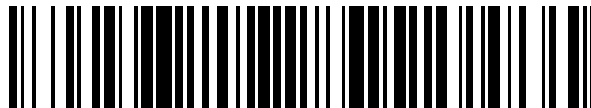


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 090**

51 Int. Cl.:

F03B 13/12 (2006.01)

F03B 13/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.08.2011 PCT/US2011/001351**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO2012134423**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.08.2011 E 11862261 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.11.2016 EP 2691639**

54 Título: **Boyas accionadas autónomamente con generación de potencia y control de uso de potencia**

30 Prioridad:

28.03.2011 US 201113065679

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

10.07.2017

73 Titular/es:

**OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
1590 Reed Road
Pennington, NJ 08534, US**

72 Inventor/es:

**EDER, JAMES E. y
SAROKHAN, JOSEPH A.**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 623 090 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

Boyas accionadas autónomamente con generación de potencia y control de uso de potencia

5 Antecedentes de la invención

[0001] Esta invención se refiere a la operabilidad y supervivencia de boyas convertidoras de energía de ola accionadas autónomamente (WEC) destinadas a usarse en una masa de agua durante un periodo de tiempo extendido (por ejemplo, 2-5 años) y con una carga útil destinada a ser operativa durante ese tiempo.

10 [0002] Cada boya WEC autónoma incluye una carga útil que requiere una cantidad sustancial de potencia eléctrica para su operación.

15 La carga útil está compuesta de varias "cargas" incluyendo piezas numerosas de equipo eléctrico/electrónico y dispositivos electromecánicos tales como, por ejemplo (y sin aspecto limitativo), sistemas de radar y/o sonar, varios sensores de ola y/o clima, sistemas de comunicación y/o relés, varios sistemas de control y elementos asociados, y un sistema de frenado.

Para alimentar y hacer funcionar la carga útil, cada boya WEC incluye un sistema para generar potencia (eléctrica) en respuesta a un movimiento ondulatorio, cuya potencia se puede usar después para hacer funcionar la carga útil.

20 [0003] Cualquier dispositivo convertidor de energía de ola (WEC) adecuado para convertir las fuerzas de las olas del océano en formas útiles de energía y potencia es de interés para producir la potencia eléctrica necesitada.

En la exposición de bajo y en las reivindicaciones anexas, los términos "boya WEC" o solo "boya" y "WEC" se usan de forma intercambiable.

25 Normalmente, la porción WEC de la boya se usa para alimentar la carga útil y para cargar o recargar baterías o cualquier otro dispositivo de acumulación de energía adecuado para mantener un suministro constante de potencia a la carga.

[0004] Los WEC son una fuente de energía renovable y son altamente adecuados para usar en las aplicaciones de boya autónoma, ya que estos pueden operar sin la necesidad de reabastecer el sistema con combustible, hidrógeno u otras reservas de energía almacenada.

30 También, las boyas WEC son de interés, ya que la energía de ola tiene la densidad energética necesaria para que esto se pueda realizar.

[0005] Es deseable y/o necesario para una boya WEC autónoma y su equipo asociado permanecer en uso y operativos durante periodos largos de tiempo independientemente de las condiciones climáticas, mientras que todavía proporcionan una energía eléctrica relativamente constante a la carga útil.

35 La necesidad de proporcionar una potencia eléctrica constante presenta problemas significativos, ya que las condiciones climáticas pueden variar inmensamente.

En caso de fenómenos climáticos extremos, si los mares están calmados (caracterizados por olas de baja amplitud) se generará una pequeña potencia, si se genera.

40 Esto presenta un problema, ya que los requisitos de potencia de la carga útil son continuos y proporcionan un drenaje de potencia constante.

Así, si la condición de "calma" se extiende durante un periodo de tiempo largo cualquier energía almacenada se agotará y la carga útil se volverá no operativa.

45 En el otro extremo, en condiciones de "tormenta", caracterizadas por la amplitud de las olas que exceden un valor predeterminado, es preciso "bloquear" la boya/WEC para prevenir su destrucción (asegurar su supervivencia).

En la condición de bloqueo, la WEC no produce potencia.

Esto también presenta un problema, ya que en la condición de "calma", determinados requisitos de potencia de la carga útil son continuos y hay un drenaje de potencia constante.

50 [0006] Un problema adicional es que los WEC típicamente consumen una cantidad determinada de energía "de servicio" definida como la potencia consumida para operar dispositivos y el equipo tal como varios accionamientos y rectificadores eléctricos, solenoides y similares necesarios para que funcione el WEC.

55 Un problema es que para algunas condiciones de funcionamiento (por ejemplo, olas de amplitud baja) el WEC consume más potencia que la que genera.

La potencia consumida por el WEC para sus necesidades de servicio puede absorber toda la energía almacenada disponible y dejar así poca o ninguna carga útil.

[0007] Otro problema más se refiere al uso de una gran variedad de WEC sobre una área extensa de agua.

60 Es necesario que el sistema de suministro de potencia WEC opere autónomamente sin la necesidad de intervención de un operador y sea capaz de proporcionar energía eléctrica continua in situ para operar sensores y cargas útiles de potencia relativamente baja.

65 [0008] Como ya se ha mencionado, hay un problema en cuanto a que el sistema de generación de potencia no puede ser capaz de proporcionar la potencia para mantener las baterías cargadas (por ejemplo, debido a condiciones de olas adversas; es decir, su amplitud es demasiado baja o demasiado alta) y la potencia suministrada

a la carga útil.

Como resultado, el equipo y dispositivos asociados a la boya se vuelven inoperativos y el estado de la boya se puede ver comprometido.

5 [0009] Existe una necesidad de usar una carga útil que incluya diversos equipos de detección y de comunicaciones que pueden detectar, monitorizar y comunicar información a otros sitios o instalaciones, situados en tierra o en agua, diseñados para valorar la información.

Una boya WEC se puede usar para suministrar potencia a la carga útil.

10 Sin embargo, existe un problema cuando es extremadamente importante que la carga útil permanezca operativa durante un periodo de tiempo extendido incluso cuando las condiciones de ola son tales que el WEC no están generando potencia.

Resumen de la invención

15 [0010] La invención del solicitante reside en parte en el reconocimiento del problema de que hay situaciones donde la disipación de potencia de una fuente de energía limitada necesita ser monitorizada, controlada y gestionada y, en parte, en el equipo y métodos para la administración de la distribución de potencia y consumo de potencia de la potencia eléctrica disponible de una boya WEC autónoma.

20 Según un aspecto de la invención, un sistema realización de conversión de energía de la invención incluye un equipo para la modificación de los requisitos de potencia de la carga útil para encontrar el aprovechamiento energético del sistema en un esfuerzo por extender la potencia real y operatividad de la carga útil en condiciones adversas.

25 [0011] Otra característica de un sistema de realización de la invención es que este puede operar completamente de forma autónoma; optimizando sus ajustes al clima de ola y administrar sus reservas de energía disponibles.

[0012] Un sistema convertidor de energía de ola autónoma (WEC) de realización de la invención se puede incluir en o ser parte de una boya y, como se utilizan en este caso, los términos "boya WEC", "boya" y "WEC" se pueden utilizar de forma intercambiable.

30 Cabe destacar que cualquier WEC conocido se puede utilizar en la práctica de la invención.

Numerosos sensores y dispositivos eléctricos, y equipo definidos como las "cargas" individuales de la carga útil se pueden montar en o sobre la WEC/boya.

35 [0013] Los sistemas de realización de la invención pueden incluir medios para conectar y/o desconectar selectivamente cargas seleccionadas (dispositivos y/o equipos particulares) de la fuente de energía del WEC y medios para operar el sistema en modos operativos diferentes para administrar el consumo de energía en función de las condiciones climáticas (por ejemplo, amplitud de ola) y/o condiciones externas seleccionadas (por ejemplo, necesidad de silencio para algunas condiciones de vigilancia).

40 [0014] Otra característica de un sistema de realización de la invención es la inclusión de un radio de satélite a bordo para permitir al WEC (y/o la boya de la que forma parte) comunicarse con un centro de mando, de modo que se puede constatar su estado operativo y, si es necesario, anular sus parámetros de operación autónomos.

45 La radio de a bordo también permite la comunicación entre los sensores y respondedores y el centro de mando; para controlar la carga útil al igual que recibir los datos de telemetría.

[0015] Un WEC de realización de la invención puede incluir; (a) un flotador y un mástil que se mueven uno respecto al otro en respuesta a las olas; (b) un dispositivo de toma de fuerza (PTO) acoplado entre el flotador y el mástil para convertir su movimiento relativo en energía eléctrica; y (c) un sistema de freno para inhibir selectivamente el movimiento relativo entre el flotador y el mástil.

50 Conforme a la invención, el sistema de freno puede ser activado, por ejemplo, y entre otros, para; (a) minimizar la atracción eléctrica superior del sistema durante periodos donde la actividad de ola baja no justifica una operación completa de todos los subsistemas del WEC; o (b) eliminar el ruido acústico que pueda interferir con una operación del sensor seleccionado; o (c) bloquear el flotador y mástil bajo condiciones de tormenta.

