

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 436 082**

(51) Int. Cl.:

**F03B 13/18**

(2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2011 E 11173842 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2013 EP 2546510**

---

(54) Título: **Unidad de absorción de energía de las olas**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.12.2013**

(73) Titular/es:

**FLOATING POWER PLANT A/S (100.0%)  
Vermundsgade 40A 3  
2100 Copenhagen, DK**

(72) Inventor/es:

**KØHLER, ANDERS**

(74) Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 436 082 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

## Unidad de absorción de energía de las olas

La invención se refiere a una unidad de absorción para la absorción de la energía de las olas procedente de un cuerpo de agua, comprendiendo la unidad de absorción un elemento absorbedor de tipo giratorio frontal con un extremo anterior que comprende un eje de giro frontal alrededor del cual el elemento absorbedor, durante el funcionamiento, realiza un movimiento alternativo entre una posición de giro inferior y una posición de giro superior, y con un extremo posterior que se extiende desde un borde posterior inferior hasta un borde posterior superior, en el cual, durante el funcionamiento, el extremo anterior se orienta hacia las olas que entran, y el extremo posterior se orienta hacia fuera de las olas que entran, en el cual el borde posterior inferior está ubicado en una primera dirección radial a una primera distancia desde el eje de giro, y el borde posterior superior está ubicado en una segunda dirección radial a una segunda distancia del eje de giro, en el cual las direcciones radiales primera y segunda definen un ángulo de punta agudo del elemento absorbedor, en el cual la primera distancia define la longitud del elemento absorbedor, y una estructura de armazón que está configurada para estar esencialmente en reposo con respecto al cuerpo de agua, soportando la estructura de armazón de forma giratoria el elemento absorbedor desde el eje de giro frontal esencialmente horizontal a una altura de eje Fa por encima de un nivel medio de superficie S del cuerpo de agua, en la cual, el elemento absorbedor, en una posición en reposo bajo condiciones de agua calma, está parcialmente sumergido, siendo determinado un calado en reposo Fd del elemento absorbedor por la profundidad de inmersión del borde posterior inferior por debajo del agua calma.

En las décadas recientes se ha desarrollado un creciente interés en la explotación de fuentes de energía renovables. La energía de las olas es una fuente de energía renovable creada por grandes tormentas en alta mar a cientos de kilómetros que generan y transmiten enormes cantidades de energía que recorre grandes distancias (mediante el oleaje) y se combina con las influencias locales (mares) para llegar a nuestras costas. Ésta es una fuente de energía auténticamente renovable y distinta de la energía de las mareas. La energía de las olas, como fuente de energía renovable, tiene una serie de ventajas. Una ventaja es la alta densidad de energía de la energía de las olas, lo cual sugiere que ésta tiene la capacidad de convertirse en la fuente de energía renovable de menor coste. Una ventaja adicional es la predictibilidad de la energía de las olas; a diferencia de la solar y eólica, la energía de las olas puede predecirse con varios días de antelación, haciendo este hecho menos problemático integrar la energía de las olas con los suministros de energía nacionales.

Un reto principal de la explotación de la energía de las olas es optimizar la producción de energía durante todo el año, incluyendo el incremento de la eficiencia de la absorción de energía, la captación de energía bajo condiciones de olas variables, la maximización del tiempo de actividad de producción de la planta de energía de las olas, y la minimización de los costes de producción de la energía.

Una planta de energía de las olas que utiliza absorbidores de tipo giratorio frontal se describe en el documento DK 174 463 B1 en el cual una pluralidad de elementos absorbentes giratorios frontales están unidos de forma giratoria a una plataforma sumergida para oscilar alrededor de un eje de giro horizontal dispuesto en la parte frontal del elemento absorbente. Durante el funcionamiento, las olas de entrada se desplazan desde el extremo anterior hacia un extremo posterior del elemento absorbente interactuando con éste para absorber tanto la energía cinética como la potencial de las olas. El movimiento resultante del elemento absorbente con respecto al armazón de la plataforma es aprovechado por un sistema hidráulico de captación de energía. El elemento absorbente descrito comprende un cuerpo flotante con una parte superior cerrada y una parte inferior abierta, y puede además estar dividido en celdas con paredes perforadas que actúan como resistencia al flujo para el flujo de agua hacia dentro y hacia fuera del cuerpo flotante.

El documento DE 28 12 495 describe otro tipo de unidad de absorción para energía de las olas.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar una unidad de absorción de las olas que comprende un elemento absorbente de tipo giratorio frontal, permitiendo la unidad de absorción una absorción eficiente de energía de las olas bajo condiciones de olas variables.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar una unidad de absorción de las olas para su uso en una planta de energía de las olas.

Según un aspecto, el objetivo de la invención se logra mediante una unidad de absorción para la absorción de la energía de las olas procedente de un cuerpo de agua, comprendiendo la unidad de absorción:

- un elemento absorbente de tipo giratorio frontal con un extremo anterior que comprende un eje de giro frontal alrededor del cual el elemento absorbente, durante el funcionamiento, realiza un movimiento alternativo entre una posición de giro inferior y una posición de giro superior, y con un extremo posterior que se extiende desde un borde posterior inferior hasta un borde posterior superior, en el cual, durante el funcionamiento, el extremo anterior se orienta hacia las olas que entran y el extremo posterior se orienta hacia fuera de las olas que entran, en el cual el borde posterior inferior está ubicado en una primera dirección radial a una primera distancia desde el eje de giro, y el borde posterior superior está ubicado en una segunda dirección radial a una segunda distancia del eje de giro, en el

cual las direcciones radiales primera y segunda definen un ángulo de punta agudo del elemento absorbedor, en el cual la primera distancia determina la longitud del elemento absorbedor, y

- una estructura de armazón que define una cámara de absorción y que está configurada para estar esencialmente en reposo con respecto al cuerpo de agua, soportando la estructura de armazón de forma giratoria el elemento absorbedor en el interior de la cámara de absorción desde el eje de giro frontal esencialmente horizontal a una altura de eje Fa por encima de un nivel medio de superficie S del cuerpo de agua, en la cual, el elemento absorbedor, en una posición en reposo bajo condiciones de agua calma, está parcialmente sumergido, siendo determinado un calado en reposo Fd del elemento absorbedor por la profundidad de inmersión del borde posterior inferior por debajo del nivel medio de superficie S, en la cual la estructura de armazón comprende paredes laterales que definen la cámara de absorción en una dirección axial paralela al eje de giro frontal, y una placa de fondo que se extiende esencialmente en la dirección axial desde una pared lateral a la otra pared lateral, en la cual una porción frontal de la placa de fondo tiene una distancia mínima y una distancia máxima desde un nivel del eje de giro frontal, correspondiendo la distancia mínima a la suma de la altura del eje de giro Fa y el calado en reposo Fd del elemento absorbedor, y no excediendo la distancia máxima la longitud del elemento absorbedor Fl.

15 Según un aspecto más amplio de la unidad de absorción mencionada anteriormente, la estructura de armazón define una cámara de absorción y está configurada para estar esencialmente en reposo con respecto al cuerpo de agua, soportando la estructura de armazón de forma giratoria el elemento absorbedor en el interior de la cámara de absorción, desde el eje de giro frontal esencialmente horizontal a una altura de eje Fa por encima de un nivel medio de superficie S del cuerpo de agua, en la cual, el elemento absorbedor, en una posición en reposo bajo condiciones de agua calma, está parcialmente sumergido, siendo determinado un calado en reposo Fd del elemento absorbedor por la profundidad de inmersión del borde posterior inferior por debajo del nivel medio de superficie S, y comprende una placa de fondo dispuesta por debajo del elemento absorbedor extendiéndose desde un borde anterior hasta un borde posterior, en la cual el borde posterior está situado por detrás del borde anterior, según se ve en una dirección longitudinal desde el extremo anterior hacia el extremo posterior de la unidad de absorción, y en la cual, bajo condiciones de agua calma, el borde anterior está situado a un nivel por debajo del calado en reposo del elemento absorbedor, y el borde posterior está situado a un nivel por encima del calado en reposo y por debajo del nivel medio de superficie del agua, y en la cual la distancia del borde posterior desde el eje de giro frontal es mayor que la longitud del elemento absorbedor.

