



10 ES	11	NUMERO	10 A1
	21	- 462.077	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		2-9-77	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
720.035	2.9.76	EE.UU.de A.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	63 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	E21B	
64 TITULO DE LA INVENCION		
PERFECCIONAMIENTOS EN PLATAFORMAS MARITIMAS FLEXIBLES		
71 SOLICITANTE (S)		
CHEVRON RESEARCH COMPANY		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
575 Market Street, San Francisco, California 94105, EE.UU. de A.		
72 INVENTOR (ES)		
CELESTINE PAUL BESSE.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
GOMEZ-ACEBO		

La presente invención se refiere a una estructura marítima flexible, o sea, una estructura que tiene movimientos de vaivén en una relación predeterminada con las olas en lugar de oponerlas resistencia. De un modo más particular, se refiere a una estructura marítima que posee un primer período natural de vibración más allá de la energía máxima de un conjunto determinado de olas en una marejada y un segundo período natural ajustado para dar por resultado una respuesta dinámica limitada al estado del mar tranquilo y uniforme, que se experimenta comúnmente en la zona donde está situada la plataforma.

Los sondeos para hallar aceite y gas natural se han realizado en alta mar desde hace más de tres décadas. Durante este período, la industria del petróleo ha desarrollado muchos perfeccionamientos en las estructuras marítimas empleadas para los sondeos y producción en alta mar, de modo que puede adaptarse a las fuerzas del viento, las olas y los terremotos ejercidas contra las mismas.

Una de dichas estructuras marítimas es una estructura relativamente rígida actualmente diseñada para utilizarse en aguas profundas que pueden alcanzar hasta 300 m. No obstante, dichas estructuras pueden tener una gran base, además de la rigidez general para aguantar la amplificación dinámica de los esfuerzos. Dicha amplificación de esfuerzos exige aumentar los esfuerzos de diseño estático para asimilar los esfuerzos que tienen lugar ante fuerzas complejas del viento, las olas y los terremotos en la estructura. En lo que se refiere a una estructura así diseñada, el resultado es un elevado costo de materiales y de instalación.

Como variante, se pueden utilizar en aguas profundas plataformas flotantes ancladas al fondo del mar por cables de

anclaje flexibles. Su costo inicial de construcción es menor que el de las plataformas rígidas debido a la reducción de material que, de otro modo, sería necesario. Por ejemplo, las patas de una plataforma flotante consisten en varios cables de alambre en lugar de patas de acero de gran diámetro o columnas fabricadas de una plataforma rígida. No obstante, se presentan dificultades relativas a la conexión del tubo o tubos descendentes, que se extienden desde la plataforma hasta las instalaciones del fondo del mar, como los pozos y tuberías. Una razón para estas dificultades son las oscilaciones de dicha plataforma flotante debido a las elevadas tensiones o esfuerzos en las conexiones con el pozo o la tubería que finalmente dan por resultado fallos por fatiga en las conexiones. La oscilación puede resultar de un estado de mar tranquilo al igual que de un estado de marejada a causa de galernas, huracanes o tifones.

Otro tipo de plataforma flotante consigue su flexibilidad principal mediante la utilización de una articulación mecánica en el fondo del mar o cerca del mismo. Un inconveniente de este tipo de plataformas es, de nuevo, la conexión de la plataforma a las instalaciones del fondo del mar. A pesar de que las tuberías y los tubos descendentes pueden recibir sustentación desde la cubierta de la plataforma, la sección a través del área de la articulación experimenta cambios de alineación repetido según se desplaza la plataforma por las fuerzas del viento y de las olas. Estos cambios de alineación exigen muchos cuidados y elevados gastos para estar exentos de fugas cuando las tuberías y otros conductos de flujo los experimentan. Además, estos cambios de alineación de los conductos del flujo son causa también de problemas de fatiga difi

ciles de tratar porque la magnitud del cambio de alineación es impronosticable.

Por consiguiente, la finalidad de este invento es proporcionar una estructura marítima flexible, pero que permite el empleo de procedimientos de operación tradicionales que han demostrado ser satisfactorios durante años en estructuras marítimas rígidas. Estos métodos se pueden emplear con el presente invento porque su plataforma de trabajo permanece relativamente horizontal y su base fijada al fondo del mar, mientras que sus patas de sustentación flexan. Por la misma razón, este invento permite la perforación y acabado de los pozos de sondeo a nivel de cubierta de la plataforma de una forma tradicional. Además, se pueden emplear tubos descendentes y tuberías tradicionales, puesto que el presente invento no tiene juntas cardánicas, ni conexiones de articulación en el fondo del mar.

El presente invento se refiere a una plataforma flexible que se adapta a las fuerzas de las olas, el viento y los terremotos por ajuste apreciado de las frecuencias de los modos naturales de vibración y/o por deformación elástica o de flexión. La forma en que se consigue se explicará más adelante.

La plataforma tiene una pluralidad de elementos de sustentación prácticamente verticales o patas sujetas al fondo del mar, que sostienen una plataforma de trabajo por encima de la superficie del agua. Cada pata puede tener guías de pilotes y de sondeo en el interior de las patas. Las guías se separan de modo que, cuando se conectan a las patas, aumentan la estabilidad a la flexión lateral del armazón de las patas. El tubo conductor de sondeo, que se sostiene por las guías y a través del cual se realiza la perforación, se puede utilizar como pilote para sujetar la plataforma al fondo del mar.

El peso muerto de la estructura y del equipo de trabajo sobre la plataforma se desahoga mediante el empleo de tanques de flotación situados en las patas y en los elementos horizontales. Estos tanques de flotación pueden adoptar la forma de secciones agrandadas en el extremo superior de las patas y en la unión o conexión entre la pata y el elemento horizontal. También pueden ser secciones lastrables en el interior de las patas huecas y de los elementos horizontales huecos. Según se ha mencionado, su flotación reduce el peso muerto vertical de la estructura.

Gracias a este dispositivo se consiguen diversas ventajas. En primer lugar, las exigencias materiales de la base o cimientos es menor puesto que una parte del peso muerto queda sostenido por la flotación general de la plataforma. En segundo lugar, el momento de fuerza en las columnas y elementos horizontales que resulta de una gran excentricidad debida al basculamiento de la plataforma flexible se reduce especialmente gracias a las secciones de flotación agrandadas en el extremo superior de la pata. En tercer lugar, los tanques de lastre en todos los elementos de las patas se pueden rellenar o vaciar para sintonizar (o ajustar) la frecuencia de por lo menos uno de los modos naturales de vibración de la plataforma para que quede desfasado de la frecuencia de las olas propias de la zona donde está situada la plataforma.

A continuación pasamos a definir los términos "frecuencia", "grados de libertad" y otros que hemos empleado y que emplearemos de nuevo. Por ejemplo, la frecuencia de la estructura es el número de vibraciones u oscilaciones (movimientos de ida y vuelta o excursiones de la estructura a partir de un desplazamiento extremo) (amplitud) hasta otro por unidad de

tiempo). Es la recíproca de período, o sea, el tiempo necesario para una vibración.

Los grados de libertad son el número de puntos en la coordenada necesarios para definir la posición de un elemento específico de una estructura en cualquier instante durante su oscilación. Se observará, además, que la plataforma marítima tiene tantos modos naturales de vibración como grados de libertad, todos los cuales tienen una configuración distintiva, teniendo cada uno su propia frecuencia natural de vibración.

La frecuencia natural es la frecuencia de la estructura después de puesta en movimiento, pero son una fuerza de excitación continuada. Cuando se introduce un sistema de fuerzas de excitación continuadas, como son las olas, se produce una frecuencia de vibración forzada de la estructura. Cuando la frecuencia natural y la frecuencia forzada son idénticas o casi idénticas, se produce resonancia y el efecto dinámico sobre la plataforma pasa a ser un factor crítico tanto para el diseñador como para el usuario de la estructura por las razones que se exponen en la presente memoria.

