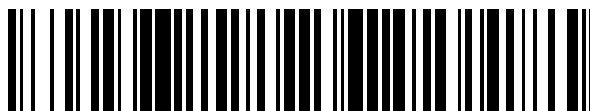


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 585**

51 Int. Cl.:

**F03D 15/00** (2006.01)

**F03D 80/00** (2006.01)

**F03D 13/10** (2006.01)

**F03D 13/40** (2006.01)

**F03D 80/50** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2011 E 16165517 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 3081807**

54 Título: **Una herramienta y un método para mover un componente del tren de transmisión de una turbina eólica**

30 Prioridad:

**15.12.2010 DK 201001126**

**15.12.2010 US 423287 P**

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

**26.03.2020**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)**

**Hedeager 44**

**8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**MOGENSEN, MORTEN y**

**HØEG, BENDT**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 750 585 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**

Una herramienta y un método para mover un componente del tren de transmisión de una turbina eólica

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a una herramienta para mover un componente del tren de transmisión en una góndola de una turbina eólica de eje horizontal. Normalmente, en las turbinas eólicas de eje horizontal, un rotor de la turbina eólica está montado rotatoriamente en la góndola. El componente está conectado al rotor durante el funcionamiento de la turbina eólica.

**Antecedentes**

Se han sugerido un número de soluciones para manejar las cajas de engranajes de una turbina eólica, generadores y otros componentes del tren de transmisión, por ejemplo, durante el mantenimiento o instalación, véanse por ejemplo los documentos US6232673, EP1291521, SE428042, EP1101936, US7735808, US7644482 y US2010062888. El documento US7944079 describe palas de arrastre para mover una caja de engranajes en una dirección paralela al eje rotacional del rotor. El documento W02009074859 describe un sistema para mover los componentes principales de una turbina eólica en una góndola, en una dirección paralela al eje rotacional del rotor, con un raíl por debajo de los componentes. El sistema comprende un dispositivo de transporte con ajuste de altura y ajuste lateral.

Aunque la solución conocida proporciona algunos medios para mover los componentes del tren de transmisión en una góndola de turbina eólica durante el mantenimiento o instalación, sería deseable mejorar tales medios.

25 **Sumario**

Un objeto de la invención es mejorar la manipulación de los componentes del tren de transmisión cuando estos se mueven en turbinas eólicas de eje horizontal. Otro objeto es mejorar el control de los componentes del tren de transmisión cuando estos se mueven en turbinas eólicas de eje horizontal. Otro objeto más de la invención es proporcionar una herramienta que sea flexible y fácil de usar.

Estos objetos se consiguen con un método para mover un primer y un segundo componente del tren de transmisión en una góndola de una turbina eólica de eje horizontal de acuerdo con la reivindicación 1 y una herramienta para mover un componente del tren de transmisión en una góndola de una turbina eólica de eje horizontal de acuerdo con la reivindicación 4. Características ventajosas adicionales se definen en las reivindicaciones dependientes.

**Descripción de las figuras**

40 A continuación, se describirá una realización de la invención con referencia a los dibujos, en los que:

- la figura 1 es una vista lateral de partes de una turbina eólica, con algunas partes ocultas indicadas con líneas discontinuas,
- 45 - la figura 2 es una vista en perspectiva de una herramienta de acuerdo con una realización de la invención con un componente del tren de transmisión,
- la figura 3 es una vista en perspectiva desde debajo de una parte de la herramienta en la figura 2,
- 50 - la figura 4 muestra una vista en perspectiva esquemática de los accionadores en la herramienta en la figura 2,
- la figura 5 es un diagrama de bloques que muestra las etapas en un método de acuerdo con una realización de la invención,
- 55 - la figura 6 es una vista en perspectiva de la herramienta con otro componente,
- la figura 7 muestra una vista de extremo de una porción de la herramienta en la figura 2,
- la figura 8 muestra una vista en perspectiva esquemática de los accionadores en la herramienta en la figura 2,
- 60 - la figura 9 es una vista en perspectiva de una herramienta de acuerdo con otra realización de la invención con un componente del tren de transmisión,
- 65 - la figura 10 es una vista en perspectiva de la herramienta en la figura 9 con otro componente del tren de transmisión, y

- la figura 11 es un diagrama de bloques que muestra las etapas en un método de acuerdo con una realización de la invención, también representada en la figura 9 y la figura 10.

### Descripción detallada

5 La figura 1 es una vista lateral de partes de una turbina eólica de eje horizontal que comprende un rotor 51, con tres palas 52, una góndola 53 en la que está montado el rotor de forma rotatoria y que, a su vez, está montada encima de una torre 54. La góndola comprende una estructura de góndola que incluye una bancada 55 montada de forma rotatoria en la torre para guiñada y un bastidor de góndola 56 conectado a la bancada 55. El rotor está montado en un árbol principal (no mostrado) que está montado rotatoriamente en una carcasa del árbol principal 57, que a su vez está fijada a la bancada 55. La turbina eólica comprende además un componente del tren de transmisión 1 en forma de un conjunto de una caja de engranajes 2 y un generador 3 en la góndola 53. Debe observarse que, para esta presentación, el generador se considera como un componente del tren de transmisión.

15 La figura 2 muestra el componente 1 desmontado de los otros componentes de impulsión, tal como el árbol principal (no mostrado), que en el estado operativo de la turbina eólica conecta la caja de engranajes y un rotor de la turbina eólica, rotor que comprende al menos una pala. En el estado operativo (figura 1), la carcasa estacionaria de la caja de engranajes 2 está conectada a la carcasa del árbol principal 57 mediante una brida 201 en la caja de engranajes 2, una brida cooperante en la carcasa del árbol principal y pernos que conectan las bridas. Puesto que la carcasa del árbol principal 57 está montada en la bancada 55, la caja de engranajes 2 y el generador 3 están en el estado montado en voladizo desde la carcasa del árbol principal 57 y conectados a la estructura de góndola 55, 56 a través de una carcasa del árbol principal 57. Como se sabe en la técnica, alternativamente, la caja de engranajes 2 y el generador 3 pueden tener conexiones directas respectivas a la estructura de góndola 55, 56.

25 Para esta presentación, se define un sistema de coordenadas fijo de la góndola (véase la figura 2) de la siguiente manera: el eje x es paralelo al eje rotacional del rotor de la turbina eólica, el eje y es horizontal y perpendicular al eje x, y el eje z es perpendicular al eje x y al eje y. (En la mayoría de turbinas eólicas de eje horizontal el eje del rotor está inclinado, por ejemplo, 10 grados, respecto a un plano horizontal, y en tal turbina, el eje x como se ha definido anteriormente, por supuesto también estaría inclinado).

