

SISTEMA GENERADOR DE OLAS MEDIANTE MODULOS SECUENCIALES

DESCRIPCIÓN

5 Sector de la técnica

La invención se refiere a un sistema generador de olas surfeables en un medio acuático, en particular a un sistema generador de olas por medio de una serie de módulos secuenciales con una disposición y geometría particularmente
10 ventajosas.

Estado de la técnica

En el estado de la técnica se conocen múltiples diseños de aparatos y sistemas para la generación de olas artificiales en un medio acuático, con propósitos deportivos o recreativos. En particular, se conocen diferentes sistemas generadores de olas surfeables, es decir, aptas para la práctica del surf. Por ola surfeable u ola artificial apta para la práctica del surf se consideran comúnmente en el sector aquellas olas capaces de simular ciertas olas rompientes que se producen naturalmente en el mar. Para ello la ola artificial debe ser alta, dinámica, con elevada energía y gradualmente rompiente. Además, preferentemente, la ola ideal debe presentar un tubo en el cual el surfista pueda realizar sus rutinas o técnicas.
15 20

Un ejemplo de un sistema generador de olas surfeables, basado en la tecnología de pistón horizontal, es el descrito en la patente ES2611764B1 a nombre del mismo solicitante que la presente invención. Esta patente describe una laguna provista de un sistema generador de olas artificiales basado en el movimiento serpenteante de una barrera móvil, para la generación de olas en dos zonas de la laguna. La barrera comprende, por ejemplo, una pluralidad de pistones horizontales, paneles u otro tipo de elementos desplazables, que se mueven de forma traslacional hacia delante y hacia atrás con un desfase temporal entre ellos. Los paneles de la barrera empujan el agua circundante de la masa de agua para la generación de olas en dos direcciones de la laguna de olas. Cada panel se extiende sustancialmente desde un suelo de la laguna de olas bajo la barrera hasta una altura por encima de la altura de cresta de la ola, estando accionado
25 30 35

por un sistema de accionamiento independiente dispuesto encima del panel. En distintas realizaciones de esta invención, los pistones o paneles del generador de olas se mueven repetidamente dentro de una masa de agua, mediante movimientos de traslación y/o abatimiento, con respecto a la masa de agua, con el fin de desplazar agua horizontalmente. El generador de olas descrito en la publicación ES2611764B1 es especialmente ventajoso porque proporciona olas surfeables de gran calidad, con un consumo energético altamente eficiente y a un coste viable. Esta eficiente tecnología, que permite la generación de olas a ambos lados de la barrera, puede resultar inviable en instalaciones en las que existe una limitación de espacio para implementar una laguna doble con olas a ambos lados de la barrera móvil.

En el Estado de la Técnica se conocen sistemas alternativos de lagunas para la generación de olas surfeables únicamente en un lado del generador. Un ejemplo se describe en la publicación US11255098B1. El generador está formado por una pluralidad de elementos móviles colocados en serie. La invención es compatible con distintas tecnologías conocidas para la implementación de los elementos móviles, tales como pistones basculantes. Tal y como se explica en esta publicación, cuando se sumerge el pistón en la masa de agua, ambas superficies delantera y trasera del elemento móvil quedan expuestas al agua, de modo que el movimiento del elemento móvil produce olas en la dirección deseada (alejándose de la superficie delantera del generador de olas) pero también en una dirección no deseada (alejándose de la superficie posterior del generador de olas).

La generación de olas traseras es problemática, ya que genera una elevación del nivel de agua en la parte trasera del generador que puede provocar salpicaduras o inundaciones, interferencias indeseadas con la generación de olas deseada y, sobre todo, implica un incremento del consumo energético del generador. Con el fin de solventar este problema, la invención US11255098B1 propone el uso de un desplazador, configurado para moverse de forma sincronizada con el generador de olas, desplazando agua de la parte trasera del generador de olas. De esta forma, se busca compensar los cambios de elevación del agua en dicha zona trasera, de modo que la elevación del nivel del agua detrás del generador de olas se mantenga esencialmente constante, reduciéndose así los requisitos de potencia del sistema de accionamiento. Sin embargo, este sistema basado en desplazadores compensa solo parcialmente el consumo adicional de energía

provocado por la generación de olas traseras en la espalda de los pistones.

Otro ejemplo de generación de olas surfeables mediante elementos móviles secuenciados se divulga en las publicaciones ES2653719T3 Y ES2782698T3. Se propone un método para la generación de olas mediante módulos generadores
5 secuenciales con una disposición escalonada. La línea de escalonamiento que puede ser recta o curva. La primera publicación ES2653719T3 describe una piscina de olas que utiliza múltiples módulos generadores secuenciales colocados de forma escalonada rectilínea, paralela a la línea de rompiente y oblicua a la
10 cresta de la ola. Los módulos generadores se alojan en ubicaciones adyacentes delimitadas lateralmente mediante tabiques divisorios prolongados. Estos tabiques divisorios pueden ser sustancialmente paralelos o presentar un cierto ángulo de divergencia. Los tabiques divisorios posibilitan la formación de múltiples segmentos de ola que confluyen unos con otros para formar una única ola
15 progresiva, apta para surf, minimizándose la formación de turbulencias, interferencias o perturbaciones indeseables en las zonas de convergencia de los segmentos de ola. Para ello, los tabiques divisorios se extienden por delante de cada módulo del generador, confinando la energía de los segmentos de ola a medida que estos segmentos son generados y se desplazan hacia delante antes
20 de confluir con los segmentos de ola adyacentes. Por delante de cada módulo generador de olas, se distinguen tres zonas o áreas de formación de olas con respecto a los tabiques divisorios. La primera zona de formación de olas queda delimitada entre dos los tabiques divisorios por delante de cada módulo. Los segmentos de ola formados se desplazan en esta primera zona, de modo que la
25 energía de los segmentos de ola queda sustancialmente confinada, previniéndose la interferencia o choque entre segmentos de ola adyacentes, antes de entrar en las zonas de convergencia y confluir juntamente con otros segmentos de la serie. La segunda zona, por delante de la primera zona de formación, está delimitada por una única pared divisoria en un lado y aguas abiertas en el otro lado.
30 Constituye una zona de convergencia parcial de cada segmento de ola, que comienza a confluir a lo largo de uno de los lados con un segmento de ola adyacente de la serie. Una tercera zona, por delante de zona de convergencia parcial, es ya una zona de convergencia de olas completa con aguas abiertas a ambos lados. Aquí, la convergencia de estos segmentos de ola se completa para
35 formar la ola única resultante suave y progresiva dotada de una forma suave. La segunda publicación ES2782698T3 aplica el sistema descrito al caso de disponer

los módulos generadores según una línea de escalonamiento curva.

5 Las soluciones descritas, basadas en generadores de módulos secuenciales escalonados, aportan una posible solución en relación a la formación de turbulencias indeseables a la salida de los tabiques divisorios. Sin embargo, estos sistemas presentan limitaciones en cuanto al tipo de olas que se pueden generar y a la posibilidad de giro del frente de ola generado sin incrementar en exceso el consumo energético requerido para ello. En los documentos US2022372780A1 y US4783860A se describen otros sistemas generadores de olas secuenciales que no utilizan paredes divisorias.

15 Es objetivo de la presente invención un sistema de generación de olas aptas para la práctica del surf, provisto de una pluralidad de módulos secuenciales separados por tabiques u otras estructuras intermedias, adecuado para casos en los que no es posible instalar una laguna doble con olas a ambos lados del generador de olas, debido a una insuficiencia de espacio o por otros motivos. El sistema propuesto propone una solución alternativa en relación al problema de las turbulencias habitualmente presentes la salida de los tabiques divisorios convencionales. Adicionalmente, la solución de la invención es versátil, permitiendo la generación de una variedad de tipos de olas con direcciones de avance distintas y con un coste energético eficiente.

Descripción breve de la invención

25 La invención se refiere a un sistema de generación de olas surfeables, basado en módulos secuenciales. En el contexto de la presente invención, se entenderá por sistema generador de módulos secuenciales un sistema generador de olas basado en la disposición de una serie de módulos o elementos móviles contiguos (generadores) actuando de forma secuenciada para conseguir una ola surfeable.

30 Estos módulos o elementos móviles pueden estar colocados, por ejemplo, de forma alineada o en hilera, Los elementos móviles pueden ser pistones horizontales, pistones basculantes ("flaps" en inglés) u otros tipos de elementos móviles desplazables y/o abatibles de forma secuencial y repetible. En cualquier caso, los generadores o elementos móviles forman una pared móvil de forma cambiante capaz de provocar perturbaciones en la masa de agua para generar olas surfeables. Estos elementos móviles del sistema modular secuencial se

mueven con un desfase temporal entre ellos. Así, la pared móvil definida por los módulos adquiere un movimiento serpenteante que genera olas surfeables. Controlando el desfase entre módulos contiguos es posible controlar el ángulo y curvatura del frente de ola para generar distintos tipos de ola.

5

Un primer objeto de la invención es un sistema generador de olas W en una masa de agua. Las olas W se forman en una zona de agua delantera de la masa de agua con respecto al sistema generador. El sistema generador, de tipo modular, comprende al menos un conjunto de módulos secuenciales dispuestos en ubicaciones adyacentes. Cada módulo secuencial comprende un elemento móvil, capaz de provocar perturbaciones en la masa de agua para la formación de olas W surfeables en la zona de agua delantera de la masa de agua. Cada par de ubicaciones adyacentes contiguas está delimitado al menos parcialmente por una estructura intermedia, extendiéndose cada estructura intermedia entre dos elementos móviles contiguos hacia la zona de agua. El sistema generador presenta las siguientes particularidades. Cada elemento móvil está provisto de una parte ensanchada y esta parte ensanchada queda ubicada por delante de una parte inferior de al menos una estructura intermedia delimitadora adyacente. Es decir, las partes ensanchadas quedan dispuestas en una ubicación adelantada, por delante de la parte inferior de las estructuras intermedias de los módulos adyacentes. Cada elemento móvil comprende una parte trasera ubicada por detrás de la parte ensanchada, presentando esta parte trasera una anchura menor que la anchura de la parte ensanchada.

25

Se obtiene una configuración ventajosa de estructuras intermedias retranqueadas entre los módulos secuenciales, de forma que la citada parte inferior de las estructuras intermedias no sobresale por delante de la superficie de empuje de los elementos móviles adyacentes en ningún momento de la secuencia de movimiento. Esta configuración de estructuras intermedias retranqueadas contribuye a evitar que la ola W se vea afectada por las turbulencias, que habitualmente se forman a la salida de los tabiques divisorios, al quedar las estructuras intermedias de la invención en una ubicación más retrasada.

