

4
\$
4

SISTEMA GENERADOR DE OLAS CON BARRERA CON MOVIMIENTO ONDULANTE
LATERAL PARA LA GENERACIÓN DE OLAS EN DOS ZONAS DE AGUA

DESCRIPCIÓN

5

Sector de la técnica

La invención se refiere a un sistema generador de olas en un medio acuático, y en particular a un sistema generador de olas por medio de una serie de pistones que actúan en secuencia y que generan una ola doble, es decir, una ola delante y otra ola detrás de la serie de pistones.

Estado de la técnica

En el estado de la técnica son conocidos múltiples diseños de aparatos y sistemas generadores de olas en un medio acuático, cuyo propósito es generar artificialmente olas en dicho medio acuático para el disfrute humano y la actividad recreativa. También se conocen sistemas generadores de olas para la práctica de deportes tales como el surf.

Los sistemas generadores de olas destinados en particular a la práctica del surf presentan una complejidad añadida con respecto a otros sistemas o aparatos de generación de olas. Concretamente, dichos sistemas persiguen la creación de una ola con características y formas muy precisas, que simule ciertas olas rompientes que se producen de manera natural en el mar. Por una parte, la ola debe ser alta y preferiblemente dinámica, es decir, desplazarse hacia adelante. Además, la ola debe desplazarse con bastante velocidad, y a ser posible rompiendo gradualmente, es decir, presentando una zona no rompiente y una zona rompiente. Además, preferentemente, la ola ideal debe presentar un tubo en el cual el surfista pueda realizar sus rutinas o técnicas. Conseguir una ola apta para el surf es una tarea extremadamente compleja; no en vano, durante años se ha considerado incluso que la ola perfecta artificial, que simule con exactitud una ola natural, no existe o es imposible de generar.

Un ejemplo de sistema generador de olas se basa en desplazar y/o abatir una placa, pala o pistón para causar perturbaciones en el agua. El uso de un pistón es un sistema constructivamente relativamente simple y efectivo para producir ondas o perturbaciones en el medio acuático. Por pistón se entiende un panel que se mueve repetidamente hacia atrás y hacia adelante dentro de una masa de agua, que se abate repetidamente hacia atrás y hacia adelante dentro de una masa de agua, o bien que presenta una combinación de ambos movimientos (traslación y abatimiento) con respecto a una masa de agua, con el fin de desplazar agua horizontalmente.

40

En un intento de conseguir generar olas surfeables mediante la técnica de pistón, se han desarrollado sistemas generadores de olas basados en la colocación de una serie de pistones alineados o en hilera, y actuando de forma secuenciada, para conseguir una ola gradualmente

rompiente opcionalmente con tubo, apta para la práctica del surf. Ejemplos de tales sistemas pueden encontrarse en las patentes US6920651, US4062192 y US4783860.

Debido a que las olas surfeables deben ser relativamente altas y rápidas y por tanto transportadoras de una elevada energía, el consumo eléctrico requerido por los sistemas generadores de olas surfeables es muy alto, con frecuencia convirtiendo dichos sistemas en económicamente inviables en la práctica. En los sistemas generadores de olas conocidos en el estado de la técnica suele intentarse aumentar la viabilidad económica de los sistemas incrementando el número de olas por unidad de tiempo que es capaz de generar el sistema, entre otros, ya que ello permitiría al sistema ser utilizado por un mayor número de usuarios a lo largo del tiempo y por tanto aumentar los ingresos por la explotación del sistema.

La presente invención tiene como objetivo un sistema de generación de olas aptas para la práctica del surf basado en pistones, que sea viable económicamente y pueda ser explotado con éxito en la práctica.

Descripción breve de la invención

Es objeto de la invención un sistema generador de olas que comprende una barrera continua y alargada, dispuesta a lo largo de una dirección longitudinal. La barrera presenta una cara frontal y una cara trasera a lo largo de una longitud de la barrera. La cara frontal está enfrentada a una primera masa de agua, mientras que la cara trasera está enfrentada a una segunda masa de agua. La barrera impide el paso de agua a su través desde la primera masa de agua hacia la segunda masa de agua, y viceversa. En un suelo bajo dicha primera masa de agua, a cierta distancia de la barrera, se dispone un primer arrecife. De manera similar, un segundo arrecife se dispone en un suelo bajo la segunda masa de agua, a distancia de la barrera. La barrera es móvil en toda su longitud con un movimiento serpenteante que forma ondulaciones laterales en su cara frontal y en su cara trasera, moviéndose las ondulaciones de manera recíproca hacia la primera masa de agua y la segunda masa de agua. La cara frontal empuja agua de la primera masa de agua hacia el primer arrecife para la formación de una ola en dicha primera masa de agua. A su vez, la cara trasera empuja agua de dicha segunda masa de agua hacia el segundo arrecife para la formación de una ola en dicha segunda masa de agua.

El sistema generador de olas permite generar un elevado número de olas, pues genera olas simultáneamente en dos direcciones, es decir hacia las dos zonas, primera y segunda. Además, las olas son de rotura progresiva, de elevada energía y aptas para una muy satisfactoria práctica del surf, requiriéndose para ello un consumo energético, un volumen de agua, una superficie en planta de la masa total de agua y una superficie en planta del sistema en general (frecuentemente referida como "footprint" del sistema) razonables. Todo ello contribuye a que el sistema sea económicamente viable y por tanto pueda ser puesto en práctica con éxito.

Es otro objeto de la invención un sistema generador de olas, que comprende un generador de olas, una masa de agua y un arrecife formado en un suelo bajo dicha masa de agua. El arrecife proporciona una transición entre una zona más profunda dispuesta entre el arrecife y el generador de olas y una zona menos profunda dispuesta más allá del arrecife. El generador de olas está enfrentado a dicha masa de agua para provocar el desplazamiento de agua hacia el arrecife y la formación de una ola en dicha masa de agua. El arrecife está rodeado al menos parcialmente por un canal, el cual es más profundo que la zona menos profunda, y conecta la zona más profunda con un extremo de la zona menos profunda por la cual sale la ola de la zona menos profunda. El agua desplazada por el generador de olas puede ser desalojada por el canal hacia la zona más profunda entre el generador de olas y el arrecife para generar nuevas olas sin interferir con las olas surfeables que se desplazan por la zona menos profunda.

Descripción breve de las figuras

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

- La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de un sistema generador de olas de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención con una barrera móvil basada en placas o pistones que presentan un movimiento de traslación hacia los lados con respecto a la dirección longitudinal de la barrera, donde el sistema está provisto de bordes laterales en forma de paredes verticales contiguas en los extremos de la barrera.
- La Figura 2 muestra una vista en planta del sistema de la Figura 1.
- La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de cinco pistones comprendidos en la barrera del sistema de la Figura 1, junto con sus mecanismos de accionamiento y estructuras de soporte asociados.
- La Figura 4 muestra una vista en perspectiva ampliada de tres pistones de la figura anterior junto con sus correspondientes sistemas de accionamiento.
- La Figura 5 muestra una vista inferior en perspectiva de un bastidor y un conjunto de motor y transmisión asociados a un pistón.
- La Figura 6 muestra una vista superior en perspectiva de un carro asociado a un pistón.
- La Figura 7 muestra una vista en perspectiva ampliada de tres pistones del sistema de la Figura 1, proporcionando detalles sobre la disposición de dos pares de paneles articulados dispuestos entre cada dos pistones adyacentes.
- La Figura 8 muestra una vista en perspectiva de un sistema generador de olas alternativo, desprovisto de bordes laterales en solamente uno de los extremos de la barrera.
- La Figura 9 muestra una vista en planta del sistema de la Figura 8.
- La Figura 10 muestra una vista en perspectiva de la barrera del sistema de la Figura 1.

