

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 782 698**

51 Int. Cl.:

**E04H 4/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2013 PCT/US2013/068853**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14074664**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2013 E 13852746 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 2929108**

54 Título: **Método y aparato para producir olas adecuadas para surfear mediante el uso de generadores de olas escalonados extendidos a lo largo de una línea de escalonamiento curva**

30 Prioridad:

**07.11.2012 US 201261723598 P**

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

**15.09.2020**

73 Titular/es:

**LOCHTEFELD, THOMAS J. (50.0%)  
210 Westbourne  
La Jolla, CA 92037, US y  
BASTENHOF, DIRK (50.0%)**

72 Inventor/es:

**LOCHTEFELD, THOMAS J. y  
BASTENHOF, DIRK**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 782 698 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

Método y aparato para producir olas adecuadas para surfear mediante el uso de generadores de olas escalonados extendidos a lo largo de una línea de escalonamiento curva

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere al campo de las piscinas de olas, y en particular, a una piscina de olas que comprende el uso de múltiples generadores de olas escalonados extendidos a lo largo de una línea de escalonamiento curva en secuencia con paredes divisorias que se extienden hacia adelante frente a cada generador de olas que permiten formar y fusionar segmentos de olas individuales para formar una ola resultante que rompe a lo largo de una línea de costa.

10

Antecedentes de la invención

15

Convertirse en un buen surfista requiere una combinación de habilidad natural, destreza y práctica y aprender a hacer ajustes continuos mientras se está de pie en una tabla de surf orientada longitudinalmente a medida que se desliza hacia adelante a través de una ola, de manera que mientras el surfista se inclina y hace ajustes para forjar la trayectoria correcta, él o ella puede permanecer equilibrado e impulsarse hacia adelante a la velocidad y ángulo correctos. A este respecto, el surf requiere que el surfista mantenga la tabla en un estado de equilibrio en constante cambio, mientras mantiene un conocimiento constante de su posición con relación a la tabla, y la posición de la tabla con relación a la ola, en donde la tabla y el surfista se sincronizan juntos mientras avanzan en varios ángulos y direcciones, y realizan maniobras mediante el uso de la gravedad y la superficie inclinada de la ola en movimiento.

20

25

Debido a la necesidad de sincronizar estos movimientos con cuidado, es importante que la ola sobre la que viaja la tabla sea de tamaño, forma y calidad suficientes para permitir que el surfista genere suficiente velocidad y use las rampas, transiciones, secciones y tubos huecos que se crean en la ola para realizar varios trucos y maniobras en los mismos. Además, la superficie de la ola sobre la que viaja la tabla, y la atraviesa, debe ser lo suficientemente lisa y libre de turbulencias y discontinuidades, para permitir que el surfista realice las maniobras deseadas, en donde, si hay alguna irregularidad en la estructura de la ola, tal como crestas, ángulos, ondas, vórtices, cortes, etc., la ola será difícil de atravesar y mantener el equilibrio sobre la misma. Y en función del tamaño de una tabla de surf estándar, que incluye su ancho, longitud y grosor generales, es fundamental que la porción lisa de la ola sea lo suficientemente grande/ancha de manera que la tabla pueda soportarse completamente por la estructura de la ola, en donde, a medida que la tabla se desliza y maniobra a través de la ola, el surfista puede hacer los ajustes necesarios para mantenerse equilibrado y avanzar mientras realiza maniobras de interés. Si hay demasiada turbulencia, por ejemplo, o si la porción lisa de la ola no es lo suficientemente grande/ancha, la tabla puede desviarse o desorientarse, lo que puede obligar al surfista a tener que hacer ajustes de compensación rápidos, lo que puede aumentar la posibilidad de que ocurra una caída.

30

35

40

Debido al tamaño de una tabla de surf estándar, que típicamente es de aproximadamente 18 a 20 pulgadas (40 cm a 50 cm) de ancho, y aproximadamente 2 a 3 pulgadas (5 cm - 7 cm) de grosor, y aproximadamente 70 a 120 pulgadas (2 a 3 metros) de largo, así como también su forma, que puede tener una forma cónica o curva para facilitar el tallado, es conveniente que la porción lisa de la ola sea lo suficientemente ancha para soportar este ancho, así como también los movimientos variados de la tabla. Por ejemplo, si hay grandes ondulaciones, protuberancias o cortes que se separan cada 12 a 24 pulgadas (30 a 60 cm) más o menos, entonces, a medida que la tabla encuentra estas formaciones, el surfista tendrá que usar una postura más conservadora (maniobra mínima), con las rodillas dobladas (para actuar como amortiguadores), y hacer ajustes rápidos, para mantener la tabla en su trayectoria correcta y evitar una caída, mientras el surfista avanza. De hecho, uno de los inconvenientes importantes para surfear en una ola de baja calidad es que la tabla en sí puede desviarse indeseablemente, tal como, por ejemplo, cuando la punta de la tabla entra en un corte, en cuyo caso, la proa de la tabla puede sumergirse en el agua, lo que, en términos de surf, se conoce como 'pesca de perlas' y, con mayor frecuencia resultará en una caída.

50

55

En el pasado, debido a que solo hay unos pocos lugares en el mundo donde las olas de calidad surfable se crean naturalmente, ha sido necesario que los surfistas viajen grandes distancias para surfear. Y a menudo, los momentos en que existen condiciones climáticas ideales pueden ser relativamente raros, lo que dificulta a los surfistas practicar su deporte y atrapar una gran ola. Y dada la falta de recursos disponibles que tienen la mayoría de los surfistas, se ha puesto un mayor énfasis en la creación de olas artificiales mediante el uso de piscinas de olas.

60

Las piscinas de olas son cuerpos de agua artificiales en los que se crean olas para simular las olas en un océano. Una piscina de olas típicamente tiene un dispositivo generador de olas en un extremo y una "playa" inclinada artificial ubicada en el otro extremo, en donde el dispositivo generador de olas crea perturbaciones en el agua que producen olas tales como olas periódicas que se desplazan de un extremo al otro. El piso de la línea de costa se inclina preferentemente hacia arriba, de manera que a medida que se acercan las olas, el piso hace que las olas cambien de forma y "rompan" en la playa.

65

Una de las deficiencias de las piscinas de olas tradicionales es que típicamente son grandes y, por lo tanto, requieren un terreno significativo y, por lo tanto, son relativamente caras de construir. Además, para producir grandes olas surfables, no solo la piscina tiene que ser grande, sino que los generadores de olas en sí deben ser más grandes y más potentes

5 para empujar más agua para crear las olas surfeables deseadas. Algunas piscinas de olas se han construido con múltiples generadores de olas colocados uno al lado del otro a lo largo del extremo profundo, que pueden activarse al mismo tiempo para producir una sola ola que se desplaza desde el extremo profundo hasta el extremo poco profundo. Típicamente, en tal caso, cada generador de olas se activa al mismo tiempo para crear simultáneamente una sola ola resultante que progresa a través de la piscina y se rompe.

10 En Cohen, patente de Estados Unidos Núm. 5,342,145, se muestra una instalación de generación de olas que tiene un rompiente en ángulo para producir olas de tipo hundidas, en donde se proporcionan múltiples generadores de olas en un ángulo oblicuo a lo largo del lado de la costa del rompiente para generar múltiples olas en secuencia, en donde se dice que las olas se fusionan para formar una sola ola que se despega lateralmente a lo largo del rompiente. En Cohen, los generadores de olas se escalonan y posicionan en un ángulo oblicuo con relación al frente o la cresta de las olas en movimiento, y de la misma manera, el rompiente se extiende a lo largo del mismo ángulo oblicuo, de manera que, a medida que las olas progresan, se despejarán y romperán lateralmente a través del rompiente.

15 Sin embargo, una deficiencia de Cohen es que los generadores de olas se ubican en aguas abiertas sin prever cómo se formarán y fusionarán los segmentos de olas para formar una sola ola resultante. Debido a que los generadores de olas se orientan hacia el agua abierta, y los múltiples segmentos de olas que ellos producen tienen que fusionarse en la piscina abierta, pueden ocurrir fuerzas naturales y perturbaciones a lo largo de las zonas de convergencia, que incluyen remolinos indeseables y desviaciones de flujo, que pueden prohibir la formación de una ola surfeable lisa. Lo que Cohen no tiene en cuenta es que cuando estos segmentos de olas convergen y se producen perturbaciones, estos movimientos afectarán negativamente la formación a corto plazo de una ola resultante, en donde cualquier ola que siga (tal como dentro de un marco de tiempo aproximado de 45 segundos) encontrará inestabilidades considerables, por ejemplo, ondulaciones, cortes y vórtices, etc., que son inestables y, por lo tanto, inadecuadas para surfear. Además, la energía consumida al generar tales perturbaciones puede reducir el tamaño, la altura y la amplitud general de las olas deseadas.

25 En Leigh, patente de Estados Unidos Núm. 3,350,724, se muestra un método y aparato para generar olas artificiales en un cuerpo de agua, en donde se muestran múltiples generadores de olas para producir olas individuales que se fusionan. De acuerdo con Leigh, cada generador de olas se proporciona con un par de paredes en ángulo que se extienden hacia adelante, para hacer que las olas se alarguen a medida que avanzan, de manera que una vez que las olas se fusionan, crean una sola ola resultante con un frente alargado que es más largo que el ancho de los generadores de olas combinados. Al inclinar sustancialmente las paredes frente a cada generador de olas, las olas necesariamente se extenderán y alargarán a medida que avanzan, lo que, de acuerdo con Leigh, permite que las olas creadas se alarguen sustancialmente, lo que hace posible crear olas más largas mediante el uso de menos generadores de ola y más cortos, lo que de acuerdo con Leigh, reduce "drásticamente" el "costo, la complejidad y los requisitos de energía" de la instalación. De acuerdo con Leigh, el objetivo logrado es que al inclinar las paredes hacia afuera a lo que parece ser de 60 a 70 grados, se necesitan menos generadores de olas para crear la misma longitud de la ola a lo largo de la playa.

40 Sin embargo, una seria desventaja de Leigh es que debido a que las paredes se inclinan a tal grado, las olas se extenderán y alargarán indebidamente, lo que crea un componente de velocidad lateral o descendente significativo (es decir, en una dirección descendente a lo largo de la cresta de la ola) a medida que cada ola avanza, en donde las olas eventualmente se arquearán de manera radial hacia afuera y chocarán entre sí con fuerza, en lugar de fusionarse suavemente para formar una ola resultante uniforme. Es decir, a medida que las olas avanzan, no solo viajarán en un movimiento de arco sustancial, es decir, radialmente hacia afuera, sino que también se ampliarán y alargarán a medida que sigan a lo largo del ángulo de las paredes, en donde un vector de velocidad lateral descendente se creará de manera que cuando las olas adyacentes converjan juntas, inevitablemente chocarán entre sí con una fuerza y un efecto significativos, lo que puede crear turbulencias adicionales que pueden evitar la formación de olas lisas surfeables.

50 Del mismo modo, el alargamiento de las olas creadas por Leigh, en virtud de los principios de conservación de energía, hará que las olas disminuyan significativamente en altura/amplitud a medida que avanzan. Es decir, en virtud del alargamiento de las olas, la energía de la ola tendrá que extenderse a lo largo de una distancia mayor, lo que necesariamente disminuye la altura de las olas. Además, la turbulencia y la perturbación adicionales provocadas por las olas que interfieren y chocan entre sí harán que las olas redirijan la energía, lo que contribuye además así a una reducción en la altura y amplitud de la ola. En consecuencia, no solo la altura/amplitud de las olas se reducirá con el tiempo, sino que se requerirá energía adicional para crear la ola resultante del mismo tamaño.

55 Por las razones anteriores, existe la necesidad de diseñar y construir una piscina de olas mediante el uso de una pluralidad de generadores de olas colocados uno al lado del otro a lo largo del extremo profundo de la misma para producir segmentos de olas que se fusionen correctamente a medida que avanzan para crear una sola ola que sea suficientemente lisa para surfear, y que supere las deficiencias de los diseños de piscinas de olas anteriores, antes de que se despeguen y rompan a lo largo de la orilla.

60 El documento US 2011/209280 A1 describe un aparato y método en donde uno o más dispositivos de creación de olas se orientan en un ángulo agudo entre sí y estos dispositivos de creación de olas en ángulo se colocan entonces adyacentes a un arreglo de dispositivos de creación de olas.

65 Resumen de la invención

La presente invención representa una mejora con respecto a los diseños de piscinas de olas anteriores que comprenden múltiples generadores de olas colocados uno al lado del otro en que la ola resultante formada al fusionar los segmentos de olas es una ola surfeable de alta calidad con poca o ninguna inestabilidad superficial debido a la generación y posicionamiento de olas mejorados, etc. La piscina de olas de la presente invención tiene preferentemente un extremo relativamente profundo y un extremo relativamente poco profundo, en donde los generadores de olas se ubican a lo largo del extremo profundo y la línea de costa se ubica a lo largo del extremo poco profundo, en donde un piso inclinado se extiende entre los mismos, y en la presente invención, los generadores de olas se orientan preferentemente a lo largo de una línea de escalonamiento curva que está en un ángulo oblicuo con relación a la dirección lateral descendente del frente de ola, en donde los generadores de olas también están escalonados, y tienen un par de paredes divisorias extendidas frente a cada uno, de manera que, a medida que los generadores de olas se operan secuencialmente, uno después del otro, los segmentos de olas se fusionarán para formar una ola resultante de forma lisa adecuada para surfear. Al proporcionar paredes divisorias frente a cada generador de olas con un ángulo de desvanecimiento hacia afuera limitado entre ellas, se permitirá que los segmentos de olas se formen correctamente sin perder altura/amplitud significativa y sin alargarse indebidamente, como en Leigh. Esto también ayuda a reducir la diferencia de altura de ola entre los segmentos de olas adyacentes, en donde el resultado final es que pueden fusionarse para producir una ola resultante con turbulencia y pérdida de energía de ola reducidas y una reducción mínima en la altura/amplitud de las olas, etc.

Aunque son posibles diferentes configuraciones de piscinas, la modalidad preferida tiene generadores de olas que se extienden a lo largo de una línea de escalonamiento curva, con el piso inclinado extendido entre el extremo profundo y el extremo poco profundo, y en donde la línea de ruptura también se extiende a lo largo de una trayectoria curva similar, tal como sustancialmente paralela a la línea de escalonamiento curva, en donde el piso inclinado se extiende entre ellos y ayuda a que las olas rompan oblicuamente hacia la orilla, en donde las olas que se forman romperán oblicuamente hacia adelante y luego se despegarán lateralmente a través del ancho de la piscina.

Preferentemente, los generadores de olas se colocan a lo largo de la línea de escalonamiento curva, de manera que cada generador de olas sucesivo en la serie se ubica más aguas abajo que el generador de olas anterior, y en un ángulo ligeramente mayor con relación al generador de olas inmediatamente anterior. Por ejemplo, el segundo generador de olas se ubica preferentemente más aguas abajo y en un ángulo ligeramente mayor que el primer generador de olas, y el tercer generador de olas se ubica preferentemente más aguas abajo y en un ángulo ligeramente mayor que el segundo generador de olas, en donde el último generador de olas de la serie se ubicará más aguas abajo que cualquier generador de olas anterior en la serie y en un ángulo mayor con relación a los generadores de olas anteriores.

A este respecto, el ángulo entre cada generador de olas en la serie es preferentemente el mismo que el ángulo de desvanecimiento hacia afuera de las paredes divisorias para cada generador de olas, en donde la orientación y posición de los generadores de olas de esta manera ayuda a formar la línea de escalonamiento curva, y contribuye a la formación y configuración general de las olas. Los generadores de olas se colocan preferentemente a lo largo de una línea de escalonamiento curva, en lugar de un ángulo de escalonamiento recto.

Con múltiples generadores de olas colocados uno al lado del otro de esta manera, puede verse que cada generador de olas puede activarse secuencialmente, uno tras otro, con un intervalo de tiempo predeterminado entre ellos, en donde cada segmento de ola necesitará tiempo para avanzar y desarrollarse correctamente antes de fusionarse con segmentos de olas adyacentes que viajarán hacia adelante. Y debido a que los generadores de olas están de manera preferente sustancialmente escalonados y posicionados a lo largo de una línea de escalonamiento curva, puede verse que para que los segmentos de olas se fusionen correctamente, la activación de cada generador de olas tendrá que cronometrarse y tener en cuenta el tiempo que se requiere para que cada segmento de ola avance a través de las paredes divisorias antes de fusionarse con un segmento de ola adyacente al final del mismo, formado por generadores de olas adyacentes en la serie.