55 La decisión de activar el sistema de freno puede estar asistida por un sensor de estado del mar, acoplado al WEC, que, típicamente, atrae una potencia extremadamente baja (por ejemplo, menos de un 1 vatio) y se utiliza para detectar condiciones de ola que son suficientes para justificar la operación.

Esto permite que el subsistema de conversión de energía de ola minimice su propia atracción de potencia mientras proporciona una potencia continua a la carga útil eléctrica.

60 El sensor de estado del mar puede ser cualquier dispositivo adecuado incluyendo, sin limitación, un acelerómetro de a bordo o una célula de carga posicionada en la trayectoria de carga del freno mecánico descrito.

[0016] Si el subsistema de acumulación de energía toma la forma de baterías, las baterías pueden estar dispuestas en una topología redundante, de modo que el fallo de una batería en el conjunto no compromete la capacidad del sistema para suministrar potencia a la carga útil.

65 [0017] En casos extremos, donde las condiciones de energía de ola son pobres, el sistema también puede ajustar el

ciclo de funcionamiento de la carga útil para suministrar potencia a menos del 100 %.

Este se puede coordinar con la carga útil, de modo que esta reducción de potencia tiene un impacto mínimo en la misión del sensor.

5 [0018] Todos los sistemas clave del WEC se monitorizan por un controlador de a bordo.
El controlador tiene un programa que inserta todos los algoritmos de control necesarios para operación autónoma, control de la carga útil y comunicación con un centro de mando.

10 [0019] Un aspecto de la invención es que incorpora uno o más sensores de "estado del mar" (o supervisores) en el sistema para controlar el presente clima de ola sin pagar las cargas "de servicio" asociadas a la generación de potencia.

Los sensores de estado del mar, junto con un algoritmo de control, permiten que el sistema determine autónomamente una configuración óptima del sistema para maximizar la energía de red extraída de las olas.

15 [0020] Los sensores de estado del mar pueden adoptar muchas formas diferentes incluyendo, pero no de forma limitativa, las siguientes:

a) un sensor de fuerza dispuesto entre un dispositivo de frenado y uno o más cuerpos de movimiento del WEC (por ejemplo, flotador y mástil) para controlar la fuerza comunicada de la acción de las olas a través del freno; o

20 b) un sensor de desplazamiento dispuesto entre dos o más cuerpos de movimiento del WEC (por ejemplo, flotador y mástil) para controlar su movimiento relativo; o

c) un acelerómetro montado sobre uno o más cuerpos de movimiento de flotación del WEC para determinar los movimientos inducidos en el cuerpo por la acción de las olas; o

d) un método de supervisión del voltaje EMF posterior del generador sin control activo para determinar el nivel de actividad de ola; u

25 e) otros sensores de olas convencionales desplegados en la proximidad del sistema. Los datos de estos sensores se envían al sistema a través de comunicaciones radiofónicas.

Breve descripción de los dibujos

30 [0021] En los dibujos anexos, que no se han dibujado a escala, los caracteres de referencia indican los componentes correspondientes; y

Fig. 1 es un diagrama isométrico simplificado de un WEC que se puede usar para la práctica de la invención;

Fig. 1A es un diagrama de bloques altamente simplificado de un suministro de potencia WEC a una carga útil adecuada para la práctica de la invención;

35 Fig. 1B es un diagrama isométrico altamente simplificado de un WEC sobre el que se instala una antena;

Fig. 2 es un diagrama simplificado de la sección transversal de un sistema WEC de realización de la invención;

Fig. 3 es un diagrama de bloques simplificado de una distribución de potencia a varias cargas conforme a la invención;

40 Fig. 4 es un diagrama de bloques altamente simplificado que ilustra el uso de una pluralidad de sensores para la detección de varias condiciones de oleaje y nivel de potencia y que produce señales de sensor aplicadas a un procesador programado para controlar la distribución de potencia a las cargas conforme a la invención;

Fig. 5 es un diagrama de bloques altamente simplificado que ilustra condiciones para un modo de bloqueo de un WEC conforme a la invención;

45 Fig. 6 es un diagrama que muestra diferentes modos operativos de un sistema de producción de potencia de energía renovable conforme a la invención;

Fig. 7 es una vista simplificada desde arriba de un conjunto de baterías para el uso en la práctica de la invención;

y

Fig. 8 es un diagrama que ilustra una forma de realización para permitir que las baterías diferentes sean independientemente cargadas y para permitir que estas se accionen en serie (apiladas) o en paralelo.

50 Descripción detallada de la invención

[0022] Un aspecto de la invención está dirigido a mejorar la operatividad de una boya WEC accionada autónomamente y su supervivencia: (a) durante un periodo de tiempo extendido y (b) en función de condiciones climáticas diferentes.

Un interés particular es asegurar y extender la operatividad del WEC y su carga útil incluso cuando las condiciones de olas son tales que no se está generando potencia.

60 Para apreciar los problemas de interés, nótese, por ejemplo, que las boyas WEC de la invención pueden formar parte de un gran número de WEC desplegadas a lo largo de y sobre una extensión de agua muy grande que cubre una área muy extensa.

Un requisito de tal sistema de boya WEC es la generación de energía eléctrica a partir de la acción de las olas, el almacenamiento del exceso de energía en un banco de baterías y el suministro de un nivel constante de energía eléctrica a una carga útil que puede incluir numerosos transpondedores eléctrico/electrónicos, dispositivos de vigilancia y de supervisión.

65 Por lo tanto, es importante que cada WEC pueda sobrevivir y funcionar de una forma fiable durante un periodo de tiempo largo (preferiblemente varios años) sin la necesidad de un mantenimiento o reabastecimiento (recarga).

Cada boya WEC está destinada a funcionar principalmente autónomamente, sin conexión a ninguna fuente de energía externa, para minimizar la cantidad de interacción requerida por parte de un operador; aunque se puede controlar mediante una o más conexiones de radio.

- 5 [0023] Para fines ilustrativos, un sistema generador de potencia que usa un tipo de WEC se describirá primero. En referencia a las figuras 1, 1A, 1B, 2, 3 y 4 se muestra un WEC 10 que está destinado a ser colocado en una masa de agua sometida a un movimiento de olas de amplitud y frecuencia variables. El WEC incluye dos componentes principales de detección de olas, un flotador 100 y un mástil 200. El flotador está diseñado para moverse generalmente en sincronización con las olas y el mástil está diseñado para ser fijo, o para moverse o bien generalmente de manera desfasada con respecto a las olas o bien de una manera retardada con respecto al flotador. Así, en respuesta a las olas de una masa de agua donde el WEC está situado, hay un movimiento relativo entre el flotador 100 y el mástil 200. Un dispositivo de toma de fuerza (PTO) 500 está acoplado entre el flotador y el mástil y convierte su movimiento relativo en energía eléctrica.
- 15 [0024] Una placa de movimiento vertical, 300, que puede estar hecha de cualquier material adecuado (por ejemplo; acero), se muestra fijada a la porción sumergida inferior del mástil. La placa de movimiento vertical proporciona una cantidad sustancial de masa "añadida" al mástil, que le permite permanecer relativamente fijo o moverse generalmente de manera desfasada respecto a las olas. Esta masa "añadida" solo se debe parcialmente a la masa del material que comprende la placa de movimiento vertical 300; parte de esta masa "añadida" se debe al agua arrastrada que se mueve o es empujada arriba y abajo por la placa de movimiento vertical. En sistemas que concretan la invención, una cámara de almacenamiento de baterías 302 se puede colocar en, o dentro de, la placa de movimiento vertical 300, y/o formar parte de la misma, para proporcionar una masa adicional al mástil (ver también Fig. 7 que muestra la colocación de baterías 602). Esta masa es en adición a la masa "añadida" del agua que rodea la placa de movimiento vertical. Así, se aumenta la masa total añadida al mástil.
- 20 [0025] En la Fig. 1, el flotador 100 está acoplado a una estructura tipo puente 400 a la que está unida fijamente una barra de impulso (empuje) 402 que está acoplada a un alojamiento 500 de toma de potencia (PTO) dispuesto dentro del mástil 200. Cuando las olas impactan sobre el WEC, el flotador se mueve hacia arriba y abajo, permaneciendo el mástil relativamente fijo o moviéndose de forma asíncrona o con retraso, con respecto al flotador. El movimiento del flotador que corresponde a y está generalmente sincronizado con el movimiento de las olas se traduce en un movimiento sustancialmente lineal (arriba/abajo) de la barra de impulso 402, que está en comunicación con partes designadas del sistema PTO 500, que está esencialmente conectado entre el flotador y el mástil (ver Fig. 2). El sistema PTO puede ser cualquier dispositivo adecuado para convertir el movimiento relativo del flotador y mástil en una forma deseada de energía (potencia). En una forma de realización, el sistema PTO puede ser del tipo generalmente designado como cremallera y piñón. Parte(s) del PTO (por ejemplo, la cremallera) están conectadas a y se mueven con el flotador y parte(s) del PTO (por ejemplo, estátor o generador) están conectadas a y se mueven con el mástil. Cualquier sistema PTO conocido se puede utilizar para poner en práctica la invención, siendo la cremallera y piñón solo un ejemplo adecuado de PTO. Por ejemplo, el PTO puede adoptar la forma de un volante, o de almacenamiento/generación de hidrógeno (por medio de electrolisis de sal marina) o de gas comprimido.
- 25 [0026] En la Fig. 1A, el PTO que se muestra tiene un puerto de salida 502 en la que se produce la emisión eléctrica de PTO. El puerto de salida 502 se muestra conectado a la carga útil 600 y baterías 602. Este es un dibujo altamente simplificado destinado a ilustrar que el PTO pueda hacer que la potencia cargue las baterías y suministre potencia a la carga útil.
- 30 [0027] En las figuras 1B y 2, el WEC autónomo que se muestra incluye una antena 202, y una carga útil que incluye: (a) un transpondedor o transrecibidor 604; (b) una carga adicional 605; y (c) sensores acústicos 606. Los sensores 606 pueden ser parte de un sistema de sónar para la detección de cualquier actividad submarina. La carga útil por potenciar con el WEC puede incluir muchas piezas diferentes del equipo y dispositivos, como se muestra en la Fig. 3. Por ejemplo, la carga útil también puede incluir equipo sensor de tiempo y/o vigilancia, equipo repetidor, red de comunicaciones distribuida (potenciada por olas); almacenamiento de energía, baterías, opciones de carga útil del sistema sensor incluyendo sistema de radar (potenciado por olas) (HF; de microolas), sistemas de sónar, cámaras visuales, cámara/detectores IR; y detectores radiológicos.
- 35 [0028] Como ya se ha mencionado, un dispositivo de conversión de energía de ola autónoma (WEC) para la práctica de la invención incluye una disposición de baterías 602 para almacenar energía.
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

