

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 772 140**

51 Int. Cl.:

**F03D 1/00** (2006.01)  
**F03D 15/00** (2006.01)  
**F02G 1/04** (2006.01)  
**F03D 9/25** (2006.01)  
**F03G 6/06** (2006.01)  
**H02S 10/10** (2014.01)  
**H02S 40/44** (2014.01)  
**F24S 23/74** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2015 PCT/CA2015/051108**  
87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16065480**  
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2015 E 15854688 (7)**  
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3212925**

54 Título: **Sistema de generación de energía eólica y solar combinado**

30 Prioridad:

**31.10.2014 US 201462073587 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.07.2020**

73 Titular/es:

**SOLAR WIND RELIANCE INITIATIVES (SWRI)  
LTD. (100.0%)  
6 Stoney Brae Drive  
St. George, Ontario N0E 1N0, CA**

72 Inventor/es:

**ARMSTRONG, ROSS D.**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 772 140 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**

Sistema de generación de energía eólica y solar combinado

**5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

**[0001]** Esta invención se refiere a un generador de electricidad del sistema y de almacenamiento que utiliza el viento y la energía solar para producir electricidad.

10 **[0002]** En los últimos años, al hacerse más evidente la necesidad de soluciones de tecnología verde, instalaciones de sistemas de generación de electricidad han pasado por una evolución dramática lejos de los sistemas de generación industrial basado en carbono hacia soluciones de energía del viento y energía solar. Si bien las soluciones de energía solar y eólica tienen beneficios bien establecidos en lo que respecta a la reducción de emisiones de dióxido de carbono, la variabilidad de la electricidad generada por estos dispositivos ha sido una preocupación problemática para los gobiernos y otras organizaciones encargadas de tomar decisiones de infraestructura de generación de electricidad para equilibrar la demanda de electricidad con la disponibilidad de suministro. Un concepto importante en este contexto es la "capacidad de envío". Las fuentes de energía que se pueden enviar son recursos energéticos que pueden incrementarse o apagarse en un corto período de tiempo en respuesta a la demanda.

20 **[0003]** Es bien conocido que existe una correlación estadística negativa entre la energía eólica y la energía solar en todas las escalas de tiempo. Por ejemplo, en una escala de tiempo diaria, la energía solar solo se genera durante las horas del día, con una capacidad de generación máxima cuando el sol ha alcanzado su altitud máxima cerca de la hora del mediodía; mientras que la generación de energía eólica es posible durante todo el día, pero tiende a alcanzar su punto máximo a última hora de la tarde y fuera del día. En una escala de tiempo mensual, en un país del hemisferio norte como Canadá, la producción de energía solar alcanza su punto máximo en julio y es, como mínimo, en enero. Por otro lado, se observa que la energía eólica alcanza su punto máximo en los meses de invierno o en el clima más frío, cuando la densidad del aire es máxima y es mínima en los meses de verano, cuando las temperaturas son más altas y la densidad del aire es más baja.

30 **[0004]** De ello se deduce que combinar energía eólica y solar en un solo sistema podría tener ventajas significativas. Sin embargo, los sistemas de energía eólica y solar actualmente en uso tienden a estar separados. Los sistemas de energía eólica consisten principalmente en soluciones independientes de aerogeneradores de eje horizontal (HAWT) y soluciones independientes de aerogeneradores de eje vertical (VAWT). De manera similar, los sistemas de recolección solar consisten principalmente en soluciones fotovoltaicas independientes y soluciones de energía solar concentrada.

40 **[0005]** Ha habido algunas instalaciones de campo en las que se han combinado soluciones de aerogeneradores de eje horizontal autónomo y soluciones fotovoltaicas, y comparten área de bienes inmuebles. Los beneficios inherentes de tales instalaciones se han citado públicamente, fundamentalmente que se genera una mayor potencia por unidad de área, y que el impacto de las sombras de los molinos de viento en el rendimiento del colector solar es relativamente insignificante en comparación con la ganancia del beneficio de generación de energía. Sin embargo, estos sistemas tienden a no estar bien integrados entre sí y tienden a funcionar como si fueran unidades independientes que simplemente comparten el mismo inmueble.

45 **[0006]** Por ejemplo, la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos nº US 2010/0133820 A1 (Tsao, Jason) muestra un "convertidor de energía solar y eólica" que tiene sistemas separados para capturar la energía solar y la energía eólica. Se describen ejes de transmisión de salida separados de cada sistema, y se utiliza un "subsistema de interconexión" para acoplar de manera desacoplable el eje principal del sistema de energía solar al eje principal del sistema de energía eólica.

50 **[0007]** Hasta la fecha, no parece haber sistemas eficaces que ofrecen un enfoque bien integrado hacia la combinación de la captura del viento y la energía solar.

**BREVE RESUMEN DE LA INVENCION**

55 **[0008]** En la invención, se proporciona una solución integrada de viento y solar. Un conjunto de recolección de energía solar y una turbina eólica de eje vertical se combinan para proporcionar una salida de potencia integrada.

60 **[0009]** La turbina de viento de eje vertical está posicionada por encima de la captación de energía solar de montaje con el fin de aprovechar la correlación directa entre la velocidad del viento y la altura sobre el nivel del suelo.

65 **[0010]** La invención utiliza colectores de espejo solares concentrados, y un motor de calor usado para convertir la energía térmica recogida en movimiento rotativo. El motor térmico también tiene preferiblemente un elemento de almacenamiento térmico para almacenar energía y, de este modo, mejorar la capacidad de envío del sistema.

**[0011]** El movimiento rotatorio del motor térmico y de la turbina de viento de eje vertical están en la misma rotación

del eje, para facilitar la compartición de carga entre estas dos fuentes a través de un eje de transmisión de salida común conectada a un generador.

5 [0012] Preferiblemente, un sistema de seguimiento de la alineación del panel solar de doble eje azimutal-altitud se utiliza con el fin de impulsar la capacidad de conversión de energía de los colectores de energía solar mediante el seguimiento general del sol.

10 [0013] Las formas de realización de la invención se pueden escalar hacia arriba o hacia abajo sobre una amplia gama. En una versión con espejos parabólicos circulares, se contempla que la altura desde la base de la zapata de hormigón a la parte superior de la parte superior del haz molino de viento será 11,23 metros, la anchura a través de la serie de colectores solares será de aproximadamente 10,0 m, y la profundidad desde la parte posterior de la pala del molino de viento hasta el contrapeso frontal del conjunto solar será de aproximadamente 8,74 m. La producción de energía estimada actualmente para tal instalación podría ser de 3700 kwh/mes o 45.000 kwh por año usando espejos circulares, o hasta 5000 kwh adicionales por año si en su lugar se usan espejos parabólicos rectangulares o cuadrados.

15 [0014] En otra versión, con espejos rectangulares o cuadradas, se contempla que la altura desde el nivel de suelo para la parte superior del haz de molino de viento superior será de aproximadamente 8,43 m, la anchura a través de la matriz de colectores solares rectangulares o cuadradas será de aproximadamente 5,38 m, y la profundidad desde la parte posterior de la pala del molino de viento hasta la parte delantera del espejo parabólico será de aproximadamente 4,80 m. Las estimaciones actuales de producción de energía para una instalación de este tipo serían de 15.300 kWh por año.

20 [0015] En una variación fotovoltaica, se contempla que la altura será de aproximadamente 8,20 m, la anchura a través de la serie de paneles solares fotovoltaicos será de aproximadamente 5,38 m, y la profundidad de la parte posterior de la pala de molino de viento a la parte delantera de los paneles fotovoltaicos serán de aproximadamente 5,56 m. Las estimaciones actuales de producción de energía para dicha instalación serían de 16.000 kWh por año. En esta variación, la energía solar generada utiliza una infraestructura eléctrica separada (por ejemplo, un inversor de cadena solar que convierte la energía de C-C generada en energía de CA).

25 [0016] Los beneficios de la invención pueden incluir, pero están no limitados a lo siguiente:

30 La generación de energía eléctrica donde las velocidades de viento son menos de 5 metros por segundo. Estas condiciones de viento tienen una probabilidad de ocurrencia de más del 50% del tiempo en muchas áreas y, aunque no se usan hoy en día con dispositivos independientes, se pueden usar para generar energía eléctrica de bajo nivel. Las aplicaciones independientes HAWT y VAWT normalmente no son capaces de operar de manera rentable a estas bajas velocidades del viento.

35 Mediante el uso de un enfoque de carga compartida, tanto la energía eólica como la energía solar producen una interfaz de movimiento giratorio común, y se combinan para elevar los niveles de eficiencia operativa del generador de inducción. La flexibilidad se puede mejorar aún más si el diseño incorpora un enfoque de generador de doble inducción, y se pueden tomar mejores procesos de decisión sobre cuándo activar un generador de inducción simple o doble.

40 Es posible lograr mayores niveles de capacidad de generación de energía por unidad de área mediante la adopción de estrategias cuidadosas de integración para compartir productos.

45 Se pueden desarrollar estrategias efectivas de mantenimiento de equipos rotativos diseñando en el acceso apropiado a los equipos clave que requieren mantenimiento continuo; y a través del desarrollo de todas las salvaguardas apropiadas del equipo.