Un aspecto preferido de la presente invención es la existencia de un par de paredes divisorias que se extienden hacia adelante frente a cada generador de olas que ayuda a limitar la energía de los segmentos de olas a medida que avanzan antes de fusionarse. Cada par de paredes divisorias se extiende preferentemente hacia adelante en la dirección de desplazamiento de los segmentos de olas, de manera que ayudan a limitar los segmentos de olas y la energía de los mismos, en donde la longitud, el tamaño (altura/amplitud) y la forma de los segmentos de olas pueden mantenerse sustancialmente a medida que avanzan, mientras les da tiempo suficiente para desarrollarse antes de fusionarse con otros segmentos de olas en la secuencia. De esta forma, cuando los segmentos de olas se fusionan, se desplazan de manera preferente sustancialmente en la misma dirección, sustancialmente a la misma velocidad, y pueden ser sustancialmente idénticos en tamaño y forma, lo que puede ayudar a evitar perturbaciones, interferencias y turbulencias indeseables, tales como remolinos excesivos, desviaciones de flujo y olas secundarias o en dirección transversal, etc., en donde el tamaño y la forma de la ola resultante pueden así conservarse sustancialmente. Al mismo tiempo, en la modalidad preferida, debido a que cada generador de olas y sus paredes divisorias están ligeramente en ángulo entre sí, típicamente se proporciona un ligero ángulo de desvanecimiento entre cada par de paredes divisorias, en donde el ángulo que se extiende entre cada par de paredes divisorias coincide con el ángulo entre los generadores de olas adyacentes en la serie.

Basado en lo anterior, las paredes divisorias crean preferentemente tres zonas distintas de formación de olas frente a cada generador de olas, que ayudan a facilitar la formación, fusión y transición de las olas resultantes. Estas zonas se discutirán ahora en el orden en que ocurren a medida que los segmentos de olas avanzan:

Primero, se crea una Zona de formación de olas entre las dos paredes divisorias frente a cada generador de olas. Esta zona se caracteriza por la existencia de dos paredes divisorias a cada lado a través de las cuales viajan los segmentos de olas, en donde la longitud y la energía de los segmentos de olas se limitan y conservan sustancialmente. Esta Zona se diseña para ayudar a limitar la energía de los segmentos de olas a medida que avanzan para que puedan desarrollarse en la forma adecuada antes de entrar en las zonas de fusión.

Una característica importante de las paredes divisorias es que se extienden sustancialmente casi paralelas entre sí, o tienen un ángulo de desvanecimiento limitado entre ellas, en donde en las modalidades preferidas, como se discutirá, solo tendrán un ángulo de desvanecimiento hacia afuera de no más de aproximadamente 20 grados, en dependencia del tamaño de ola global deseado y el ángulo de despegue a alcanzar. Al mantener las paredes divisorias casi paralelas o al limitar de cualquier otra manera el ángulo de desvanecimiento hacia afuera, los segmentos de olas no se alargarán sustancialmente ni perderán una cantidad significativa de energía o tamaño, etc., y al extender las paredes divisorias dentro de esta Zona de esta manera, pueden lograrse las siguientes ventajas: 1) los segmentos de olas no se alargarán ni se extenderán sustancialmente, lo que reduce o elimina la velocidad de propagación o el vector de velocidad descendente y, por lo tanto, puede reducirse el exceso de turbulencia a medida que se fusionan los segmentos de olas, y 2) debido a que los segmentos de olas pueden mantener su longitud y altura/amplitud, etc., y su energía de ola se conserva sustancialmente, pueden desarrollarse completamente y permanecer sustancialmente inalterados en tamaño y forma, a medida que avanzan a través de esta Zona, lo que ayuda a reducir las perturbaciones indeseables que pueden ocurrir cuando se fusionan los segmentos de olas. Para los propósitos de esta discusión, la velocidad de propagación o la velocidad descendente describe un vector de velocidad en una dirección longitudinalmente hacia abajo de la línea de un frente de ola dado, que es esencialmente perpendicular al movimiento hacia adelante de la ola.

La segunda zona encontrada por el segmento de ola a medida que avanza es la Zona de fusión de olas parcial que se extiende justo más allá de la pared divisoria más corta, y se caracteriza por la existencia de una pared divisoria en un lado pero agua abierta en el otro lado, en donde los segmentos de olas comenzarán a fusionarse en un lado (el lado con la pared divisoria más corta) con un segmento de ola adyacente en la serie. Esta Zona se extiende preferentemente aguas abajo desde el extremo distal de la pared divisoria corta (en un lado) hasta el extremo distal de la pared divisoria larga (en el lado opuesto). Aunque esta Zona solo tiene una pared divisoria, el segmento de ola que viaja a través de esta Zona se limita preferentemente en el lado opuesto "abierto" por la presencia de un segmento de ola adyacente que viaja sustancialmente en la misma dirección, sustancialmente a la misma velocidad, y que tiene sustancialmente el mismo tamaño y forma. Es decir, el extremo "abierto" del segmento de ola se fusionará efectivamente con un segmento de ola adyacente formado por un generador de olas anterior en la serie que viaja a su lado, es decir, que viaja sustancialmente en la misma dirección, en donde ambos segmentos de olas se limitarán sustancialmente en ambos lados (un lado por la pared divisoria larga y el otro lado por el segmento de ola adyacente que viaja en la misma dirección), en donde esta limitación ayudará a mantener la altura/amplitud y la forma y longitud de la ola resultante. Aunque solo hay una pared divisoria que limita los segmentos de olas dentro de esta Zona, cuando se sincronizan correctamente, los dos segmentos de olas adyacentes que se fusionan podrán fusionarse correctamente, sin producir perturbaciones y turbulencias indeseables, tales como remolinos excesivos, desviaciones de flujo y olas secundarias o en dirección transversal, que pueden afectar negativamente la formación lisa y la transición de la ola resultante deseada.

Tercero, la siguiente zona encontrada por el segmento de ola es la Zona de fusión de olas completa que se encuentra aguas abajo más allá de las paredes divisorias y se caracteriza por agua abierta en ambos lados, en donde el otro extremo del segmento de ola (que aún no se ha fusionado) se fusionará con un segmento de ola adyacente formado por un generador de olas sucesivo en la serie que viaja a lo largo del extremo opuesto, en donde los dos segmentos de olas viajarán sustancialmente en la misma dirección, sustancialmente a la misma velocidad, y que tienen sustancialmente el mismo tamaño y forma, como fue el caso en el otro lado, para formar la ola resultante de forma lisa. Esta Zona se extiende justo más allá del extremo distal de la pared divisoria larga, y se extiende hacia adelante en la piscina, tal como hacia la zona inclinada, hacia el extremo poco profundo. Debido a que no hay una pared divisoria a cada lado, los segmentos de olas que viajan a través de esta Zona se limitarán en los extremos opuestos por otros segmentos de olas que viajan en la misma dirección, formados por un generador de olas anterior en un extremo y un generador de olas sucesivo en el extremo opuesto en la serie. Y debido a que los segmentos de olas anterior y sucesivo también viajan sustancialmente en la misma dirección, sustancialmente a la misma velocidad, con sustancialmente el mismo tamaño y forma, los segmentos de olas que se fusionan ayudarán a formar una ola uniforme resultante de forma consistente.

A medida que estos segmentos de olas avanzan y se fusionan, uno tras otro, primero en un lado y luego, en el lado opuesto, el tamaño (altura/amplitud) y la forma de cada segmento de ola permanecen de manera preferente sustancialmente constantes, es decir, sin alteraciones, lo que permite que los segmentos de olas que se fusionan formen una ola resultante sustancialmente lisa, en donde pueden reducirse los remolinos indeseables, las desviaciones de flujo y las olas secundarias o de dirección transversal, que pueden afectar negativamente la formación de las olas. En la modalidad preferida, las paredes divisorias frente a cada generador de olas tienen un ángulo de desvanecimiento hacia afuera de no más de aproximadamente 20 grados, aunque preferentemente tienen un ángulo de desvanecimiento de 15 grados o menos, y cada generador de olas en la serie se coloca preferentemente a lo largo de una línea de escalonamiento curva, con el ángulo entre cada generador de olas adyacente que coincide con el ángulo de desvanecimiento hacia afuera. Dicho de otra manera, cada generador de olas sucesivo en la serie se coloca preferentemente en un ángulo incrementalmente mayor que cada generador de olas anterior en la serie, que es equivalente al ángulo de desvanecimiento hacia afuera de cada par de paredes divisorias para cada generador de olas, que es preferentemente

menor que aproximadamente 20 grados. De esta manera, la curvatura de la línea de escalonamiento curva se convierte en una función de los ángulos colectivos formados por todos los generadores de olas colocados uno al lado del otro en la serie.

5 Por ejemplo, si el ángulo de desvanecimiento hacia afuera de las paredes divisorias para un generador de olas en una modalidad es de 5 grados (entre cada par de paredes divisorias), entonces cada generador de olas en la serie se coloca preferentemente en un ángulo de 5 grados entre sí, es decir, el primer generador de olas se coloca en un ángulo de 5 grados con relación al segundo generador de olas, y el segundo generador de olas se coloca en un ángulo de 5 grados con relación al tercer generador de olas, en donde el tercer generador de olas se colocará entonces en un ángulo de 10 grados con relación al primer generador de olas, etc. Y con cada generador de olas en la serie extendido en el mismo ángulo con relación a cada generador de olas anterior en la serie, puede verse que el último generador de olas en la serie se posicionará después en un ángulo que es equivalente a los ángulos colectivos de todos los generadores de olas combinados. Por lo tanto, si hay dieciocho generadores de olas, y las paredes divisorias frente a cada generador de olas tienen un ángulo de desvanecimiento de 5 grados, el último generador de olas en la serie estará en un ángulo de 90 grados con relación al primer generador de olas en la serie, con cada generador de olas que se coloca en un ángulo de 5 grados entre sí. Por supuesto, la piscina de olas puede ser más grande o más pequeña, en cuyo caso, una modalidad puede tener menos o más de dieciocho generadores de olas, es decir, una piscina de olas que se extiende alrededor de un círculo completo puede tener setenta y dos generadores de olas, cada uno en un ángulo de 5 grados entre sí, que se extienden alrededor de los 360 grados completos.

20 A este respecto, debe observarse que prácticamente cualquier configuración de piscina está dentro de la contemplación de la presente invención. Por ejemplo, en una modalidad, pueden proporcionarse nueve generadores de olas con paredes divisorias que tienen un ángulo de desvanecimiento de 10 grados entre ellas, en donde pueden orientarse y colocarse en un ángulo de 10 grados entre sí, y a lo largo de una línea de escalonamiento curva que se extiende aproximadamente un cuarto de un círculo (o 90 grados). También puede verse que mediante el uso de generadores de olas y paredes divisorias que tienen ángulos de desvanecimiento variados entre ellos, que incluye una serie donde hay un ángulo de 5 grados adyacente a un ángulo de 6 grados adyacente a un ángulo de 10 grados, prácticamente pueden proporcionarse cualquier número de generadores de olas, ángulos de desvanecimiento hacia afuera y configuraciones. La clave es mantener los ángulos de desvanecimiento relativamente casi paralelos entre sí o limitados de cualquier otra manera para proporcionar los beneficios descritos en la presente descripción.

35 Independientemente del número de generadores de olas usados, y la curvatura de la línea de escalonamiento, etc., el extremo poco profundo opuesto de la piscina de olas se extiende preferentemente a lo largo de una curva similar, de manera que a medida que los segmentos de olas avanzan y se fusionan, la ola resultante avanzará y comenzará a romper a lo largo de una línea de ruptura sustancialmente curva, en donde las olas también romperán a lo largo de una línea de costa similarmente curva, en donde la distancia que las olas tienen que viajar aguas abajo desde los generadores de olas hasta la playa, es decir, antes de que rompan sobre la orilla, es de manera preferente sustancialmente constante, aunque no necesariamente, de manera que la ruptura de las olas ocurrirá aproximadamente a la misma distancia aguas abajo y sustancialmente a lo largo de la misma línea.

40 En la medida en que el ángulo de despegue ayuda a permitir que las olas rompan correctamente, debe observarse que la curvatura de la línea de ruptura puede variar, es decir, no tiene que ser sustancialmente paralela a la línea de escalonamiento curva, de manera que las olas romperán de la manera deseada a lo largo de la línea de costa. Los radios de las diversas curvaturas también pueden variar, en donde el radio de la línea de escalonamiento curva puede ser una función de la distancia de escalonamiento, el ancho del generador de olas, y el ángulo de desvanecimiento hacia afuera de las paredes divisorias, etc., en donde la curvatura de la línea de ruptura y la línea de costa no necesariamente tienen que ser iguales a la curvatura de la línea de escalonamiento curva.

45 Si bien hay varios factores involucrados en la decisión de cuántos generadores de olas usar, y qué tan grande o pequeña debe ser la piscina de olas, y en qué porción de un círculo debe consistir la curva, etc., se consideran preferentemente varios factores para determinar el ángulo de desvanecimiento hacia afuera preferido de las paredes divisorias, que luego debe tenerse en cuenta para determinar el ángulo preferido entre los generadores de olas adyacentes en la piscina. Como se discutió en la solicitud anterior de los solicitantes, las paredes divisorias funcionarán mejor cuando son sustancialmente paralelas entre sí, lo que ayuda a limitar sustancialmente la energía de los segmentos de olas a medida que avanzan, pero dada la curvatura de la línea de escalonamiento, las dos paredes divisorias en este caso no son necesariamente paralelas en cierto grado, y tienen una cantidad predeterminada de ángulo de desvanecimiento hacia afuera entre ellas, en dependencia de un número de factores, como se discutirá, lo que puede ayudar a determinar el ángulo que existe entre los generadores de olas adyacentes en la serie y, por lo tanto, dicta la configuración general y el tamaño de la piscina de olas, etc.

60 A este respecto, los siguientes factores se consideran preferentemente para determinar el ángulo de desvanecimiento hacia afuera preferido para cualquier modalidad dada:

65 Primero, cualquier grado del ángulo de desvanecimiento hacia afuera hará que los segmentos de olas se alarguen en cierto grado a medida que avanzan, en donde, al alargar los segmentos de olas o permitir que se extiendan, puede introducirse un vector de velocidad lateral descendente en los segmentos de olas. Y, debido al principio de conservación de energía, cuando se permite que un segmento de ola se alargue o se extienda, el tamaño del segmento de ola

(altura/amplitud) a medida que avanza disminuirá necesariamente, y debido a que los generadores de olas se escalonan y operan secuencialmente, uno tras otro, cuando dos segmentos de olas adyacentes se fusionan, un segmento de ola habrá recorrido una distancia mayor que el segmento de ola adyacente, lo que significa que a lo largo de la línea de convergencia, puede haber una diferencia de altura significativa entre ellos, que puede provocar que ocurran perturbaciones y turbulencias no deseadas, tales como remolinos excesivos y desviaciones de flujo. Por lo tanto, en algún momento, un mayor ángulo de desvanecimiento hacia afuera y/o una mayor distancia de escalonamiento creará un fenómeno de ola secundario que interferirá con el patrón de ola primario y la formación de la ola resultante.

Dicho de otra manera, el alargamiento de los segmentos de olas puede provocar indeseablemente que ocurra un flujo de energía, en donde, debido al ángulo de desvanecimiento de las paredes del cajón, en el punto donde se fusionan los segmentos de olas, cada segmento de ola en la serie terminará siendo más ancho que el segmento de ola anterior en la serie, etc., y debido a que la energía por unidad de ancho a lo largo de la longitud del segmento de ola se relaciona con el cuadrado de la altura de la ola, esto significa que el segmento de ola que se crea más temprano, que viaja más lejos, será más bajo en altura que el siguiente segmento de ola sucesivo en la serie, etc. Por lo tanto, los segmentos de olas que se fusionan tendrán un diferencial de altura de ola que depende del ángulo de desvanecimiento hacia afuera y la distancia de escalonamiento, y en consecuencia, si la distancia de escalonamiento es demasiado grande y/o el ángulo de desvanecimiento hacia afuera es demasiado alto, el diferencial de altura de ola a lo largo de la línea de convergencia aumentará, lo que resulta en irregularidades y efectos secundarios de olas adversos. Por estas razones, la presente invención contempla que los factores anteriores se tengan en cuenta al diseñar una piscina de olas que tenga un ángulo de desvanecimiento hacia afuera específico, y preferentemente, el ángulo de desvanecimiento hacia afuera entre ellos debe limitarse a aproximadamente 5 a 10 grados y ciertamente no más de 20 grados. Otra razón para limitar el ángulo de desvanecimiento tiene que ver con la configuración general de la piscina de olas y qué tan apretado debe ser el radio de la línea de escalonamiento curva, que se afecta por la distancia de escalonamiento, y otras curvas basadas en el ángulo de desvanecimiento.

Otro aspecto mejorado de la presente invención es que, debido a que los generadores de olas se colocan a lo largo de una línea de escalonamiento curva, en lugar de un ángulo recto, los generadores de olas adyacentes también se posicionarán y orientarán en un ángulo entre sí, de manera que cada generador de olas sucesivo en la serie estará en un ángulo progresivamente mayor con relación al primer generador de olas. Y, debido a que las paredes divisorias entre los generadores de olas adyacentes tienen superficies sustancialmente paralelas en lados opuestos, y el segmento de ola creado por cada generador de olas viajará en una dirección que es perpendicular al frente de cada generador de olas, esto permite que los extremos de los segmentos de olas que avanzan y se fusionan a lo largo de la línea de convergencia viajen sustancialmente paralelos entre sí, es decir, sustancialmente en la misma dirección, de manera que cuando se fusionan, la confluencia creada por los segmentos de olas que se fusionan se reducirá sustancialmente.