- La Figura 11 muestra una vista en perspectiva de un segundo modo de realización de una barrera según la invención.
- La Figura 12 muestra una vista en perspectiva de un tercer modo de realización de una barrera según la invención.
- 5 - La Figura 13 muestra una vista en perspectiva de un cuarto modo de realización de una barrera según la invención.
- La Figura 14 muestra una vista en perspectiva de un quinto modo de realización de una barrera según la invención.
- La Figura 15 muestra una vista en planta de la barrera de la Figura 10.
- 10 - La Figura 16 muestra una vista en planta de la barrera de la Figura 11.
- La Figura 17 muestra una vista en planta de la barrera de la Figura 12.
- La Figura 18 muestra una vista en planta de la barrera de la Figura 13.
- La Figura 19 muestra una vista en planta de la barrera de la Figura 14.
- La Figura 20 muestra una vista en perspectiva de otro modo de realización de un sistema generador de olas según la invención, con un arrecife curvo y otro recto, y provisto de un canal profundo para el retorno de agua hacia la barrera.
- 15 - La Figura 21 muestra una vista en planta del sistema de la Figura 20.
- La Figura 22 muestra una vista en planta de otro modo de realización de un sistema generador de olas según la invención.
- 20 - La Figura 23 muestra una vista en planta de otro modo de realización de un sistema generador de olas según la invención.
- La Figura 24 muestra una vista en planta de otro modo de realización de un sistema generador de olas según la invención.
- La Figura 25 muestra una vista en planta de otro modo de realización de un sistema generador de olas según la invención.
- 25 - La Figura 26 muestra una vista en planta de otro modo de realización de un sistema generador de olas según la invención.
- La Figura 27 muestra una vista en planta de otro modo de realización de un sistema generador de olas según la invención.
- 30 - La Figura 28 muestra una vista en planta de otro modo de realización de un sistema generador de olas según la invención.

Descripción detallada de la invención

- 35 Un primer aspecto de la presente invención se refiere a un sistema de generación de olas artificiales basado en el movimiento serpenteante de una barrera alargada, continua y móvil en toda su longitud, de manera que la barrera se mueve recíprocamente hacia dos masas de agua opuestas, una a cada lado de la barrera. La barrera está construida de manera que impide el paso de agua a su través entre las dos masas de agua. En su movimiento
- 40 serpenteante, la barrera empuja agua de manera alternativa hacia cada masa de agua y genera olas en cada masa de agua.

Las Figuras 1 a 7, 10 y 15 muestran un primer modo de realización de la invención.

A
B

Haciendo referencia inicialmente a las Figuras 1 y 2, dichas figuras muestran una perspectiva y una vista en planta de un sistema (1) generador de olas que permite generar olas surfeables en una primera masa de agua (2) y en una segunda masa de agua (3). Para ello, el sistema (1) comprende un generador de olas en forma de una barrera (4) continua y alargada, dispuesta a lo largo de una dirección longitudinal (5). El generador de olas o barrera (4) es móvil de forma serpenteante, recíprocamente hacia dicha primera masa de agua (2) y hacia dicha segunda masa de agua (3). La barrera (4) no es permeable, es decir, impide el paso de agua entre la primera masa de agua (2) y la segunda masa de agua (3) a través de la barrera (4), tanto cuando la barrera (4) está quieta como cuando está en movimiento. Además, la barrera (4) está preferentemente dispuesta de forma sustancialmente adosada un suelo del sistema dispuesto bajo la barrera (4), de manera que se impide sustancialmente el paso de agua por debajo de la barrera (4) entre la primera masa de agua (2) y la segunda masa de agua (3); por "impedir sustancialmente el paso de agua" se entiende que no es imprescindible que la barrera (4) contacte el suelo de manera estanca, sino que es posible una ligera tolerancia o separación con el suelo del sistema de unos milímetros o pocos centímetros (preferentemente menos de un centímetro). De la misma forma puede haber una ligera tolerancia o separación (preferentemente menos de un centímetro) entre los distintos elementos móviles de la barrera (4), que serán descritos a continuación, y entre estos elementos móviles y posibles paredes verticales que pudieran en algunos modos de realización estar ubicadas contiguas a la barrera (4). El funcionamiento y el movimiento serpenteante de la barrera (4) se explican en detalle más adelante.

Bajo la primera masa de agua (2) se dispone un suelo (6), y a los lados de la primera masa de agua (2) se disponen dos bordes laterales (7) opuestos. De manera similar, bajo la segunda masa de agua (3) se dispone un suelo (8), y a los lados de la segunda masa de agua (3) se disponen dos bordes laterales (9) opuestos. En el modo de realización representado, los bordes laterales (7) de la primera masa de agua (2) son paredes rectas, verticales y paralelas entre sí. En modos de realización alternativos, sin embargo, se contempla que los bordes laterales (7) puedan presentar una configuración no vertical, por ejemplo en forma de orilla inclinada, o combinando formas varias, por ejemplo una pared vertical más próxima a la barrera (4), seguida de una orilla inclinada. En algunos modos de realización, se contempla que los bordes laterales (7) puedan ser, además o en lugar de rectos, curvos, o con cualquier otra disposición aplicable. Se contempla igualmente que en modos de realización diferentes de la invención, los bordes laterales (7) puedan no ser paralelos entre sí, ni presentar formas o configuraciones semejantes. Todas estas mismas variantes son aplicables igualmente a los bordes laterales (9) de la segunda masa de agua (3). Además, los bordes laterales (7) de la primera masa de agua (2) y los bordes laterales (9) de la segunda masa de agua (3) pueden ser simétricos entre sí con respecto a la barrera (4), es decir, con respecto a un plano de simetría vertical que contenga la dirección longitudinal (5) de la barrera (4), como sucede en el modo de realización representado. Se contemplan asimismo modos de realización alternativos en los que los bordes laterales (7) de la primera masa de agua (2) y los bordes laterales (9) de la segunda masa de agua (3) presenten formas, tamaños, configuraciones y/o disposiciones diferentes entre sí. Por otra parte, los bordes laterales (7) de la primera masa de agua (2) se pueden

disponer a cualquier distancia y formando cualquier ángulo con los bordes laterales (9) de la segunda masa de agua (3). Incluso, se contempla que uno o ambos bordes laterales (7, 9) no existan, y que la primera masa de agua (2) y la segunda masa de agua (3) se fundan o comuniquen a uno o ambos extremos longitudinales de la barrera (4). Por ejemplo, en las Figuras 8 y 9 se muestra un sistema (1) alternativo, en el cual se incluyen bordes laterales (7, 9) extendiéndose desde un extremo longitudinal de la barrera (4) situado en el lado izquierdo de las figuras, y en el cual no se incluye ningún borde en el extremo opuesto de la barrera, situado en el lado derecho en las figuras, de manera que las masas de agua (2, 3) se comunican en dicho extremo.