50 Se puede incorporar fácilmente un elemento de almacenamiento térmico y escalar el tamaño para facilitar el envío de equipos eléctricos.

### 55 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0017]

60 La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización preferida de la invención, que muestra un molino de viento de eje vertical colocado sobre un conjunto con colectores de espejo solar concentradores circulares, y que usa un motor térmico para impulsar un eje de salida.

La figura 2 es otra vista en perspectiva de la realización preferida, desde un ángulo diferente.

La figura 3A es una vista lateral de la realización preferida.

65 La figura 3B es una vista frontal de la realización preferida.

## ES 2 772 140 T3

La figura 3C es una vista superior de la realización preferida.

5 La figura 3D es una vista lateral de la realización preferida, con el riel lateral del canal C retirado para mostrar la operación de enlace más claramente. Los espejos parabólicos se muestran en una posición de ángulo bajo o amanecer/anocheecer.

10 La figura 3E es una vista lateral correspondiente a la figura 3D, pero con los espejos parabólicos en un ángulo alto o en una posición de mediodía.

La figura 4A es una vista frontal del sistema de ajuste de la articulación de la altitud o del eje horizontal para los colectores de espejos solares, que muestra los espejos en su posición de ángulo alto.

15 La figura 4B es una vista más detallada del área B de la figura 4A.

La figura 5 es una vista frontal que muestra la energía luminosa concentrada y redirigida a un compartimento de almacenamiento térmico.

20 La figura 6 muestra una realización alternativa de espejo con una forma cuadrada.

La figura 7 muestra el mecanismo interno del subconjunto del eje óptico principal.

25 La figura 8A muestra el subconjunto del eje óptico principal con el espejo en posición de amanecer y anocheecer.

La figura 8B corresponde a la figura 8A y muestra el espejo en su posición más alta (medio día).

La figura 9 es una vista superior del motor térmico.

30 La figura 10A es una vista frontal del motor térmico.

La figura 10B es una vista detallada del área A de la figura 10A.

35 La figura 10C es una vista detallada del área B de la figura 10A.

La figura 11A muestra el conjunto del regenerador.

La figura 11B es una sección transversal en A-A de la figura 11A.

40 La figura 11C es una sección transversal en D-D de la figura 11B.

La figura 11D es una sección transversal en B-B de la figura 11A.

45 La figura 11E es una vista detallada del área C de la figura 11C.

La figura 12A muestra el conjunto del compartimento de almacenamiento del motor térmico.

La figura 12B es una sección transversal en A-A de la figura 12A.

50 La figura 12C es una vista detallada del área C de la figura 12B.

La figura 12D es una sección transversal en B-B de la figura 12A.

55 La figura 13A es una vista del lado izquierdo del conjunto de regenerador y cilindro.

La figura 13B es una vista detallada del área A de la figura 13A.

La figura 13C es una sección transversal en B-B de la figura 13A.

60 La figura 14A es una vista superior del conjunto de la plataforma de mantenimiento principal.

La figura 14B es una sección transversal en B-B de la figura 14A.

65 La figura 15A es una vista superior del conjunto principal de mástil y marco.

La figura 15B es una vista frontal del conjunto principal de mástil y marco.

- 5 La figura 16A es una vista en perspectiva del conjunto de brazo y pala de molino de viento de eje vertical.
- La figura 16B es una vista detallada del área A de la figura 16A.
- La figura 16C es una vista detallada del área B de la figura 16A.
- 10 La figura 17 es una vista en perspectiva del conjunto del rotor de base con su placa base retirada para mostrar los componentes internos asociados con la rotación del eje azimutal.
- La figura 18A es una vista superior del conjunto de placa base del rotor asociado con la figura 17.
- La figura 18B es una vista inferior correspondiente.
- 15 La figura 19 es una vista en perspectiva que muestra una realización alternativa de un compartimiento colector de motor térmico, suponiendo la entrega de calor a través de un sistema de suministro de tubería de calor.
- La figura 20 es una vista en perspectiva que muestra una realización alternativa de una estructura de soporte de fijación de tubo de calor para montaje directo en el conjunto de marco de espejo parabólico.
- 20 La figura 21 es una vista en perspectiva de la realización preferida de la invención, pero usando espejos parabólicos cuadrados en lugar de circulares.
- La figura 22 es una vista frontal correspondiente a la figura 21.
- 25 La figura 23 es una vista superior correspondiente a la figura 21.
- La figura 24A es una vista lateral correspondiente a la figura 21.
- 30 La figura 24B es una vista lateral correspondiente a la figura 21, con el riel lateral de canal C eliminado para mostrar la operación de vinculación más claramente. Los espejos parabólicos se muestran en una posición de ángulo bajo o amanecer/anocheecer.
- La figura 24C es una vista lateral correspondiente a la figura 24B, pero con los espejos parabólicos en un ángulo alto o en una posición de medio día.
- 35 La figura 25A es una vista frontal de un motor Stirling dual de tipo beta alternativo y un mecanismo rotador central para la conversión del movimiento lineal en movimiento rotativo para el acoplamiento directo con la turbina eólica de eje vertical y la interfaz de aumento de velocidad.
- 40 La figura 25B es una vista superior correspondiente.
- La figura 25C es una sección transversal en A-A de la figura 25B.
- 45 La figura 26A es una vista frontal de un subconjunto de eje óptico principal alternativo que controla el movimiento del conjunto de espejo hiperbólico y su subconjunto de espejo parabólico cuadrado emparejado individualmente, que muestra los espejos en su posición de medio día.
- La figura 26B es una sección transversal en A-A de la figura 26A.
- 50 La figura 26C es una vista frontal similar a la figura 26A, pero con los espejos en sus posiciones de amanecer y anocheecer.
- La figura 26D es una sección transversal en B-B de la figura 26C.
- 55 La figura 27 es una vista en perspectiva del conjunto alternativo de la subestructura del rotador de la base con la placa base y el eje de transmisión cubiertos.
- La figura 28A es una vista en perspectiva de un conjunto de brazo y pala de molino de viento alternativo con tres palas y un diseño de viga de perfil aerodinámico.
- 60 La figura 28B es una vista detallada del área A de la figura 28A.
- La figura 29A es una vista detallada del área B de la figura 23.
- 65 La figura 29B es una sección transversal en C-C de la figura 29A, que muestra un mecanismo rotador central

alternativo para la conversión del movimiento lineal en movimiento rotativo, para el acoplamiento directo con la turbina del viento del eje vertical y aumentador de velocidad que convierte las velocidades de rotación por encima de la velocidad síncrona del generador de inducción.

5 La figura 29C es un detalle del área dentro de un círculo en la figura 29B.

La figura 30 es una vista en perspectiva de una variación de la invención, utilizando un sistema de suministro solar fotovoltaico y una solución combinada de suministro de energía de turbina eólica de eje vertical superior.

10 La figura 31 es una vista frontal de la variación de la figura 30.

La figura 32 es una vista lateral de la variación de la figura 30.

15 La figura 33A es una vista lateral de la variación de la figura 30.

La figura 33B es una vista lateral de la variación de la figura 30, con el riel lateral del canal C retirado para mostrar la operación de enlace más claramente. Los paneles fotovoltaicos se muestran en una posición de ángulo bajo o amanecer/anocheecer.

20 La figura 33C es una vista lateral correspondiente a la figura 33A, pero con los paneles fotovoltaicos en un ángulo alto o en una posición de medio día.

## **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

### **Descripción general**

25 **[0018]** Las figuras 1 a 3E muestran el sistema global. La matriz de captación solar **100** está soportada estructuralmente por el mástil principal y el marco de montaje **300**. La energía solar concentrada se redirige a los compartimentos de almacenamiento motor térmico **290,290'**, que actúan como fuentes de calor para el calor del motor **250**, montados en el montaje de plataforma de mantenimiento principal **200**. La eficiencia del motor térmico aumenta significativamente con los regeneradores **275,275'** incorporados en el diseño del motor térmico.

35 **[0019]** El mástil principal y bastidor de montaje **300** también proporciona un soporte estructural para la turbina de viento de eje vertical de montaje (molino de viento brazo y la cuchilla de montaje) **400**. El molino de viento brazo y cuchilla de montaje gire en el principal eje de transmisión vertical **600**. El momento estructural y apoyo axial del conjunto de mástil y marco principal es proporcionado por la placa de base del rotador **525**. El eje vertical o control de acimut para todo el conjunto es proporcionado por el conjunto de rotador de base **500** que soporta la placa de base del rotador **525**.

40 **[0020]** La electricidad se produce a partir de una inducción eléctrica del generador **205** (véase las figuras 14A y 14B) accionado por tanto el motor térmico **250** como la turbina eólica **400**, como se explica en detalle a continuación.

