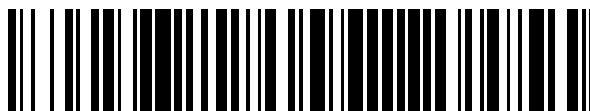


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 847**

51 Int. Cl.:

**F03B 13/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2010 PCT/US2010/000934**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2010 WO10117415**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2010 E 10761957 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 2414669**

54 Título: **Dispositivo de toma de fuerza mejorado para un WEC**

30 Prioridad:

**30.03.2009 US 211439 P**  
**30.03.2009 US 211440 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.03.2020**

73 Titular/es:

**OCEAN POWER TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)**  
**28 Engelhard Drive, Suite B**  
**Monroe Township, NJ 08831, US**

72 Inventor/es:

**CHI, WEI-MING**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**ES 2 746 847 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**

Dispositivo de toma de fuerza mejorado para un WEC

5 Antecedentes de la invención

[0001] Esta invención se refiere a un dispositivo de toma de fuerza (PTO) mejorado para su uso en sistemas de conversión de energía undimotriz (WEC).

10 [0002] En general, los WEC incluyen: (a) un flotador (carcasa) que se mueve en fase con las olas; (b) un espeque o columna que está fijo con respecto al flotador o que se mueve fuera de fase con respecto al flotador; y un dispositivo de toma de fuerza (PTO) acoplado entre el flotador y el espeque para convertir su movimiento relativo en una forma útil de energía (por ejemplo, energía eléctrica).

15 [0003] Se han sugerido muchos tipos diferentes de PTO. Sin embargo, existe la necesidad de disponer de una PTO que sea más eficiente, fiable y económica que las conocidas actualmente.

20 [0004] La tecnología de los WEC actuales se basa en que el flotador se mueve junto con la superficie de las olas y en fase con ellas pero guiado por el espeque, el cual tiene un extremo sumergido conectado al lecho marino o a una placa de arfada que hace que el espeque sea relativamente estacionario. El movimiento lineal relativo entre el flotador y el espeque se transfiere a través de una barra de empuje lineal para impulsar un sistema de toma de fuerza ubicado en el espeque. Como el sistema de toma de fuerza generalmente se coloca dentro del espeque, se debe formar una cámara hermética al agua y al aire dentro del espeque y un sellado lineal en la parte superior del espeque.

25 [0005] Un problema de los diseños actuales es que se debe colocar un sistema de sellado lineal en la parte superior del espeque para conectar la barra de empuje y garantizar que el agua y el aire no entren en el espeque. El sistema de sellado también sirve como un sistema de rodamiento lineal para guiar la barra de empuje. El sellado lineal es un punto débil del sistema, ya que es extremadamente difícil proporcionar un sellado fiable. Un objetivo es eliminar la necesidad del sistema de sellado lineal. Por lo tanto, es deseable reemplazar el sellado lineal con un sistema de sellado de tipo giratorio que esté más desarrollado y sea más fiable.

35 [0006] Otro problema de los diseños actuales es que la barra de empuje tiene que transferir el movimiento lineal relativo entre el flotador y el espeque mientras interactúa con el sellado lineal. Además de limitar generalmente la longitud del movimiento, la barra de empuje debe manejar cargas significativas tanto en compresión como en tensión y también debe tener una alta resistencia al desgaste. La barra de empuje lineal es uno de los elementos más caros y más débiles en los diseños actuales de WEC. La barra de empuje también tiene una escalabilidad limitada en sistemas más grandes. Por lo tanto, es deseable reemplazar la barra de empuje con un sistema más fiable y económico.

40 [0007] Los problemas de la barra de empuje y el sellado lineal se evitan en los sistemas que incorporan la invención. En los sistemas de WEC que incorporan la presente invención, se elimina la transferencia del movimiento del flotador a través de una barra de empuje, así como la necesidad de un sellado lineal.

45 [0008] La patente EP2029890 describe un convertidor de energía undimotriz que tiene un cuerpo primario interconectado a un cuerpo secundario de manera que los cuerpos pueden oscilar longitudinalmente uno respecto a otro. Una masa de bloque está conectada de manera viscoelástica al cuerpo primario. La masa de bloque tiene características efectivas de masa, rigidez y amortiguación. El movimiento longitudinal de los cuerpos se variará en respuesta a los cambios de movimiento de las olas en el entorno de las olas en el que se despliega el convertidor de energía undimotriz, para mantener la oscilación fuera de fase de los cuerpos, aumentando así la fuerza impulsora impartida al generador y, por lo tanto, aumentando la producción de energía eléctrica del generador.

Resumen de la invención

55 [0009] En un aspecto de la invención, se proporciona un convertidor de energía undimotriz (WEC) que comprende: un flotador para moverse hacia arriba y hacia abajo en fase con las olas; un espeque para guiar el movimiento hacia arriba y hacia abajo del flotador; el espeque tiene una parte superior y una parte inferior, la parte inferior está destinada a estar sumergida permanentemente cuando el WEC está operativo; y un dispositivo de toma de fuerza (PTO) acoplado entre el flotador y el espeque para convertir su movimiento relativo en energía útil que incluye:

60 (a) un tambor que tiene un eje de rotación montado giratoriamente dentro de uno de entre el flotador y el espeque; y

65 (b) medios de cableado conectados entre el tambor y el otro del flotador y el espeque para hacer que el tambor gire en función del movimiento hacia arriba y hacia abajo del flotador,

caracterizado por el hecho de que dichos medios de cableado incluyen un primer y un segundo cable, cada uno de los cuales tiene dos extremos.

5 [0010] En una forma de realización de la invención, el objeto giratorio de la PTO es un tambor que está montado giratoriamente dentro del flotador. Un primer cable está conectado por un extremo a la zona superior del espeque, enrollado alrededor del tambor y conectado por su otro extremo al tambor. Un segundo cable está conectado por un extremo a la zona inferior del espeque, enrollado alrededor del tambor y conectado por su otro extremo al tambor. A medida que el flotador se mueve hacia arriba y hacia abajo, el primer y el segundo cable aplican tensión diferencial al tambor, haciendo que gire. El tambor tiene un eje conectado directamente o mediante una caja de engranajes a un generador eléctrico para generar energía eléctrica. Hay que tener en cuenta que el generador también se puede usar en modo motor para realizar pruebas o para volver a llevar la energía al flotador para establecer resonancia y lograr así una captura de energía óptima.

15 [0011] De acuerdo con otro aspecto de la invención, puede haber tambores montados giratoriamente en el espeque o dentro de este, y cables acoplados entre el tambor y el flotador para hacer que los tambores giren a medida que el flotador se mueve hacia arriba y hacia abajo con respecto al espeque en respuesta al movimiento de las olas.

20 [0012] En la descripción que sigue y en las reivindicaciones adjuntas, el término "dentado", aplicado a la superficie de una estructura, generalmente tiene la intención de incluir dientes, rebordes y/o cualquier tipo de extensiones perpendiculares a la superficie cuya función sea principalmente transmitir un movimiento o desplazamiento. El término "rueda dentada" (también conocida como "rueda motriz") se refiere a una rueda o cilindro dentado u otro elemento de la máquina que se engrana con otro elemento dentado para transmitir movimiento o para cambiar la velocidad o la dirección. El término "tambor", como se usa en el presente documento y en las reivindicaciones adjuntas, se refiere a cualquier objeto giratorio que pueda montarse dentro de un flotador o espeque, como por ejemplo, una bobina, carretes o husos.

25 [0013] De acuerdo con otro aspecto más de la invención, la PTO incluye una cadena tensada de manera apropiada (por ejemplo, transportadora o de transmisión) conectada de manera acoplada a al menos una (o más) rueda(s) dentada(s) montada(s) de forma giratoria dentro del flotador. Los dos extremos de la cadena están conectados de forma fija a las zonas superior e inferior respectivas del espeque. A medida que se mueve el flotador, en relación con el espeque, al menos una rueda dentada gira. El eje de la rueda dentada está acoplado al eje de un generador/motor, ya sea directamente o mediante una caja de engranajes para generar energía.

