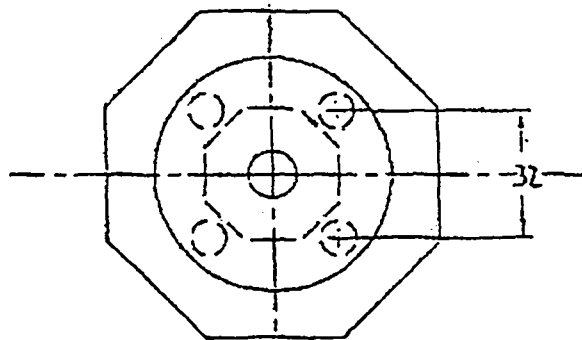
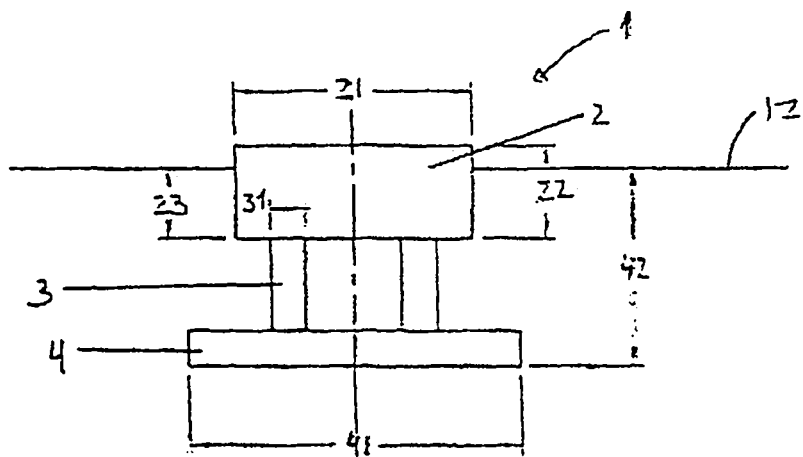