### **Ensayo de colección solar**

45 **[0021]** Las figuras 4A a 6 muestran una matriz de colección solar, es decir, una matriz de espejos parabólicos circulares **116** montada dentro de un bastidor rígido de montaje **119** con pesos de contrapeso **118**. Los espejos y marco rígido de montaje giran alrededor de un eje horizontal **110**. Este eje tiene un diámetro mayor, una porción de transferencia de torque en sus extremidades externas, y una porción central de menor diámetro para rotar el subconjunto del eje óptico **150**. Este eje horizontal de rotación es el eje de ajuste de altitud, y está situado a una distancia apropiada desde los espejos parabólicos **116**, es decir, a una distancia de los espejos que da como resultado la concentración de la luz solar desde los espejos parabólicos en los espejos hiperbólicos individuales **180, 181, 189 y 194** (ver Figura 4A y 4B), hasta un diámetro de concentración aproximado de 7,5 cm. Los espejos hiperbólicos se montan de manera fuera del eje, alineados de manera que los espejos hiperbólicos individuales reflejen y concentren aún más la energía de la luz en una de las dieciséis zonas diana de 5 cm situadas en una placa separadora de cobre del compartimento de almacenamiento de calor **290**. Los espejos hiperbólicos individuales se incorporan individualmente en el subconjunto de eje óptico **150**, cuya función se explicará más adelante. Los cuatro espejos hiperbólicos más a la izquierda están dirigidos a las dianas en la placa frontal **290** de almacenamiento de calor en el lado izquierdo, y los cuatro espejos hiperbólicos más a la derecha están dirigidos a las dianas en la placa frontal **290'** de almacenamiento de calor en el lado derecho. Los compartimentos de almacenamiento de calor **290, 290'** actúan como las fuentes de calor para el motor de calor **250**, que convierte el movimiento lineal en movimiento giratorio en una interfaz rotativa común para el brazo del molino de viento y el ensamblaje de la cuchilla **400** justo debajo de los soportes de la brida pilotada del molino de viento **303, 303'** (ver Figura 15). La interfaz rotativa común **263** (ver Figura 10) acciona un aumentador de velocidad **203** (ver Figuras 14A y 14B) que a su vez acciona un generador de inducción **205** produciendo electricidad. Fijado al generador hay un freno **206** para facilitar las condiciones de rotación detenidas.

65 Todo el conjunto de nivel superior está soportado por un conjunto de rotador de base **500** que proporciona control de eje vertical o eje de acimut para todo el sistema.

**Eje horizontal (control del ángulo de altitud de los colectores solares)**

5 [0022] La figura 4A es una vista de un riel lateral del canal C 101 con la cubierta retirada para exponer el sistema de  
 enlace que controla el ajuste del eje de altitud del sistema de captación solar. Los ejes del eje horizontal 110 están  
 soportados por cojinetes de bloque de almohadilla de brida 122 montados dentro del riel lateral del canal C. Un motor  
 eléctrico 104 con freno proporciona rotación a un reductor de engranaje 103 que reduce la velocidad de rotación y  
 aumenta el par de salida del motor según sea necesario para rotar los ejes individuales del eje horizontal. El requisito  
 de par se reduce por los contrapesos de contrapeso 118 que se incorporan en el conjunto de bastidor rígido  
 10 115,119,120.

15 [0023] La figura 3D es una vista lateral de la realización preferida, con el carril lateral del canal C 101 retirado para  
 mostrar la operación de enlace más claramente. Los espejos parabólicos se muestran en una posición de ángulo bajo.  
 La figura 3E es una vista lateral correspondiente a la figura 3D, pero con los espejos parabólicos en una posición de  
 ángulo alto.

20 [0024] Como se observa en la figura 4A, el riel de lado de canal C 101 está soportado por un miembro de bastidor  
 304, que es un elemento estructural clave del mástil principal y bastidor de montaje 300 (véase las figuras 15A y 15B).  
 El miembro de bastidor 304 está orientado en un ángulo de 45 grados desde la horizontal.

25 [0025] El reductor de engranajes 103 está montado fuera del carril lateral de canal C 101, y está soportado  
 estructuralmente por él. El eje de salida del reductor de engranajes reside dentro del riel lateral del canal C y gira la  
 manivela 102 para impulsar el conjunto de articulación. La manivela comienza en la posición que se muestra en la  
 figura 3D y se mueve en sentido antihorario en incrementos hasta que alcanza la posición que se muestra en la figura  
 3E. Luego se mueve en sentido horario en incrementos, de regreso a la posición de la figura 3D al final del día. La  
 manivela a su vez impulsa el enlace secundario 105. El enlace secundario a su vez controla la rotación del primero de  
 los cuatro enlaces de rotación 106, que a su vez controla rotacionalmente el eje horizontal más alto del eje 110". El  
 enlace secundario también está conectado y controla el movimiento del primer enlace del conector 107. El enlace del  
 conector se conecta a un segundo enlace del conector 107' y también al segundo de los cuatro enlaces de rotación  
 30 106' que a su vez controla rotacionalmente el segundo eje del eje horizontal más alto 110". A su vez, el segundo  
 enlace del conector 107' se conecta al tercer y último enlace del conector 107" y también al tercero de los cuatro  
 enlaces de rotación 106" que a su vez controla rotacionalmente el segundo eje del eje horizontal más bajo 110'. El  
 tercer y último enlace del conector 107" está conectado solo al enlace de rotación final 106"' que a su vez controla  
 rotacionalmente el eje 110 del eje horizontal más bajo.

35 [0026] El enlace secundario 105 es responsable de traducir el movimiento de rotación suministrado por el reductor de  
 engranajes 103 y el motor eléctrico 104 en una oscilación de rotación en eje horizontal 110 de 50 grados. Esto a su  
 vez controla la rotación del conjunto de marco rígido 120 y los espejos parabólicos 116 que soporta, haciendo que el  
 ajuste angular sea igual y común para todos los conjuntos de marco rígido y espejos parabólicos. El ángulo horizontal  
 40 medio de los espejos parabólicos 116 en el diseño es de 45 grados, que coincide con el mismo ángulo horizontal del  
 miembro de bastidor 304 que soporta el riel lateral del canal C 101. Dados los 50 grados de flexibilidad de movimiento  
 de rotación del diseño, los espejos parabólicos 116 son así capaces de girar entre una altitud de 20 grados desde la  
 horizontal hasta 70 grados desde la horizontal. Esto cumple con los requisitos de alineación de altitud impuestos  
 geográficamente específicos del sitio de la mayoría de las instalaciones de paneles solares. Obviamente, el grado de  
 45 rotación puede variar según se desee, con pequeños cambios de diseño dentro del alcance de la invención. El ángulo  
 medio de 45 grados y los 50 grados de rotación son para este ejemplo específico.

50 [0027] En un ejemplo preferido, la manivela comienza en el amanecer en la misma posición que en la oscuridad. Gira  
 de forma incremental en sentido antihorario a su posición de ángulo más alto (medio día), y luego hacia la derecha de  
 nuevo a su posición de ángulo más bajo (anochecer/amanecer).

55 [0028] Alternativamente, la manivela podría pasar por una rotación completa de 360 grados, por lo que vuelve a la  
 posición de 8:30 a 9:00 pm al anochecer. En tal versión, para completar un ciclo diario completo de rotación del sol  
 desde el anochecer hasta el amanecer, el reductor de engranajes 103 solo necesita completar una revolución de 360  
 grados.

60 [0029] Tiempos de inicio y parada para el funcionamiento del motor eléctrico 104 están controlados por un controlador  
 programable, programado para girar el motor en sólo unos pocos milisegundos a la vez cada 15 minutos o así a lo  
 largo del día. La secuencia diaria de las horas de inicio y finalización variará según las necesidades específicas del  
 sitio y la hora y fecha en particular cuando se produce el seguimiento solar. El freno incorporado en el motor eléctrico  
 104 ayuda a mejorar la precisión de la secuencia de arranque y parada. En un ejemplo de la invención, la manivela  
 101 tiene aproximadamente 41 cm de largo (punto de pivote a punto de pivote), y el enlace secundario 105 es de  
 aproximadamente 52 cm, de modo que la relación entre la longitud de la manivela y la longitud del enlace secundario  
 es de aproximadamente 0,79. En otro ejemplo, las dimensiones respectivas son de aproximadamente 58 cm y 70 cm,  
 65 y la relación es de aproximadamente 0,83. En general, las relaciones adecuadas pueden estar en el rango de 0,75 a  
 0,85. Estas dimensiones y proporciones controlan el ángulo de rotación de los espejos parabólicos. En el primer

ejemplo (la realización de la figura 1 a 20), hay 50 grados de rotación. En el segundo ejemplo (la realización de la figura 21 a 29), hay 74 grados de rotación. Variar las dimensiones y las proporciones varía el rango de rotación.

### Redirección de energía luminosa al compartimento de almacenamiento del motor térmico

[0030] La Figura 5 ilustra cómo el conjunto de espejos parabólicos 116 enfoca y redirige la luz a los compartimentos de almacenamiento del motor térmico 290. La luz de los espejos parabólicos 116, 116' enfoca la energía en los espejos hiperbólicos del individuo 180,181 que redirigen y concentran aún más la luz hacia el compartimento de almacenamiento del motor térmico 290.

### Configuración alternativa del espejo

[0031] Las Figuras 6 y 21 a 24C muestran un espejo cuadrado 116A como alternativa a los espejos parabólicos circulares 116. Estos espejos se pueden usar básicamente dentro del mismo factor de forma del equipo. La ventaja es que el 27% más de energía de la luz por el espejo puede ser capturado y redirigido hacia el compartimento de almacenamiento de motor térmico 290. Se debe entender que los espejos rectangulares no cuadrados se podrían utilizar con el mismo efecto, siendo cuadrado simplemente un caso especial de rectangular. Cuando se usa la palabra "rectangular" en esta especificación, debe interpretarse para indicar un cuadrado rectángulo o no cuadrado a menos que el contexto indique lo contrario.