35 [0014] Alternativamente, las ruedas dentadas pueden montarse de forma giratoria en el espeque o dentro de este, y la cadena puede conectarse al flotador para hacer que las ruedas dentadas giren a medida que el flotador se mueve hacia arriba y hacia abajo. Como en el caso anterior, hay generadores conectados a las ruedas dentadas para generar energía eléctrica a medida que las ruedas dentadas giran.

40 [0015] Los sistemas que incorporan la invención pueden incluir una pluralidad de módulos de PTO dentro del flotador o del espeque. La ventaja de usar una pluralidad de módulos de PTO es que, si algún módulo funciona mal, los módulos restantes pueden seguir estando operativos.

45 [0016] Una característica de la invención es que la PTO se basa en un mecanismo de accionamiento mecánico rotativo e incluye rodamientos giratorios y sellados giratorios. Por lo tanto, se elimina la necesidad de una barra de empuje o de sellados lineales. Por lo tanto, las ventajas de la invención incluyen, pero no se limitan a: el uso de componentes más ligeros que los utilizados en un sistema de accionamiento lineal mecánico de conexión rígida; el uso de rodamientos giratorios y sellados giratorios que están más desarrollados y son más fiables que los sellados lineales; y la eliminación de la barra de empuje costosa y poco fiable.

50 Breve descripción de los dibujos

[0017] En los dibujos anexos (que no están dibujados necesariamente a escala), los mismos caracteres de referencia indican los mismos componentes: y

55 la figura 1A es una vista de un WEC para su uso con la invención en un estado no desplegado;  
 la figura 1B es una vista de un WEC para su uso con la invención cuando el espeque está completamente extendido;  
 la figura 2 es una vista en corte muy simplificada de parte de una PTO que incorpora la invención, que incluye un conjunto de tambor ubicado o montado dentro de un flotador para que el tambor pueda girar a medida que el flotador sube y baja con relación al espeque, haciendo que el tambor gire por medio de cables de subida y de bajada enrollados alrededor del tambor y que terminan en puntos opuestos a lo largo del espeque;  
 60 la figura 2A es un diagrama ilustrativo de un tambor montado dentro de un flotador con cables enrollados alrededor del tambor y unidos al espeque, de acuerdo con la invención;  
 la figura 2B es un dibujo de un conjunto de cable-tambor que puede usarse para aplicar la invención;  
 65 la figura 2C es una vista conceptual del espeque y el flotador con un conjunto de cable y tambor formados según la invención;

la Figura 3 es un diagrama ilustrativo que muestra el acoplamiento de un conjunto de tambor-cable a una caja de engranajes para aumentar la velocidad de rotación para accionar un generador según la invención;  
 la figura 4 es una vista superior de un sistema de WEC con cuatro módulos de PTO (es decir, cuatro (4) conjuntos de tambor, caja de engranajes y generador), que incorpora la invención, acoplado entre el espeque y el flotador;  
 la figura 5 es un diagrama que ilustra la posición de un conjunto de tambor dentro del espeque y un flotador que impulsa el tambor usando poleas, según la invención;  
 la figura 5A es un diagrama que muestra una vista lateral de la forma de realización ilustrada en la figura 5;  
 la figura 6 es un diagrama que ilustra un conjunto de tambor de accionamiento del flotador situado a lo largo de los extremos superior e inferior de un espeque;  
 la figura 7(a) es un diagrama en sección transversal altamente simplificado de un espeque y un flotador con una PTO de cadena y rueda dentada conectada entre ellos; y  
 las figuras 7(b) a 7(e) son vistas detalladas de partes de la PTO de la figura 7 (a).

Descripción detallada de los dibujos

[0018] La figura 1A muestra un convertidor de energía undimotriz (WEC) 8 que comprende un flotador 10 que puede moverse hacia arriba y hacia abajo en relación con un espeque 20 en función de las olas y en fase con ellas. Se muestra una placa de arfada 70 conectada a la parte inferior del espeque 20. En la figura 1, una parte del espeque está plegada para facilitar el remolque y el despliegue del WEC en aguas más profundas. La figura 1B muestra el WEC 8 tal como se desplegaría en un cuerpo de agua. La dimensión desplegada está destinada a mostrar que el espeque puede extenderse completamente. La parte inferior del espeque estará sumergida y permanecerá sumergida cuando el WEC esté operativo.

[0019] Las figuras 2 y 2A muestran un tambor 30 que tiene husos (ejes o árboles) 301a y 301b unidos al tambor y que se extienden axialmente hacia afuera desde el tambor. Los ejes 301a, 301b pasan a través de respectivos anillos 302a, 302b que están ubicados y suspendidos entre la superficie superior y la superficie inferior del flotador y que permiten que el tambor gire en sentido horario o antihorario. Los anillos 302a, 302b se mantienen estacionarios y en su lugar por medio de las barras superiores respectivas 303a unidas a la parte superior del flotador 10 y a las respectivas barras inferiores 303b unidas a la parte inferior del flotador 10. Una vez montado de este modo, el tambor 30 puede girar con relativa libertad en cualquier dirección. Hay que tener en cuenta que el tambor puede girar libremente mientras se mantiene (fijo) en su posición dentro del flotador. Se muestra una cuerda/cable 310 conectada/o por un extremo a un punto fijo 320 del tambor. La cuerda/cable 310 se enrolla alrededor del tambor y se conecta por su otro extremo a un punto superior 200a del espeque, donde el punto 200a está por encima del flotador. Se muestra una cuerda/cable 312 conectada/o a un punto fijo 322 del tambor, enrollada/o alrededor del tambor y luego a un punto 200b en el espeque, por debajo del flotador.

[0020] Los cables 310 y 312 se mantendrán en tensión para provocar la rotación (giro) del tambor 30 cada vez que se mueva el flotador. Se pueden unir resortes a los extremos del cable para garantizar que haya una tensión adecuada.

[0021] Típicamente, debido al movimiento de las olas, el flotador 10 se moverá hacia arriba y hacia abajo, generalmente en fase con las olas. El movimiento del flotador hace que se apliquen fuerzas de tracción a los cables 310 y 312. Las diferencias entre las fuerzas de tracción aplicadas a los cables provocan la rotación (giro) del tambor 30. A medida que el flotador 10 se mueve hacia arriba, la cuerda/el cable inferior 312 sufre una fuerza de tracción adicional, mientras que la fuerza de tracción en el cable superior disminuye. La diferencia entre las fuerzas de tensión en los cables superior e inferior hace que el tambor gire (rote). El eje 301 (a o b) del tambor 30 está acoplado a través de una caja de engranajes 32 para accionar un generador/motor 34, como se muestra en la figura 3. La caja de engranajes 32 funciona para aumentar las velocidades de rotación para que el generador pueda girar a mayor velocidad y funcionar de manera más eficiente.

[0022] A medida que el flotador 10 se mueve hacia abajo, la cuerda/el cable superior 310 sufre una fuerza de tracción adicional, mientras que la fuerza de tracción en el cable inferior disminuye. La diferencia entre las fuerzas de tracción en los cables superior e inferior hace que el tambor gire (rote) y que el tambor gire (rote) para accionar el generador.

[0023] La dirección de rotación del tambor cuando el flotador se mueve hacia abajo será opuesta a la dirección del flotador cuando se mueve hacia arriba. Cuando el tambor acciona un generador de CA cuya salida se rectifica, el cambio en la dirección de rotación no afecta a la producción de energía. Si se desea que haya una rotación unidireccional, se puede acoplar un conjunto de embrague en un punto apropiado a lo largo del conjunto que comprende el tambor, la caja de engranajes y el generador.

[0024] La figura 3 ilustra que el tambor 30 está acoplado a una caja de engranajes 32, que a su vez está conectada a un motor/generador 34. En la figura 3, dos cuerdas [310(1), 310(2)], también designadas como cuerda 1 y Cuerda 2, se muestran conectadas de forma generalmente paralela entre puntos fijos [320(1), 320(2)] en el tambor y un punto (o puntos) 200a a lo largo de la parte superior del espeque 20. De manera simétrica, dos cuerdas [312(1), 312(2)], también designadas como Cuerda 3 y Cuerda 4, se muestran conectadas de forma generalmente paralela

entre puntos fijos [322(1), 322(2)] en el tambor y un punto (o puntos) 200(b) a lo largo de la parte inferior del espeque. El número de cuerdas conectadas en paralelo está determinado por un factor de seguridad requerido y/o configurado para un funcionamiento fiable en el sistema. Cuando aumenta la carga requerida en el sistema de WEC, se puede aumentar el número de cuerdas y/o se puede aumentar el tamaño de las cuerdas. Este sistema permite la escalabilidad del WEC desde diseños de carga ligera hasta diseños de carga pesada. Este sistema de cuerdas múltiples también puede proporcionar el beneficio de la redundancia.