30 El nivel medio de superficie S del cuerpo de agua es el nivel plano obtenido por la realización del promedio de las variaciones en la elevación de la superficie, por ejemplo, resultantes de las olas debidas al viento. El nivel medio de superficie corresponde a un nivel de agua calma del cuerpo de agua, es decir, al nivel de superficie bajo condiciones de agua calma. Para una buena aproximación, la referencia del nivel medio de superficie S puede ser acotado a un nivel sobre la estructura de armazón de la unidad de absorción, en la cual, el nivel de la estructura de armazón puede, de este modo, tomarse como una referencia equivalente para la configuración y / u operación de la unidad de absorción. Para estructuras flotantes, cambios lentos en el nivel del mar en una escala de tiempo que excede el régimen de operación de captación de la energía de las olas, por ejemplo, cambios de la marea en el nivel del mar, no afectan a la referencia del nivel medio de superficie S, dado que la estructura flotante sigue tales cambios lentos en el nivel medio del mar. De este modo, la estructura de armazón puede considerarse en reposo con respecto al nivel medio de superficie del cuerpo de agua a escalas de tiempo correspondientes a los períodos de ola de las olas a ser captadas. Asimismo, las estructuras de armazón unidas a las cimentaciones fijas pueden comprender medios para seguir los cambios en el nivel del mar en una escala de tiempo que excede el régimen de operación de la captación de energía de las olas.

45 El término "vertical" se refiere a una dirección paralela a la gravedad y el término "horizontal" se refiere a direcciones perpendiculares a aquélla. La dirección vertical es esencialmente perpendicular a la superficie media del cuerpo de agua. Los términos "superior" e "inferior" del absorbedor se definen con respecto a la posición del absorbedor cuando está en uso o, por lo menos, cuando está desplegado en un cuerpo de agua, en el cual una dirección "hacia arriba" desde la parte inferior hacia la superior apunta hacia afuera del agua, y una dirección "hacia abajo" apunta desde la parte superior hacia la inferior hacia dentro del agua. El término "nivel" se refiere a la posición vertical de un plano horizontal. Pueden utilizarse niveles por encima del nivel medio de superficie S para especificar alturas por encima del agua calma. Pueden utilizarse niveles por debajo del nivel medio de superficie S para especificar profundidades por debajo del agua calma. Pueden definirse dos direcciones horizontales como direcciones paralelas al nivel medio de superficie del cuerpo de agua, en las cuales una dirección axial es para lela al eje de giro frontal y una dirección longitudinal es perpendicular tanto a la dirección axial como a la dirección vertical. La dirección longitudinal se extiende en la dirección desde el extremo anterior hacia el extremo posterior del elemento absorbedor y de proa hacia popa de la unidad de absorción. Los términos "anterior" y "posterior", así como "proa" y "popa" se derivan de la posición del absorbedor bajo condiciones de uso normal para el cual está configurado, en la cual la dirección de la propagación de la ola es desde el extremo de proa / anterior orientado hacia las olas que ingresan, hacia el extremo de popa / posterior orientado alejándose de las olas que entran.

60 Un elemento absorbedor de tipo giratorio frontal es un elemento que está configurado para estar soportado de forma giratoria para realizar un movimiento giratorio alrededor de un eje de giro dispuesto en el extremo anterior.

Puede definirse una posición de reposo del absorbedor con respecto al cuerpo de agua bajo condiciones de agua calma. En su posición de reposo, el elemento absorbedor está configurado para estar suspendido desde el eje de giro frontal a una altura del eje predeterminada por encima del agua calma, y está parcialmente sumergido. Se determina un calado en reposo del elemento absorbedor por la profundidad por debajo del agua calma del borde posterior inferior sumergido del elemento absorbedor.

- 5 De forma típica, una porción principal del elemento absorbedor está bajo el agua, con sólo una porción superior menor del elemento absorbedor sobresaliendo fuera del agua. Un lado anterior del elemento absorbedor se extiende desde el extremo anterior hacia la parte inferior del extremo posterior del elemento absorbedor. La superficie del lado anterior se orienta hacia las olas que entran, formando de este modo el lado de presión del elemento absorbedor. La inclinación del lado anterior bajo condiciones de reposo es 10 el ángulo de la primera dirección radial con respecto al nivel del agua calma y puede denominarse como ángulo de operación del elemento absorbedor.

El eje de giro frontal está dispuesto en una dirección esencialmente horizontal que permite que elemento absorbedor de tipo giratorio frontal realice un movimiento alternativo hacia arriba y hacia abajo en un movimiento giratorio del cuerpo del elemento absorbedor alrededor de su eje de giro frontal, absorbiendo de este modo la energía cinética y potencial de las olas que generan el movimiento. El movimiento alternativo del cuerpo del elemento absorbedor es llevado a cabo a popa del eje de giro frontal con respecto a la posición de reposo, cubriendo de este modo un volumen de carrera entre las posiciones de giro superior e inferior. De forma típica, el eje de giro frontal del elemento absorbedor está ubicado cerca del extremo de proa de la unidad de absorción. El extremo posterior del elemento absorbedor está orientado en la dirección del extremo de popa de la unidad de absorción, flotando el cuerpo principal 20 del elemento absorbedor a popa del eje de giro frontal.

El elemento absorbedor es operado en la unidad de absorción, que comprende un armazón que soporta de forma giratoria el elemento absorbedor desde el eje de giro frontal a una altura dada del eje de giro por encima de la superficie media del cuerpo de agua. La porción sumergida del elemento absorbedor proporciona flotabilidad al elemento absorbedor. La flotabilidad proporciona una fuerza de elevación en una dirección hacia arriba, la cual, en la fase de elevación de una ola, eleva el elemento absorbedor para oscilar alrededor del eje de giro frontal en una dirección hacia arriba. Más aún, la porción sumergida del lado anterior proporciona una superficie de presión del elemento absorbedor que se extiende desde el eje de giro hacia abajo en el agua, donde ésta interactúa con la ola incidente para absorber la energía cinética de la ola. La ola que se eleva, acelera de este modo al elemento absorbedor en una dirección hacia arriba hasta una posición de giro superior, absorbiendo de este modo tanto la energía potencial como la energía cinética procedente de la ola. A medida que la ola desciende de nuevo, el elemento absorbedor se recupera desde la posición de giro superior hacia una posición de giro inferior, principalmente bajo la influencia de la gravedad, ayudado por fuerzas adicionales que actúan hacia abajo, tales como la adhesión de las superficies exterior del elemento absorbedor al cuerpo de agua que se retrae. Impulsado por una ola subsiguiente, el elemento absorbedor se eleva de nuevo desde la posición de giro inferior hacia la posición de giro superior. Por lo tanto, el campo de olas incidentes transfiere una porción sustancial de su energía al absorbedor al impulsar el movimiento alternativo del elemento absorbedor con respecto al armazón de la unidad de absorción. Esta energía puede ser aprovechada por medio de un medio de captación de energía que acciona un medio de generador eléctrico para convertir el movimiento del absorbedor en energía eléctrica útil. Los medios de captación de energía pueden ser, por ejemplo, un sistema hidráulico que comprende bombas montadas entre el elemento absorbedor y el armazón de la unidad de absorción, en el cual las bombas se utilizan para generar una presión para impulsar una turbina hidráulica. De forma alternativa, el sistema de captación de energía puede ser un sistema de conversión de energía directa, en la cual el movimiento mecánico del elemento absorbedor se convierte mecánicamente y se conecta para impulsar directamente el eje de entrada de un generador eléctrico. De forma alternativa, o además, para convertir el movimiento del elemento absorbedor en energía útil, tal como energía eléctrica, el absorbedor puede 40 también ser utilizado en un sistema de rompeolas. Al absorber una porción sustancial de la energía de las olas entrantes sobre una amplio rango de variación, el elemento absorbedor actúa como un rompeolas eficiente para calmar / proteger las aguas ubicadas a popa del absorbedor.

