



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 353 191**

51 Int. Cl.:
F03D 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08802940 .0**

96 Fecha de presentación : **20.06.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2171271**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.04.2010**

54 Título: **Generador eólico con mástil plegable.**

30 Prioridad: **02.07.2007 FR 07 04762**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.02.2011

73 Titular/es: **ALIZEO**
4 rue Saint Florentin
75001 Paris, FR

72 Inventor/es: **Lavaur, Richard;**
De Vivo, Michel y
Ghiretti, Alain

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 353 191 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

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a generadores eólicos con mástiles plegables.

Más específicamente, la invención se refiere a un generador eólico que comprende:

- 5 - un mástil que se extiende a lo largo de un eje longitudinal, entre un extremo inferior y un extremo superior, estando conectado dicho mástil al suelo mediante una articulación y montado de forma giratoria alrededor de dicha articulación, entre una posición erecta sustancialmente vertical y una posición plegada sustancialmente horizontal, estando situada la articulación entre los extremos inferior y superior del mástil, comprendiendo el
10 mástil una parte inferior situada entre la articulación y el extremo inferior, que contrarresta el peso de la góndola, y una parte superior del mástil situada entre la articulación y la góndola, estando conectado un contrapeso de forma móvil a la parte inferior del mástil,
- una góndola sostenida por el extremo superior del mástil, comprendiendo esta góndola un rotor que soporta una turbina,
- 15 - al menos un accionador principal conectado al mástil, y adaptado para hacer girar a dicho mástil entre la posición erecta y la posición plegada.

Los generadores eólicos de este tipo pueden plegarse, por lo tanto, cuando el viento es fuerte, particularmente en áreas propensas a sufrir ciclones.

- 20 La capacidad de plegar el mástil también es beneficiosa a la hora de simplificar la erección inicial y el mantenimiento del generador eólico.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- El documento WO-A-00/36299, que se considera la técnica anterior más cercana a la materia objeto de la reivindicación 1, describe un generador eólico de este tipo, cuya articulación está situada en el extremo inferior del mástil. Un generador eólico de este tipo
25 requiere un accionador particularmente potente (en este caso, un pistón hidráulico) que, dada la larga carrera que un pistón como este necesita tener, lo hace particularmente caro y técnicamente bastante inadecuado y un tanto poco fiable.

OBJETOS Y SUMARIO DE LA INVENCION

- Un objeto particular de la presente invención es aliviar esta desventaja.
30 Para ello, de acuerdo con un aspecto de la invención, un generador de eólico de la clase en cuestión se caracteriza porque comprende un dispositivo de control que incluye, al menos, un accionador adicional que conecta el contrapeso móvil al mástil, y que está adaptado para mover el contrapeso de manera que un centro de gravedad del contrapeso se mueva hacia y desde dicha articulación, a lo largo del eje longitudinal del mástil.
- 35 Gracias a estas disposiciones, el accionador puede ser menos potente que en la técnica

anterior y, por lo tanto, menos caro y más fiable, y esto puede conseguirse sin necesidad de disposiciones particularmente complejas.

En diversas realizaciones del generador eólico de acuerdo con la invención, puede recurrirse también posiblemente a una y/u otra de las siguientes disposiciones:

- 5 - el dispositivo de control está adaptado para mover el contrapeso sincronizado con el giro del mástil, para mover dicho centro de gravedad progresivamente:
 - . lejos de la articulación, a medida que el mástil está girando hacia la posición plegada,
 - . y más cerca de la articulación, a medida que el mástil está girando hacia la posición erecta;
- 10 - el dispositivo de control está adaptado para mover el contrapeso como una función de un ángulo de inclinación del mástil, para equilibrar al menos parcialmente un par de torsión aplicado a dicho mástil por gravedad durante el giro del mástil;
- el dispositivo de control está adaptado para mover el contrapeso como una función de una fuerza externa aplicada al mástil por el viento, para equilibrar al menos parcialmente un par
- 15 de torsión aplicado a dicho mástil por dicha fuerza externa durante el giro del mástil;
- el contrapeso está montado de forma giratoria en el extremo inferior del mástil;
- el contrapeso móvil está montado de forma deslizable a lo largo del mástil;
- el accionador adicional se elige entre un pistón hidráulico y un cabestrante asociado con un cable;
- 20 - dicho contrapeso comprende una masa de un material denso elegido entre hormigón, fundición, clínker y arena;
- la parte inferior del mástil tiene una primera altura y la parte superior del mástil tiene una segunda altura, variando la primera altura entre el 10% y 50% de la segunda altura, preferentemente entre el 15% y el 25% de la segunda altura;
- 25 - el contrapeso tiene una primera masa, teniendo la parte superior del mástil y la góndola juntas una segunda masa, variando la primera masa entre el 30% y el 300% de la segunda masa, preferentemente entre el 50% y el 150% de la segunda masa;
- el accionador principal incluye un pistón hidráulico;
- el accionador principal incluye un motor que acciona un piñón que se engrana con una
- 30 cremallera circular centrada en la articulación, estando conectado uno de dicho piñón y cremallera al mástil;
- el contrapeso está adaptado para engranarse con un dispositivo de anclaje fijo cuando el mástil está en la posición erecta, para bloquear el mástil en dicha posición erecta, y el mecanismo de control está adaptado para engranar y desengranar selectivamente el
- 35 contrapeso del dispositivo de anclaje fijo;

- el contrapeso está conformado para cooperar mediante ajuste con dicho dispositivo de anclaje en una dirección sustancialmente vertical.

Además, de acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere también a un generador eólico que comprende:

- 5 - un mástil que se extiende entre un extremo inferior y un extremo superior, estando dicho mástil conectado al suelo mediante una articulación y montado de forma giratoria alrededor de dicha articulación, entre una posición erecta sustancialmente vertical y una posición plegada sustancialmente horizontal,
- 10 - una góndola sostenida por el extremo superior del mástil, góndola que comprende un rotor que soporta una turbina,
- al menos un accionador conectado al mástil y adaptado para hacer girar a dicho mástil entre la posición erecta y la posición plegada,

caracterizado porque el accionador incluye un motor que acciona un piñón, que se engrana con una cremallera circular centrada sobre la articulación, estando conectado uno de dicho piñón y cremallera al mástil. La articulación puede estar situada entre los extremos inferior y superior del mástil, comprendiendo el mástil, por lo tanto, una parte inferior situada entre la articulación y el extremo inferior, que contrarresta el peso de la góndola, y una parte superior del mástil situada entre la articulación y la góndola.

Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes en el transcurso de la siguiente descripción de cuatro realizaciones de la misma, que se dan a modo de ejemplos no limitantes y con referencia a los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos:

- 25 - la Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un generador eólico de acuerdo con una primera realización de la invención, con su mástil en la posición erecta;
- la Figura 2 es un alzado del generador eólico de la Figura 1, en la posición erecta, en el que una de las placas laterales del mástil se ha omitido para mayor claridad;
- la Figura 3 es un diagrama de bloques que muestra parte del dispositivo para controlar el generador eólico de la Figura 1;
- 30 - las Figuras 4 y 5 son vistas similares a la Figura 2 del generador eólico en el procedimiento de plegado y en la posición plegada, respectivamente, y
- la Figura 6 es una vista similar a la Figura 2 en una segunda realización de la invención;
- las Figuras 7 y 8 son vistas en perspectiva, vistas en dos direcciones diferentes, de la parte inferior del mástil de un generador eólico de acuerdo con una tercera realización de la invención, en la posición erecta,
- 35

- la Figura 9 es una sección vertical de la parte inferior del mástil del generador eólico de las Figuras 7 y 8;
- las Figuras 10 y 11 son vistas en perspectiva que muestran la parte inferior del mástil del generador eólico de las Figuras 7-9, respectivamente, en el procedimiento de plegado y en la posición plegada;
- la Figura 12 es una vista similar a la Figura 9, en una cuarta realización de la invención; y
- la Figura 13 muestra una variante del accionador del contrapeso en la primera realización.

DESCRIPCIÓN MÁS DETALLADA

En las diversas figuras, las mismas referencias denotan elementos que son idénticos o similares.

Como se representa en las Figuras 1 y 2, la invención se refiere a un generador eólico que comprende:

- un mástil de soporte 1 que se extiende entre un extremo inferior 1a y un extremo superior 1b,
- una góndola 2 montada giratoriamente en el extremo superior del mástil de soporte 1, alrededor de un eje vertical Z, conteniendo la góndola 2, en particular, un alternador,
- un rotor 3 montado para girar alrededor de un eje R sustancialmente horizontal y sostenido por la góndola 2, soportando el rotor 3 una turbina 4 con diversas palas 4a, que está diseñado para hacer funcionar el alternador contenido en la góndola 2.

Sin implicar ninguna limitación, el mástil de soporte 1 puede extenderse sobre una altura a aproximadamente 50 a 100 m y su estructura metálica puede pesar, por ejemplo, aproximadamente 50 toneladas (sin incluir el contrapeso mencionado más adelante en el presente documento), mientras que la góndola 2, incluyendo el rotor 3 y la turbina 4, puede pasar de 50 a 70 toneladas. El mástil del soporte 1 puede ser un mástil hueco de, por ejemplo, sección transversal circular o alguna otra, de una anchura que puede ser del orden de 3 a 4 metros en su base.

El mástil 1 está montado de forma giratoria alrededor de una articulación 5, por ejemplo un pivote simple, que permite que el mástil 1 gire alrededor de un eje horizontal Y. El mástil 1 puede girar, por lo tanto, en un plano vertical X, Z entre la posición erecta representada en la Figura 1 y una posición plegada representada en la Figura 5.

La articulación 5 puede conectar el mástil 1, por ejemplo, a dos placas laterales verticales 6 que están ancladas en un pedestal de soporte 7 (de hormigón o metal, por ejemplo) fijado al suelo 8.

El mástil 1 se hace girar mediante un accionador V1, por ejemplo uno o más pistones hidráulicos, que conectan el mástil 1 al pedestal 7 mencionado anteriormente.

Este pistón V1 puede controlarse, por ejemplo, desde una estación de control situada cerca del generador eólico, o de lejos, mediante un dispositivo de control que puede ser en particular como se representa en la Figura 3, que comprende un microordenador 12 o similar, provisto de las interfaces habituales, tales como una pantalla 13, un teclado 14 y similares y controlando, por ejemplo, un controlador 15 (A) que controla, por sí mismo, el pistón V1.

La parte hidráulica del control del pistón V1 no está representada, aunque la conocen bien los expertos en la materia.

Como se representa en las Figuras 1 y 2, de acuerdo con la invención, la articulación 5 está situada en una localización en algún punto entre los extremos inferior 1a y superior 1b del mástil 1, de manera que la parte inferior del mástil, situada entre la articulación 5 y el extremo inferior 1a contrarrestan el peso de la góndola y la parte superior del mástil, situada entre la articulación 5 y el extremo superior 1b del mástil. La proporción 11/12 entre la altura 11 de la parte inferior del mástil y la altura 12 de la parte superior del mástil, por ejemplo, puede variar entre el 10 y el 50% y, en particular, entre el 15 y el 25%.

El peso de la parte inferior del mástil preferentemente se contrarresta con un contrapeso 19 basado en un material denso, por ejemplo fundición, hormigón, clínker, arena o similares (cuando dicho material denso es un material no cohesivo, tal como arena o clínker por ejemplo, el material denso en cuestión está contenido en una cubierta rígida, hecha de acero o similar). El contrapeso 19 puede tener, por ejemplo, una masa que varía entre 30 y 300 toneladas de acuerdo con la situación, en concreto aproximadamente del 30 al 300% de la masa de la parte superior del mástil y la góndola 2, o preferentemente aproximadamente del 50 al 150% de esta masa está representada por la parte superior del mástil 1 y la góndola 2.

En la primera realización de la invención (Figuras 1-5), el contrapeso 19 es un contrapeso móvil, cuyo centro de gravedad G puede situarse a una distancia variable de la articulación 5. En el ejemplo particular representado, el contrapeso móvil 19 está montado de forma giratoria alrededor de una articulación 20, en el extremo inferior 1a del mástil 1.

El contrapeso móvil 19 tiene aquí una forma alargada, por ejemplo ovalada, y puede hacerse girar entre:

- la posición representada en la Figura 2, en la que dicho contrapeso móvil tiene su eje longitudinal sustancialmente perpendicular a la dirección longitudinal del mástil 1, cuando dicho mástil 1 está en la posición erecta,
- y la posición de la Figura 5, en la que el contrapeso móvil 19 tiene su eje longitudinal sustancialmente en la continuación del eje longitudinal del mástil 1, cuando dicho mástil 1 está en la posición plegada.