30

Gracias a que la parte ensanchada de los elementos móviles queda por delante de una parte inferior de las estructuras intermedias adyacentes, cuando el sistema generador de olas se encuentra en reposo y también durante toda la secuencia

35

de movimiento de los elementos móviles, es posible reducir la separación entre dos elementos móviles contiguos. Esto minimiza el flujo indeseado de agua hacia la parte trasera del generador, proporcionándose una mayor estanqueidad y optimizándose el consumo energético. La superficie de empuje de agua de cada módulo o elemento móvil está muy próxima a la superficie de empuje del módulo contiguo, permitiendo que el agua fluya con la máxima eficiencia. Así, la utilización de estructuras intermedias retranqueadas posibilita la generación de frentes de olas giradas y curvadas mediante el control del desfase entre módulos mejorándose la eficiencia energética hasta un 60% en las olas más giradas.

En resumen, la utilización de las estructuras intermedias caracterizadoras de la invención permite giros y curvatura de las olas generadas, aportando una solución al problema de la pérdida de energía y de las turbulencias habituales a la salida de los tabiques divisorios convencionales.

En el contexto de la presente invención, una ola no girada se entiende una ola en la que las partículas de agua se mueven en la dirección de empuje del elemento móvil o pistón. Una ola girada se considera una ola que avanza en una dirección no perpendicular a la dirección de disposición de los módulos secuenciales. Por ejemplo, en una realización particular provista de un conjunto de módulos secuenciales ubicados según una dirección rectilínea L y estructuras intermedias extendiéndose hacia la zona de agua en una dirección X perpendicular a la dirección L, la ola no girada es una ola que avanza en la dirección X y la ola girada avanza en una dirección no perpendicular a la dirección L.

Por otra parte, por ola curvada se entiende una ola en la cual la velocidad de las partículas de la cresta del frente de ola presenta distintas direcciones de avance en distintos puntos del frente de onda.

De forma opcional, cada módulo secuencial comprende un elemento móvil específicamente diseñado para formar parte del sistema generador de olas de la invención. Este elemento móvil es un generador basculante alrededor de un eje dispuesto por encima de la cara de empuje del generador basculante. Este generador basculante de eje superior presenta la particularidad de comprender una parte ensanchada configurada para quedar ubicada por delante de una parte inferior de al menos una estructura intermedia adyacente cuando el generador

basculante está instalado en el sistema generador.

La invención también se refiere a una laguna de olas W surfeables que comprende el sistema generador.

5

Otras ventajas y detalles de la invención se incluyen en la descripción detallada, en referencia a los modos particulares de las figuras.

Descripción breve de las figuras

10

Los detalles de la invención se aprecian en las figuras que se acompañan, no pretendiendo éstas ser limitativas del alcance de la invención:

15

- La Figura 1 ilustra de forma esquemática un sistema de generación de olas, conocido en el Estado de la Técnica, con módulos secuenciales escalonados.

20

- La Figura 2 ilustra de forma esquemática otro sistema convencional de generación de olas, comprendiendo el generador una pluralidad de módulos secuenciales, separados por tabiques y dispuestos de forma no escalonada, de forma que permiten girar el frente de ola generado.

25

- La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de un primer modo de realización del sistema generador de olas de acuerdo con la invención, donde los elementos móviles son generadores basculantes de eje superior para la generación de olas W surfeables en una laguna y donde las estructuras intermedias son tabiques de hormigón.

30

- La Figura 4A muestra una vista en perspectiva del sistema generador de la Figura 3, con los generadores basculantes en la posición delantera de su rango de basculación.

- La Figura 4B muestra una vista en perspectiva del sistema generador de la Figura 3, con los generadores basculantes en la posición posterior de su rango de basculación.

35

- La Figura 5 muestra una vista en perspectiva de varios generadores basculantes comprendidos en el sistema generador de la Figura 3.

- La Figura 6 muestra una vista ampliada parcial de dos generadores basculantes de la figura anterior.

- La Figura 7 es una vista detallada que permite apreciar la separación entre

dos generadores basculantes contiguos de la figura anterior.

- La Figura 8 muestra una vista en perspectiva de un modo de realización de los generadores basculantes del sistema de la Figura 3.
- La Figura 9 muestra una vista posterior en perspectiva varios generadores basculantes del sistema de la Figura 3.
- La Figura 10 es una vista lateral en sección del sistema de la Figura 3.
- La Figura 11A muestra una perspectiva de un segundo modo de realización del sistema generador modular de la invención, donde los elementos móviles son pistones horizontales.
- La Figura 11B muestra una vista en planta del del sistema generador de la Figura 11A.
- La Figura 11C muestra una vista lateral de uno de los pistones horizontales del sistema generador de la Figura 11A.
- La Figura 12A muestra una perspectiva de un tercer modo de realización del sistema generador modular de la invención, donde los elementos móviles son pistones en rampa.
- La Figura 12B muestra una vista en planta del sistema generador de la Figura 12A.
- La Figura 12C muestra una vista lateral de uno de los pistones en rampa del sistema generador de la Figura 12A.
- La Figura 13A muestra una perspectiva de un cuarto modo de realización del sistema generador modular de la invención, donde los elementos móviles son pistones basculantes de eje inferior.
- La Figura 13B muestra una vista en planta del del sistema generador de la Figura 13A.
- La Figura 13C muestra una vista lateral de uno de los pistones basculantes de eje inferior del sistema generador de la Figura 13A.
- La Figura 14A muestra una vista en perspectiva de un modo de realización alternativo del sistema generador donde las estructuras intermedias son estructuras metálicas.
- La Figura 14B muestra otra vista en perspectiva de la realización de la Figura 14A.
- La Figura 15A muestra una vista lateral de una de las estructuras metálicas de las Figuras 14A y 14B.
- La Figura 15B muestra otra vista lateral de una de las estructuras metálicas de las Figuras 14A y 14B.

Descripción detallada de la invención

5 Un primer aspecto de la invención se refiere a un sistema generador de olas basado en módulos secuenciales.

10 En el Estado de la Técnica se conocen sistemas generadores de olas modulares con tabiques divisorios dispuestos entre cada módulo del sistema generador. La utilización de tabiques divisorios o intermedios entre dos módulos adyacentes aporta características ventajosas al sistema, posibilitando un mayor control sobre la ola generada y permitiendo la generación de frentes de ola girados y curvados de gran interés en el sector. El problema principal de este tipo de sistemas, tal y como se ha descrito en la sección introductoria del presente documento, es la aparición de turbulencias en las zonas de salida de los tabiques divisorios y la
15 consecuente pérdida de energía, de hasta un 60%, sobre todo en el caso de frentes de ola girados.

La Figura 1 ilustra de forma esquemática un sistema generador (101) de olas, conocido en el Estado de la Técnica, donde el sistema generador (101) comprende una pluralidad de módulos secuenciales (119) escalonados, según una disposición paralela a la trayectoria del punto de rotura (151) de la ola y oblicua con respecto al frente de ola (152). El sistema se considera inadecuado para generar frentes de olas W surfeables giradas con la suficiente calidad y, simultáneamente, con un control adecuado de las turbulencias que suelen formarse a la salida de los tabiques divisorios y con un consumo energético reducido.
25

La Figura 2 ilustra de forma esquemática otro sistema de generación (101) de olas W, conocido en el Estado de la Técnica, provisto también de una pluralidad de módulos secuenciales (119), separados por tabiques divisorios (110) que están dispuestos de forma no escalonada, permitiendo generar olas giradas y curvadas. Las olas W se forman en la masa de agua (102) sobre un suelo bajo dicha masa de agua (102). El suelo comprende una zona de cambio de pendiente o arrecife (153) definida como una zona de transición, entre una zona de mayor profundidad dispuesta entre el arrecife (153) y el sistema generador (101) de olas W y una zona de menor profundidad dispuesta más allá del arrecife (153). El sistema
35

5 generador (101) de olas W provoca el desplazamiento de agua hacia el arrecife (153) y la formación de olas W surfeables en una zona delantera de la masa de agua (102) con respecto al sistema generador (101). Como se observa en la figura, los tabiques divisorios (110) se extienden sustancialmente de forma perpendicular a un muro trasero (105) según una dirección X. El sistema presenta el inconveniente asociado a un exceso indeseado de turbulencias (100) para determinados tipos de olas W.

10 La presente invención persigue un compromiso de manera que se aporte una solución al problema de formación de turbulencias a la salida de los tabiques intermedios y consiguiente aumento de consumo energético y, a la vez, sea posible la generación de una variedad de olas incluyendo frentes de ola girados y curvados con un consumo energético reducido.

15 La Figura 3 muestra una vista en perspectiva un primer modo de realización del sistema generador de olas de acuerdo con la invención. Las Figuras 4 a 7 muestran vistas en perspectiva más detalladas del sistema de la Figura 3. Como se observa en la Figura 3, en esta realización particular del sistema generador (1) de acuerdo con la invención, todos los módulos secuenciales (19) se disponen
20 según una dirección L en ubicaciones adyacentes o contiguas. Entre dos ubicaciones contiguas se dispone de una estructura intermedia (10), en particular un tabique de hormigón, que se extiende en una dirección X perpendicular a la dirección L hacia una zona de agua delantera (2a) de la masa de agua (2) en la cual se forman las olas W surfeables. En la realización particular de las figuras,
25 los módulos secuenciales (19) están ubicados por delante de un muro trasero (5), de forma que las estructuras intermedias (10), tabiques de hormigón en este caso, se extienden desde dicho muro trasero (5) hacia la zona de agua delantera (2a).

30 En otras realizaciones distintas a la de las figuras, en la parte trasera de los módulos secuenciales (19) el sistema puede presentar una configuración distinta, disponiéndose, por ejemplo, un cuerpo de agua infinito o una playa, en lugar de un muro trasero (5). En otras realizaciones de la invención, la estructura intermedia (10) puede ser diferente a un tabique de hormigón, por ejemplo, puede ser una estructura metálica como en la realización de las Figuras 14A, 14B, 15A y 15B.

35 Volviendo a la realización de las Fig.3, la dirección L es la dirección de disposición

de los módulos secuenciales (19) del sistema generador (1), es decir, la dirección a lo largo de la cual se sitúa la pared móvil (3) definida por los elementos móviles de los módulos secuenciales (19). Esta dirección L es paralela al muro trasero (5) en caso de disponerse del mismo. La dirección X, perpendicular a la dirección L, es la dirección de extensión de las estructuras intermedias (10) retranqueadas.

Como se aprecia en la Fig. 3 y también en la Fig. 4A, las estructuras intermedias (10) se extienden en la dirección X desde una zona posterior del sistema generador (1), donde no se forman olas W surfeables, hacia una zona delantera del sistema generador (1) o zona de agua delantera (2a) donde se forman las olas W surfeables. Como se indica en las figuras, la masa de agua (2) de la laguna de olas comprende la zona de agua delantera (2a) donde se forman las olas W surfeables y la zona de agua trasera (2b) donde no se generan olas W surfeables.