La unidad de absorción es abierta en su extremo de proa para recibir las olas entrantes en la cámara de absorción, y el extremo de popa es por lo menos parcialmente abierto para permitir una comunicación fluida entre la cámara de absorción y el cuerpo de agua en popa de la unidad de absorción. El movimiento alternativo del elemento absorbedor es impulsado por la creación de presión y la desaparición de presión repetitivos en el interior de la cámara de absorción. La unidad de absorción comprende en una región de fondo de la cámara de absorción una placa de fondo. Una porción anterior de la placa de fondo está dispuesta por debajo del elemento absorbedor, en la cual la porción anterior de la placa de fondo tiene una distancia mínima y una distancia máxima desde un nivel del eje de giro frontal. La placa de fondo está dispuesta cerca de la posición de giro inferior que limita el volumen de carrera 50 máximo para el movimiento del elemento absorbedor en una dirección hacia abajo. Por lo tanto, se mejora el confinamiento vertical de las olas incidentes, y se logra una creación de presión intensificada, la cual impulsa el movimiento del elemento absorbedor con respecto al armazón de la unidad de absorción. Como consecuencia, se logra una eficiencia de absorción mejorada. La distancia mínima excederá, por lo menos en el extremo posterior del elemento absorbedor, la suma de la altura  $F_a$  del eje de giro y el calado en reposo  $F_d$  con el fin de permitir un mínimo de movimiento hacia abajo del elemento absorbedor. Preferiblemente, la distancia máxima no excederá la longitud  $F_l$

del elemento absorbedor. La distancia máxima contempla que se dispone de un volumen de carrera ventajoso del elemento absorbedor en la parte posterior de la posición longitudinal del eje de giro frontal.

Preferiblemente, la placa de fondo es esencialmente horizontal en la dirección axial.

En una dirección longitudinal, la placa de fondo está situada entre el extremo de proa y el extremo de popa de la unidad de absorción. Una porción posterior de la placa de fondo puede extenderse en una dirección hacia atrás más allá del extremo posterior del elemento absorbedor, en la cual, la porción posterior define un extremo posterior de la cámara de absorción.

Un extremo anterior de la placa de fondo está colocado aguas arriba, un extremo posterior de la placa de fondo está ubicado aguas abajo con respecto a la dirección general de propagación de las olas a través de la unidad de absorción. El borde anterior está de forma típica en el extremo anterior de la cámara de absorción, definido por las paredes laterales. En una realización, el borde anterior de la placa de fondo está en una dirección longitudinal ubicada aproximadamente en la posición longitudinal proyectada verticalmente del eje de giro frontal. Preferiblemente, el borde anterior de la placa de fondo está en una dirección longitudinal ubicada en la posición longitudinal proyectada verticalmente del eje de giro frontal dentro del 10%, de forma alternativa dentro del 20%, de forma alternativa dentro del 30% de la longitud del elemento absorbedor.

Preferiblemente, el elemento absorbedor tiene una forma esencialmente de cuña, con un lado anterior que se extiende desde el extremo anterior hasta el borde posterior inferior, un lado posterior que se extiende desde el borde posterior inferior hasta el borde posterior superior, y un lado superior que se extiende desde el borde posterior superior hasta el extremo anterior. El lado anterior forma la superficie de presión que interactúa con las olas que entran. Ventajosamente, el lado anterior está conformado con forma cóncava, según se mira en la dirección desde el extremo anterior hacia el extremo posterior. Preferiblemente, el lado anterior está abultado hacia dentro con respecto a la línea recta que se extiende a lo largo de la primera dirección desde el extremo anterior hasta el borde posterior inferior. La superficie del lado posterior se orienta hacia fuera de las olas que entran, formando de este modo el lado de la estela del elemento absorbedor. La forma de la superficie del lado posterior afecta de este modo a la generación de la ola en la estela de la unidad de absorción. Ventajosamente, el extremo posterior del elemento absorbedor, según se ve en un plano en sección transversal perpendicular al eje de giro frontal está conformado para seguir un arco de círculo alrededor del eje de giro frontal extendiéndose desde el borde posterior inferior hasta el borde posterior superior, en el cual el radio del arco de círculo es igual a la longitud del elemento absorbedor. De este modo, se evita la generación no deseada de olas que generan pérdidas en la estela de la unidad de absorción. Aún más ventajosamente, el ángulo de punta del elemento absorbedor está entre 10 – 70 grados, alternativamente entre 20 – 60 grados, y preferiblemente entre 25 – 50 grados. Un valor ventajoso para el ángulo de punta, y por lo tanto para una proporción longitud a altura asociada, se determina preferiblemente según las condiciones de las olas bajo las cuales funciona predominantemente el elemento absorbedor. Olas poco profundas de período largo, por ejemplo, en aguas poco profundas, pueden requerir un ángulo de punta pequeño, mientras que las olas de gran amplitud que entran con una alta frecuencia, pueden requerir un absorbedor de olas relativamente corto con un ángulo de punta grande. Ventajosamente, según una realización, el elemento absorbedor tiene un ángulo de punta alfa de aproximadamente 30 grados, y un proporción de longitud a altura de aproximadamente 2.

Además, según una realización, la unidad de absorción está configurada para un valor dado del calado en reposo  $F_d$  del elemento absorbedor, y la estructura de armazón soporta la porción anterior de la placa de fondo a un nivel por debajo de nivel medio de superficie  $S$ , en la cual la profundidad está en el rango entre 1,1 – 1,7 veces el valor dado del calado en reposo  $F_d$ , de forma alternativa entre 1,2 – 1,5 veces el valor dado del calado en reposo  $F_d$ , o aproximadamente 1,3 veces el valor dado del calado en reposo  $F_d$ . Los rangos dados para la profundidad por debajo del agua calma en los cuales se sitúa la porción anterior de la placa de fondo, contemplan valores ventajosos para el rango de volumen de carrera del elemento absorbedor que debería ser cubierto en lo que respecta a la eficiencia de absorción.

Además, según una realización, la porción anterior de la placa de fondo es esencialmente plana. Preferiblemente, la placa de fondo está dispuesta esencialmente horizontal en la dirección axial, de forma tal que el borde anterior de la placa de fondo es esencialmente paralela al eje de giro frontal. La porción anterior de la placa de fondo puede estar inclinada en la dirección longitudinal dentro de los límites mencionados anteriormente para la distancia de la placa de fondo desde el nivel del eje de giro frontal y / o desde el nivel medio de superficie del cuerpo de agua.

Además, según una realización, la porción anterior de la placa de fondo está dispuesta esencialmente de forma horizontal. Según esta realización, la placa de fondo está dispuesta esencialmente horizontal en la dirección axial. Además, la porción anterior de la placa de fondo es esencialmente horizontal también en la dirección longitudinal hasta dentro de varios grados. Una porción anterior plana esencialmente horizontal de la placa de fondo mejora la estabilidad de la estructura de armazón con respecto al cuerpo de agua bajo la influencia de los campos de olas variables.