El contrapeso móvil 19 puede hacerse funcionar mediante un accionador V2, tal como

un pistón hidráulico, por ejemplo, que conecta dicho contrapeso móvil al mástil 1. V2 se incorpora por sí mismo al dispositivo de control 11 descrito previamente (Figura 3) y se controla mediante el controlador mencionado anteriormente 15.

El controlador 15 puede controlar, por ejemplo, el accionador V2 sincronizado con el giro del mástil 1, de manera que el eje longitudinal del contrapeso permanece sustancialmente horizontal (véanse las Figuras 5, 7, 8) o, más generalmente, de manera que:

- el centro de gravedad G del contrapeso móvil 19 se mueve progresivamente lejos de la articulación 5, a lo largo del eje longitudinal del mástil 1 (es decir, la proyección del centro de gravedad G en el eje longitudinal A del mástil se mueve progresivamente lejos de la articulación 5) cuando el mástil 1 está girando hacia su posición plegada,
- y de manera que dicho centro de gravedad G se mueve progresivamente más cerca de la articulación 5 (es decir, la proyección del centro de gravedad G en el eje longitudinal A del mástil se mueve progresivamente hacia la articulación 5) cuando el mástil 1 está girando hacia su posición erecta.

Más precisamente, el movimiento del contrapeso 19 puede controlarse de acuerdo con la inclinación del mástil 1, de manera que dicho movimiento compensa, al menos parcialmente, el par de torsión creado por el mástil 1, la góndola 2, el rotor 3 y la turbina 4 cuando el mástil 1 está inclinado. Los movimientos del contrapeso 19 se calculan mediante el ordenador 12 y/o el controlador 15, basándose en la inclinación del mástil 1, y el controlador 15 controla entonces que el pistón V2 accione el contrapeso, de manera que siga los movimientos necesarios.

Adicionalmente, el movimiento del contrapeso 19 podría controlarse no sólo de acuerdo con la inclinación del mástil 1, sino también de acuerdo con las fuerzas externas adicionales que podrían aplicarse al generador eólico durante los movimientos de giro del mástil, por ejemplo de acuerdo con los esfuerzos aplicados por el viento. Dichas fuerzas externas adicionales pueden medirse mediante los esfuerzos aplicados al pistón V1 o calcularse a partir de las salidas de los diversos sensores (por ejemplo, un anemómetro - no mostrado en los dibujos). En este caso, los movimientos del contrapeso 19 están calculados por el ordenador 12 y/o el controlador 15 basándose en la inclinación del mástil 1 y en dichas fuerzas externas adicionales, y el controlador 15 controla entonces que el pistón V2 accione el contrapeso, de manera que siga los movimientos necesarios.

Cuando el mástil 1 está en la posición plegada, como se representa en la Figura 5, si es apropiado, puede descansar sobre un balancín de soporte 17, fijado al suelo, y las palas 4a de la turbina, si fuera apropiado, también pueden descansar sobre soporte 18 también fijados al suelo. Estos soportes 18 están destinados a aceptar las palas 4a de la turbina, si fuera apropiado, y pueden estar hechos de un material blando o tener regiones de soportes hechas

de material blando, para evitar dañar las palas de la turbina 4a.

Ventajosamente, el pedestal 7 puede hacerse en un hoyo 9 cavado en el suelo, teniendo este hoyo una forma que sustancialmente complementa la forma del generador eólico, una vez que está en la posición plegada, de manera que este generador eólico ofrece poca resistencia al viento, y no contamina visualmente el paisaje cuando está en la posición plegada.

Los ejemplos de valores numéricos dados anteriormente en el presente documento, en la primera realización de la invención, con respecto a las proporciones de longitud (altura) o masa, entre la parte inferior y la parte superior del mástil 1, permanecen válidos en la segunda, tercera y cuarta realizaciones de la invención.

En la segunda realización representada en la Figura 6, el contrapeso 19 se reemplaza por un contrapeso deslizante 21 que está hecho de un material similar a dicho contrapeso 19 y que está montado de forma deslizante a lo largo del mástil 1, por ejemplo, a lo largo de raíles o guías de deslizamiento 22, en la dirección de la doble flecha 23 (paralela al eje longitudinal del mástil).

El contrapeso móvil 21 está controlado, por ejemplo, por un pistón hidráulico V2, como en la primera realización de la invención, de manera que se mueve sincronizado con el giro del mástil 1, de manera que el centro de gravedad G del contrapeso móvil 21 se mueve progresivamente lejos de la articulación 5, a lo largo del eje longitudinal A del mástil, cuando el mástil 1 está girando en su posición plegada y, a la inversa, de manera que dicho centro de gravedad G se mueve progresivamente más cerca de la articulación 5 a lo largo del eje longitudinal A, cuando el mástil 1 se está erigiendo.

Los otros elementos del generador eólico, y el funcionamiento del generador eólico, (incluyendo el control del contrapeso) son idénticos o similares a los ya descritos con respecto a la primera realización.

En la tercera realización, mostrada en las Figuras 7-11, los elementos del generador eólico y el funcionamiento de los mismos pueden ser idénticos o similares a la primera realización, excepto por las siguientes diferencias, todas las cuales se refieren a la parte inferior del mástil 1.

Como se muestra en las Figuras 7-9, la parte inferior 25 del mástil 1 puede formar un lastre, que está fijado con respecto al mástil, y que puede hacerse, por ejemplo, de fundición, hormigón u otro material denso como se ha descrito previamente para la primera realización, teniendo dicho lastre un centro de gravedad que está situado por debajo de la articulación 5.

La parte inferior 25 del mástil puede extenderse opuesta al pistón V1, mediante una extensión lateral 26. Un contrapeso móvil 27, hecho de materiales similares a los del contrapeso 19 de la primera realización, está montado de forma giratoria en el extremo inferior

de la extensión 26 alrededor del pivote 28.

El vástago del pistón V1 puede estar conectado giratoriamente a dicho pivote 28 y puede extenderse bajo el lastre 25, hacia un soporte 29 en el que el cilindro del pistón V1 está montado de forma giratoria, alrededor de una articulación 30. El soporte 29 está desviado lateralmente del mástil 1 en la dirección X opuesta al pivote 28.