30 Una herramienta 4 para mover el componente del tren de transmisión 1 en la góndola comprende dos unidades de soporte 401 montadas en un miembro longitudinal 561 respectivo de la estructura de góndola. Las unidades de soporte 401 son alargadas, orientadas en paralelo al eje x, y están distribuidas a lo largo del eje y, de manera que puedan localizarse a cualquier lado del componente 1 en el estado montado del mismo. Además, en esta realización, las unidades de soporte 401 están localizadas en una porción inferior del componente en el estado montado del mismo, y tienen la forma de bridas 401 que sobresalen del miembro longitudinal 5 respectivo de la estructura de góndola.

35 La herramienta 4 comprende además dos conjuntos de transporte 402, cada uno dispuesto de manera que coopera con una de las unidades de soporte 401 respectivas y, de esta manera, similarmente localizado a cualquiera de los lados del componente 1. Cada conjunto de transporte 402 comprende un portador que a su vez comprende un vehículo, representado en el presente documento como una pala de arrastre 403. Cada portador comprende también dos primeros dispositivos de ajuste de posición 405 y dos segundos dispositivos de ajuste de posición 406. Cada conjunto de transporte 402 comprende también una porción de interfaz 404, para conexión al componente y una unidad de impulsión 407.

45 Como puede verse en la figura 3, cada pala de arrastre 403 tiene sobre su superficie orientada hacia la unidad de soporte 401 planchas amortiguadoras 408 de un material de baja fricción, para facilitar un movimiento deslizante de la pala de arrastre 403 sobre la unidad de soporte 401. Para conectar el conjunto de transporte a la caja de engranajes durante un procedimiento de mantenimiento o instalación, la porción de interfaz 404 tiene bridas para su conexión a bridas cooperantes 202 (figura 2) en la caja de engranajes 2 mediante orificios pasantes para pasadores en las bridas. La conexión entre la pala de arrastre 403 y el componente se describe más en detalle a continuación.

50 Las unidades de impulsión 407 están en forma de accionadores lineales. En este caso, son accionadores lineales hidráulicos, aunque alternativamente pueden ser accionadores lineales eléctricos o accionadores de tipo tornillo, por ejemplo, provistos de tornillos que se extienden a lo largo del eje x y que se engranan con las roscas hembra en las palas de arrastre 403, que se moverían haciendo girar los tornillos. Los accionadores lineales 407 están adaptados para conectarse a la estructura de góndola y a la pala de arrastre 403, de manera que impulsan la pala de arrastre 403 con el componente en una dirección paralela al eje rotacional del rotor. Más particularmente, cuando la caja de engranajes 2 se libera de la carcasa del árbol principal 57, la caja de engranajes y el conjunto de generador 1 pueden moverse a lo largo del eje x mediante las palas de arrastre 403 y los accionadores lineales 407.

55 Se hace referencia también a la figura 4. En cada conjunto de transporte 402, los dispositivos de ajuste de posición 405, 406, aquí representados como accionadores hidráulicos, están distribuidos a lo largo del eje x. Como puede verse en la figura 4a, el ajuste de altura, es decir, el movimiento a lo largo del eje z del componente 1, puede conseguirse por movimiento simultáneo en la misma dirección de todos los cuatro primeros dispositivos de ajuste de posición 405. Como puede verse en la figura 3, cada primer dispositivo de ajuste de posición 405 es un accionador lineal hidráulico

## ES 2 750 585 T3

adaptado para actuar entre una primera localización 4051 en la pala de arrastre 403 y una segunda localización 4052 en la porción de interfaz 404, siendo la segunda localización más alta que la primera localización. Debe observarse que los dispositivos de ajuste de posición 405, 406, alternativamente, pueden proporcionarse como otro tipo de accionadores, por ejemplo, accionadores lineales eléctricos o accionadores lineales de tipo tornillo (incluyendo tornillos que se engranan en las roscas hembra para provocar el movimiento por giro de los tornillos).

Ahora, haciendo referencia a la figura 3, figura 5 y figura 6, se describirá un método para mover un componente del tren de transmisión, en este ejemplo el generador 3. Como puede verse en la figura 3, la porción de interfaz 404 comprende un primer dispositivo intermedio 4041 al que están conectados los primeros dispositivos de ajuste de posición 405 en dicha segunda localización 4052. La porción de interfaz 404 comprende también un segundo dispositivo intermedio 4042. Cuando se preparan para mover el generador 3, el primer y segundo dispositivos intermedios 4041, 4042 se separan el uno del otro. Se montan dos segundos dispositivos intermedios 4042 para cooperar con las bridas del generador, en los lados respectivos del mismo. El conjunto que incluye el primer dispositivo intermedio 4041, los primeros dispositivos de ajuste de posición 405 y la pala de arrastre 403 se denomina, en este documento, portador.

El método incluye colocar en S101 dos portadores 403, 405, 4041 adyacentes al generador 3, es decir, en una de las unidades de soporte 401 alargadas respectivas, de manera que se sitúen en los lados respectivos del generador. De esta manera, el primer y segundo dispositivos intermedios 4041, 4042 se colocan uno cerca del otro. Posteriormente, las unidades de impulsión 407 se conectan en S102 entre la pala de arrastre y la estructura de góndola. En esta realización, la dirección de las unidades de impulsión 407 se cambia dependiendo del componente que se está manipulando. Cuando únicamente tiene que moverse el generador, las unidades de impulsión 407 se colocan en un lado de los portadores 403, 405, 4041 hacia el rotor, pero como puede verse en la figura 2, cuando la caja de engranajes 2 y el generador 3 se mueven simultáneamente, las unidades de impulsión 407 están colocadas en un lado de los portadores lejos del rotor.

Posteriormente, se montan en S103 dos dispositivos de soporte 4043 en cada dispositivo intermedio 4042. Los dispositivos de soporte 4043 presentan porciones que sobresalen sobre el primer dispositivo intermedio 4041. Posteriormente, el primer dispositivo intermedio 4041 de cada portador 403, 405, 4041 se mueve hacia arriba en S104 mediante los primeros dispositivos de ajuste de posición 405 hacia delante, de manera que se apoye en los dispositivos de soporte 4043. Posteriormente, el generador 3 se afloja en S105 de su conexión a la caja de engranajes 2, de manera que el componente se apoye, mediante los dispositivos de soporte 4043, sobre los portadores 403, 405, 4041. Posteriormente, los portadores 403, 405, 4041 con el generador 3 se mueven alejándose de la caja de engranajes 2, a lo largo de las unidades de soporte 401 mediante las unidades de impulsión 407.