Además, según una realización preferida, la placa de fondo comprende además una porción posterior que se proyecta desde un extremo posterior de la porción anterior en una dirección hacia arriba, en la cual la distancia radial

mínima entre el eje de giro frontal y la porción posterior de la placa de fondo es mayor que la longitud del elemento absorbedor. La porción posterior de la placa de fondo está dispuesta en popa del elemento absorbedor, y cerca del volumen de carrera definido por el movimiento alternativo del elemento absorbedor. La porción posterior que se proyecta hacia arriba de la placa de fondo, cierra una porción inferior de la cámara de absorción en una dirección hacia atrás y, de este modo, mejora la generación de presión en la cámara de absorción durante la carrera hacia arriba.

Además, según una realización preferida, la porción posterior de la placa de fondo se extiende desde un nivel de un borde inferior en el extremo posterior de la porción anterior hasta un nivel de un borde superior por encima del nivel del borde inferior y por debajo del nivel medio de superficie S, de forma tal que la cámara de absorción por encima de dicho borde superior está en comunicación fluida con la porción del cuerpo de agua en popa de la unidad de absorción. El extremo posterior de la cámara de absorción está sólo parcialmente cerrada con el fin de permitir la comunicación fluida a través de un plano posterior definido por la porción posterior de la placa de fondo. De este modo, el descenso de presión durante la carrera de "retroceso" hacia abajo se mejora de forma tal que la energía almacenada en el elemento absorbedor puede ser extraída mediante un sistema de captación de energía en vez de ser consumida como trabajo a ser realizado sobre el cuerpo de agua para eliminar el agua de la cámara de absorción

Además, según una realización, la altura de la porción posterior de la placa de fondo, medida en una dirección vertical, es de por lo menos el 10%, preferiblemente de por lo menos el 20% y más preferiblemente de por lo menos el 30% de la distancia del nivel del borde inferior desde el nivel medio de superficie S, y como máximo del 80%, preferiblemente como máximo del 60%, y más preferiblemente como máximo del 40% de la distancia del nivel del borde inferior desde el nivel medio de superficie S. La limitación a una altura mínima contempla el objetivo de incrementar la generación de presión durante la carrera hacia arriba del elemento absorbedor. Esto está equilibrado frente al objetivo de facilitar la disminución de presión durante la carrera hacia abajo del elemento absorbedor como contempla la limitación a una altura máxima.

Además, según una realización, la distancia radial mínima entre el eje de giro frontal y la porción posterior de la placa de fondo excede la longitud del elemento absorbedor en por lo menos un 0,5%, preferiblemente en por lo menos un 1%, más preferiblemente en aproximadamente un 2% y en como máximo un 20%, preferiblemente en como máximo un 15%, y más preferiblemente en como máximo un 10%. Estos valores especifican los límites superior e inferior para la distancia mínima entre la porción posterior que se extiende hacia arriba de la placa de fondo y un extremo posterior del volumen de carrera cubierto por el movimiento alternativo del elemento absorbedor. El límite superior para la distancia mínima contempla el objetivo de incrementar la generación de presión durante la carrera hacia arriba del elemento absorbedor. Esto está equilibrado frente al objetivo de facilitar la disminución de presión durante la carrera hacia abajo del elemento absorbedor como se contempla mediante el límite inferior para la distancia mínima. Preferiblemente, la optimización de la distancia radial mínima de la porción posterior se lleva a cabo en combinación con la optimización de la altura de la porción posterior.

Además, según una realización, la porción posterior de la placa de fondo es una placa plana que se proyecta desde el extremo posterior de la porción anterior en una dirección hacia atrás como para formar, sobre el lado de popa, un ángulo de inclinación agudo con respecto a un nivel horizontal. La porción posterior que se proyecta hacia arriba de la placa de fondo está inclinada en una dirección hacia atrás. Preferiblemente, el plano definido por la porción posterior de la placa de fondo es tangente a un arco circular dentro del rango angular definido por el movimiento alternativo del elemento absorbedor.

Ventajosamente, el ángulo de inclinación medido sobre el lado de atrás de la porción posterior de la placa de fondo y con respecto a la horizontal es de entre 50 y 80 grados, preferiblemente de entre 60 y 70 grados, cuando se utiliza un absorbedor con un ángulo de punta de aproximadamente 30 grados.

Además, según una realización, la posición de la porción posterior de la placa de fondo y / o el área cubierta por la porción posterior de la placa de fondo son regulables. Regulando el flujo a través del extremo posterior de la cámara de absorción se permite la regulación de la unidad de absorción para hacer frente a la producción en un rango amplio de estados del mar. Por ejemplo, al reducir el área bloqueada en el extremo posterior de la cámara de absorción o al aumentar la distancia entre el elemento absorbedor y la porción posterior de la placa de fondo, puede reducirse la generación de presión, permitiendo de este modo una producción con olas más grandes. Más aún, una porción posterior regulable de la placa de fondo puede contribuir a la protección contra tormentas de la unidad de absorción.

Además, según una realización, la porción posterior de la placa de fondo es regulable mediante medios de liberación que se activan automáticamente cuando se excede un umbral de un valor que representa la energía contenida en una ola entrante. Una cantidad monitorizada con el fin de determinar si se excede un umbral puede ser una presión ejercida sobre la porción posterior, una presión medida en la cámara de absorción, datos de olas medidos o previstos (por ejemplo, altura significativa de la ola), o similares. El accionamiento de unos medios de liberación puede abrir el extremo posterior de la cámara de absorción con el fin de reducir la generación de presión hasta un mínimo. El accionamiento también puede ser activado por otro evento de seguridad relacionado, tal como el enganche del elemento absorbedor en una posición de protección contra tormentas cuando se excede un límite superior para la posición de giro superior. De este modo, se proporciona un dispositivo de seguridad para la protección física de la

unidad de absorción contra cargas excesivas, por ejemplo, durante una tormenta. Un dispositivo de seguridad aumenta la fiabilidad y la supervivencia de la unidad de absorción bajo condiciones rigurosas de las olas.

Además, según una realización, cual la estructura de armazón comprende paredes laterales que definen la cámara de absorción en una dirección axial paralela al eje de giro frontal. Preferiblemente, la placa de fondo que se extiende esencialmente en la dirección axial desde una pared lateral a la otra pared lateral. Las paredes laterales de la cámara de absorción pueden confinar en una dirección axial la propagación de las olas hacia la cámara de absorción, y contribuir a dirigir las olas que entran hacia el elemento absorbedor. Las paredes laterales de la cámara de absorción pueden estar situadas estrechamente adyacentes a las paredes laterales del elemento absorbedor con el fin de incrementar el confinamiento de las olas que entran en la dirección axial, incrementar la generación de presión dentro de la cámara de absorción, y mejorar la interacción de las olas incidentes con el elemento absorbedor para amentar la eficiencia de absorción.

Ventajosamente, según una realización, la unidad de absorción comprende un tope de límite para limitar el movimiento del elemento absorbedor a una posición límite superior y / o inferior, estando proporcionado preferiblemente el tope de límite con medios de absorción de golpes. Ventajosamente, la amplitud angular máxima del movimiento del elemento absorbedor con respecto a la posición de reposo es  $\pm 30 / \pm 20 / \pm 15$  grados dependiendo de las condiciones de las olas, bajo las cuales debe operar la unidad de absorción. Se proporciona un tope de límite para mitigar cualquier daño al elemento absorbedor y / o a la estructura de la unidad de absorción cuando se exceden tales ángulos de operación.

Ventajosamente, según una realización, la estructura de armazón está unida a, o es parte de una plataforma flotante. Una plataforma flotante es particularmente útil para la operación en alta mar. De forma típica, la unidad de absorción es parte de una plataforma flotante en alta mar, la cual está amarrada utilizando un sistema de amarre giratorio que permite que la plataforma "sigua a las olas", es decir, que siga la dirección prevalente de las olas incidentes de forma tal que el extremo anterior del elemento absorbedor se oriente hacia las olas que entran. Más aún, la plataforma flotante está configurada y dimensionada de forma típica para permanecer en el cuerpo de agua cuando se asume una situación dada de las olas. Con este fin, pueden proporcionarse medios de estabilización activos y pasivos sobre la plataforma. Ventajosamente, pueden estar combinadas en la misma plataforma una pluralidad de unidades de absorción, comprendiendo cada una un elemento absorbedor de giro frontal.