[0025] Cada cuerda se puede precargar para que mantenga un contacto estrecho entre la cuerda y el tambor. Asimismo, cada cuerda puede tener una unión por resorte al espeque (no se muestra) para compensar la fluencia y los efectos similares.

[0026] La figura 4 es una vista ilustrativa a través del flotador 10 y el espeque 20 para mostrar que se puede conectar un número múltiple de módulos de PTO entre el espeque y el flotador. Para fines ilustrativos, se muestran múltiples tambores (30a, 30b, 30c y 30d) y sus cajas de engranajes asociadas (32a, 32b, 32c y 32d) que accionan sus correspondientes conjuntos de motor/generador (34a, 34b, 34c y 34d). Esto ilustra que la generación de energía se puede distribuir entre más de un módulo de PTO. Por lo tanto, en caso de que un módulo funcione mal o quede inoperativo, los módulos restantes permanecerán operativos y proporcionarán o producirán energía. En la Fig. 4 se muestra que el espeque y el flotador tienen una sección transversal circular. Esto es solo para fines ilustrativos. Estos componentes pueden formarse usando cualquier número de formas diferentes y adecuadas.

[0027] El sistema proporciona grados significativos de libertad para la selección de diferentes tamaños de cuerda, material de cuerda y número de cuerdas, cuyas combinaciones se pueden ajustar fácilmente para lograr una optimización del diseño sin perjudicar de forma significativa al diseño de la propia WEC. Los cables pueden estar hechos de material adecuado.

[0028] En las figuras 1 a 4, la PTO se encuentra dentro del flotador. La invención también se puede aplicar con el módulo de PTO 27, que corresponde a la figura 3 y tiene los elementos mostrados en ella, ubicado dentro o alrededor del espeque.

[0029] Por ejemplo, en las Figs. 5 y 5A, el módulo de PTO 27 está ubicado dentro del espeque 20. Un cable de interconexión (o cadena, correa o cuerda) está enrollado alrededor de una polea superior 29 y de un tambor giratorio inferior (o polea) 127 al cual está conectado el módulo PTO 27. La polea superior 29 puede ser giratoria o fija (es decir, no giratoria) mientras que el tambor 127 siempre es giratorio para accionar el módulo de PTO. En ambos casos, tanto la polea 29 como el tambor giratorio 127 tienen posiciones verticales fijas con respecto (y a lo largo) del espeque. Un cable 311 termina por un extremo 312 en el lado superior del flotador, se enrolla alrededor de la polea 29 y el tambor 127 y termina por su otro extremo 313 en el lado inferior del flotador. Para facilitar la descripción, la parte del cable que está por encima del flotador se identifica como 311a y la parte que está por debajo del flotador como 311b. Cuando el flotador se mueve hacia arriba en relación con el espeque 20, el cable sufre fuerzas de tensión que hacen que el tambor 127 gire en una primera dirección. Cuando el flotador se mueve hacia abajo en relación con el espeque 20, el cable sufre fuerzas de tensión que hacen que el tambor 127 gire en una segunda dirección, opuesta a la primera dirección. La rotación del tambor 127 se imparte a su módulo de PTO correspondiente, que típicamente incluirá un generador para producir energía eléctrica.

[0030] La figura 6 muestra que el flotador 10 puede usarse para accionar una PTO superior 27a ubicada a lo largo o dentro de la parte superior del espeque y también para accionar una PTO inferior 27b ubicada a lo largo o dentro de la parte inferior del espeque. Es decir, el sistema de polea superior de la figura 5 puede reemplazarse con otra combinación de tambor (por ejemplo, 30e) y módulo de PTO. En la figura 6, cada tambor (30e, 30f) tiene un eje 301 conectado a una caja de engranajes que está conectada a un generador. Los tambores giran como consecuencia de la tracción diferencial del cable superior e inferior como resultado del movimiento del flotador con respecto al espeque.

[0031] Debe apreciarse que el sistema de accionamiento mecánico proporciona una mayor eficiencia y fiabilidad que los sistemas hidráulicos conocidos. En particular, la invención descrita se basa en movimientos de rotación, lo que lleva a la utilización de sellados giratorios y cojinetes giratorios, que se consideran más fiables y económicos. En general, el sistema hidráulico tiende a tener fugas en cuanto comienzan los movimientos lineales de los cilindros hidráulicos. En particular, la eficiencia hidráulica disminuirá significativamente cuando los sellados hidráulicos comiencen a degradarse.

[0032] Los sistemas de cable de tambor-polea del tipo que se muestra pueden hacerse compactos con un alto factor de seguridad. El diseño se basa en el uso de sellados giratorios y rodamientos giratorios que tienden a ser baratos y fiables. Las cajas de engranajes permiten que los generadores funcionen a una velocidad más alta y más eficiente. Los componentes de la PTO pueden ser modulares, lo que permite el mantenimiento y el reemplazo en el sitio de instalación.

[0033] El sistema de PTO de cable y tambor también puede denominarse sistema de PTO de cable y polea. Este sistema es adecuado para un recorrido de movimiento muy largo (-25 m) para permitir la variación de la marea y la distancia entre las posiciones de mantenimiento (alta) y de tormenta (baja) del flotador. En consecuencia, las

nuevas técnicas de PTO descritas en el presente documento acomodan el recorrido de movimiento muy largo que se desea usar con los tipos de WEC también descritos en este documento.

5 [0034] Como ya se ha descrito, la PTO de cable y polea incluye un tambor giratorio que gira para que el flotador se mueva hacia arriba y hacia abajo. El tambor está conectado por medio de varios cables enrollados alrededor de poleas, cuyo giro a su vez se controla a través de una caja de engranajes o directamente de un generador/motor. El generador/motor puede estar ubicado dentro del flotador o del espeque. A medida que el flotador se mueve hacia arriba y hacia abajo, en respuesta a las olas, el WEC se utiliza para accionar el generador para generar energía eléctrica. Esto define el modo generador, durante el cual se capturará y convertirá la energía a medida que el flotador se mueve hacia arriba y hacia abajo. Alternativamente, el generador/motor puede funcionar como un motor (modo motor) y el motor se puede usar para llevar el flotador hacia arriba (por encima de las olas) hasta una posición de mantenimiento o hacia abajo (completamente sumergido) hasta la posición de tormenta. El motor/generador también se puede usar en el modo motor para realizar pruebas o para impulsar energía al flotador para establecer resonancia y, por lo tanto, lograr una captura de energía óptima.

15 [0035] La figura 7 (a) muestra que un sistema de PTO que incorpora la invención también se puede formar usando una cadena de rodillos o una cadena transportadora pretensada que se extiende desde una parte superior del espeque y se enrolla y engancha alrededor de las ruedas dentadas (y poleas tensoras) ubicadas dentro del flotador y luego se extiende hasta una parte inferior del espeque. El eje de un generador eléctrico y/o caja de engranajes está conectado al eje de una rueda dentada que está engranada con la cadena. Cuando el flotador se mueve hacia arriba y hacia abajo, la rueda dentada gira y acciona el generador y/o la caja de engranajes. Las figuras 7(a) a 7(e) muestran la PTO con una cadena de eslabones (por ejemplo, transportadora o de transmisión), 69, conectada entre el punto superior 200a de un espeque 20 enrollado alrededor de las ruedas dentadas (71, 73, 75) montadas giratoriamente en el flotador 10. Los dientes de las ruedas dentadas están diseñados para engancharse a la cadena que está conectada a la parte inferior del espeque 200b. A medida que el flotador se mueve hacia arriba y hacia abajo, las ruedas dentadas giran y hacen que un generador eléctrico 34, acoplado a las ruedas dentadas, gire para producir energía eléctrica. En la forma de realización de la invención mostrada en la Fig. 7, véanse las Figs. 7(a) y 7(e), las ruedas dentadas (71, 73, 75) pueden girar libremente mientras se mantienen en su lugar dentro del flotador 10, de manera similar a la que se muestra para el tambor en la Fig. 2A. En la Fig. 7(a) se muestran una cadena y 3 ruedas dentadas. Dos de las tres ruedas dentadas están precargadas y conectadas con la cadena de eslabones para garantizar la tensión y la rotación de las ruedas dentadas. Debe apreciarse que puede haber más de un conjunto de cadenas y ruedas dentadas acopladas entre el espeque y el flotador de manera similar a la que se muestra en la Fig. 4. La Fig. 7(b) muestra una cadena de eslabones típica. La Figura 7(c) muestra una rueda dentada con un orificio de eje para montar la rueda dentada en un eje y una sección de anclaje para asegurar la sujeción de la rueda dentada en su lugar. La figura 7(d) muestra una rueda dentada cuyos dientes están enganchados con los eslabones de una cadena. La figura 7(e) ilustra una rueda dentada montada y mantenida en su posición pero capaz de girar y de hacer rotar un generador 34. La disposición mostrada es solo ilustrativa y pueden usarse otras disposiciones para aplicar la invención.