Haciendo referencia nuevamente a las Figuras 1 y 2, y en cuanto a los extremos distales del sistema (1), a modo de ejemplo se han representado unas orillas (10, 11) en forma de rampa inclinada en los extremos de la primera masa de agua (2) y la segunda masa de agua (3). En modos de realización alternativos, en lugar de orillas en forma de rampa se pueden disponer terminaciones tales como piscinas, lagos, ensanchamientos, orillas curvas, etc. La primera masa de agua (2) y la segunda masa de agua (3) pueden presentar cualquier longitud y anchura. La anchura de la primera zona de agua (2) puede ser constante o variable; por ejemplo, en caso de haber dos bordes laterales (7) en la primera masa de agua (2), dichos bordes laterales (7) pueden ser o no paralelos entre sí. Igualmente, de existir, los bordes laterales (9) de la segunda masa de agua (2) pueden ser o no paralelos entre sí.

Como puede observarse en las Figuras 1 y 2, en la primera masa de agua (2) se dispone un primer arrecife (12) formado en el suelo (6) de dicha primera masa de agua (2). Por arrecife se entiende una zona del suelo en la cual se produce un cambio de pendiente y que sirve de zona de transición entre una zona de mayor profundidad más próxima a la barrera (4) y una zona de menor profundidad más alejada de la barrera (4). Más concretamente, en el presente modo de realización el primer arrecife (12) está constituido por una zona de transición en forma de rampa o plano inclinado que constituye un cambio de profundidad entre una zona más profunda (13) del suelo (6), situada más cerca de la barrera (4), y una zona menos profunda (14) del suelo (6), situada más alejada de la barrera (4), separando el primer arrecife (12) ambas zonas (13, 14). De manera similar, en la segunda masa de agua (3) se dispone un segundo arrecife (15) formado en el suelo (8) bajo dicha segunda masa de agua (3). El segundo arrecife (15) del presente modo de realización presenta la forma de pared vertical que proporciona un cambio de profundidad en forma de escalón entre una zona más profunda (16) del suelo (8), situada más cerca de la barrera (4), y una zona menos profunda (17) del suelo (8), situada más alejada de la barrera (4), separando el segundo arrecife (15) ambas zonas (16, 17).

De acuerdo con la invención, como puede observarse en la vista en planta de la Figura 2, el primer arrecife (12) y el segundo arrecife (15) se encuentran dispuestos una cierta distancia de la barrera (4) y sustancialmente paralelos a la dirección longitudinal (5) de la barrera (4). Por ejemplo, uno o ambos arrecifes (12, 15) pueden ser sustancialmente recto y formar un ángulo de -20 a 20 grados con la dirección longitudinal (5).

10
~~10~~
H

Opcionalmente, el suelo (6) de la primera masa de agua (2) y/o el suelo (8) de la segunda masa de agua (3), desde la barrera (4) hasta el correspondiente arrecife (12, 15), pueden ser horizontales, tal como es el caso del presente modo de realización.

5 Alternativamente, se contempla que al menos uno del suelo (6) bajo dicha primera masa de agua (2) y el suelo (8) bajo dicha segunda masa de agua (3) adyacente a la barrera (4), es decir, desde la barrera (4) hasta el correspondiente arrecife (12, 15), pueda presentar una altura creciente hacia dicho correspondiente arrecife (12, 15).

10 Con el fin de ilustrar la barrera (4) comprendida en el sistema (1), la Figura 3 muestra una vista en perspectiva ampliada de una parte de dicha barrera (4). Como puede observarse, la barrera (4) del presente modo de realización está compuesta de un conjunto de pistones (20) o placas rígidas desplazables de manera traslacional hacia adelante y hacia atrás; los pistones

15 (20) se mueven con un desfase temporal entre ellos, formándose en consecuencia unas ondulaciones recíprocas hacia un lado transversal y hacia otro, que producen el efecto de una onda en la barrera (4) que se desplaza en la dirección longitudinal (5).

Aunque en la figura se muestran solamente cinco pistones (20), la explicación que se proporciona a continuación en cuanto al accionamiento de los pistones (20) aplica al conjunto

20 de todos los pistones (20) de la barrera (4). Cada uno de los pistones (20) se encuentra accionado por un sistema de accionamiento (21) independiente dispuesto encima del pistón (20), y se encuentra sujeto de manera suspendida como se explica más adelante. Los pistones (20) y correspondientes sistemas de accionamiento (21) se encuentran soportados por una estructura de soporte (30). La estructura de soporte (30) comprende una estructura

25 superior (31), soportada en el suelo por patas (32) dispuestas en lados transversales opuestos de la estructura superior (31). En el presente ejemplo de realización, la estructura de soporte (30) está formada por barras o vigas longitudinales (33) y barras o vigas transversales (34). De dicha estructura superior (31) cuelga el conjunto de pistones (20).

30 El hecho de que cada pistón (20) se encuentre accionado por un sistema de accionamiento (21) dispuesto encima del pistón (20) presenta varias ventajas. Por una parte, se minimiza la obra civil necesaria para construir la sala de máquinas del sistema (1), es decir, para alojar los sistemas de accionamiento (21). Por ejemplo, puede construirse únicamente una solera en la cual se apoye la estructura, ocupando el conjunto de dicha solera y dicha estructura

35 un área en planta mínimo. Una ventaja muy relevante adicional es que toda la mecánica del sistema de accionamiento (21) se puede ubicar, con un coste razonable, en una zona seca, aislada del agua y fácilmente accesible (por ejemplo si encima de la estructura superior (31) se dispone una pasarela con aberturas para acceder al interior de la estructura de soporte (30)); ello facilita que el sistema se adecúe a las normativas de piscinas vigentes. La estructura de

40 soporte (30) puede cumplir además la función de soportar una red que aisle la maquinaria de los usuarios, de manera que ningún usuario pueda entrar en contacto con elementos móviles o algún componente de la maquinaria.

11 11
12

Las Figuras 4 a 6 muestran tres vistas adicionales que permiten comprender los sistemas de accionamiento (21) de los pistones (20). Como puede observarse, cada sistema de accionamiento (21) comprende un conjunto de motor de accionamiento eléctrico y transmisión (22) que provoca el giro de un respectivo piñón (23), visible en la Figura 5. Cada conjunto de motor de accionamiento eléctrico y transmisión (22) se encuentra montado sobre y soportado por un respectivo bastidor (24). El bastidor (24) presenta dos extremos transversales (25) configurados para fijarse a las vigas longitudinales (33) de la estructura superior (31), de manera que el bastidor (24) queda soportado por y suspendido entre dichas vigas longitudinales (33), como puede observarse en la Figura 3. El conjunto de motor de accionamiento eléctrico y transmisión (22) sobresale en su mayoría por encima de una cara superior (27) de una placa (26) del bastidor (24) y por encima del propio bastidor (24), mientras que el piñón (23) sobresale inferiormente de una cara inferior (28) de dicha placa (26) del bastidor (24), como se observa con mayor claridad en la Figura 5. Cada bastidor (24) comprende unos canales de guiado (29) laterales, los cuales se encuentran dispuestos en dirección transversal (con respecto a la dirección longitudinal (5) de la barrera (4)), en lados opuestos del piñón (23), y rectos y paralelos entre sí. El bastidor (24) del presente modo de realización está fijo, es decir, no se mueve durante el funcionamiento normal del sistema (1).