Ventajosamente, según una realización, la estructura de armazón está soportada por una cimentación fijada al fondo del mar. Las cimentaciones fijas pueden ser útiles para el despliegue cerca de la costa a bajas profundidades del mar. Más aún, puede concebirse una combinación de módulos flotantes anclados entre cimentaciones fijas.

Además, según una reivindicación, la unidad de absorción está configurada como un módulo desmontable, en la cual la estructura de armazón está provista de medios de unión separables para unir la estructura de armazón a unos medios de recepción cooperantes sobre una estructura de atraque. Esta realización permite un rápido intercambio de módulos, facilitando de este modo un rápido servicio / mantenimiento y reduciendo los tiempos fuera de servicio de una instalación / plataforma dada.

Ventajosamente, según una realización, el módulo desmontable comprende medios de captación de energía y conversión de energía de forma tal que el módulo es autónomo y / o tiene una interfaz fácilmente desmontable que comprende sujetaciones mecánicas y un conector de energía eléctrica.

Según un aspecto adicional de la invención, una planta de energía de las olas comprende una o más unidades de absorción según cualquiera de las reivindicaciones precedentes. Cuando se utiliza una unidad de absorción del tipo mencionado anteriormente en una planta de energía de las olas, el movimiento alternativo del elemento absorbedor con respecto al armazón de la unidad de absorción es aprovechado mediante un sistema de captación de energía que comprende medios de conversión para convertir la energía aprovechada en una forma deseada de energía útil, tal como un generador eléctrico. En una planta de energía de las olas, de forma típica, están dispuestos una pluralidad de absorbidores en paralelo cercanos unos a otros.

Según un aspecto adicional de la invención, un rompeolas comprende una o más unidades de absorción según cualquiera de las reivindicaciones precedentes. Ventajosamente, un elemento absorbedor / unidad de absorción según cualquiera de las realizaciones mencionadas anteriormente puede usarse como un rompeolas abierto. El elemento absorbedor / unidad de absorción según la invención puede tener una eficiencia de absorción sorprendentemente alta, de hasta un 70% o incluso más. La energía contenida en las olas que salen en popa del elemento absorbedor / unidad de absorción puede reducirse efectivamente de este modo en comparación con las olas que entran. Al mismo tiempo, un sistema rompeolas como tal es abierto para permitir una comunicación fluida y el intercambio de vida marina, a la vez que sobre el lado protegido de las olas proporciona protección costera, protección de estructuras / instalaciones marinas, tales como parques eólico o granjas de peces, protección de áreas de desove, o similares. Por esta razón, el impacto ambiental del rompeolas se minimiza a la vez que se proporciona una protección eficiente contra las olas. Aún más ventajosamente, una pluralidad de elementos absorbidores / unidades de absorción pueden estar dispuestos en paralelo y cercanos unos a otros, a lo largo de una línea de protección. Además, una pluralidad de elementos absorbidores / unidades de absorción pueden estar dispuestos en

serie con el fin de incrementar la absorción de olas total y mejorar la protección. En una disposición en serie, los elementos absorbentes aguas abajo deberían estar dimensionados más pequeños que los elementos absorbentes aguas arriba, con el fin de responder al tamaño reducido de las olas en popa de los elementos absorbentes / unidades de absorción aguas arriba. Aún más ventajosamente, los elementos absorbentes / unidades de absorción del rompeolas abierto se utilizan para accionar medios de captación de energía para producir energía útil a partir del movimiento de los elementos absorbentes con respecto a la estructura de armazón que los soporta.

A continuación, se expone de forma adicional la invención con referencia a realizaciones de ejemplo, en las cuales los dibujos muestran:

Figura 1a, una vista esquemática en corte transversal de una unidad de absorción,

Figura 1b, una vista esquemática en corte transversal que ilustra la geometría de la unidad de absorción de la Figura 1a,

Figuras 2A, 2B, 2C, ejemplos de diferentes perfiles de placa inferior,

Figura 3, un gráfico que compara la eficiencia de los diferentes perfiles de placa inferior de la Figura 2A – 2C, y

Figura 4, una disposición rompeolas para la protección de un parque eólico.

La Figura 1 muestra una realización de una unidad de absorción 100 para la absorción de energía de las olas de un cuerpo de agua 99, en el cual la Figura 1 muestra una vista en corte transversal de una unidad de absorción y la Figura 1b ilustra parámetros de la geometría de la unidad de absorción de la Figura 1a.

La unidad de absorción tiene un extremo de proa 101 y un extremo de popa 102, en la cual, durante el funcionamiento, el extremo de proa 101 se orienta hacia las olas que entran 103, y el extremo de popa 102 se orienta hacia fuera de las olas que entran 103 hacia un campo de olas 104 en la estela de la unidad de absorción 100. Un lado orientado hacia el campo de olas que inciden 103 puede ser denominado el lado contra las olas, y un lado orientado hacia el campo de olas de salida puede ser denominado el lado protegido de las olas de la unidad de absorción 100.

La unidad de absorción 100 comprende un elemento absorbente 110 de tipo giratorio frontal con un extremo anterior 111 y un extremo posterior 112. El extremo anterior 111 comprende un eje de giro frontal 113 alrededor del cual el elemento absorbente 110 durante el funcionamiento realiza un movimiento alternativo entre una posición de giro inferior y una posición de giro superior. El extremo posterior 112 tiene un borde posterior inferior 114 y un borde posterior superior 115. El borde posterior inferior 114 está ubicado en una primera dirección radial 116 a una primera distancia FI desde el eje de giro 113, y el borde posterior superior 115 está ubicado en una segunda dirección radial 117 a una segunda distancia del eje de giro 113, en el cual las direcciones radiales primera y segunda definen un ángulo de punta agudo  $\alpha$  del elemento absorbente 100. La primera distancia FI determina la longitud del elemento absorbente. Durante el funcionamiento, el extremo anterior 111 se orienta hacia las olas que entran 103, y el extremo posterior 112 se orienta hacia fuera de las olas que entran 103 hacia las olas que se alejan 104 en la estela de la unidad de absorción 100. El elemento absorbente 110 tiene un lado posterior 118 que se extiende en el extremo posterior 112 desde el borde posterior inferior 114 hacia el borde posterior superior 115, un lado superior 119 que se extiende desde el extremo anterior 111 hasta el borde posterior superior 115 y un lado anterior 120 orientado hacia las olas que entran a un ángulo  $\beta$  con respecto al nivel medio de la superficie. En la posición en reposo, el lado anterior está inclinado a un ángulo  $\beta_0$  de posición de reposo. En la realización mostrada en la Figura 1a, el ángulo de punta es de aproximadamente 30 grados, el lado anterior 120 está conformado preferiblemente con forma cóncava (no visible), abultado hacia dentro con respecto a la línea recta desde el eje de giro frontal 113 hasta el borde posterior inferior 114, y el lado posterior 118 del elemento absorbente 110 está conformado para seguir un arco de círculo alrededor del eje de giro 113, es decir, con un radio correspondiente a la longitud FI del elemento absorbente, con el fin de evitar la generación de olas debidas al desplazamiento radial alternativo de la superficie lateral posterior a medida que el elemento absorbente 110 se mueve hacia arriba y hacia abajo en el cuerpo de agua 99.