Las baterías 602 pueden estar dispuestas en una serie redundante para una fiabilidad aumentada y/o pueden estar dispuestas en una serie modular y/o permitir que se usen diferentes tipos de baterías (ver figuras 1, 7 y 8).

También, como se ha indicado anteriormente, un problema de gran importancia respecto al funcionamiento del dispositivo WEC autónomo es que el paquete de batería (y o dispositivos de acumulación de energía) usados para transmitir potencia a los retransmisores y cualquier otro equipo pueden agotarse cuando las olas son de amplitud insuficiente para producir la demanda de potencia requerida.

Cuando esto ocurre, el WEC autónomo ya no es útil.

[0029] Conforme a la invención, se proporcionan equipo y métodos para controlar la distribución de potencia y consumo de potencia para extender la vida o el tiempo útil de la potencia/energía almacenada.

La Fig. 3 muestra un sistema que concreta la invención donde la carga útil 600 puede incluir varias cargas (L1-L7) que están conectadas por medio de interruptores respectivos (s1-s7) a la fuente de potencia 502,602; donde la fuente de potencia 502 es el puerto de salida de potencia de PTO y 602 es un paquete de baterías.

Este es un dibujo altamente simplificado que ilustra que cualquier fuente adecuada generadora de potencia accionada por el sistema generador de potencia WEC se puede utilizar para cargar con energía las distintas cargas.

Para facilitar la descripción, la potencia de salida se aplica entre terminales de potencia T1 y T2, donde se presume de forma arbitraria que T1 es positivo y se presume de forma arbitraria que T2 es negativo (tierra).

En la Fig. 3, el terminal T1 está acoplado:

(a) por medio de un interruptor de potencia S1 para cargar L1, que puede ser, por ejemplo, una cámara visual y/o infrarroja (IR);

(b) por medio de un interruptor S2 a una segunda carga, L2 que puede ser, por ejemplo, un sistema de vigilancia por radar o atmosférico;

(c) por medio de un interruptor S3 a una tercera carga, L3, que puede ser, por ejemplo, un sistema de vigilancia sonar o submarino;

(d) por medio de un interruptor de potencia S4 a una cuarta carga, L4, que puede ser, por ejemplo, un sistema de control del freno para el bloqueo del WEC (es decir, para el acoplamiento del flotador y mástil, de modo que no se puedan mover entre sí);

(e) por medio de un interruptor S5 a una quinta carga, L5, que puede ser, por ejemplo, un sistema de comunicación;

(f) por medio de un interruptor S6 a una sexta carga, L6, que puede ser, por ejemplo, un sistema detector de radiaciones; y

(g) por medio de un interruptor S7 a una séptima carga, L7, que puede ser, por ejemplo, cualquier sistema agrupado.

[0030] Se muestra que cada una de estas cargas tiene su propio interruptor.

Sin embargo, se debe entender que algunas cargas pueden compartir un interruptor de potencia.

Los interruptores son accionados de manera que cuando están cerrados se aplica potencia a sus cargas respectivas.

Un aspecto de la invención es que los interruptores se pueden controlar (abrir y cerrar) para producir un ciclo de funcionamiento variable donde las varias cargas se pueden potenciar durante periodos variables de tiempo, en función de condiciones climáticas y/o otras condiciones operativas predeterminadas.

La fig. 3 también muestra un procesador 250 directamente conectado a través de terminales T1, T2.

El procesador se programa para generar las señales que controlan el encendido y apagado de los interruptores S1-S7.

El procesador/controlador 250 que se muestra en la Fig. 3 está conectado permanentemente a través de las líneas de potencia, presumiendo que esto es necesario para asegurar un funcionamiento fiable.

Sería conectado así cualquier dispositivo que requiera potencia constante.

[0031] La fig. 4 es un diagrama de bloque simplificado que muestra varias entradas del sensor en el controlador 250.

El controlador 250, que puede ser un microprocesador o miniordenador, se programa para que responda a las entradas seleccionadas para producir señales que controlen el encendido y apagado de los interruptores de potencia S1-S7 y también para controlar su ciclo de funcionamiento.

El procesador 250 se programa para controlar el encendido y apagado de las cargas seleccionadas y para controlar la cantidad de tiempo o ciclo de funcionamiento con el que se potencia cada carga.

Esto puede suponer ahorros significativos de energía, puesto que algunos dispositivos, incluso cuando tienen que estar operativos, no necesitan ser suministrados con potencia el 100% del tiempo para estar operativos.

[0032] La fig. 4 ilustra que se pueden usar muchos sensores diferentes para detectar la condición de las olas y proporcionar sus señales al controlador 250.

Por ejemplo:

(a) un sensor del estado del mar 302 que detecta el movimiento diferencial entre el mástil y flotador se puede utilizar para proporcionar señales al controlador; o

(b) un acelerómetro 304 que responde al movimiento diferencial de mástil y flotador se puede utilizar para proporcionar señales al controlador; o

(c) un receptor 306 que responde a un satélite u otra fuente externa se puede utilizar para proporcionar señales

que corresponden a las olas (o cualquiera otra condición de sistema) al controlador; o
 (d) un perfilador de doppler acústico 308 o una boya de supervisión de olas se puede utilizar para suministrar señales que corresponden a las olas (o cualquier otra condición de sistema) al controlador 250; o
 (e) una boya auxiliar y/o externa de vigilancia de olas 310 puede ser necesaria para detectar las olas que llegan y suministrar una señal correspondiente al controlador.

[0033] Debe notarse que lo anterior solo es a título de ejemplo y que prácticamente se puede utilizar cualquier tipo adecuado de sensor de olas para poner en práctica la invención.

Por ejemplo, el mecanismo de detección del estado del mar puede incluir datos tales como la "fuerza de bloqueo" del sistema de freno del WEC (que, para el tipo de WEC mostrado aquí, bloquea el movimiento de mástil y flotador uno respecto al otro).

Además, la Fig. 4 muestra que los sistemas que realizan la invención pueden incluir:

- (a) el aparato 312 para la detección de la cantidad de energía generada por el PTO; y/o
- (b) el aparato 314 para la detección del nivel de voltaje de las baterías de almacenamiento; es decir, detección de su estado de carga.

[0034] El controlador 250 se programa para procesar aquellas señales de entrada seleccionadas y a su vez producir señales de emisión para controlar los interruptores de potencia S1-S7, como se ha mencionado anteriormente.

[0035] Las señales de los varios sensores se pueden suministrar directamente o por vía inalámbrica al controlador. Aunque no se muestra explícitamente, se debe apreciar que los sensores y sus señales se pueden acoplar o suministrar al procesador/controlador 250 a través de una conexión inalámbrica, o a través de una conexión por cable, o utilizando un red basada en comunicaciones a costa.

También, algunas señales, tales como condiciones de oleaje, u órdenes se pueden suministrar por una predicción de tiempo/ola (remota o por satélite).

[0036] El consumo de potencia se gestiona para permitir el funcionamiento extendido de la carga útil tanto como sea posible en condiciones climáticas adversas.

Esto se consigue conectando y/o desconectando selectivamente cargas seleccionadas (dispositivos y/o equipos particulares) de la fuente de potencia del WEC.