La Figura 6 muestra una vista en perspectiva de un carro (40) asociado a cada pistón (20) de la barrera (4) –más concretamente, cada pistón (20) está suspendido de su respectivo carro (40)-. El carro (40) comprende ruedas laterales (41) dispuestas en lados opuestos del carro (40), y una cremallera (42) dispuesta entre las ruedas laterales (41) y en dirección transversal (con respecto a la dirección longitudinal (5) de la barrera (4)). El carro (40) está destinado a acoplarse al bastidor (24) de manera desplazable con respecto a dicho bastidor (24). Concretamente, las ruedas laterales (41) del carro (40) están destinadas a rodar por los canales de guiado (29), los cuales retienen lateralmente y guían al carro (40). A su vez, la cremallera (42) se engrana con el piñón (23) de manera que, al girar el piñón (23) sobre su eje central, y al estar el piñón (23) transversalmente fijo, el giro del piñón (23) provoca el desplazamiento de la cremallera (42) y por tanto del carro (40) completo en dirección transversal con respecto al bastidor (24). En la Figura 4 se muestran los carros (40) acoplados de manera desplazable a los canales de guiado (29) de los respectivos bastidores (24). Cuando el sistema (1) se encuentra en funcionamiento generando olas (W), tal como se muestra en la Figura 2, cada carro (40) se desplaza alternativamente hacia adelante y hacia atrás a lo largo de su respectivo bastidor (24), de manera desfasada en el tiempo con respecto a carros (40) adyacentes de forma que unos carros (40) se desplazan adelante y otros hacia atrás formando un movimiento serpenteante, manteniéndose en posición fija los conjuntos de motor de accionamiento eléctrico y transmisión (22) y los bastidores (24). El desplazamiento de los carros (40) provoca el desplazamiento de los pistones (20) que se encuentran suspendidos de los carros (40).

El sistema descrito es ventajoso en que es posible aislar la parte eléctrica, es decir, el conjunto de motor de accionamiento eléctrico y transmisión (22) en su práctica totalidad en una zona seca, por encima del bastidor (24). Más particularmente, como puede observarse en la

Figura 4, los motores (22a) de dichos conjuntos de motor de accionamiento eléctrico y transmisión (22) se encuentran íntegramente encima de dicho bastidor (24). Además, el sistema es ventajoso en que los conjuntos de motor de accionamiento eléctrico y transmisión (22) no se trasladan junto con los pistones (20) sino que se mantienen fijos, es decir, en una posición fija con respecto a la estructura de soporte (30) y los bastidores (24); el disponer de motores fijos simplifica por una parte la instalación eléctrica del sistema; además, permite minimizar las aberturas necesarias a través del bastidor (24) y por tanto facilita enormemente mantener el aislamiento o estanqueidad de la zona seca situada por encima de los bastidores (24) de la zona húmeda situada por debajo de los bastidores (24), ya que prácticamente sólo es necesario crear orificios para el paso de los ejes que hacen girar los piñones (23); además, se aumenta la seguridad de las personas que pudieran caminar sobre los bastidores (24), en caso de que los mismos fueran cubiertos por planchas o similar, al reducirse el riesgo de atrapamientos por no existir piezas y mecanismos en movimiento en la zona seca por encima de los bastidores (24). El hecho de que los conjuntos de motor de accionamiento eléctrico y de transmisión (22) estén encima de los pistones (20) y de que los pistones (20) estén suspendidos es también ventajoso porque contribuye a que la barrera (4) pueda extenderse sustancialmente hasta el suelo y pueda mover toda al agua desde el suelo hasta la cresta de la ola, y así aprovechar al máximo para generar olas la energía consumida por el sistema.

Haciendo nuevamente referencia a la disposición suspendida de los pistones (20), se hace notar que la Figura 4 muestra a los pistones (20) suspendidos de los carros (40) y a unos tirantes de refuerzo (45) oblicuos delanteros y traseros reforzando la fijación del pistón (20) al carro (40) y garantizando que el pistón (20) mantenga su posición vertical y longitudinal (es decir, paralelo a la dirección longitudinal (5) de la barrera (4)) cuando el pistón (20) se mueve transversalmente adelante y hacia atrás en el agua, y con agua tanto delante como detrás del pistón (20). Dichos tirantes de refuerzo (45) se extienden desde una pared frontal y desde una pared trasera del pistón (20) hasta, por ejemplo, unas vigas laterales (43) del carro (40).

Preferentemente, tal como se observa en la Figura 4 y con mayor detalle en la Figura 7, entre cada dos pistones (20) adyacentes se disponen dos paneles (50) verticales articulados, donde cada panel (50) está articulado a un pistón (20) y al otro panel (50) con respecto a ejes de giro verticales (51). Los ejes de giro verticales (51) están proporcionados, en este caso, por conexiones en bisagra (no se descarta, aunque no es relevante para el funcionamiento de la invención, que pueda pasar una muy reducida cantidad de agua por las conexiones abisagradas entre paneles y entre paneles y pistones). El disponer de dos paneles articulados permite que la barrera (4) en su totalidad sea móvil y por tanto pueda empujar toda al agua que está enfrentada a la misma, a ambos lados de la barrera (4). Además, los paneles (50) articulados permiten que los pistones (20) rígidos se puedan mover desfasadamente en el tiempo entre sí y por lo tanto cambiando la distancia relativa entre dichos pistones (20) rígidos, sin que el sistema se atasque; al mismo tiempo, el disponer en concreto solamente de dos paneles (50) articulados previene posibles movimientos incontrolados de los paneles (50) articulados móviles, al articularse ambos paneles (50) por uno de sus bordes a un pistón (20)

rígido.

Los paneles (50) verticales articulados del presente modo de realización comprenden un borde superior (52) y un borde inferior (53). En el presente modo de realización, el borde superior (52) de los paneles (50) se encuentra a la misma altura que los bordes superiores (20c) de los pistones (20) entre los cuales se disponen los paneles (50), y preferentemente todos dichos bordes superiores (20c, 52) se encuentran por encima de la altura de la cresta de la ola (W). Asimismo, el borde inferior (53) de los paneles (50) articulados está a la misma altura que el borde inferior (20d) de los pistones (20), y preferentemente todos dichos bordes inferiores (20d, 53) se encuentran a ras del suelo o sustancialmente al ras (con milímetros o escasos centímetros de separación, y preferentemente menos de un centímetro). La barrera (4) está formada por tanto por la combinación de pistones (20) y paneles (50), no pasando el agua ni entre paneles (50) adyacentes, ni entre paneles (50) y pistones (20) adyacentes, además de ni por encima ni por debajo de la barrera (4). Es decir, tanto los pistones (20) como los paneles (50) empujan el agua desde sustancialmente el suelo del sistema (opcionalmente con unos milímetros o escasos centímetros de separación del suelo, y preferentemente menos de un centímetro) hasta la cresta de la ola, es decir, son capaces de mover toda la columna de agua y por tanto maximizar la altura de las olas (W) generadas a ambos lados por la barrera (4) serpenteante. Además, el minimizar o prevenir huecos por los que pueda pasar el agua por debajo de los paneles (50) evita que, cuando en un lado de los pistones (20) y paneles (50) se encuentra el valle de una ola y en el lado opuesto se encuentra una cresta de una ola, pase agua del lado de la cresta al lado del valle por diferencia de presión, lo cual produciría que se estuviera gastando energía de movimiento de los pistones (20) en desplazar agua inútilmente, es decir, sin que contribuya a generar olas surfeables.