En este primer modo de realización de la invención, los elementos móviles de los módulos secuenciales (19) son generadores basculantes (20) pivotantes alrededor de un eje (40) superior, como se representa en las Figuras 4A, 4B, 5 y 9. Cada generador basculante (20) está provisto de una parte ensanchada (21) frontal (ver Fig. 6). Como puede apreciarse en las Fig. 4A y 4B, la estructura intermedia (10) comprende una parte inferior (11) y una parte superior (12). La parte ensanchada (21) de los generadores basculantes (20) queda ubicada por delante de la parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10) durante la secuencia completa de generación de olas. La configuración de estructuras intermedias (10) retranqueadas caracterizadora de la invención también puede apreciarse con claridad en las vistas en planta de las Fig. 11B, 12B y 13B (correspondientes a otros modos de realización que se describirán más adelante).

Preferentemente, la parte inferior (11) es una parte de las estructuras intermedias (10) que queda por debajo de una cota máxima alcanzada por el agua en contacto con una cara frontal empujadora del elemento móvil cuando se están generando olas W. En la realización de las figuras, la parte ensanchada (21) se extiende verticalmente hacia arriba, desde el extremo inferior de generador basculante (20), a lo largo de la parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10), hasta dicha cota máxima en la que el agua establece un contacto con una cara frontal (23) empujadora (aunque la ola W saliente puede superar esa cota máxima de contacto

referenciada).

La Figura 3 también permite apreciar la configuración de la pared móvil (3) formada por el conjunto de módulos secuenciales (19) que comprenden los generadores basculantes (20). Esta pared móvil (3) está formada por la pluralidad o conjunto de módulos secuenciales (19), es decir, por la sucesión de generadores basculantes (20) dispuestos a lo largo de la dirección longitudinal L. La pared móvil (3) presenta una cara frontal formada por todas las caras frontales (23) de los generadores basculantes (20) enfrentadas a la masa de agua (2). La cara frontal así formada de la pared móvil (3) empuja agua de la masa de agua (2) para la formación de olas W en la zona de agua delantera (2a), mediante un movimiento serpenteante al moverse las caras frontales (23) con un determinado desfase entre ellas. Como se observa en las Fig. 3, esta cara frontal de la pared móvil (3) queda ubicada por delante de la parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10), con las ventajas ya comentadas en relación a tabiques convencionales salientes que se extienden más allá de los pistones.

En caso de las realizaciones de las figuras, con una disposición rectilínea de módulos, las partes ensanchadas (21) quedan por delante de la parte inferior (11) de todas las estructuras intermedias (10). En otras realizaciones, cada parte ensanchada (21) queda por delante de la parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10) adyacentes.

Con referencia a las Figuras 6 y 7, la parte ensanchada (21) de los generadores basculantes (20) está destinada a reducir la separación entre dos generadores basculantes (20) contiguos, por delante de la parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10), de forma que haya una separación (D) mínima según la dirección L entre la parte ensanchada (21) y los generadores basculantes (20) contiguos que pueda haber a un lado o a ambos lados. Esta separación (D) reducida minimiza la entrada de agua hacia la parte posterior del generador basculante (20). La prevención del flujo indeseado de agua hacia la parte trasera del generador basculante en la dirección X de disposición de las estructuras intermedias (10) reduce el consumo energético. La parte trasera (29) del generador basculante (20), ubicada por detrás de la parte ensanchada (21), presenta una anchura menor que la parte ensanchada (21), con una separación (D') no tan crítica mayor que la separación (D) frontal entre elementos móviles, tal

y como puede apreciarse en la vista trasera en perspectiva de la Fig. 9.

- Preferentemente, la separación (D) entre la parte ensanchada (21) de un generador basculante (20) y otro generador basculante (20) contiguo es menor de 20 mm. Preferiblemente la separación (D) es menor de 5 mm. De esta forma, la cantidad de agua que penetra entre los generadores basculantes (20) es muy pequeña en comparación con el volumen de la ola. Así la pared móvil (3) formada por los módulos secuenciales (19) funciona de forma eficaz minimizándose las pérdidas de energía.
- Como también se aprecia en las figuras, una porción de los módulos secuenciales (19) (la parte no sobresaliente con respecto a las estructuras intermedias (10)) queda ubicada entre dos estructuras intermedias (10), con las consiguientes ventajas habituales aportadas por este tipo de configuración. Así, las estructuras intermedias (10) sirven de apoyo para la maquinaria del sistema de accionamiento y para el elemento móvil empujador del agua, permitiendo eludir el uso de otro tipo de estructuras de soporte sumergidas o en voladizo. Además, las estructuras intermedias (10) ayudan a orientar el desplazamiento del agua en una dirección confinada, minimizando fuerzas laterales. Adicionalmente, también permiten individualizar el funcionamiento de cada módulo secuencial (19) con respecto a otros módulos secuenciales (19) contiguos, permitiendo mantener la calidad de las olas generadas por ejemplo en caso de fallo de alguno de los módulos.
- La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva de un modo de realización del generador basculante (20). Como puede apreciarse en la Fig. 9, cada generador basculante (20) pivota alrededor de un eje (40) dispuesto por encima de una cara frontal (23) plana empujadora del generador basculante (20). El generador basculante (20) comprende una parte ensanchada (21) frontal, destinada a quedar ubicada por delante de una parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10) adyacentes cuando el generador basculante (20) está instalado formando parte del sistema generador (1). El generador basculante (20) también comprende una espalda o cara cilíndrica (24) que se extiende desde la parte inferior de la cara frontal (23) plana hasta la parte trasera de una cara superior (22) del generador basculante (20). Cuando el generador basculante (20) está instalado formando parte del sistema generador (1), la parte ensanchada (21) se extiende

verticalmente hacia arriba, desde el extremo inferior del generador basculante (20) hacia su cara superior (22), a lo largo de la parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10), hasta una cota máxima en la que el agua establece un contacto con la cara frontal (23) empujadora de agua del cuando se generan olas W.

5

De forma opcional, la parte ensanchada (21) comprende dos salientes laterales (21a). En otras realizaciones del generador basculante (20) distintas a la de la Fig. 8, la parte ensanchada (21) puede presentar un único saliente lateral (21a). La anchura del saliente lateral (21a), en otras realizaciones, puede ser mayor que la anchura de los salientes laterales (21a) del generador basculante (20) de la Fig. 8.

10

De forma opcional, los salientes laterales (21a) que conforman la parte ensanchada (21) comprenden al menos un elemento de deslizamiento (27) que permite controlar y reducir la fricción entre dos generadores basculantes (20) contiguos es decir, entre la parte ensanchada (21) de un generador basculante (20) y la parte ensanchada (21) de otro generador basculante (20) contiguo, dispuesto en una ubicación adyacente del sistema generador (1) o bien entre la parte ensanchada (21) de un generador basculante (20) y la cara lateral (25) de otro generador basculante (20) contiguo.

15

20

Los salientes laterales (21a) de la parte ensanchada (21) presentan un fondo suficiente como para asegurar un solape, entre partes ensanchadas (21) o entre una parte ensanchada (21) y el generador basculante (20) contiguo, adecuado para la mayoría de los tipos de olas W surfeables.

25

La Fig. 10 muestra una vista lateral del sistema de la Fig. 3 que permite apreciar aspectos adicionales. En la realización ilustrada, las estructuras intermedias (10) comprenden una parte inferior (11) y una parte superior (12) provista de una parte delantera (13) en voladizo. El sistema de accionamiento de los generadores basculantes (20) está soportado en la parte superior (12) de las estructuras intermedias (10). La parte delantera (13) en voladizo también sirve de soporte para la instalación de una tapa (no mostrada) destinada a ocultar los módulos secuenciales (19) del sistema generador (1). En esta Fig. 10 se aprecia claramente como la parte ensanchada (21) del generador basculante (20) queda dispuesta por delante de la parte inferior (11) de la estructura intermedia (10). Esto no es

30

35

incompatible con el hecho de que puede haber una parte superior (12) de la estructura intermedia (10) que puede quedar más adelantada según la dirección X, con respecto a los generadores basculantes (20).

- 5 En la realización de la Fig. 10 las estructuras intermedias (10) son tabiques de hormigón. En otras realizaciones distintas a las de la Fig. 10, las estructuras intermedias (10) pueden ser metálicas con una parte delantera que podría comprender un elemento de refuerzo de la estructura, por ejemplo, un tubo de refuerzo, que cuelgue por delante de la parte ensanchada (21). En cualquier caso,
- 10 siempre habrá una parte inferior (11) de la estructura metálica, en una ubicación más retrasada que el tubo de refuerzo, que quedará por detrás de la parte ensanchada (21) adyacente, configurando así el retranqueo. Las Figuras 14A, 14B, 15A y 15B ilustran un modo de realización alternativo del sistema generador donde las estructuras intermedias son estructuras metálicas. Este ejemplo de
- 15 realización mediante estructuras se describirá más adelante.

- De nuevo con referencia a la vista lateral de la Fig. 10, cada generador basculante (20) se extiende casi hasta el suelo (4) de la masa de agua (2). Es conveniente que el generador basculante (20) quede dispuesto de forma sustancialmente
- 20 adosada al suelo (4), de manera que se impida sustancialmente el paso de agua en la zona que queda debajo los módulos del sistema generador (1). Por “impedir sustancialmente el paso de agua” se entiende que debe quedar una ligera tolerancia o separación con el suelo pocos milímetros. En la práctica, suele diseñarse la instalación con una separación entre el generador basculante (20) y
- 25 el suelo de unos 50 mm, para un generador de olas de hasta 2 metros de altura. Esta separación permite que se puedan compensar posibles errores e imprecisiones de los procesos de fabricación y/o montaje, o prevenir averías indeseadas que pueda provocar una piedra o algún otro elemento que pudiera obstruir ese espacio. Sin embargo, aunque una separación del orden de 50 mm
- 30 previene los anteriores problemas, puede favorecer un flujo excesivo de agua en la dirección X que podría provocar una pérdida de altura de ola. Como se aprecia en la Fig. 10, opcionalmente, el suelo (4) presenta un rebaje (4a) en la zona del suelo (4) bajo el generador basculante (20). Este rebaje (4a) está adaptado en forma a la cara cilíndrica (24) de los generadores basculantes (20) en todo el
- 35 recorrido angular de los mismos. Adicionalmente, puede disponerse un elemento suplementario, por ejemplo, un labio o una placa (26) (ver Fig. 8), con el fin de

reducir la separación (S) entre el generador basculante (20) y el suelo (4).

Preferentemente, el elemento suplementario está comprendido en el generador basculante (20), por ejemplo, puede ser una placa (26) solidaria que se extiende desde el contorno de la cara cilíndrica (24) hacia el suelo (4). Opcionalmente, la separación (S) entre un extremo inferior del elemento suplementario y el suelo (4) en el rebaje (4a) se ajusta a un valor menor de 20 mm, preferiblemente menor de 5 mm. Esta realización preferible del elemento suplementario facilita el ajuste de la separación (S) de forma precisa y simplifica el acceso para tareas de mantenimiento. En otras realizaciones, el elemento suplementario puede colocarse solidario al suelo (4).