La flexibilidad de la plataforma se consigue de diversos modos. Estos son: Variación del módulo de elasticidad del material estructural; variación del momento de inercia de los componentes estructurales; y variación del límite elástico del material estructural. La estructura posee también flexibilidad primaria debido a la carencia general de elementos diagonales. Desde un punto de vista ideal, la combinación del material estructural y su configuración deberán ser de tal naturaleza que el esfuerzo de la fibra exterior sea relativa o prácticamente uniforme en toda la longitud del elemento horizontal.

Según el invento, se proporciona un procedimiento pa

ra reducir la amplificación dinámica de esfuerzos de una plata  
forma flexible permitiendo grandes fuerzas horizontales. Esto  
se consigue construyendo una cubierta rígida que se coloca por  
encima de una masa de agua y conectando una pluralidad de pa-  
5    tas de sustentación lastrables en su extremo superior a la pla  
taforma. Para reducir la fuerza total sobre la plataforma, las  
patas se conectan de modo que cada pata esté separada de otras  
en la longitud de una semionda; véase, por ejemplo, la figura  
7. La longitud de semionda se basa en un componente de modo del  
10    espectro de ondas (que se definirá más adelante) que tiene un  
período igual por lo menos a una de las frecuencias del modo  
natural de vibración de la estructura. Como las partículas del  
agua de dicho componente de la onda u olas giran en una órbi-  
ta supuesta a derechas, giran de derecha a izquierda en la cre  
15    sta de la ola, mientras que en el seno de la ola, giran de iz-  
quierda a derecha contra un segundo conjunto de patas. De he-  
cho, la fuerza de este componente de la onda u ola se cancela  
automáticamente en la plataforma.

A las patas se conectan elementos lastrables horizon  
20    tales con una sección transversal variable. Dicha sección  
transversal proporciona un esfuerzo de flexión de tipo unifor-  
me a lo largo de las fibras exteriores de toda la longitud  
prácticamente del elemento horizontal. Se conectan en una plu-  
ralidad de conjunto coplanares (determinados cuando la plata-  
25    forma se encuentra en posición no sometida a deflexión). Cada  
conjunto se separa una distancia predeterminada de los demás  
a lo largo de la longitud vertical de las patas.

Tanto las patas como los elementos horizontales se  
inundan o se vacían para conseguir la masa apropiada de la  
30    plataforma flexible, con el fin de variar la frecuencia de los

modos naturales de la estructura de la plataforma flexible, de modo que por lo menos el primer y segundo modo estén desfases con respecto a la frecuencia de la energía máxima de un espectro de ondas u olas de marejada en las proximidades donde se ha de situar la plataforma.

Para comprender la importancia de llegar a una fórmula intermedia en el período de frecuencia de la energía máxima de las olas, nos servirá de ayuda revisar los principios básicos de un espectro de ondas que se ilustra en la figura 10. Para comenzar, un espectro de ondas es un término empleado para describir la distribución de la energía de las ondas y olas presentes en un sistema de oleaje con respecto a un período o frecuencia de las olas. En la figura 10, la energía de las olas se ha trazado a lo largo del eje y (eje de coordenadas) en piés cuadrados por segundo y la frecuencia se ha trazado a lo largo del eje x (eje de abscisas) en segundos<sup>-1</sup>.

Este gráfico se conoce también como densidad espectral de las olas del mar. (El término "sistema de las olas" se refiere a una combinación de una serie de componentes de ondas de diferentes períodos o frecuencias y altura de las ondas u olas que, como es lógico, tienen componentes correspondientes de energía). El espectro de las ondas u olas o perfil de densidad de energía espectral es proporcional al cuadrado de la altura de las olas asociadas con la frecuencia de un componente particular de un sistema de olas. Por lo tanto, el área total en el gráfico de un espectro de las ondas o función de densidad espectral es proporcional al promedio de energía de las olas por unidad de área proyectada de superficie marina.

Volviendo ahora al resumen del invento, se pueden conectar cámaras flotantes alargadas en el extremo superior de

las patas de modo que sean exteriores y se extiendan verticalmente a lo largo de las patas entre una o más uniones formadas por la conexión de los elementos horizontales a las patas. Así mismo, se pueden conectar cámaras flotantes más cortas en una o más de estas uniones en toda la estructura. Se puede formar por separado o íntegramente con las patas uno u otro tipo de cámaras flotantes. Según se ha mencionado, ambos tipos están provistos para reducir el peso muerto de la estructura y el momento de fuerza inducido en las patas cuando se inclinan horizontalmente.

Estas patas se unen al fondo del mar sujetándolas rígidamente por medio de pilotes.

Otros usos y ventajas del invento, consistente en una plataforma flexible a propósito, resultarán evidentes por los dibujos, por la descripción de las modalidades de preferencia y por las reivindicaciones.

La figura 1 es una ilustración esquemática de una plataforma flexible en posición no sometida a deflexión.

La figura 2 ilustra el contorno de la plataforma representada en la figura 1 en posición sometida a deflexión.

La figura 3 ilustra otra modalidad de las figuras 1 y 2 del invento. En particular, esta modalidad se ilustra con cámaras a flotación agrandadas que forman la parte superior de las patas de sustentación.

La figura 4 ilustra una sección transversal de la plataforma, tomada a lo largo de la línea de corte 4-4 de las figuras 1, 3, 7 y 8. El arriostramiento horizontal que se puede utilizar se representa con líneas imaginarias.

La figura 5 ilustra una vista en sección transversal

de una pata de tipo normal, que comprende una modalidad de dispositivo de guía. Esta vista en sección se ha tomado a lo largo de la línea de corte 5-5 de las figuras 1, 3, 7 y 8.

5 La figura 6 ilustra otra modalidad de dispositivo de guía de pilotes de la figura 5.

La figura 7 ilustra el efecto de cancelación automática de la órbita de una partícula de agua del componente de una onda u ola sobre las patas de la plataforma flexible.

10 La figura 8 ilustra otra modalidad del invento que tiene una parte superior reforzada de la estructura marítima.

La figura 9 ilustra otra modalidad que tiene líneas o cables de maniobra unidas a la parte superior de la estructura. De este modo se limita el movimiento de la plataforma durante oleaje de marejadas impronosticables y se cambia también las frecuencias relativas del primer y el segundo modos de vibración.

20 La figura 10 ilustra un espectro de ondas normales, denominado también perfil de densidad de energía espectral de las olas del mar. Esta figura se incluye para fines explicativos.

25 Una estructura de plataforma marítima destinada a flotar y fijarse después al fondo de una masa de agua se representa en las figuras 1, 3, 8 y 9. La plataforma tiene una cubierta de trabajo 100 situada por encima de la masa de agua. La cubierta permanece relativamente horizontal cuando la plataforma de las figuras 1, 3, 8 y 9 se inclina debido a las fuerzas externas como las fuerzas del viento o de las olas (véase la figura 2). La cubierta 100 tiene rigidez suficiente para evitar una deformación excesiva cuando se inclina la platafor-

ma, o sea, que permanece relativamente plana.

La estructura o plataforma flexible 108 comprende, además de la cubierta 100, una pluralidad de por lo menos tres patas de sustentación alargadas 101; aún cuando se ilustran  
5 cuatro patas en las figuras 1, 3, 8 y 9. Se extienden desde la cubierta de trabajo hasta el fondo del agua donde se sujetan al mismo mediante pilotes 110. En la figura 5 se ilustra una vista en sección transversal de una pata normal que tiene un dispositivo de guía de pilotes 103 que puede servir también co  
10 mo guía para la sarta de varillas de perforación.