Las Figuras 10 y 15 muestran una vista en perspectiva de la barrera (4) del presente modo de realización. Como se ha explicado, dicha barrera (4) está formada por una sucesión de paneles articulados, y más concretamente por una sucesión de paneles o pistones (20) dispuestos permanentemente en la dirección longitudinal (5) de la barrera (4) y desplazables en dirección transversal, intercalados con pares de paneles (50) articulados. La barrera (4) presenta una cara frontal (4a) y una cara trasera (4b) a lo largo de la longitud (L) total de dicha barrera (4), entendiéndose por longitud (L) total la dimensión de dicha barrera (4) en la dirección longitudinal (5). La cara frontal (4a) está formada por caras frontales (20a) de los pistones (20) y caras frontales (50a) de los paneles articulados (50), mientras que la cara trasera (4b) está formada por caras traseras (20b) de los pistones (20) y caras traseras (50b) de los paneles articulados (50). La cara frontal (4a) de la barrera (4) está enfrentada a la primera masa de agua (2) y la cara trasera (4b) está enfrentada a la segunda masa de agua (3). La cara frontal (4a) y la cara trasera (4b) de la barrera (4) se extienden preferentemente desde el suelo del sistema (1) que se encuentra bajo la barrera (4) hasta una altura por encima de la altura de la cresta de la ola (W) que se va a generar con el sistema (1). La barrera (4) es móvil en toda su longitud (L) con un movimiento serpenteante, donde la cara frontal (4a) empuja agua de dicha primera masa de agua (2) hacia el primer arrecife (12) (Figura 1) para la formación de una ola (W) surfeable en dicha primera masa de agua (2), mientras que una cara trasera (4b) empuja agua de dicha

14
15
14

segunda masa de agua (3) hacia el segundo arrecife (15) para la formación de una ola (W) surfeable en dicha segunda masa de agua (3). El movimiento serpenteante se ilustra en la Figura 15, donde se ha ilustrado cómo los pistones (20) se mueven desfasados en el tiempo entre sí hacia la primera masa de agua (2) y la segunda masa de agua (3), haciendo cada pistón (20) un recorrido de ida y vuelta desfasado en el tiempo con respecto al pistón (20) siguiente, y acompañando los paneles (50) a los pistones (20), de manera que la barrera (4) en movimiento presenta ondulaciones laterales que se mueven recíprocamente hacia los lados a la vez que se desplazan en dirección longitudinal (5), de manera similar al movimiento de una serpiente avanzando. Mediante el movimiento serpenteante de la barrera (4), se generan a su vez ondulaciones en ambas masas de agua (2, 3) de una manera muy eficiente energéticamente, contribuyendo a la viabilidad económica del aparato. Las ondulaciones viajan dirigidas a los respectivos arrecifes (12, 15), formándose olas rompientes y por tanto surfeables en la zona de los arrecifes (12, 15) que después continúan viajando por las zonas de agua (2, 3). Los arrecifes (12, 15) se pueden disponer a una corta distancia de la barrera (4), que se estima es igual o menor a la altura de la ola (W) deseada multiplicada por siete, con lo que se consigue que la ola pierda poca altura antes de romper y por tanto se maximiza la altura de la ola (W) para un determinado consumo energético del sistema (1).

El movimiento serpenteante de la barrera (4) permite generar olas (W) que no son paralelas a la barrera (4), es decir, que forman un ángulo distinto de cero con la dirección longitudinal (5) de la barrera (4). Ello permite disponer los arrecifes (12, 15) a una distancia mínima de la barrera (4), suficiente para que las ondulaciones tomen una altura suficiente al llegar a los arrecifes (12, 15), y al mismo tiempo conseguir que se forme una ola (W) con rompiente progresiva en la zona del arrecife (12, 15) que la hace surfeable. Por ello, es posible generar olas (W) surfeables mediante un sistema (1) con un "footprint" relativamente reducido (gracias a la poca separación entre barrera y arrecifes), y por tanto requiriendo un volumen de agua y un tamaño de construcción muy razonables; ambos aspectos son muy críticos en la viabilidad económica de una laguna de olas.

Otra ventaja muy significativa del sistema (1) basado en generar olas mediante tanto las caras o superficies delanteras como las caras o superficies traseras de la barrera serpenteante es que el sistema presenta un rendimiento de uso muy elevado ya que es capaz de generar un gran número de olas en relación con la maquinaria, y obra civil requerida para construir el sistema. Así, en lo que respecta a la maquinaria, solamente se requiere una única hilera de pistones con su respectivo sistema de accionamiento para generar dos frentes de ola opuestos. Además, no se requieren mecanismos de compensación de fuerzas hidrostáticas en un lado no operativo de la barrera (puesto que ambos lados mueven el agua hacia una masa de agua grande para generar olas). Por otra parte, no se desperdicia energía en caras traseras de la barrera, en comparación con sistemas del estado de la técnica en los que pistones solamente generan olas hacia adelante y sus caras traseras se encuentran en un ambiente húmedo donde el agua se mueve pero no es aprovechada para generar olas. En cuanto a la obra civil, como se ha mencionado el movimiento serpenteante de la barrera permite generar una ola en ángulo con respecto a un arrecife, y conseguir una ola con rompiente gradual a la vez que se minimiza

la distancia del arrecife a la barrera y por tanto se minimiza el "footprint" de la instalación. Una ventaja adicional es que el presente sistema no requiere de tanta impermeabilización como sistemas convencionales en los cuales las caras delanteras de los pistones empujan agua y las caras traseras de los pistones se encuentran en un ambiente seco. Todas estas ventajas redundan en que el sistema presente una notable viabilidad económica y pueda ser puesto en práctica con éxito.

Las Figuras 11 y 16 muestran un modo de realización alternativo de una barrera (4) serpenteante, en este caso formada por una serie de bloques (60) adosados de manera que no se permite el paso de agua entre ellos, por debajo o por encima de los mismos desde la primera masa de agua (2) hacia la segunda masa de agua (3) o viceversa. Los bloques (60) son desplazables recíprocamente hacia la primera masa de agua (2) y hacia la segunda masa de agua (3) de manera desfasada en el tiempo entre sí, manteniéndose un solapamiento entre bloques (60) que impide el paso de agua entre ellos. La cara frontal (4a) de la barrera (4) está formada por las caras frontales (60a) y de los bloques (60), mientras que la cara trasera (4b) de la barrera (4) está formada por las caras traseras (60b) de los bloques (60). Las caras laterales (60c) de los bloques (60) también sirven para separar la primera zona de agua (2) de la segunda zona de agua (3), es decir, para ejercer la función de barrera al paso de agua entre las masas de agua (2, 3).