40 [0036] Alternativamente, según la forma de realización mostrada, las ruedas dentadas pueden montarse sobre el espeque o a lo largo este y estar diseñadas para engancharse con una cadena conectada alrededor del flotador para provocar la rotación de las ruedas dentadas en respuesta al movimiento del flotador con respecto al espeque.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Convertidor de energía undimotriz (WEC) (8) que comprende: un flotador (10) para moverse hacia arriba y hacia abajo en fase con las olas; un espeque (20) para guiar el movimiento hacia arriba y hacia abajo del flotador (10); donde el espeque (20) tiene una parte superior y una parte inferior, y la parte inferior está destinada a estar sumergida permanentemente cuando el WEC está operativo; y un dispositivo de toma de fuerza (PTO) acoplado entre el flotador y el espeque para convertir su movimiento relativo en energía útil que incluye:
- 10 (a) un tambor (30) que tiene un eje de rotación montado giratoriamente dentro de uno del flotador (10) y el espeque (20); y  
(b) medios de cableado (310, 312) conectados entre el tambor (30) y el otro del flotador (10) y el espeque (20) para hacer que el tambor (30) gire en función del movimiento hacia arriba y hacia abajo del flotador (10),
- 15 **caracterizado por el hecho de que** dichos medios de cableado incluyen un primer y un segundo cable (310, 312), donde cada cable tiene dos extremos.
- 20 2. WEC según la reivindicación 1, en el que un generador está acoplado al tambor (30) de modo que el generador (34) produce energía eléctrica a medida que gira el tambor (30).
- 20 3. WEC según la reivindicación 2, en el que el generador (34) está acoplado al tambor (30) a través de una caja de engranajes (32) para aumentar la velocidad de rotación del generador (34).
- 25 4. WEC según la reivindicación 1, en el que el tambor (30) tiene un eje de rotación montado giratoriamente dentro del flotador (10); y en el que el primer cable está conectado por un extremo a la parte superior del espeque (20) y por el otro extremo al tambor (30); y en el que el segundo cable está conectado por un extremo a la parte inferior del espeque (20) y está conectado por el otro extremo al tambor (30); las conexiones de los cables al tambor (30) hacen que el tambor (30) gire en función del movimiento hacia arriba y hacia abajo del flotador (10).
- 30 5. WEC según la reivindicación 4, en el que el tambor (30) está posicionado de manera fija entre los lados superior e inferior del flotador (10) a la vez que es libre de girar en sentido horario o antihorario.
- 35 6. WEC según la reivindicación 5, en el que el tambor (30) está acoplado a través de una caja de engranajes (32) a un generador eléctrico (34) para producir energía eléctrica.
- 40 7. WEC según la reivindicación 1, en el que el tambor tiene un eje de rotación montado de manera giratoria en una sección del espeque; y en donde el primer y el segundo cable están conectados entre el flotador y el tambor para hacer que el tambor gire en función del movimiento hacia arriba y hacia abajo del flotador.
8. WEC según la reivindicación 7, en el que el tambor (30) está posicionado de manera fija con respecto al espeque (20) a la vez que está libre para girar en sentido horario o antihorario.
9. WEC según la reivindicación 8, en el que el tambor (30) está acoplado a través de una caja de engranajes (32) a un generador eléctrico (34) para producir energía eléctrica.