Esto también reduce la probabilidad de que haya una colisión significativa entre los segmentos de olas adyacentes que puede afectar negativamente la formación de la ola resultante, en la medida en que, con una mayor velocidad descendente, si los extremos de los segmentos de olas adyacentes viajan sustancialmente en la misma dirección, es decir, paralelos entre sí, a lo largo de la línea de convergencia, habrá menos impacto entre ellos a medida que se fusionan. Esto ayuda a evitar la situación que ocurrió en Leigh, que es que, cuando el ángulo de desvanecimiento era demasiado alto, se creaba una condición indeseable, en la medida en que cuando los segmentos de olas convergían, tendían a chocar entre sí, en donde las olas secundarias o de dirección transversal podían interferir con la formación de la ola resultante y las desviaciones de flujo y los remolinos contribuyeron a deformar la continuidad superficial deseada de la ola de surf primaria, lo que crea así perturbaciones y turbulencias indeseables que pueden provocar la ocurrencia de protuberancias, cortes, perturbaciones, remolinos y desviaciones de flujo, que pueden afectar negativamente la formación y transición de la ola deseada.

Otro aspecto de la invención se refiere a la colocación de un sistema de amortiguación de olas tal como se describe en las patentes de Estados Unidos Núms. 6,460,201 u 8,561,221, que puede proporcionarse a lo largo del extremo poco profundo para reducir los efectos de olas indeseables, tales como las corrientes de resaca y los flujos inversos, etc. que pueden afectar negativamente la ruptura de las olas a lo largo de la línea de costa. También puede proporcionarse una línea de costa estándar que tenga un piso que progrese hacia arriba en una inclinación desde el extremo profundo hasta el extremo poco profundo, u otra playa inclinada.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en planta de una modalidad de la presente invención en donde los generadores de olas se extienden a lo largo del extremo profundo, y el área inclinada se extiende a lo largo del extremo poco profundo, en donde los generadores de olas y el área inclinada se extienden a lo largo de una línea de escalonamiento sustancialmente curva, en donde dos paredes divisorias se extienden frente a cada generador de olas para formar segmentos de olas individuales que pueden fusionarse para formar una ola resultante que se desplaza aguas abajo hacia el extremo poco profundo;

La Figura 2 es una vista en sección de la modalidad de la Figura 1, tomada a lo largo de la dirección en que viaja la ola, en donde se muestra un generador de olas alojado dentro de un cajón en el lado izquierdo, y se muestra un sistema de amortiguación de olas en el lado derecho, en donde un piso inclinado se extiende en el medio;



muestra como la distancia 69 en la Figura 4. La distancia de escalonamiento 69 es esencialmente la distancia que cada segmento de ola debe viajar desde la pared frontal 26 de un generador de olas (después de que se crea) antes de llegar a la siguiente pared frontal 26 del generador de olas sucesivo en la serie.

5 Como se muestra en la Figura 4, cada cajón, 17a, 17b, 17c, 17d, tiene preferentemente la forma de un rectángulo desde arriba, que incluye la pared frontal 26, un par de paredes laterales 18, 19 (extendidas en un ángulo ligero entre sí), y una pared posterior 28, y preferentemente, frente a cada cajón 17 hay un par de paredes divisorias 20, 22, extendidas sustancialmente de manera longitudinal hacia adelante en la dirección 10 (también en un ángulo ligero entre sí). Preferentemente, las paredes divisorias 20, 22 se extienden sustancialmente casi paralelas entre sí, o con un ángulo de desvanecimiento hacia afuera de hasta 20 grados, en dependencia de un número de parámetros, como se discutirá. Cada  
10 generador de olas 3 de la modalidad mostrada tiene preferentemente las paredes divisorias 20, 22 con un ángulo de desvanecimiento de aproximadamente cinco (5) grados entre sí. De esta manera, la energía de los segmentos de olas formados por cada generador de olas 3 puede limitarse y retenerse sustancialmente dentro del espacio 30 que se extiende frente a cada generador de olas 3, es decir, entre las paredes divisorias 20, 22, que representan la Zona de formación de olas. El espacio 30, en tal caso, se limita preferentemente en ambos lados, así como a lo largo de la parte inferior y  
15 posterior, de manera que la energía liberada por el generador de olas 3 permanecerá sustancialmente limitada y conservada a medida que los segmentos de olas 8a, 8b, 8c, creados por los generadores de olas 3 avanzan entre las paredes divisorias 20, 22.

20 Como se muestra en la Figura 1, el ángulo de despegue 14 que se extiende entre el frente o la cresta de cada ola 13 y la línea de ruptura 9 es el ángulo en el que las olas 13 romperán y se despegarán a través de la línea de ruptura 9. Y, en la modalidad de la Figura 1, el ángulo de despegue 14 es de aproximadamente 45 grados con relación al frente de cada ola, aunque puede estar dentro de un intervalo de aproximadamente 30 a 70 grados, y preferentemente, dentro del intervalo de aproximadamente 40 a 60 grados, con relación a las olas 13. Además, el ángulo de despegue 14 es preferentemente el mismo ángulo que el ángulo de escalonamiento 15, aunque no necesariamente, en donde ambos se extienden  
25 preferentemente a aproximadamente 45 grados con relación al frente o la cresta de las olas 13, aunque en otras modalidades, el ángulo puede ser mayor o menor -ver las Figuras 5, 6, 7 y 8- o variado.

30 La línea de escalonamiento curva 6 se extiende preferentemente a lo largo de una trayectoria arqueada, tal como a lo largo de un segmento de un círculo a lo largo del extremo profundo 5, como se muestra en la Figura 1, en donde su radio puede ser constante o variado, en dependencia de la configuración deseada de la piscina 1 y el tipo deseado de efectos de olas, etc., que se producirán. Asimismo, la línea de ruptura 9 y la línea de costa 7 se extienden preferentemente a lo largo de una trayectoria arqueada similar o paralela, que puede coincidir con la curvatura de la línea de escalonamiento 6, de manera que las líneas se extienden sustancialmente paralelas entre sí. Por ejemplo, la línea de ruptura 9 y la línea  
35 de costa 7 pueden colocarse y curvarse con relación a la línea de escalonamiento curva 6 de manera que las tres curvas tengan radios concéntricos basados en un punto central común de un círculo, como se muestra en la modalidad de la Figura 7. La relación entre las tres líneas permite preferentemente que las olas 13 rompan a lo largo de la línea de ruptura 9 a sustancialmente la misma distancia aguas abajo desde los generadores de olas 3. Al mismo tiempo, la curvatura y los radios de las tres líneas pueden modificarse para acomodar la formación y el despegue de las olas rompientes 13 de manera que sean adecuadas para surfear, es decir, no tienen que extenderse necesariamente paralelas entre sí.

40 Si una ola resultante 13 producida por la piscina de olas 1 es adecuada para surfear depende en gran medida del valor del ángulo de despegue 14 designado como  $\alpha$ . Y, a este respecto, debe observarse que el ángulo de despegue debe ser lo suficientemente grande como para que la velocidad lateral del punto de ruptura de las olas 13 (que se extiende longitudinalmente a lo largo de la misma) sea adecuada para el nivel de habilidad del surfista, así como la altura de la ola resultante 13 formada dentro de la piscina 1. A este respecto, debe observarse que el vector de velocidad lateral,  $V_s$ , es preferentemente igual al vector de celeridad de la ola,  $c$ , dividido por el seno del ángulo de despegue  $\alpha$ . Cuando el ángulo de despegue es demasiado pequeño, la velocidad lateral descendente de las olas rompientes 13 se vuelve demasiado rápida y, por lo tanto, las olas pueden volverse demasiado difíciles de surfear. Si un surfista en particular puede manejar una ola en particular que tiene una velocidad lateral particular depende en gran medida de su nivel de habilidad, pero  
45 también de la altura  $H$  de la ola 13, etc. Es decir, cuanto mayor sea la ola 13, menor puede ser el ángulo de despegue permitido, en relación con un nivel de habilidad fijo, mientras que, cuanto mayor sea la velocidad lateral descendente (como resultado de un ángulo de despegue más pequeño), mayor será el nivel de habilidad requerido.

50 La tabla a continuación muestra varios niveles de habilidad de surfistas (1 que es un principiante y 10 que está más allá de avanzado) como una función del ángulo de despegue y la altura de la ola  $H$ . Debe tenerse en cuenta que un ángulo de despegue de 90 grados es de uso limitado ya que no hay ángulo progresivo o pendiente que haga que las olas rompan progresivamente y, por lo tanto, ese valor es estrictamente teórico. También debe observarse que el ángulo de despegue máximo práctico que produce una ola rompiente significativa para surfear es de aproximadamente 70 grados. Del mismo modo, el ángulo de despegue mínimo que produce una ola rompiente para surfear es de aproximadamente 30 grados, en  
55 la medida en que cualquier ángulo de despegue más pequeño hará que las olas rompan demasiado rápido y repentinamente, por lo que no le dará al surfista el tiempo suficiente para maniobrar y surfear la ola. Debe tenerse en cuenta que las clasificaciones contenidas en la gráfica a continuación son independientes de la calidad de ruptura de surf real o del grado de dificultad de las olas. La gráfica está tomada de Hutt y otros 2001.

65

## ES 2 782 698 T3

Clasificación	Descripción de la calificación	Límite del ángulo de despegue (grados)	Altura de ola mínima/máxima (m)
5	1 Los surfistas principiantes aún no pueden surfear la superficie de una ola y simplemente avanzan en un maremoto de aguas rápidas a medida que avanza la ola.	90	0,70 / 1,00
10	2 Los surfistas principiantes pueden surfear con éxito lateralmente a lo largo de la cresta de una ola que rompe progresivamente.	70	0,65 / 1,50
15	3 Los surfistas que han desarrollado la habilidad de generar velocidad al 'bombear' en la superficie de la ola.	60	0,60 / 2,50
20	4 Los surfistas comienzan a iniciar y ejecutar maniobras de surf estándar en ocasiones.	55	0,55 / 4,00
25	5 Los surfistas pueden ejecutar maniobras estándar consecutivamente en una sola ola.	50	0,50 / >4,00
30	6 Los surfistas pueden ejecutar maniobras estándar consecutivamente. Ejecuta maniobras avanzadas en ocasiones.	40	0,45 / >4,00
35	7 Los mejores surfistas aficionados pueden ejecutar consecutivamente maniobras avanzadas.	29	0,40 / >4,00
40	8 Los surfistas profesionales pueden ejecutar consecutivamente maniobras avanzadas.	27	0,35 / >4,00
45	9 Los mejores surfistas profesionales pueden ejecutar consecutivamente maniobras avanzadas.	No alcanzar	0,30 / >4,00
50	10 Surfistas en el futuro	No alcanzar	0,3 / >4,00

Por lo tanto, puede verse que cuanto mayor sea el ángulo de despegue, más fácil será para un surfista surfear las olas, y cuanto menor sea el ángulo de despegue, más difícil será. También puede verse que cuanto mayor sea el ángulo de despegue, mayor será la distancia que tendrán que recorrer las olas a lo largo del piso inclinado 21 y, por lo tanto, más tiempo los surfistas podrán surfear las olas. Por otro lado, si el ángulo de despegue es demasiado alto, tal como mayor que 70 grados, es probable que las olas rompan demasiado lentamente o que no rompan en absoluto, lo que dificulta realizar maniobras de surf. Al mismo tiempo, puede verse que con un ángulo de despegue más pequeño, más comprimido será el piso inclinado 21 (en cuanto a la distancia) y, por lo tanto, más rápido romperán las olas 13 a lo largo de la dirección lateral descendente, en donde, si el ángulo de despegue es demasiado pequeño, es decir, menos de 30 grados, las olas romperán demasiado rápido, lo que reduce así la probabilidad de que un surfista pueda viajar lo suficientemente rápido como para maniobrar sobre las olas correctamente. Preferentemente, a medida que las olas 13 se forman por los generadores de olas 3 y se acercan a la línea de costa 7 en la dirección de desplazamiento 10, y pasan sobre la línea de ruptura 9, comenzarán a romper hacia adelante y despegarse lateralmente, en donde el impulso de las olas hará que se derramen hacia adelante y rompan a través de la piscina 1, es decir, progresivamente en una dirección desde la pared lateral 2 a la pared lateral 4.

Mientras que el ángulo de despegue 14 determina preferentemente el ángulo en el cual las olas 13 romperán con relación al piso inclinado 21, el ángulo de escalonamiento 15 determina preferentemente el ángulo en el cual los generadores de olas 3 se orientan y posicionan con relación al frente o la cresta de las olas 13, o la dirección que es normal a la dirección de desplazamiento 10 en cualquier punto dado a lo largo de la línea de escalonamiento curva 6. Y debido a que cada generador de olas 3 se extiende preferentemente hacia adelante aguas abajo entre sí, en virtud de la distancia de escalonamiento, en un ángulo oblicuo con relación al frente o cresta de las olas 13, cada generador de olas, es decir, 3a, 3b, 3c, etc., se opera preferentemente de manera secuencial, uno tras otro, para formar los segmentos de olas individuales 8a, 8b, 8c, uno tras otro, que pueden fusionarse para formar la ola resultante 13 que viaja progresivamente en la dirección 10, que, debido a la línea de escalonamiento curva 6, se extiende esencialmente a lo largo de una trayectoria

sustancialmente arqueada con el tiempo, como se muestra en la Figura 1. Debe tenerse en cuenta que debido a que los generadores de olas se posicionan a lo largo de una línea de escalonamiento curva 6, la dirección de desplazamiento 10 de cada segmento de ola creado por cada generador de olas depende del ángulo en el que ese generador de olas se orienta y posiciona uno con respecto al otro, en donde, cada segmento de ola comenzará a desplazarse en una dirección que es sustancialmente perpendicular a la pared frontal 26 del generador de olas 3 que lo crea, pero a medida que se forma y genera la ola resultante 13, finalmente viajará a lo largo de una trayectoria arqueada debido al hecho de que los generadores de olas 3 se extienden a lo largo de una línea de escalonamiento curva 6 y se extienden en un ángulo ligero entre sí de manera progresiva de un lado al otro.

Cada generador de olas 3 se opera preferentemente en secuencia con un tiempo predeterminado que transcurre entre ellos, en donde el intervalo que existe entre cada uno es preferentemente equivalente al tiempo que tarda un segmento de ola en viajar desde la pared frontal 26 de un cajón 17 a la pared frontal 26 del cajón sucesivo 17. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 4, si un segmento de ola tarda 1 segundo en recorrer esa distancia 69, es decir, la "distancia de escalonamiento", entonces, el intervalo preferido entre la activación de los generadores de olas adyacentes 3 también debería ser de 1 segundo. Esto ayuda a asegurar que cada segmento de ola formado por cada generador de olas en sucesión se fusionará en el momento apropiado, y de la manera apropiada, para formar una ola resultante sustancialmente lisa 13 que viaja hacia adelante y a través de la piscina de olas 1 en la dirección 10, que, de nuevo, se extiende a lo largo de una trayectoria arqueada con el tiempo. La temporización puede realizarse por un ordenador que enciende cada cajón sucesivo en secuencia en el momento apropiado.

En cuanto al tiempo y la frecuencia de las olas resultantes 13, pueden determinarse por la cantidad de tiempo que debe transcurrir entre cada ciclo sucesivo de activaciones. Es decir, después de que los generadores de olas 3 se activan en secuencia de un extremo al otro, entonces, el ciclo puede repetirse al activar la misma serie de generadores de olas, es decir, desde el primer generador de olas hasta el último generador de olas en la serie, para la duración de una frecuencia de olas dada. Por ejemplo, pueden activarse múltiples generadores de olas uno por uno en secuencia durante un intervalo de tiempo de 10 segundos, que forma un ciclo, y ese ciclo puede repetirse después de permitir suficiente tiempo para cargar los generadores de olas 3, como se discutirá, para completar el ciclo antes de que comience el siguiente ciclo. El intervalo de ciclos puede ser entre aproximadamente 10 a 90 segundos o más. Esto también da tiempo suficiente para que los surfistas se coloquen entre las olas.

La Figura 2 muestra la configuración en sección transversal general de la piscina 1 a lo largo de una línea paralela a la dirección de desplazamiento 10 de las olas 13 en donde los generadores de olas 3 se muestran extendidos sustancialmente a lo largo del extremo profundo 5, es decir, en el lado izquierdo, y la línea de costa 7 se extiende a lo largo del extremo poco profundo 11, es decir, en el lado derecho. Extendido entre el extremo profundo 5 y el extremo poco profundo 11 está preferentemente un piso inclinado 21 que se extiende hacia arriba a lo largo de la sección inclinada 53 seguido aguas abajo por la línea de ruptura 9, y una línea de costa 7 que se integra preferentemente con un sistema de amortiguación de olas 23, como el que se muestra en las patentes de Estados Unidos Núms. 6,460,201 u 8,561,221. Debe observarse que el sistema de amortiguación de olas 23 puede omitirse y una línea de costa inclinada 7 de cualquier forma, tamaño o pendiente puede proporcionarse similar a cualquier playa o configuración inclinada. Esta vista muestra generalmente las olas 13 que emanan de los generadores de olas 3 que viajan sustancialmente desde el extremo profundo 5 al extremo poco profundo 11, es decir, de izquierda a derecha, en donde la pendiente del piso 21 a lo largo de la zona de ruptura de olas está preferentemente entre el 2 % y el 22 % (en dependencia del número preferido de Iribarren a lo largo de la zona de ruptura de olas). La distancia mínima de la sección inclinada 53 desde la pared frontal 26 del cajón 17 hasta la línea de ruptura 9 y desde la línea de ruptura 9 hasta la pared final 61 (área de amortiguación) depende normalmente del tamaño de la ola (altura/amplitud). La piscina de olas 1 puede construirse mediante el uso de materiales convencionales tal como hormigón con barras de refuerzo, etc.