El contrapeso 27, por ejemplo, puede incluir dos placas laterales verticales 31 que se extienden paralelas al plano X, Z y que definen una ranura vertical 32 entre medias. El pistón V1 se extiende en dicha ranura 32 hasta el pivote 28.

Cada una de las placas laterales verticales 31, por ejemplo, puede incluir una parte principal 33 que se extiende en la dirección X entre:

- una parte delantera 34, que sobresale horizontalmente hacia el soporte 29,
- y un brazo trasero 35 que se extiende opuesto al soporte 29 hasta un extremo trasero que está conectado al pivote 28.

Las partes principales centrales 33 de las placas laterales 31 están conectadas juntas mediante un puente superior 36 que se extiende entre las placas laterales en la dirección Y, y el pistón hidráulico V2 puede estar conectado, por ejemplo, entre dicho puente 36 y la parte inferior 25 del mástil, para controlar el giro del contrapeso 27 de una manera similar a la de la primera realización. El pistón V2 puede recibirse, por ejemplo, en un hoyo 40 realizado en la parte inferior 25 del mástil.

Además, las placas laterales 31 del contrapeso 27 pueden incluir respectivamente, adicionalmente, dos muescas inferiores 37 que están dispuestas en correspondencia mutua y que están adaptadas para engranarse mediante ajuste sobre una varilla transversal 38 correspondiente que pertenece al pedestal 7. Esta varilla transversal puede ser, por ejemplo, una varilla de hormigón (especialmente cuando el propio pedestal 7 está fabricado de hormigón) y puede estar revestido con un perfil metálico 39 sobre el cual pueden engranarse las muescas 37 de las placas laterales.

El generador eólico de acuerdo con la tercera realización puede funcionar de la siguiente manera.

Cuando el mástil 1 está en la posición erecta, como se muestra en las Figuras 7-9, el contrapeso se empuja hacia abajo mediante el pistón V2 para mantener las muescas 37 del contrapeso engranadas en la varilla transversal 38, bloqueando de esta manera el mástil 1 en la posición erecta. La varilla transversal 38 constituye, de esta manera, un dispositivo de anclaje fijo con el que el contrapeso 27 coopera ajustando el engranaje cuando el mástil 1 está erecto, para bloquear dicho mástil en la posición erecta.

Cuando el mástil 1 tiene que plegarse, el pistón V2 eleva inicialmente el contrapeso 27

de manera que las muescas 37 del contrapeso se desengranan de la varilla transversal 38, el pistón V1 hace girar el mástil 1 hacia abajo, como se muestra en la Figura 10, hasta que el mástil 1 está completamente plegado en la posición horizontal, como se muestra en la Figura 11.

5 Durante este procedimiento, el pistón V2 está controlado para hacer girar el contrapeso 27 durante el giro del mástil, para mover progresivamente el centro de gravedad G del contrapeso 27 lejos de la articulación 5, a lo largo del eje longitudinal A del mástil cuando el mástil 1 está girando hacia abajo, hacia la posición plegada. De esta manera, el contrapeso 27 se hace girar en su posición más alejada de la articulación 5 cuando el mástil está en la
10 posición plegada (Figura 11).

Cuando el mástil 1 se levanta de nuevo, se hace girar progresivamente el contrapeso 27 hacia la parte inferior 25 del mástil, es decir, hacia una posición donde el centro de gravedad G está más cerca de la articulación 5.

El control del contrapeso se realiza de una manera similar a la de la primera realización.

15 **En la cuarta realización**, mostrada en la Figura 12, los elementos del generador eólico y el funcionamiento del mismo pueden ser idénticos o similares a la tercera realización, excepto por las siguientes diferencias.

La parte inferior 25 del mástil se extiende lateralmente no sólo mediante la extensión 26, sino también mediante una extensión 26a adicional, opuesta a la extensión 26, y simétrica a la
20 extensión 26. La parte inferior 25 del mástil se extiende también hacia abajo, sobre toda la extensión lateral de la extensión 26 hasta la extensión 26a, mediante una placa lateral 42 vertical. La placa lateral 42 puede disponerse lado a lado con el contrapeso 27.

La placa lateral 42 tiene un borde inferior que es de forma circular, y que está centrado sobre la articulación 5. Este borde inferior forma una cremallera circular 43, centrada sobre la
25 articulación 5, y que se extiende sobre un ángulo α medido desde la articulación 5. El ángulo α puede ser, por ejemplo, al menos de 90°, por ejemplo aproximadamente 100°.

La varilla transversal 38 y el perfil metálico 39 están interrumpidos en correspondencia con la cremallera circular 42, para evitar la interferencia entre ellos o, como alternativa, la cremallera circular puede estar situada por encima de la varilla transversal 38 y el perfil 39.

30 Un piñón 43 se engrana con la cremallera circular 42 y este piñón 43, que está montado de forma giratoria sobre un soporte 44 sostenido por el pedestal 7, está controlado mediante un motor y un engranaje M, controlado a su vez por el controlador 15. En esta realización, se omite el pistón V1, obteniéndose el giro del mástil haciendo girar el piñón 43 mediante el motor M.

35 En todas las realizaciones descritas anteriormente en el presente documento, el pistón

hidráulico V2, si fuera apropiado, puede reemplazarse por un cabestrante 45 asociado con un cable 45, estando fijado el cabestrante, por ejemplo, al mástil 1, y el extremo libre del cable fijado al contrapeso móvil 19, 21, 27, como se muestra en la Figura 13 en el caso de la primera realización (o la inversa, el cabestrante podría fijarse al contrapeso móvil, y el extremo libre del cable podría fijarse al mástil 1).

Además, en una variante de la cuarta realización, el contrapeso 27 podría fijarse con respecto al mástil 1 en lugar de montarlo giratoriamente en el extremo inferior del mástil 1, en cuyo caso el pistón V2 y la varilla transversal 38 del perfil 39 se omitirían.