Por supuesto, para montar el generador 3 en la caja de engranajes, se invierten las etapas descritas anteriormente con referencia a la figura 5.

Debe observarse que la herramienta 4 podría comprender alternativamente solo una unidad de soporte 401 montada por debajo del componente 1, y solo un conjunto de transporte 402. De esta manera, los primeros dispositivos de ajuste de posición 405 pueden distribuirse a lo largo del eje x, de manera que puede cambiarse la condición del componente.

Se hace referencia ahora a la figura 7. Los segundos dispositivos de ajuste de posición 406 están cada uno adaptado para proporcionar una fuerza entre el componente y la estructura de góndola, fuerza que es paralela al plano definido por el eje x y el eje y. Cada uno de los segundos dispositivos de ajuste de posición 406 comprende un accionador hidráulico 4061 y un brazo de palanca 4062 montado rotatoriamente, en una junta articulada 4063, a la pala de arrastre 403. El accionador hidráulico 4061 está adaptado para empujar un extremo superior del brazo de palanca 4062 en la dirección del eje y de manera que el extremo inferior del brazo de palanca 4062 por debajo de la junta 4063 entre en contacto y empuje contra la unidad de soporte 401, impulsando de esta manera el conjunto de transporte 402 y el componente 1 en la dirección del eje y, es decir, lateralmente. Durante el movimiento resultante, las palas de arrastre 403 se deslizan lateralmente sobre las unidades de soporte 401.

Se hace referencia a la figura 8, que muestra cómo los segundos dispositivos de ajuste de posición 406 se usan para controlar la posición lateral del componente. Extendiendo simultáneamente los accionadores hidráulicos 4061 de los segundos dispositivos de ajuste de posición 406 sobre el primer lado del componente 1 y manteniendo los accionadores hidráulicos 4061 de los segundos dispositivos de ajuste de posición 406 en el segundo lado del componente 1 replagados, el componente se mueve a lo largo del eje y.

En la realización descrita anteriormente, los primeros dispositivos de ajuste de posición 405 actúan entre otras dos partes del conjunto de transporte 402, en concreto la pala de arrastre 403 y la porción de interfaz 404, y los segundos dispositivos de ajuste de posición 406 actúan entre el conjunto de transporte 402 y la unidad de soporte 401. Son posibles, por supuesto, alternativas para la disposición de los dispositivos de ajuste de posición 405, 406. Por ejemplo, podrían actuar entre la disposición de transporte 402 y el componente 1, entre la disposición de transporte 402 y la estructura de góndola 56 o incluso directamente entre el componente 1 y la estructura de góndola 56.

Aunque los ejemplos anteriores muestran una manipulación de un conjunto de la caja de engranajes y el generador y

de solo el generador, por supuesto, la invención puede usarse también para manipular únicamente la caja de engranajes o cualquier otro componente del tren de transmisión, tal como el árbol principal.

5 Haciendo referencia a la figura 9-figura 11, se describirá una realización de la invención, en la cual cada unidad de impulsión 407 está adaptada para conectarse a la estructura de góndola en más de una localización, de manera que la localización de la conexión entre la estructura de góndola y las unidades de impulsión puede seleccionarse dependiendo del componente a manipular. Una variación de esta solución ya se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2, figura 5 y figura 6 donde se cambió la dirección de las unidades de impulsión 407.

10 En el método, una pala de arrastre 403 se pone en S201 a cada lado de un primer componente, en este caso el generador 3, entre el generador 3 y la estructura de góndola. Posteriormente, las palas de arrastre 403 se conectan en S202 al generador 3, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 5 y la figura 6, y las unidades de impulsión se conectan en S203 entre las palas de arrastre 403 y las primeras localizaciones L1 respectivas, que están fijadas en relación con la estructura de góndola. Posteriormente, las palas de arrastre y el generador se mueven en S204 mediante las unidades de impulsión 407.

15 Para mover juntos la caja de engranajes 2 y el generador, las palas de arrastre 403 se colocan en S205 en los lados respectivos de la caja de engranajes 2 (figura 10), entre la caja de engranajes 2 y la estructura de góndola. Posteriormente, las palas de arrastre 403 se conectan en S206 a la caja de engranajes 2, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 5 y la figura 6, y las unidades de impulsión 407 se conectan en S207 entre las palas de arrastre 403 y las segundas localizaciones L2 respectivas, que se fijan en relación con la estructura de góndola. Posteriormente, las palas de arrastre 403, la caja de engranajes 2 y el generador 3 se mueven en S208 mediante las unidades de impulsión 407.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para mover un primer y un segundo componente del tren de transmisión (1, 2, 3) en una góndola (53) de una turbina eólica de eje horizontal, comprendiendo la góndola una estructura de góndola (55, 56), estando conectados los componentes, durante el funcionamiento de la turbina eólica, a un rotor (51) de la turbina eólica, comprendiendo el método
- 5
- conectar una primera unidad de impulsión (407) entre una primera localización, fijada a la estructura de góndola, y el primer componente o un primer vehículo conectado al primer componente,
  - 10 - mover el primer componente en relación con la estructura de góndola por medio de la primera unidad de impulsión en una dirección paralela al eje de rotación del rotor,
- en el que dicha primera unidad de impulsión es un accionador lineal,
- 15
- conectar una segunda unidad de impulsión entre una segunda localización, que es diferente a la primera localización y fijada a la estructura de góndola, y el segundo componente o un segundo vehículo conectado al segundo componente, y
  - 20 - mover el segundo componente en relación con la estructura de góndola mediante la segunda unidad de impulsión en una dirección paralela al eje rotacional del rotor.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende
- 25
- colocar el primer vehículo entre el primer componente y la estructura de góndola, y
  - conectar el primer vehículo al primer componente,
  - 30 - la etapa de mover el primer componente que comprende mover el primer vehículo con el primer componente en relación con la estructura de góndola por medio de la primera unidad de impulsión, comprendiendo además el método
  - colocar el segundo vehículo entre el segundo componente y la estructura de góndola, y
  - 35 - conectar el segundo vehículo al segundo componente,
  - la etapa de mover el segundo componente que comprende mover el segundo vehículo con el segundo componente en relación con la estructura de góndola por medio de la segunda unidad de impulsión.
- 40
3. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que las unidades de impulsión primera y segunda son idénticas, y/o los vehículos primero y segundo son idénticos.
4. Una herramienta para mover un componente de tren de transmisión (1, 2, 3) en una góndola (53) de una turbina eólica de eje horizontal, comprendiendo la góndola una estructura de góndola (55, 56), estando conectado el componente, durante el funcionamiento de la turbina eólica, a un rotor (51) de la turbina eólica, comprendiendo la herramienta
- 45
- al menos un portador (403, 405, 4041) adaptado para conectarse al componente, para portar el peso del componente, y para soportarse por la estructura de góndola, y
  - 50 - al menos una unidad de impulsión (407) adaptada para conectarse a la estructura de góndola y al portador, para proporcionar una fuerza entre la estructura de góndola y el portador, para impulsar el portador con el componente en una dirección paralela al eje rotacional del rotor.
- 55
5. Una herramienta de acuerdo con la reivindicación 4, en la que
- el portador que comprende un vehículo y un dispositivo de ajuste de posición adaptado para localizarse entre el vehículo y el componente.
- 60
6. Una herramienta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, que comprende
- un vehículo adaptado para conectarse al componente, para portar al menos parte del peso del componente, y para soportarse por la estructura de góndola, y
  - 65 - un dispositivo de ajuste de posición (406) adaptado para ejercer una fuerza entre el componente y la estructura de góndola en una dirección horizontal perpendicular al eje rotacional del rotor, para impulsar dicho