La unidad de absorción 100 comprende además una estructura de armazón 121 que define una cámara de absorción 122. La estructura de armazón 121 está configurada para estar esencialmente en reposo con respecto al cuerpo de agua 99, de forma tal que puede aprovecharse el movimiento del elemento absorbente 110 con respecto a la estructura de armazón 121 en reposo para producir energía útil. La estructura de armazón 121 soporta de forma giratoria el elemento absorbente 110 en el interior de la cámara de absorción 122 desde el eje de giro frontal 113 esencialmente horizontal a una altura de eje Fa por encima de un nivel medio de superficie S del cuerpo de agua 99. En una posición en reposo bajo condiciones de agua calma, el elemento absorbente 110 está parcialmente sumergido, y se determina un calado en reposo Fd del elemento absorbente 110 por la profundidad de inmersión del borde posterior inferior 114 por debajo del nivel medio de superficie S. La estructura de armazón 121 comprende paredes laterales que definen la cámara de absorción 122 en una dirección axial paralela al eje de giro 113 frontal, y una placa de fondo 130 que define esencialmente la cámara de absorción 122 en la dirección de arriba hacia abajo. En la dirección axial, la placa de fondo 130 se extiende esencialmente desde una pared lateral a la otra pared lateral.

Una porción anterior 131 de la placa de fondo 130 proporciona estabilidad a la estructura de armazón 121 amortiguando cualquier movimiento, oscilación, o giro debido a la masa añadida de las porciones del cuerpo de agua por encima y por debajo de la placa 130 de estabilización que debe ser desplazada cuando se realiza cualquiera de tales movimientos. Una porción horizontal 133 que se extiende hacia atrás de la placa de fondo 130 contribuye además al efecto de estabilización. La porción anterior 131 de la placa de fondo 130 es esencialmente horizontal en varios grados a un nivel  $F_b$  por debajo de nivel medio de superficie  $S$  del cuerpo de agua 99. Colocar la porción anterior 131 a un nivel cercano al nivel del borde posterior inferior 114 del elemento absorbedor 110 en la posición de giro más baja posible del elemento absorbedor 110 tiene la ventaja de aumentar la eficiencia de absorción sobre un amplio rango de condiciones de las olas. En la realización mostrada en la Figura 1, la profundidad del nivel  $F_b$  de la porción anterior 131 de la placa de fondo 130 por debajo del nivel medio de superficie  $S$  es de aproximadamente 1,3 veces el calado en reposo  $F_d$  del elemento absorbedor 110. Una porción posterior 132 de la placa de fondo 130 se proyecta en una dirección hacia arriba hasta un nivel  $F_c$  correspondiente a, o aproximadamente a, el nivel de calado en reposo  $F_d$  del elemento absorbedor 110. La porción posterior 132 de la placa de fondo 130 se extiende desde un nivel de un borde inferior 134 en el extremo posterior de la porción anterior 131 de la placa de fondo 130 hasta un nivel de un borde superior 135 por encima del nivel del borde inferior y por debajo del nivel medio de superficie  $S$  de forma tal que la cámara de absorción 122 por encima de dicho borde superior 135 está en comunicación fluida con la popa del cuerpo de agua 104 de la unidad de absorción 100. La porción posterior 132 que se proyecta hacia arriba de la placa de fondo 130 incrementa además la creación de presión durante la fase de ascenso de una ola a la vez que hace posible una disminución de presión eficiente durante la fase de descenso de la ola, aumentando de este modo la eficiencia de la absorción. En la realización mostrada en la Figura 1, la porción posterior 132 es una placa plana dispuesta con una inclinación hacia atrás de 65 grados con respecto a la horizontal, y el nivel  $F_c$  del borde superior 135 de la porción posterior 132 de la placa de fondo 130 es de aproximadamente un 40% a un 50% del calado en reposo  $F_d$  por encima del nivel  $F_b$  de la porción anterior 131. La porción posterior 132 impide de este modo el escape de flujo en la porción inferior de la cámara de absorción 122 en una dirección hacia atrás, mediante el bloqueo del aproximadamente 30% a 40% del área de la sección transversal posterior.

La Figura 2 muestra tres configuraciones de la porción del fondo de una cámara de absorción 222 definida dentro de una estructura de armazón 221 de una unidad de absorción 200. Las configuraciones de la Figura 2A y de la Figura 2B muestran dos diferentes perfiles de placa de fondo 230, 240. El perfil de placa de fondo 230 preferido, tipo A, tiene una porción anterior horizontal 231 y una porción posterior 232 que se proyecta hacia arriba análoga a la configuración de la Figura 1 expuesta anteriormente. El perfil de la placa de fondo 240, tipo B, es equivalente al perfil tipo A con la excepción de la porción posterior 232 que se proyecta hacia arriba. La configuración de la Figura 2C no tiene una placa de fondo y se considera como referencia. La realización de pruebas sobre las tres configuraciones bajo condiciones, aparte de eso, idénticas demuestran el aumento de la eficiencia de absorción lograda mediante el añadido de una placa de fondo. Se comparan unos con otros los resultados representativos de tales pruebas sobre las diferentes configuraciones de las Figuras 2A – 2C en la Figura 3, en la cual los resultados están normalizados con respecto a la eficiencia de referencia lograda por la configuración C, es decir, en ausencia de toda placa de fondo. El añadido de una placa de fondo 240 (tipo B) mejora la eficiencia de absorción en aproximadamente un 20%, mientras que el añadido adicional de una porción posterior 232 que se proyecta hacia arriba a una porción anterior 231 horizontal de la placa de fondo 230 (tipo A) mejora la eficiencia de absorción en más de un 100% comparado con la configuración sin placa de fondo (tipo C).

La Figura 4 muestra una disposición rompeolas 400 abierta para la protección de un parque eólico 401 ubicado en el mar fuera de una línea de costa 402 contra las olas que inciden 403, 405, que pueden llegar desde diferentes direcciones predominantes 404, 406, en la cual una línea dada de la disposición rompeolas puede estar configurada para hacer frente a olas que llegan desde un amplio rango de ángulos incidentes. La disposición rompeolas comprende una pluralidad de unidades de absorción 407 dispuestas una cercana a la otra sobre una línea de protección. Las unidades de absorción 407 de la disposición rompeolas 400 pueden estar unidas a, o ser parte de, una plataforma flotante amarrada al fondo del mar. De forma alternativa, o en combinación con esto, las unidades de absorción 407 de la disposición rompeolas 400 pueden estar soportadas por una cimentación fija al fondo del mar.

Preferiblemente, la disposición rompeolas 400 es abierta para permitir una comunicación fluida a través de la línea de protección, para permitir el intercambio de vida marina entre el lado contra las olas y el lado protegido de las olas de la disposición rompeolas 400, mientras que sobre el lado protegido de las olas proporciona protección costera y protege el parque eólico. Por esta razón, el impacto ambiental de la disposición rompeolas 400 se minimiza a la vez que se proporciona una protección eficiente contra las olas. Además, las unidades de absorción del rompeolas abierto pueden ser utilizadas para accionar medios de captación de energía para producir energía útil, que se agregan de este modo a la producción de energía del campo eólico, mientras que, al mismo tiempo, se aumenta el tiempo de actividad y se facilita el servicio / reparación del campo eólico al romperse las olas. En una realización, puede definirse una línea de protección entre cimentaciones adyacentes de los molinos eólicos, de forma típica, en la periferia del parque eólico.