### Espejos hiperbólicos y discusión cinemática del subconjunto del eje óptico

[0032] Haciendo referencia a las figuras 7 a 8b, el subconjunto de eje óptico principal 150, situado en el eje horizontal o de alineación de altitud, es responsable de redirigir la energía solar desde los espejos parabólicos rotativos 116 a la ubicación fija de los objetivos individuales en el compartimento de almacenamiento de calor 290. El subconjunto del eje óptico principal 150 se fija en posición lateralmente, sostenido en su lugar por el rígido conjunto de bastidor 115,119,120. De manera similar, los objetivos individuales en el compartimento de almacenamiento de calor 290 están fijos en su posición. En consecuencia, no hay necesidad de ninguna variación en la posición axial de los espejos hiperbólicos (180,181,189 y 194 de la figura 4), y pueden montarse en posiciones fijas.

[0033] En cuanto a los movimientos radiales del eje horizontal de alineación, puesto que los espejos parabólicos 116 están moviendo radialmente alrededor del eje horizontal, y dado que los objetivos individuales en el compartimento de almacenamiento de calor 290 permanecen en una posición fija, hay una necesidad de un ajuste de compensación en la posición angular de los espejos hiperbólicos. Suponiendo que la posición de reflexión de los espejos hiperbólicos se encuentra en el eje horizontal de alineación, la cantidad de ajuste de compensación es equivalente a la mitad del movimiento angular del espejo parabólico 116. Este ajuste de compensación se realiza de forma automática y continua utilizando el mecanismo incorporado dentro del subconjunto del eje óptico principal 150.

[0034] Las Figuras 7 y 8 ilustran la función de este subconjunto de eje óptico 150. El dispositivo está sostenido estructuralmente por el eje principal óptico 151,152 que tiene sus extremos externos fijados estructuralmente al conjunto de marco rígido 119,120. Los extremos internos del eje principal óptico 151,152 están fijados estructuralmente a la cubierta del equipo óptico 159.

[0035] Dentro de la cubierta de la parte óptica 159 reside el equipo necesario para facilitar el ajuste de la compensación. Dos cojinetes de brida ligeros 157 soportan el eje del espejo óptico con llave 153, que puede girar libremente e independientemente de la rotación del eje principal óptico 151 y el eje principal óptico 152. Este eje del espejo óptico con llave 153 puede ser, pero no necesariamente, colineal con el eje principal óptico 151, 152. También montado en el eje del espejo óptico 153 hay un componente de rueda dentada de accionamiento síncrono 156 con 32 dientes de rueda dentada. También montados en dos ejes de piñón pequeños fijos individualmente 154 y 154' hay dos componentes de piñón de accionamiento síncrono adicionales 155 y 155' cada uno con dieciséis dientes de piñón. Montada entre las tres ruedas dentadas hay una transmisión de correa serpentina síncrona de doble cara 158. El eje de rueda dentada pequeña más externo 154 ubicado en el borde externo de la cubierta del equipo óptico 159 está estructuralmente fijado a una placa lateral 160. Esta placa lateral 160 también proporciona guía lineal para un dispositivo de apriete de correa dentada 161 que facilita el apriete del accionamiento de correa síncrona de doble cara 158.

[0036] Haciendo referencia a la Figura 8A, un espejo hiperbólico claramente diseñado 180 también está montado en el eje de espejo óptico 153 y se fija axialmente por collares de eje y fijado radialmente por la naturaleza enchavetada del eje de espejo óptico 153.

[0037] Los detalles de construcción descritos anteriormente resultan en una trayectoria de movimiento radial del espejo hiperbólico 180 que está en la dirección contraria y es una media del movimiento angular del eje principal óptico 151, 152. Por lo tanto, durante cualquier día dado, podría haber una rotación de 50 grados del eje principal óptico 151, 152, el espejo hiperbólico 180 vería un ajuste igual y opuesto de hasta 25 grados.

[0038] Las extensiones de este nivel de rotación se observan por las dos posiciones de espejo observadas en la figura



**8A y 8B.** El círculo exhibido en el espejo hiperbólico **180** es una indicación de la extensión de la energía de luz **116** del espejo parabólico que se concentra hasta un diámetro de 7,5 cm en el espejo hiperbólico **180**, y donde residiría en el espejo hiperbólico en diferentes momentos del día, dependiendo de la posición angular de espejos parabólicos **116** probable en ese punto en el tiempo.

5

### Diseño del motor térmico y convertidor de movimiento lineal a giratorio

**[0039]** Las figuras **9, 10A, 10B y 10C** proporcionan una descripción detallada del diseño completo del motor térmico **250**. Las figuras **11A a 11E** proporcionan una descripción más completa del conjunto regenerador **275** usado en el motor térmico. Las figuras **12A a 12D** proporcionan una descripción más completa del conjunto del compartimento de almacenamiento del motor térmico **290'**. Las figuras **13A a 13C** proporcionan una descripción más completa del conjunto de regenerador y cilindro utilizado dentro del diseño del motor térmico **250**.

10

**[0040]** Comenzamos la discusión sobre el diseño del motor térmico **250** discutiendo el diseño del montaje de compartimento de almacenamiento de motor térmico **290'** como se detalla en la figura **12A a 12D**.

15

**[0041]** Como se discutió anteriormente, los espejos parabólicos **116,116'** concentran la luz solar sobre los espejos hiperbólicos individuales (**180 y 181 respectivamente de la figura 4A**) a un diámetro de concentración aproximada de 7,5 cm. Los espejos hiperbólicos individuales reflejan y concentran aún más la energía de la luz en una de las dieciséis zonas diana de 5 cm situadas en la placa separadora de cobre descrita como la placa frontal del compartimento de almacenamiento de calor **267'**.

20

**[0042]** En las figuras **12A a 12D**, el compartimento de almacenamiento de motor térmico se define adicionalmente. Las dieciséis zonas diana individuales de luz solar están distribuidas uniformemente en la placa de distribución de cobre **267'**. La placa separadora **267'** está unida metalúrgicamente a la aleta plegada de cobre **292'** que actúa como mecanismo de transferencia de calor para las sales solares situadas dentro del compartimento de almacenamiento de calor. La composición de sal solar que se utilizará en el área de almacenamiento se optimizará para tener la temperatura de líquido más baja, una composición como la siguiente (Li - 33% mol, K-48% mol y Na - 19% mol). La cámara de almacenamiento galvanizada **291'** alberga la composición de sal solar. La cámara de almacenamiento galvanizada **291'** está encerrada en un material aislante adecuado **296'** en tres lados. Hay una placa de acceso de extracción **294'** en la cámara de almacenamiento galvanizada **291'** para acceder a la cámara y llenar con la composición de sal solar. Se puede acceder a esta placa de acceso de extracción **294'** solo después de retirar el compartimento de material de aislamiento separado **295'** por encima de ella. La cámara de almacenamiento galvanizada **291'** tiene un diseño escalable, que puede hacerse más grande si el cliente requiere una mayor capacidad de almacenamiento térmico, y más pequeña si se requiere una menor capacidad de almacenamiento térmico. Con referencia a la figura **9**, un pistón caliente de **251,251''** presurizado con gas helio reside dentro de cada uno de los dos compartimentos de almacenamiento de calor **290,290'**. Durante el ciclo de compresión del pistón caliente, el gas helio calentado sale del pistón caliente y pasa a través del tubo de salida aislado caliente **261,261'**, luego a través del conjunto regenerador **275,275'** que actúa como un dispositivo de almacenamiento de calor temporal. El helio caliente comienza a enfriarse pasando a través del tubo no aislado **252,252'** al pistón frío **251',251'''**. El pistón frío **251',251'''** tiene un agresivo conjunto de disipador de calor de aleta plegada **258,258'** unido metalúrgicamente a él. A medida que la pala de turbina eólica de eje vertical **400** pasa por el pistón frío **251',251'''**, inicia una presión localizada condición de caída que resulta en el desarrollo de la velocidad del flujo de aire que pasa a través del conjunto de disipador de calor de aleta plegada, enfriando así el pistón frío y aumentando significativamente la diferencia de temperatura entre el pistón caliente y el pistón frío. A medida que el pistón frío **251',251'''** completa su ciclo de compresión, el gas helio enfriado en el pistón regresa a través de la tubería no aislada **252,252'** y regresa a través del conjunto regenerador **275,275'**, donde el calor almacenado comienza a recalentar el gas helio. El gas calentado luego pasa a través del tubo de salida aislado en caliente **261,261'** y una vez más en el pistón caliente **251,251''**. El conjunto regenerador **275,275'** juega un papel de mejora de eficiencia en este motor térmico **250**; cuanto mayor sea la efectividad del regenerador **275,275'** en el calentamiento y enfriamiento del gas helio, mayor será la eficiencia del diseño del motor térmico.

25

30

35

40

45

50

**[0043]** El motor térmico se compone de dos pares de pistón caliente **251,251''**, 2 ensamblajes regenerador **275,275'** y dos pares de pistones frías **251'251'''**.