REIVINDICACIONES

1. Generador eólico que comprende:

- un mástil (1) que se extiende a lo largo de un eje longitudinal (A), entre un extremo inferior (1a) y un extremo superior (1b), estando conectado dicho mástil al suelo mediante una articulación (5) y montado de forma giratoria alrededor de dicha articulación, entre una posición erecta sustancialmente vertical y una posición plegada sustancialmente horizontal, estando situada la articulación (5) entre los extremos inferior (1a) y superior (1b) del mástil, comprendiendo el mástil una parte inferior, situada entre la articulación y el extremo inferior, que contrarresta el peso de la góndola, y una parte superior del mástil situada entre la articulación y la góndola, estando un contrapeso (19; 21; 27) conectado de forma móvil a la parte inferior del mástil,
- una góndola (2) sostenida por el extremo superior del mástil, comprendiendo esta góndola un rotor (3) que soporta una turbina (4),
- al menos un accionador principal (V1; N; 42; 43) conectado al mástil (1) y adaptado para hacer girar a dicho mástil entre la posición erecta y la posición plegada,

caracterizado porque el generador eólico comprende un dispositivo de control (11) que incluye, al menos, un accionador adicional (V2; 45; 46) que conecta el contrapeso móvil (19; 21; 27) al mástil (1), y que está adaptado para mover el contrapeso (19; 21; 27), de manera que un centro de gravedad (G) del contrapeso se mueve hacia y desde dicha articulación (5) a lo largo del eje longitudinal (A) del mástil.

2. Generador eólico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de control (11) está adaptado para mover el contrapeso (19; 21; 27) sincronizado con el giro del mástil (1), para mover dicho centro de gravedad (G) progresivamente:

- lejos de la articulación (5), a medida que el mástil (1) está girando hacia la posición plegada,
- y más cerca de la articulación, a medida que el mástil está girando hacia la posición erecta.

3. Generador eólico de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el dispositivo de control (11) está adaptado para mover el contrapeso (19; 21; 27) como una función de un ángulo de inclinación del mástil (1), para equilibrar, al menos parcialmente, un par de torsión aplicado a dicho mástil por gravedad durante el giro del mástil.

4. Generador eólico de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el dispositivo de control

(11) está adaptado para mover el contrapeso (19; 21; 27) como una función de una fuerza externa aplicada al mástil (1) por el viento, para equilibrar, al menos parcialmente, un par de torsión aplicado a dicho mástil por dicha fuerza externa durante un giro del mástil.

5 5. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contrapeso (19; 27) está montado de forma giratoria en el extremo (1a) del mástil.

6. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el contrapeso móvil (21) está montado de forma deslizable a lo largo del mástil (1).

10 7. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el accionador adicional se elige entre:

- un pistón hidráulico (V2); y
- un cabestrante (45) asociado con un cable (46).

15 8. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho contrapeso (19; 21; 27) comprende una masa de un material denso elegido entre hormigón, hierro de fundición, clínker y arena.

20 9. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la parte inferior del mástil tiene una primera altura (11) y la parte superior del mástil tiene una segunda altura (12), variando la primera altura (11) entre el 10% y el 50% de la segunda altura (12), preferentemente entre el 15% y el 25% de la segunda altura (12).

25 10. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contrapeso (19; 21; 27) tiene una primera masa, teniendo la parte superior del mástil (1) y la góndola (2) juntas una segunda masa, variando la primera masa entre el 30% y el 300% de la segunda masa, preferentemente entre el 50% y el 150% de la segunda masa.

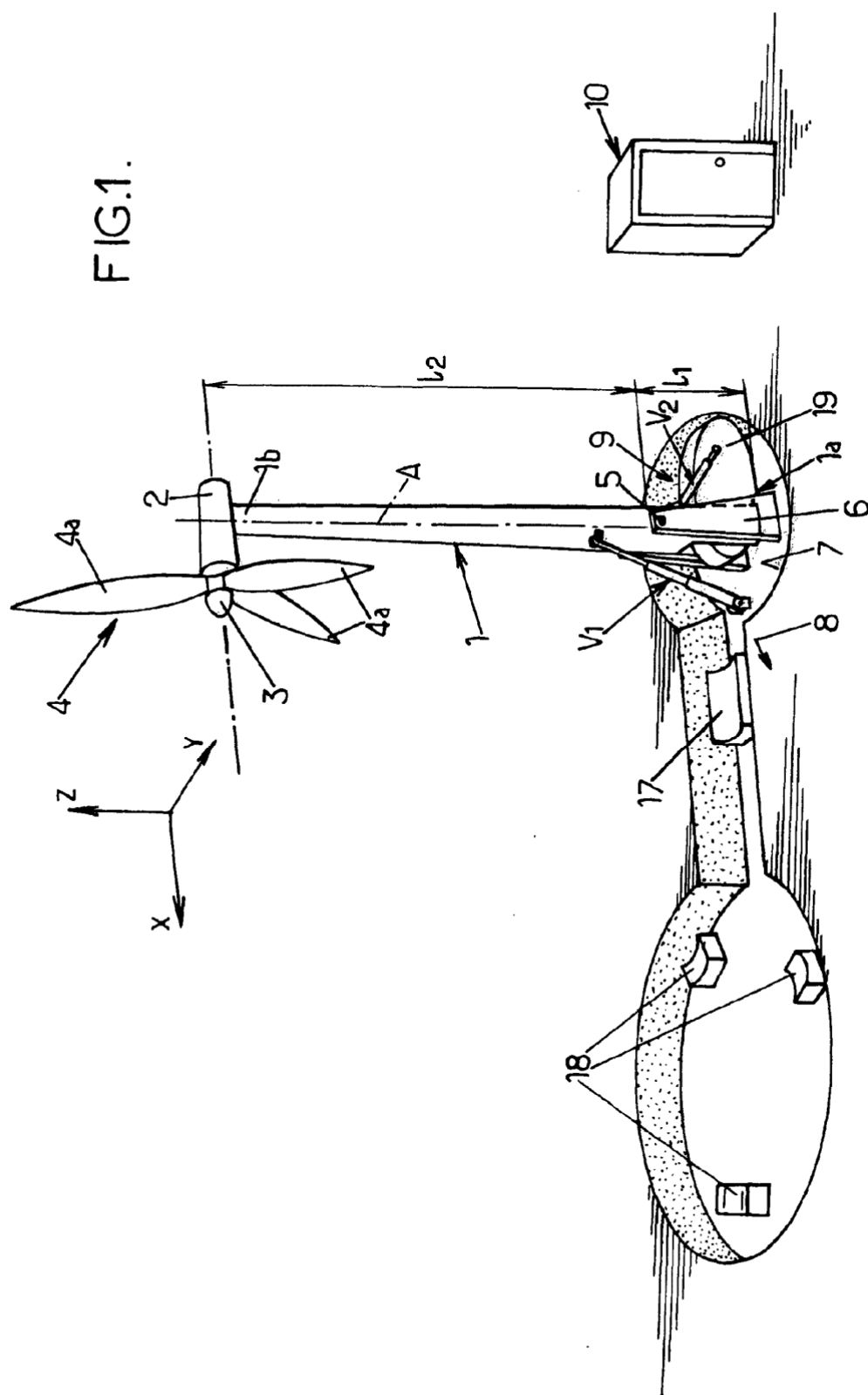
30 11. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en el accionador principal incluye un pistón hidráulico (V1).