## REIVINDICACIONES

1. Unidad de absorción (100) para la absorción de energía de las olas procedente de un cuerpo de agua (99), teniendo la unidad de absorción (100) un extremo de proa (101) y un extremo de popa (102), en la cual, durante el funcionamiento, el extremo de proa (101) se orienta hacia las olas que entran (103), y el extremo de popa (102) se orienta hacia fuera de las olas que entran (103), comprendiendo la unidad de absorción (100):

- un elemento absorbedor (110) de tipo giratorio frontal con un extremo anterior (111) que comprende un eje de giro frontal (113) alrededor del cual el elemento absorbedor (110) durante el funcionamiento realiza un movimiento alternativo entre una posición de giro inferior y una posición de giro superior, y con un extremo posterior (112) que se extiende desde un borde posterior inferior (114) hasta un borde posterior superior (115), en el cual, durante el funcionamiento, el extremo anterior (111) se orienta hacia las olas que entran (103), y el extremo posterior (112) se orienta hacia fuera de las olas que entran (103), en el cual el borde posterior inferior (114) está ubicado en una primera dirección radial (116) a una primera distancia desde el eje de giro (113), y el borde posterior superior (115) está ubicado en una segunda dirección radial (117) a una segunda distancia del eje de giro (113), en el cual las direcciones radiales primera y segunda (116, 117) definen un ángulo de punta agudo ( $\alpha$ ) del elemento absorbedor (110), en el cual la primera distancia determina la longitud del elemento absorbedor Fl, y en el cual el elemento absorbedor (110) tiene un lado posterior (118), un lado superior (119) y un lado anterior (120),

comprendiendo además la unidad de absorción (100)

- una estructura de armazón (121) que define una cámara de absorción (122) y que está configurada para estar esencialmente en reposo con respecto al cuerpo de agua (99), soportando la estructura de armazón (121) de forma giratoria el elemento absorbedor (110) en el interior de la cámara de absorción (122) desde el eje de giro frontal (113) esencialmente horizontal a una altura de eje Fa por encima de un nivel medio de superficie S del cuerpo de agua (99), en la cual, el elemento absorbedor (110), en una posición en reposo bajo condiciones de agua calma, está parcialmente sumergido, siendo determinado un calado en reposo Fd del elemento absorbedor (110) por la profundidad de inmersión del borde posterior inferior (114) por debajo del nivel medio de superficie S, en la cual la estructura de armazón (121) comprende una placa de fondo (130), en la cual una porción anterior de la placa de fondo (130) tiene una distancia mínima y una distancia máxima desde un nivel del eje de giro (113) frontal, correspondiendo la distancia mínima a la suma de la altura del eje de giro Fa y el calado en reposo Fd del elemento absorbedor (110), y no excediendo la distancia máxima la longitud del elemento absorbedor Fl.

2. Unidad de absorción según la Reivindicación 1, en la cual la unidad de absorción (100) está configurada para un valor dado del calado en reposo Fd del elemento absorbedor (110), y la estructura de armazón (121) soporta la porción anterior (131) de la placa de fondo (130) a un nivel Fb a una profundidad por debajo de nivel medio de superficie S, en la cual la profundidad está en el rango entre 1,1 – 1,7 veces el valor dado del calado en reposo Fd, de forma alternativa entre 1,2 – 1,5 veces el valor dado del calado en reposo Fd, o aproximadamente 1,3 veces el valor dado del calado en reposo Fd.

3. Unidad de absorción según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la porción anterior (131) de la placa de fondo (130) es esencialmente plana.

4. Unidad de absorción según la reivindicación 3, en la cual la porción anterior (131) de la placa de fondo (130) está dispuesta de forma esencialmente horizontal.

5. Unidad de absorción según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la placa de fondo (130) comprende además una porción posterior (132) que se proyecta desde un extremo posterior de la porción anterior (131) en una dirección hacia arriba, en la cual la distancia radial mínima entre el eje de giro frontal (113) y la porción posterior (132) de la placa de fondo (130) es mayor que la longitud del elemento absorbedor Fl.

6. Unidad de absorción según la reivindicación 5, en la cual la porción posterior (132) de la placa de fondo (130) se extiende desde un nivel Fb de un borde inferior (134) en el extremo posterior de la porción anterior (131) de la placa de fondo (130) hasta un nivel Fc de un borde superior (135) por encima del nivel Fb del borde inferior y por debajo del nivel medio de superficie S, de forma tal que la cámara de absorción (122) por encima de dicho borde superior (135) está en comunicación fluida con la popa del cuerpo de agua (104) de la unidad de absorción (110).

7. Unidad de absorción según la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en la cual una altura de la porción posterior (132) de la placa de fondo (130), medida en una dirección vertical, es de por lo menos el 10%, preferiblemente de por lo menos el 20% y más preferiblemente de por lo menos el 30% de la distancia del nivel Fb del borde inferior desde el nivel medio de superficie S, y como máximo del 80%, preferiblemente como máximo del 60%, y más preferiblemente como máximo del 40% de la distancia del nivel Fb del borde inferior desde el nivel medio de superficie S.

8. Unidad de absorción según cualquiera de las reivindicación 5 – 7, en la cual distancia radial mínima entre el eje de giro frontal (113) y la porción posterior (132) de la placa de fondo (130) excede la longitud Fl del elemento absorbedor en por lo menos un 0,5%, preferiblemente en por lo menos un 1%, más preferiblemente en

aproximadamente un 2% y en como máximo un 20%, más preferiblemente en como máximo un 15%, y más preferiblemente en como máximo un 10%.

- 5        9.        Unidad de absorción según cualquiera de las reivindicación 5 – 8, en la cual la porción posterior (132) de la placa de fondo (130) es una placa plana que se proyecta desde el extremo posterior de la porción anterior (131) en una dirección hacia atrás como para formar, sobre el lado de popa, un ángulo de inclinación agudo con respecto a un nivel horizontal.
- 10      10.      Unidad de absorción según cualquiera de las reivindicación 5 – 9, en la cual la posición de la porción posterior (132) de la placa de fondo (130) y / o el área cubierta por la porción posterior (132) de la placa de fondo (130) son regulables.
- 10      11.      Unidad de absorción según la reivindicación 9, en la cual la porción posterior (132) de la placa de fondo (130) es regulable mediante medios de liberación que se activan automáticamente cuando se excede un valor umbral que representa la energía contenida en una ola entrante.
- 15      12.      Unidad de absorción según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la estructura de armazón (121) comprende paredes laterales que definen la cámara de absorción (122) en una dirección axial paralela al eje de giro (113) frontal.
- 15      13.      Unidad de absorción según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la cual la unidad de absorción está configurada como un módulo desmontable, en la cual la estructura de armazón está provista de medios de unión separables para unir la estructura de armazón a unos medios de recepción cooperantes sobre una estructura de atraque.
- 20      14.      Planta de energía de las olas que comprende una o más unidades de absorción según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 20      15.      Rompeolas que comprende una o más unidades de absorción según cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