**[0044]** El vástago de pistón **253** que sale de cada uno del pistón caliente **251,251''** y del pistón frío **251'251'''** está conectado a un enlace de cilindro rotador **254,254'255,255'**. Los cuatro enlaces del cilindro rotador están conectados a un pasador rotador del motor Stirling **263** situado entre las ruedas rotatorias del motor térmico superior e inferior **256,256'**. El cubo central de la rueda giratoria **256** del motor térmico superior se conecta directamente con el eje de transmisión principal **600**. La rueda giratoria **256'** del motor térmico inferior se conecta directamente al eje de entrada del aumentador de velocidad **203**. Esto describe la interfaz de movimiento giratorio para la turbina eólica de eje vertical **400** y el conjunto colector solar **100**.

55

60

**[0045]** Las Figuras **13A a 13C** describen mediante el uso de una vista superior y una vista detallada y en sección describe con más detalle la función del regenerador y el conjunto de cilindro. El motor térmico **250** está compuesto por dos de estos dispositivos de accionamiento de movimiento lineal. Comenzando desde el extremo del vástago del pistón frío **253'**, el vástago del pistón **253'** pasa a través de un casquillo **267'** que está soportado por la placa delantera

65

del pistón frío **269**. Una serie de 8 barras de tensión **268'**, **268''** proporcionan una carga de compresión en la placa delantera del pistón frío y la placa trasera del pistón frío **262'**, asegurando que se mantenga un sello presurizado. El vástago del pistón **253'** entra luego en el cuerpo del pistón frío **251'**. El pistón frío **251'** está soportado por dos estructuras de soporte de pistón frío **257''**, **257'''**. El extremo de la turbina eólica del pistón frío **251'** contiene una cubierta envuelta **258'** que abarca un disipador térmico de aleta plegada agresivamente construido **271** que está unido metalúrgicamente al pistón frío **251'**. La placa posterior del pistón frío **262'** tiene aberturas configuradas en la placa para garantizar que el flujo de aire desde el aerogenerador de eje vertical **400** no esté obstruido y pueda pasar libremente a través del disipador de calor de aleta plegada agresivamente construido **271**. La salida del pistón frío **251'** está conectada al tubo de retorno no aislado **252**. Situado junto al conjunto regenerador **275** hay un manómetro **259** y una válvula **260** para presurizar el conjunto regenerador y cilindro con gas helio. Adyacente a la válvula **260** se encuentra el conjunto regenerador **275**, seguido por el tubo de retorno aislado **261**, que se encuentra en la entrada del pistón caliente **251**. La placa posterior del pistón caliente **272** reside en la placa posterior del pistón caliente **251**, que está encerrado en material aislante para minimizar la pérdida de calor. Adyacente a esta placa posterior del pistón caliente **272** se encuentra el conjunto del compartimiento de almacenamiento de calor **290**. En el extremo opuesto del pistón caliente **251** reside la placa delantera del pistón caliente **270**. Una serie de 8 barras de tensión **268** proporcionan una carga de compresión en la placa delantera del pistón caliente **270** y placa posterior **272**. La placa frontal del pistón caliente **270** soporta un casquillo **267** que soporta el vástago del pistón **253** que sale del pistón caliente **251**.

**[0046] Las Figuras 10A a 10C** describen la vista frontal del diseño de cuatro pistones del motor térmico **250** y describe algunas características detalladas del diseño en mayor medida que las otras vistas.

**[0047] El detalle A** muestra la placa separadora de cobre con las dieciséis zonas diana de luz solar **267'**, que es la fuente de calor para el conjunto del compartimiento de almacenamiento de calor **290'**. Un termopar incrustado dentro de la placa separadora de cobre **267'** monitorea las temperaturas de la placa separadora durante todo el día. Cuando la temperatura de la placa separadora alcanza un cierto umbral de temperatura mínima, se activa el actuador lineal **265'**, y la placa frontal aislante **266'** se eleva linealmente para cubrir la placa separadora de cobre **267'**. Esta acción minimiza las pérdidas de calor dentro del conjunto del compartimiento de almacenamiento de calor **290**. Del mismo modo, un termopar también está incrustado dentro de la placa frontal del aislador **266'** en una ubicación estratégica, y cuando el termopar alcanza una cierta temperatura umbral mínima, el actuador lineal **265'** vuelve a estar activo y la placa frontal del aislante **266'** se baja linealmente, exponiendo así la placa separadora de cobre **267'**. Este proceso descrito anteriormente identifica una estrategia para minimizar las pérdidas de calor del compartimiento térmico durante los períodos vespertinos y los períodos de alta capa de nubes que surgen durante las condiciones de captación solar variables experimentadas.

**[0048] El detalle B** muestra una vista frontal parcial del dispositivo que convierte el movimiento lineal en movimiento giratorio. El conjunto del pistón frío delantero del motor térmico cubre la región central, sin embargo, lo que se observa es la conexión **255** del cilindro rotador con el pasador **263** del rotor térmico. La vista de **Detalle B** también comunica parcialmente cómo el espacio general, aparte del pasador rotador de motor Stirling **263**, es claro y sin obstrucciones entre la rueda giratoria superior **256** y la rueda giratoria inferior **256'** para no restringir la rotación de los cuatro componentes del enlace del cilindro rotador **254,254',255,255'** conectados a ella.

**[0049] Las Figuras 11A a 11E** proporcionan una vista en sección y detallada de la construcción del conjunto regenerador **275,275'**. El regenerador es un componente clave del diseño del motor térmico. Debe ser eficaz para almacenar temporalmente el calor de los gases de helio calientes que entran y salen de la unidad durante el ciclo de compresión del pistón caliente; y a su vez debe ser eficaz para recalentar los gases de helio fríos durante el ciclo de compresión del pistón frío al regresar a través del regenerador. La caída de presión también es una consideración apropiada para determinar el diseño de este dispositivo, ya que la caída de presión también disminuirá la eficiencia del motor térmico.

**[0050] El regenerador conjunto** está encerrado en aislamiento **276** alrededor de su circunferencia. Además, las unidades finales están encerradas en Aislamiento **280,280'**. El conjunto regenerador **275,275'** tiene una entrada de tubería estándar que se transita en el conjunto de tapa final **281,281'** a medida que los gases se enrutan circunferencialmente alrededor de un núcleo central regenerador de cobre **279**. El núcleo regenerador de cobre se mantiene en posición concéntricamente mediante dos soportes de suspensión del regenerador **282,282'** ubicado dentro de la región del conjunto de tapa final **281,281'** de cada extremo. Una aleta plegada de aluminio (o cobre) altamente densa **278** se une metalúrgicamente al núcleo central regenerador de cobre **279**. El núcleo central regenerador de cobre **279** y la aleta doblada altamente densa **278** se mantiene en su lugar mediante un tubo exterior **277** que está soldado al conjuntos de tapa de extremo y presurizados para garantizar que no haya fugas gaseosas.

#### **Conjunto de plataforma de mantenimiento principal**

**[0051] La Figura 14A** es una vista superior del conjunto de plataforma de mantenimiento principal **200**.

**[0052] El objetivo principal** de esta plataforma de montaje principal **200** es proporcionar el acceso humano a equipo de máquina térmica **250** y equipo de rotación a fin de facilitar las necesidades de mantenimiento en curso del nivel superior de montaje. El acceso humano se proporciona a través de la abertura de acceso **207** donde el acceso se

logra a través de una escalera desplegable.

5 [0053] La seguridad humana se logra a través de la restricción de acceso a la escalera de la tracción a través del uso de una cerradura. Cuando se retira la cerradura y cuando se baja la escalera, un sensor de proximidad recibe una alerta, que completa una de tres acciones; i) activa el freno **206** que restringe la rotación de la turbina eólica de eje vertical **400**, ii) activa un segundo sensor de proximidad que asegura que la pala **400** del eje vertical del molino de viento no bloquea ningún acceso a la plataforma exterior definida por las paredes de seguridad del perímetro **216, 217 y 218**, y iii) energiza el motor **104** que acciona el eje horizontal o de altitud y el motor **506** que acciona el eje vertical o acimutal, y ordena a estos motores que se estacionen en un modo que minimice las actividades de recolección solar. El objetivo de estas acciones sería apagar todos los equipos rotativos antes de que el humano llegue a la plataforma, colocando así la seguridad humana como una prioridad sobre las actividades de recolección de energía.

15 [0054] La seguridad humana también se consigue a través del uso de la protección de apertura de accesos **208** protegiendo el humano del equipo de rotación, las paredes de seguridad perimetrales **210,211,212,213,214,215,216,217,218, 219 y 220** alrededor de casi toda la plataforma, y proporcionando una placa de paso a paso de mantenimiento de cojinete (no mostrado en la los dibujos adjuntos) que cubren el mecanismo que traduce el movimiento lineal en movimiento giratorio, y proporciona acceso a los cojinetes de soporte de la turbina eólica de eje vertical **303,303'** (ver Figura 1).

20 [0055] El montaje de plataforma de mantenimiento **200** también proporciona acceso de mantenimiento para el aumentador de velocidad **203** que multiplica la turbina de viento de eje vertical **400** y entradas de velocidad de rotación del motor térmico **250**, y los aumenta a un rpm que está por encima de la velocidad de deslizamiento síncrona del generador **205**. El freno **206** se incorpora en el extremo posterior del generador **205**. Un acoplamiento **204** conecta el incrementador de velocidad **203** con el generador **205**.