Los medios de guía de los pilotes o guías conductores 103 se mantienen en su sitio mediante varias placas longitudinales 105 que pueden abarcar toda la longitud de la pata  
15 101 y se sueldan o se sujetan a la superficie interior de la pata y la guía conductora 103. En el espacio comprendido entre la guía 103 y la placa 105 se puede introducir un material de relleno 104 (que tiene una resistencia al resquebrajamiento de aproximadamente  $35 \text{ kg/cm}^2$ ). Según se ha mencionado, estas guías se separan de modo que aumentan la estabilidad de las patas  
20 al abombamiento del armazón. Otra forma de medios de guía de pilotes (figura 6) puede consistir, por ejemplo, en un reforzador anular 140 con una brida 141 provista de taladros a través de los cuales se unen las guías conductoras 103. Estos dos tipos de reforzadores se pueden emplear de una forma intercambiable o juntos. Como variante, se necesita un refuerzo interno  
25 adicional del armazón si las guías no se unen rígidamente a las patas.

La figura 4 ilustra una vista en planta normal de la estructura de las diversas modalidades expuestas en la presente  
30 memoria. Ilustra la forma de los elementos horizontales 102 y

el arriostramiento horizontal (véanse las líneas imaginarias 203) que se pueden unir en planos elegidos de los elementos horizontales 102. El arriostramiento proporciona refrenamiento o restricción a la torsión al par que mantiene la acción de las patas verticales unidas o al unísono cuando se inclina la plataforma. Los elementos horizontales 102 pueden formar la única conexión submarina entre las patas para la plataforma en las figuras 1 y 3. De otro modo, según se ilustra en las figuras 8 y 9, pueden formar la unión submarina entre las patas en la mayor parte de su longitud. Su unión a las patas es de las características necesarias para que cada conjunto de elementos 102 se encuentre en un plano horizontal, v.g., coplanar, cuando la plataforma no está sometida a deflexión. Pueden tener secciones transversales variables a lo largo de su longitud con un momento correspondientemente variable de inercia.

De un modo más específico, estos elementos horizontales pueden tener sección decreciente de una forma simétrica y hacia el interior, de modo que la altura de la viga, y en algunos casos la anchura de la viga, y el momento de inercia sean mayores en puntos donde el momento de flexión es mayor. Así, la sección transversal varía para proporcionar un esfuerzo de flexión aproximadamente uniforme a lo largo de las fibras exteriores del elemento. Como variante, se pueden fabricar de acero de mayor resistencia, con lo que los elementos podrán ser menores y más flexibles y adaptarse a mayores esfuerzos (y, por lo tanto, mayores tensiones) para proporcionar grandes deflexiones, o bien pueden ser un compuesto de lo anterior.

Al describir la forma sometida a deflexión de los elementos horizontales, tienen un punto de contraflexión o inflexión debido a momentos de carga activos, aproximadamente en

su alcance medio (111 figura 2). Para los expertos en la materia, un punto de inflexión o contraflexión es un lugar sobre un elemento estructural, donde la flexión del elemento cambia de un carácter a otro, o sea, la curvatura del elemento se invierte en dicho lugar.

Asimismo, para ayudar a mantener la cubierta 100 relativamente horizontal, el extremo superior de las patas 101 puede tener sección decreciente; o sea, una reducción de diámetro en su extremo superior 120 para que la cubierta de trabajo pueda permanecer horizontal debido al momento reducido de inercia de las patas y a su correspondiente menor rigidez. Por lo tanto, la relación de la rigidez ( $K_p$ ) de la cubierta de trabajo 100 a la rigidez ( $k_1$ ) de las patas adyacentes 101 es elevado.

Cada una de las patas de sustentación 101 y los elementos horizontales 102 se fabrican preferiblemente de elementos tubulares huecos, por lo que sus interiores se pueden dividir en tanques o cámaras de lastre 116. Estos tanques se inundan (lastran) o se vacían (deslastran), según se desee, para proporcionar una suficiente a toda la plataforma 108 con el fin de variar los modos naturales de vibración de la plataforma, de modo que por lo menos la frecuencia de uno de ellos que de desfasada con respecto a la frecuencia de algunas de las olas circundantes. Son, con o sin las cámaras de flotación 106 y 107 de la figura 3, los medios para variar la masa de la plataforma 108.

Esta característica de variar la masa de la plataforma permite sintonizar la frecuencia de la plataforma para evitar la frecuencia de algunas de las olas que se lanzan contra la misma. Por consiguiente, la amplificación dinámica del es-

fuerzo o carga de trabajo, como resultado de encontrarse a la resonancia de la frecuencia de las olas circundantes, o casi a dicha resonancia, se reduce notablemente. Adicionalmente, la masa variable de las patas tubulares de sustentación (que varía con la cantidad de lastre en las patas y el peso de las patas) puede ayudar a situar la plataforma. A continuación se expondrán más detalles del modo en que se puede realizar.

Además, con el fin de reducir la amplificación dinámica de la carga de trabajo debida a oscilación de la plataforma, es conveniente colocar las patas de la plataforma, de modo que su separación sea equivalente a la longitud de semionda de una ola u onda que tenga un período igual al modo de vibración de segundo orden o de orden superior de la plataforma. De este modo se cancelan las fuerzas impuestas por la energía de la frecuencia elegida contenida en el perfil de densidad de energía espectral de las olas. Estos modos de orden superior de vibración tienen períodos cortos que pueden coincidir razonablemente con semilongitudes cortas del componente de energía espectral de dicha frecuencia a partir del tren de ondas. Equiparando la separación entre las patas a estas longitudes de semionda cortas, se reducen notablemente las vibraciones resonantes en el modo de vibración superior elegido.

Según se ha mencionado anteriormente, la razón para este resultado es que las partículas del agua del componente de la onda u ola giran en una órbita 210, figura 7, que cuando se supone en dirección a derechas, giran de derecha a izquierda en la cresta de la ola 220, donde puede haber situado un primer conjunto de patas y de izquierda a derecha en el seno de la ola 230, donde puede haber situado un segundo juego de patas. Se observará de nuevo que estos modos de orden superior de vibración de la plataforma tienen períodos cortos que posibi

litan una separación entre las patas prácticamente equivalente a la longitud de semionda de este componente. Esta separación de las patas elimina también la resonancia de la plataforma con la frecuencia del componente de la onda elegido. Como es  
5 lógico, la plataforma se debe diseñar empleando técnicas de análisis dinámico a resistir otros componentes del sistema de las ondas que tengan longitudes de ondas diferentes que no se cancelen automáticamente.

La figura 3 ilustra la estructura marítima o plata-  
10 forma 108 o, como algunos la pueden llamar, la torre marítima (o plataforma flexible para aguas profundas), con una configuración ligeramente diferente. Esta plataforma tiene una pluralidad de elementos horizontales lastrables de sección decre-  
15 ciente simétrica hacia el interior 102 separados verticalmente una distancia predeterminada (por ejemplo, una distancia que aumenta la estabilidad ante el alaveo de las patas). Se unen a soportes o patas 101 para formar una unión. Según se ha mencionado, se construyen de modo que el esfuerzo de flexión de la fibra exterior en toda la longitud del elemento horizontal  
20 sea virtualmente igual. Asimismo se ilustra en la figura 3 un recipiente o cámara de flotación regulada acortado 106 alrededor de cada unión. En las proximidades del extremo superior de las patas y extendiéndose verticalmente sobre las patas entre dos o más uniones se encuentran recipientes o cámaras de flota-  
25 ción controlada alargados 107.

Para repetir, estas cámaras de flotación son convenientes para situar la plataforma sobre el fondo de la masa de agua porque variando el lastre en las mismas, por ejemplo, introduciendo agua en su interior, cambia la masa de la estructu-  
30 ra 108. Otra ventaja es el soporte vertical que proporciona de

bido a su flotación controlable. Otra ventaja igualmente importante es que reducen el momento de fuerzas en la pata debido a la excentricidad que cada pata desarrolla cuando se inclina la plataforma. Por consiguiente, la base o cimiento de la estructura puede ser menos costosa debido al menor número de pilotes 110 necesarios para mantener la estructura sujeta al fondo del mar.

