

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 479**

51 Int. Cl.:

**E02B 3/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.11.2010 PCT/EP2010/068000**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2011 WO11064196**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2010 E 10784294 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2504496**

54 Título: **Estructura marítima vertical con cámaras de unidades múltiples para la atenuación de la reflexión del oleaje**

30 Prioridad:

**24.11.2009 ES 200931049**

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

**20.12.2016**

73 Titular/es:

**CYES MARITIME WORKS, S.L. (100.0%)  
C/ Botánico Cavanilles, 28  
46008 Valencia, ES**

72 Inventor/es:

**MEDINA FOLGADO, JOSEP;  
GONZALEZ-ESCRIVA, JOSÉ ALBERTO;  
FORT ALARCON, LISARDO MANUEL;  
MARTINEZ COLLADO, SILVIA MARÍA;  
DE LOS DOLORES BALAGUER, CAMILO;  
PONCE DE LEON CANTAVELLA, DANIEL;  
MANUEL ALONSO, JOSE;  
YAGÜE VALDIVIESO, DIEGO;  
GARRIDO CHECA, JOAQUIN y  
BERRUGUETE NAVARRO, ANTONIO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 594 479 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 marítima vertical con cámaras de unidades múltiples para la atenuación de la reflexión del oleaje

**Objeto de la invención**

5 Dentro del ámbito de las obras marítimas y portuarias, la presente solicitud de Patente de Invención proporciona una estructura adecuada para atenuar la reflexión del oleaje, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La invención es aplicable a estructuras convencionales con paramento exterior vertical, es decir a estructuras marítimas verticales, incluyendo muelles y diques de abrigo verticales. Específicamente la invención es aplicable a muelles y diques verticales construidos a partir de cajones prefabricados de hormigón armado con celdas interiores de aligeramiento, en adelante estructuras de cajones, y a muelles hechos de bloques de hormigón, en adelante estructuras de bloques.

**Antecedentes de la invención**

15 Los muelles convencionales son estructuras marítimas para el atraque de buques y embarcaciones, que ofrecen un paramento vertical muy reflejante al oleaje y oscilaciones del agua en la dársena o área de flotación en la que se encuentran. Para atenuar la reflexión del oleaje y con ello la amplificación de la energía dentro de las dársenas o áreas de flotación próximas, es conocida la incorporación a la estructura de elementos constructivos complementarios para reducir la reflectividad en las áreas de flotación, como taludes protegidos con escollera, playas y muelles claraboya. Asimismo, se han desarrollado una variedad de tipologías de elementos constructivos antirreflejantes que permiten reducir la reflexión de forma más eficiente pero que presentan problemas diversos, destacando principalmente su escasa eficacia para atenuar la reflexión de olas de baja frecuencia y periodos largos.

20 Así, los diques de abrigo son obras marítimas para reducir hasta casi eliminar la transmisión de la energía del oleaje, generando un espacio abrigado en el que poder establecer muelles, zonas de atraque y amarre y otros elementos útiles. Las tipologías fundamentales son el dique en talud y el dique vertical. El dique en talud cumple la función de abrigo provocando la rotura del oleaje sobre el talud y generando poca reflexión. El dique vertical cumple la función de abrigo reflejando la energía del oleaje incidente. La tipología del dique en talud, con menor reflectividad, es la más conveniente para la navegación y el entorno, aunque en terrenos con cimentación de alta calidad, la tipología vertical reduce los costes de la obra, además de evitar parte de los problemas de aprovisionamiento de materiales y de impacto ambiental, lo que favorece el uso de la tipología vertical frente a la tipología en talud. Para reducir los inconvenientes de la gran reflectividad de los diques verticales, de modo análogo a los muelles se han propuesto a lo largo del tiempo la incorporación de elementos constructivos complementarios. Al igual que en los muelles, en el caso de los diques verticales, se pretende minimizar los daños ambientales generados por el oleaje reflejado a la navegación y a las playas próximas.

25 Las estructuras marítimas verticales están siendo favorecidas por la necesidad de aprovechar los espacios portuarios al máximo y favorecer la operatividad portuaria. La presente invención se dirige a dichas estructuras marítimas verticales y tiene por objeto proporcionar la atenuación de la reflexión del oleaje sin necesidad de incorporar elementos constructivos antirreflejantes complementarios.

35 Para reducir la reflectividad de las estructuras marítimas verticales se han propuesto una serie de modificaciones estructurales a partir de la estructura conocida como de tipo Jarlan. La estructura de tipo Jarlan, que se recoge en la patente US-3118282, consiste en una cámara perforada que disipa, principalmente, la energía del oleaje por desfase del oleaje reflejado respecto del oleaje incidente entre la pared frontal permeable y la posterior impermeable.

40 En todas estas estructuras conocidas derivadas de las de tipo Jarlan los efectos técnicos para proporcionar la atenuación de la reflexión son la disipación de energía por turbulencia y fricción generada en la pared permeable y, sobretodo, la reducción de la reflexión por disipación de energía mediante el proceso de superposición de trenes de oleaje incidentes y reflejados con diferente ángulo de fase, dirección de propagación y orientación en su caso.

45 En el documento de patente ES-2262405, se describe una estructura vertical para la atenuación de la reflexión de las referidas anteriormente. Se trata de una estructura de cajón con al menos dos filas de celdas, en el que las dos primeras celdas se comunican entre sí, formando una cámara de disipación entre un paramento vertical ranurado y una pared posterior impermeable, quedando la cámara de disipación dividida por una abertura intermedia.

50 En el documento de patente JP-2002275855, se muestra una estructura vertical de muelle de bloques en la que se aplica también el concepto de estructura tipo Jarlan con la variante de que la atenuación de la reflexión del oleaje se realiza en una dirección transversal en vez de perpendicular al paramento vertical. La propia forma de los bloques permite que la cámara de disipación en vez de extenderse en la dirección perpendicular al paramento frontal de la estructura vertical, en el que incide el oleaje a atenuar, se extiende con cierta inclinación respecto a éste, y al igual que en dicha invención con una abertura intermedia.

55 Otras estructuras marítimas verticales conocidas adecuadas para reducir la reflectividad son tales como una fila de pilotes con una cierta permeabilidad (JP-62170606), pantallas múltiples ranuradas (US-4154548) o pantallas

múltiples crecientes frente a los diques y muelles (EP-88440048).