25 [0056] El molino de viento funcionará mejor dentro de un cierto intervalo de relaciones de velocidad de la punta. La relación de velocidad de la punta se define como la relación entre la velocidad tangencial de la punta de una pala y la velocidad real del viento. La relación de velocidad de la punta está relacionada con la eficiencia, y la óptima varía con el diseño de la pala. En este ejemplo, una relación de velocidad de punta de 3 a 6 es el objetivo preferido, y un rango de velocidades de operación entre 120 y 180 rpm. Cuanto más grande es la unidad y el diámetro del molino de viento, más lentas se vuelven las rpm de funcionamiento de la unidad. Las rpm de operación pueden variar en el diseño a un costo de cambio relativamente bajo.

30 [0057] El diseño de la plataforma de mantenimiento facilita un generador dual opcional, mediante la incorporación de una región de acceso de mantenimiento más baja como se describe por **202**. Como resultado, el incrementador de velocidad **203**, el acoplamiento **204** y el generador **205** pueden ser duplicados. En tal aplicación, el incrementador de velocidad **203** necesitaría tener un diseño de eje de doble salida, y requeriría un embrague electromecánico entre el incrementador de velocidad superior **203** y el incrementador de velocidad inferior **203'**, de modo que la activación o desactivación del aumentador de velocidad inferior podría ser controlado por un software de control de generación de energía.

35 [0058] Teniendo en cuenta esta opción de generador dual **205,205'** (como se observa en la figura 14B), en los períodos pico de captación de energía cuando hay un período de velocidades de viento extremadamente altas, puede ser accionado el diseño de control de generador dual **205,205'**, lo que facilita un mayor nivel de producción de electricidad. Las decisiones relacionadas con cuándo activar o desactivar el segundo variador podrían automatizarse y programarse en el software de control.

### Conjunto de mástil principal y marco

50 [0059] Las figuras **15A y 15B** describen el conjunto de mástil principal y marco **300** utilizado en este diseño. Este elemento del diseño es el esqueleto estructural fundamental del conjunto de nivel superior. Dos columnas cuadradas verticales del mástil principal **301,301'** proporcionan la conexión inferior principal al conjunto de rotador de base **500** (véase la Figura 18).

55 [0060] Los miembros colgantes inferiores del mástil principal soportan el miembro de marco **304',304**. El miembro de bastidor **304,304'** proporciona el soporte estructural primario para el conjunto de colectores solares y el subconjunto de riel lateral del canal C **100** como se indica en la **Figura 1**.

60 [0061] Como se discutió anteriormente, el compartimiento de almacenamiento de motor térmico **290** por la **Figura 1** se encuentra en un ángulo de 45 grados desde la horizontal, de manera que sea perpendicular a estos miembros de bastidor **304,304'**. Esta orientación facilita mejor el proceso de transferencia de calor del colector solar.

65 [0062] Los elementos estructurales identificados como **305,305',307,307',306,306',308,308',309 y 310** son los elementos de bastidor estructurales que proporcionan apoyo general al subconjunto de plataforma de mantenimiento principal **200** (ver **Figura 14**).

[0063] El tubo cilíndrico **302** y cojinetes de brida pilotados **303,303'** son los elementos estructurales primarios que soportan el eje de transmisión **600** conduciendo el molino de viento del brazo y de la lámina de montaje **400** (véase la Figura 16), y facilita su rotación. A través de la rotación, el brazo de molino de viento y el montaje de pala **400** se deriva por mecánico de energía eólica mediante el uso de un componente del eje de transmisión intermedio **600**.

5

#### ***Brazo de molino de viento y conjunto de pala***

[0064] Las Figuras 16A a 16C muestran un brazo del molino de viento de cuatro palas y el montaje de pala **400**.

[0065] El diseño tiene dos conjuntos de placa de soporte de brazo de molino de viento **403,403'**. El conjunto de soporte superior del brazo del molino de viento **403** soporta rigidamente cuatro vigas superiores del brazo del molino de viento **402** y también facilita los ajustes de equilibrio estático y dinámico del conjunto completo del brazo del molino de viento y la pala **400**. La viga superior del brazo del molino de viento **402** a su vez soporta un conjunto de soporte interno de la pala **410** que tiene ajustes de la función de ángulo de inclinación de la pala incorporados en el diseño. El conjunto de soporte interno de la pala **410** a su vez está sujeto a las palas del molino de viento **401** en la parte superior.

15

[0066] Entre los dos conjuntos de placa de soporte de brazo de molino de viento **403,403'** se encuentra un tubo de soporte de molino de viento **404** que proporciona una función de soporte estructural provisional para el brazo de molino de viento completo y conjunto de pala antes de su final de la instalación. Los dos conjuntos de placa de soporte del brazo del molino de viento **403,403'** tienen una interfaz concéntrica con llave con un eje de transmisión con llave **600** que pasa a través del conjunto completo y que es estructuralmente sostenido por los cojinetes de brida pilotados **303,303'** como se indica en el conjunto de mástil principal y marco **300** (ver Figura 15). El extremo opuesto del eje tiene una conexión con chaveta con la rueda giratoria superior 80 (indicada en el Detalle B de la figura 10A), transfiriendo el torque generado desde el conjunto del brazo y la pala del molino de viento a esta rueda giratoria superior **256**.

20

25

[0067] El montaje de placa de soporte de brazo de molino de viento inferior **403'** soporta rigidamente cuatro vigas del brazo de molino de viento inferior **405**. El montaje de placa de soporte de brazo de molino de viento **403'** también facilita los ajustes estáticos y dinámicos de equilibrio como fue el caso en la parte superior de montaje. La viga inferior del brazo del molino de viento **405** a su vez soporta un conjunto de soporte interno de la pala **410** que también tiene ajustes de la característica del ángulo de inclinación de la pala. El conjunto de soporte interno de la pala **410** a su vez soporta la pala del molino de viento **406**.

30

[0068] En la base de las palas del molino de viento, la pala de molino interior **406** está conectada rigidamente al montaje de soporte interior de pala inferior **411**. Esta pala inferior interior de soporte de montaje se fija al haz de brazo del molino de viento inferior **407**, que también tiene una conexión del perímetro exterior al conjunto de soporte externo de la pala **410**. El conjunto de soporte externo de la pala **410** está a su vez sujeto a las palas externas del molino de viento **401** en la parte inferior.

35

[0069] Preferiblemente, las palas de molino de viento tienen un perfil aerodinámico para optimizar el rendimiento.

40

[0070] El diseño de este brazo de molino de viento y el montaje de pala ofrecen varias ventajas de diseño en el implementador. Se describen a continuación:

El perfil de pala tiene características de alto coeficiente de elevación frente a características de coeficiente de arrastre para instalaciones de rendimiento de superficie aerodinámica que operan en números de Reynolds que se aproximan al ámbito de las instalaciones independientes de aerogeneradores de eje vertical de esta naturaleza.

45

El diseño de conexión de la pala ofrece un diseño de conexión de la pala relativamente limpia y sin obstrucciones y no requiere ningún requisito de conexión de tramo medio, lo que, si existiera, podría impedir significativamente el rendimiento de la turbina eólica.

50

El diseño de conexión de la pala facilita la flexibilidad de los diferentes ángulos de inclinación de la pala, lo que es útil para optimizar el rendimiento del diseño. El diseño del conjunto de soporte del brazo del molino de viento facilita los ajustes de equilibrio estático y dinámico al conjunto del brazo y la pala del molino de viento, minimizando así las preocupaciones vibratorias asociadas con el desequilibrio.

55

El conjunto de brazo y pala del molino de viento proporciona un diseño de doble pala que ofrece tres beneficios funcionales: 1) aumenta el rendimiento de generación de torque de la pala, 2) mantiene el área del plano de piso asociada al área de ensamblaje de la plataforma de mantenimiento principal principalmente libre de problemas de seguridad asociados con el molino de viento giratorio y 3) el diseño interior de la pala actúa como una ayuda funcional para facilitar la eliminación de calor dentro del diseño del pistón frío, aumentando de este modo las diferencias de temperatura entre el calor y pistones fríos, y aumentando la eficiencia operativa del motor térmico.

60

[0071] **Conjunto de rotador de base que facilita el control del eje vertical o azimutal**

65

[0071] La Figura 17 describe el conjunto de rotador de base 500 con el conjunto de placa de base de rotador 525 retirado. Las Figuras 18A y 18B describen el conjunto de placa base del rotador 500 y su función.

[0072] El montaje de rotador base 500 describe un suelo de hormigón 501 que puede incluir pilas o postes de hormigón que se extienden más profundamente en el suelo.

[0073] Colocados en la parte superior del suelo de hormigón 501 son dos marcos de pared de canal C 502 que están fijados al suelo de hormigón. Sentados dentro de la pared, los marcos de canal en C 502 residen en una multitud de secciones de pared de base 503 que rodean todo el perímetro de la base de hormigón y oculta el equipo interno del conjunto de rotador de base. En la parte superior de los marcos del canal C de la pared 503 reside un marco superior del canal C de la pared 511 que soporta la porción superior de los marcos del canal C de la pared 503. Partes del marco superior del canal C 511 son extraíbles, lo que facilita la extracción de algunas de las secciones de pared base 503 facilitando el acceso al equipo de infraestructura para fines de mantenimiento.