Las Figuras 12 y 17 muestran un modo de realización alternativo de una barrera (4) serpenteante, en este caso formada por una serie de paneles (70) articulados entre sí, con ciertas aristas (71) tractoras, accionadas mediante sistemas de accionamiento respectivos (por ejemplo similares a los del primer modo de realización), y desplazables con un movimiento transversal y de forma recíproca hacia la primera masa de agua (2) y hacia la segunda masa de agua (3) de manera desfasada en el tiempo entre sí. Es decir, las aristas (71) equivalen a los pistones (20) del primer modo de realización, pero contruidos con una anchura despreciable, mientras que los paneles (70) equivalen a los paneles (50) del primer modo de realización. La cara frontal (4a) de la barrera (4) está formada por las caras frontales (70a) y de los paneles (70), mientras que la cara trasera (4b) de la barrera (4) está formada por las caras traseras (70b) de los paneles (70). Al igual que en los modos de realización anteriores, la barrera (4) impide el paso de agua a su través, por debajo y por encima de la misma.

Las Figuras 13 y 18 muestran un modo de realización alternativo de una barrera (4) serpenteante, en este caso formada por una serie de paneles (80) dispuestos en la dirección longitudinal (5) de la barrera (4) y desplazables transversalmente de manera secuenciada o desfasada en el tiempo entre sí. Los paneles (80) presentan una cara frontal (80a) y una cara trasera (80b). La cara frontal (4a) de la barrera (4) incluye las caras frontales (80a) y de los paneles (80), mientras que la cara trasera (4b) de la barrera (4) incluye las caras traseras (80b) de los paneles (80). Las caras frontales (80a) de dos paneles (80) adyacentes constituyen superficies transversales contiguas de la cara frontal (4a) de la barrera (4); de manera similar, las caras traseras (80b) de dos paneles (80) adyacentes constituyen superficies transversales contiguas de la cara trasera (4b) de la barrera (4). Entre superficies transversales contiguas de

16
17
16

la cara frontal (4a) de la barrera (4), es decir, entre las caras frontales (80a) de los paneles (80), se dispone al menos un elemento flexible, por ejemplo una lona. De manera similar, entre superficies transversales contiguas de la cara trasera (4b) de la barrera (4), es decir, entre las caras traseras (80b) de paneles (80) adyacentes, se dispone al menos un elemento flexible, por ejemplo una lona. En el presente modo de realización, se dispone un único elemento flexible (81) o lona entre cada dos paneles (80) adyacentes, no descartándose que pueda disponerse de más de una lona, por ejemplo más de una lona en paralelo. La cara frontal (4a) de la barrera (4) incluye las caras frontales (81a) y de los elementos flexibles (81), mientras que la cara trasera (4b) de la barrera (4) incluye las caras traseras (81b) de los elementos flexibles (81). Al igual que en los modos de realización anteriores, la barrera (4) impide el paso de agua a su través, por debajo y por encima de la misma.

Las Figuras 14 y 19 muestran un modo de realización alternativo de una barrera (4) serpenteante, formada por una serie de placas móviles de manera recíproca hacia la primera masa de agua (2) y hacia la segunda masa de agua (3), y móviles de manera desfasada en el tiempo entre sí, de manera similar a ciertos modos de realización anteriores. Sin embargo, en este caso, la serie de placas comprende unas placas (90) dispuestas en la dirección longitudinal (5) de la barrera (4) y móviles de manera abatible con respecto a un eje de giro (91) dispuesto en un lado inferior de cada placa (90) abatible. Entre las placas (90) abatibles se disponen unos elementos intermedios (92) rígidos, flexibles y/o una combinación de ambos, interconectando las placas (90) longitudinales y permitiendo formar una barrera (4) serpenteante y no permeable. En el presente modo de realización, los elementos intermedios son unas lonas flexibles triangulares. La cara frontal (4a) de la barrera (4) está formada por las caras frontales (90a) de las placas (90) y las caras frontales (92a) de los elementos intermedios (92), mientras que la cara trasera (4b) de la barrera (4) está formada por las caras traseras (90b) de las placas (90) y las caras traseras (92b) de los elementos intermedios (92). Al igual que en los modos de realización anteriores, la barrera (4) impide el paso de agua a su través, por debajo y por encima de la misma.

Se contemplan modos de realización alternativos a los descritos.

Por ejemplo, se contempla que uno o ambos arrecifes (12, 15) puedan ser parcial o totalmente curvos visto en planta. A modo de ejemplo, las Figuras 20 y 21 muestran un sistema (1) alternativo, provisto de un primer arrecife (12) recto y de un segundo arrecife (15) curvo.

En otros modos de realización de la invención, se contempla que cualquiera de los componentes y elementos descritos anteriormente pueda ser aplicado en cualquier sistema generador de olas, ya sea que genere olas hacia ambos lados de la barrera o que genere olas hacia solamente un lado del generador, es decir, que solamente exista una importante masa de agua y arrecife hacia un lado del generador de olas.

Las Figuras 20 y 21 permiten ilustrar un aspecto adicional opcional de la presente invención, el cual es aplicable con arrecifes rectos, curvos o de cualquier configuración; es

17
~~15~~
17

decir, no debe entenderse que el hecho de que se muestre dicho aspecto adicional junto con un primer arrecife (12) recto y un segundo arrecife (15) curvo limite este aspecto adicional a esta configuración concreta de arrecifes. Dicho aspecto adicional consiste en que los arrecifes (12, 15) se extienden más allá de la barrera (4) delimitando entre ellos un canal (100) profundo.

5 Preferentemente, como puede observarse en la figura, los arrecifes (12, 15) se extienden más allá de un plano vertical imaginario (140) dispuesto en el extremo de la barrera (4) y perpendicular al frente de ola que forma cada ola (W). Ello permite aprovechar al máximo el trabajo de la longitud completa de la barrera (4) para generar olas (W) surfeables. Por tanto, como puede observarse en las figuras, los arrecifes (12, 15) están parcialmente rodeados de
10 dicho canal (100); más concretamente, el canal (100) del presente modo de realización rodea a cada arrecife (12, 15) y a su respectiva zona menos profunda (14, 17) por un lado, estando dichas zonas menos profundas (14, 17) rodeadas, en otros lados, por una orilla (110) y una pared (112).

15 El canal (100) es más profundo que las zonas menos profundas (14, 17) y está dispuesto en continuación de las zonas más profundas (13, 16) del suelo (6, 8) bajo las masas de agua (2, 3), estando el canal (100) situado después de la barrera (4) en la dirección longitudinal (5) y extendiéndose preferentemente el canal (10) hasta al menos una orilla (110) hacia la cual se dirigen a su vez las olas (W) y que es alcanzada por el agua desplazada (es
20 decir, la orilla (110) que se encuentra en contacto con dicha primera masa de agua (2) o dicha segunda masa de agua (3)). Concretamente, el canal (100) se extiende hasta unos respectivos extremos (114) de las zonas menos profundas (14, 17) por los cuales salen las olas (W) de las zonas menos profundas (14, 17).