Sin embargo, todas las soluciones antirreflejantes existentes para estructuras marítimas verticales presentan el inconveniente de su escasa eficacia para reducir la reflexión del oleaje de baja frecuencia. La ineficacia frente a las olas de baja frecuencia se deriva del hecho de que la ola incidente tiene una primera reflexión en el paramento frontal o parte de la estructura más adelantada y la última reflexión en la parte más atrasada alcanzada por el flujo; si el tiempo de ida y vuelta del flujo entre el paramento frontal y el trasero es mucho menor que la mitad del periodo de la ola incidente, no hay interferencia significativa entre reflexiones y la eficacia antirreflejante es baja. En otras palabras, si la anchura de la zona antirreflejante del dique o muelle es mucho menor que la cuarta parte de la longitud de ola, la efectividad antirreflejante es muy baja. Ello conlleva la necesidad de reservar mucho espacio para la zona antirreflejante generando elevados costes de construcción con respecto a las tipologías convencionales. Así para construir diques verticales o muelles antirreflejantes que sean eficaces frente a oleaje de baja frecuencia, con periodos de olas altas asociados a grandes temporales y oleaje de fondo con longitudes de ola de más de 100 metros, sería necesaria una anchura de la zona antirreflejante mayor de 10 metros, inviable en la mayoría de muelles de bloques e inviable o muy costoso en diques o muelles de cajones al afectar a más de dos filas de celdas. Para frecuencias más bajas, con periodos de más de 30 segundos asociados a oleaje, grupos de olas, resonancia de dársenas y otras olas de baja frecuencia, los bloques, que habitualmente tienen pocos metros de anchura, y los diques de cajones, que habitualmente tienen hasta 20 metros de anchura, no ofrecen la posibilidad de construir zonas antirreflejantes de anchura suficiente para atenuar la reflexión de las olas de baja frecuencia.

En resumen, el problema técnico planteado en la presente invención es proporcionar una estructura marítima o portuaria vertical adecuada para la atenuación de la reflexión del oleaje y eficiente para el oleaje y las olas de baja frecuencia.

### **Descripción de la invención**

Para poder atenuar el oleaje y las olas de baja frecuencia en estructuras marítimas verticales como muelles y diques verticales con las anchuras y métodos constructivos habituales, la invención incorpora diferentes cámaras de disipación con lo que se persigue la implementación de los efectos técnicos de las estructuras de tipo Jarlan. Novedosamente, las diferentes cámaras de disipación se extienden horizontalmente formando circuitos de varias unidades, de celdas o de bloques, a lo largo de diferentes direcciones permitiendo una extensión del recorrido de la circulación del flujo inducido por el oleaje, y aumentando así la eficacia antirreflexiva frente a las olas de frecuencias más bajas.

Para una mejor comprensión de la presente invención, se introducen los siguientes conceptos que definen la estructura marítima vertical, objeto de la invención. Por "unidad" se entiende el bloque hueco en el caso de muelle de bloques y la celda en el dique o muelle de cajones de celdas; por "cámara de disipación" se entiende el conjunto de unidades interconectadas entre sí formando un circuito y aislado, a su vez, de otras "cámaras de disipación"; por "circuito" se entiende el espacio o la trayectoria recorrida por el flujo del oleaje a través de una cámara de disipación desde su incidencia hasta su disipación parcial y/o salida del sistema de atenuación en función de las características de la cámara establecida; por "frontal" se entiende la superficie delantera de la estructura vertical en la que incide el oleaje; por "lateral", se entiende cualquiera de las superficies verticales o sensiblemente verticales situadas en el interior de la cámara de disipación paralelamente a la dirección de circulación del flujo de oleaje; por "pared posterior" se entiende la superficie situada al final de la cámara de disipación; "superior" e "inferior" se refieren a las superficies horizontales o sensiblemente horizontales situadas encima y debajo de la cámara de disipación según la dirección de circulación; por "zona antirreflejante" se entiende el volumen con huecos de la estructura marítima vertical situada junto al paramento frontal que se destina a la atenuación de la reflexión y en la que se distribuyen las cámaras de disipación; y por "anchura de la zona antirreflejante" se entiende la máxima distancia en dirección perpendicular al paramento frontal entre dicho paramento y el punto más separado de la zona antirreflejante respecto a aquel.

La estructura marítima de la invención comprende una o varias cámaras de disipación abiertas por el paramento frontal. Cada cámara de disipación está formada por una pluralidad de unidades interconectadas a través de unas aberturas intermedias, extendiéndose horizontalmente en al menos dos direcciones de circulación distintas. La anchura típica de la cámara de disipación, medida perpendicularmente al flujo de oleaje, es de al menos una unidad, es decir la anchura que tiene la celda o el bloque tal como se dispone en la estructura. Por otra parte, la longitud de cada cámara de disipación viene determinada por la distancia recorrida por el flujo de oleaje en la cámara de disipación entre la superficie frontal y la posterior, o la mitad de la longitud del circuito de unidades si la cámara tiene dos aberturas frontales y carece de pared posterior.

La presente invención tiene por lo tanto como objeto una estructura marítima vertical para la atenuación de reflexión de oleaje de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende:

- una zona antirreflejante, que incorpora una o varias cámaras de disipación, aisladas entre sí, abiertas por una o varias aberturas frontales del paramento frontal de la estructura;
- una o varias cámaras de disipación, que están formadas por una pluralidad de unidades interconectadas a través

de aberturas intermedias entre dichas unidades adyacentes,

- paredes laterales y posterior impermeables de cada cámara de disipación que pueden contener piezas adicionales para aumentar las pérdidas de energía por fricción dentro de la cámara.

- la anchura de la cámara de disipación, siendo de al menos una unidad y

5 - la cámara de disipación, extendiéndose longitudinalmente en horizontal y a lo largo de al menos dos direcciones de circulación distintas.

Las unidades pueden ser celdas cuadradas, rectangulares o circulares, o bloques, cuadrados o rectangulares.

10 Según realizaciones particulares, la estructura marítima es un dique o muelle de cajones con celdas y en la que cada cámara de disipación está formada por una pluralidad de celdas interconectadas a través de aberturas intermedias entre celdas adyacentes, siendo las paredes laterales y posterior de la cámara de disipación impermeables.

La estructura marítima es un muelle de bloques en el que cada cámara de disipación está formada por una pluralidad de bloques huecos interconectados a través de unas aberturas intermedias entre bloques adyacentes, siendo las paredes laterales y posterior de la cámara de disipación impermeables.

15 La longitud de la cámara de disipación es mayor que la anchura de la zona antirreflejante de la estructura. Según realizaciones particulares dicha longitud es de al menos dos unidades de celda o bloque.

20 En la estructura marítima de la invención tanto la abertura frontal como las aberturas intermedias de las cámaras de disipación pueden ser ventanas, ranuras u orificios. Preferentemente, dichas aberturas tienen una permeabilidad tal que se mantiene constante o decrece en el recorrido de la cámara de disipación recorrida desde la abertura frontal hacia la pared posterior, o hacia la mitad de la longitud de la cámara de disipación si carece de pared posterior y tiene dos aberturas frontales.