Fig. 1



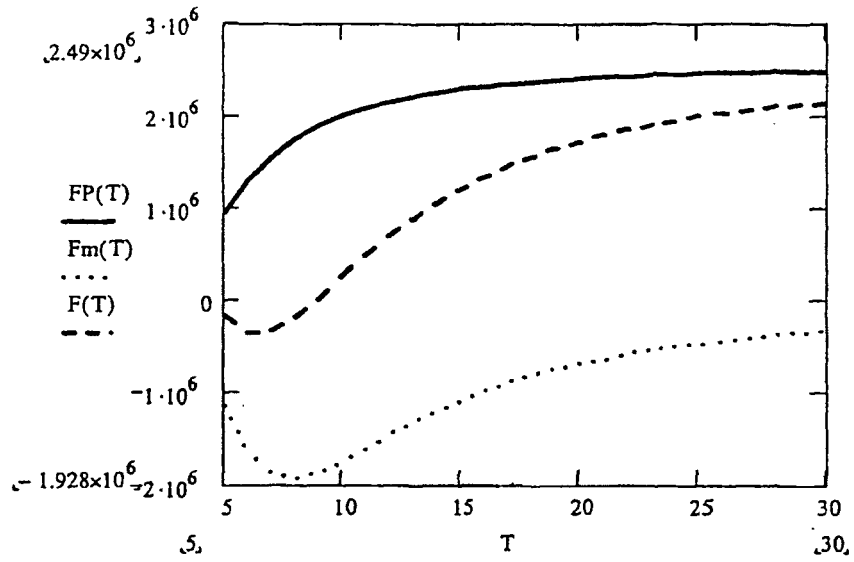


Fig. 2

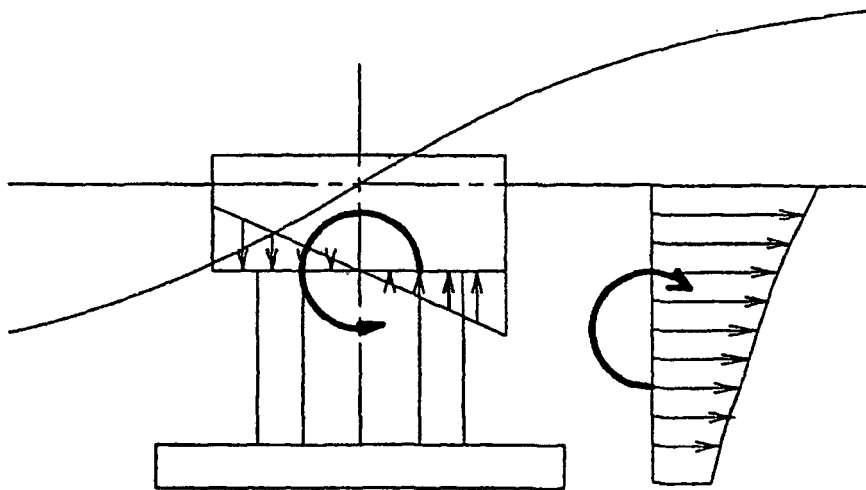


Fig. 3

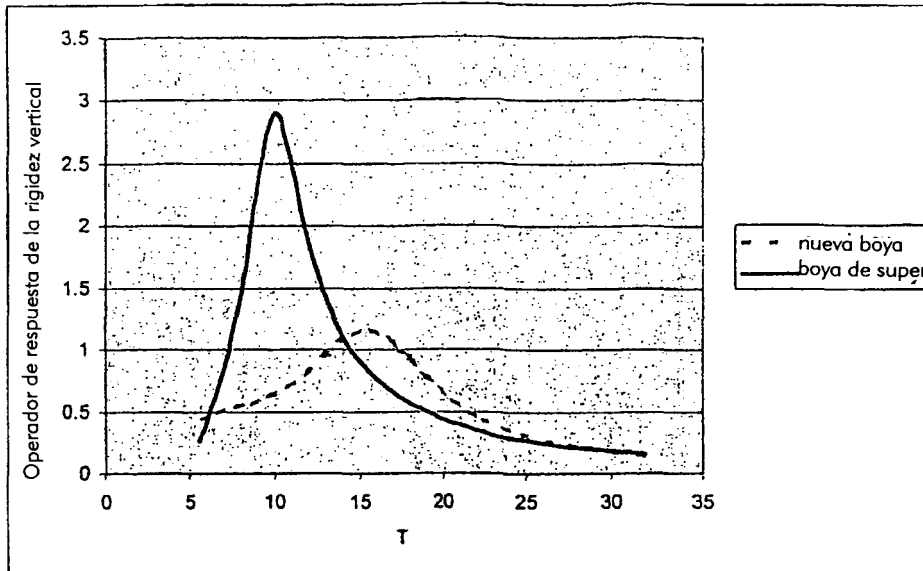


Fig. 4

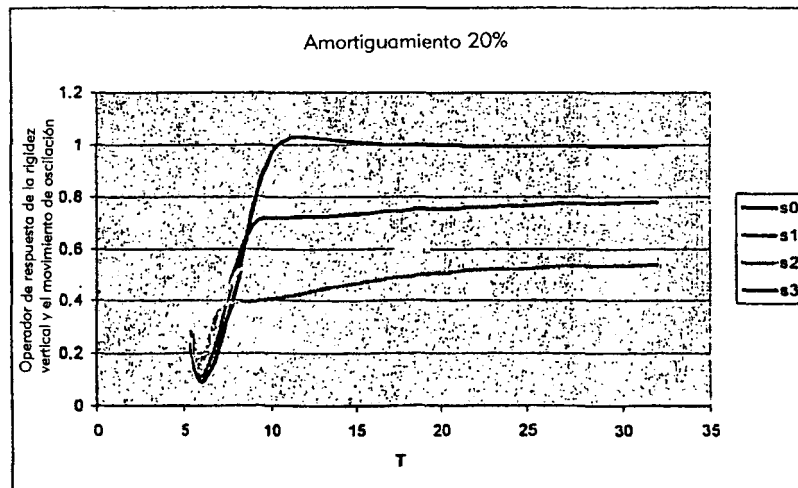


Fig. 5