25 El canal (100) se encuentra comunicado con las zonas más profundas de la primera masa de agua (2) y la segunda masa de agua (3) y permite un retorno del agua hacia la barrera (4) tal como se muestra con flechas (A, B) en las figuras. Es decir, poniendo como ejemplo la primera masa de agua (2), el agua es desplazada por la barrera (4) hacia el primer arrecife (12), formándose olas (W) surfeables en la proximidad del primer arrecife (12) y viajando dichas olas
30 (W) surfeables a lo largo de la zona menos profunda (14) de la primera masa de agua (2). El agua desplazada eventualmente alcanza un borde u orilla (110). Mientras se están generando olas (W), en la zona de la orilla (110) el nivel medio de agua es el más alto de la masa de agua (2) mientras que la zona del generador de olas (4) es la zona donde el nivel medio de agua es más bajo de la masa de agua (2). Ello es debido a que las olas (W) empujan agua en su
35 dirección, es decir, del generador de olas (4) donde se crean hacia la orilla (110) donde mueren. Por tanto el agua intenta buscar un camino para volver desde la zona de la orilla (110) a la zona del generador de olas (4).

40 Se forma entonces una corriente de agua que se desplaza sustancialmente paralela a dicho borde u orilla (110) hasta alcanzar el extremo (114) de la zona menos profunda (14). Al llegar a dicho extremo (114), el agua encuentra una zona más profunda: el canal (100) profundo (el cual está dispuesto extendiéndose hasta dicho extremo (114) de la zona menos profunda (14) y dicha orilla (110)). Una vez que alcanza el canal (100), la corriente de agua tiende a

~~18~~

19

18

mantenerse dentro del canal (100) puesto que encuentra menos rozamiento, al ser dicho canal (100) más profundo que la zona menos profunda (17) y por tanto contactar con una menor superficie de suelo por volumen de agua desplazado. En consecuencia, dicha corriente de agua se mantiene en el canal (100) y retorna hacia la barrera (4) por dicho canal (100) y por la zona más profunda (13) del suelo (6) de la primera masa de agua (2).

Esta configuración de canal (100) consigue diversos efectos ventajosos. Por una parte, se consigue hacer retornar el agua lejos de las olas (W) surfeables (las cuales se encuentran en la zona menos profunda (14, 17)), con lo que prácticamente se evita el impacto negativo de las corrientes sobre las caras surfeables de las olas (W) que se produce generalmente por la llegada de las olas (W) a las orillas (110). Además, la corriente de retorno del agua presenta, en la zona del canal (100) y de las zonas más profundas (13, 16), una velocidad menor que la velocidad de la corriente en la proximidad de las orillas (110) puesto que el mismo caudal de agua se desplaza ahora por una profundidad mayor; en consecuencia, el retorno de agua a la zona adyacente a la barrera (4) se produce con mínima interferencia con el agua presente delante de la barrera (4). Resulta también ventajoso que el flujo hacia la barrera (4) tienda a concentrarse en el canal (100) hace que las zonas de surf (zonas menos profundas (14, 17)) no se vean negativamente afectadas por las corrientes.

En el presente modo de realización, además, se incluyen uno o más elementos directrices (120) en el extremo de la barrera (4), cuya función es prevenir parcial o totalmente que la ola que llega de la barrera (4) se gire y se dirija hacia la masa de agua (2, 3) contraria. En el presente modo de realización, los elementos directrices (120) son varias protuberancias con superficies laterales (122) en ángulo para dirigir el agua. Se contemplan, sin embargo, modos de realización alternativos en los cuales el elemento directriz (120) pueda ser un muro, una isla, o cualquier otra protuberancia en el suelo del sistema (1). Por ejemplo, el elemento directriz puede ser un muro que se extienda desde el final de la barrera (4) hacia la orilla (110), por ejemplo hasta la orilla (110) o casi, dividiendo el canal (100) en dos, es decir delimitando una porción de canal (100) para cada masa de agua (2, 3).

La Figuras 22 a 27 muestran seis ejemplos de realización alternativos de un sistema (1) generador de olas según la invención. En dichas figuras se utilizan referencias numéricas ya utilizadas en el modo de realización anterior, con el fin de numerar idénticas características técnicas. Como puede observarse, cada uno de dichos sistemas (1) generadores de olas comprende un generador de olas (4) –por ejemplo una barrera del tipo de las descritas anteriormente–, una masa de agua (2) y un arrecife (12). El arrecife (12) está formado en un suelo (6) bajo dicha masa de agua (2) y proporciona una transición entre una zona más profunda (13) dispuesta entre el arrecife (12) y el generador de olas (4) y una zona menos profunda (14) dispuesta más allá del arrecife (12). El generador de olas (4) está enfrentado a la masa de agua (2) y configurado para provocar el desplazamiento de agua hacia el arrecife (12) y la formación de una ola (W) en dicha masa de agua (2). Como puede observarse, el arrecife (12) está rodeado al menos parcialmente por un canal (100). Dicho canal (100) es más profundo que la zona menos profunda (14), y conecta la zona más profunda (13) con un

extremo (114) de la zona menos profunda (14) por la cual sale la ola (W) de la zona menos profunda (14).

En el sistema (1) de la Figura 22, el arrecife (12) se extiende más allá del generador de olas (4) de manera tal que el ángulo (150) visto en planta entre el arrecife (12) y la ola (W) se mantiene sustancialmente constante a medida que avanza la ola (W). Con ello se garantiza que no varíe el ángulo de "peeling" (151) de la ola (W); por ángulo de "peeling" (151) se entiende el ángulo que forma la trayectoria (152) que sigue el punto de rotura de la ola (W) al avanzar la ola (W) con la dirección de avance de la ola (W), debiendo ser de entre 30 y 50° para que la ola (W) sea una buena ola surfeable. De esta manera, la ola (W) sigue rompiendo y avanzando con su correcto ángulo de rotura hasta que, al ir perdiendo energía según se va alejando del generador de olas (4), termina perdiendo su tamaño surfeable. Además de que se aprovecha más la ola (W) generada, la ola (W) llega a las orillas con menos fuerza, lo cual aumenta la seguridad y produce menos rebotes.

Además, en el sistema de la Figura 22, el canal (100) presenta una anchura no más estrecha que (y preferiblemente sustancialmente constante e igual a) la distancia entre el arrecife (12, 15) y la barrera (4). Alternativa o adicionalmente, el canal (100) puede presentar una profundidad sustancialmente constante e igual a la profundidad de la zona más profunda (14). Con estas características se consigue una eficaz prevención de las turbulencias sin necesidad de construir un canal (100) excesivamente profundo y/o ancho, lo cual encarecería considerablemente la obra civil requerida para construir el sistema (1) generador de olas.

Por otra parte, el sistema (1) de la Figura 22 comprende además un canal de recolección (130) dispuesto entre, y a lo largo de, la zona menos profunda (14) y la orilla (110), y conectado al canal (100) de retorno. Dicho canal de recolección (130) es más profundo que la zona menos profunda (14) y facilita que el agua acumulada por la presión de las olas contra la orilla (110) viaje hasta el canal (100) de retorno sin volver hacia el arrecife (12). Ello contribuye a mantener la zona de surf, es decir, la zona menos profunda (14) más allá del arrecife (12), con menos corrientes y turbulencias. Además, el canal de recolección (130) proporciona además un lugar profundo donde los surfistas pueden terminar de surfear su ola y saltar de la tabla sin peligro antes de que la ola impacte contra la orilla (110). Preferentemente, el canal de recolección (130) presenta una anchura de entre 3 y 5 metros y una profundidad de entre 0,5 y 1,5 metros.