Cada generador de olas 3 se aloja preferentemente dentro del cajón 17 que comprende preferentemente una columna o compartimento hermético invertido (boca abajo) 25 capaz de llenarse con aire y/o agua. Preferentemente, cada cajón 17 tiene una pared superior 12, las paredes laterales 18, 19, la pared posterior 28, la pared inferior 46 y la pared frontal 26, en donde debajo de la pared frontal 26 hay preferentemente una abertura de cajón 29 de una altura predeterminada que permite pasar el agua y la energía de las olas hacia la piscina 1. Mientras que otros tipos de generadores de olas, tales como los operados mecánica o hidráulicamente, que incluyen los que se muestran en las Figuras 3a, 3b y 3c, pueden usarse y se contemplan por la presente invención, el generador de olas preferido funciona neumáticamente como se muestra.

Preferentemente, cada cajón 17 tiene una cámara de aire comprimido 35 inmediatamente detrás del mismo, como se muestra en la Figura 2, en la que puede almacenarse aire comprimido, en donde el aire comprimido puede liberarse en el compartimento 25 en el momento apropiado a través de la abertura 33. El aire alimentado dentro y fuera del compartimento 25 puede almacenarse dentro de la cámara 35, en donde durante la fase de carga, el aire puede extraerse del compartimento 25 y hacia dentro de la cámara 35, mediante el uso de una bomba (no mostrada), que puede hacer que el nivel de agua dentro el cajón 17 se eleve (ya que la contrapresión dentro del compartimento 25 hace que se extraiga agua de la piscina 1 y hacia dentro del compartimento 25 a través de la abertura del cajón 29). En tal caso, el aire extraído del compartimento 25 se comprime preferentemente en la cámara 35, donde el aire comprimido puede almacenarse entonces hasta que esté listo para liberarse durante la fase de descarga. Luego, en el momento apropiado, es decir, cuando el generador de olas 3 está listo para activarse, el aire comprimido dentro de la cámara 35 se libera y/o se bombea

de vuelta al compartimento 25, a través de la abertura 33, lo que hace que la columna de agua 45 dentro del compartimento 25 baje de repente, lo que luego fuerza al agua dentro del compartimento 25 hacia adelante a través de la abertura 29, lo que forma así movimientos de olas frente al generador de olas 3 que progresa para formar el segmento de ola 8 que se fusiona con otros segmentos de olas en la serie para formar una ola resultante 13 que avanza a través de la piscina 1.

5 Durante la fase de carga, la cavidad dentro del compartimento 25 es sustancialmente hermética, de manera que cuando se extrae el aire dentro del compartimento 25, el nivel de agua dentro del compartimento 25 aumenta, en donde debido a la contrapresión, el agua puede succionarse desde la piscina 1 a través de la abertura del cajón 29, y hacia el compartimento 25. En este punto, el francobordo del cajón 43, como se muestra en la Figura 2, dentro del compartimento 10 25, puede reducirse y eliminarse sustancialmente, es decir, puede extraerse prácticamente todo el aire dentro del compartimento 25. Al extraer el aire de la parte superior del compartimento 25 a través de la válvula 33, que se encuentra preferentemente cerca de la parte superior, el nivel de agua dentro del compartimento 25 aumentará naturalmente hasta el momento en que el compartimento 25 se llene sustancialmente con agua. Esto también aumenta la profundidad del agua del cajón y la altura de presión dentro del compartimento 25, en donde, al elevarse el nivel de agua dentro del 15 compartimento 25, se crea una altura de presión aumentada que puede liberarse para forzar el agua hacia adelante a través de la abertura del cajón 29.

El impulso directo generado por el cajón 17 puede crearse solo por gravedad, o al liberar el aire comprimido desde la cámara 35 hacia el compartimento 25, o con una bomba auxiliar, etc., que proporciona energía adicional para crear olas 20 más grandes. La pared posterior 28 del cajón 17 puede proporcionarse con una esquina inferior redondeada 41, como se muestra en la Figura 2, para facilitar el movimiento del agua hacia adelante a través de la abertura 29. Esto ayuda a crear movimientos de olas hacia adelante de la pared frontal 26, lo que ayuda a crear los segmentos de olas 8 que viajan hacia adelante entre las paredes divisorias 20, 22, que luego avanzan para fusionarse con otros segmentos de olas formados por los generadores de olas adyacentes en la serie, que luego forman una ola resultante 13 que avanza a través de la 25 piscina 1.

Prácticamente cualquier tipo de generador de olas 3 puede usarse en conexión con la presente invención que incluye los tres tipos de generadores de olas mostrados en las Figuras 3a, 3b y 3c. Uno se diseña para producir oleajes no periódicos y los otros dos se diseñan para producir olas oscilatorias.

30 La Figura 3a muestra un generador de olas neumático oscilatorio 203 que tiene un cajón de hormigón 207, con una abertura de cajón 229 extendida debajo de una pared frontal 226, en donde se proporciona un ventilador 201 detrás del cajón 207 que puede inyectar aire en el compartimento 225. Al forzar el aire hacia el compartimento 225, el nivel de agua dentro del compartimento 225 puede verse obligado a caer, en donde la columna de agua 245 dentro del compartimento 35 225 puede forzarse hacia adelante a través del punto de menos resistencia, que es la abertura del cajón 229. Esto hace que el agua sea forzada hacia la piscina 200, lo que ayuda a crear la formación de olas 213.

Preferentemente, se proporciona una válvula 221 cerca de la parte superior del compartimento 225, dentro de la pared posterior 228, a través de la cual el aire puede pasar desde el ventilador 201 hacia el compartimento 225. En consecuencia, para descargar el aire, la válvula 221 es preferentemente abierta, y el ventilador 201 se activa para presurizar el aire hacia delante a través de la válvula 221. Cuando el aire se ha descargado en el compartimento 225, y la columna de agua en el mismo se empuja hacia adelante a través de la abertura 229, el generador de olas 203 puede recargarse nuevamente al permitir que el aire dentro del compartimento 225 se descargue a la atmósfera, a través de una segunda abertura 210, en o cerca de la pared superior 212 del cajón 207, en donde al hacerlo, el nivel de agua dentro del 45 compartimento 225 aumentará naturalmente de nuevo, debido a la fuerza restauradora de la gravedad, en donde el nivel de agua eventualmente alcanzará un punto de equilibrio con relación al nivel de agua 220 en la piscina 200. Al hacerlo, se crea entonces una columna de agua 245 dentro del compartimento 225 que, durante la fase de descarga, puede forzarse hacia abajo y hacia adelante nuevamente, a través de la abertura 229, para crear movimientos de olas adicionales en la piscina 1.

50 La Figura 3b muestra un generador de oleaje 231 que tiene un gran tanque elevado de almacenamiento de agua 233 en el que el agua de la piscina 200 puede almacenarse y liberarse en el momento apropiado. Preferentemente, se proporciona una compuerta 250 cerca del fondo 239 del tanque 233 que puede usarse para abrir y cerrar la abertura del tanque 237. Con la compuerta 250 cerrada, la bomba 232 se usa para llenar el tanque 233 con agua, en donde el agua de la piscina 200 puede usarse para aumentar el nivel de agua dentro del tanque 233, es decir, por encima del nivel de 55 agua 220 en la piscina 200, para formar una columna de agua 238 que tiene una altura de presión relativamente alta. Esto ayuda a crear una columna de agua relativamente alta 238, así como una altura de presión dentro del tanque 233, que, cuando se libera, es decir, al abrir la compuerta 250, fuerza la columna de agua 238 dentro del tanque 233 hacia abajo y hacia adelante a través de la abertura 237, lo que crea así un maremoto u oleaje 213.

60 La cantidad de agua liberada a través de la abertura 237 y la "potencia" (resultante del nivel de agua estático en el tanque 233), combinadas con la forma del paso 242 que se extiende frente al generador de olas 231, pueden ayudar a definir la altura de la ola y la forma de la ola iniciales. Debido al tiempo que tarda el agua en rellenar el tanque 233 y la compuerta relativamente grande 250, estas formas de olas a menudo son difíciles de controlar y las olas son esencialmente no 65 periódicas. Una desventaja de este tipo de generador de olas para aplicaciones comerciales de piscinas de olas/surf es que las partes mecánicas se ubican principalmente en el agua y con el tiempo pueden corroerse y oxidarse, por lo que es

posible que las partes mecánicas deban repararse o darse mantenimiento.

La Figura 3c muestra un generador de olas mecánico oscilatorio 251 que tiene un área de alojamiento 252 con una aleta giratoria 253 articulada en el fondo de la piscina 254 que puede usarse para empujar el agua hacia adelante para crear formaciones de olas 213 en la piscina 200. La aleta 253 está preferentemente articulada y puede balancearse hacia adelante y hacia atrás por medio de un actuador hidráulico 256 u otro dispositivo mecánico ubicado en o cerca de la pared posterior 255 y adaptado para crear movimientos periódicos dentro de la piscina de olas 200. El movimiento periódico de la aleta 253 da como resultado olas periódicas (forma de seno) en donde la profundidad inicial de la piscina 200 y la cantidad de oscilación, junto con el período de oscilación, pueden determinar la altura y la forma de la ola. Una desventaja de este tipo de generador de olas para piscinas comerciales de olas/surf es que las partes mecánicas se ubican en el agua y, por lo tanto, tienden a necesitar reparación o mantenimiento periódicamente.

Mediante el uso de los generadores de olas 3 (prácticamente cualquier tipo como los discutidos anteriormente), el segmento de ola 8, como se muestra en la Figura 2, se crea preferentemente frente a cada cajón 17, y luego puede fusionarse con otros segmentos de olas que viajan sustancialmente en la misma dirección más allá de la pared divisoria 20, y luego, cuando la ola resultante 13 se forma y avanza, la pendiente del piso 21 ayuda a que las olas resultantes comiencen a romper, tal como a lo largo de la línea de ruptura 9. Preferentemente, el piso 21 se extiende a lo largo de una pendiente sustancialmente constante, aunque no necesariamente, y se extiende hacia arriba a lo largo de una inclinación desde algún lugar frente a la pared frontal 26 hasta el área de amortiguación de olas 23, aunque, a este respecto, la pendiente puede variar en dependencia del tipo de formación de ola deseada, es decir, puede extenderse sustancialmente de manera horizontal dentro de las zonas de fusión de olas y luego puede elevarse a una inclinación si se desea, por ejemplo. En cualquier caso, la profundidad del piso 46 dentro de las zonas de fusión de olas es preferentemente suficiente para asegurar que los segmentos de olas 8 no comiencen a romper hasta que la ola resultante 13 se forme y avance hacia la línea de ruptura 9, en donde el piso inclinado alcanza preferentemente la profundidad de ruptura para hacer que las olas 13 comiencen a romper.

Como se muestra en la Figura 2, el área de amortiguación de olas 23 se extiende preferentemente entre la línea de ruptura 9 y la pared lejana 61 de la piscina 1 a lo largo de la línea de costa 7, y preferentemente comprende un piso elevado perforado 37, que tiene una porosidad predeterminada dentro del intervalo de 0,0 a 0,50, que se extiende sobre un área de piso relativamente profunda 38, lo que ayuda a facilitar la absorción de la energía de las olas, así como las corrientes de resaca y los flujos inversos que de cualquier otra manera pueden ocurrir a lo largo de la línea de costa 7. El piso elevado 37 preferentemente se extiende sustancialmente de manera horizontal en o cerca de la profundidad de ruptura de la sección inclinada 21, y preferentemente no se extiende por debajo de la profundidad de ruptura de la misma, aunque puede extenderse hacia arriba en una ligera inclinación. Con suficiente agua que se extiende por encima y por debajo del piso elevado 37, la porosidad del piso elevado 37 ayuda a crear una capa límite de vórtices y remolinos que absorben energía por encima y por debajo del piso elevado 37, como resultado del agua que fluye hacia arriba y hacia abajo a través de las perforaciones, lo que ayuda a amortiguar las olas. Y al amortiguar las olas 13, y reducir los efectos de las olas auxiliares, puede aumentar la frecuencia de la producción de olas, lo que aumenta así el rendimiento y la eficiencia, etc. El sistema de amortiguación de olas preferido descrito anteriormente se describe más completamente en la patente de Estados Unidos Núm. 8,561,221. También pueden usarse diferentes versiones de sistemas de amortiguación de olas, que incluyen las descritas en la patente de Estados Unidos Núm. 6,460,201.

La Figura 2 muestra algunas dimensiones claves con relación a la piscina 1. Por ejemplo, puede verse que se muestra lo siguiente: la longitud del cajón 41 es generalmente la distancia que se extiende desde la pared posterior 28 a la pared frontal 26 dentro de cada cajón 17. El francobordo del cajón 43 es la distancia vertical que se extiende entre la parte superior de la columna de agua 45 dentro del compartimento 25 y la parte inferior de la pared superior 12. La abertura del cajón 29 es la abertura frente a cada cajón 17 que tiene una distancia vertical entre el fondo de la pared frontal 26 y el piso inferior 46. La sección inclinada 53 tiene una longitud 51 que es la distancia que se extiende desde la pared frontal 26 del cajón 17 hasta la línea de ruptura 9, que puede variar a lo largo del ancho del cajón 17, ya que la dirección de la ola 10 es oblicua con relación a la línea de ruptura 9, y la línea de ruptura 9 también es curva. El piso 21, que forma la sección inclinada 53, se muestra que tiene una pendiente constante, que se extiende hacia arriba desde el cajón 17 hasta la línea de ruptura 9, en donde, en la modalidad preferida, la pendiente puede variar de 2 a 22 grados, aunque no necesariamente, es decir, el piso 21 también puede tener una pendiente variada tal como dentro de sustancialmente el mismo intervalo desde un extremo al otro, o un piso sustancialmente horizontal extendido dentro de las zonas de fusión de olas antes de inclinarse hacia arriba.

La altura de las paredes laterales 2, 4, con relación al nivel medio de agua estancada en la piscina 1, se muestra como la distancia 42 en la Figura 2, que es preferentemente mayor que la ola más alta posible que puede crearse dentro de la piscina 1. La distancia 42 varía preferentemente entre aproximadamente 2 pies a 10 pies o más para asegurar que cualquier ola formada dentro de la piscina 1 pueda mantenerse por las paredes 2, 4. Las paredes divisorias 20, 22 preferentemente tienen también aproximadamente la misma altura para asegurar que los segmentos de olas 8 se mantengan correctamente, aunque no necesariamente. Debe observarse que las paredes divisorias 20, 22 y las paredes 2, 4, en la medida aplicable, ayudan a permitir que los segmentos de olas se desarrollen de manera adecuada y consistente a medida que avanzan antes de fusionarse con otros segmentos de olas aguas abajo. De esta manera, cuando los segmentos de olas se fusionan, puede reducirse la probabilidad de formar movimientos indeseables, que incluyen remolinos y desviaciones de flujo no deseados, dentro de las zonas de fusión que pueden inhibir la formación adecuada

de una ola resultante lisa. Finalmente, la distancia de amortiguación 65 es la distancia que se extiende entre la línea de ruptura 9 y la pared posterior 61.

En la Figura 4, el ancho frontal 77 del cajón 17 se muestra como la distancia que se extiende entre las paredes divisorias 20, 22 frente a cada generador de olas 3, a lo largo de la pared frontal 26, mientras que el ancho posterior 67 se muestra como la distancia que se extiende entre las paredes 18, 19 a lo largo de la pared posterior 28 de cada cajón 17. El ancho de escalonamiento 68 (no mostrado) es sustancialmente igual al ancho 77, pero se extiende entre las líneas centrales de cada cajón 17, es decir, de centro a centro entre las paredes 18, 19. A este respecto, debe observarse que el ancho de escalonamiento 68 es preferentemente alrededor del doble de la longitud de una tabla de surf, es decir, de aproximadamente 2,5 a 5 metros de ancho, que se basa más en consideraciones prácticas de fabricación que en factores necesarios para formar una ola lisa.

Un par de paredes divisorias 20, 22 se extienden preferentemente hacia adelante frente a cada generador de olas 3 en la dirección de desplazamiento 10 y en un ángulo de desvanecimiento hacia afuera predeterminado 78, como se muestra en la Figura 5, que está preferentemente entre 0 y 20 grados. La pared divisoria corta 20 (mostrada en la Figura 4 que se extiende hacia adelante en el lado izquierdo de cada generador de olas 3) se extiende preferentemente una distancia 59 frente a la pared frontal 26 del generador de olas 3 hasta el extremo distal 49, y la pared divisoria larga 22 (mostrada que se extiende hacia adelante en el lado derecho de cada generador de olas 3) se extiende preferentemente una distancia 70 frente a la pared frontal 26 hasta el extremo distal 49. Como puede verse, para cada cajón 17, la pared divisoria corta 20 se extiende preferentemente hacia adelante como una extensión de la pared 18, y la pared divisoria larga 22 se extiende preferentemente hacia adelante como una extensión de la pared 19. Además, tanto la pared corta 20 como la porción aguas abajo de la pared divisoria larga 22 de los generadores de olas adyacentes se construyen preferentemente a partir de la misma pared, es decir, se forman por las superficies opuestas de la misma pared. Además, la porción aguas arriba de la pared divisoria larga 22 se construye preferentemente a partir de la misma pared 18 del cajón adyacente 17 en la serie. Por ejemplo, frente al generador de olas 3b de la Figura 4, la pared divisoria larga 22 (en el lado derecho) se construye a partir de la misma pared 18 que el generador de olas 3c aguas arriba, y a partir de la misma pared que la pared divisoria corta 20 del mismo generador de olas 3c aguas abajo. Además, la pared divisoria corta 20 (en el lado izquierdo) del generador de olas 3b se construye a partir de la misma pared divisoria larga 22 del generador de olas anterior 3a.