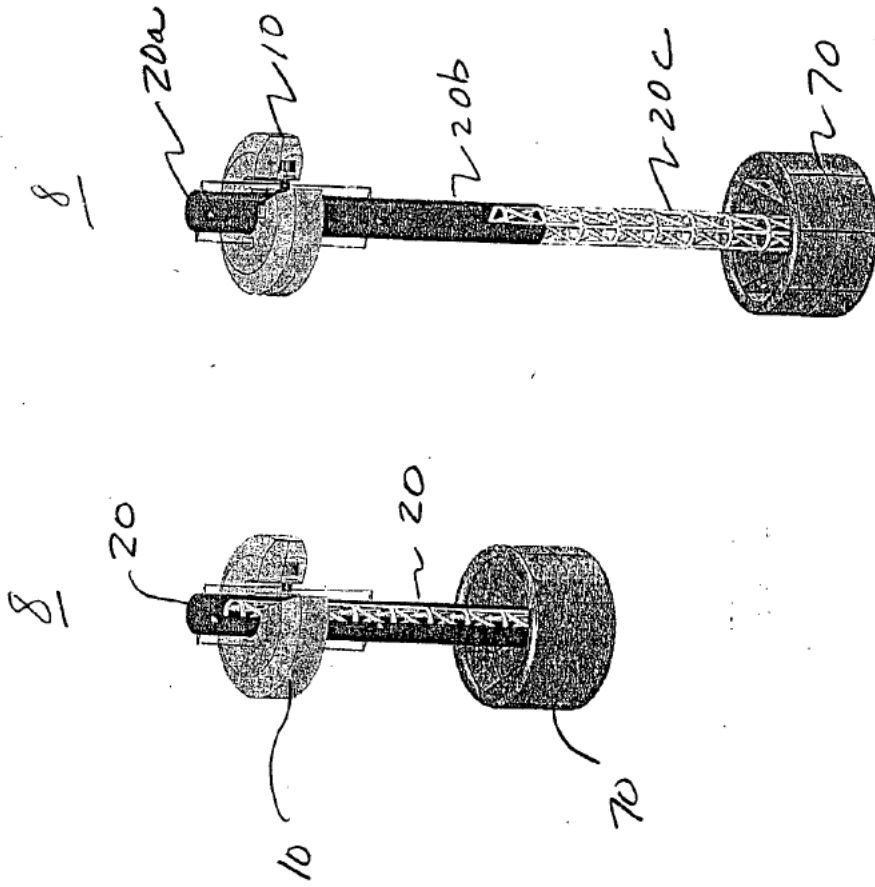
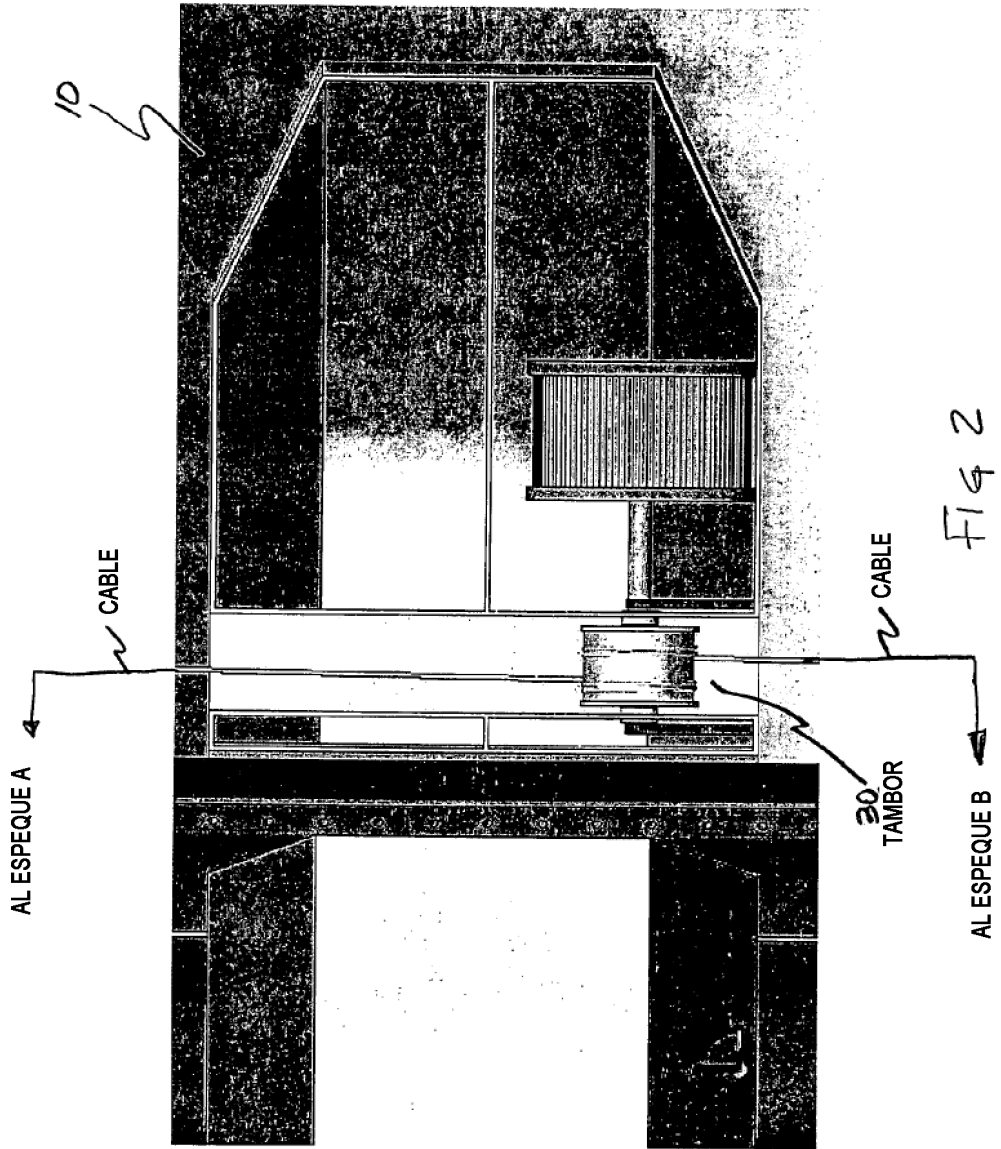
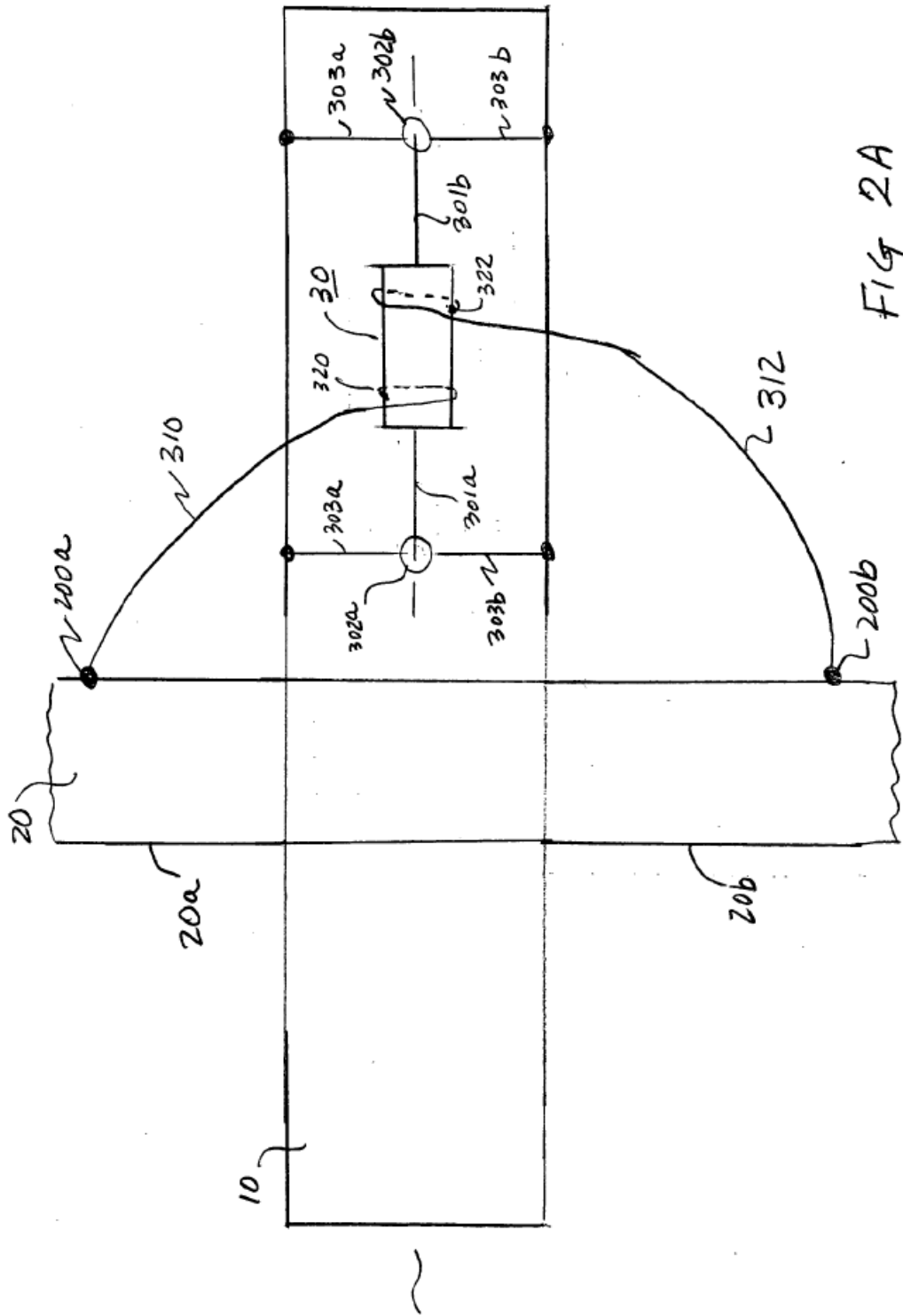