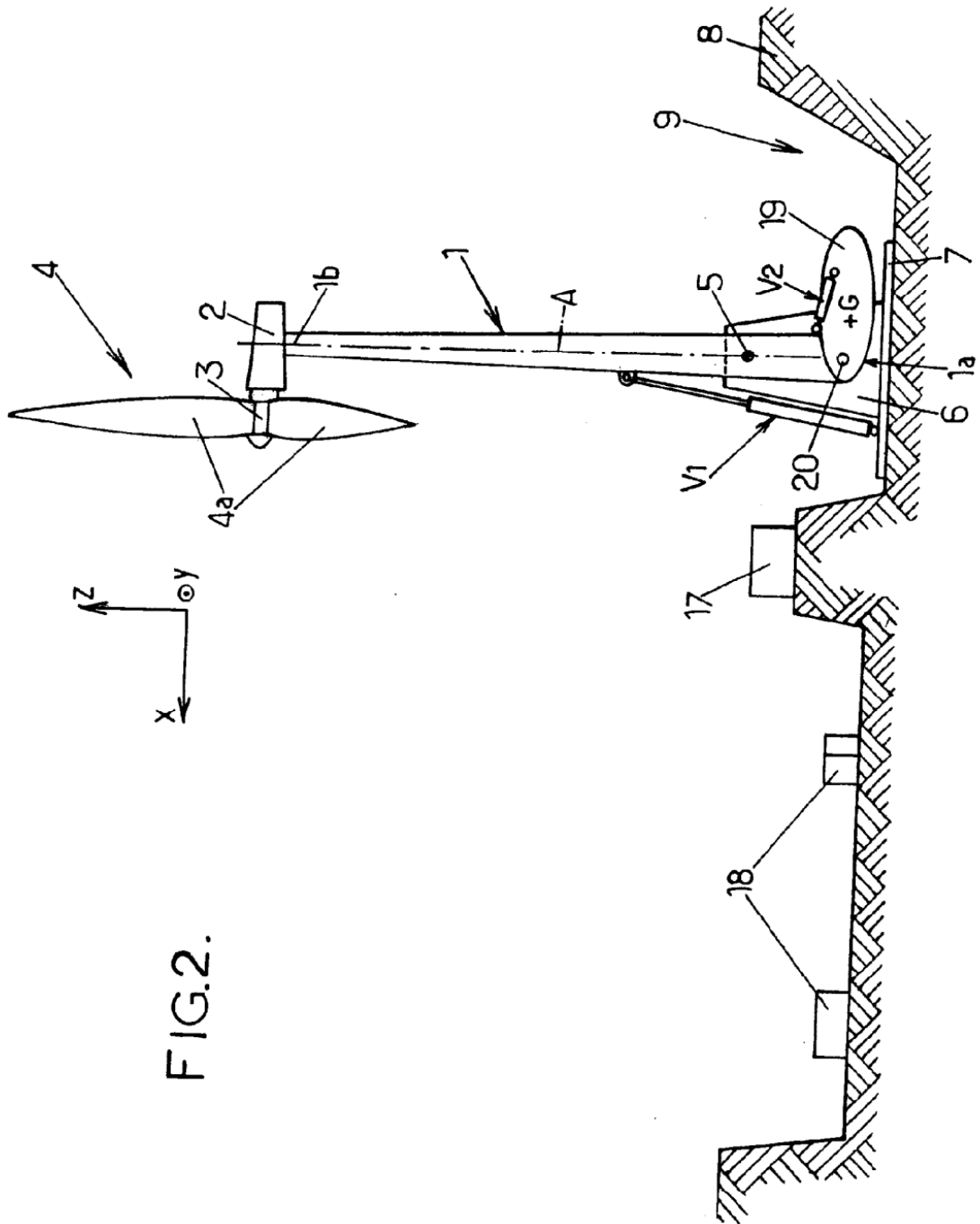
35 12. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el accionador principal incluye un motor (M), que acciona un piñón (43) que se engrana con una cremallera circular (42) centrada sobre la articulación (5), estando conectado uno de

dicho piñón y cremallera al mástil (1).

- 5 13. Generador eólico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contrapeso (27) está adaptado para engranarse con un dispositivo de anclaje fijo (38) cuando el mástil (1) está en la posición erecta, para bloquear el mástil en dicha posición erecta, y el mecanismo de control (11) está adaptado para engranar y desengranar selectivamente el contrapeso (27) de dicho dispositivo de anclaje fijo (38).
- 10 14. Generador eólico de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el contrapeso (27) está conformado para cooperar por ajuste con dicho dispositivo de anclaje fijo (38), en una dirección sustancialmente vertical.

FIG.1.