El lastrado (inundación) y deslastrado (vaciado) de los elementos 101 y 102, figuras 1 y 3, y de las cámaras de flotación 106 y 107 de la figura 3, para variar la masa de las patas, se controlan mediante conductos 115 situados adyacentes a cada pata o en el interior de las mismas con bocas de entrada 117, 118 y 119. Estas bocas de entrada se unen respectivamente a cada cámara. El conducto 115 se conecta a un colector 113 situado sobre la cubierta 100 que, a su vez, se une a una bomba 112. La bomba bombea agua del mar circundante a la estructura 108 a través del colector 113 al conducto 115. Otro sistema (no ilustrado), que se sitúa cerca del fondo de la estructura, se puede emplear para vaciar los elementos 101, 102 y las cámaras 106, 107.

Hasta este punto se ha descrito con detalle una plataforma que, por sus deflexiones elásticas, reduce la amplificación dinámica del esfuerzo o carga de trabajo. El factor de amplificación de la carga de trabajo estática para derivar la carga de trabajo puede ser inferior a 1. Según se ha expuesto, esta plataforma puede tener sus patas separadas en la longitud de una semionda de un componente de onda del espectro de las ondas u olas, cuya frecuencia es igual a la frecuencia de uno de los modos de vibración de orden superior natural de la estructura para reducir aún más la amplificación dinámica de la

carga de trabajo.

5 A continuación se describe otra modalidad preferible de plataforma, cuya frecuencia del primer modo (punto A, figura 10) y del segundo modo (punto C, figura 10) abarca el período o frecuencia (punto B, figura 10), al cual tiene lugar la energía máxima de un espectro de onda de borrasca. La significación de este punto es que la frecuencia del primer modo de vibración de la plataforma (punto A) está desfasado de la frecuencia de los componentes de ondas u olas de marejada (punto 10 B), que forman un espectro de ondas en marejada (definido anteriormente). Por lo tanto, las fuerzas de las olas no aumentan por resonancia de la frecuencia de la plataforma y por la frecuencia de la energía máxima de las olas.

15 Además, la frecuencia del segundo modo de la plataforma (punto C, figura 10) está desfasado con respecto a las ondas de período más corto que comúnmente se experimentan en un área dada cuando no existen tormentas, que está también por debajo de la frecuencia de la energía máxima de las ondas del espectro de las ondas u olas en tormenta. Esto es importante, 20 porque las ondas de período más corto son, en general, más frecuentes y, por lo tanto, producen fatiga.

25 La estructura, cuya frecuencia de su segundo modo está desfasada con respecto a las ondas de un período más corto, experimentadas comúnmente para un área dada cuando no hay presente tormenta, se ilustra en la figura 8. Por análisis de vibración de esta plataforma, hemos averiguado que la amplificación dinámica se reduce porque la frecuencia del primer modo, según se ha mencionado ya, indicada por el punto A (figura 10) está a la derecha de la frecuencia de la energía máxima, indicada por el punto B. La frecuencia del segundo modo (punto C) 30

queda a la izquierda de la frecuencia de la energía máxima (punto B). La modalidad de la figura 8 consigue este resultado por flexibilidad de la plataforma y la rigidez adicional proporcionada a un nivel elegido, representado simbólicamente por el arriostramiento x 200.

Antes de pasar a la descripción de la figura 9, se observará que la plataforma de la figura 8 (así como de la figura 1 ya descrita) tiene un acceso de rampa de carga de embarcación indicado de un modo general por el número 142. La rampa está prevista para acceso a la plataforma y se puede eliminar o modificar para adaptarla a las condiciones locales donde esté situada la plataforma.

Tomando ahora como referencia la figura 9, las líneas o cables de retenida 201 se conectan al extremo superior de la plataforma. Dos cables de retenida se indican unidos a cada pata, aún cuando se pueden emplear más o menos según se precise. Se utilizan como medida de seguridad para limitar el movimiento de la parte superior de la estructura ante grandes olas o en caso de tormentas imprevisibles. El refrenamiento que ofrecen los cables de retenida no ha de llegar al punto que limite la flexibilidad de la estructura ante olas de borrasca normalmente anticipadas. Estos cables se sujetan al fondo del mar mediante anclas 202 o se lastran de otro modo.

Anteriormente se han descrito modalidades elegidas del presente invento con detalle. No obstante, el invento no ha de considerarse limitado a ninguna modalidad específica, sino solamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

5



REIVINDICACIONES

1.- Perfeccionamientos en plataformas marítimas flexibles sin elementos diagonales estructurales en su plano vertical, que permite las deflexiones horizontales debidas a fuer-  
5 zas externas, caracterizados porque se dota a cada plataforma de una cubierta de trabajo de rigidez suficiente para evitar el exceso de deformación de la cubierta debido a las fuerzas del viento y de las olas que se transmiten a la plataforma, por lo que la cubierta permanece relativamente plana; una plurali-  
10 dad de elementos de patas de sustentación tubulares conectados a la cubierta y que se extienden hasta el fondo de la masa del agua; una pluralidad de conjuntos de elementos tubulares horizontales coplanares que unen entre sí los elementos de patas de sustentación, construyéndose cada uno de los elementos hori-  
15 zontales para presentar un esfuerzo de flexión virtualmente uniforme a lo largo de las fibras exteriores del elemento hori- zontal; y medios para variar la masa de la plataforma introduciendo agua en los elementos tubulares de las patas de sus- tentación y los elementos tubulares horizontales.

20 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, ca- racterizados porque cuando se utiliza en aguas profundas, la plataforma se forma por una cubierta rígida que permanece re- lativamente horizontal cuando la plataforma se desplaza late-  
25 ras lastrables para sostener la cubierta, conectándose cada una de las patas por un extremo a la cubierta y sujetándose por el otro extremo al fondo del mar, separándose las patas una longitud de semionda cuya longitud de semionda se basa en un componente de onda de un espectro de ondas, teniendo el  
30 componente de la onda una frecuencia que corresponde a la fre-

cuencia de uno de los modos naturales de vibración de la plataforma; una pluralidad de elementos horizontales de sección decreciente simétrica hacia el interior y lastrables, cuyos elementos horizontales se separan verticalmente una distancia pre-

5 determinada entre sí y se unen a los soportes de patas para formar una unión, fabricándose los elementos horizontales de modo que el esfuerzo de flexión de la fibra exterior en toda la longitud de los elementos horizontales sea virtualmente

10 igual una pluralidad de dispositivos de flotación controlables alargados conectados a las patas, donde cada dispositivo alargado se sitúa respectivamente en las proximidades del extremo superior de las patas y se extiende verticalmente sobre cada una de las patas entre una pluralidad de las uniones; una pluralidad de dispositivos de flotación controlable acortados,

15 situado cada uno respectivamente alrededor de cada unión del elemento horizontal y soporte de pata; y medios de guía de pilote situados y sujetos en el interior de cada uno de los soportes de patas guiar al dispositivo de sondeo y aumentar la resistencia del armazón al pandeo de dichas patas.

20 3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 a 2, caracterizados porque se dota de una cubierta de trabajo de rigidez suficiente para evitar la deformación excesiva de la cubierta debida a las fuerzas del viento y de las olas transmitidas a la plataforma, por lo que la plataforma permanece

25 relativamente plana; una pluralidad de elementos de patas de sustentación tubulares conectados a la plataforma y que se extiende hasta el fondo de la masa de agua; una pluralidad de conjuntos de elementos tubulares horizontales coplanares que unen entre sí los elementos de patas de sustentación, construyéndose cada uno de los elementos horizontales para que posea


30 un esfuerzo de tensión virtualmente uniforme a lo largo de las



5 fibras exteriores del elemento horizontal; medios para variar la masa de la plataforma introduciendo agua en los elementos de pata de sustentacion tubulares y en los elementos tubulares horizontales; y arriostramiento horizontal en el plano de los conjuntos elegidos de los elementos horizontales, cuyo arriostramiento se conecta en las proximidades de las conexiones entre los conjuntos elegidos de elementos horizontales y los elementos de patas de sustentación.