componente en dicha dirección.

7. Una herramienta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4-6, que comprende
- 5 - dos portadores adaptados para localizarse en lados respectivos del componente,
  - dos unidades de impulsión, adaptada cada una para conectarse entre la estructura de góndola y uno de los portadores o el componente, y
  - 10 - dos dispositivos de ajuste de posición, adaptado cada uno para localizarse entre uno de los vehículos y el componente.
8. Una herramienta de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4-7, en la que el dispositivo de ajuste de posición está montado en el vehículo y está adaptado para ejercer la fuerza entre el vehículo y la
- 15 estructura de góndola.

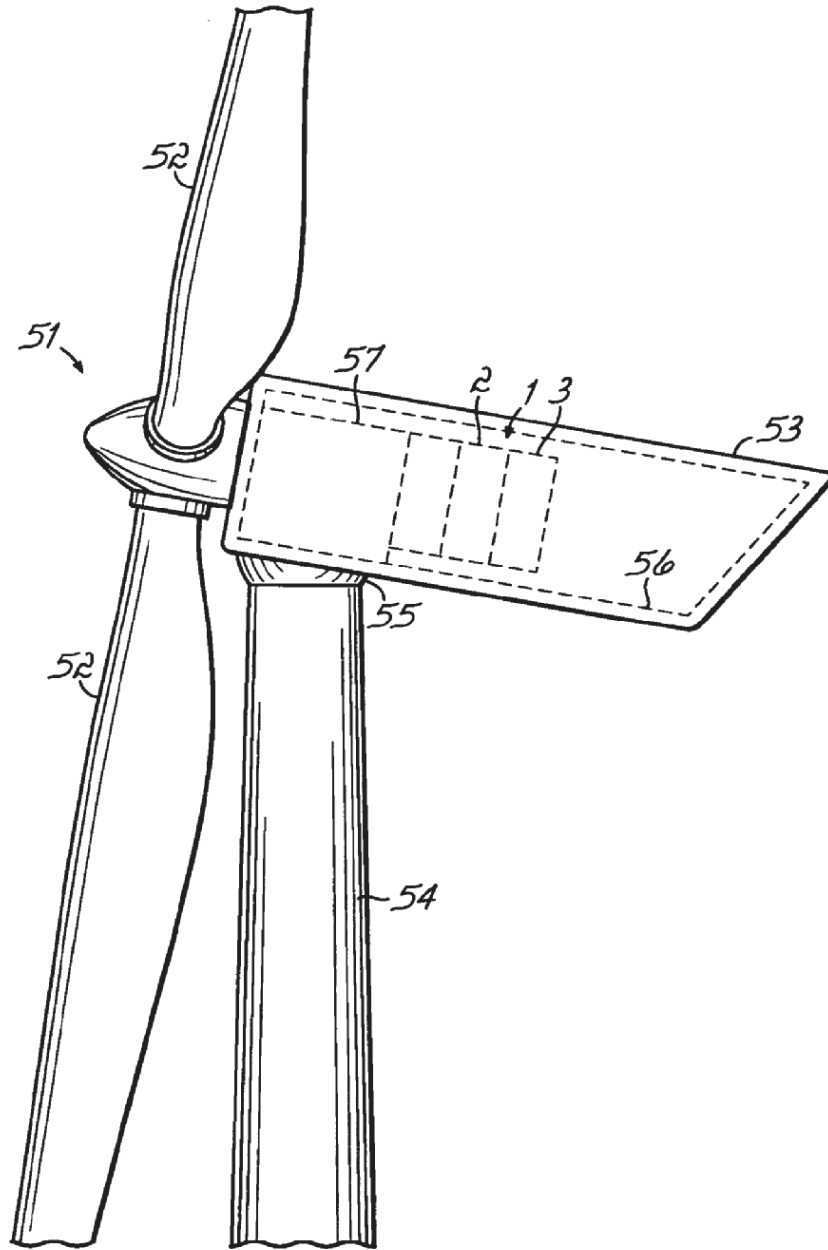


FIG. 1