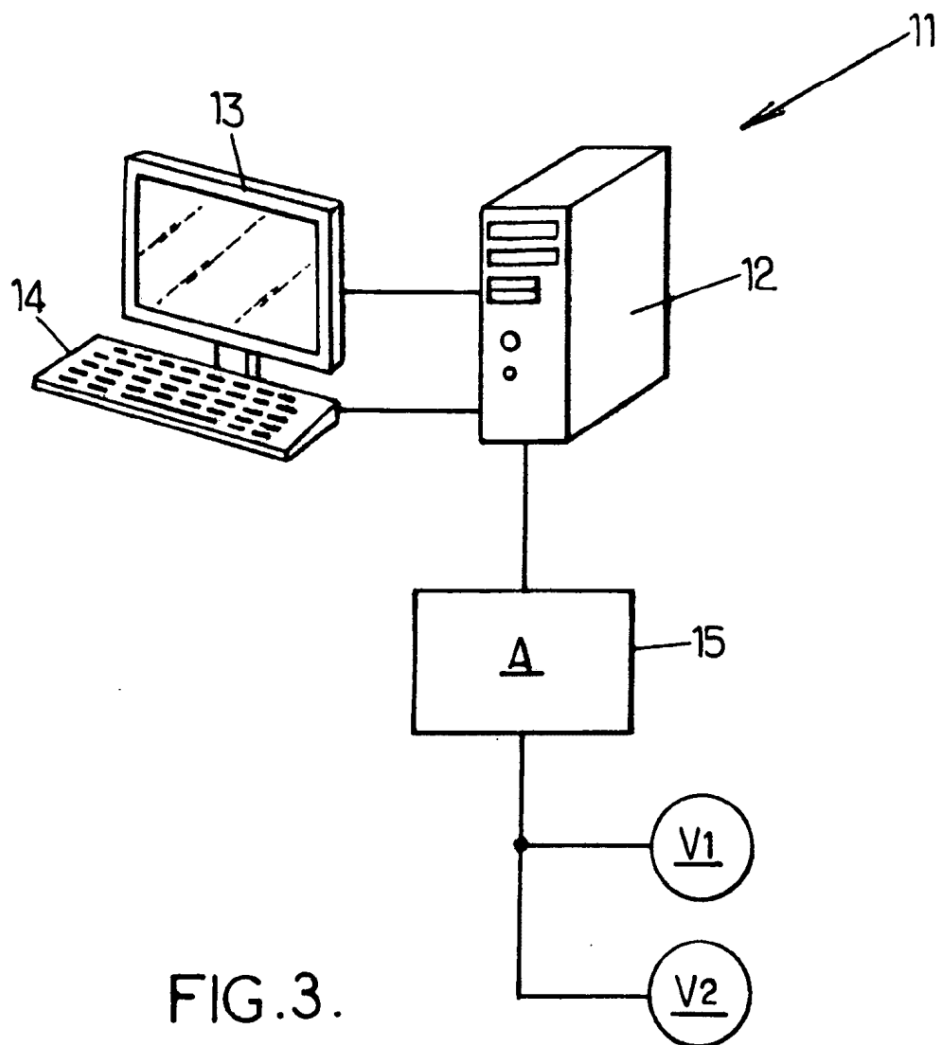
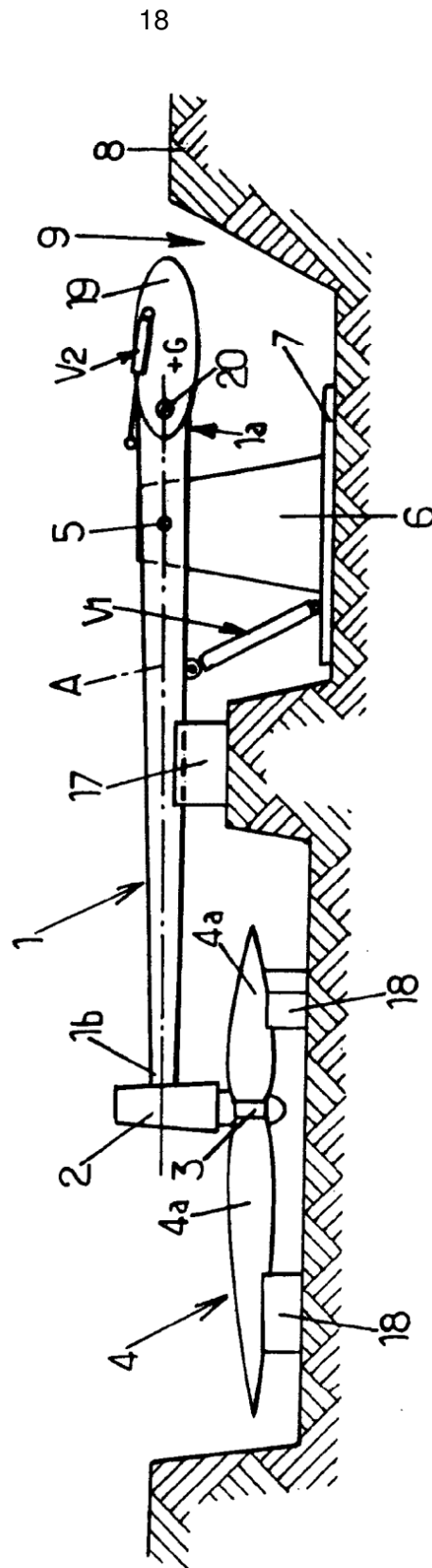
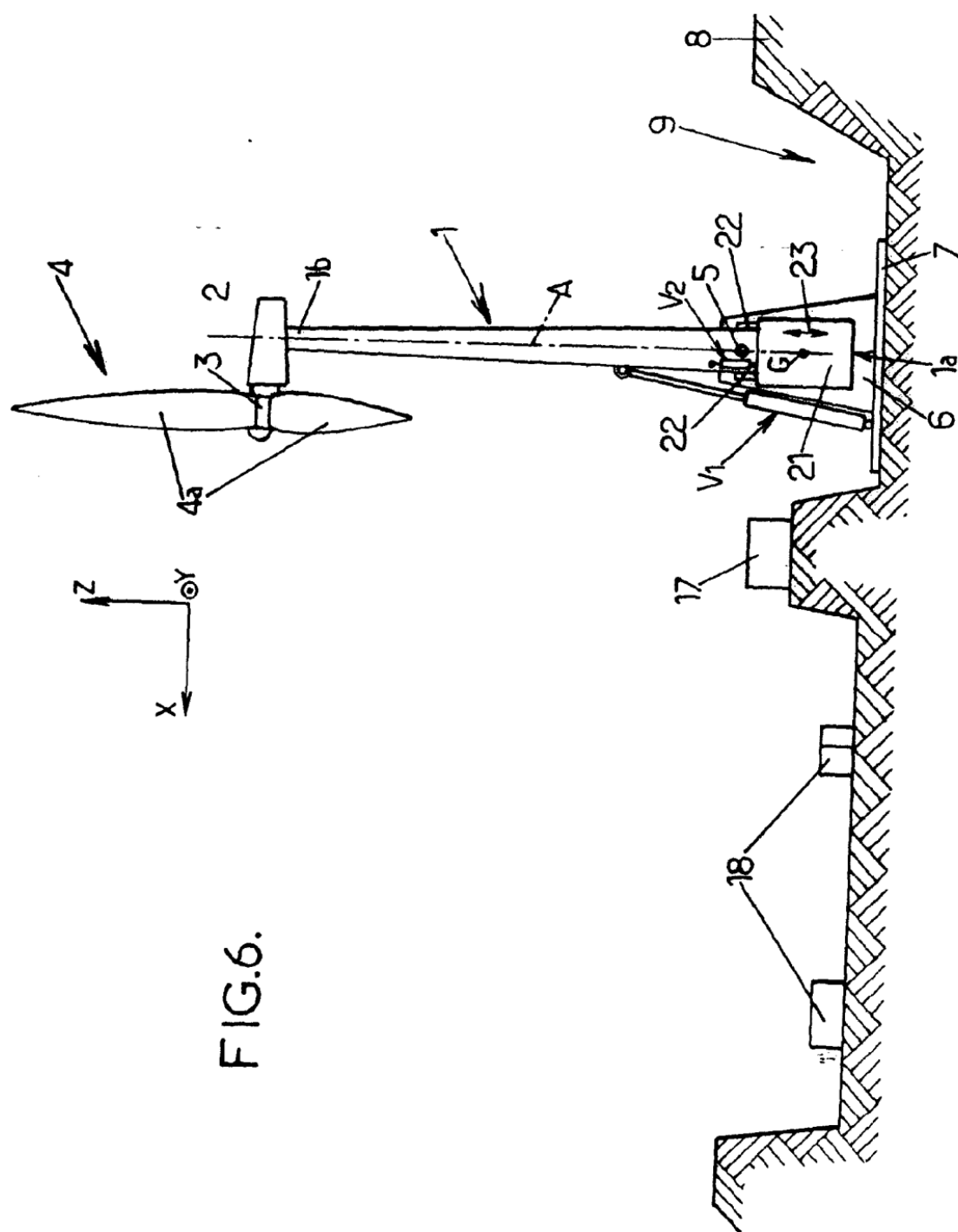