10 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 a 3, caracterizados porque cuando la plataforma se adapta a las fuerzas debidas al viento, las olas y los terremotos sometándose elásticamente a deflexión y reduciendo además el efecto de las fuerzas sobre la estructura al tener un modo natural de vibración que tiene una primera y una segunda frecuencias de modo que abarcan las frecuencias de la energía máxima de un espectro de olas de borrasca para reducir los costos de material, la estructura comprende: Una cubierta de trabajo que se sitúa por encima de la superficie del agua; una pluralidad de patas de sustentación para sostener la cubierta, cuyas patas se unen por un extremo a la cubierta y por el otro extremo se sitúan en el fondo del mar; una pluralidad de elementos horizontales que unen entre sí la pluralidad de patas de sustentación cuyos elementos horizontales se separan, de modo que forman un elemento de bastidor compuesto por dos elementos horizontales que unen entre sí partes de las patas en lugares predeterminados a lo largo de cada una de las patas verticales; un bastidor reforzado en la estructura situado en lugares elegidos cerca del extremo superior de las patas de sustentación, por lo que la frecuencia del primer y segundo modo de la estructura abarca la frecuencia de la energía máxima de las olas de un espectro de olas de borrasca.

15  
20  
25  
30



5 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque las patas de sustentación y los elementos horizontales son lastrables para facilitar el emplazar la estructura en un lugar alejado de la costa y ajustar los modos naturales de vibración de modo que sus frecuencias estén desfasadas de la frecuencia de la energía máxima de las ondas de un espectro de olas de borrasca, y porque el bastidor reforzado comprende arriostramiento vertical en X.

10 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 a 5, caracterizados porque cuando es del tipo que reduce la amplificación dinámica de carga de trabajo ajustando la frecuencia del primer y segundo modos de vibración, dando por resultado una reducción de costos de material, la plataforma comprende: una cubierta que se sitúa por encima de la superficie del agua para sostener el equipo; elementos verticales de sustentación lastrables unidos por el extremo superior a la cubierta y sujetos al fondo del mar; una pluralidad de conjuntos de elementos horizontales, cada uno de los cuales se une, respectivamente, a las patas para formar una conexión de modo que cada uno de los conjuntos esté en un plano horizontal cuando la estructura no está sometida a deflexión; una pluralidad de dispositivos alargados de flotación controlada unidos a la plataforma, donde cada uno de los dispositivos alargados se sitúan respectivamente en las proximidades del extremo superior de los soportes de patas y se extiende verticalmente sobre cada uno de los soportes de pata entre una pluralidad de dichas conexiones, utilizándose los dispositivos alargados de flotación controlada para ayudar a reducir el momento de fuerza en las columnas y los elementos horizontales resultante de la excentricidad debida al desplazamiento de la estructura marítima

15

20

25

30



flexible, y para reducir además el peso muerto de la estructura; una pluralidad de dispositivos acortados de flotación controlable, cada uno de ellos situado, respectivamente, alrededor de cada conexión del elemento horizontal y el soporte de pata; medios de guía de pilotes situados y sujetos dentro de cada una de las patas para guiar los medios de sondeo y aumentar la estabilidad del armazón al pandeo; medios para reforzar la parte superior de la estructura de modo que la frecuencia del primer y el segundo modos de vibración de la estructura marítima abarque la frecuencia de la energía máxima de las olas de un espectro de olas de borrasca, de modo que se reduzca el efecto dinámico de las fuerzas externas.

7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 a 6, caracterizados porque cuando es del tipo que reduce la amplificación dinámica de la carga de trabajo ajustando la frecuencia del primer y el segundo modos de vibración, dando por resultado una reducción de costos de material, la plataforma comprende: Una plataforma que se puede situar por encima de la superficie del agua para sostener equipo; elementos verticales lastrables de sustentación unidos por el extremo superior a la plataforma y sujetos al fondo del mar; una pluralidad de conjuntos de elementos horizontales, cada uno de los cuales se une, respectivamente, a las patas para formar una conexión de modo que cada uno de los conjuntos se encuentre en un plano horizontal cuando la estructura no está sometida a deflexión; una pluralidad de dispositivos alargados de flotación controlada unidos a la plataforma, cada uno de los cuales se sitúa respectivamente en las proximidades del extremo superior de los soportes de pata y se extiende verticalmente sobre cada uno de los soportes de pata entre una pluralidad de dichas conexio-



nes, utilizándose los medios alargados de flotación controlada para ayudar a reducir el momento de fuerzas en las columnas y los elementos horizontales resultantes de la excentricidad debida a desplazamiento de la estructura marítima flexible, y para reducir, además, el peso muerto de la estructura; una pluralidad de dispositivos acortados de flotación controlada, cada uno de los cuales se sitúa, respectivamente, alrededor de cada conexión de elemento horizontal y soporte de pata; medios de guía de pilotes situados y sujetos dentro de cada una de las patas para guiar a los medios de sondeo y aumentar la estabilidad del armazón al pandeo; medios para reforzar la parte superior de la estructura de modo que la frecuencia del primero y el segundo modos de vibración de la estructura marítima abarquen la frecuencia de la energía máxima de las olas de un espectro de olas de borrasca, para reducir el efecto dinámico de las fuerzas externas; y arriostramiento horizontal en el plano de los conjuntos elegidos de los elementos horizontales y conectados en las proximidades de la conexión entre un elemento horizontal y una pata.

8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque comprende además: Cables de retenida conectados a la parte superior de la plataforma y al fondo de una masa de agua de modo que la estructura tenga un movimiento limitado durante las fuerzas imprevistas de las olas contra la estructura.

9.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizados porque para sostener equipos de sondeo se dota a cada estructura de: Una cubierta que permanece relativamente horizontal cuando la cubierta se inclina debido a las fuerzas del viento y las olas ejercidas contra la estructura marítima; una pluralidad de patas de sustentación alargadas


~~A~~

separadas entre sí, que se extienden desde la cubierta hasta el fondo de la masa de agua, cuyas patas son huecas y de diámetro reducido en el extremo superior de las patas para presentar una elevada relación de rigidez de la plataforma de trabajo a la rigidez de los elementos de patas adyacentes, por lo que la cubierta permanece relativamente horizontal; una pluralidad de conjuntos de elementos horizontales, cada uno de los cuales se conecta a las patas de modo que cada uno de los conjuntos esté en un plano horizontal cuando la estructura no está sometida a deflexión; teniendo los elementos horizontales una sección transversal variable y un momento de inercia correspondiente que permite que la cubierta se someta a deflexión elástica para reducir la amplificación dinámica de la carga de trabajo y para reducir, además, los costos de material.

10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 - 9, caracterizados porque cuando se destina a flotar y a fijarse ulteriormente en el fondo de una masa de agua, se dota a la estructura de: Una cubierta de trabajo que permanece relativamente horizontal cuando la cubierta de trabajo se inclina debido a las fuerzas del viento y de las olas ejercidas contra la estructura marítima; una pluralidad de patas alargadas de sustentación separadas entre sí y que se extienden desde la cubierta de trabajo hasta el fondo de la masa de agua, siendo las patas huecas y de diámetro reducido en el extremo superior de las patas para presentar una elevada relación de rigidez de la cubierta de trabajo a la rigidez de los elementos de las patas adyacentes dando por resultado el que la cubierta de trabajo permanezca relativamente horizontal; una pluralidad de conjuntos de elementos horizontales, cada uno de los cuales se conecta a las patas de modo que cada uno de los conjuntos esté

5 en un plano horizontal cuando la estructura no está sometida a deflexión; teniendo los elementos horizontales una sección transversal variable y un momento de inercia correspondiente que permite que la cubierta de trabajo se someta a deflexión  
10 elástica para reducir la amplificación dinámica de la carga de trabajo y para reducir, al mismo tiempo, los costos de material; y líneas o cables de retenida conectados a la parte superior de las patas y sujetos al fondo de la masa de agua, de modo que la estructura marítima tenga un movimiento limitado durante la acción de las fuerzas de las olas imprevistas  
15 ejercidas contra la estructura marítima.