FIG 1A

FIG 1B







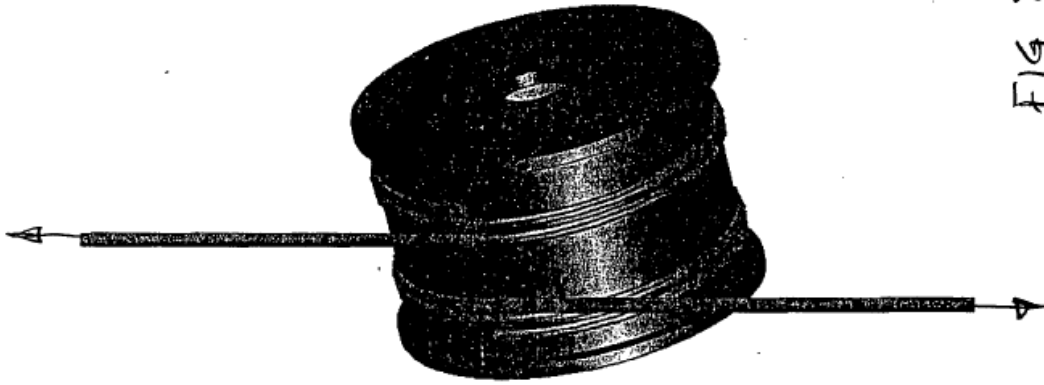


FIG 2B

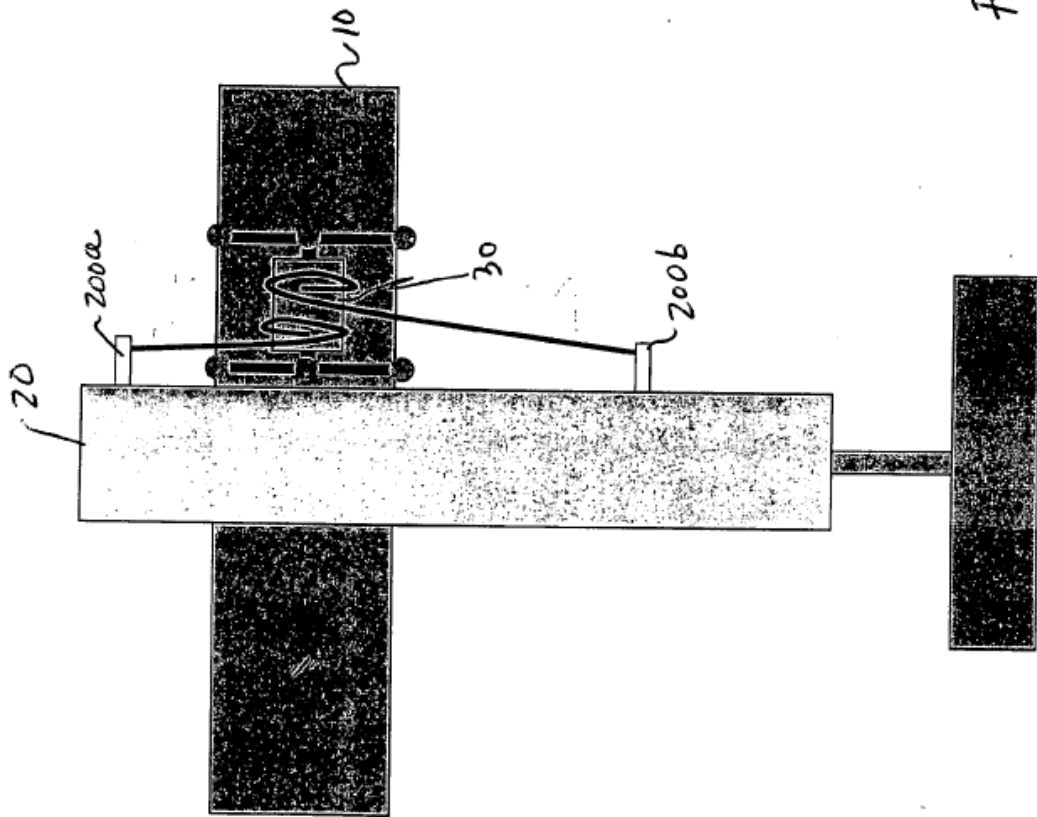


Fig 2C