Conforme a un aspecto de la invención, el controlador 250 se programa para operar el sistema WEC en modos operativos diferentes para administrar el consumo de potencia en función de condiciones climáticas (por ejemplo, amplitud de ola) y/o condiciones externas seleccionadas (por ejemplo, necesidad de silencio para algunas condiciones de vigilancia).

Como ya se ha mencionado, al reconocer el problema que puede surgir si el consumo de potencia es mayor que la producción de potencia, los solicitantes han incorporado sensores para, entre otros, detectar el estado (potencia o nivel de voltaje) de las baterías, las condiciones de las olas (estados del mar) y para un sistema de control para la gestión de la potencia para extender la vida de (baterías) de acumulación de potencia.

Por lo tanto, el sistema incluye sensores para controlar continuamente el estado de carga en el subsistema de acumulación de potencia de modo que la potencia a la carga útil se puede modular a un ciclo de funcionamiento inferior a 100% si la acumulación de potencia se agotado.

Esto puede ocurrir, por ejemplo, durante periodos extendidos (por ejemplo una o dos semanas) de baja potencia de las olas.

[0037] El sistema incluye un esquema de gestión de potencia que permite almacenar la potencia extraída en exceso en un subsistema de acumulación de potencia que puede más tarde suministrar potencia a la carga útil en casos en los que el clima de olas no es suficiente para suministrar potencia a la carga útil.

Por lo tanto, se requiere que el sistema supervise continuamente la potencia renovable generada por el WEC. Esto permite suministrar una cantidad relativamente continua de potencia a la carga útil para una duración indefinida.

[0038] En referencia a la Fig. 5, se muestra un diagrama de bloques altamente simplificado del aparato incluyendo el aparato "bloqueo" L4 acoplado entre el flotador y el mástil que, cuando está activado, funciona para bloquear el flotador y el mástil de modo que no hay un movimiento significativo entre éstos.

El aparato de "bloqueo" o de "freno" se activa para al menos las condiciones siguientes:

- 1 - para la condición de olas de amplitud muy baja, si el movimiento relativo entre el flotador y el mástil causa más disipación de potencia que la que puede ser generada, se ahorrará potencia activando el "bloqueo";
- 2- para la condición de amplitud de olas muy alta (condición de tormenta) que amenaza la destrucción del WEC por rotura del mástil, flotador y PTO. Esto asegura la supervivencia de la boya/WEC aunque produce una condición donde se puede extraer potencia de las baterías, aunque no se produce ninguna potencia; y
- 3- puede haber veces en las que es deseable y/o necesario el bloqueo del WEC para que no emita ninguna señal detectable.

Por ejemplo, el WEC autónomo puede incluir sensores para detectar condiciones submarinas seleccionadas (por ejemplo, se puede usar para vigilancia).

Para llevar a cabo la detección correctamente (o para que el WEC no sea detectado) puede ser deseable y/o necesario bloquear el mástil y el flotador.

[0039] Conforme a la invención, varias condiciones de las olas y el nivel de potencia existente o la potencia producida son detectados (ver Fig.4) para hacer funcionar el sistema WEC en un modo generador de potencia, un modo reposo, un modo de activación o un modo de bloqueo para controlar el uso de la potencia y extender la vida operativa útil del WEC autónomo. La información detectada se envía a un procesador/controlador 250 que se programa para determinar si merece la pena gastar una potencia superior para intentar generar potencia suministrada de red a la carga útil y/o banco de baterías.

Dependiendo de la información detectada, el sistema está diseñado para ser colocado en modos diferentes. En referencia a la Fig. 6, se muestra un método para hacer funcionar el WEC de manera que el algoritmo de control toma la forma de un controlador de estado y funciona en uno de 4 estados como se describe a continuación.

Otras aplicaciones de este algoritmo, incluyendo más estados operativos, pueden ser implementadas, pero el algoritmo descrito describe determinadas características preferidas.

El algoritmo de control se puede implementar por la programación del micro procesador 250 o cualquier otro controlador adecuado.

Los 4 estados pueden incluir los siguientes:

1- Estado generador de potencia - Este es el estado generador de potencia anticipada que está programado para ocurrir cuando el clima de olas (amplitud y/o oscilaciones de las olas) es suficiente para superar las cargas "de servicio" incrementales necesarias para realizar la generación de potencia.

El WEC se mantiene en este estado cuando las amplitudes de ola detectadas están por encima de un primer nivel que define la condición "en calma" y por debajo de un segundo nivel que define la condición de "tormenta".

En este estado el WEC es completamente operativo y se puede suministrar potencia a la(s) carga(s) en función de una medición a tiempo real del estado de la batería de carga.

La potencia generada en exceso de la que se necesita para activar las cargas se almacena en el subsistema de acumulación de potencia (por ejemplo, baterías), mostrado, por ejemplo, en las Figs 1 y 7, o se emite en una dispositivo de descarga de potencia (resistores de "descarga") para casos en los que el almacenamiento de potencia está saturado (ver Fig. 8).

El estado generador de potencia se mantiene hasta que las olas tienen una amplitud que disminuye por debajo del primer nivel (en calma) o hasta que su amplitud excede el segundo nivel (condiciones de tormenta).

Para la condición en calma, la amplitud de las olas es demasiado baja y la potencia generada por la potencia WEC es insuficiente para justificar el mantener cargas de "servicio".

Para la condición de tormenta, no es posible mantener el movimiento relativo del flotador y el mástil dentro de su diseño limitado sin superar los ratios de fuerza o de potencia del dispositivo de toma de potencia del WEC (PTO). En cualquiera de estos casos, el sistema está diseñado para entrar en el estado bloqueado (anteriormente descrito y mencionado también a continuación).

2- Estado de reposo - el estado de reposo es la condición en que el WEC se establece cuando el voltaje de batería es extremadamente bajo y un consumo de potencia mínimo absoluto es deseado.

El estado de reposo se programa para ocurrir cuando (y para durar mientras); (a) la cantidad detectada de carga en las baterías o la potencia detectada que es generada está por debajo de un nivel predeterminado; y/o (b) las condiciones de ola detectadas (por ejemplo, según detectadas por sensores de estado del mar) indican que las amplitudes de las olas están por debajo de un nivel predeterminado; y/o al encenderse o como una condición predeterminada.

En el estado de reposo, se consume poca potencia por el sistema operativo; el drenaje de potencia está limitado a algunos sistemas críticos seleccionados tales como una conexión de comunicaciones y un sensor de estado del mar que supervisa las presente condiciones de ola.

Típicamente, en el modo de reposo, el WEC también es accionado en una condición de bloqueo que evita el movimiento relativo de los cuerpos WEC.

Los sensores de estado del mar controlan las condiciones de ola de modo que el sistema se puede activar si las amplitudes de las olas justifican la transición al estado de generación de potencia.

Cuando está en el estado de reposo, el procesador 250 activa un temporizador de reposo (no mostrado) que activa periódicamente el sistema de modo que pueda transmitir intermitentemente su estado a un centro de mando en tierra mediante radio.

Así, en respuesta a las señales detectadas, la unidad de procesamiento se programa para determinar si el sistema WEC debería ser colocado en este modo.

3 - Estado de activación- el estado de activación es un estado transitorio cuyo fin es determinar si el sistema fue activado debido a condiciones de ola suficientes o debido a la finalización del temporizador de reposo.

Si la condiciones de ola no son suficientes para justificar la generación de potencia del WEC, se envía un informe a un centro de mando externo indicativo del clima de olas y el estado del WEC vía un radioenlace y el sistema vuelve al estado de reposo.

Si las condiciones de ola son suficientes para justificar el funcionamiento de la potencia el sistema pasa al estado de generación de potencia.

No se extrae ninguna potencia por la carga útil en este estado y el movimiento relativo del WEC permanece bloqueado.

4 - Estado bloqueado - en el estado bloqueado, no hay movimiento relativo de los cuerpos del WEC. Para el tipo de WEC 10 mostrado aquí, el mástil y el flotador no se mueven uno con respecto a otro. Sin embargo, el mástil y el flotador puede moverse en tándem.

Este estado se programa para ocurrir cuando:

- 5 (a) las amplitudes de ola detectadas exceden un nivel predeterminado (es decir, condiciones de tormenta). Esto funciona para evitar que el flotador potencialmente se mueva incontroladamente y para asegurar la supervivencia del WEC; o
- (b) se está generando una potencia insuficiente para justificar cualquier carga "de servicios" incremental asociada a la generación de potencia; o
- 10 (c) Cada vez que el estado del mar no es suficiente para generar potencia mientras que el subsistema de almacenamiento de potencia tenga un estado aceptable de carga

[0040] En este estado, la potencia será suministrada a la carga útil hasta que el estado de carga del subsistema de acumulación de potencia sea tan bajo que el sistema deba entrar en el estado de reposo para preservar sus reservas de potencia para mantener su funcionamiento autónomo.

En este estado, el sistema también supervisa continuamente su sensor de estado del mar para controlar el clima de ola para determinar las condiciones en las que es apropiado (seguro) volver al estado de generación de potencia.