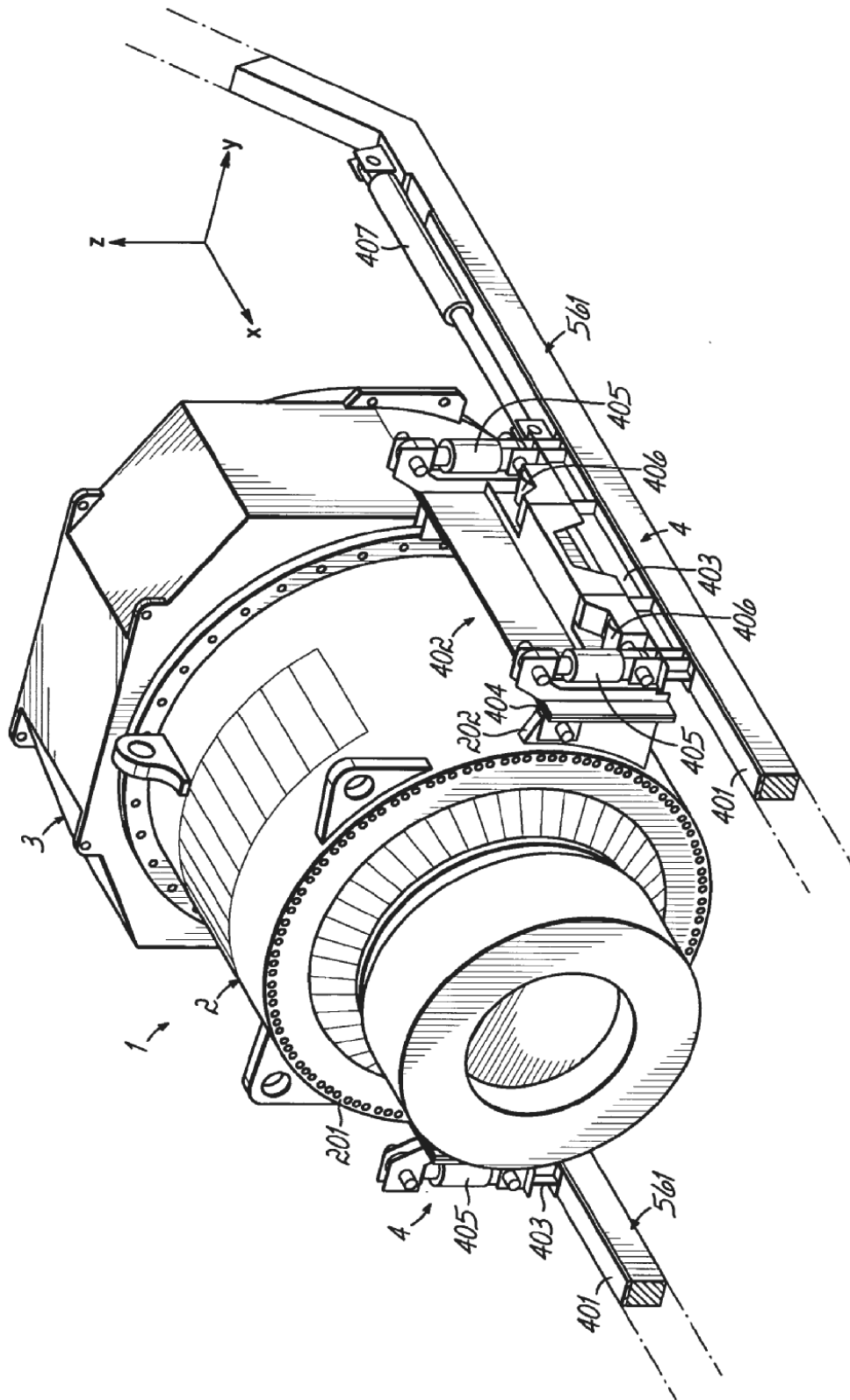


FIG. 2

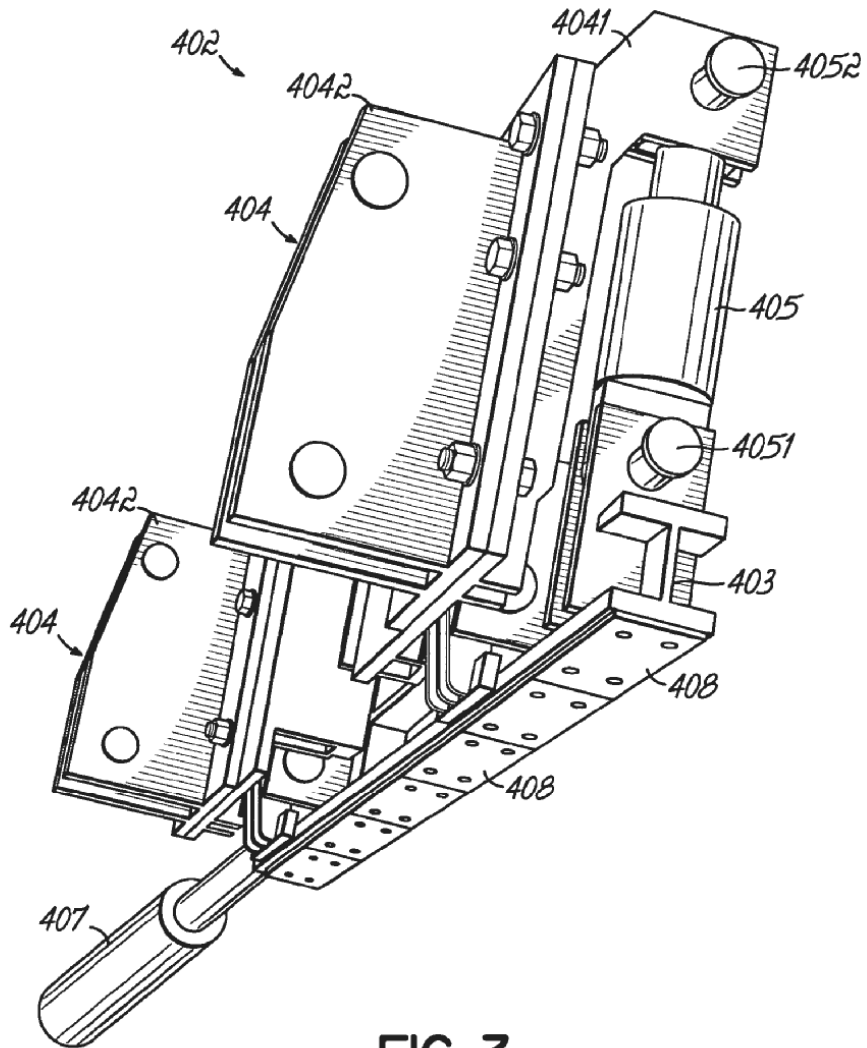


FIG. 3

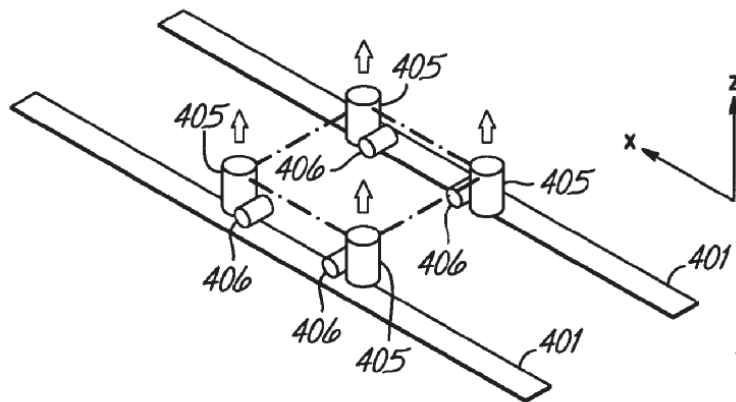


FIG. 4

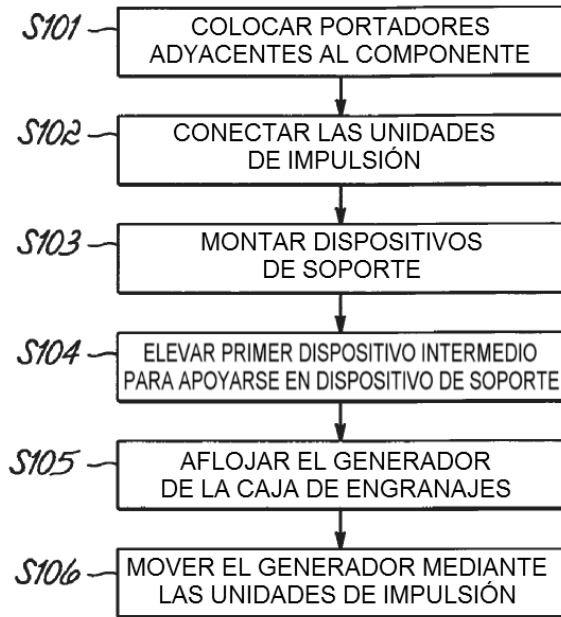


FIG. 5

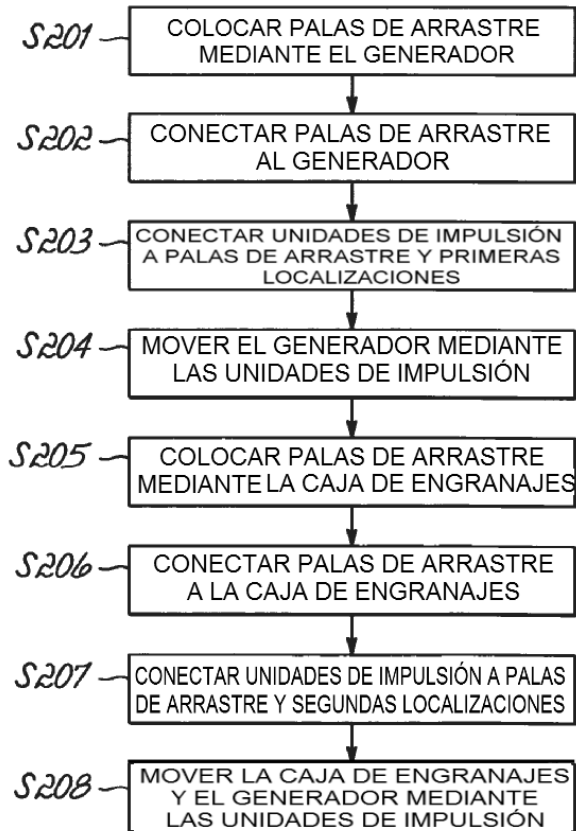


FIG. 11