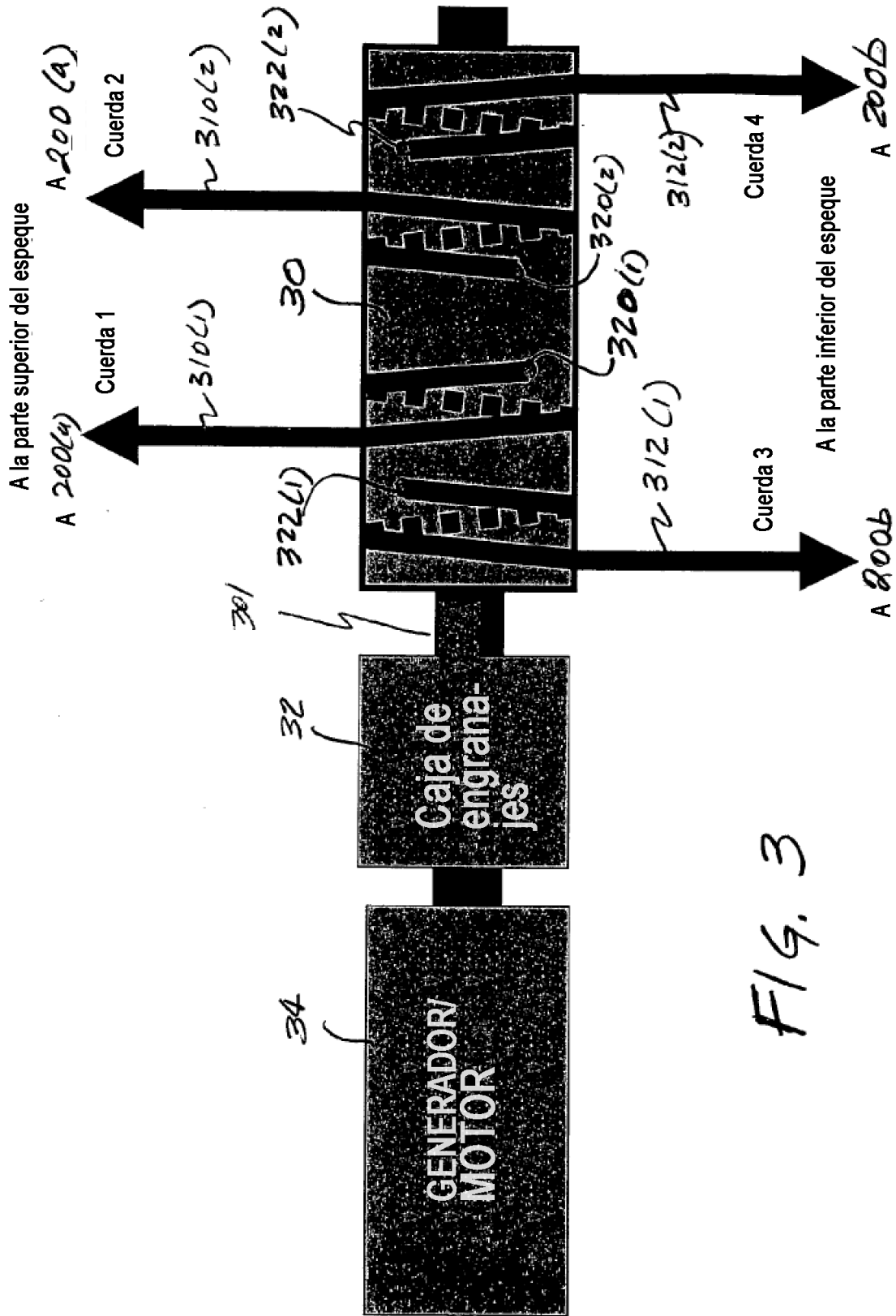


FIG. 3

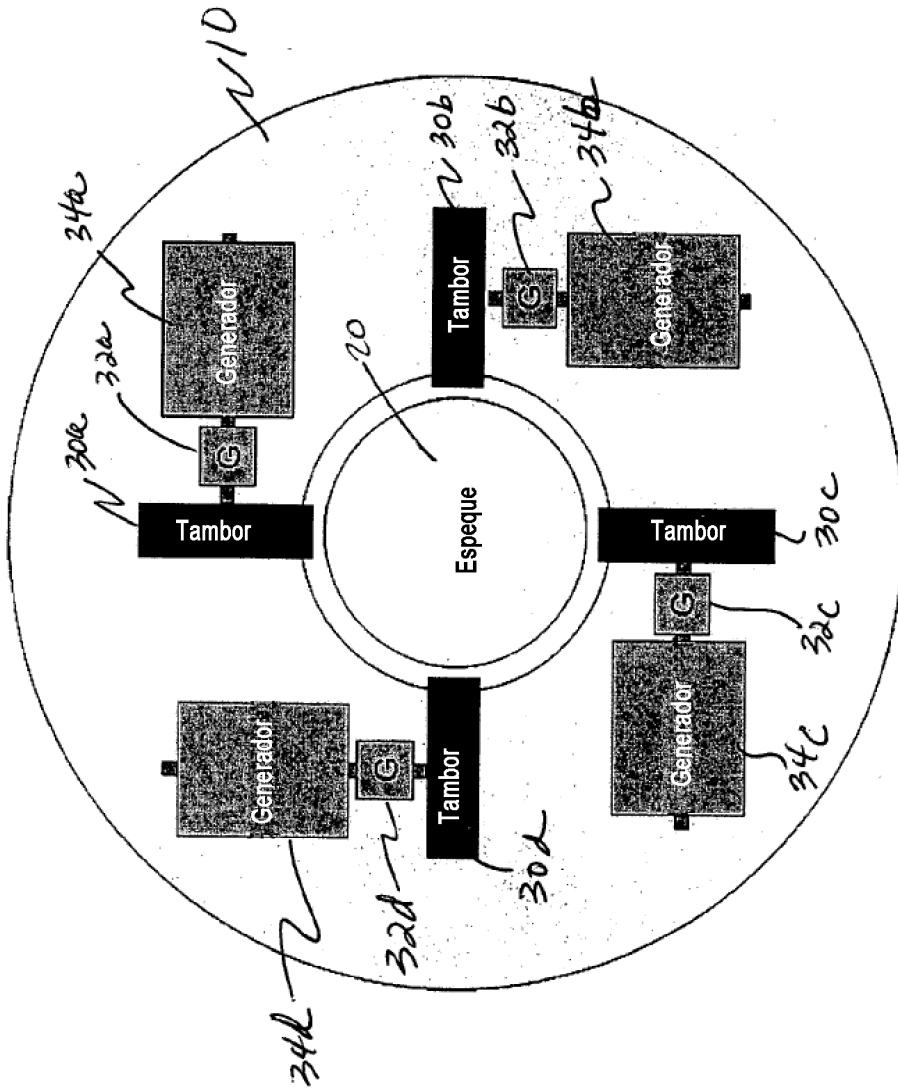


FIG 4

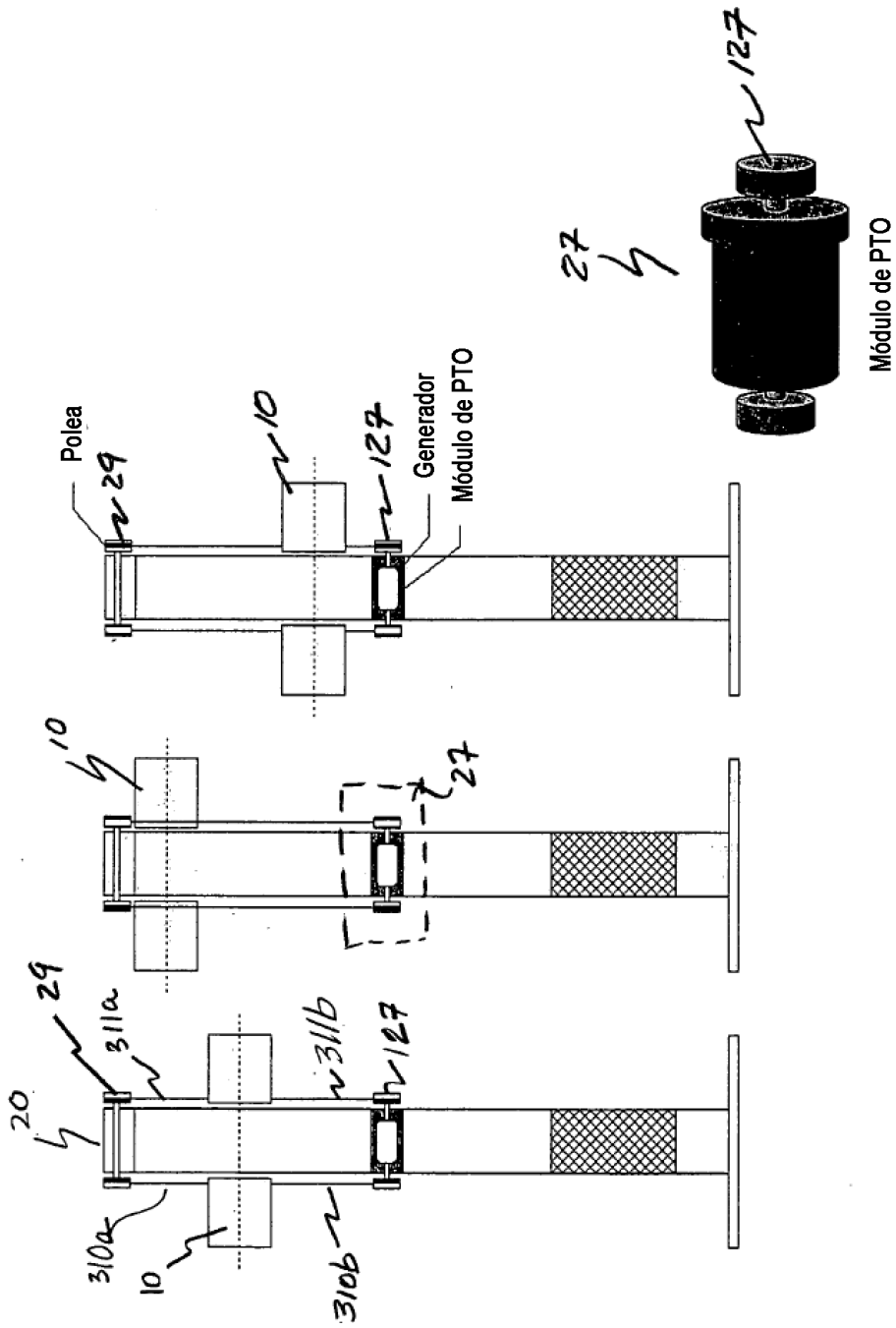


FIG. 5