Cada pared divisoria 20, 22 se forma preferentemente de hormigón u otro material adecuado con un espesor sustancialmente constante de manera que las superficies opuestas de cada pared divisoria sean sustancialmente paralelas entre sí. El extremo distal 49 de cada pared divisoria está preferentemente ahusado para formar una punta, pestaña o borde relativamente delgado. Una vaina separada, tal como de acero o fibra de vidrio, etc., puede extenderse hacia adelante en el extremo distal 49 de las paredes divisorias 20, 22, para formar la punta para facilitar la fusión suave de los segmentos de olas.

El desplazamiento del cajón o la distancia de escalonamiento 69, como se muestra en la Figura 4, es la distancia aguas abajo que se extiende desde la pared frontal 26 de un cajón, tal como 17b, hasta la pared frontal 26 del cajón sucesivo, tal como 17c, en la serie, que está en la dirección de desplazamiento 10 de cada segmento de ola, que también es la distancia que debe recorrer cada segmento de ola antes de que el siguiente generador de olas adyacente se active en secuencia. El ángulo de escalonamiento 15, mostrado en la Figura 1, puede variar de una modalidad a la siguiente, pero preferentemente, es igual o cercano al ángulo de despegue 14. El ángulo de escalonamiento 15 puede ser sustancialmente constante en todo el ancho de la piscina 1, como se muestra en la Figura 1, pero también puede variar en el ancho de la piscina 1. En general, la máxima eficiencia de escalonamiento se logra cuando el ángulo de escalonamiento es igual al ángulo de despegue, aunque, para fines de diseño estético, o cuando se desea alterar la distancia inclinada 51 (por ejemplo, para ahorrar en costos de construcción o satisfacer las condiciones del sitio local, o acomodar una ola rompiente de acuerdo con la habilidad de un surfista), se permite la variabilidad en el ángulo de despegue 14 y/o el ángulo de escalonamiento 15.

Al mismo tiempo, cualquier cambio en el ángulo de escalonamiento 15 debe limitarse por lo siguiente: (1) si el ángulo de escalonamiento excede el ángulo de despegue, entonces, en algún punto, las olas resultantes pueden romper demasiado rápido, es decir, la distancia inclinada mínima 51 a la distancia de ruptura de la ola puede volverse demasiado pequeña, lo que puede dificultar el surf; y (2) si el ángulo de escalonamiento es menor que el ángulo de despegue, entonces, en algún punto, la ola resultante puede tardar demasiado en romper, en donde la distancia inclinada 51 para las olas 13 puede ser demasiado larga, lo que puede aumentar el tamaño total y el costo de la piscina y potencialmente poner en peligro su viabilidad económica.

La Figura 4 muestra cada cajón 17a, 17b, 17c, 17d, etc., en la serie que tiene dos paredes divisorias 20, 22 que se extienden hacia adelante frente a cada generador de olas, 3a, 3b, 3c, 3d, en donde el extremo distal 49 de la pared divisoria corta 20 es preferentemente más corto (en la dirección de desplazamiento 10) que el extremo distal 49 de la pared divisoria larga 22, que es una función de la distancia de escalonamiento 69 y el ángulo de escalonamiento 15, es decir, cuanto mayor es el ángulo de escalonamiento 15, mayor es la distancia de escalonamiento 69. Preferentemente, cuando el ángulo de escalonamiento 15 es de aproximadamente 45 grados, el ancho de escalonamiento 68 será sustancialmente igual a la distancia de escalonamiento 69, pero no necesariamente, dado que la línea de escalonamiento 6 es curva. Por ejemplo, cuando cada cajón 17 tiene 4,0 metros de ancho, entonces, la distancia de escalonamiento

preferida 69 también tiene aproximadamente 4,0 metros, aunque esto no tiene en cuenta la curva de la línea de escalonamiento 6 como se muestra en la Figura 1. Debe tenerse en cuenta que la modalidad mostrada en la Figura 4 tiene un ángulo de escalonamiento 15 que es ligeramente mayor que 45 grados, es decir, es más similar a 50 o 55 grados, por lo que la distancia de escalonamiento 69 es mayor que el ancho de escalonamiento 68, mientras que la modalidad mostrada en la Figura 1 muestra que la distancia de escalonamiento 69 es sustancialmente igual al ancho de escalonamiento 68.

Además, la extensión hacia adelante de las paredes divisorias 20, 22, es decir, las distancias 59 y 70, puede determinarse en función de la distancia deseada necesaria para garantizar que los segmentos de olas 8a, 8b, 8c se formen correctamente antes de fusionarse con otros segmentos de olas. En muchos casos, la pared divisoria corta 20 puede terminar en aproximadamente la mitad de la distancia que la pared divisoria larga 22 se extiende hacia adelante frente a la pared frontal 26, aunque no necesariamente, es decir, la modalidad mostrada en la Figura 4 muestra la pared divisoria corta 20 que se extiende menos de la mitad de esa distancia frente a la pared 26. La distancia real preferentemente tiene en cuenta el ángulo de escalonamiento 15 y la distancia de escalonamiento 69, así como la altura del segmento de ola y la profundidad del extremo profundo 5 de la piscina 1, ya que estas dimensiones determinarán qué tan rápido avanzarán los segmentos de olas y, por lo tanto, hasta qué punto hacia adelante deben extenderse las paredes divisorias 20, 22 con relación a la pared frontal 26 para permitir que los segmentos de olas se formen correctamente. Las dimensiones y ángulos dados son solo para fines ilustrativos; debe entenderse que pueden usarse otras distancias y ángulos sin apartarse de la intención y el propósito de la presente invención.

Múltiples zonas de fusión de olas se crean preferentemente frente a cada generador de olas 3, entre y frente a las paredes divisorias 20, 22. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 4, una Zona de formación de olas 30 se forma directamente frente a cada generador de olas 3, entre las paredes divisorias 20, 22, y que termina a lo largo de la línea discontinua 56, y luego, justo más allá de la Zona 30, se crea una Zona de fusión de olas parcial 52, que se extiende desde la línea discontinua 56 hasta la línea discontinua 58, y luego, justo más allá de la Zona 52, se crea una Zona de fusión de olas completa 54, que se extiende desde la línea discontinua 58 en la dirección 10. Cada zona, 30, 52 y 54, se define preferentemente a lo largo de los lados (en la dirección 10) por las paredes divisorias o la línea de convergencia 60, como se discutirá. Estas Zonas se definen en cada caso por la distancia que viajarán los segmentos de olas y hasta qué punto las paredes divisorias 20, 22 se extienden aguas abajo. Por ejemplo, la Zona de formación de olas 30 se extiende preferentemente desde la pared frontal 26 hasta el extremo distal 49 de la pared divisoria corta 20, mientras que la Zona de fusión de olas parcial 52 se extiende preferentemente desde el extremo distal 49 de la pared divisoria corta 20 hasta el extremo distal 49 de la pared divisoria larga 22, que termina a lo largo de la línea discontinua 58. Luego, la Zona de fusión de olas completa 54 se extiende hacia adelante desde el extremo distal 49 de la pared divisoria larga 22, a lo largo de la línea discontinua 58, y hacia adelante en la piscina 1 (más allá de la línea discontinua 58).

Dentro de la primera Zona de formación de olas 30, debido a que las paredes divisorias 20, 22 se extienden sustancialmente hacia adelante a cada lado, en solo un ligero ángulo de desvanecimiento hacia afuera entre ellas, tal como menos de 20 grados, a medida que los segmentos de olas 8a avanzan, la longitud y la energía de los segmentos de olas se limitan sustancialmente en ambos lados (así como a lo largo de la parte inferior y posterior), para evitar que los segmentos de olas se alarguen o se extiendan significativamente en la dirección lateral descendente. Al limitar los segmentos de olas de esta manera, se conserva la energía de los segmentos de olas, de manera que se mantienen sustancialmente su altura/amplitud y forma, es decir, permanecen aproximadamente del mismo tamaño y forma a medida que avanzan, aunque caerán hacia abajo en altura gradualmente a medida que se alargan con el tiempo. Por lo tanto, puede verse que la Zona 30 ayuda a conservar la energía de los segmentos de olas 8a para que puedan desarrollarse de manera adecuada y completa entre las paredes divisorias 20, 22 y no se alargarán indebidamente o perderán energía significativa o se reducirán significativamente en altura/amplitud o cambiarán de forma antes de fusionarse con otros segmentos de olas aguas abajo.

Idealmente, las paredes divisorias 20, 22 se extienden sustancialmente paralelas entre sí, pero debido a la curva de la línea de escalonamiento curva 6, están necesariamente "fuera de paralelo" en cierto grado, es decir, hasta aproximadamente 20 grados, lo que representa el ángulo de desvanecimiento hacia afuera máximo preferido 78 entre ellas, como se muestra en la Figura 5. Este ángulo de desvanecimiento hacia afuera 78 de las paredes divisorias 20, 22 también permite que los generadores de olas 3 se orienten y coloquen en un ángulo entre sí, es decir, en el mismo ángulo 78 mostrado en la Figura 5, de manera que tengan un ángulo progresivo desde un extremo de la piscina al otro, es decir, a través del ancho de la piscina 1. Esto permite que los segmentos de olas 8 que avanzan en la dirección 10 viajen en una dirección que es sustancialmente paralela entre sí a lo largo de la línea de convergencia 60, como se muestra en la Figura 4.

Al limitar el ángulo de desvanecimiento hacia afuera entre las paredes divisorias, pueden lograrse las siguientes ventajas: 1) se crea una zona de transición de superficie libre frente a cada generador de olas 3, en donde, a medida que los segmentos de olas avanzan a través de la Zona de formación de olas 30, las olas tendrán el tiempo y la distancia adecuados para formarse correctamente en una forma de ola lisa, en donde al limitar los segmentos de olas a medida que avanzan, el transporte de masa/energía cinética creado por el generador de olas 3 puede canalizarse en una ola inducida por gravedad de forma lisa; 2) a medida que los segmentos de olas avanzan, se les impedirá alargarse o extenderse indebidamente a lo largo de la dirección lateral descendente, lo que puede ayudar a mantener la energía y la longitud de los segmentos de olas; y 3) debido a que los segmentos de olas se limitan, y su energía se conserva

sustancialmente, se mantendrán sustancialmente su altura/amplitud y forma, lo que puede ayudar a mantener los segmentos de olas en un estado sustancialmente constante en cuanto a tamaño, altura, amplitud y forma antes de fusionarse. Por supuesto, el grado en que se mantendrán sustancialmente dependerá del ángulo de desvanecimiento hacia afuera: cuanto más cerca del paralelo, mejor se mantendrán.

5

Debido a que la Zona 30 representa un área completamente limitada caracterizada por dos paredes divisorias 20, 22 a cada lado extendidas frente a cada generador de olas 3, con un ángulo de desvanecimiento hacia afuera de menos de 20 grados, puede verse que la energía del segmento de ola que viaja a través del espacio 30 se mantendrá sustancialmente y, por lo tanto, el tamaño (altura/amplitud) y la forma del segmento de ola permanecerán sustancialmente inalterados antes de entrar en las Zonas de fusión 52 y 54. Por consiguiente, esta Zona 30 permite preferentemente que los segmentos de olas se formen correctamente antes de fusionarse con otros segmentos de olas, y ayuda a evitar que los segmentos de olas sustancialmente se alarguen, se contraigan, colapsen o pierdan energía, etc., de manera que cuando los segmentos de olas se fusionan, el tamaño (altura/amplitud) de los segmentos de olas permanecerá sustancialmente constante de un segmento de ola al siguiente, ya que un segmento de ola se fusiona con otros segmentos de olas a lo largo de la línea de convergencia 60, y lo hace sin exceso de turbulencia o perturbación, tal como los remolinos y las desviaciones de flujo no deseados.

10

15

La siguiente zona aguas abajo es la Zona de fusión de olas parcial 52 que se caracteriza por la pared divisoria larga 22 en un lado (lado derecho) y aguas abiertas en el lado opuesto (lado izquierdo), en donde esta Zona 52 se extiende preferentemente desde el extremo distal de la pared divisoria corta 20 (a lo largo de la línea discontinua 56) y termina en el extremo distal de la pared divisoria larga 22 (a lo largo de la línea discontinua 58). Aunque esta Zona 52 no tiene dos paredes divisorias a cada lado para limitar los segmentos de olas como lo hace la Zona 30, los segmentos de olas que viajan a través de esta Zona 52 se limitan no obstante en el lado opuesto (sin paredes) por la presencia de un segmento de ola adyacente que viaja sustancialmente en la misma dirección, sustancialmente a la misma velocidad, con sustancialmente el mismo tamaño y forma, es decir, a lo largo de la línea de convergencia 60, que se produce por un generador de olas anterior 3 en la serie. Es decir, el lado "abierto" de la Zona 52 (en el lado izquierdo) a lo largo de la línea de convergencia 60 se limitará por un segmento de ola adyacente formado por un generador de olas anterior 3 en la serie, y por lo tanto, este segmento de ola se limitará sustancialmente en ambos lados, es decir, por la pared divisoria 22 en un lado y el segmento de ola adyacente en el otro lado. En consecuencia, la fusión de estos segmentos de olas, 8b y 8c, ayuda necesariamente a mantener la altura/amplitud y la forma de la ola resultante 13, en donde juntos, se fusionan para formar la ola resultante 13. Debe tenerse en cuenta que en la Figura 4 se muestran múltiples segmentos de olas que viajan en la dirección 10 solo con fines de demostración; en una aplicación real, el ciclo periódico será normalmente mucho más largo, de manera que habría un período y una distancia más largos entre las olas sucesivas 13.

20

25

30

35

La siguiente zona aguas abajo es la Zona de fusión de olas completa 54, que se caracteriza por aguas abiertas en ambos lados, en donde la Zona 54 se extiende más allá del extremo distal de la pared divisoria larga 22, en la dirección 10, y más allá de la línea discontinua 58, y hacia la piscina 1. Después de que los segmentos de olas 8b y 8c se hayan fusionado inicialmente dentro de la Zona 52 (a lo largo de la línea de convergencia 60 en el lado izquierdo), puede verse que la ola resultante continuará avanzando, y una vez que la pared divisoria larga 22 termine en el extremo opuesto (mostrado en el lado derecho), el segmento de ola 8b ingresará a la Zona 54 (para convertirse en el segmento de ola 8c), y luego, se fusionará con otro segmento de ola 8b que viaja sustancialmente en la misma dirección en el extremo opuesto (mostrado a lo largo de la línea de convergencia 60 en el lado derecho), que se crea por un generador de olas sucesivo 3 en la serie, en donde la fusión de estos segmentos de olas, ahora 8c y 8b, ocurrirá a lo largo de la línea de convergencia 60, dentro de la Zona 54, en el lado opuesto. Debido a que no hay una pared divisoria en ninguno de los lados, los segmentos de olas que viajan a través de la Zona 54 serán retenidos en el extremo opuesto por el siguiente segmento de ola sucesivo 8b en la serie que avanza, sustancialmente en la misma dirección, sustancialmente a la misma velocidad, con sustancialmente la misma altura/amplitud y forma, que se produce por el generador de olas sucesivo 3.

40

45

50

Por ejemplo, el segmento de ola 8a creado por el generador de olas 3b dentro de la Zona 30 se convertirá en el segmento de ola 8b dentro de la Zona 52, y luego, se fusionará en el lado izquierdo dentro de la Zona 52 con el segmento de ola 8c creado por el generador de olas 3a. Luego, el segmento de ola 8b se convertirá en el segmento de ola 8c dentro de la Zona 54, y luego, ese segmento se fusionará en el lado derecho dentro de la Zona 54 con el segmento de ola 8b creado por el generador de olas 3c. Y, al asegurar que cada segmento de ola sucesivo viaja sustancialmente en la misma dirección, sustancialmente a la misma velocidad y con sustancialmente el mismo tamaño y forma, continuarán formando una ola resultante de forma uniforme 13.

55

A medida que estos segmentos de olas se fusionan de esta manera, es decir, a lo largo de la línea de convergencia 60, primero en un lado, y luego en el lado opuesto, el tamaño (altura/amplitud) y la forma de cada segmento de ola preferentemente permanecen sustancialmente inalterados, o solo alterados ligeramente, de manera que colectivamente, pueden formar una ola resultante de tamaño y forma uniforme 13. Y debido a que el tamaño y la forma de los segmentos de olas adyacentes se conservan sustancialmente de manera preferente, la fusión de estos segmentos de olas preferentemente permanece sustancialmente suave y libre de perturbaciones, en donde las formaciones de olas secundarias y de dirección transversal no deseadas, y los remolinos y desviaciones de flujo no deseados, que pueden afectar negativamente la generación y la transición de las olas resultantes puede reducirse o incluso eliminarse.