11.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 a 10, caracterizados porque dota a la estructura de una torre para sondeos submarinos, fijada al lecho de una masa de  
15 agua, que tiene una parte superior extendida por encima de la superficie de la masa de agua para sostener una plataforma rígida, y constituida por una pluralidad de patas de torre que se extienden desde la plataforma hasta el fondo de la masa de agua, cuyas patas se sitúan alrededor de un eje vertical de la  
20 torre y cada pata se caracteriza por tener un momento de inercia variable a lo largo de su longitud de modo que se produzca una rigidez reducida en el extremo superior de cada pata con una relación elevada de rigidez de la plataforma a rigidez de las patas para que la plataforma rígida pueda permanecer hori-  
25 zontal; una pluralidad de elementos horizontales coplanares que unen entre sí las patas, teniendo cada uno de los elementos horizontales una configuración que permite que los elementos horizontales tengan un punto de contraflexión en el vano medio del elemento horizontal; por lo que la flexibilidad resultante de los elementos horizontales, en combinación con la  
30



plataforma rígida, mantiene la plataforma horizontal, mientras que el extremo superior de las patas de la torre se desplazan horizontalmente debido a una fuerza externa.

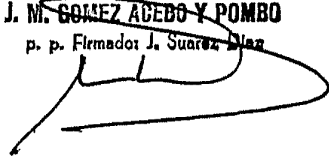
12.- Perfeccionamientos según la reivindicación  
1 a 11, caracterizados porque cuando la estructura se puede  
5 desplazarse notablemente en sentido horizontal sin resultados  
destrutivos, se constituye por una cubierta por encima de la  
superficie del agua con rigidez suficiente para permanecer re-  
lativamente horizontal, cuando se desplaza o inclina la estruc-  
10 tura marítima; por lo menos tres elementos de sustentación con  
resistencia adecuada para sostener la plataforma, mientras que,  
al mismo tiempo, se desplazan horizontalmente debido a las  
fuerzas de una marejada, pero permitiendo que la plataforma  
permanezca relativamente horizontal, teniendo los elementos  
15 de sustentación cámaras de lastre para ajustar la capacidad de  
flotación de la estructura cuando dicha estructura se ha em-  
plazado y para variar la masa y los modos naturales de vibra-  
ción de la estructura marítima cuando se ha unido al fondo del  
mar; una pluralidad de conjuntos de elementos horizontales,  
20 cada uno de cuyos conjuntos une entre sí respectivamente cada  
una de las patas de sustentación a intervalos predeterminados  
a lo largo de los elementos verticales, formando los elementos  
horizontales la única conexión subacuática entre los elemen-  
tos verticales; y cámaras de lastre dentro de los elementos  
25 horizontales para variar los modos naturales de vibración de  
la estructura marítima.

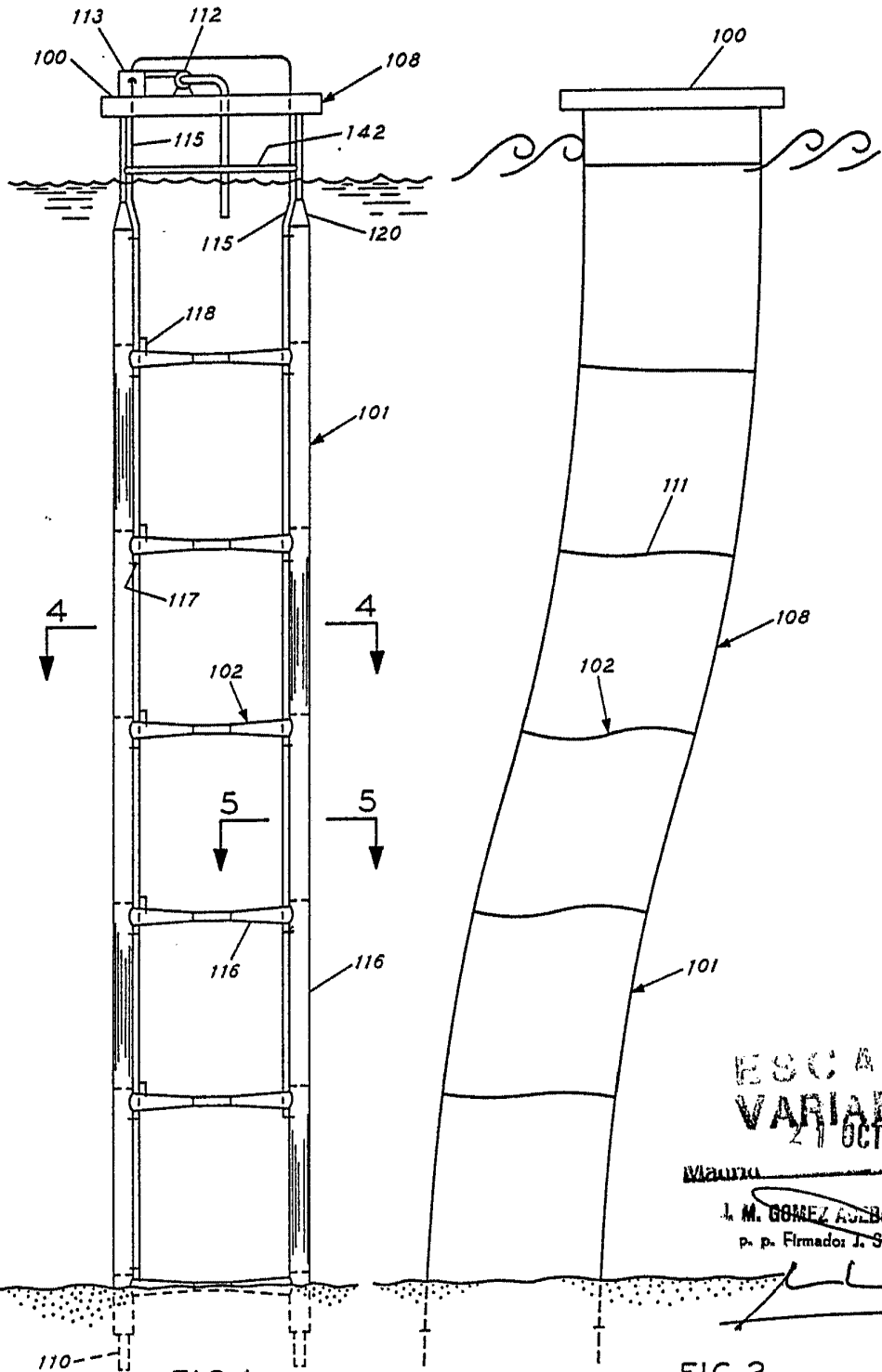
13.- Perfeccionamientos en plataformas marítimas flexibles, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 28 hojas escritas a máquina  
por una sola cara.

Madrid, 21 OCT. 1977  
CHEVRON RESEARCH COMPANY.