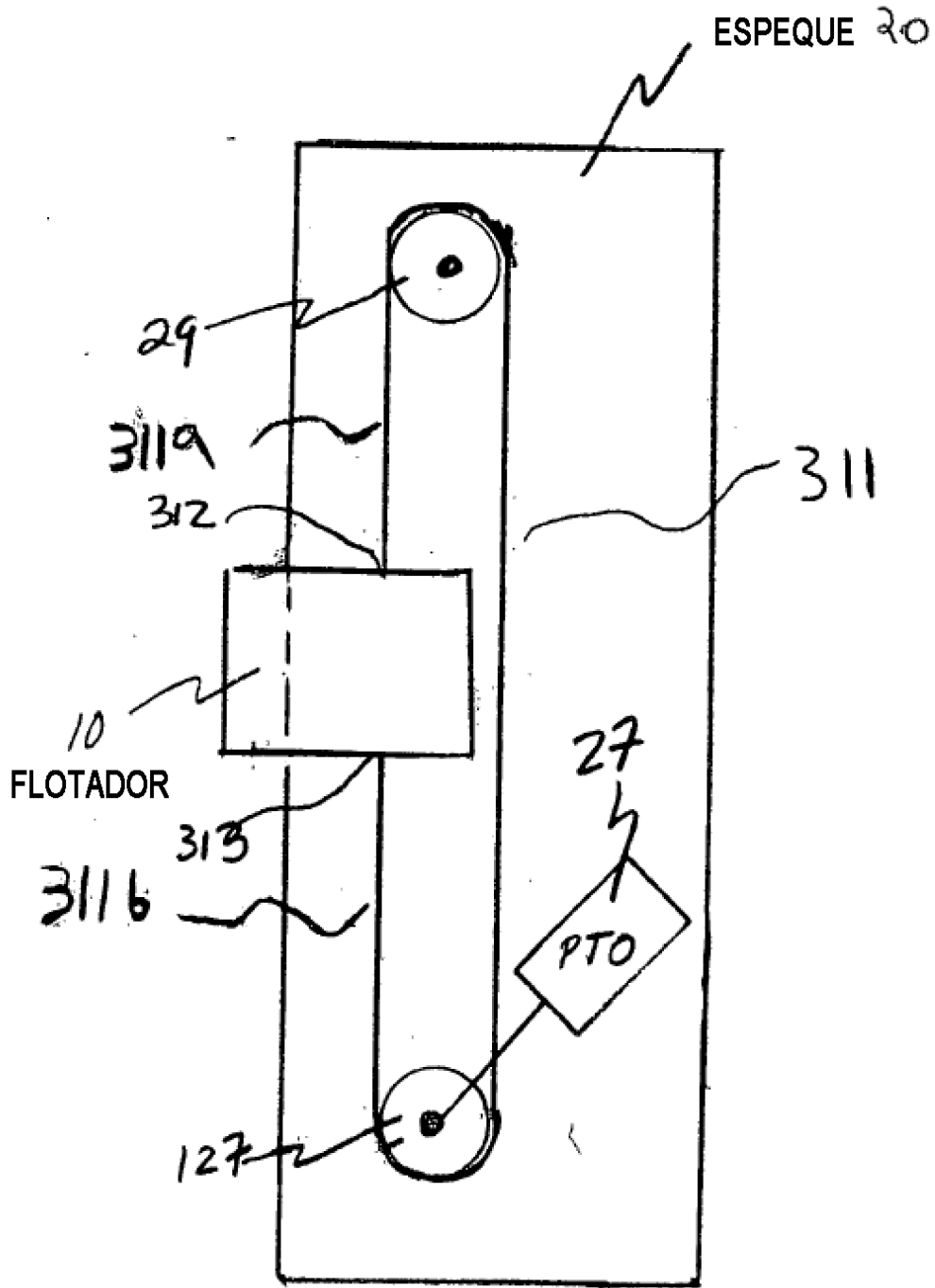


FIG. 5A



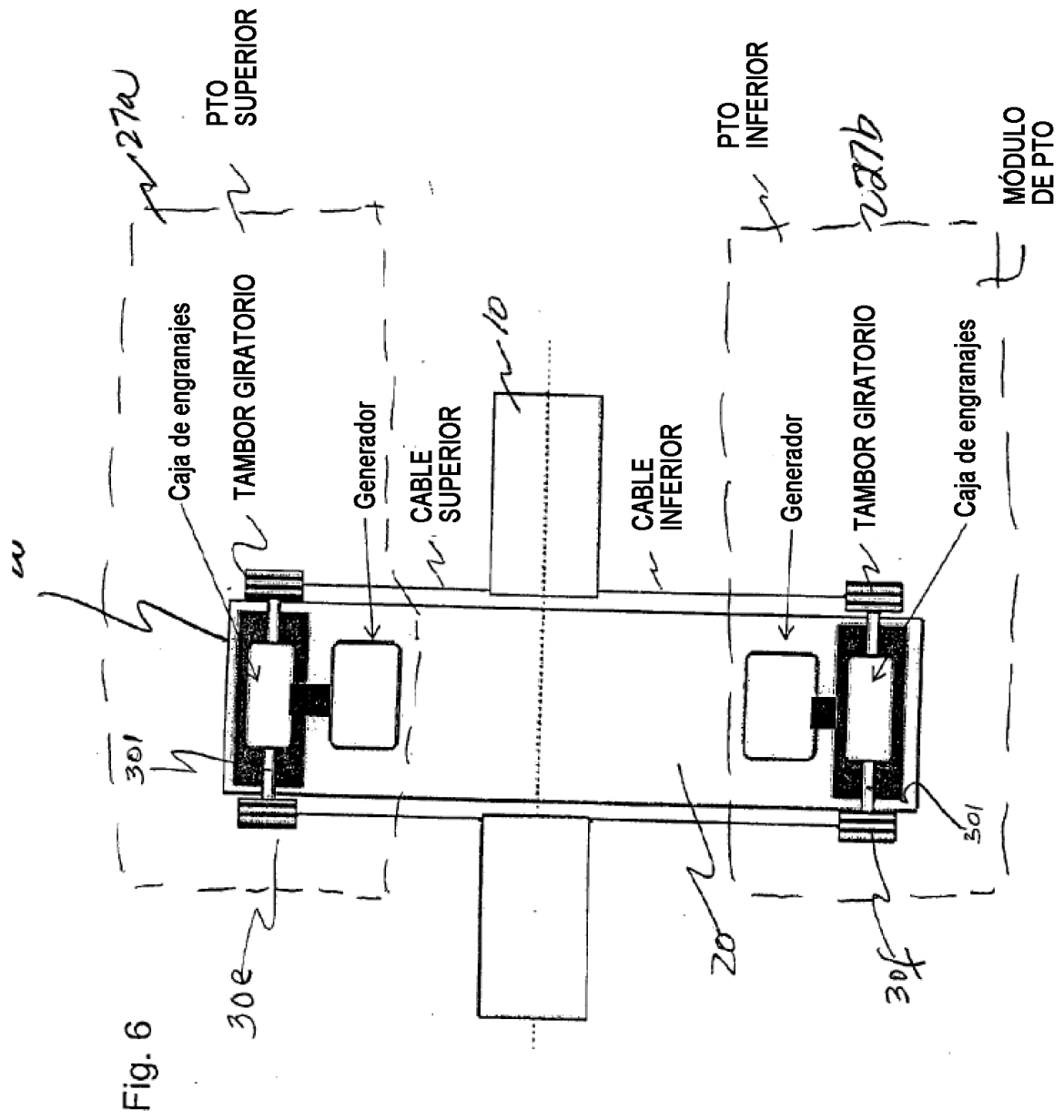


Fig. 6

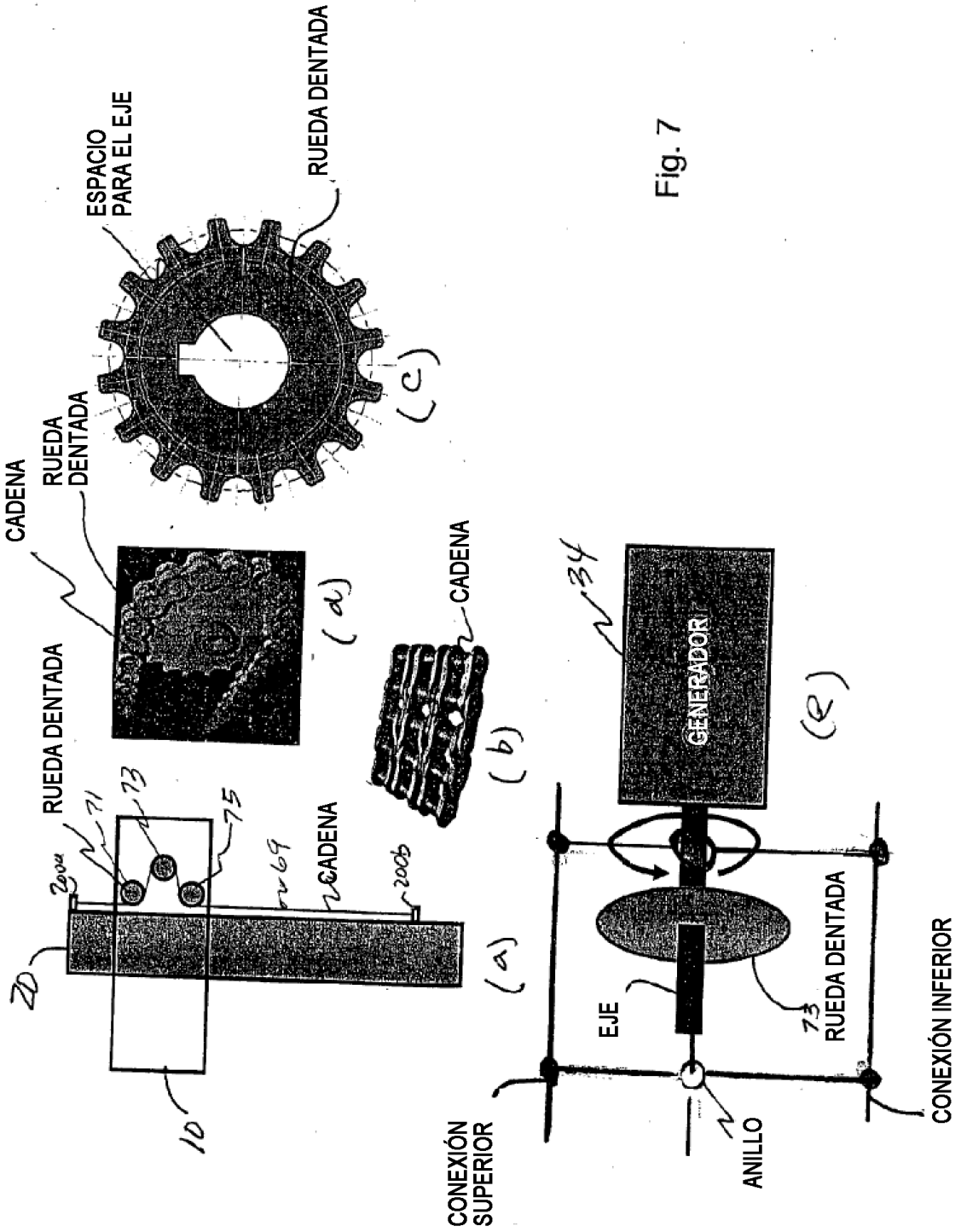


Fig. 7