60

65

Como se discutió, las paredes divisorias 20, 22 tienen preferentemente un ángulo de desvanecimiento hacia afuera 78 de

menos de 20 grados entre sí, y debido a que el ángulo de desvanecimiento 78 también determina el ángulo en el cual los generadores de olas 3 se orientan y posicionan entre sí, desde un punto de vista práctico, extender el ángulo de desvanecimiento más allá de 20 grados puede ser problemático desde el punto de vista de la configuración general de la piscina. Por ejemplo, la modalidad mostrada en la Figura 5 tiene las paredes divisorias 20, 22 que tienen un ángulo de desvanecimiento hacia afuera de aproximadamente 15 grados, en donde solo seis generadores de olas 3 pueden instalarse dentro de un cuarto de un círculo, es decir, 90 grados, y en donde solo veinticuatro generadores de olas 3 pueden instalarse dentro de un círculo completo como se muestra en la Figura 7. Por lo tanto, aumentar el ángulo de desvanecimiento hacia afuera puede reducir y apretar efectivamente el radio de la línea de escalonamiento curva 6, lo que provoca así que las olas resultantes 13 tengan un arco más apretado, lo que puede dificultar la formación de olas resultantes lisas para surfear. Por otro lado, reducir y apretar del radio de la línea de escalonamiento curva 6 tiene la ventaja de poder hacer que la piscina 1 sea más pequeña, lo que puede reducir los costos generales, que incluye el número de generadores de olas 3 que deben instalarse y usarse.

En cualquier caso, cuando hay un ángulo de desvanecimiento 78 que existe entre las paredes divisorias 20, 22, el ángulo de las paredes divisorias puede influir en cómo se desarrollarán y transitarán los segmentos de olas a medida que viajan aguas abajo, en donde varios factores se tienen en cuenta preferentemente para asegurar que pueda formarse una ola resultante 13 lisa y de forma uniforme dentro de la piscina 1, de la siguiente manera:

Primero, debido a que cualquier grado de desvanecimiento hará que los segmentos de olas 8 se alarguen o se extiendan, lo que a su vez, puede crear un vector de velocidad lateral descendente (que se extiende longitudinalmente a lo largo de la longitud del arco descendente del segmento de ola 8), cuando los segmentos de olas realmente se fusionan, pueden, en la medida en que se alargan, colisionar entre sí, en donde será conveniente limitar el ángulo de desvanecimiento en la medida necesaria para reducir o incluso eliminar esta tendencia. Al limitar el ángulo de desvanecimiento, puede reducirse la velocidad de propagación de cada segmento de ola, en donde, pueden limitarse los efectos de olas adicionales que de cualquier otra manera pueden crear perturbaciones y turbulencias indeseables, tales como formaciones de olas secundarias y de dirección transversal, remolinos y desviaciones de flujo no deseados.

Segundo, otro factor es la relación que existe entre la altura de un segmento de ola y su velocidad, en donde, cuando las olas son más altas, la velocidad de avance de las olas también aumentará. Por lo tanto, cuando aumenta la velocidad de la ola, también aumentará la velocidad de propagación de los segmentos de olas a medida que se alargan a lo largo del ángulo de desvanecimiento hacia afuera, lo que podría hacer que los segmentos de olas formen efectos de superficie disonantes a medida que se fusionan. Por otro lado, estos dos factores pueden no ser tan críticos en relación con la modalidad curva de la presente invención en la medida en que cuando los generadores de olas se orientan y posicionan a lo largo de una línea de escalonamiento curva 6, los generadores de olas adyacentes en la serie también se colocarán en un ángulo entre sí, de manera que cada segmento de ola que crean viajará en una dirección que es sustancialmente perpendicular a la pared frontal 26 de cada generador de olas, en donde, al fusionarse, viajarán en una dirección 10 frente a cada generador de olas, que, a lo largo de la línea de convergencia 60, serán sustancialmente paralelos entre sí a medida que se fusionan. Es decir, para cuando los segmentos de olas adyacentes se fusionen, viajarán de manera efectiva sustancialmente paralelos entre sí, a lo largo de la línea de convergencia 60, en donde se reducirán las posibilidades de crear velocidades descendentes excesivas y fuerzas que afecten la formación de las olas resultantes.

Lo que esto significa en relación con el segundo factor discutido anteriormente es que se reducirá la probabilidad de que haya una colisión significativa que afecte negativamente la formación de las olas resultantes como una función de la velocidad de la ola, en la medida en que, incluso con una mayor velocidad de la ola, si los segmentos de olas adyacentes viajan sustancialmente en la misma dirección, es decir, paralelos entre sí, habrá menos impacto entre ellos. Es decir, al reducir la tendencia de los segmentos de olas a impartir una velocidad descendente entre sí, la velocidad neta a la que se fusionan no afectará significativamente la formación de las olas resultantes, es decir, incluso si hay un aumento en la velocidad de la ola, en donde ese hecho por sí solo no debería traducirse en un aumento significativo en las fuerzas aplicadas cuando los segmentos de olas se fusionan. Por lo tanto, además del primer factor discutido anteriormente, debe observarse que el segundo factor será menos significativo en relación con la línea de escalonamiento curva descrita en la presente descripción.

Tercero, debido al principio de conservación de energía, cada vez que un segmento de ola puede alargarse, necesariamente significa que la altura/amplitud de la ola también disminuirá y, por lo tanto, otro factor a considerar es la medida en que los segmentos de olas disminuirán en altura/amplitud como resultado del mayor ángulo de desvanecimiento, que, a su vez, se traducirá en una ola resultante más corta/pequeña 13. Es decir, cuanto mayor sea el ángulo de desvanecimiento que existe entre las paredes divisorias 20, 22, más se alargarán y se extenderán los segmentos de olas, y por lo tanto, más pequeños/cortos serán los segmentos de olas, lo que reducirá la altura/amplitud general de ola resultante 13. En consecuencia, cuando el ángulo de desvanecimiento es demasiado alto, para producir la ola resultante del mismo tamaño, los segmentos de olas tendrán que comenzar más altos, lo que a su vez aumentará la cantidad de energía necesaria para crear el segmento de ola inicial, lo que significa que se necesitarán generadores de olas más grandes y/o más potentes para producir la ola resultante del mismo tamaño. Por estas razones, es conveniente tener en cuenta el máximo ángulo de desvanecimiento hacia afuera para garantizar que pueda conservarse la altura/amplitud de la ola resultante.

Cuarto, debido a que los generadores de olas están escalonados, como se discutió anteriormente, puede verse que cuando dos segmentos de olas adyacentes se fusionan, uno de los segmentos de olas habrá viajado más aguas abajo

que el segmento de ola adyacente en la serie. Y debido a que el ángulo de desvanecimiento de las paredes divisorias hará que cada segmento de ola se alargue y reduzca en altura a medida que avanza, el tamaño, la altura y la amplitud relativa de los segmentos de olas que se fusionan eventualmente serán diferentes. Es decir, un segmento de ola habrá viajado más aguas abajo que el segmento de ola adyacente y, por lo tanto, cuando los dos segmentos de olas se fusionan, en dependencia del ángulo de desvanecimiento, puede crearse un diferencial de altura de ola entre ellos, lo que puede afectar negativamente la forma en que los segmentos se fusionan. En consecuencia, no solo habrá un diferencial de ancho de ola a medida que los segmentos de olas se alargan, sino que también habrá un diferencial de altura de ola a medida que los segmentos de olas se fusionan, lo que puede provocar potencialmente que ocurran perturbaciones y turbulencias indeseables, tal como a lo largo de la línea de convergencia 60, y especialmente a lo largo de la porción de ruptura superior de cada ola. En otras palabras, debido a la distancia de escalonamiento y la necesidad de que cada generador de olas se active secuencialmente, uno tras otro, un segmento de ola viajará inevitablemente más aguas abajo que el segmento de ola adyacente en la serie, en cuyo caso, un segmento de ola se alargará y se extenderá más que el otro en el momento en que se fusionen, en donde un diferencial de altura/amplitud de ola puede terminar existiendo, lo que puede provocar que ocurran perturbaciones y turbulencias indeseables, tal como la formación de olas secundarias y de dirección transversal, remolinos y desviaciones de flujo no deseados.

Técnicamente hablando, al suponer que el ancho del cajón se define como  $W_0$ , y el flujo de energía generado a lo largo de la línea de convergencia se define como  $E_0$ , entonces, el flujo de energía por unidad de ancho en los cajones es  $E_0/W_0$ . En el punto donde se fusionan los segmentos de olas,  $W_1$  y  $W_2$  representan los anchos de dos segmentos de olas que se fusionan, y dado que el flujo de energía total  $E_0$  por cajón aún es igual, el flujo de energía de los dos segmentos de olas que se fusionan por unidad de ancho es  $E_0/W_1$  y  $E_0/W_2$  respectivamente. Y dado que el flujo de energía por unidad de longitud es proporcional a la altura de ola al cuadrado, habrá un diferencial de altura de ola cuando los dos segmentos de olas se fusionen, que es igual a la altura de ola  $H_1$  y  $H_2$  respectivamente. Este diferencial de altura de ola puede calcularse por  $H_2/H_1 = \sqrt{W_1/W_2}$ . Entonces, si  $W_2$  (el segmento de ola del cajón más adelantado) es, por ejemplo,  $0,8 \times W_1$  (el segmento de ola del cajón adyacente anterior),  $H_2/H_1 = \sqrt{1/0,8} = 1,118$  o en otras palabras,  $H_2$  es 11,8 % más alta en el punto de fusión que  $H_1$ .

Además, después de que se forma la ola resultante 13, habrá una tendencia a que la altura/amplitud de la ola resultante 13 se iguale con el tiempo/distancia, en donde los puntos más altos a lo largo de la cresta de la ola 13 querrán descender a la altura de los puntos más bajos a lo largo de la cresta, debido a la fuerza restauradora de la gravedad que actúa sobre la ola, es decir, a medida que el agua busca su propio nivel. Esto puede provocar la creación de una cierta cantidad de cambios indeseables en el movimiento, que se extienden lateralmente a lo largo de la longitud de la cresta que se mueve hacia adelante de la ola resultante 13, que es otra razón por la cual es conveniente limitar el ángulo de desvanecimiento hacia afuera a menos de 20 grados. Al mismo tiempo, debido a que la ola resultante 13 continuará arqueándose y alargándose y extendiéndose a lo largo del tiempo/distancia, es decir, a medida que la ola resultante avanza después de que los segmentos de olas se fusionan, se reducirá la probabilidad de que estos movimientos afecten negativamente la forma de la ola.

En esta modalidad, debido a que los extremos de los segmentos de olas viajarán sustancialmente en la misma dirección, es decir, sustancialmente paralelos entre sí, a lo largo de la línea de convergencia 60, incluso si un segmento de ola comienza más alto que un segmento de ola adyacente y, por lo tanto, viaja más rápido, el efecto neto es que debido a que hay poco o ningún aumento concomitante en las fuerzas de convergencia o colisión que pueden ejercerse entre los segmentos de olas adyacentes, la fusión de los segmentos de olas no creará necesariamente turbulencias, remolinos excesivos, etc., aparte de los creados por el diferencial de altura/amplitud de ola discutido anteriormente, que es una función del ángulo de desvanecimiento hacia afuera 78 y la distancia de escalonamiento 69.

En cualquier caso, si bien puede no haber un punto de corte absoluto para la cantidad permitida de ángulo de desvanecimiento hacia afuera que puede existir entre dos paredes divisorias, está claro que cuando el ángulo de desvanecimiento es demasiado alto, y/o cuando las olas viajan demasiado rápido o comienzan demasiado altas, y/o cuando el ángulo y/o la distancia de escalonamiento es demasiado grande, etc., la combinación de fuerzas puede hacer que sea menos probable que se produzca una ola resultante de alta calidad adecuada para surfear. Por consiguiente, la presente invención contempla que los factores anteriores deben tenerse en cuenta al diseñar una piscina de olas de este tipo, en donde la cantidad de exceso de turbulencia y perturbación que puede tolerarse a medida que los segmentos de olas se fusionan será una función de los factores anteriores, que incluye el ángulo de desvanecimiento hacia afuera que existe entre las paredes divisorias.

Las Figuras 6-8 muestran ejemplos de piscinas de olas con diferentes configuraciones, cada una que tiene una disposición curva similar de los generadores de olas 3 con las paredes divisorias 20, 22 extendidas hacia adelante desde los mismos, en donde cada generador de olas se extiende a lo largo de una línea de escalonamiento curva 6. En cada caso, los generadores de olas 3 son sustancialmente similares, pero la configuración general, que incluye el número total de generadores de olas en cada modalidad, y la forma en que se orientan difieren de uno a otro.

La Figura 6 muestra la modalidad 100 que tiene seis generadores de olas 3 con las paredes divisorias 20, 22 extendidas frente a cada generador, en donde cada par de paredes divisorias tiene un ángulo de desvanecimiento hacia afuera de aproximadamente 15 grados y los generadores de olas se orientan a aproximadamente 15 grados entre sí, es decir, el generador de olas 3a tiene un ángulo de 15 grados con relación al generador de olas 3b, y el generador de olas 3b tiene

un ángulo de 15 grados con relación al generador de olas 3c, etc., en donde un total de seis generadores de olas 3 se extienden alrededor de la curvatura desde aproximadamente cero grados a noventa grados, o un cuarto de un círculo, cuando se tienen en cuenta las paredes laterales 2, 4. Los generadores de olas 3 se colocan a lo largo del extremo profundo 5 a lo largo de la línea de escalonamiento curva 6 y una línea de ruptura similarmente curva 9 se extiende a través de la piscina 100 y una línea de costa inclinada curva 7 se extiende a lo largo del extremo poco profundo 11.

La Figura 7 muestra una modalidad similar 110 que tiene veinticuatro generadores de olas 3 con las paredes divisorias 20, 22 extendidas frente a cada generador, en donde las paredes divisorias también tienen un ángulo de desvanecimiento hacia afuera de aproximadamente 15 grados. En esta modalidad, los generadores de olas 3 también se orientan a aproximadamente 15 grados entre sí, es decir, el generador de olas 3a está en ángulo de 15 grados con relación al generador de olas 3b, y el generador de olas 3b está en ángulo de 15 grados con relación al generador de olas 3c, etc., en donde un total de veinticuatro generadores de olas 3 se extienden alrededor del círculo completo, cada uno a aproximadamente 15 grados entre sí. Al extender los generadores de olas 3 alrededor de un círculo completo, pueden crearse olas que fluyen a través de la piscina 110, es decir, sustancialmente sin fin, al activar cada generador de olas 3, uno después del otro, en donde puede crearse una ola resultante continua 13 que fluye alrededor y se despega a lo largo de la línea de costa circular 7. Los generadores de olas 3 en esta modalidad se extienden preferentemente en una disposición circular alrededor del centro de un círculo que forma el extremo profundo 5, en donde se extienden a lo largo de una línea de escalonamiento curva (circular) similar 6. Una línea de ruptura similarmente curva 9 y la línea de costa inclinada 7 también se extienden alrededor del círculo completo, es decir, alrededor del perímetro exterior, que tienen concéntricamente un punto central común, que forma el extremo poco profundo 11.

La Figura 8 muestra otra modalidad 120 que tiene doce generadores de olas 3 con las paredes divisorias 20, 22 extendidas frente a cada generador, en donde las paredes divisorias también tienen un ángulo de desvanecimiento hacia afuera de aproximadamente 15 grados. Esta modalidad también tiene los generadores de olas 3 que se orientan a aproximadamente 15 grados entre sí, es decir, el generador de olas 3a está en ángulo de 15 grados con relación al generador de olas 3b, y el generador de olas 3b está en ángulo de 15 grados con relación al generador de olas 3c, etc., en donde un total de seis generadores de olas 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, se extienden a lo largo de la línea de escalonamiento curva 6a en un lado, de aproximadamente cero grados a aproximadamente noventa grados, o un cuarto de un círculo.

Pero a diferencia de la modalidad 100, la modalidad 120 incluye una disposición similar pero opuesta de seis generadores de olas 3g, 3h, 3i, 3j, 3k, 3l, extendidos a lo largo de una línea de escalonamiento curva similar, pero de orientación opuesta 6b, que se extiende de manera invertida en el lado opuesto. Por lo tanto, la modalidad 120 tiene el generador de olas 3g en ángulo de 15 grados con relación al generador de olas 3h, y el generador de olas 3h en ángulo de 15 grados con relación al generador de olas 3i, etc., en donde un total de seis generadores de olas, 3g, 3h, 3i, 3j, 3k, 3l, se extienden a lo largo de una línea de escalonamiento curva similar 6b en el lado opuesto, que forma otros noventa grados, o un cuarto de un círculo, de los generadores de olas 3 orientados en la dirección opuesta. La configuración general es, en vista en planta, similar a la forma de una punta de flecha, con las paredes laterales 122 y 124 a cada lado, y una línea de ruptura similarmente curva 9a y una línea de costa inclinada 7a extendidas a lo largo de un extremo poco profundo 11a, y una línea de ruptura opuesta pero similarmente curva 9b y la línea de costa inclinada 7b extendidas a lo largo de un extremo poco profundo opuesto 11b en el lado opuesto.