Las celdas de la estructura marítima de cajones pueden tener distintas configuraciones definidas por secciones en planta tales como cuadradas, rectangulares, circulares o poligonales, siendo las más empleadas en la actualidad cuadradas o circulares.

25 Para el caso de que la estructura se forme con unidades - celdas o bloques - cuadradas, las direcciones de circulación se definen en la presente memoria como las diferentes direcciones paralelas a las paredes laterales de cada cámara de disipación, estando cada dirección definida por al menos dos unidades, celdas o bloques. Para el caso de que la estructura se forme con unidades circulares, las direcciones de circulación se definen en la presente memoria como las direcciones paralelas al plano vertical tangente exterior a las unidades circulares que configuran la pared lateral de la cámara de disipación, estando cada dirección definida por al menos dos unidades. Análogamente se definiría el concepto de dirección de circulación cuando las unidades no fueran circulares o cuadradas, con objeto de referirse a una dirección de circulación principal del flujo de oleaje.

30 La invención proporciona cámaras de disipación que forman circuitos de unidades de longitud mayor que la anchura de la zona antirreflejante del dique o muelle. El número y la longitud óptima de las cámaras de disipación que albergan los circuitos antirreflejantes de unidades múltiples en diques y muelles dependerá del clima marítimo y oleaje incidente, por un lado, y de las características de los buques y embarcaciones, por otro. Cuando las olas incidentes cuya reflexión se desea atenuar no tengan baja frecuencia, puede ser conveniente utilizar simplemente la disposición de cámaras convencionales tipo Jarlan con una anchura de la zona antirreflejante mayor del 10% de la longitud de ola. Si se desea atenuar olas de muy baja frecuencia, como son las olas de resonancia en dársenas, entonces serán especialmente apropiados los circuitos antirreflejantes de unidades múltiples de gran longitud; en este caso, aunque el paramento frontal de la estructura vertical resultaría impermeable en su mayor parte para una anchura de zona antirreflejante fijada, las pocas zonas permeables serán muy eficaces en la reducción de la reflexión de olas de muy baja frecuencia.

35 La presente invención da una respuesta eficaz al problema de reducir la reflectividad de muelles y diques verticales frente al oleaje y olas de periodos altos, sin incrementar la anchura de la zona antirreflejante de la estructura. Constituye además una solución factible desde el punto de vista constructivo, a la vez que económicamente viable. Además, las cámaras de disipación con circuitos antirreflejantes de unidades múltiples objeto de la invención son aplicables no sólo a estructuras verticales de bloques o de cajones, sino también a contornos de dársena, espaldones, canales de navegación y, en general, estructuras de paramento sensiblemente vertical para las que se desee reducir su reflectividad frente al oleaje y oscilaciones del mar de baja frecuencia tales como oleaje y oscilaciones asociadas a grandes temporales, olas de resonancia en dársenas, etc.

45 Más concretamente, las cámaras de disipación con circuitos de unidades múltiples de la presente invención, se pueden definir para dos tipos de estructuras verticales: (a) estructuras verticales de cajones para diques o muelles a más de 10 metros de profundidad y (b) estructuras verticales de bloques para muelles construidos en dársenas a menos de 18 metros de profundidad. En el caso de las estructuras de cajones, la parte superior de la fila o las filas

55

frontales de celdas de dichos cajones se modifica hasta una cierta profundidad para formar celdas inundables conectadas entre sí creando circuitos, aislados a su vez de otros circuitos; estos circuitos tienen un extremo abierto al exterior en la pared frontal y otro extremo cerrado e impermeable comprendiendo una longitud aproximada del 10% al 20% de la longitud de ola media de las olas cuya reflexión se quiere reducir, o bien dos extremos abiertos al exterior en la pared frontal, de una longitud aproximada del 20% al 40% de la longitud de ola media de las olas cuya reflexión se quiere reducir. En el caso de muelles de bloques, se pueden fabricar "in situ" o utilizar elementos modulares antirreflejantes prefabricados previamente en tierra para sustituir la fila o filas superiores de bloques creando con ellos cámaras de disipación con circuitos de bloques de mayor longitud que la unidad de bloque en el muelle; en caso de utilizar bloques huecos, los elementos sólo tendrán dos caras verticales permeables por donde pueda fluir el agua al siguiente bloque del circuito, excepto el elemento situado en el extremo de cada circuito que sólo tendrá la cara permeable de entrada a una unidad sin conexiones con otras unidades en el plano horizontal.

De esta forma, aunque el muelle o dique tenga una zona antirreflejante de pocos metros de anchura – típicamente 4 metros en muelles de bloques y 7 metros en muelles y diques de cajones -, las cámaras de disipación con circuitos de unidades múltiples permiten una reducción eficaz de la reflexión de olas de periodos altos y no sólo de olas de acompañamiento y periodos pequeños de oleaje. Por otro lado, la posibilidad de disponer de circuitos de unidades múltiples de mayor o menor longitud con la misma anchura de zona antirreflejante en diques y muelles, permite adaptarse a las condiciones locales del oleaje y las olas largas que inciden sobre la estructura, lo que posibilita, por tanto, realizar diseños óptimos específicos adaptados a las condiciones locales de cada tramo de obra. Por ejemplo, los cajones utilizados en el dique de abrigo de un puerto comercial pueden tener circuitos de unidades múltiples de una gran longitud, adecuada para reducir la reflectividad de los temporales máximos anuales más frecuentes, que suelen ser los responsables habituales del cierre del puerto; los cajones utilizados en los muelles más expuestos al oleaje que penetra desde la bocana pueden tener circuitos de celdas múltiples de menor longitud, adecuada para reducir la reflectividad de los temporales que mayor agitación interior generan cada año, y los cajones situados en zonas muy abrigadas del puerto pueden tener circuitos de unidades múltiples de mucha mayor longitud, adecuada para reducir la reflectividad de las olas largas asociadas a los grupos de olas de los temporales, la resonancia de dársenas y otras olas de baja frecuencia. Es decir, en lugar de tener que aplicar prácticamente la misma solución en cualquier situación, las cámaras de disipación con circuitos de unidades múltiples permiten adaptar fácilmente los cajones o bloques para obtener la reducción de reflectividad idónea en cada tramo de dique o muelle de un puerto sin ampliar la anchura de la zona antirreflejante.