En respuesta a las señales detectadas, la unidad de procesamiento se programa para determinar si el sistema debería ser colocado en un "modo de bloqueo" cuando las condiciones de ola son insuficientes y el drenaje de potencia sería excesivo.

En el modo de bloqueo se bloquean la mayor parte de los sistemas del WEC.

[0041] Como se ha indicado anteriormente, hay condiciones en las que el WEC se pone en un estado de cierre independiente de las condiciones de las olas.

El WEC autónomo de la invención se puede utilizar para ejecutar funciones de seguridad muy importantes.

Sensores (no mostrados) montados sobre el lado superior del flotador 100 y/o en el puente 400 se pueden utilizar para detectar cualquier actividad en el espacio por encima y alrededor del WEC. Los sensores 606 se pueden montar a lo largo de la porción sumergida del mástil 200 o la placa de movimiento vertical 300.

Los sensores 606 pueden ser sensores acústicos (o cualquier dispositivo apropiado) para detectar cualquier actividad en las aguas alrededor del WEC 10 y proporcionar señales para alertar a un usuario.

Bajo determinadas circunstancias, para centrarse con más precisión en la fuente de las señales (acústicas) recibidas desde los sensores puede ser deseable bloquear el WEC para hacer la boya lo más silenciosa posible para mejorar el rendimiento de sensor acústico.

[0042] La fig. 7 ilustra que las baterías 602 se pueden utilizar en un almacenamiento de batería 302 situado dentro de una placa de movimiento vertical.

Las baterías podrían situarse también dentro del mástil.

La fig. 8 está destinada a mostrar que las baterías (B1-BN) se pueden cargar en paralelo o en serie o separadamente y que estas también se pueden accionar en paralelo o de forma apilada para producir una emisión en serie más alta.

Esto se puede realizar por operación y control de los interruptores SB1-SBN e interruptores SB1b-SBNb.

En caso de una sobrecarga, se puede activar un interruptor SR para expulsar (disipar) cualquier carga en exceso.

[0043] La invención ha sido ilustrada utilizando un tipo de WEC al que se puede hacer referencia como que es de diseño absorbedor doble (mástil y flotador se mueven uno respecto al otro para producir electricidad a partir del empleo de su movimiento relativo).

Sin embargo, se debe apreciar que la invención es aplicable para el funcionamiento de cualquier otro tipo de WEC.

Esto incluye pero no está limitado a los WEC descritos como de diseño masa sobre muelle (esencialmente sellado desde el exterior, donde una masa interna se mueve hacia arriba y abajo para producir potencia).

[0044] La invención ha sido ilustrada para que el dispositivo de conversión de energía sea un dispositivo de conversión de energía de olas (WEC) y para un sistema donde el consumo de potencia se puede controlar selectivamente ("suministrar") para extender la vida útil del sistema de almacenamiento de potencia.

Este es un dispositivo preferido para esta aplicación.

Sin embargo, el dispositivo de conversión de energía puede adoptar otras formas.

[0045] Los sistemas que concretan la invención también incluyen circuitos para la detección del nivel de voltaje de las baterías, si el voltaje de batería cae por debajo de un nivel determinado y/o si las condiciones detectadas por las olas indican que la energía de la batería ya no puede poner en funcionamiento el WEC, entonces se activa un sistema de alarma para alertar a ubicaciones remotas de que el WEC/boya ya no puede proporcionar o soportar las solicitudes para las funciones (por ejemplo, vigilancia, y/o transmisión de información).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato, destinado a ser desplegado en una masa de agua, que incluye: un sistema conversor de la energía de las olas (WEC) (10) que reacciona a la amplitud de las olas en dicho cuerpo de agua para producir potencia eléctrica en un puerto de salida de potencia (502); una carga útil (600) comprendida por una pluralidad de diferentes cargas electrónicas y electromecánicas,
- 10 medios interruptores (s1-s7) acoplados entre el puerto de salida de potencia (502) de dicho sistema WEC (10) y aquellas seleccionadas de las diferentes cargas para potenciar selectivamente dichas cargas seleccionadas de las diferentes cargas; y medios de control para controlar los medios interruptores y la cantidad de potencia suministrada a, y consumida por, las cargas, dichos medios de control incluyen un controlador (250), sensible a la cantidad de potencia eléctrica que está siendo producida, dicho controlador (250) programado para controlar el encendido y apagado de los medios interruptores para reducir la potencia disipada por las cargas seleccionadas cuando la potencia que está siendo producida está por debajo de un nivel predeterminado.
- 15 2. Aparato según la reivindicación 1, donde dicho aparato es una boya WEC autónoma y donde dichos medios interruptores incluyen una pluralidad de interruptores conectados entre las cargas de salida y seleccionadas.
- 20 3. Aparato según la reivindicación 1, donde dicho sistema WEC incluye un primer (100) y segundo cuerpo (200) que se mueven uno respecto al otro en respuesta a las olas y un dispositivo de toma de potencia (PTO) (500) acoplado entre el primer y segundo cuerpo para generar dicha potencia eléctrica en dicho puerto de salida de potencia y donde la cantidad de potencia producida en el puerto de salida es una función de la amplitud de las olas.
- 25 4. Aparato según la reivindicación 3, donde dicho controlador (250) se programa para controlar el encendido y apagado de los medios interruptores para reducir la potencia disipada por las cargas seleccionadas cuando la potencia que está siendo producida está por debajo de un nivel predeterminado y donde el controlador también incluye medios para inhibir el movimiento entre el primero y el segundo cuerpo cuando la amplitud de las olas excede un nivel predeterminado.
- 30 5. Aparato según la reivindicación 3, donde para reducir el consumo de energía bajo condiciones de producción de potencia adversas dicho medio de control incluye un medio para inhibir el movimiento relativo entre el primer (100) y segundo cuerpo (200) para al menos una de las siguientes condiciones:
- 35 (a) cuando las amplitudes de las olas están por debajo de un nivel predeterminado de modo que el movimiento relativo entre los dos cuerpos causaría más disipación de potencia que la que puede ser generada;
- (b) cuando la amplitud de las olas excede un predeterminado nivel que amenazan la destrucción del WEC (10); o
- (c) bloqueo del WEC (10) para minimizar la emisión de señales de ruido.
- 40 6. Aparato según la reivindicación 3, donde, para reducir el consumo de potencia bajo condiciones de producción de potencia adversas dicho medio de control incluye medios para hacer funcionar selectivamente el sistema WEC (10) en cualquiera de los estados siguientes:
- 45 (a) un estado generador de potencia cuando las olas tienen una amplitud por encima de un primer valor y por debajo de un segundo valor; donde para dicho primer valor el sistema WEC genera la potencia suficiente para superar un valor mínimo de disipación de potencia que el WEC tiende a disipar y dicho segundo valor es un nivel predeterminado que si se supera amenaza la destrucción del aparato;
- 50 (b) un estado de reposo donde la potencia consumida por el sistema operativo se limita a las cargas críticas seleccionadas;
- (c) un estado de activación transitorio; o
- (d) un estado de bloqueo donde no hay movimiento relativo entre el primer y segundo cuerpo.
- 55 7. Aparato según la reivindicación 3, donde dicho medio de control incluye al menos uno de:
- (a) medios de detección (606) para detectar directamente la amplitud de las olas que impactan en el aparato y la producción de señales de detección indicativas de la misma;
- 60 (b) medio de detección (606) para detectar indirectamente la amplitud de las olas que impactan en el aparato y producción de señales de detección indicativas de la misma;
- (c) medio de detección (606) para detectar la potencia de salida disponible en el puerto de salida y producción de señales de detección indicativas de la misma;
- (d) detección del nivel de voltaje en el puerto de salida y producción de señales de detección indicativas del mismo; y
- 65 medios que reaccionan a las señales de detección para el tratamiento de las señales de detección y control de los medios de conmutación.
8. Aparato según la reivindicación 3, donde dicho aparato incluye un sistema de batería (602) conectado a dicho puerto de emisión y donde dichas cargas acopladas por medio de dichos medios de conmutación a dicho puerto de salida incluyen por lo menos un sistema de radar, un sistema de cámara, un sistema de sonar, un sistema de control de frenos, y un sistema de comunicación.