En el sistema (1) de la Figura 22, además, el canal de recolección (130) se extiende desde el extremo (114) de la zona menos profunda (14) donde comienza el canal (100) de retorno, hasta una pared (112) opuesta (que a su vez se extiende sustancialmente hasta el generador de olas (4)). Es decir, el canal de recolección (130) se extiende a lo largo de toda la zona trasera (116) de la zona menos profunda (14), y ambos canales (100, 130) conjuntamente se extienden a lo largo de toda la orilla (110). Con ello se consigue que prácticamente toda el agua de las olas (W) sea recogida en los canales (130, 100) y devuelta por los mismos, rodeando la zona menos profunda (14), a la zona más profunda (13) entre el generador de olas (4) y el arrecife (12).

20

Además, como puede observarse, cada ola (W) se desplaza en forma de un frente de ola que no es paralelo a la orilla (110), de manera que las olas (W) impactan primero en el punto de la orilla (110) más alejado del canal (100) de retorno y de manera que la última zona de la orilla (110) donde las olas (W) impactan es junto al extremo (114) y el canal (100) de retorno. Preferentemente, la ola (W) o frente de ola forma un ángulo (151) de 3 a 40° con la orilla (110).

21
20

En el sistema (1) de la Figura 23, el arrecife (12) se extiende notablemente más allá del generador de olas (4) y no es enteramente recto sino que presenta una zona curvada más alejada del generador de olas (4). En este sistema (1), como puede observarse, el ángulo de "peeling" (151), o ángulo que forma la trayectoria (152) que sigue el punto de rotura de la ola (W) al avanzar la ola (W) con la dirección de avance de la ola (W), varía progresivamente una cierta cantidad, siendo preferible que se mantenga entre 30 y 50°.

En el sistema (1) de la Figura 24, puede observarse que existe un canal (100) de retorno a ambos lados del arrecife (12). Además, en uno de los lados existe un pequeño canal de recolección (130) que se extiende a lo largo de parte de la zona trasera (116) de la zona menos profunda (14) y la orilla (110) y se comunica con el canal (100). En el lado opuesto, en cambio, no existe un canal de recolección (130) sino que la zona menos profunda (14) se extiende hasta la orilla (110). Esta asimetría puede ayudar a cumplir restricciones debidas al espacio disponible y/o puede buscar que los se generen olas diferentes a cada lado del arrecife (12).

En el sistema (1) de la Figura 25, se incluye un canal de recolección (130) de elevada anchura entre la zona trasera (116) de la zona menos profunda (14) y la orilla (110). Dicho canal de recolección (130) se extiende a lo largo de toda la zona trasera (116) de la zona menos profunda (14) y la orilla (110), entre el canal (100) de retorno y un muro o pared (112) opuesto. En este modo de realización, el arrecife (12) no se extiende más allá del plano vertical imaginario (140). La gran anchura del canal de recolección (130) permite que el canal de recolección (130) constituya una zona muy amplia de baño con agua en relativa calma. Esta configuración favorece más usos del sistema (1) que el puro surf, y además contribuye aun en mayor medida a perder la energía de la ola (W) antes de impactar contra la orilla (110), lo cual es muy seguro y evita el "backwash" o rebote de la ola hacia las siguientes olas (W), el cual estropea las olas (W) destinadas a ser surfeadas pues crea baches o imperfecciones en dichas olas (W).

En el sistema (1) de la Figura 26, el canal (100) de retorno está dispuesto únicamente a un lado de la zona menos profunda (14), y está comunicado con un pequeño canal de recolección (130) que no se extiende a lo largo de toda la zona trasera (116) de la zona menos profunda (14); en su lugar, existe una zona donde la zona menos profunda (14) llega hasta la orilla (110). Además, el arrecife (12) se extiende más allá del plano imaginario (140) dispuesto al final del generador de olas (4) y perpendicular a la ola (W).

21

22

21

En el sistema (1) de la Figura 27, el generador de olas (4) no es alargado sino que está compuesto de subconjuntos generadores (160a, 160b, 160c), por ejemplo tres hileras de pistones, dispuestos en una formación similar a una U invertida, lo cual permite reducir la anchura total del generador de olas (4). En el centro de la masa de agua (2) se dispone la zona menos profunda (14), delimitada por dos arrecifes (12), uno a cada lado de la zona menos profunda (14). De este modo, se definen dos canales (100) de retorno, en respectivos lados opuestos de la zona menos profunda (14), entre el correspondiente arrecife (12) y el subconjunto generador (160a, 160c) dispuesto justo enfrente. En la zona trasera (116) de la zona menos profunda (14) se localiza el canal de recolección (130), el cual se extiende desde un canal (100) de retorno hasta el otro canal (100) de retorno, quedando los tres canales (100, 130, 100) comunicados. En el presente modo de realización, el arrecife (12) no se extiende más allá del plano imaginario (140) dispuesto al final del generador de olas (4) y perpendicular a la ola (W), pero se contemplan modos de realización alternativos en los cuales uno o ambos arrecifes (12) se extiendan más allá de dicho plano imaginario (140).

En el sistema (1) de la Figura 28, el generador de olas (4) es alargado y en línea. El arrecife (12) es paralelo al generador de olas (4) y se extiende más allá del plano imaginario (140) dispuesto al final del generador de olas (4) y perpendicular a la ola (W). El canal (100) de retorno es igualmente paralelo al arrecife (12) y al generador de olas (4) y presenta una anchura sustancialmente constante e igual a la distancia entre el arrecife (12) y el generador de olas (4). El presente modo de realización no dispone de canal de recolección (130), aunque se contemplan modos de realización alternativos en los que pudiera existir un canal de recolección (130) entre la orilla (110) y la zona trasera (116) de la zona menos profunda (14). La presente configuración de sistema (1) requiere relativamente poco espacio para su construcción.

En resumen, el canal (100), que conecta la zona más profunda (13; 16) con un extremo (114) de la zona menos profunda (14; 17) por la cual sale la ola (W) de la zona menos profunda (14; 17), permite que las corrientes generadas por el agua que arrastran las olas hacia la orilla en una piscina con olas encuentren un camino de vuelta separado de la zona menos profunda (14, 17) y por tanto no retornen no lo haga a través de la zona de surf (zona menos profunda (14, 17) después del arrecife (12, 15)). Así, se consigue evitar que se formen turbulencias creadas en la superficie de la zona menos profunda (14, 17) de la masa de agua (2, 3) por posibles corrientes de retorno y que dichas turbulencias perturben la cara de la olas (W) en la zona de surf y por tanto la calidad de las olas (W).

Finalmente, ha de hacerse notar que el concepto de canal de retorno (canal (100)) es aplicable a cualquier tecnología de generación de olas basada en desplazar agua en una masa de agua y hacia un arrecife y orilla con el fin de formar olas surfeables en una zona menos profunda ubicada más allá del arrecife. Por ejemplo, el concepto de canal de retorno puede ser aplicado en sistemas de generación de olas por pistones (tales como pistones de movimiento horizontal, pistones de movimiento vertical o pistones abatibles), en sistemas generación de olas neumáticos (basados en la inyección de aire sobre el agua con el fin de causar el movimiento de la misma), o en sistemas de generación de olas basados en la descarga de agua

22
AA

contra la masa de agua.

23
22