A diferencia de los sistemas antirreflejantes convencionales con cámaras de disipación de una o dos unidades, en los que la permeabilidad óptima del paramento frontal e intermedio se sitúa alrededor del 30% e influye de manera determinante en la reducción de la reflexión, en los circuitos de unidades múltiples las permeabilidades óptimas son mayores y, en el caso de cajones con celdas circulares y cuadradas o rectangulares, la permeabilidad máxima vendrá normalmente limitada por razones constructivas. Deben cuidarse dos reglas generales para establecer las permeabilidades dentro de cada circuito: (a) las permeabilidades de entrada a cada unidad deben mantenerse o decrecer desde el paramento exterior hacia el interior y (b) deben buscarse permeabilidades medias mayores si la longitud de la cámara de disipación es mayor y la profundidad del agua dentro de las cámaras es menor. Aproximadamente puede usarse la relación porosidad media =  $20\% + 10\% [N^{1/2} + (h/hc)^{1/4}]$ , donde N es la longitud de la cámara de disipación medida en número de unidades del circuito y h/hc es la relación entre la profundidad media de la dársena en la que se encuentra la estructura marítima vertical y la de la cámara de disipación. Así por ejemplo, si la profundidad de la cámara de disipación es un quinto de la profundidad de la dársena, h/hc = 5 y si la cámara de disipación está compuesta por un circuito formado por una unidad abierta frontal, cuatro intermedias y una posterior, el circuito final tiene una longitud de N = 6 unidades, entonces las permeabilidades óptimas son aproximadamente p1 y p2 = 70% para la entrada a la unidad frontal y la unidad contigua, p3 y p4 = 60% para las entradas de la tercera y cuarta unidad del circuito, y p5 y p6 = 50% para la entrada a la quinta unidad y la entrada a la unidad posterior. Si la cámara de disipación no tiene unidad posterior cerrada y está formada por dos unidades abiertas a la pared frontal y cuatro intermedias, la longitud efectiva es la mitad, N = 6/2, ya que el flujo penetra desde el paramento frontal hacia el interior y las permeabilidades aproximadas que deben usarse son 55% para las entradas a las dos unidades abiertas al paramento frontal, 50% para las entradas de las unidades contiguas a las frontales y 45% para el resto de conexiones entre unidades internas de la cámara de disipación.

Con objeto de aumentar la estabilidad y los mecanismos de disipación de energía dentro de las cámaras de disipación, las unidades pueden llenarse parcialmente de elementos resistentes tales como piedras, piezas prefabricadas u otros elementos específicos que aumenten la pérdida de energía por fricción y el peso de la estructura.

Así pues, las celdas parcialmente abiertas y conectadas de las estructuras de cajones para diques y muelles, o bien los bloques de los muelles, pueden formar cámaras de disipación con circuitos de unidades múltiples de una longitud mayor que la anchura de la zona antirreflejante para poder reducir eficazmente la reflectividad de oleaje y olas de baja frecuencia y adaptarse mejor a las condiciones locales de agitación en cada tramo de muelle o dique. Puede decirse que la efectividad antirreflejante de los circuitos de unidades múltiples depende fundamentalmente de tres factores: (a) la anchura de la zona antirreflejante, (b) la profundidad del agua dentro de las cámaras de disipación y (c) la longitud de los mismos; los dos primeros factores suelen venir condicionados por razones constructivas y el tercer factor es el que debe decidirse en cada caso para reducir con la mayor eficacia posible el oleaje y las olas incidentes en cada tramo de obra.

La formación de cámaras de disipación con circuitos de unidades múltiples en cajones para diques y muelles lleva implícito el aislamiento horizontal de unos circuitos de otros, ya que las celdas de los cajones están aisladas y sólo se abren o conectan las celdas correspondientes a cada circuito de la longitud deseada para provocar un flujo de entrada y salida básicamente horizontal. En el caso de circuitos de unidades múltiples formados en muelles de bloques, hay que cuidar que no haya conexión entre bloques de diferentes circuitos; los circuitos de unidades de bloques se definen en el plano horizontal y pueden tener conexiones verticales entre pares de bloques o elementos situados unos encima de otros, pero no puede haber flujo a través de conexiones horizontales entre bloques de diferentes circuitos. Como regla general, tampoco debe haber comunicación entre unidades de la misma cámara de disipación que no se hayan definido como contiguas dentro del circuito de unidades, ya que ello reduciría la longitud efectiva del circuito.

### **Descripción de los dibujos**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1.- Muestra una representación de una estructura marítima vertical de celdas a la cual se dirige la presente invención, correspondiendo en concreto a un muelle de cajones, en perspectiva (1A) y en sección del alzado (1B).

La figura 2.- Muestra una representación de una estructura marítima vertical de bloques a la cual se dirige la presente invención, en perspectiva (2A) y en sección del alzado (2C). También se muestran dos tipologías diferentes de elementos de bloque para formar las cámaras de disipación de unidades múltiples (2B).

La figura 2B muestra dos bloques típicos, uno preferente de la fila delantera (el de ranuras) y otro preferente de la fila trasera.

La figura 3.- Muestra una representación de un dique de abrigo vertical de cajones con celdas cuadradas según la invención, en perspectiva (3A) y en planta esquemática (3B), con una zona antirreflejante de 2 celdas de anchura y donde se han formado circuitos de unidades múltiples de diversas longitudes: 6 unidades (B-B'), 5 unidades (D-D'), 4 unidades (A-A') y 3 unidades (C-C), que permite reducir la reflexión de olas de un amplio rango de periodos.

La figura 4.- Muestra una representación de un dique vertical de cajones con celdas circulares según la invención, en perspectiva (4A) y en planta esquemática (4B), con una zona antirreflejante de 2 unidades de anchura y donde se han formado circuitos de unidades múltiples de diversas longitudes: 4 unidades (A-A', C-C' y D-D') y 3 unidades (BB').

La figura 5.- Muestra una representación de un muelle de cajones de celdas cuadradas según la invención, en perspectiva (5A) y en planta esquemática (5B), con una zona antirreflejante de 2 unidades de anchura y donde se han formado circuitos de unidades múltiples de la misma longitud: 4 unidades (A-A', B-B', C-C' y D-D'). Las celdas que forman el circuito BB' cuentan además con elementos que incrementan la rugosidad en el lecho de la cámara de disipación y que, como se ha comentado en la presente memoria, aumentan las pérdidas de la energía del oleaje por fricción.

La figura 6.- Muestra una representación de un muelle de cajones de celdas cuadradas según la invención, en perspectiva (6A) y en planta esquemática (6B). En la figura 6B, se muestra el muelle con una zona antirreflejante de 2 unidades de anchura y donde se han formado tres circuitos de unidades múltiples largos de 5 unidades de longitud (AA', C-C' y E-E'), tres unidades aisladas (B-B', D-D' y F-F'). Estas soluciones son apropiadas para reducir la reflexión tanto de olas de periodos altos como también bajos, pero menos eficiente en los periodos intermedios.