El rebaje (4a) del suelo (4) no sólo permite reducir la separación (S) entre el generador basculante (20) y el suelo (4) sino que mejora la hidrodinámica y la eficiencia energética, en comparación con lagunas de suelos planos, reduciéndose la presencia de turbulencias en la parte inferior de la cara frontal (23) del generador basculante (20) cercana al suelo (4). El rebaje (4a) es necesario en las realizaciones en las que el elemento suplementario va fijado al generador basculante (20).

El generador basculante (20) de eje (40) superior también es ventajoso por su simplicidad de diseño. Requiere un sistema de accionamiento sencillo, fácil de alinear y con un reducido mantenimiento con respecto a otras alternativas.

Opcionalmente, el sistema de accionamiento de cada generador basculante (20) o elemento móvil puede ser eléctrico, hidráulico o de otros tipos.

El sistema de accionamiento de los generadores basculantes (20) está soportado al menos parcialmente en la parte superior (12) de las estructuras intermedias (10), como se aprecia en la Fig.10, presentando la ventaja de quedar ubicado fuera del agua. En la realización de las figuras, el sistema de accionamiento (no representado en su totalidad) de los generadores basculantes (20) comprende un cilindro hidráulico (41) conectado a la cara superior (22) del generador basculante (20), de forma que la compresión y extensión del cilindro hidráulico (41) provoca la rotación del pistón basculante (20) alrededor del eje (40) de rotación.

El sistema generador de la invención es compatible con otras tecnologías aptas para la generación de olas W surfeables, es decir, los módulos secuenciales del sistema generador pueden comprender elementos móviles diferentes a los generadores basculantes (20) de eje (40) superior correspondientes a la primera
5 realización anteriormente descrita.

Las Figuras 11A, 11B y 11C muestran, respectivamente, una perspectiva, una vista en planta y una vista lateral de un segundo modo de realización del sistema generador (1) de acuerdo con la invención, donde los elementos móviles de los
10 módulos secuenciales son pistones horizontales (60). Cada pistón horizontal (60) comprende igualmente una parte ensanchada (61) dispuesta por delante de una parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10) adyacentes durante toda la secuencia de funcionamiento del sistema generador (1) (ver movimiento de un pistón horizontal (60) ilustrado esquemáticamente mediante trazos discontinuos
15 en las figuras). En la realización de las figuras, la parte ensanchada (61) comprende dos salientes laterales (61a). Cada pistón horizontal (60) comprende también una cara frontal (63) y una parte trasera (69) ubicada por detrás de la parte ensanchada (61). Esta parte trasera (69) es más estrecha que la parte ensanchada (61).

20 Las Figuras 12A, 12B y 12C muestran, respectivamente, una perspectiva, una vista en planta y una vista lateral de un tercer modo de realización del sistema generador (1) de acuerdo con la invención, donde los elementos móviles de los módulos secuenciales son pistones en rampa (70). Cada pistón en rampa (70) comprende igualmente una parte ensanchada (71) que queda dispuesta por
25 delante de una parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10) adyacentes, durante toda la secuencia de funcionamiento del sistema generador (1) (movimiento de uno de los pistones en rampa (70) ilustrado esquemáticamente mediante trazos discontinuos en las figuras). En la realización de las figuras, la parte ensanchada (71) comprende dos salientes laterales (71a). Cada pistón en
30 rampa (70) comprende también una cara frontal (73) y una parte trasera (79) ubicada por detrás de la parte ensanchada (71). Esta parte trasera (79) es más estrecha que la parte ensanchada (71).

35 Las Figuras 13A, 13B y 13C muestran, respectivamente, una perspectiva, una vista en planta y una vista lateral de un cuarto modo de realización del sistema

generador (1) de acuerdo con la invención, donde los elementos móviles de los módulos secuenciales son pistones basculantes (80) de eje inferior. También en este caso, cada pistón basculante (80) comprende igualmente una parte ensanchada (81) que queda dispuesta por delante de una parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10) adyacentes durante toda la secuencia de funcionamiento del sistema generador (1) (movimiento de uno de los pistones basculantes de eje inferior (80) ilustrado esquemáticamente mediante trazos discontinuos en las figuras). En la realización de las figuras, la parte ensanchada (81) comprende dos salientes laterales (81a). Cada pistón basculante (80) comprende también una cara frontal (83) y una parte trasera (89) ubicada por detrás de la parte ensanchada (81). Esta parte trasera (89) es más estrecha que la parte ensanchada (81).

Las Figuras 14A, 14B, 15A y 15B ilustran un modo de realización alternativo del sistema generador de olas de la invención. En esta realización particular del sistema generador (1), los módulos secuenciales (19) se disponen también según una dirección L en ubicaciones adyacentes o contiguas. Entre dos ubicaciones contiguas hay una estructura intermedia (10), en este caso una estructura metálica entre dos elementos móviles contiguos. Al igual que la realización de la Figura 3, cada estructura intermedia (10) metálica se extiende en una dirección X perpendicular a la dirección L, desde una zona posterior del sistema generador (1) hacia una zona de agua delantera (2a) de la masa de agua (2) en la cual se forman las olas W surfeables. De forma opcional, los elementos móviles son generadores basculantes (20) pivotantes alrededor de un eje (40) superior.

Como puede apreciarse en las figuras, de forma opcional, cada estructura metálica que define una estructura intermedia (10) comprende una parte vertical posterior configurada en forma de rejilla (10a), una viga horizontal (10c) y un tubo de refuerzo (10b) o tramo inclinado anterior. En otras realizaciones la estructura metálica puede presentar otras configuraciones. En cualquier caso, en la estructura metálica que define la estructura intermedia (10) puede definirse una parte inferior (11) y una parte superior (12), de forma que la parte ensanchada (21) de los generadores basculantes (20) queda ubicada por delante de una parte inferior (11) de las estructuras intermedias (10) durante la secuencia completa de generación de olas. En la realización de las Fig. 14A, 14B, 15A, 15B, la parte inferior (11) es, concretamente, una porción inferior de la rejilla (10a) intermedia

entre dos pistones basculantes (20). Es decir, al menos una porción inferior de la rejilla (10a) intermedia queda dispuesta por detrás de la parte ensanchada (21) de los generadores basculantes (20).

5 La parte superior (12) de la estructura metálica está conectada con una parte delantera (13) de la estructura metálica. En las Figuras 15A y 15B se aprecia claramente como la parte ensanchada (21) del generador basculante (20) queda dispuesta por delante de la parte inferior (11) de la estructura intermedia (10) (por delante de la porción inferior de la rejilla (10a)) en ambas posiciones límite del recorrido angular del pistón basculante (20). Esto no es incompatible con el hecho de que puede haber una parte superior (12) de la estructura intermedia (10) (por ejemplo, la viga horizontal (10c) que puede quedar más adelantada según la dirección X con respecto a los generadores basculantes (20). En esta realización de las estructuras intermedias (10) metálicas, la parte delantera (13) de las estructuras intermedias (10) también comprende un tubo de refuerzo (10b) que cuelga por delante de la parte ensanchada (21). No obstante, hay una parte inferior (11) de la estructura metálica (la mencionada porción inferior de la rejilla (10a)) dispuesta en una ubicación más retrasada que el tubo de refuerzo (10b) que queda por detrás de la parte ensanchada (21) adyacente, configurando así el retranqueo.

La implementación de las estructuras intermedias (10) mediante estructuras metálicas también es compatible con otros tipos de elementos móviles, como pistones horizontales, pistones en rampa o pistones basculantes alrededor de un eje inferior.

La configuración particular de otros elementos de la laguna, tales como bordes laterales u orillas puede variar, siendo la invención compatible con otras alternativas que pueden presentar estos elementos.

30 La configuración de las estructuras intermedias (10) puede ser recta, como en la realización de las figuras, aunque también podrían presentar una ligera curvatura, siempre que no interfiera con la funcionalidad característica de la invención.

35 Los módulos del sistema generador de la invención pueden estar disponerse de forma alineada formando una única hilera como en la realización de las figuras.

Alternativamente, el sistema generador de la invención puede comprender varias líneas o hileras de módulos secuenciales formando un cierto ángulo entre esas líneas de módulos.

RESUMEN

Sistema generador (1) de olas W mediante una pluralidad de módulos
secuenciales (19) colocados en ubicaciones adyacentes delimitadas por
5 estructuras intermedias (10). Cada módulo secuencial (19) comprende un
elemento móvil capaz de provocar perturbaciones para la formación de las olas W
en una zona de agua delantera (2a) de la masa de agua (2). Cada elemento móvil
está provisto de una parte ensanchada (21;61;71;81) que queda ubicada por
delante de una parte inferior de las estructuras intermedias (10). La configuración
10 de módulos secuenciales (19) y estructuras intermedias (10) así obtenida
contribuye a evitar que la ola W generada se vea afectada por las turbulencias,
habitualmente presentes a la salida de los tabiques intermedios, al quedar las
estructuras intermedias (10) de la invención en una ubicación más retrasada. El
sistema permite la generación de una variedad de tipos de olas con direcciones
15 de avance distintas con un coste energético reducido.

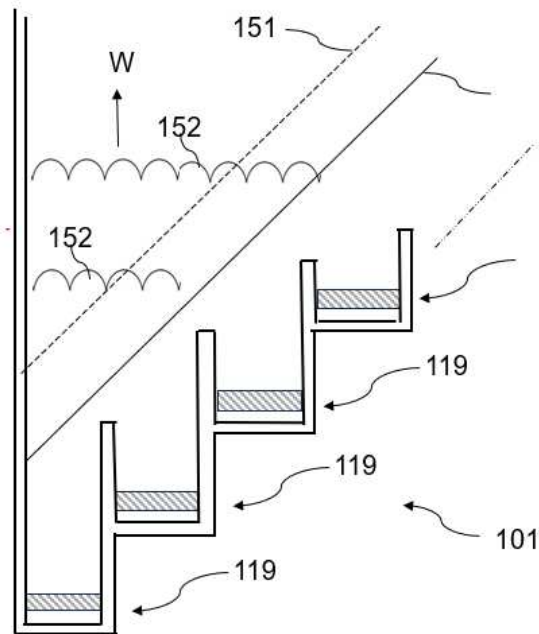


FIG. 1
(Estado de la Técnica)