Cada mitad produce preferentemente las olas 113 de la misma manera que la modalidad 100 de la Figura 6 en la medida en que cada una tiene seis generadores de olas 3 extendidos a lo largo de una línea de escalonamiento curva 6 que se extiende alrededor de un cuarto de un círculo. Pero debido a que cada mitad se configura para unirse entre sí en el extremo lejano 126, a lo largo de la línea de convergencia 128, puede verse que a medida que las dos olas resultantes 113a y 113b se crean por los generadores de olas 3 a cada lado, eventualmente se fusionarán a lo largo de la línea de convergencia 128, que se extiende hacia adelante a lo largo de un par de paredes divisorias centrales 130 extendidas aguas abajo. Al configurar las dos mitades de esta manera, las olas resultantes 113a y 113b se forman preferentemente por las mitades respectivas y luego avanzan a través de la piscina 120 y finalmente se fusionan a lo largo de la línea de convergencia 128, para formar una sola ola resultante 113 que avanza y rompe a lo largo de las líneas de ruptura 9a y 9b que se extienden hacia el extremo lejano 126. Y debido a que las líneas de costa inclinadas 21a y 21b se inclinan entre sí, y las líneas de ruptura 9a y 9b se cruzan en el centro, a lo largo de la línea de convergencia 128, las olas de despegue 113a y 113b que avanzan a través de las líneas de costa opuestas 7a y 7b finalmente se encontrarán y romperán en el extremo lejano 126.

Alternativamente, las olas 113a y 113b pueden crearse fuera de fase, en donde, o no habría convergencia y una reducción significativa en la altura de la ola a medida que la ola se extiende a través del extremo de la piscina, o habría un desplazamiento de fusión de ola disonante de la línea de convergencia 128 en dependencia del diferencial de tiempo de las formas de olas que interactúan.

La Figura 9 muestra una modalidad alternativa con las paredes divisorias 320, 322 extendidas frente a cada generador de olas, 303a, 303b, 303c, 303d, en donde las paredes divisorias tienen un ligero ángulo de desvanecimiento hacia adentro entre ellas en lugar de un ángulo hacia afuera. Esta modalidad tiene múltiples generadores de olas 303 formados por los múltiples cajones, 317a, 317b, 317c, 317d, cada uno de los cuales tiene preferentemente la forma de un rectángulo sustancial desde arriba, que incluye la pared frontal 326, un par de paredes laterales 318, 319 y una pared posterior 328, en donde un par de paredes divisorias 320, 322 se extienden preferentemente de manera sustancialmente longitudinal

hacia adelante en la dirección 310 frente a cada generador de olas 303. En este caso, las paredes divisorias 320, 322 están preferentemente en ángulo hacia dentro entre sí, en donde los generadores de olas 303 también están en ángulo hacia dentro entre sí, de manera que se extienden a lo largo de una línea de escalonamiento curva invertida, para acomodar la disposición mostrada.

5

En esta modalidad, las paredes divisorias 320, 322 se extienden preferentemente de manera sustancialmente casi paralelas entre sí, pero con un ligero ángulo de desvanecimiento hacia adentro, en donde la modalidad mostrada tiene un ángulo de desvanecimiento hacia adentro de aproximadamente uno o dos grados. Y debido a que el ángulo de desvanecimiento de las paredes divisorias 320, 322 es hacia adentro, cada generador de olas sucesivo 303 en la serie está preferentemente en ángulo hacia dentro con relación a cada generador de olas anterior 303 en la serie. Por ejemplo, el generador de olas 303b está en ángulo hacia adentro de aproximadamente uno o dos grados con relación al generador de olas 303a, y el generador de olas 303c está en ángulo hacia adentro de aproximadamente uno o dos grados con relación al generador de olas 303b, en donde el generador de olas 303c está colectivamente en ángulo hacia adentro de aproximadamente dos a cuatro grados con relación al generador de olas 303a. Y en virtud de la distancia de escalonamiento 369 entre los generadores de olas adyacentes 303a, 303b, 303c, 303d, puede verse que colectivamente los generadores de olas se extienden a lo largo de una línea de escalonamiento curva invertida opuesta a la curvatura de la línea 6 mostrada en la Figura 1.

10

15

20

25

30

La energía de los segmentos de olas 308a formados por cada generador de olas 303 se limitará así sustancialmente frente a cada generador de olas 303, entre las paredes divisorias 320, 322, a medida que avanzan en la dirección de desplazamiento 310, y antes de fusionarse con los segmentos de olas adyacentes 308b, 308c, a lo largo de las líneas de convergencia 360. Al inclinar las paredes divisorias hacia adentro, los segmentos de olas 308a no solo se limitan en ambos lados, sino que a medida que avanzan, se reducirán en longitud, es decir, se estrecharán, en lugar de alargarse, en la dirección lateral descendente, de manera que, debido al principio de conservación de energía, aumentarán en altura/amplitud a medida que avanzan, en lugar de disminuir. Y al inclinar los generadores de olas hacia dentro entre sí, cada segmento de ola 308a viajará en la dirección 310 (que está ligeramente en ángulo entre sí), lo que permitirá que los extremos de esos segmentos de olas viajen sustancialmente en la misma dirección, es decir, sustancialmente paralelos entre sí, de manera que, a lo largo de las líneas de convergencia 360, se fusionarán sin crear turbulencias indebidas, lo que permite así crear olas resultantes lisas 313. Y luego, después de que los segmentos de olas 308a, 308b, 308c, se fusionen para formar la ola resultante 313, la ola que se crea continuará estrechándose y, por lo tanto, crecerá en altura/amplitud a medida que viaja hacia la orilla. Y al aumentar la altura/amplitud de la ola resultante 313, pueden crearse entonces olas más altas que viajan más rápido hacia la línea de costa.

35

40

45

50

55

60

65

La línea de costa en esta modalidad puede ser similar a la línea de costa 7 mostrada en la Figura 1, excepto que la curva se invierte, junto con la línea de ruptura 9, que también se invierte. Preferentemente, todas estas curvas, es decir, la línea de escalonamiento, la línea de ruptura y la línea de costa, son sustancialmente paralelas entre sí, aunque no necesariamente.

## REIVINDICACIONES

## 1. Una piscina de olas que comprende:

5 una pluralidad de generadores de olas (3) adaptados para producir segmentos de olas (8) que viajan sustancialmente hacia adelante frente a cada generador de olas, en donde dichos generadores de olas (3) se extienden de manera sustancialmente escalonada con relación a la dirección de desplazamiento de los segmentos de olas (8); un piso inclinado (21) que comprende una inclinación que permite que la ola resultante (13) rompa sobre el mismo; **caracterizada porque:**

10 dichos generadores de olas (3) se colocan a lo largo de una línea de escalonamiento curva (6) que generalmente está en un ángulo oblicuo con relación a la dirección de desplazamiento de los segmentos de olas (8), y un par de paredes divisorias (20, 22) se extienden sustancialmente hacia adelante frente a cada uno de dichos generadores de olas (3), en donde dentro de cada par, dichas paredes divisorias (20, 22) son sustancialmente casi paralelas entre sí, o se extienden con un ángulo de desvanecimiento de no más de 20 grados entre sí, de manera que los segmentos de olas (8) que avanzan entre cada una de dicho par de paredes divisorias (20, 22) pueden formarse correctamente y pueden fusionarse con otros segmentos de olas (8) que se producen por otros generadores de olas (3) en la serie para formar una ola resultante (13).

20 2. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos generadores de olas (3) se adaptan de manera que cada generador de olas sucesivo en la serie se ubica más aguas abajo que un generador de olas anterior en la serie, y en un ángulo ligeramente mayor con relación al generador de olas inmediatamente anterior, en donde una primera pared divisoria (20) de un generador de olas se extiende en un ángulo predeterminado con relación a una primera pared divisoria (20) de un generador de olas anterior en la serie, en donde dicho ángulo predeterminado es equivalente al ángulo de desvanecimiento de dichas paredes divisorias (20, 22).

25 3. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 2, en donde dicho ángulo de desvanecimiento y dicho ángulo predeterminado son sustancialmente iguales o menores que aproximadamente 5 grados cada uno.

30 4. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha línea de escalonamiento curva (6) se extiende a lo largo de un arco circular y en donde dicho piso inclinado (21) se extiende a lo largo de una línea de ruptura curva (9) que se extiende a lo largo de un arco circular sustancialmente similar o paralelo, en donde se proporciona un número predeterminado de generadores de olas (3) alrededor de dicho arco circular, y en donde la forma general de la piscina de olas comprende un segmento de un círculo y depende de cuántos generadores de olas (3) se proporcionan en dicha piscina de olas.

35 5. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 4, en donde dicha línea de escalonamiento curva (6) se extiende alrededor de 360 grados completos para formar una piscina de olas que tiene una forma sustancialmente circular.

40 6. La piscina de olas de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichos generadores de olas (3) se adaptan para funcionar en secuencia, de manera que se genera una pluralidad de segmentos de olas (8) en intervalos de tiempo preseleccionados, en donde a medida que los segmentos de olas (8) avanzan, se fusionan para formar una ola continua resultante sustancialmente uniforme (13) que se extiende hacia adelante de manera sustancialmente arqueada.

## 7. Un método para generar olas que comprende:

45 proporcionar una piscina de olas que tiene una pluralidad de generadores de olas (3) adaptados para producir los segmentos de olas (8) que viajan sustancialmente hacia adelante frente a dichos generadores de olas (3), en donde dichos generadores de olas (3) se extienden de manera sustancialmente escalonada con relación a la dirección de desplazamiento de los segmentos de olas (8);

50 generar intermitentemente los segmentos de olas (8) en secuencia con cada uno de dichos generadores de olas (3); hacer que los segmentos de olas (8) se fusionen a medida que avanzan; **caracterizado porque:**

55 dichos generadores de olas (3) se posicionan a lo largo de una línea de escalonamiento curva (6) con relación a la dirección de desplazamiento de los segmentos de olas (8), y cada uno de dichos segmentos de olas (8) avanza a través de un par de paredes divisorias (20, 22) extendidas sustancialmente hacia adelante frente a cada generador de olas, en donde dentro de cada par, dichas paredes divisorias (20, 22) son sustancialmente casi paralelas entre sí, o se adaptan para tener un ángulo de desvanecimiento de no más de 20 grados entre sí, lo que ayuda a mantener la energía, la altura y la amplitud de los segmentos de olas (8) a medida que avanzan; y en donde a medida que los segmentos de olas avanzan más allá de dichas paredes divisorias, estos se fusionan para formar una sola ola resultante que se extiende sustancialmente a lo largo de una trayectoria arqueada a través de dicha piscina de olas.

60

65 8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dicho método comprende operar dichos generadores de olas (3) en secuencia de manera intermitente de manera que se genera una pluralidad de segmentos de olas (8) en intervalos de tiempo preseleccionados, en donde a medida que los segmentos de olas (8) avanzan, estos se fusionan para formar una ola continua resultante sustancialmente uniforme (13).

9. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde frente a cada generador de olas, el segmento de ola (8) viaja a través de lo siguiente:

- 5 una zona de formación de olas completa (30) que se extiende entre dicho par de paredes divisorias (20, 22) que ayuda a mantener la energía, la altura y la amplitud del segmento de ola que avanza a través de dicho par de paredes divisorias (20, 22);
- una zona de fusión de olas parcial (52) que permite que el segmento de ola (8) se fusione con otro segmento de ola generado por un generador de olas anterior en la serie; y
- 10 una zona de fusión de olas completa (54) que permite que el segmento de ola (8) se fusione con otro segmento de ola generado por un generador de olas sucesivo en la serie.

10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en donde cada par de paredes divisorias (20, 22) comprende una pared divisoria corta (20) en un lado, y una pared divisoria larga (22) en el otro lado, en donde dicha zona de fusión de olas parcial (52) se extiende desde un extremo distal de dicha pared divisoria corta hasta un extremo distal de dicha pared divisoria larga, y dicha zona de fusión de olas completa (54) se extiende desde dicho extremo distal de dicha pared divisoria larga hacia adelante, hacia un extremo poco profundo de dicha piscina.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde un piso inclinado (21) se extiende a lo largo de un extremo poco profundo de dicha piscina, a lo largo de una línea de ruptura curva (9) que es sustancialmente similar en curvatura o sustancialmente paralela a dicha línea de escalonamiento curva (6), en donde se permite que las olas viajen a través de dicha piscina de olas y rompan oblicuamente a lo largo de dicha línea de ruptura curva (9), en donde dicha línea de escalonamiento curva (6) se extiende a lo largo de un arco circular y se proporciona un número predeterminado de generadores de olas (3) alrededor de dicho arco circular, en donde la forma general de la piscina de olas comprende un segmento de un círculo y depende de cuántos generadores de olas (3) se proporcionan en dicha piscina de olas.