### **Descripción de la realización preferente de la invención**

Las figuras 1, 2 y 3 muestran estructuras marítimas verticales a las que se dirige la invención: muelle de cajones (figura 1), muelle de bloques (figura 2) y dique vertical de cajones (figura 3).

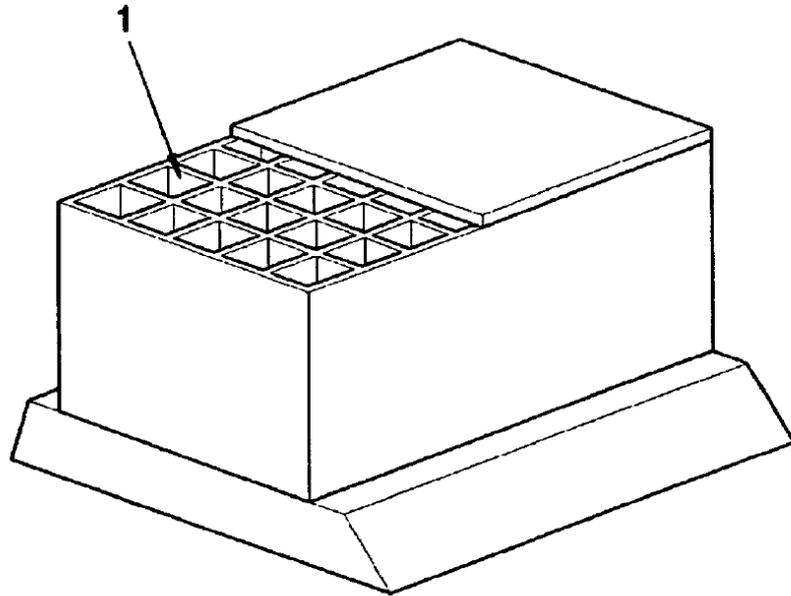
En las figuras 3, 4, 5 y 6, puede observarse como las cámaras de disipación con los circuitos de unidades múltiples (6) se pueden formar a partir de una estructura de cajones de celdas (1) cuadradas (figuras 3, 5 y 6) o circulares (figura 4) realizando aberturas frontales (4) en el paramento frontal (3) y aberturas intermedias (5), incluyendo ventanas (10), ranuras (11) u orificios (12) en la zona próxima al nivel medio del mar, formando así cámaras de disipación (6) con un número de unidades adecuado para el periodo de las olas cuya reflexión se desea reducir.

Análogamente, se formarían las cámaras de disipación con circuitos de unidades múltiples (6) en estructuras marítimas verticales de bloques (2), disponiendo los elementos huecos tipo bloque con aberturas frontales (4) y aberturas intermedias (5) incluyendo ventanas (10), ranuras (11) u orificios (12) como se muestran en la figura 2A, a través de las que se interconectan los distintos bloques que forman la cámara de disipación (6) con el circuito de la longitud deseada.

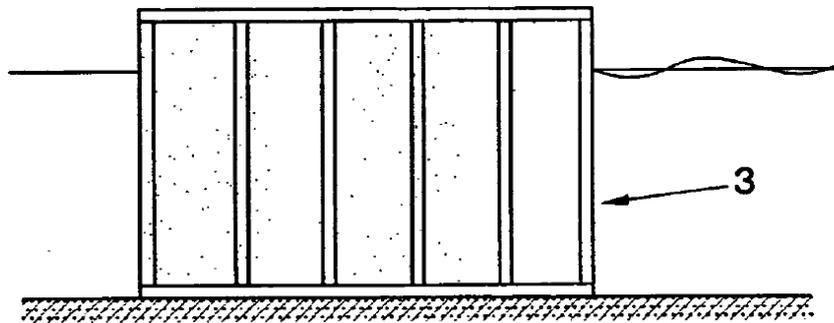
- 5 Las cámaras de disipación con los circuitos de unidades múltiples pueden formarse de longitudes variadas como en la figura 3 para ser eficaces en la atenuación de la reflexión de olas de un amplio rango de frecuencias bajas y no ser mucho menos eficaces en la atenuación de la reflexión de olas de frecuencias altas. Las aberturas intermedias (5) de las celdas (1) o bloques (2) pueden ser de tipo ventana (10) (figuras 3 y 4), ranuras (11) (figuras 5A y 5B) y orificios (12) (figuras 6A y 6B).
- 10 Los circuitos de unidades múltiples o cámaras de disipación (6) también pueden formarse de longitudes similares como en la figura 5 para ser más eficaces en la atenuación de la reflexión de olas en un rango no muy amplio de frecuencias bajas y ser menos eficaces en la atenuación de la reflexión de olas de frecuencias altas.
- 15 Las cámaras de disipación con los circuitos de unidades múltiples (6) pueden formarse de longitudes iguales con circuitos repetitivos como se muestra en la figura 5B, que siempre atenuarán de forma más eficaz la reflexión de las olas de mayor periodo y de forma menos eficaz las olas de menor periodo.
- 20 Las cámaras de disipación con circuitos largos de muchas unidades pueden construirse junto con unidades antirreflejantes aisladas como en la figura 6B para ser eficaces simultáneamente en la atenuación de la reflexión de olas de frecuencia muy baja, como el oleaje de fondo y también de olas de frecuencia muy alta, como las olas de acompañamiento de buques. Las aberturas intermedias (5) entre celdas (1) o bloques (2) contiguos de la misma cámara de disipación han de ser permeables. Como regla general, tendrán menor permeabilidad las paredes frontales de las celdas o bloques aislados y las paredes entre las unidades más internas de los circuitos de unidades múltiples, siendo de mayor permeabilidad las paredes entre unidades de circuitos más largos y entre unidades más próximas al paramento frontal.
- 25 Finalmente, los circuitos de unidades múltiples pueden ser muy largos para tener la máxima eficacia en la atenuación de la reflexión de olas de más baja frecuencia, como las olas de resonancia de dársenas, aunque resulten muy poco eficaces para atenuar la reflexión de las olas de acompañamiento de alta frecuencia.
- Las celdas o bloques de la cámara de disipación pueden rellenarse parcialmente de elementos que incrementan la rugosidad del lecho de la cámara de disipación como piedras (14) u otros elementos como se muestra en la figura 5A para aumentar la pérdida de energía por fricción en el flujo de entrada y salida del circuito, colaborando en la atenuación de la energía reflejada.