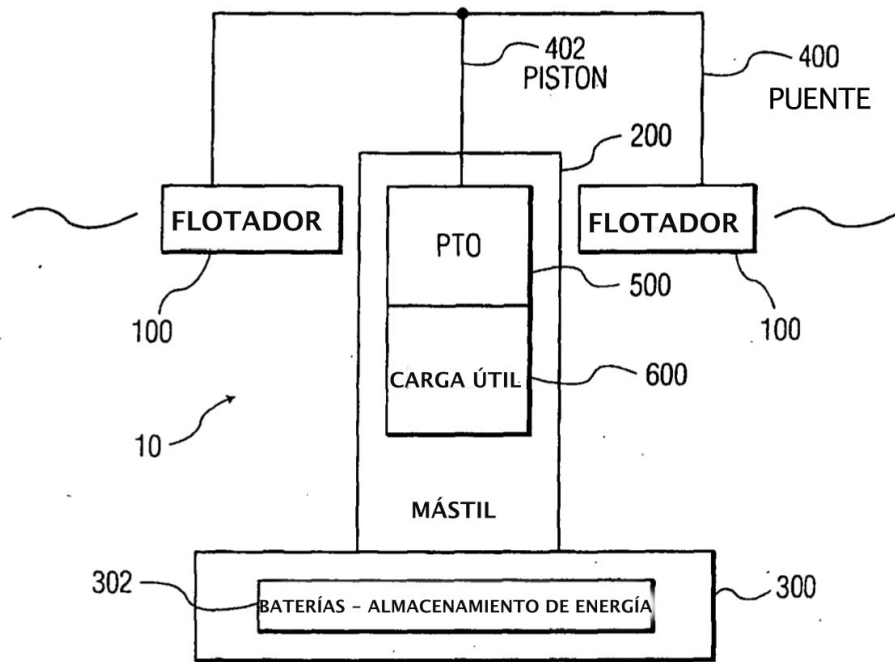


FIG. 1

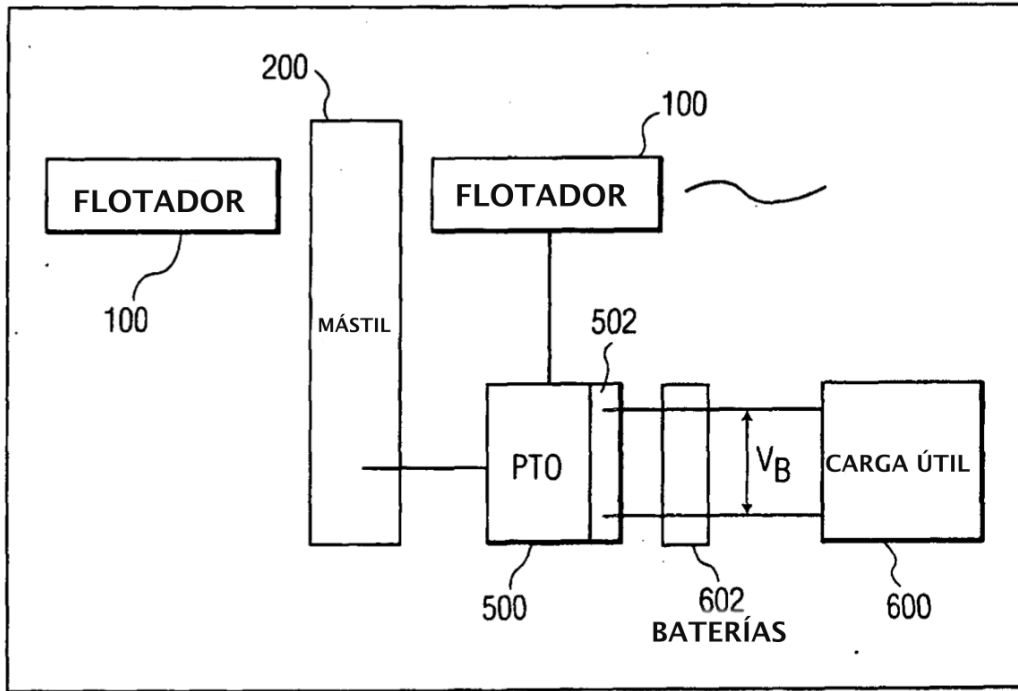


FIG. 1A

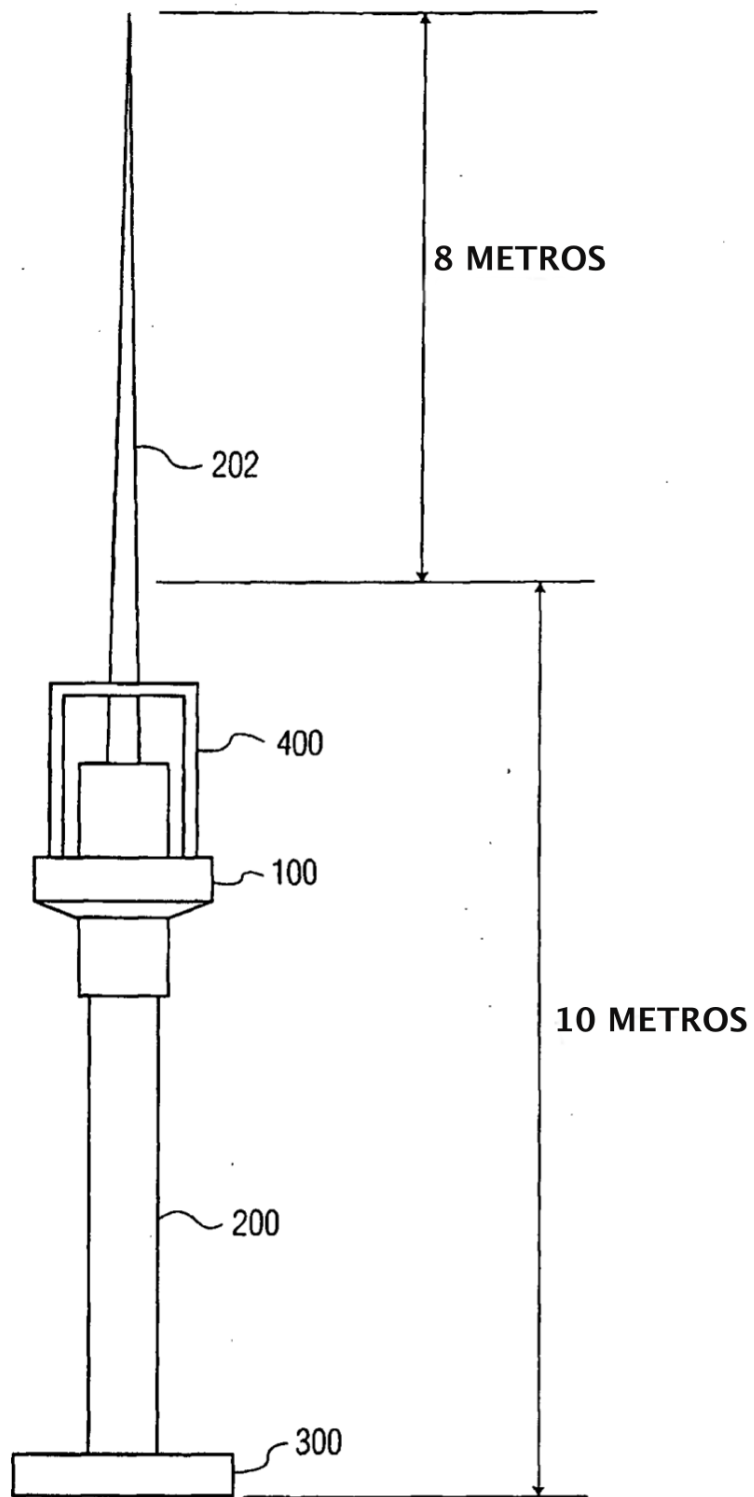


FIG. 1B