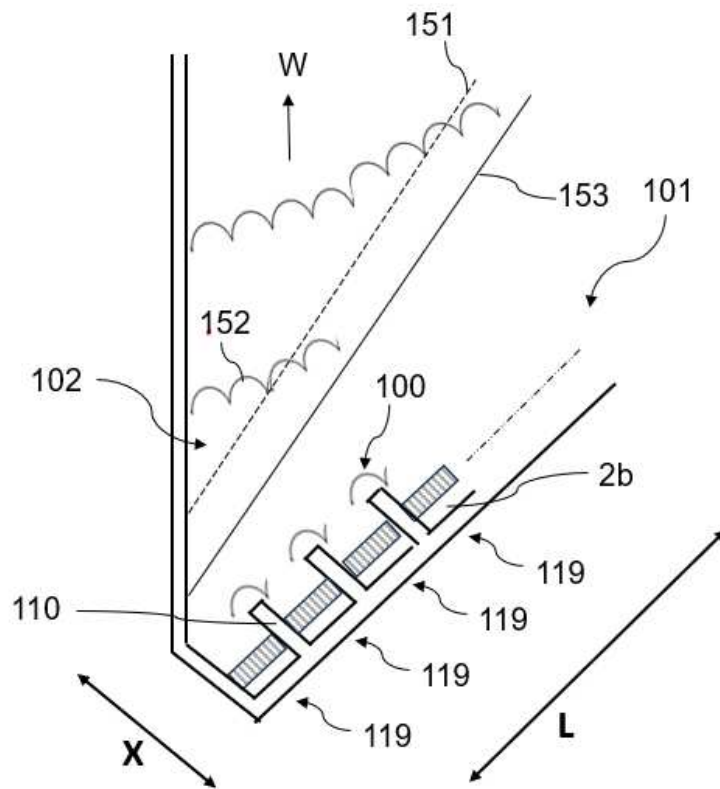


FIG. 2
(Estado de la Técnica)

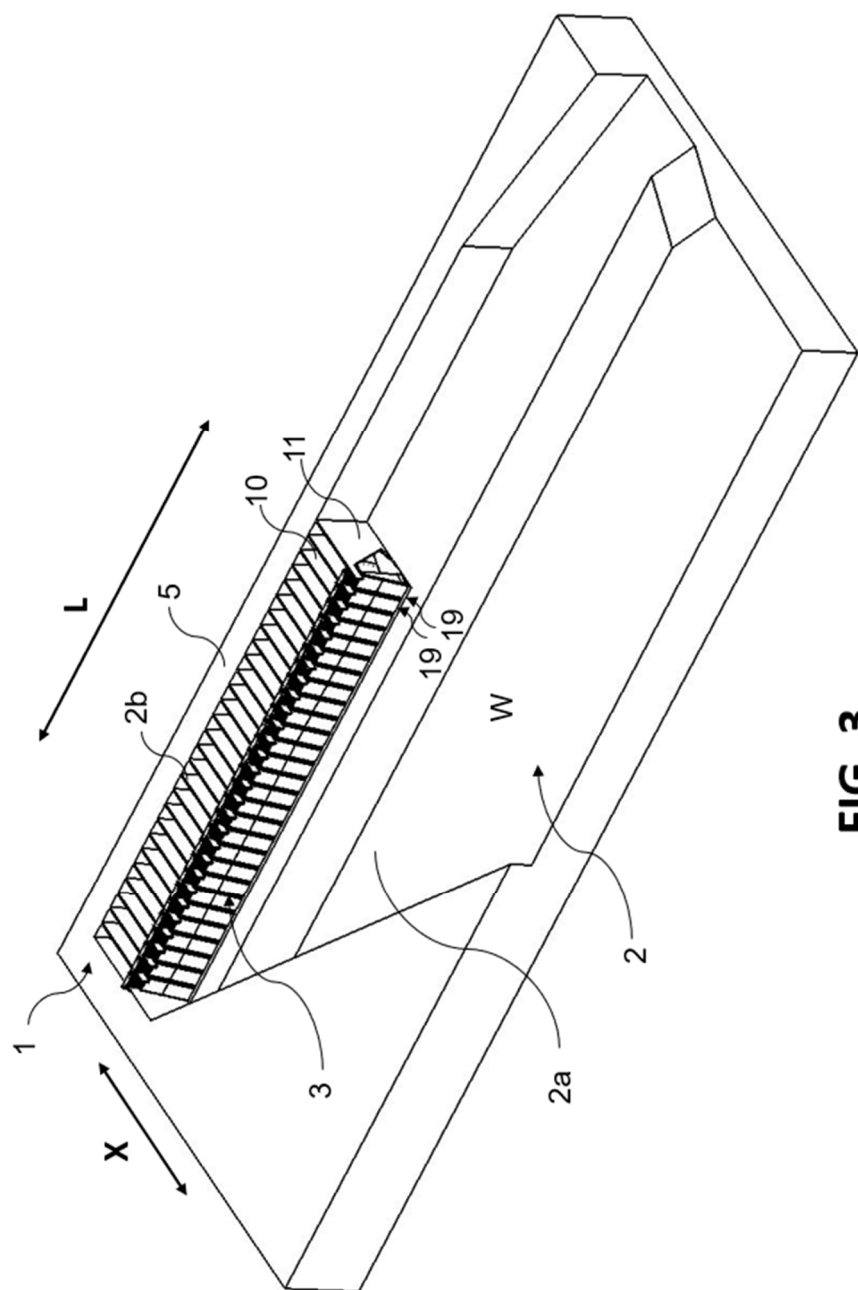
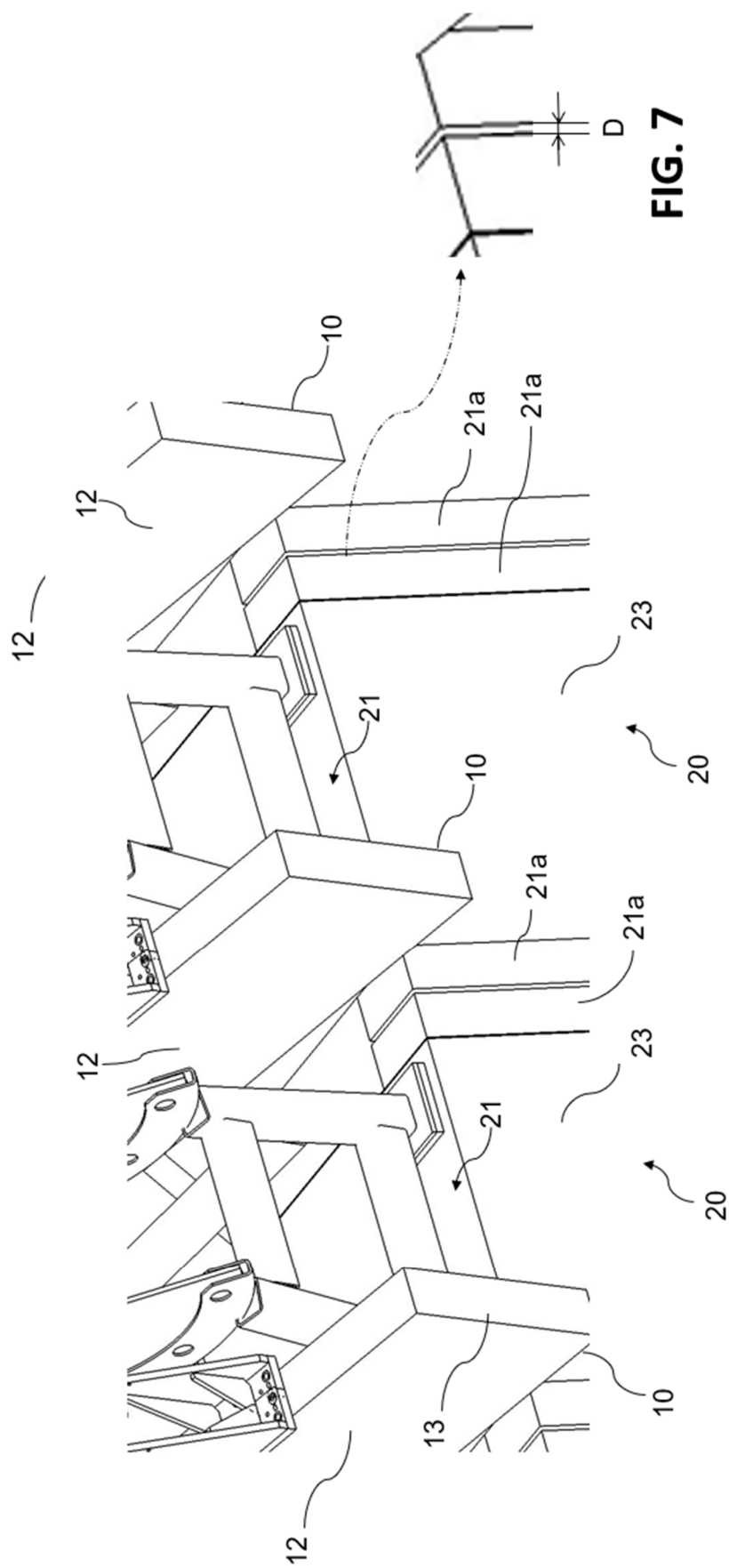
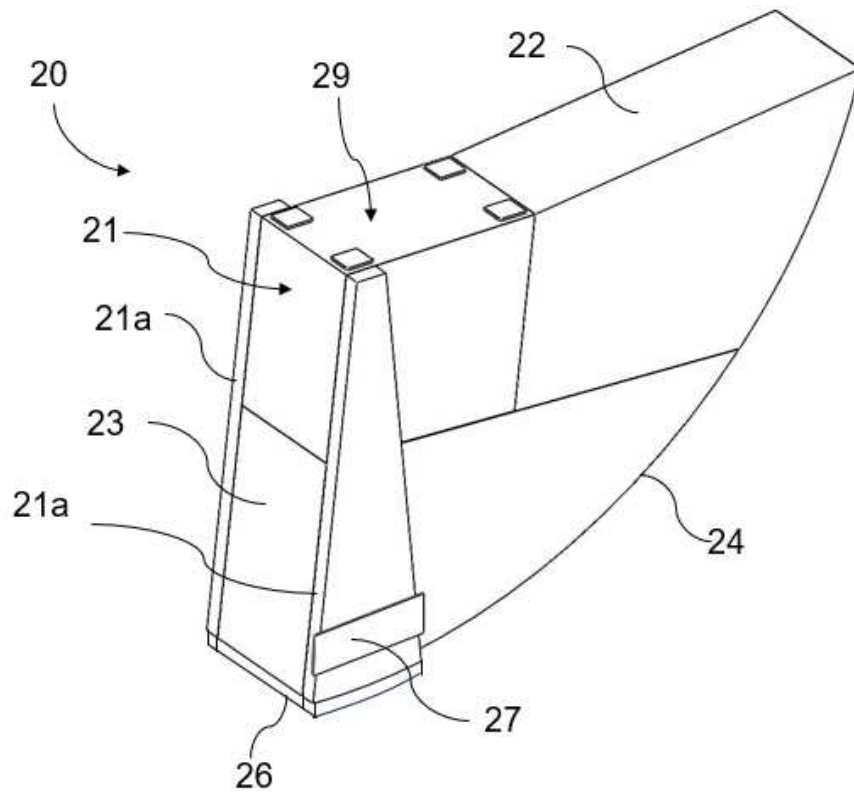
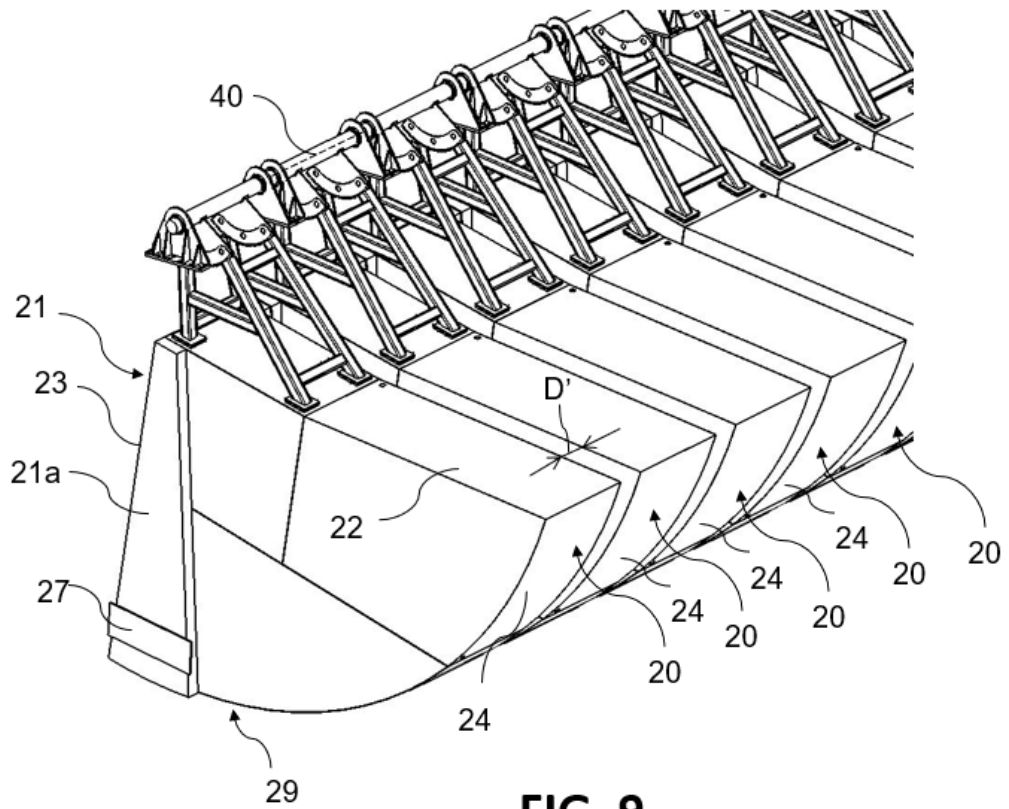