~~J. M. GOMEZ ACEBO Y POMBO~~  
p. p. Firmador J. Suarez Diaz





ESCALA  
VARIABLE  
21 OCT. 1977

MAQUETA  
J. M. GOMEZ ALEJO Y POMBO  
p. p. Firmador J. Suarez Diaz

FIG. 1

FIG. 2

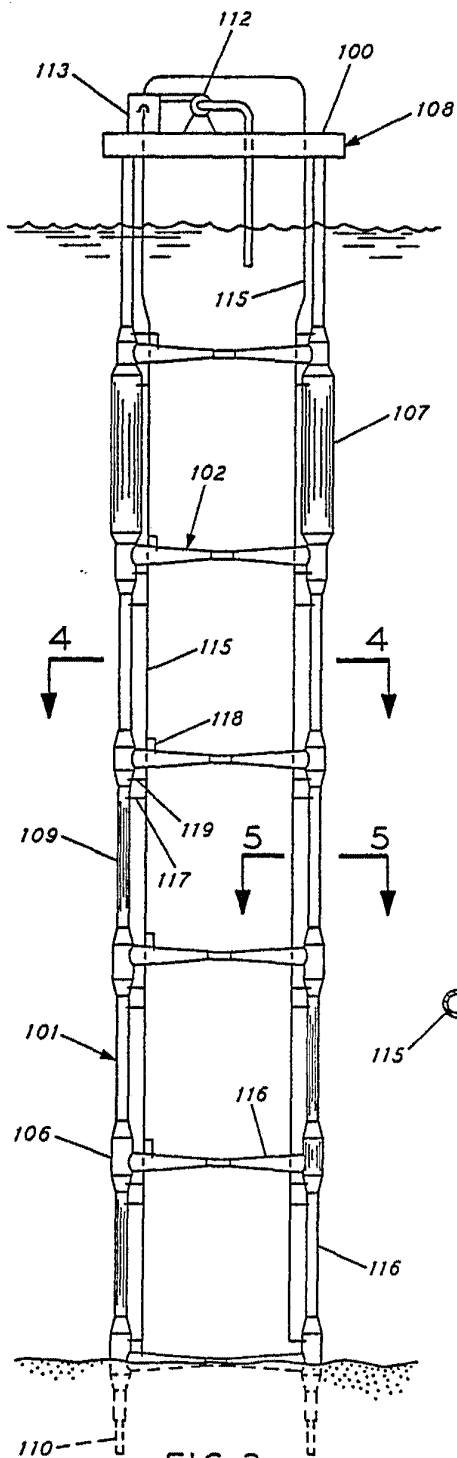


FIG. 3

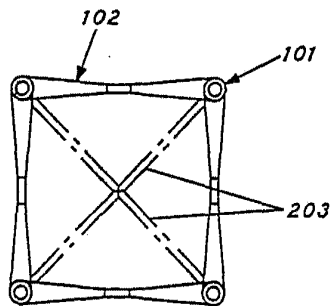


FIG. 4

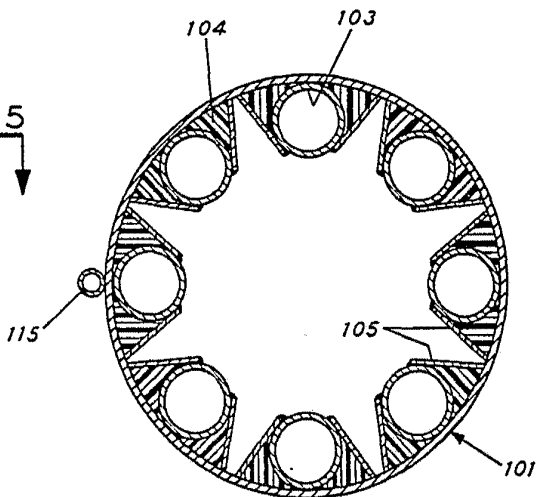


FIG. 5

**ESCALA  
VARIABLE**  
27 OCT. 1977

Mauricio

J. DE. GOMEZ ESTEBE Y POMPILLO  
p. n. Firmador J. Gomez Diaz

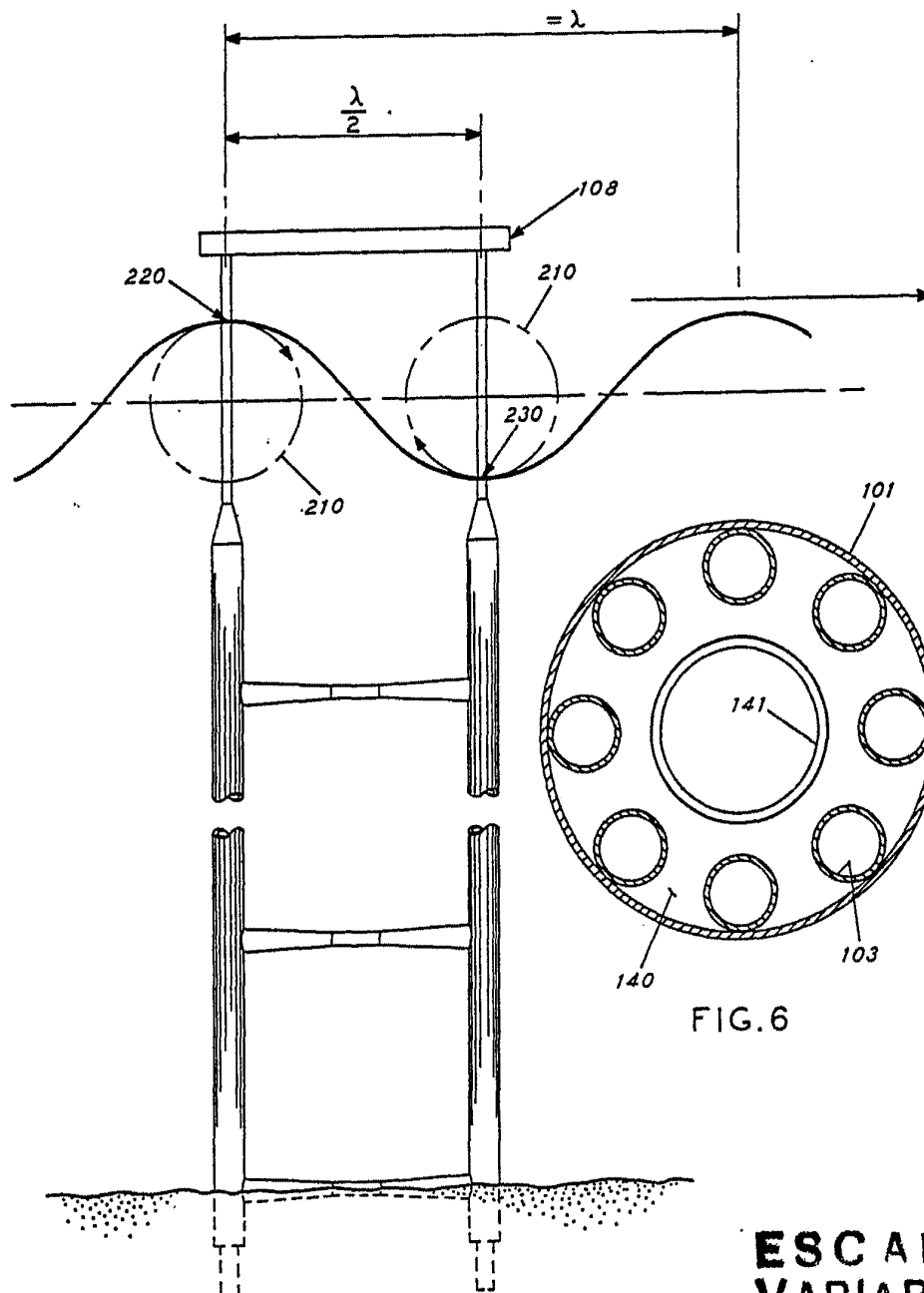


FIG. 7

FIG. 6

ESCALA  