**REIVINDICACIONES**

1. Estructura marítima vertical para la atenuación de la reflexión del oleaje, que comprende un paramento frontal (3), una zona antirreflejante (9) situada cerca del paramento frontal (3) para atenuar la reflexión de oleaje, y que incorpora varias cámaras de disipación (6),
- 5 en la que las cámaras de disipación están abiertas en el paramento frontal (3) a través de unas aberturas (4), (10), (11), (12), realizadas en el paramento frontal (3) de la estructura,
- en la que cada cámara de disipación (6) está formada por un conjunto de unidades seleccionadas entre celdas (1) o bloques (2) de la estructura, y en la que unidades adyacentes de cada cámara de disipación (6) están interconectadas a través de aberturas intermedias (5),
- 10 en la que las cámaras de disipación tienen paredes laterales y posteriores (7) impermeables,
- en la que cada cámara de disipación tiene una anchura de al menos una celda (1) o bloque (2); y en la que cada cámara de disipación se extiende horizontalmente en la estructura formando circuitos,
- caracterizada porque** las cámaras de disipación (6) están aisladas entre sí, en la que los circuitos están formados por varias celdas (1) o bloques (2) interconectados con al menos dos diferentes direcciones de circulación (8),
- 15 y en la que la longitud de una cámara de disipación es más larga que la anchura de la zona antirreflejante (9) de la estructura, en la que dicha anchura de la zona antirreflejante (9) se extiende desde el paramento frontal vertical (3) hasta el punto más distante de la zona antirreflejante (9) en una dirección perpendicular al paramento frontal vertical (3).
- 20 2. Estructura marítima vertical para la atenuación de la reflexión del oleaje según la reivindicación 1, **caracterizada porque** las unidades son seleccionadas entre celdas y bloques cuadrados, rectangulares o circulares, con sección cuadrada o rectangular.
3. Estructura marítima vertical según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las aberturas frontales (4) y las aberturas intermedias (5) se seleccionan del grupo consistente en ventanas (10), ranuras (11) y orificios (12).
- 25 4. Estructura marítima vertical según la reivindicación 3, **caracterizada porque** las aberturas frontales (4) y las aberturas intermedias (5) tienen una permeabilidad tal que se mantiene constante o decrece en la dirección de la longitud de la cámara de disipación recorrida desde la abertura frontal (4) hacia el interior.
5. Estructura marítima vertical según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la cámara de disipación (6) contiene elementos específicos (14) que incrementan la rugosidad del lecho de la cámara para aumentar la fricción y la pérdida de energía del oleaje incidente.
- 30 6. Uso de la estructura marítima vertical, definida en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, como muelle.
7. Uso de la estructura marítima vertical, definida en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, como dique de abrigo.
- 35 8. Uso de la estructura marítima vertical, definida en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, como espaldón.
9. Uso de la estructura marítima vertical definida en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 5, como margen de canal de navegación.