[0074] Dentro del montaje de rotador base 500 reside una gran placa de base fundamental 510 que es capaz de resistir un momento estructural significativo. Un eje vertical 504 con una salida con llave facilita la rotación del cubo soldado con llave 530 del conjunto de placa base del rotor (ver Figura 18). El eje vertical con la salida con llave está soportado por dos cojinetes de bloque de almohada 515,515' que están dimensionados para resistir el momento estructural del conjunto de nivel superior. El eje vertical con una salida con llave 504 es accionado por una rueda dentada síncrona grande 508 a través de la transmisión de correa síncrona 509 que se envuelve alrededor de una rueda dentada síncrona más pequeña 516. La rueda dentada síncrona más pequeña 516 es accionada por el eje de salida del reductor de engranajes 505; el reductor de engranajes 505 es accionado por la entrada del motor eléctrico 506. El aflojamiento y el apriete del accionamiento de correa síncrona 509 se ve facilitado por un marco de recogida 507 que mueve el reductor de engranajes 505 y el motor 506 hacia el eje vertical 504 para aflojarlos y alejarlos para el apriete.

[0075] Una estructura alternativa se utiliza para la gestión del peso de infraestructura significativo del montaje de nivel superior. Tres miembros de la base estructural con la placa base del muñón y las columnas 515,515',515" se montan en la base de hormigón 501 en tres ubicaciones centradas radialmente de 120 grados. En la parte superior de la placa base del muñón y las columnas 515,515',515" se asienta un rodamiento fijo de bloque de almohada 513,513',513" y un rodamiento de rodillos con cojín de rodillos flotantes 514,514',514". Entre los dos cojinetes reside una rueda de muñón 512,512',512" montada en un eje que se extiende entre los dos cojinetes de rodillos de bloque de almohada 513 y 514. Las tres ruedas de muñón 512,512',512" están orientadas de modo que puedan girar tangencialmente en la dirección del movimiento del eje vertical con salida con llave 504.

[0076] El montaje de placa de base rotador 525 vista inferior (véase la figura 18A y 18B) está montado en la base de los rotadores de montaje 500 de tal manera que el eje vertical con salida enchavetada 504 (ver figura 17), se coloca dentro de la llave de cubo soldada 530 en la placa de base 526, y proporciona el par de apriete necesario para rotar el conjunto de placa base del rotador 525, y por lo tanto proporciona un eje de acimut o control de eje vertical al conjunto de nivel superior. Las tres ruedas de muñón 512,512',512" también proporcionan soporte plano para el conjunto de placa base del rotor 525 y cada rueda de muñón 512,512',512" gira a medida que gira la placa. El punto de contacto de las ruedas de muñón 512,512', 512" está en la banda circunferencial plana identificada como 526 en la vista inferior.

[0077] En la vista superior del montaje de placa de base rotador 525, las grandes placas de soporte de momento base 527,527' residen y están estructuralmente soportadas por una multitud de pernos hexagonales estructurales 528. Estas grandes placas de soporte de momento base 527,527' sostienen las dos columnas cuadradas verticales del mástil principal 301,301' que se observan en el conjunto principal de mástil y marco 300 (ver Figura 15A y 15B).

[0078] El montaje de rotador base 500 es responsable de proporcionar acimut de control de ejes para el nivel superior de montaje. Siendo el componente más bajo, también es responsable de la gestión del peso estructural y momento estructural asociado con la estructura completa. Dado que el peso de la infraestructura de un generador combinado de energía eólica y solar como este es significativamente más alto que los pesos estándar de un dispositivo de energía solar independiente, el diseño ha sido radicalmente revolucionado diseñado para cumplir con el desafío de peso de este dispositivo.

[0079] Con el fin de activar el control de eje de acimut para todo el sistema, el sistema tiene que girar menos de una completa revolución para todo el ciclo diario. Para facilitar la precisión de su control angular, el reductor de engranajes 505 y el accionamiento síncrono (508,509,516) reducen la velocidad de salida a una baja velocidad de revolución. Para lograr un control angular, este sistema debe activarse solo durante unos pocos milisegundos cada 5 o 10 minutos, por lo que el ciclo de trabajo en los componentes de transmisión de potencia es extremadamente bajo.

**Realización alternativa que utiliza tubos de calor como mecanismo de transferencia de calor en lugar de espejos hiperbólicos.**

[0080] La figura 19 y la figura 20 comunican realizaciones alternativas usando tubos de calor que podrían usarse en

lugar de un espejo hiperbólico para transferir energía térmica derivada del espejo parabólico concentrado **116** al compartimento de almacenamiento de calor **290A** que acciona el pistón caliente **251** del motor térmico. **250**. Las tuberías de calor son un dispositivo de cambio de fase que comienza con un material líquido, que cuando se calienta se convierte en un material gaseoso. Los niveles extremadamente altos de tasas de transferencia de calor son posibles con tuberías de calor **181A, 182A**, posiblemente tan altas o superiores a 200.000 vatios por metro Kelvin (W/Mk). Esto se compara con la capacidad de transferencia de calor de elementos metálicos como el cobre, que tiene el mayor nivel de transferencia de calor, pero está limitado a tasas de transferencia de calor de 400 W/Mk. Las tuberías de calor funcionan mejor en un entorno donde el calor necesita viajar a una elevación más alta, y el líquido que surge durante el enfriamiento puede viajar por gravedad a la posición más baja. Estas condiciones ambientales están presentes en los conceptos generales de diseño de la invención actual.

**[0081]** La figura **19** identifica un conjunto de tubos de calor **181A, 182A** que se inician en el punto focal de los espejos parabólicos **116** (véase la figura **4**) y terminan en el compartimento de almacenamiento del motor térmico **290A**. Los tubos de calor **181A, 182A** recogen el calor a una elevación más baja y lo transportan al compartimento de almacenamiento del motor térmico que está elevado en relación con los espejos parabólicos **116**. Los tubos de calor **181A, 182A** están encerrados en una capa circunferencial de aislamiento **181B, 182B**, para minimizar las pérdidas de transferencia de calor. El compartimento de almacenamiento del motor térmico **250A** está soportado por un diseño de jaula estructural **277A** que se montaría en el panel principal del piso de mantenimiento. El compartimento de almacenamiento del motor térmico **250A** proporcionaría la fuente de calor requerida para calentar los gases calientes del pistón que se colocarían en su pistón central **291A**.

**[0082]** La figura **20** identifica una estructura de soporte de fijación de tubo de calor para el montaje del tubo de calor **181A** para el bastidor rígido espejo parabólico de montaje **119** (véase la Figura **4**). En esta figura, el tubo de calor **181A** se expone y se coloca en la región donde se sitúa el punto focal del espejo parabólico **116**. El aislamiento **181B** rodea el tubo de calor para minimizar las pérdidas de transferencia de calor. Se utiliza un marco estructural especial **151A** para sujetar el tubo de calor **181A** y el aislamiento **181B**. Cuatro abrazaderas flexibles **156A, 156A', 156A'' y 156A'''** están envueltas alrededor de la circunferencia del aislamiento **181B** y lo soporta rigidamente contra el marco estructural **151A**. La base del marco estructural **151A** tiene un dispositivo de fijación **152A, 153A** que se monta directamente en el marco de soporte rígido del espejo parabólico **119**.

**[0083]** Haciendo referencia a las Figuras **21 a 24C**, un sistema híbrido alternativo se describe que se compone de una matriz de captación solar con control de eje de altitud **100-A**, que está soportado estructuralmente por un mástil principal y bastidor de montaje **300-A**. La energía solar concentrada se redirige a la zona de orientación solar del motor térmico **290-A, 290'-A** que actúa como fuente de calor para el motor térmico **250-A**; en esta realización no se observa ninguna plataforma de mantenimiento principal en el diseño. La eficiencia de motor térmico **250-A, 250'-A** se incrementa significativamente mediante la incorporación de un regenerador de montaje **275-A, 275'-A** que es idéntica en diseño a detalles de la figura **11A a 11E**. El conjunto principal de mástil y marco **300-A**, también proporciona soporte de superestructura para el conjunto de brazo y pala de molino de viento **400-A**, y elimina la necesidad de soporte de alambre guía. El conjunto de brazo y pala de molino de viento **400-A** facilita la rotación a través del eje de transmisión vertical principal **600-A**. El momento estructural y el soporte axial del conjunto principal de mástil y marco **300-A** se facilita mediante la placa base del rotor **525-A**, placas de conexión de momento **527-A**, así como un nuevo elemento de conexión de viga torsional **531-A**. El eje vertical o control de acimut para todo el conjunto es proporcionado por el conjunto de rotador de base **500-A** que soporta la placa de base de rotador **525-A**.

#### **Diseño de motor térmico dual de tipo beta 250-A, 250'-A**

**[0084]** La figura **25A a 25C** indica una vista superior y en sección del diseño de motor térmico dual de estilo beta que se utiliza en el sistema híbrido alternativo, cada motor comprende un pistón caliente y un pistón frío alojados dentro de un núcleo común, con un circuito de conexión separado que incluye el conjunto regenerador del motor térmico.