VARIABLE  
21 OCT. 1977

Mo...  
J. M. GÓMEZ... Y POMIN  
de... Firmador J. Suárez Díaz

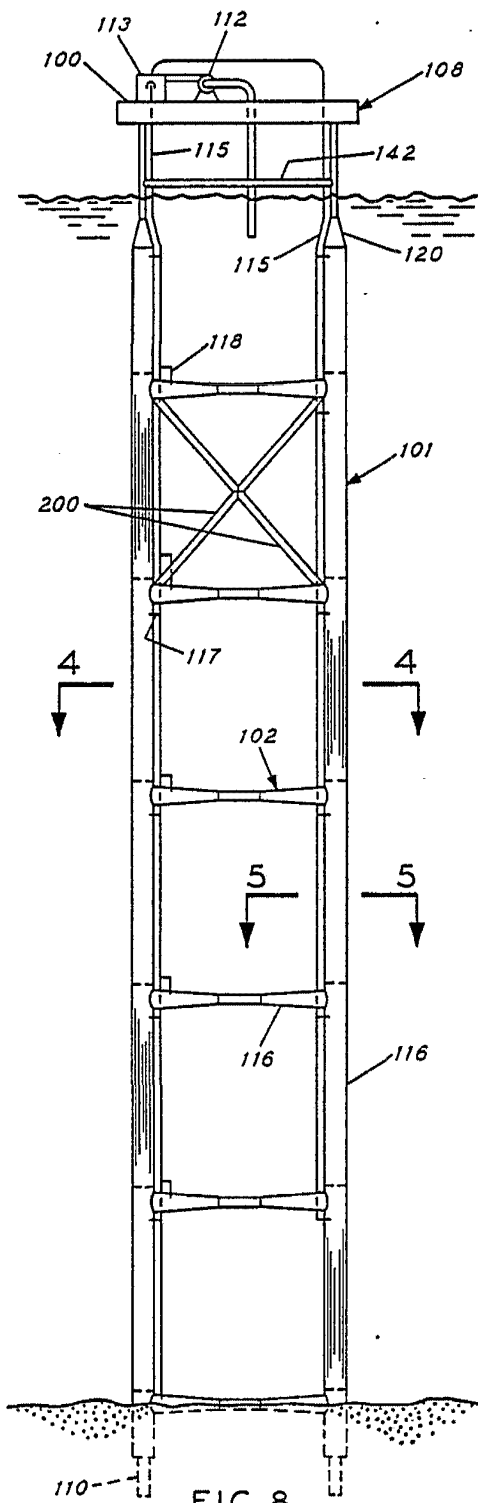


FIG. 8

**ESCALA  
VARIABLE**

21 OCT. 1977

Madrid

J. M. GOMEZ ACEBO Y POMBO

p. p. Firmador J. Suarez Diaz

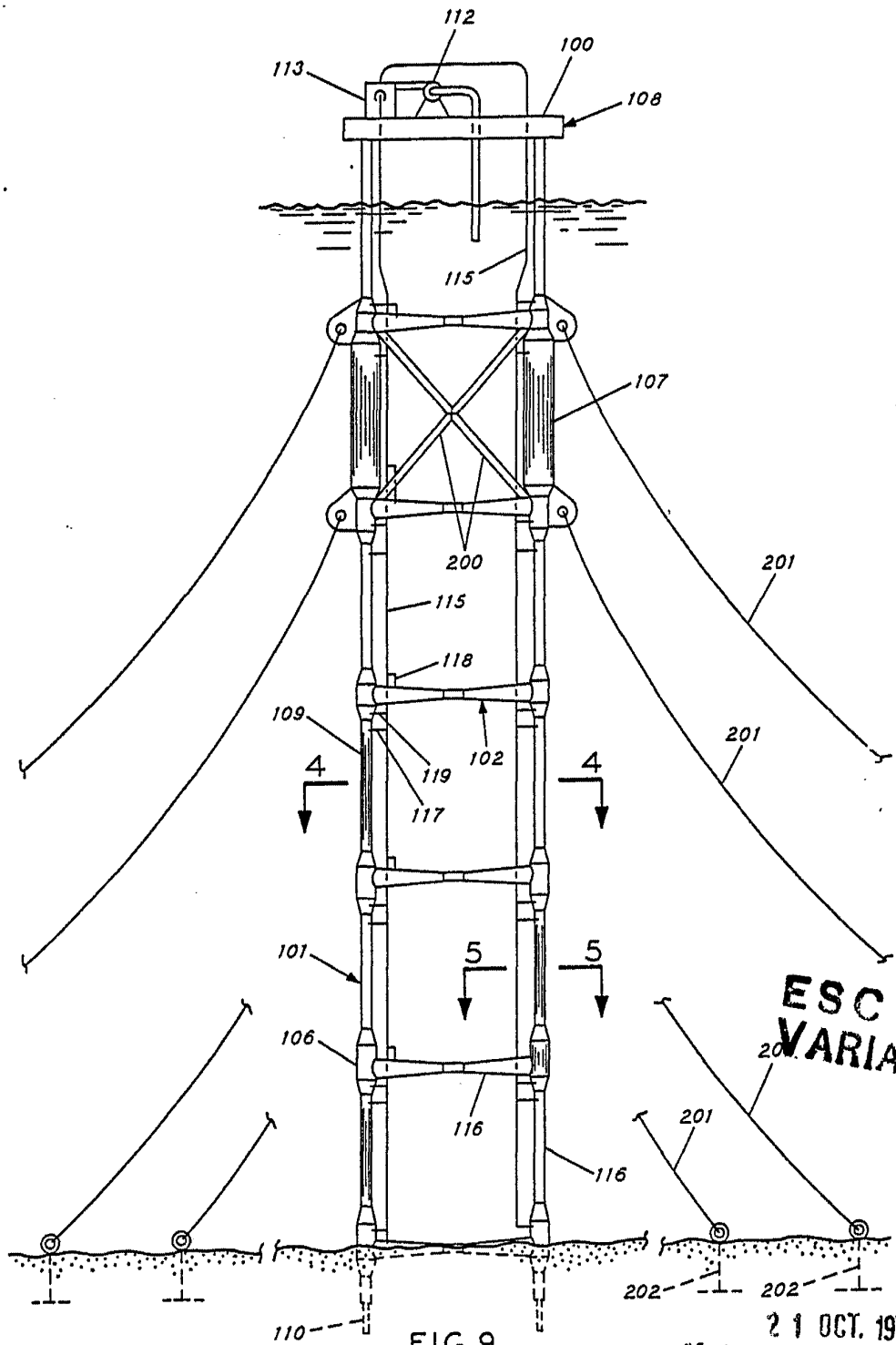


FIG. 9

21 OCT. 1977

Madrid  
COMERCIAL Y TECNICO  
Firmado: *[Signature]*

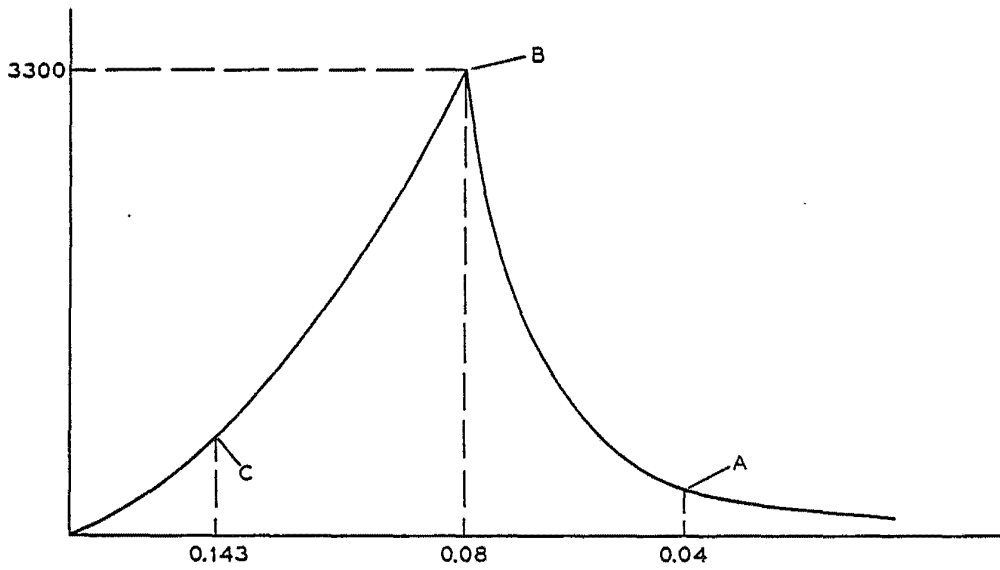


FIG.10

**ESCALA  
VARIABLE**

21 OCT. 1977

Madrid

J. M. GOMEZ GONZALEZ Y PONDO  
p. p. Filmedal J. Santos Diaz