FIG. 3

FIG. 4B



**FIG. 8****FIG. 9**

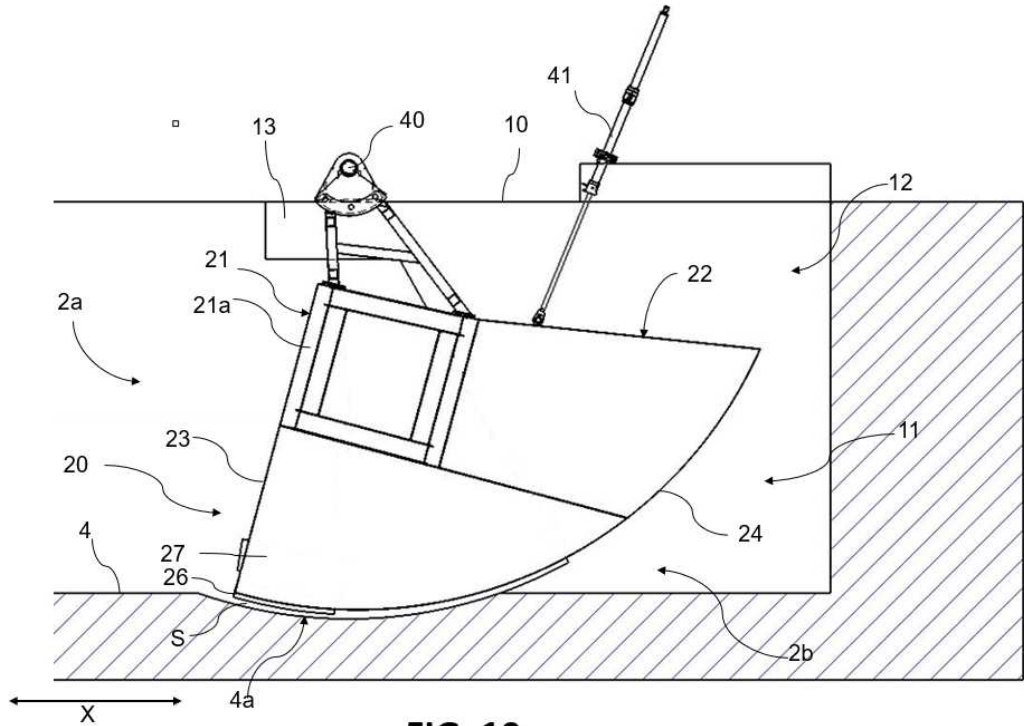


FIG. 10

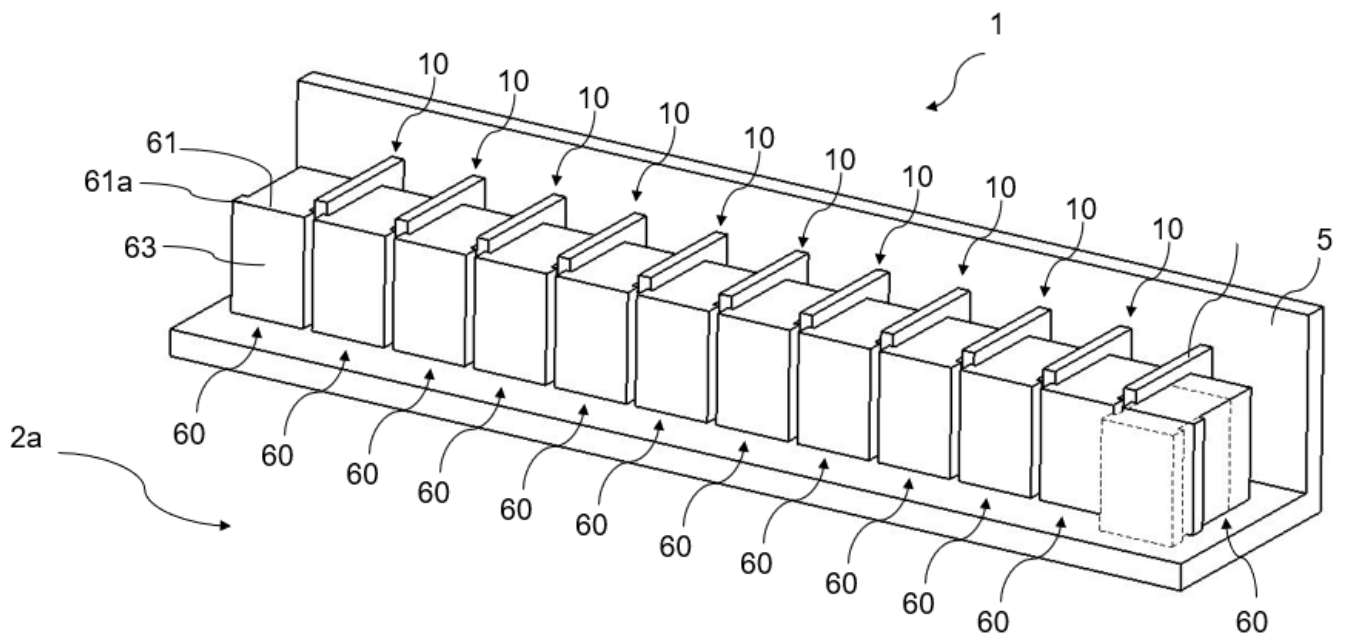


FIG. 11A

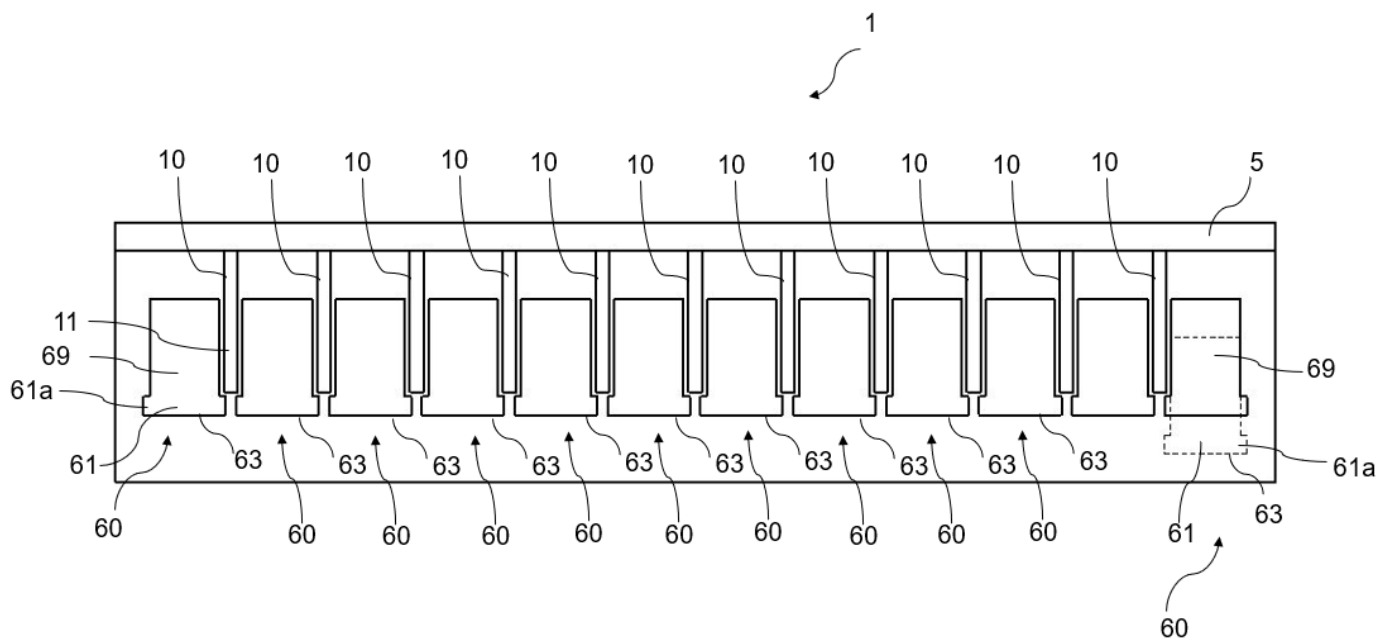


FIG. 11B

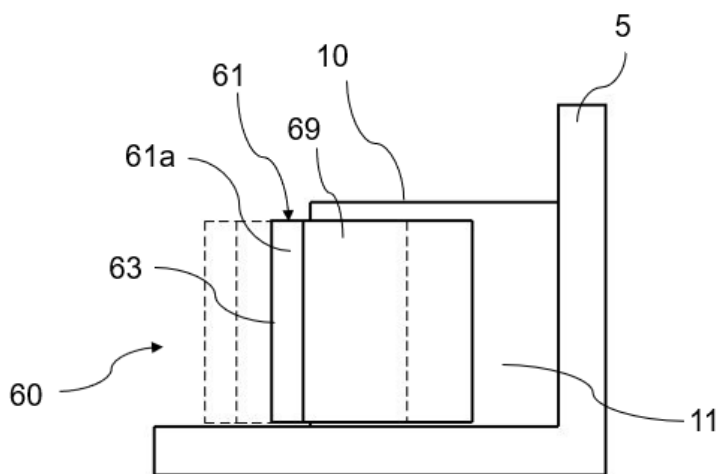
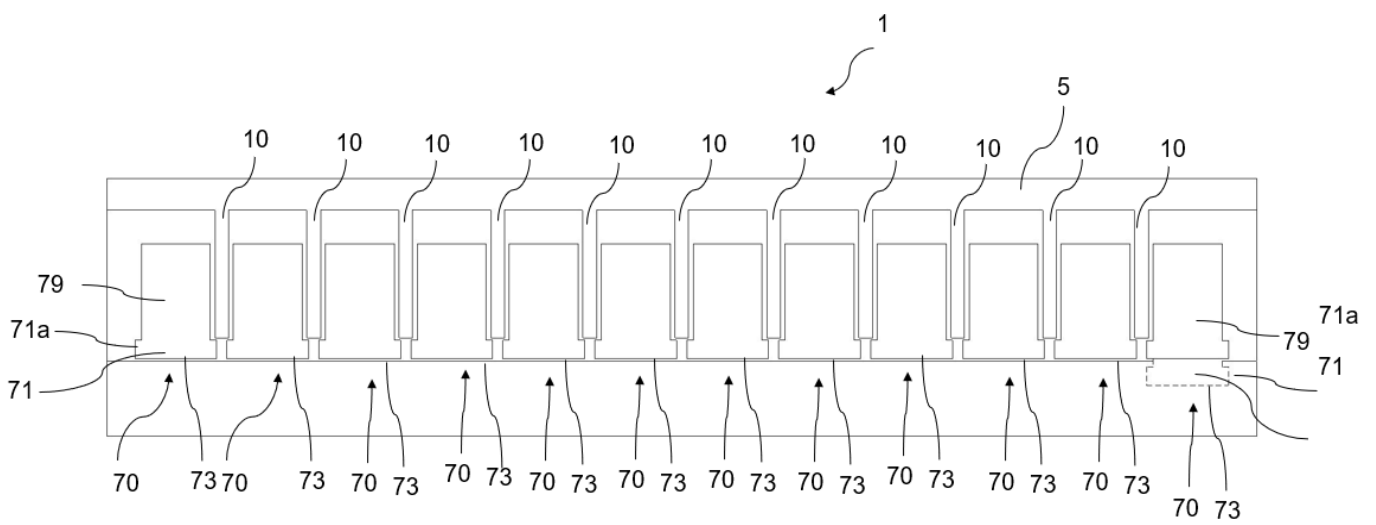
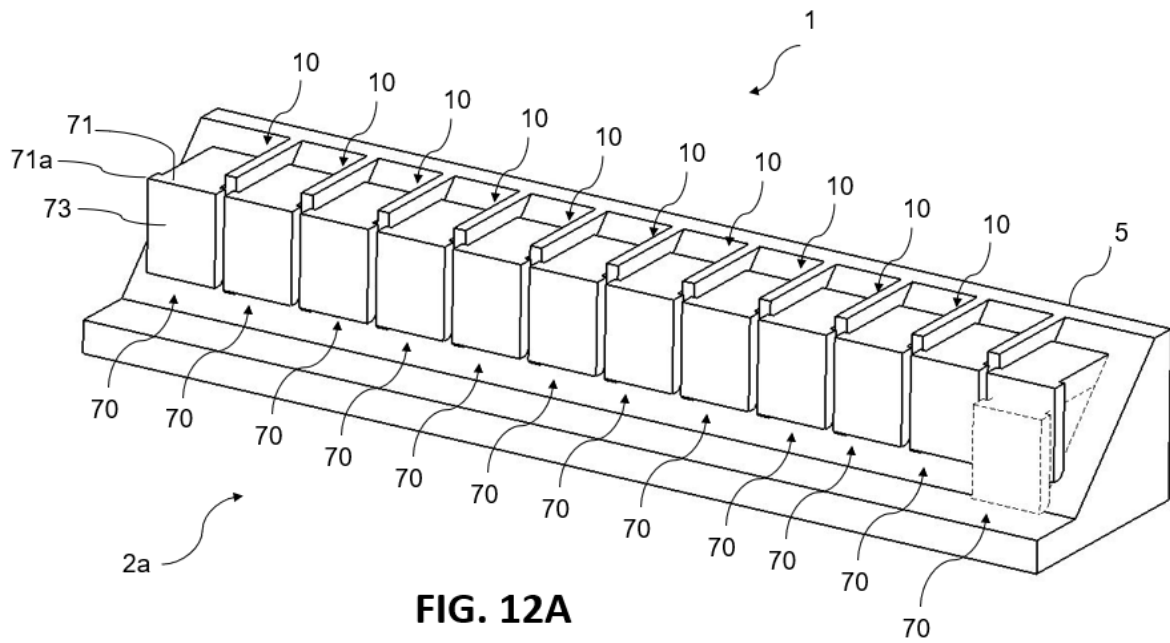