FIG.5.





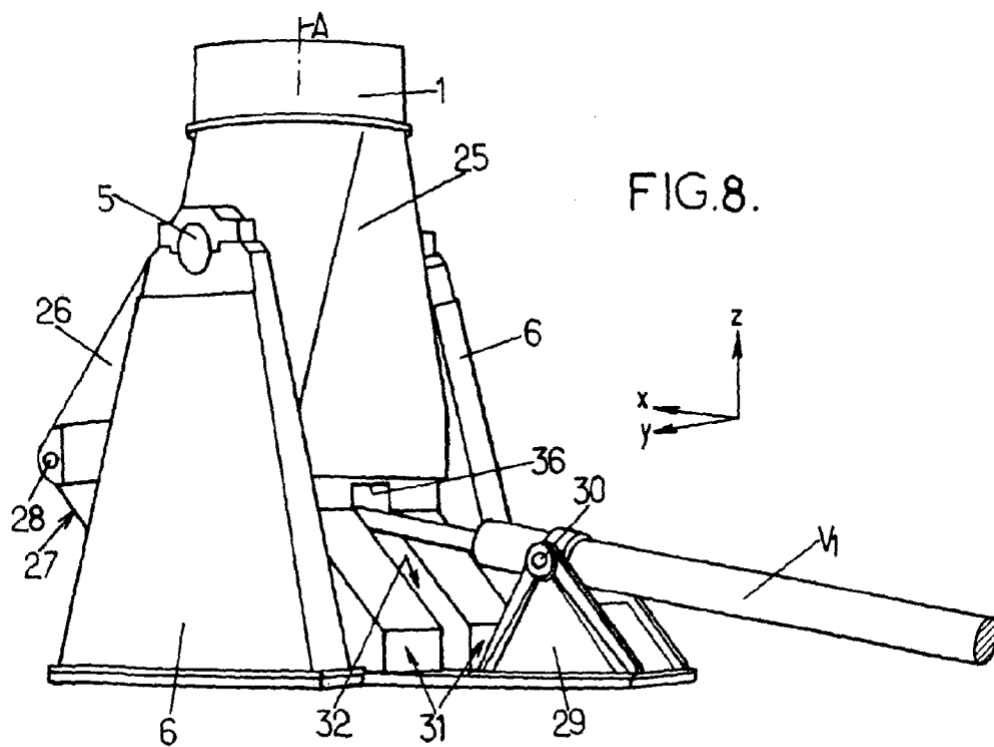
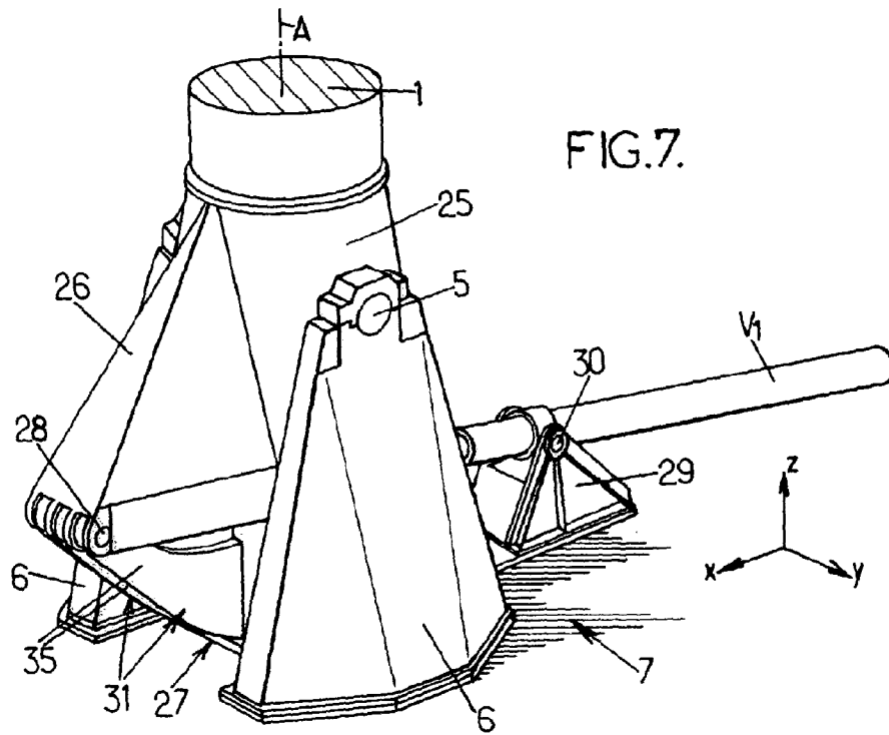


FIG.9.