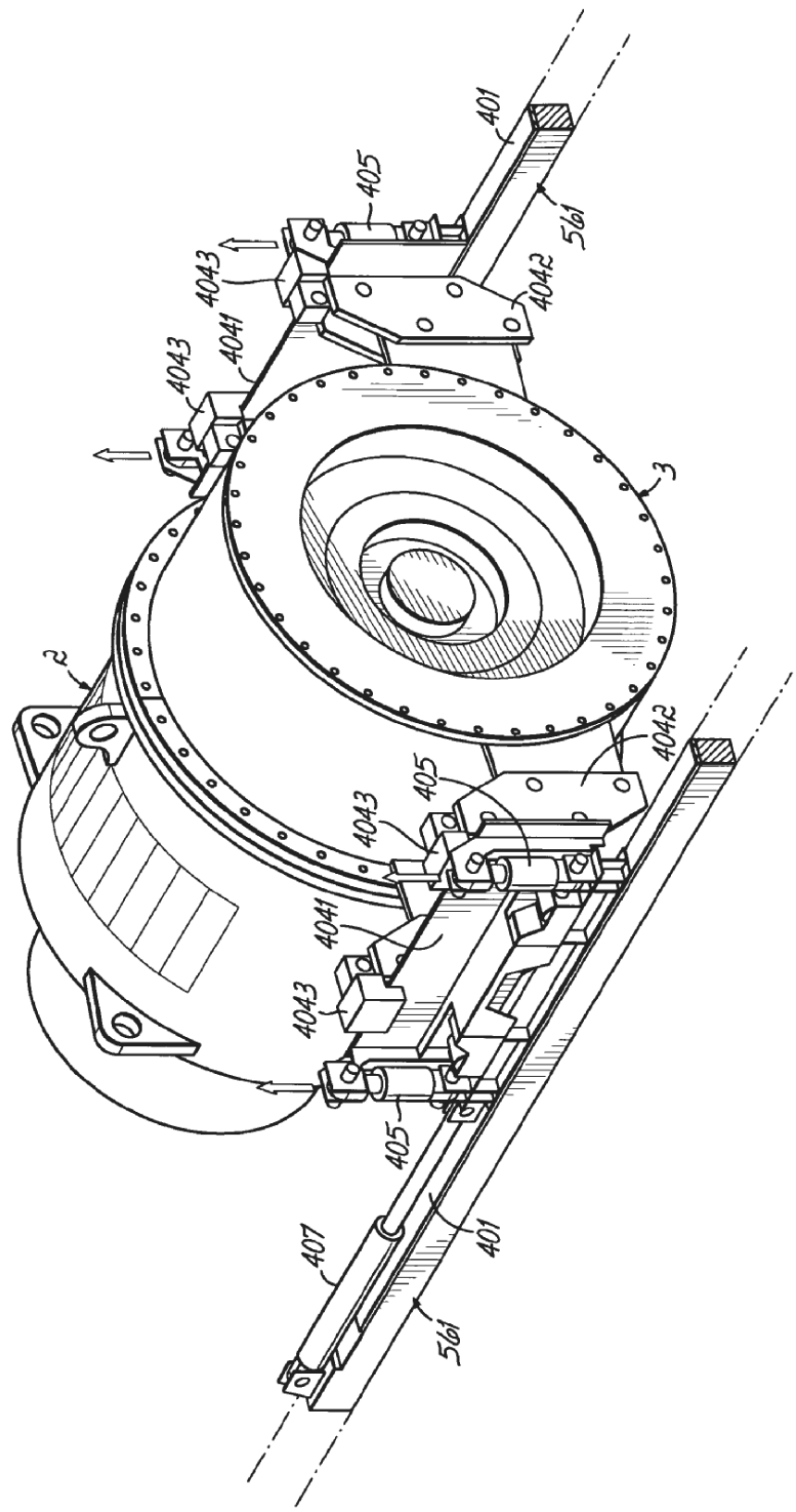


FIG. 6

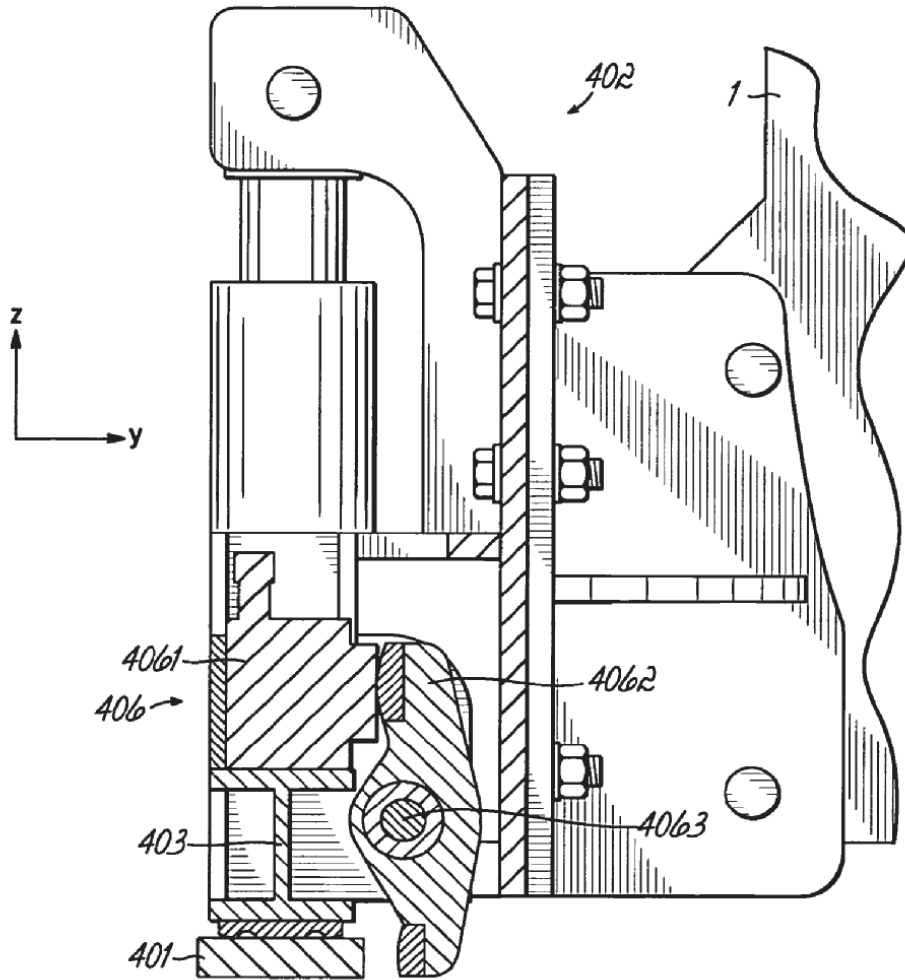


FIG. 7

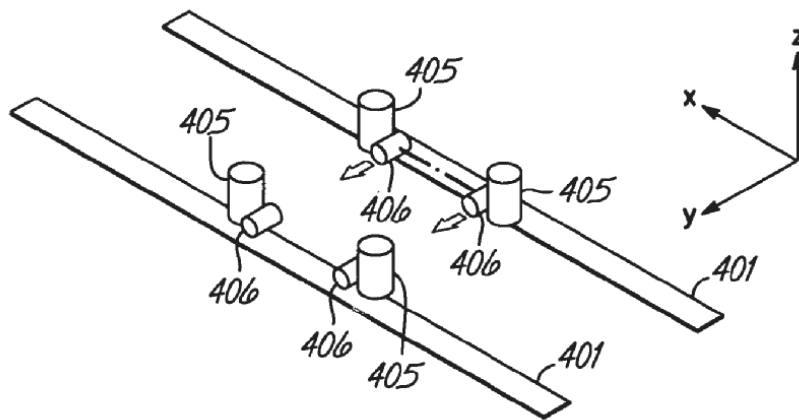


FIG. 8

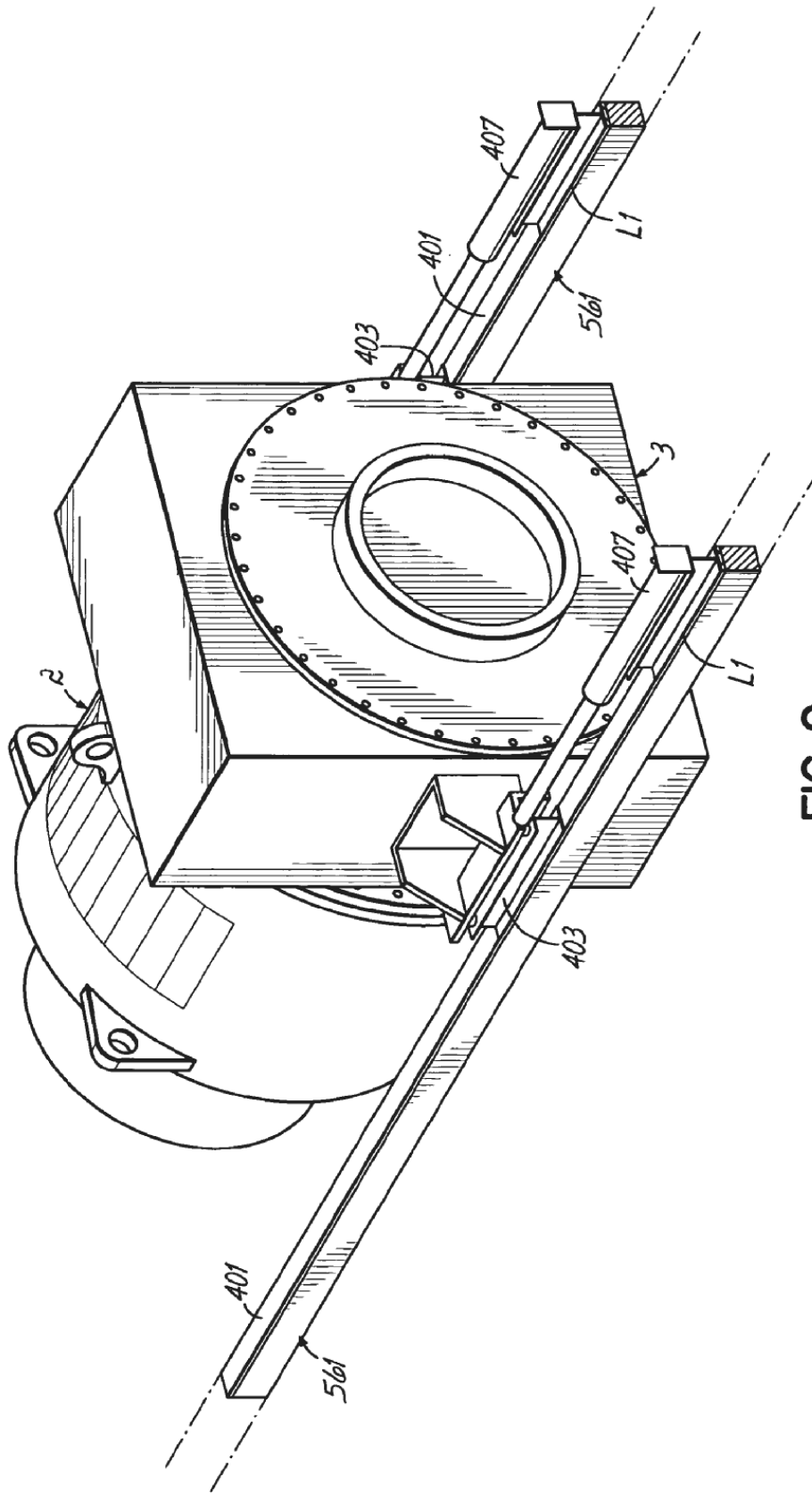


FIG. 9

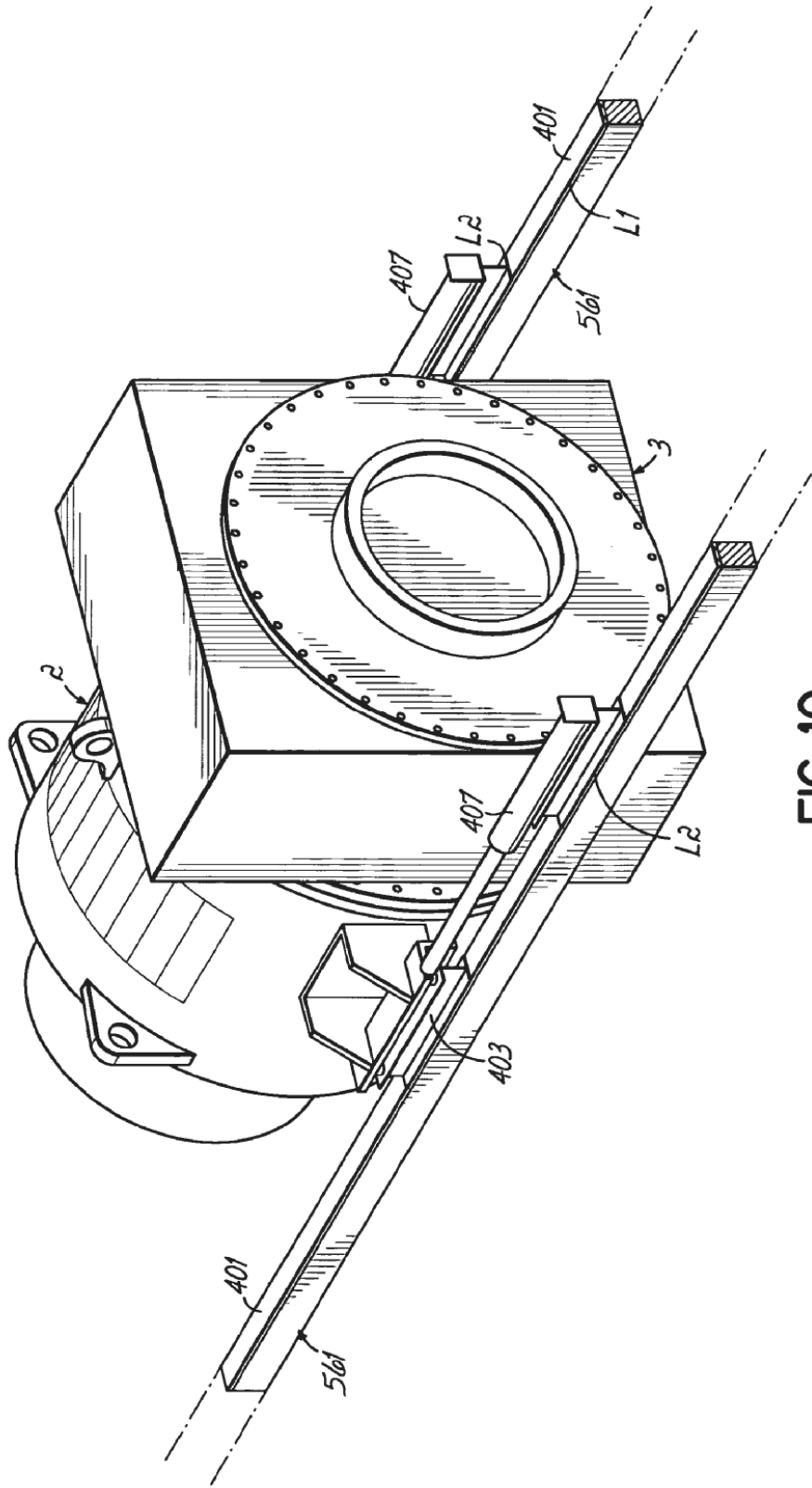


FIG. 10