FIG. 11C



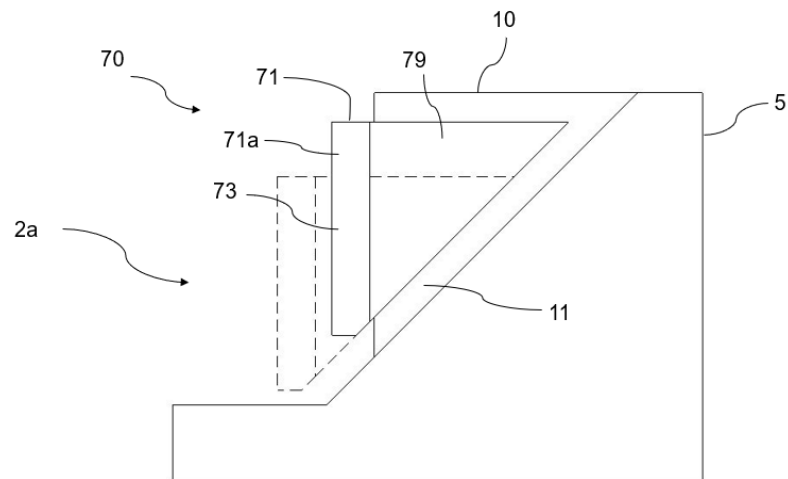


FIG. 12C

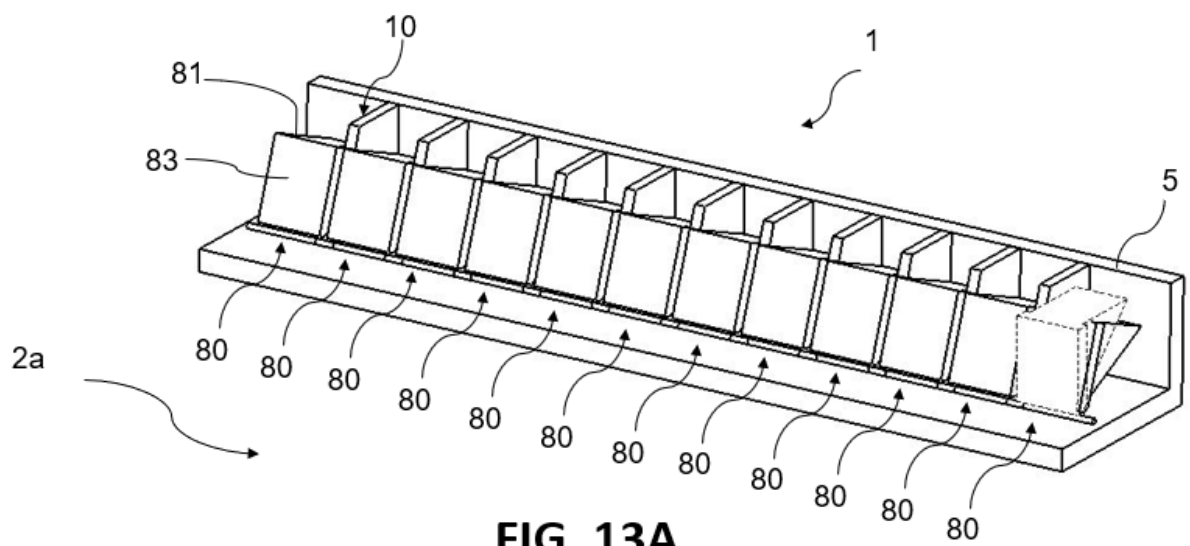


FIG. 13A

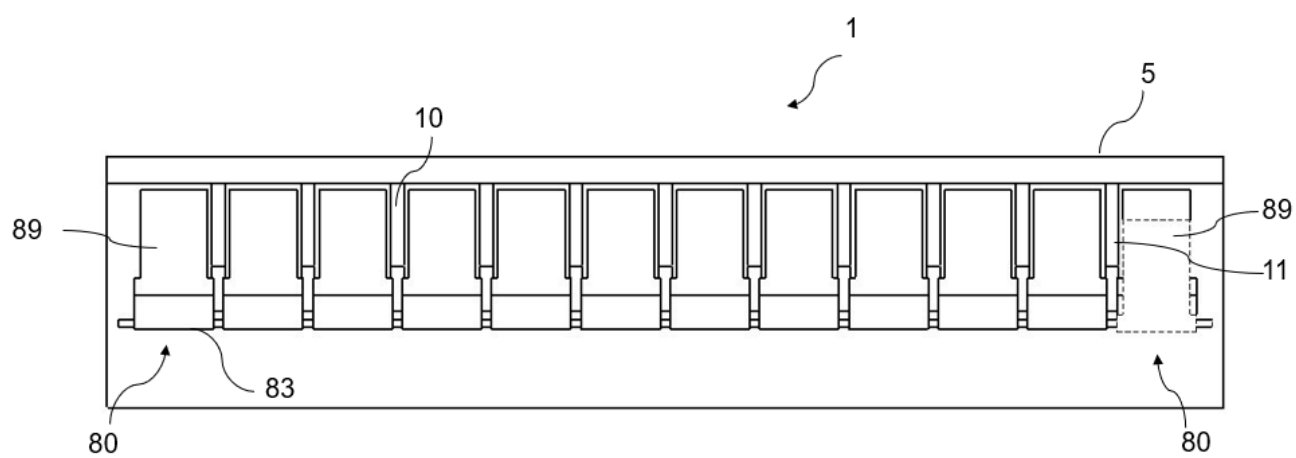


FIG. 13B

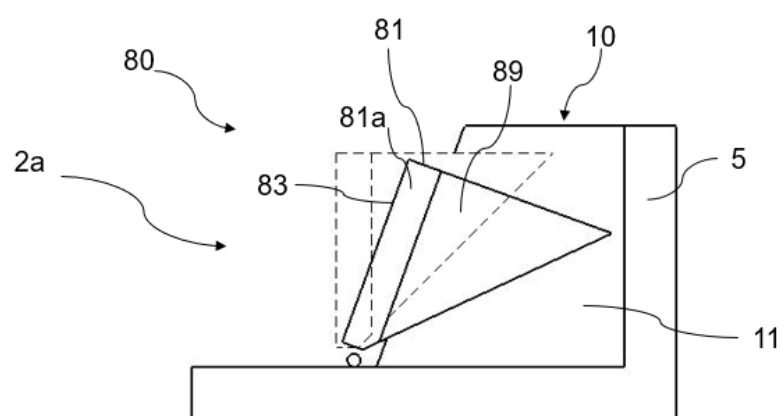