25

30

35

40

45

50

55

60



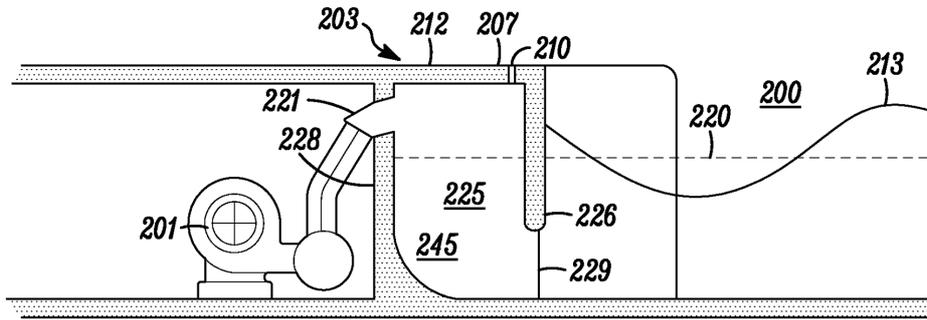


Figura 3a

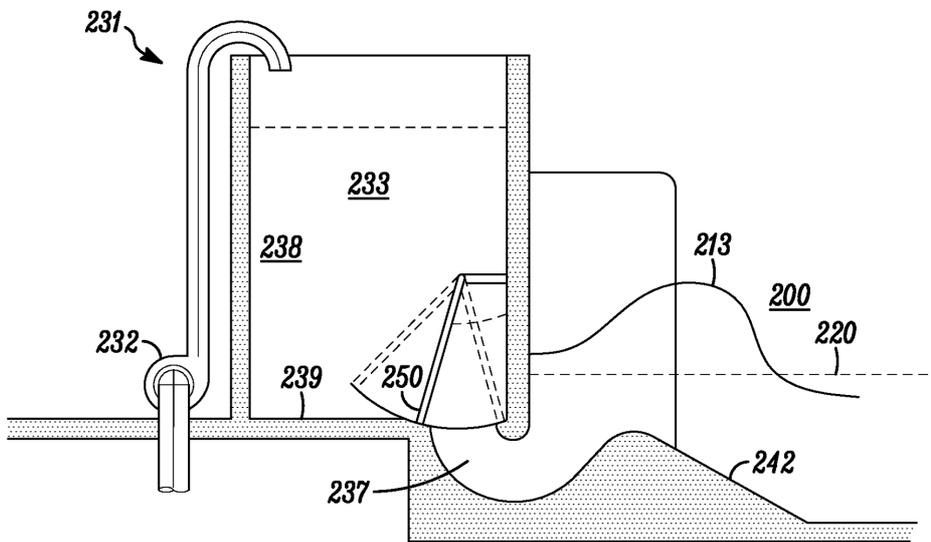


Figura 3b

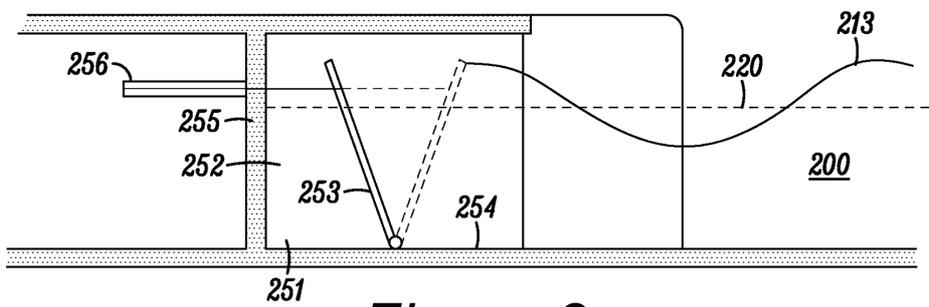


Figura 3c

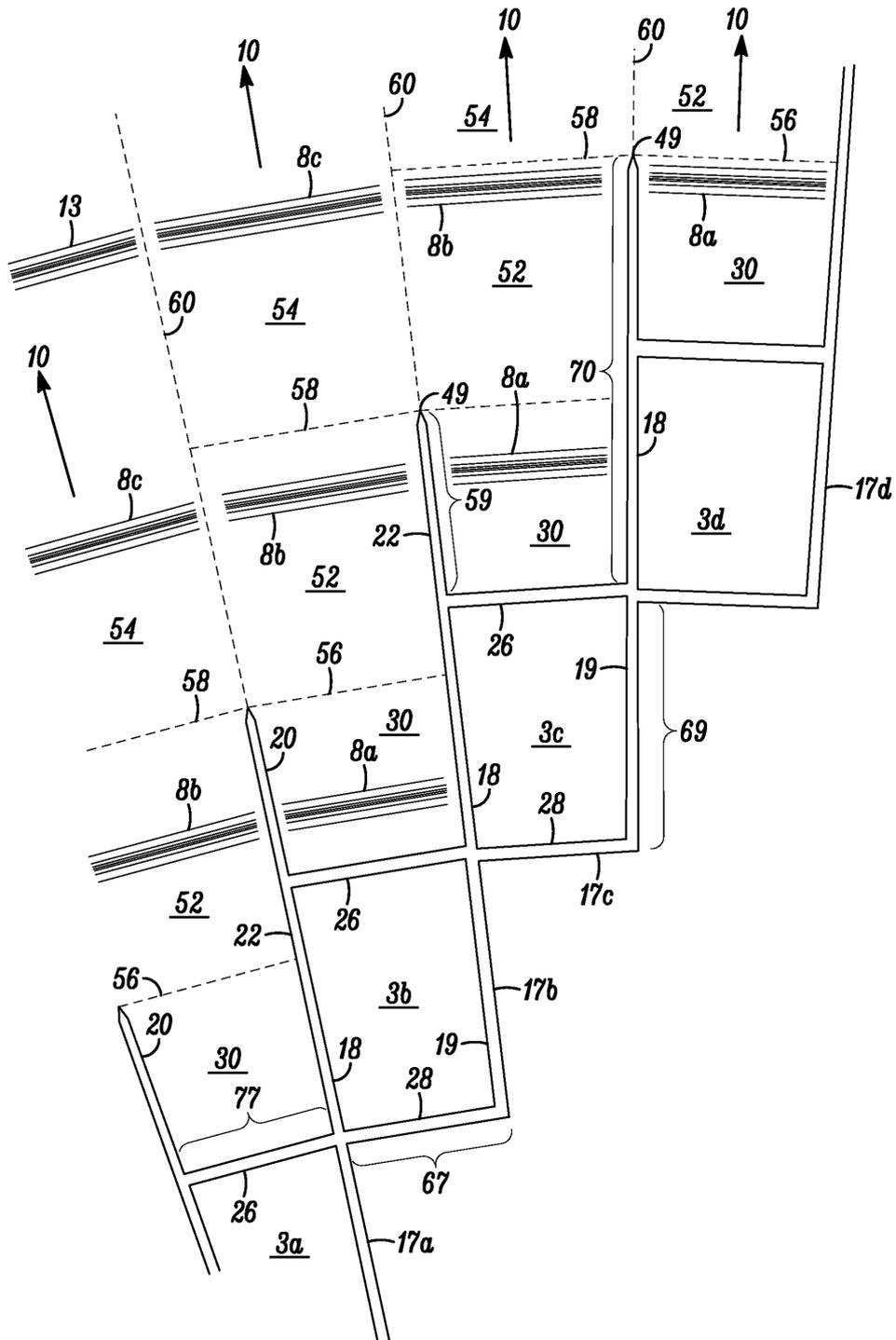


Figura 4

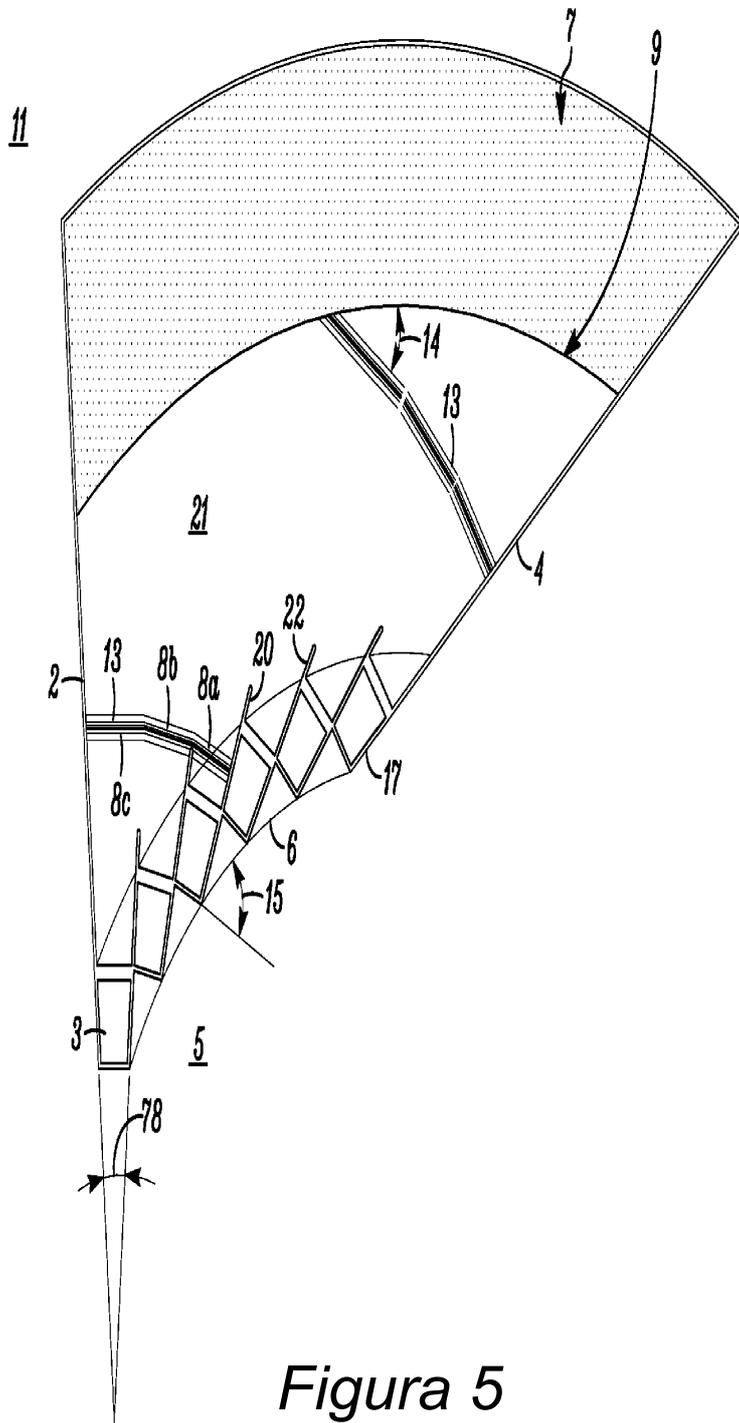


Figura 5

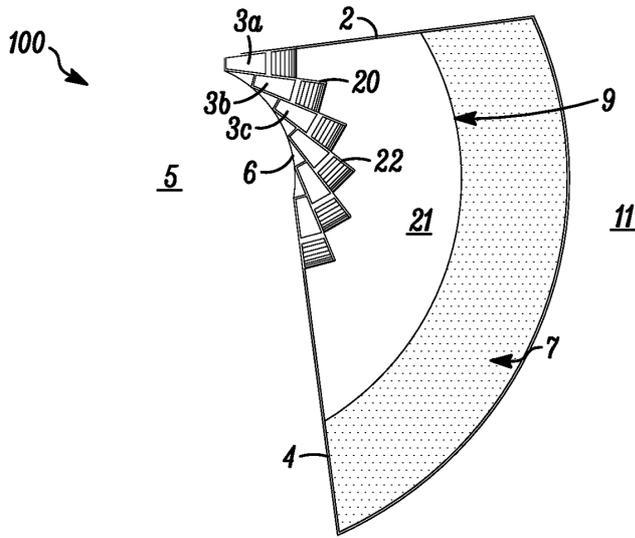


Figura 6

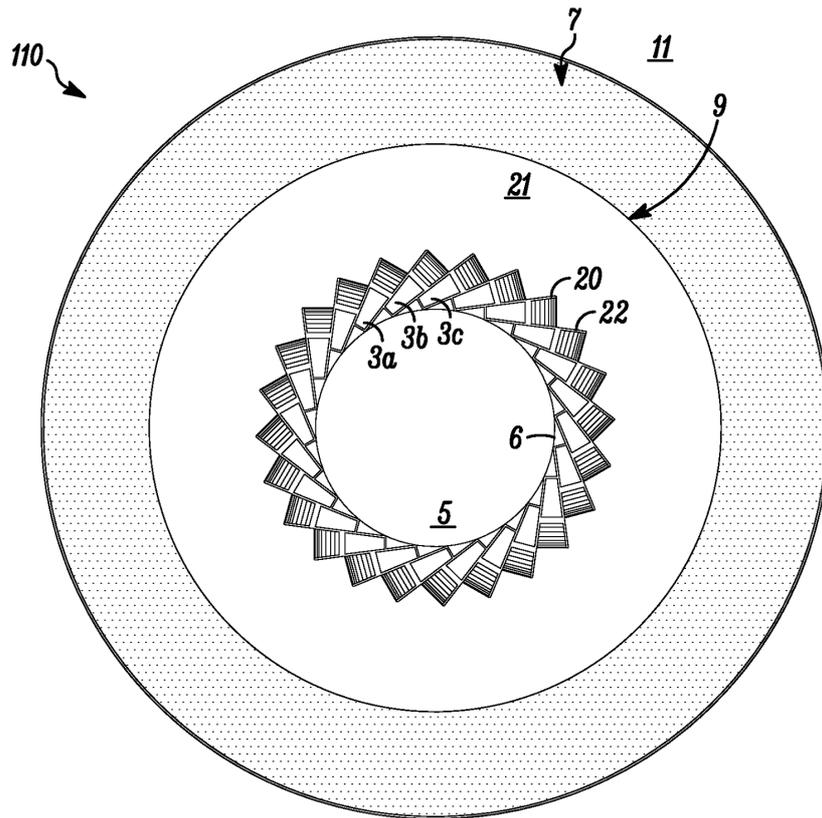


Figura 7

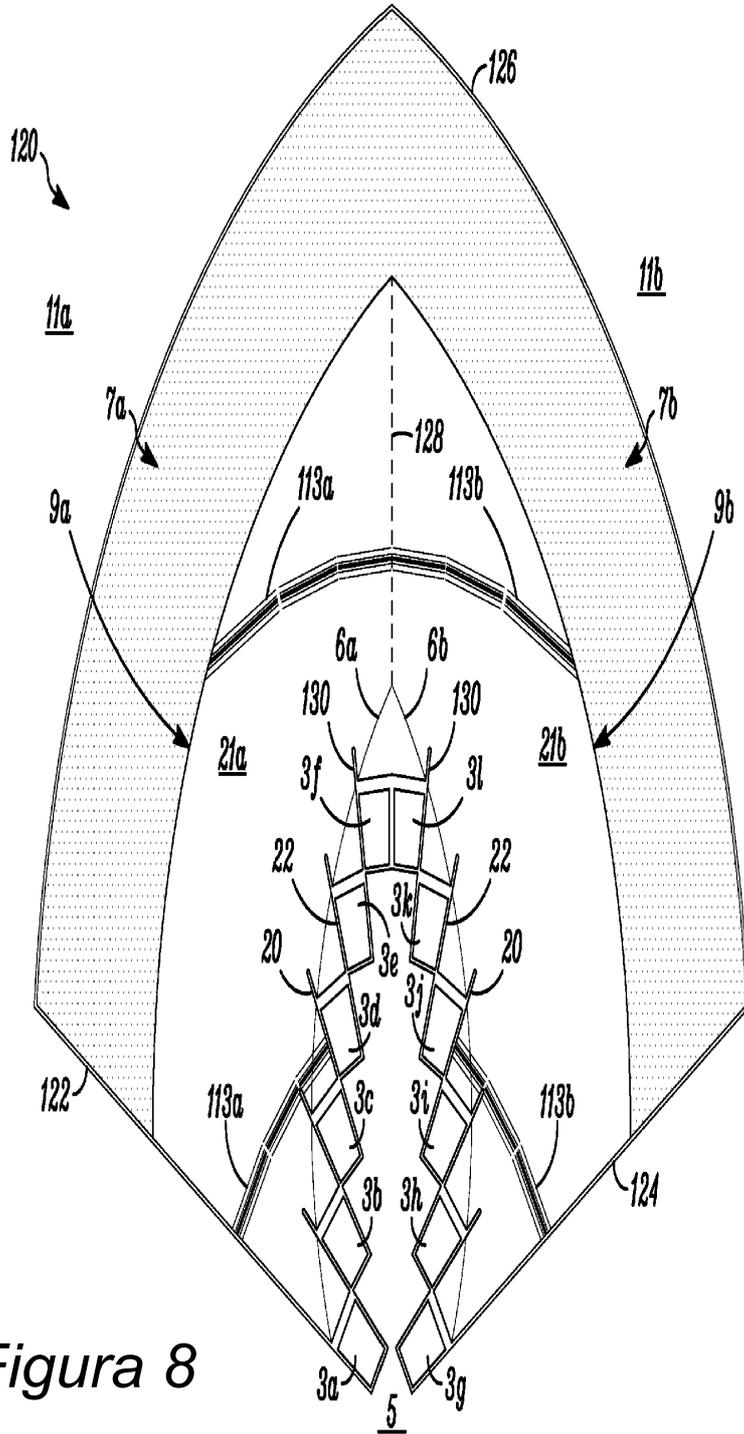


Figura 8

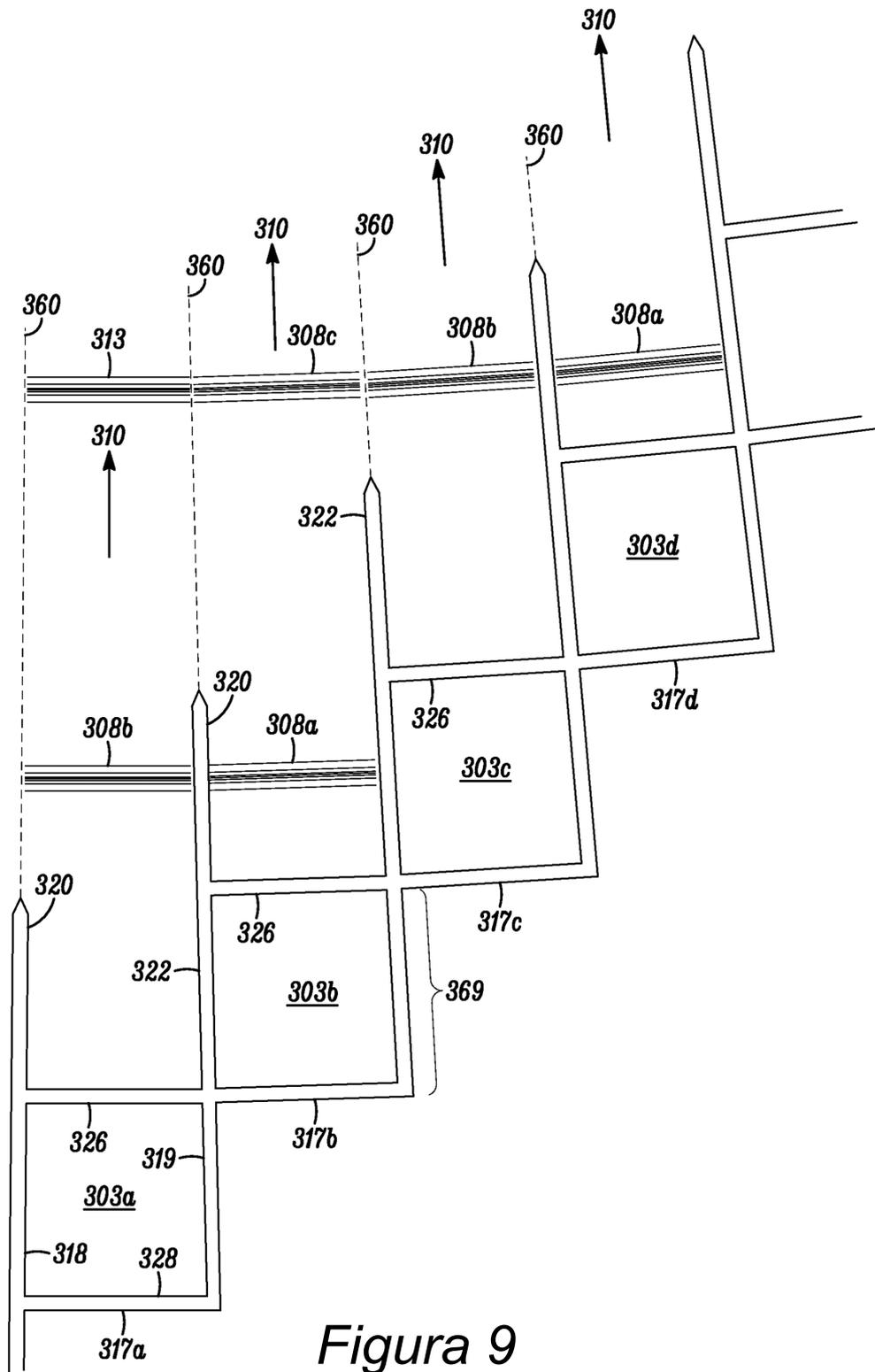


Figura 9