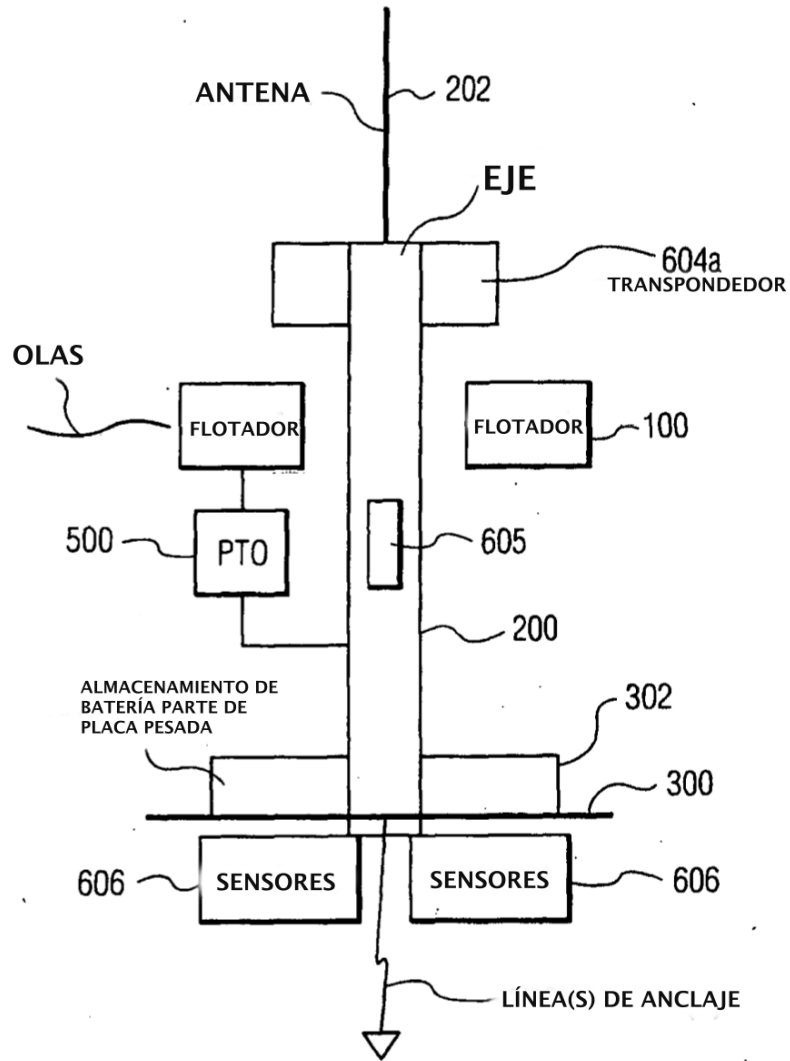


FIG. 2

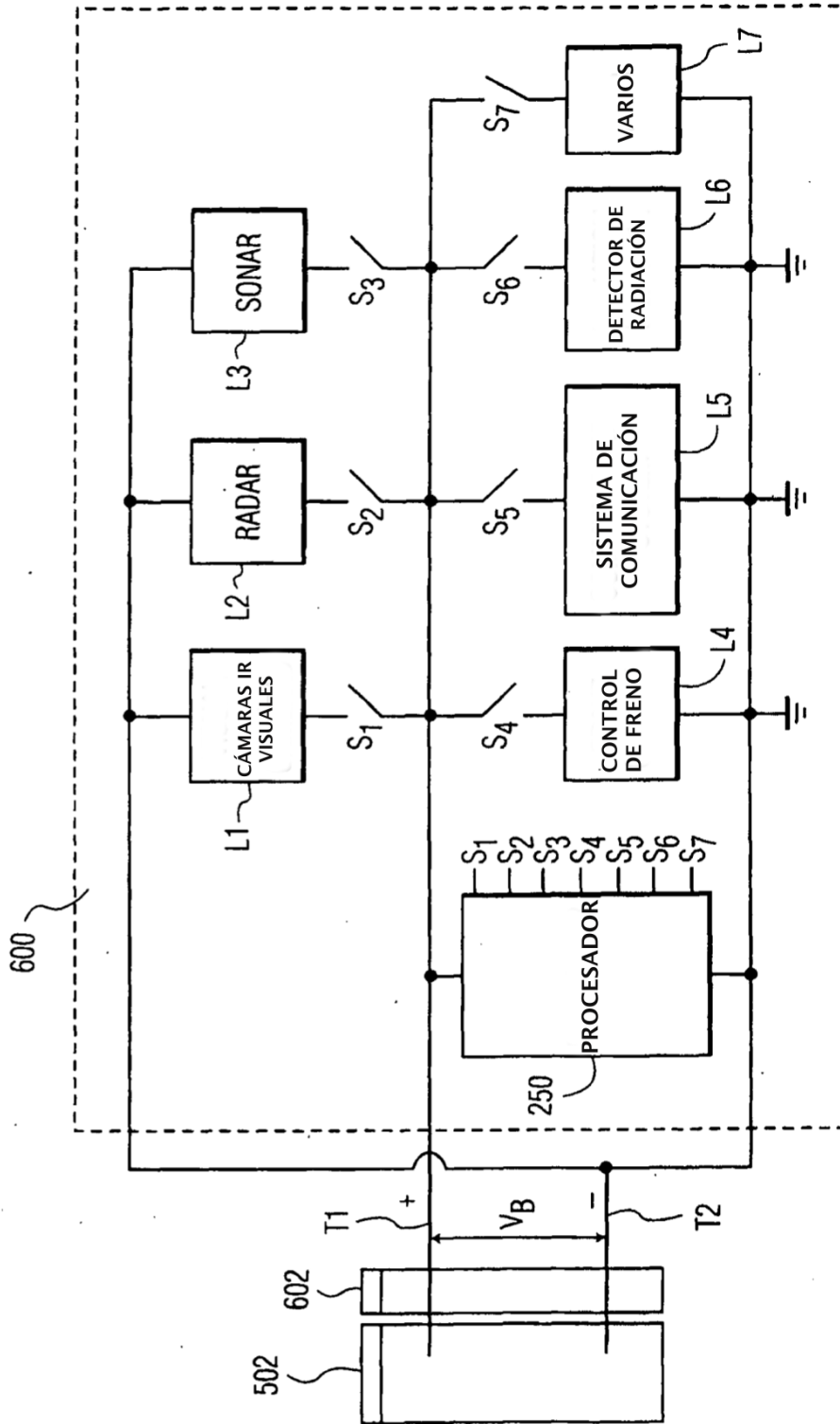


FIG. 3

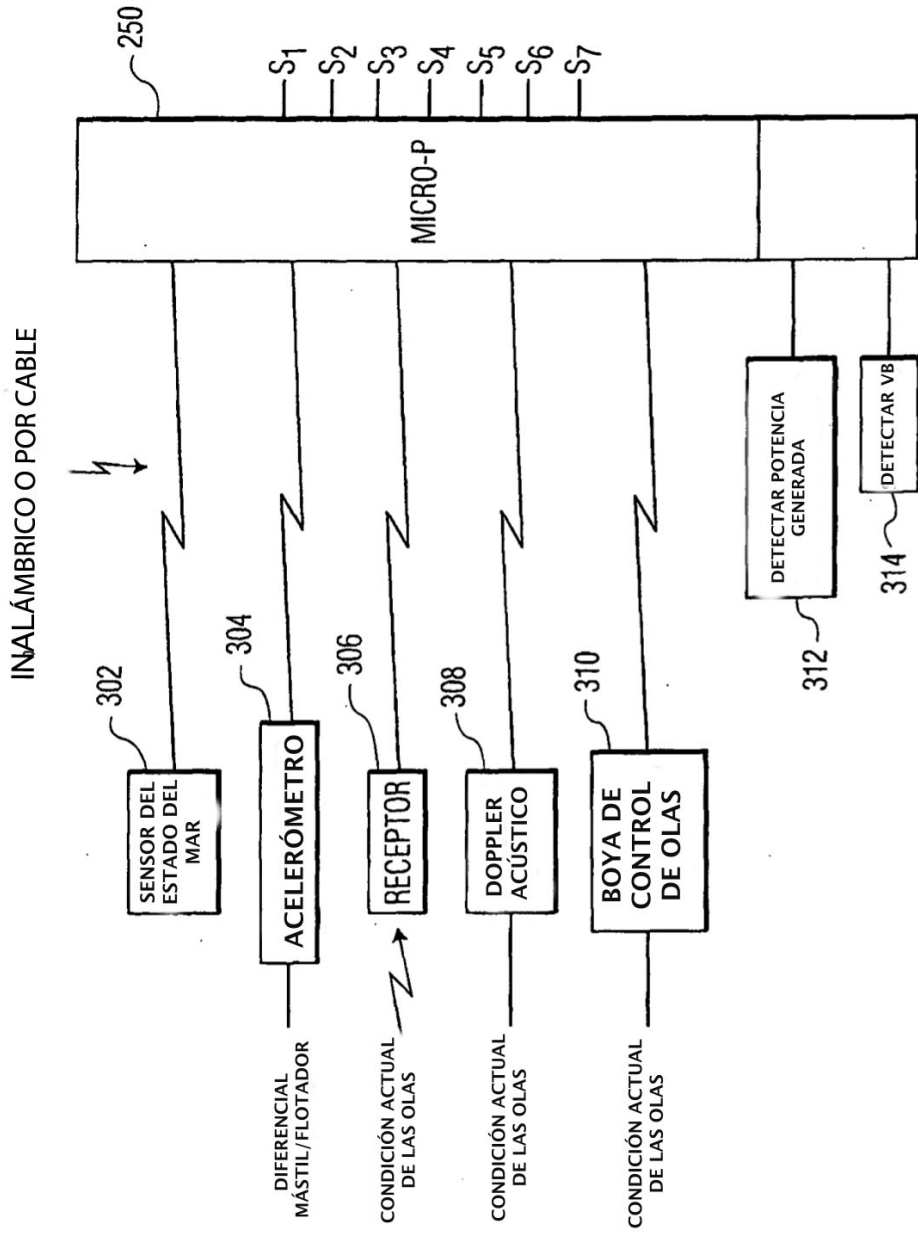


FIG. 4

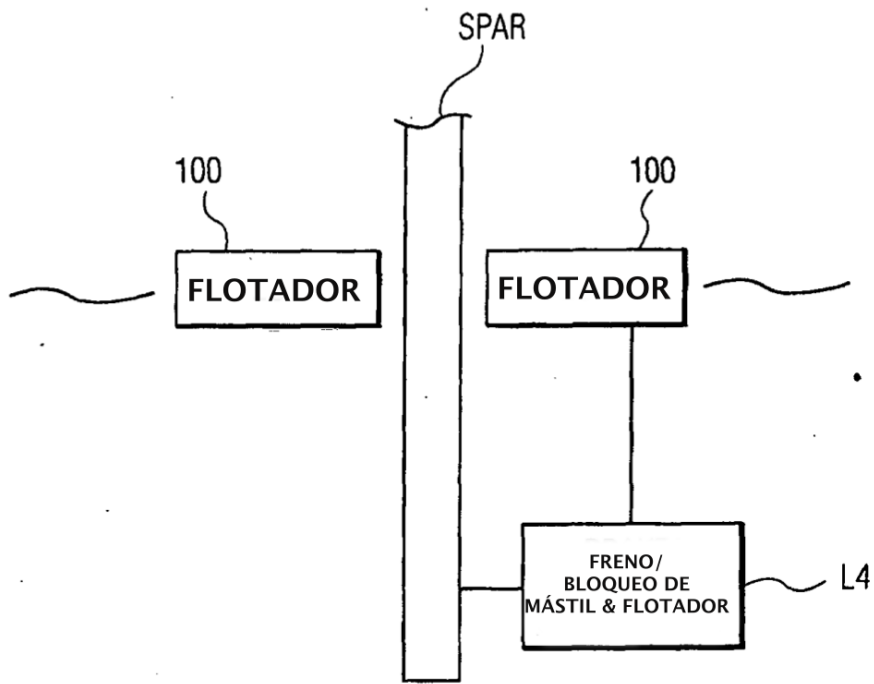