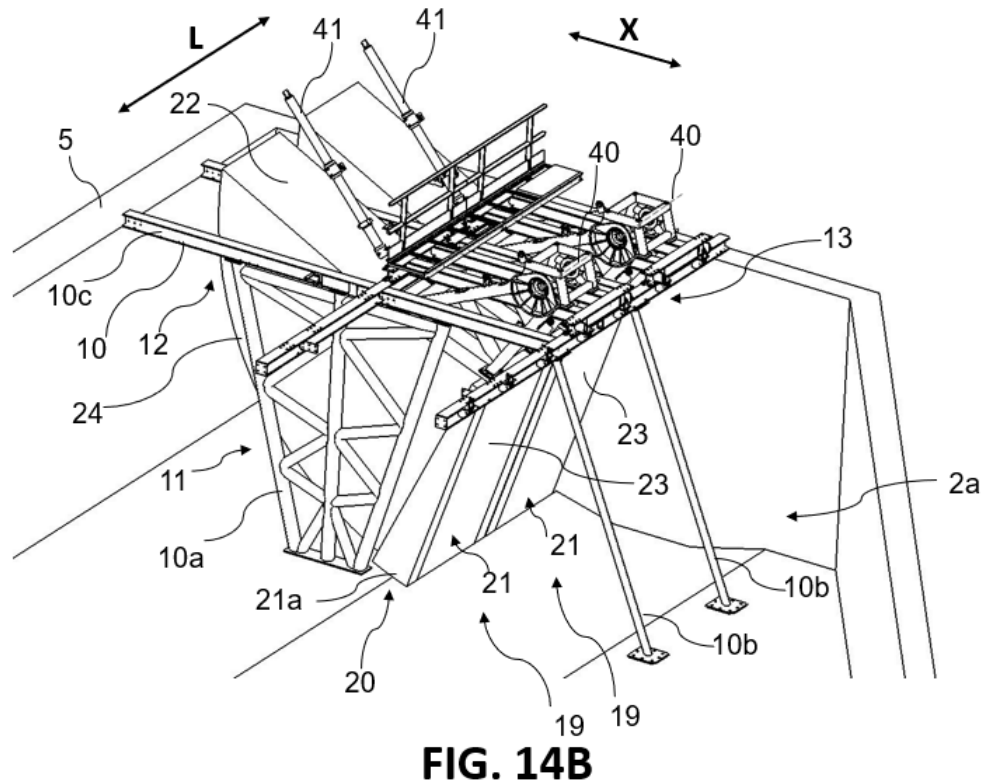
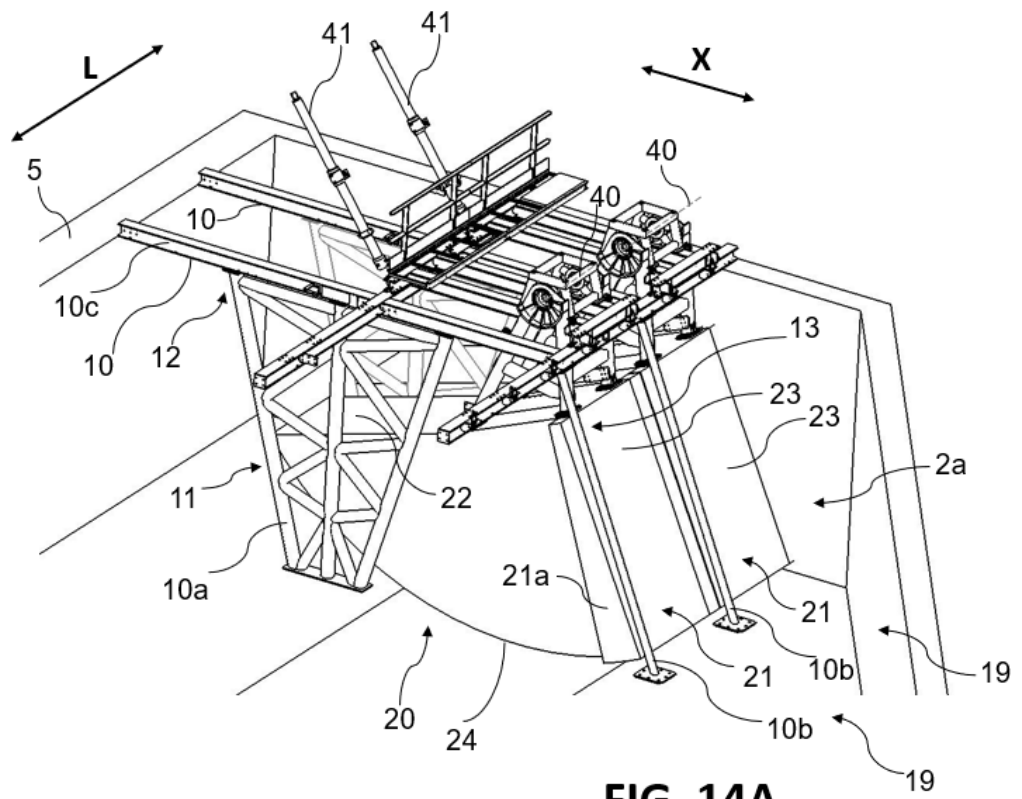


FIG. 13C



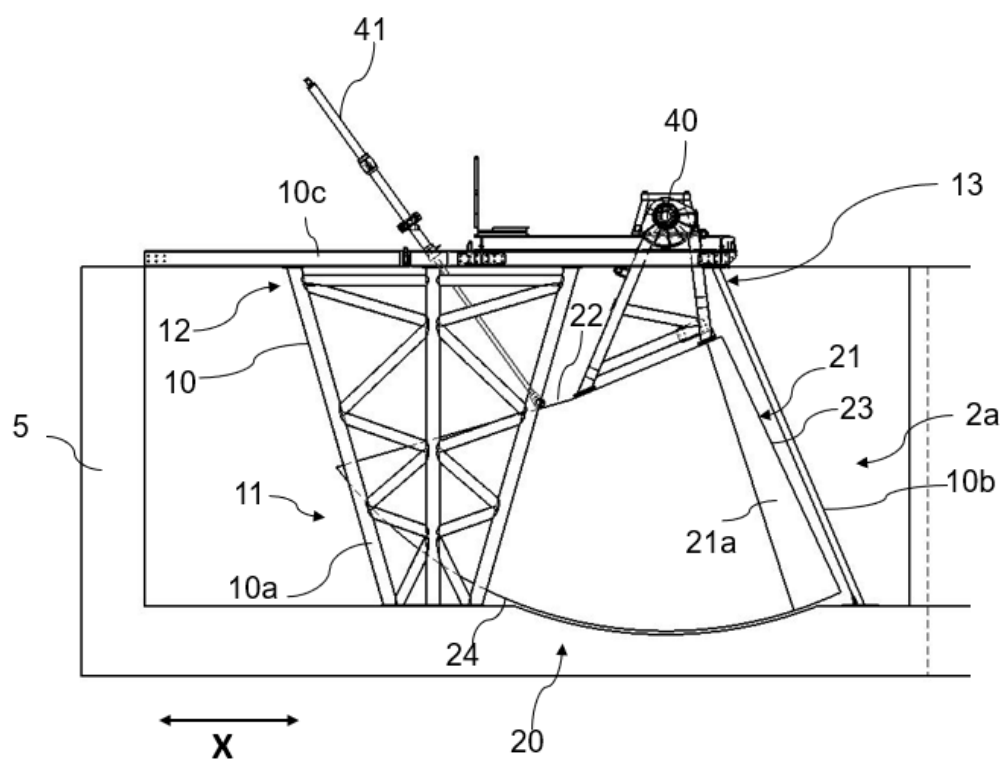


FIG. 15A

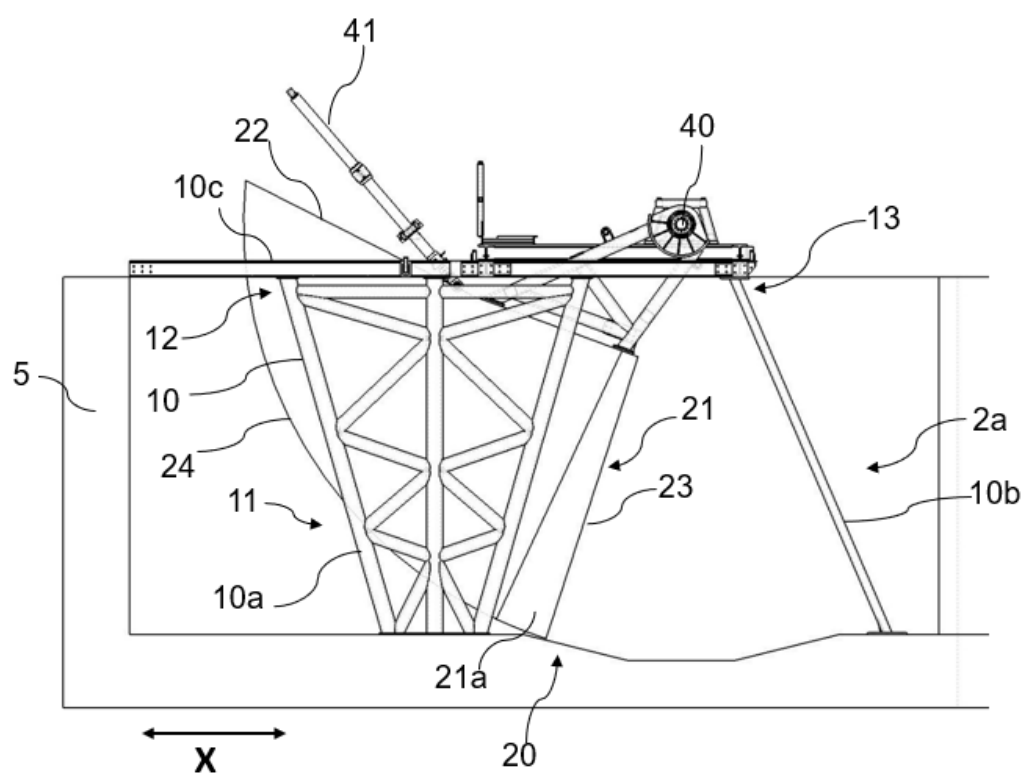


FIG. 15B