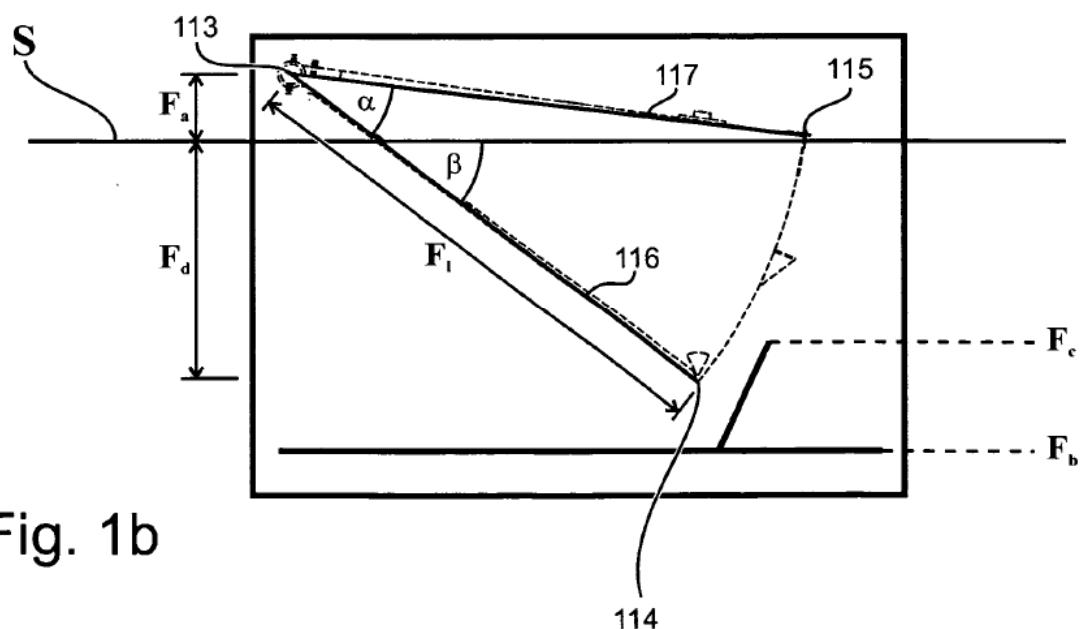
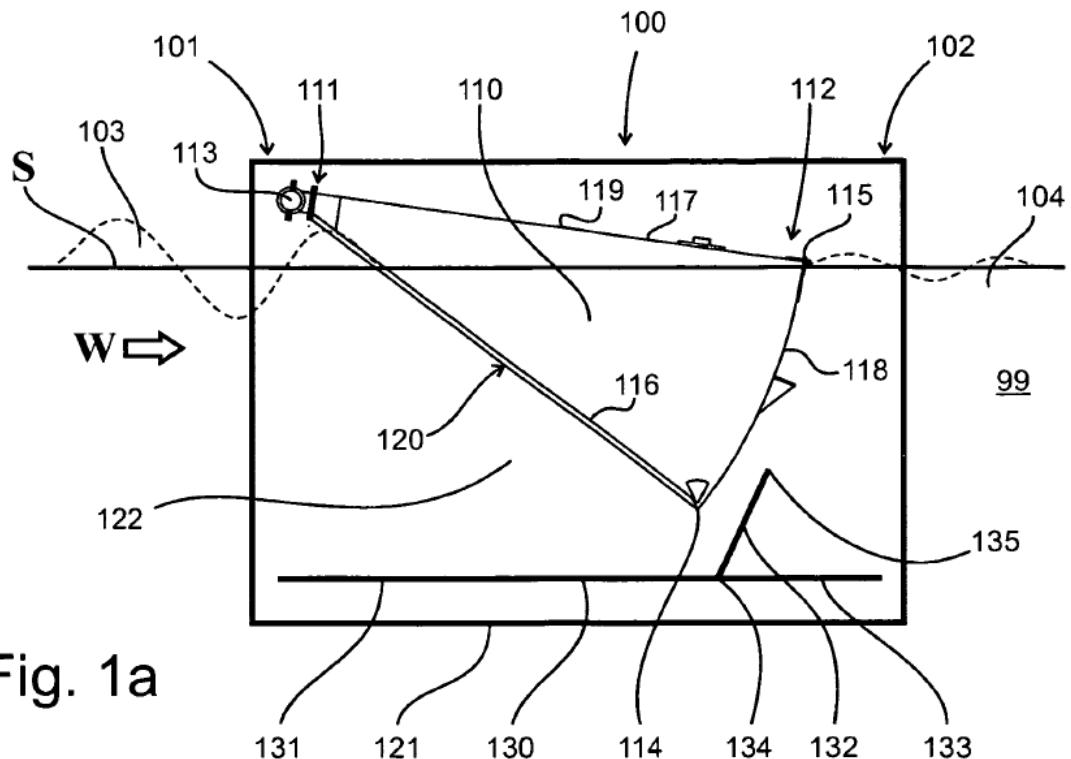


Fig. 2A

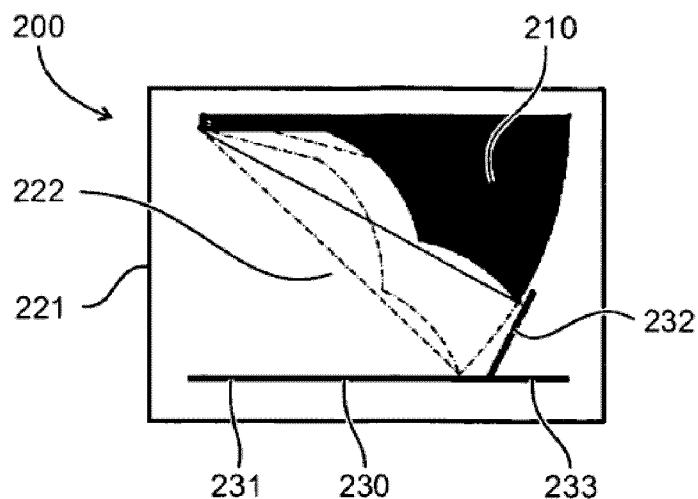


Fig. 2B

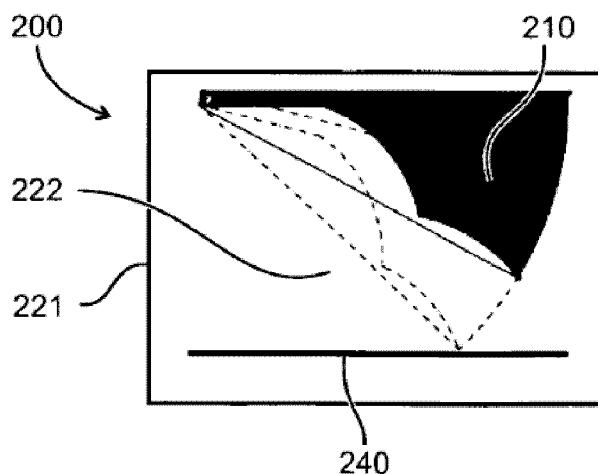


Fig. 2C

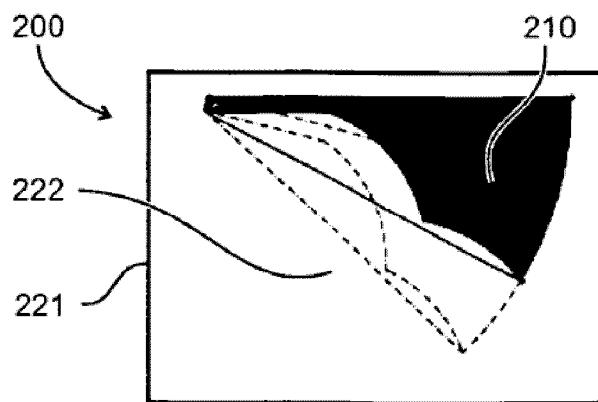


Fig. 3

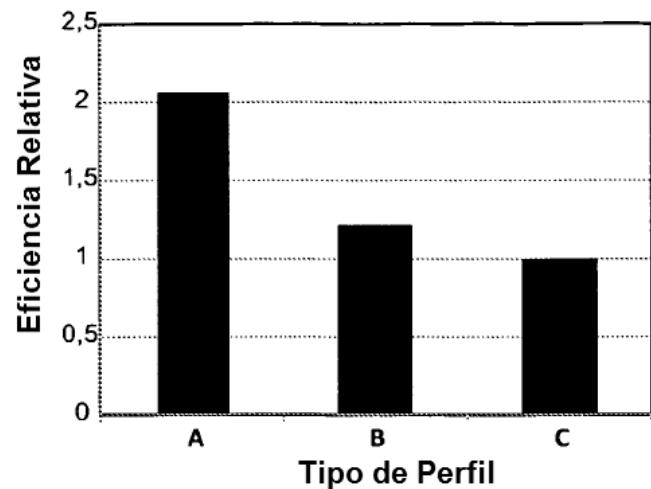


Fig. 4