FIG. 5

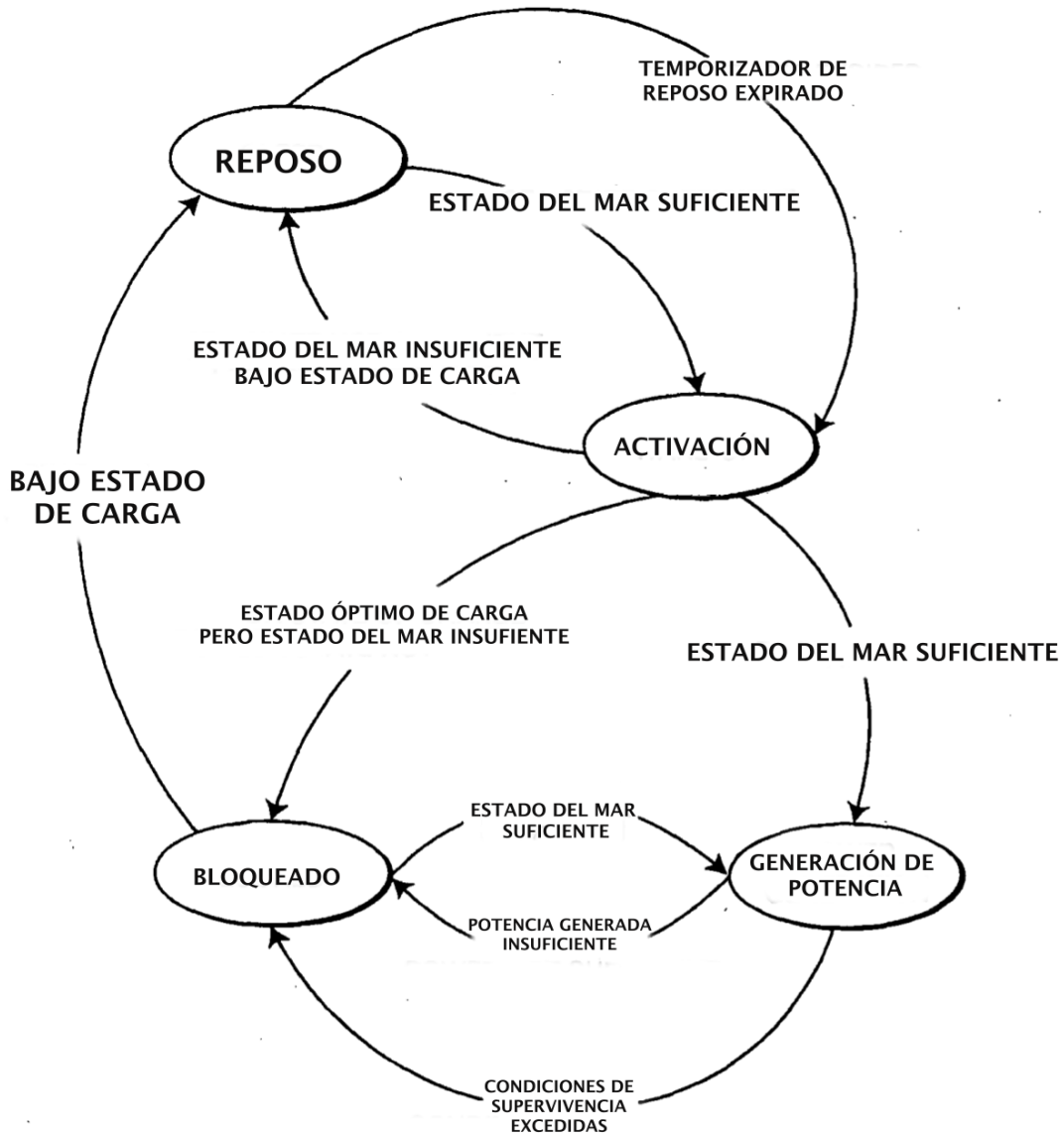


FIG. 6

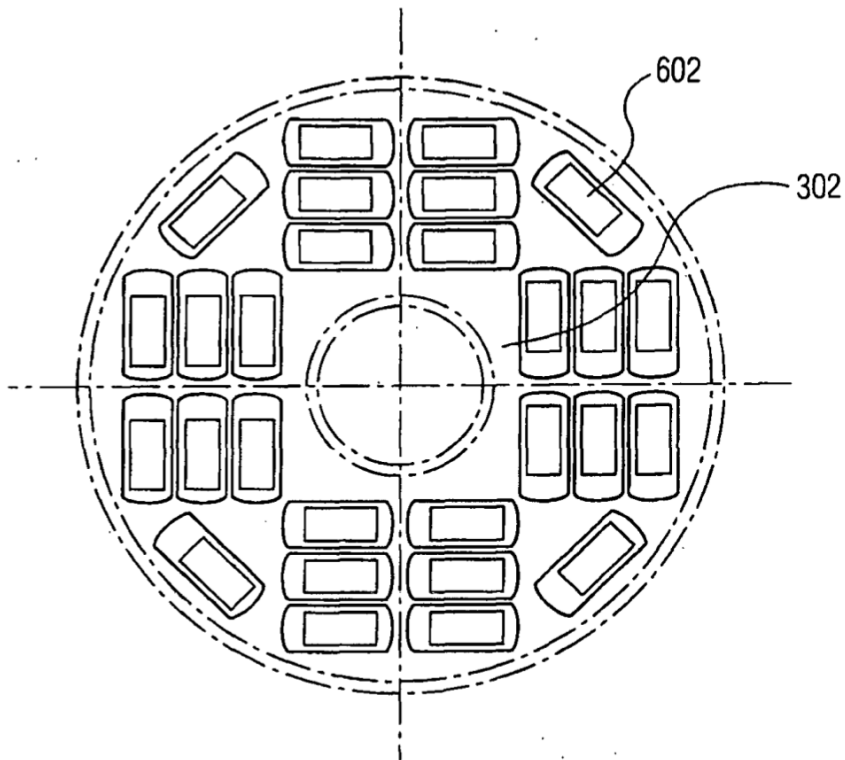


FIG. 7

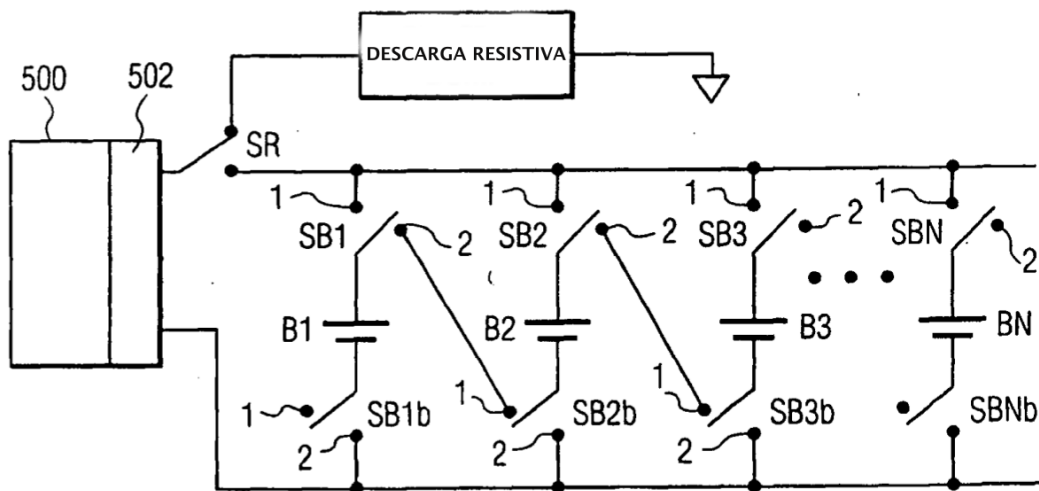


FIG. 8