**FIG. 1A**



**FIG. 1B**

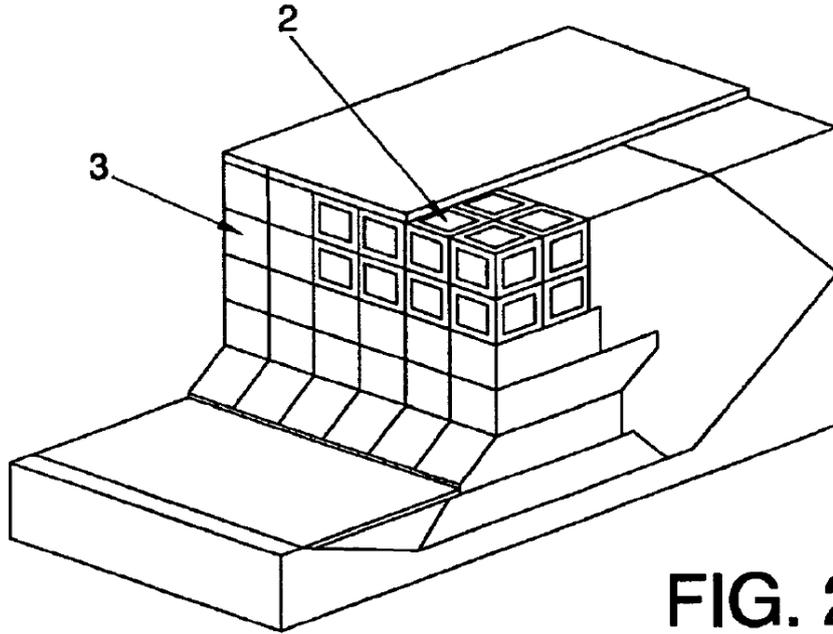


FIG. 2A

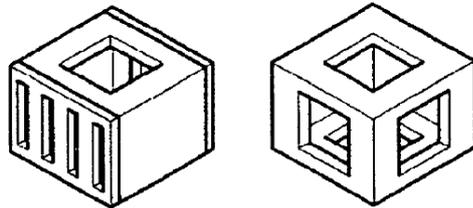


FIG. 2B

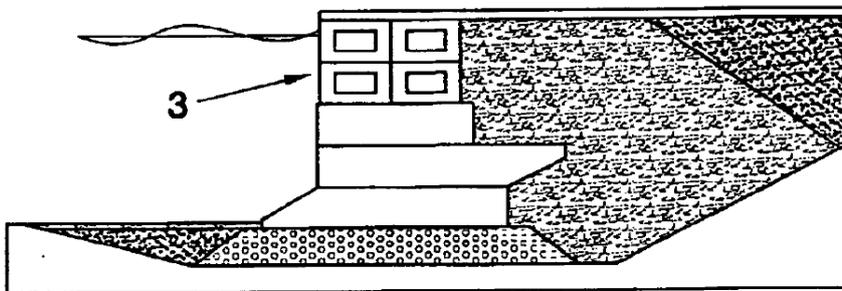
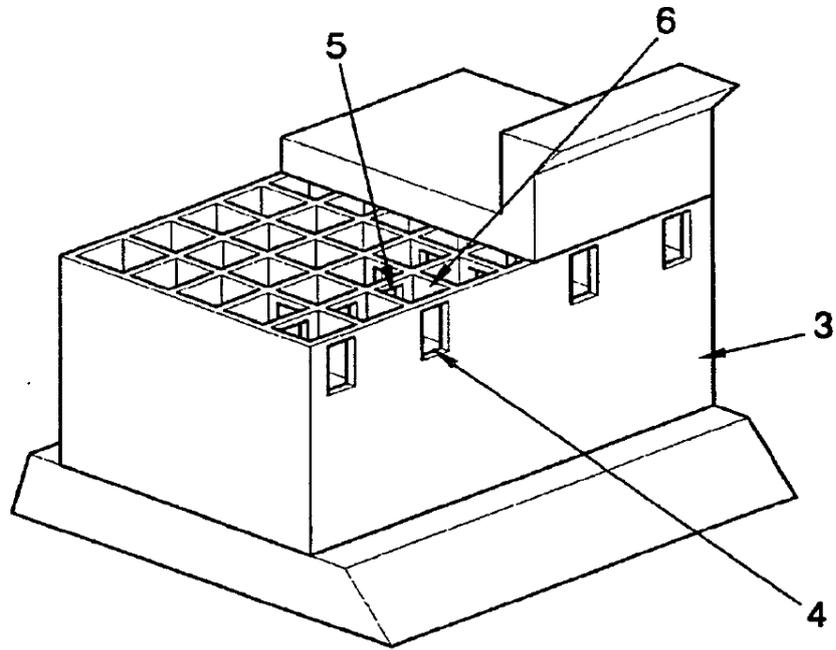
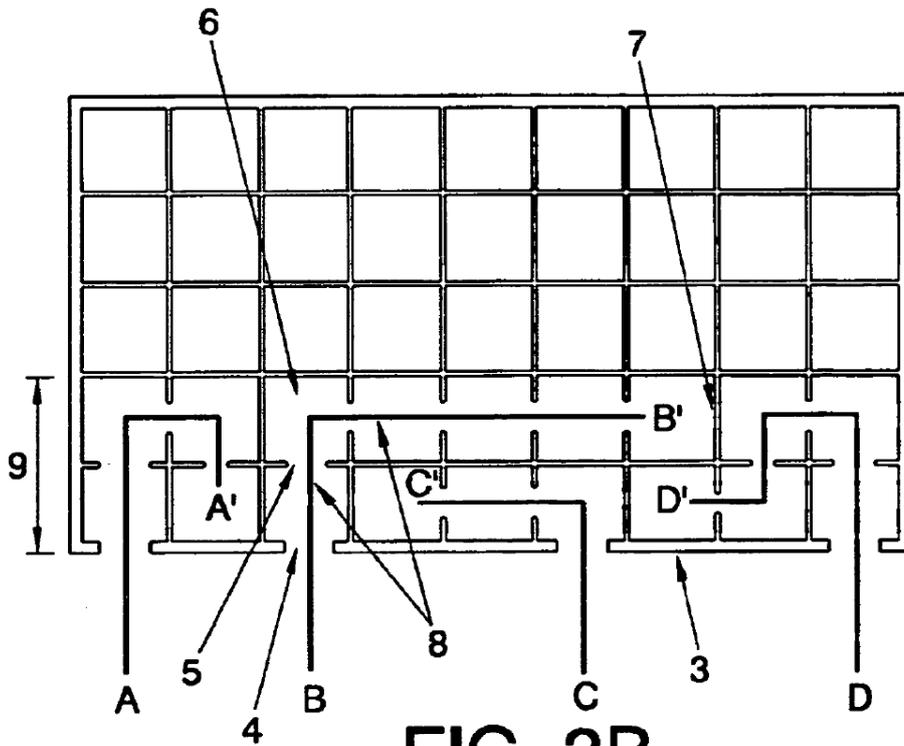


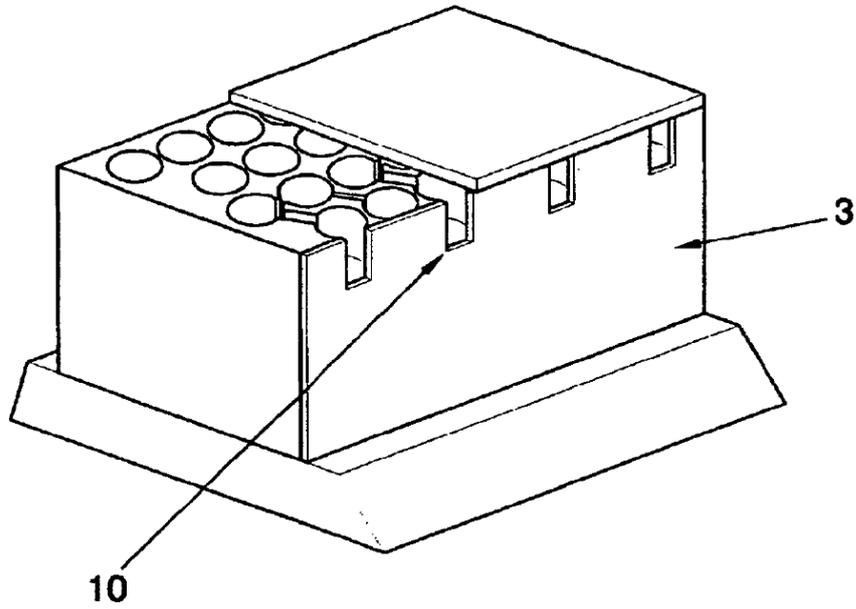
FIG. 2C



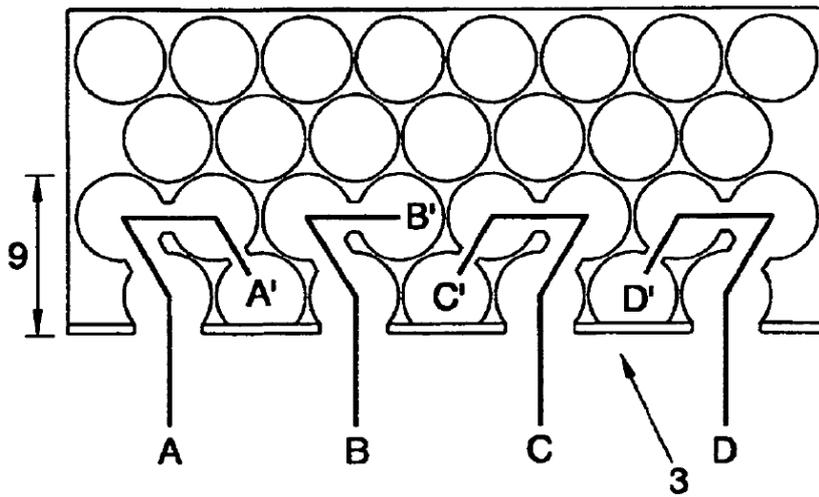
**FIG. 3A**



**FIG. 3B**



**FIG. 4A**



**FIG. 4B**

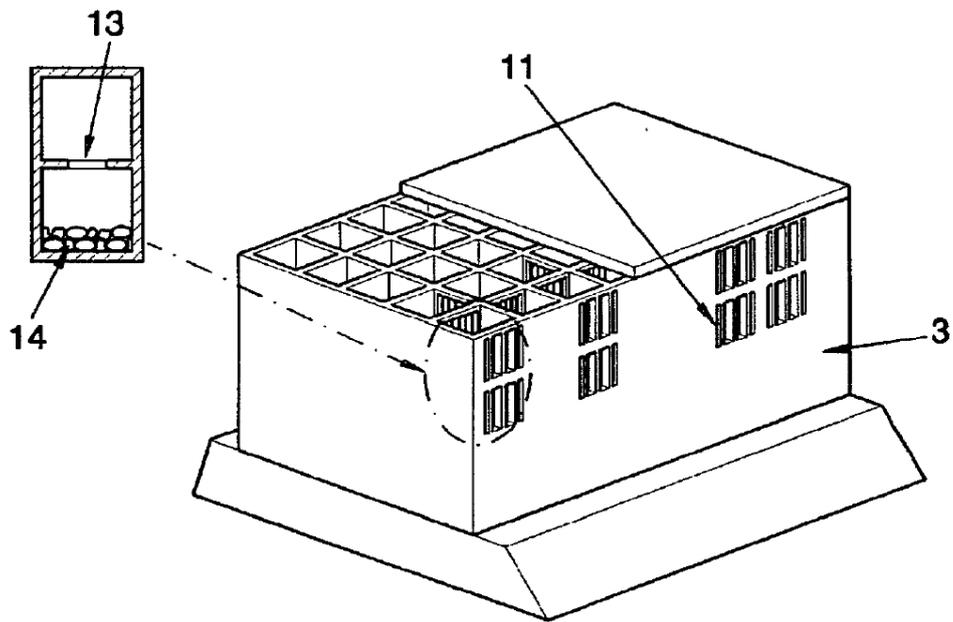


FIG. 5A

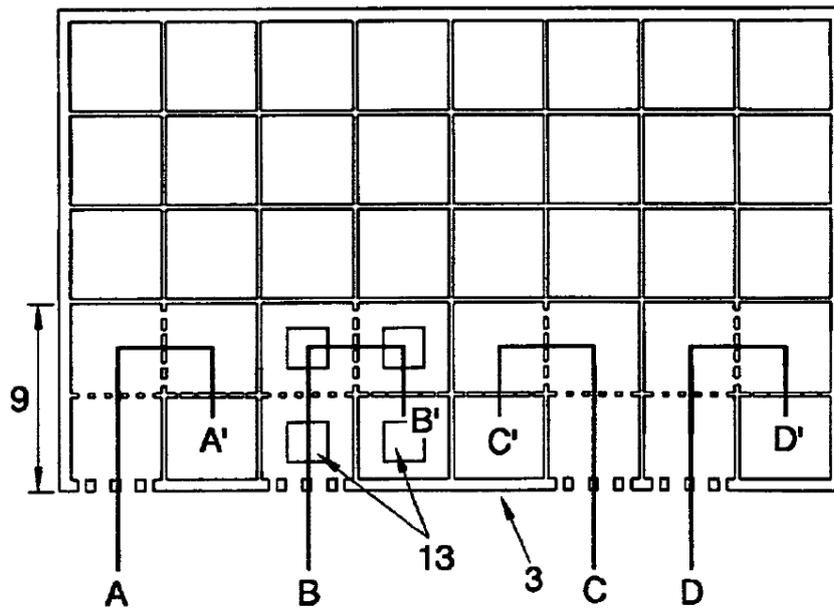


FIG. 5B

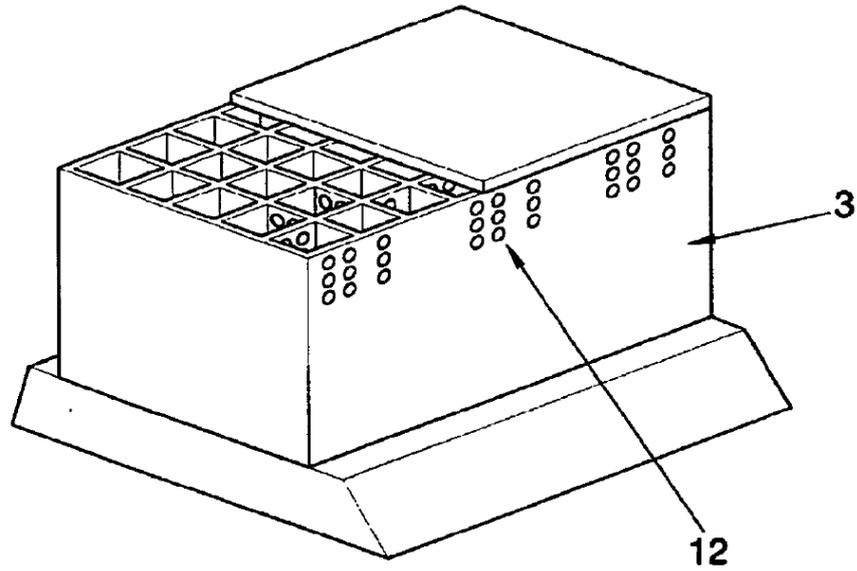


FIG. 6A

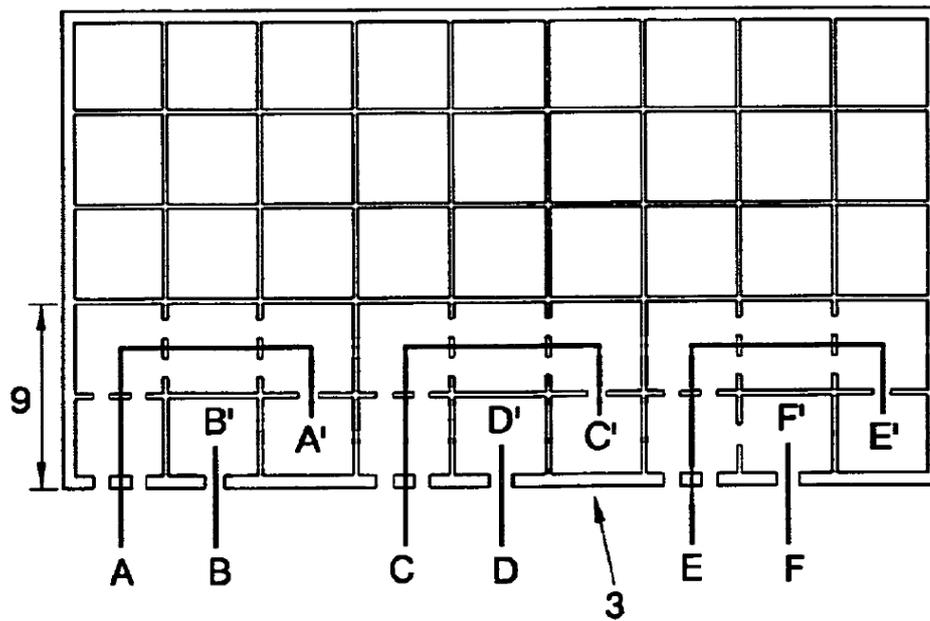


FIG. 6B