**[0085]** En la Figura **25A** se describe un calor alternativo de construcción del motor que es considerablemente más compacto, y económico en el diseño que el calor de estilo alfa motor descrito en las figuras **9, 10, 11 y 13**. En este diseño, tanto el núcleo de pistón caliente **298-A, 298'-A** como el núcleo del pistón frío **297-A, 297'-A** residen dentro de uno de los dos cilindros de pistón **251-A, 251'-A**, respectivamente; en contraste, el diseño del motor térmico de estilo alfa tenía cuatro cilindros de pistón: **251, 251' 251'' y 251'''**.

**[0086]** En la Figura **25A a 25C**, el movimiento lineal del motor dual calor de estilo beta **250-A, 250'-A** se describe en la siguiente manera. Comenzando con el vástago de pistón frío **253'-A, 253'''-A**, pasa a través de un casquillo **267-A, 267'-A** que está soportado por la placa delantera del pistón frío **269-A, 269'-A**. Una serie de 8 barras de tensión, **268** proporcionan una carga de compresión en la placa frontal del pistón frío combinado **269-A, 269'-A** y la placa posterior del pistón caliente **272-A, 272'-A**, asegurando que se mantenga un cierre hermético a presión. La varilla de pistón **253'-A, 253'''-A** luego se conecta al pistón frío **297-A, 297'-A**. Un disipador de calor de aleta plegada de aluminio fuertemente empaquetado **271-A, 271'-A** está posicionado linealmente a cada lado del núcleo del pistón frío, y está metalúrgicamente unido al pistón frío **251-A, 251'-A**. Estos elementos de aletas plegadas **271-A, 271'-A** actúan, en combinación con un flujo de aire asistido por un molino de viento para enfriar activamente el pistón frío y aumentar el gradiente de temperatura observado entre el pistón caliente **298-A, 298'-A** y el pistón frío de acoplamiento **297-A,**

**297'-A**, mejorando así la eficiencia operativa y el rendimiento del motor térmico. El pistón frío **297-A**, **297'-A** empuja el aire frío en la tubería de retorno sin aislamiento **252-A**, **252'-A** respectivamente. Este tubo de retorno pasa por una válvula **260** utilizada para presurizar el regenerador y calentar el conjunto del motor con gas helio. Adyacente a la válvula **260** hay un manómetro **259**. Adyacente al manómetro **259** se encuentra el conjunto regenerador **275-A**, **275-A'** con la construcción como se describe en la **Figura 11**. A medida que el gas frío pasa a través del regenerador se calienta. Luego pasa a través de un tubo caliente aislado **261-A** que devuelve los gases calientes al núcleo del pistón caliente **298-A**, **298'-A**, expandiendo la cámara caliente. Estos gases son calentados por la energía solar que se concentra direccionalmente en el cilindro caliente, y se expande hasta que alcanza su punto de expansión máximo. El núcleo del pistón caliente está conectado a una varilla de conexión de pistón caliente **253-A**, **253''-A** que tiene un espacio libre con el vástago del pistón frío **253'-A**, **253'''-A**, que permite que el vástago del pistón caliente **253-A**, **253''-A** funcione con un movimiento que es independiente del vástago del pistón frío. Cuando el núcleo del pistón caliente **298-A**, **298'-A** alcanza su punto de expansión pico, se invierte la dirección forzando los gases a seguir un ciclo inverso hacia el núcleo de pistón frío **297-A**, **297'-A**.

**[0087]** La **figura 25A a 25C** no indica la presencia de un compartimiento de almacenamiento de calor de montaje **290** como se indica en el **detalle A** de la **figura 10** y se describe en las **figuras 12A a 12D** del diseño inicial. El dispositivo de almacenamiento térmico es visto para ser equipo opcional en el diseño, y no es probable que estén presentes en diseños pequeños basados en energía.

**[0088]** Las **figuras 26A a 26D** muestran una realización alternativa del espejo hiperbólico y el subconjunto del eje óptico con una función similar a la descrita en **figura 7** y **figuras 8A y 8B**. Esta realización difiere de varias maneras.

**[0089]** La cubierta de equipo óptico **159-A** se ha diseñado de una forma más compacta y simple de fabricar en un intento de minimizar el efecto de sombra de la cubierta en el espejo parabólico de cuadrado de apareamiento **100-A**, y reducir costes de fabricación.

**[0090]** El eje principal óptico **151-A** y **152-A** ha sido reconfigurado de un solo diseño de eje a un doble diseño de soporte del eje con mayor nivel de rigidez estructural, tanto en la flexión como en la transferencia de par de torsión. Este diseño más estructural se ha logrado sin ningún aumento en el efecto de sombra en el espejo parabólico. El eje de rotación del eje principal óptico **151-A** y **152-A** también se ha alejado del centro de la cubierta del equipo óptico **159-A** hacia su perímetro exterior. Esto forma parte de un esfuerzo por reposicionar el eje de rotación más cercano al centroide del espejo hiperbólico **180-A**.

**[0091]** La forma de los elementos de espejo hiperbólico **180-A** también se ha rediseñado para facilitar nuevos puntos de focalización solares de motor térmico sobre el pistón caliente **250-A**, **250'-A**. Los elementos del espejo hiperbólico **180-A** también se han rediseñado para que los espejos giren principalmente fuera de la cubierta del equipo óptico, **159-A**, a fin de minimizar las restricciones de límites impuestas por el nuevo diseño de la cubierta del equipo óptico más pequeño **159-A**. Los elementos del espejo hiperbólico **180-A** se han recortado en tamaño, de modo que la única parte del espejo presente en el diseño se requiere para el reflejo reflejado de los rayos solares que emanan de su espejo parabólico cuadrado de acoplamiento **100-A**.

**[0092]** Las **figuras 26A y 26B** muestran las extensiones de rotación de este diseño que facilita la rotación del espejo parabólico desde una posición de altitud solar de medio día de 17 grados sobre la horizontal. Las **figuras 26C y 26D** reflejan los grados de rotación del diseño alternativo desde una posición de altitud del sol al amanecer o al anochecer de 93 grados. En este diseño, se logra una rotación de altitud total de 76 grados con el espejo parabólico **100-A**, y una extensión contrarrotativa de 38 grados para el subconjunto del eje óptico **150-A**, que refleja las posiciones máximas del sol solar en latitudes superiores a 40 grados norte. La posición anterior de amanecer o atardecer de 90 grados prohíbe la acumulación de nieve o lluvia en el espejo parabólico en condiciones nocturnas, minimizando así las condiciones operativas perjudiciales que pueden surgir especialmente en climas invernales debido a las condiciones de acumulación de nieve. La **figura 27** describe el conjunto de rotador de base alternativo **500-A** con el conjunto de placa de base de rotador **525-A** retirado. Esta subestructura alberga el equipo rotativo de eje azimutal y el equipo de control solar de doble eje.

**[0094]** Fijado a tres bases de hormigón y estructuras de columnas **501-A** hay un marco estructural de forma triangular **502-A** que proporciona soporte estructural general para la estructura alternativa completa. Pegadas al marco estructural se encuentran las secciones de pared base **503-A** que rodean completamente el equipo cerrado. En los tres vértices triangulares internos de la estructura de soporte general **502-A**, se colocan tres columnas estructurales **515-A**. Sentada en la parte superior de cada una de las tres columnas estructurales **515-A**, hay una placa base y un rodamiento de rodillos con almohadilla fija **513-A** y un rodamiento de rodillos con almohadilla flotante **514-A**. Entre los dos cojinetes reside una rueda muñón **512-A** montada sobre un eje que corre entre los dos cojinetes de rodillos Pillowblock **513-A**, **514-A**. Cada una de las tres ruedas de muñón **512-A** están orientadas de tal manera que puedan girar tangencialmente en la dirección de movimiento del eje vertical central **504-A**. Estos tres ruedas de muñón proporcionan el soporte estructural para el peso muerto de la totalidad de la estructura y del conjunto de placa base del rotador **525-A** (como se observa en las **Figuras 21 a 24C**).

**[0095]** Un reductor de velocidad engranado y el motor **505-A** se monta en la base del compartimiento interno del

montaje de rotador base **500-A**. Fijado al eje de salida del reductor de velocidad de engranajes y el motor **505-A** hay un acoplamiento espaciador **520-A** que se conecta directamente al eje vertical central **504-A** que proporciona capacidad de rotación azimutal al diseño. El eje vertical central **504-A** está soportado por un rodamiento de rodillos de bloque de almohada flotante superior **517-A** y un rodamiento de rodillos de bloque de almohada fijo inferior **518-A**. El rodamiento de rodillos de bloque de almohada flotante superior **517-A** está soportado por una viga de soporte estructural **510-A** que está conectada a dos de las tres columnas estructurales **515-A**. El rodamiento de rodillos de bloque de almohada fijo inferior está soportado por una segunda viga de soporte estructural **510'-A** que está conectada también a dos de las tres columnas estructurales **515-A**. Los dos rodamientos de rodillos internos con bloque de almohada **517-A**, **518-A** son responsables del soporte del eje vertical, del soporte del peso del eje y de la resistencia del momento estructural asociado principalmente con el peso muerto apalancado del conjunto de colectores solares, y cualquier carga de viento o de nieve asociada con las condiciones ambientales de operación. Los rodamientos de rodillos del bloque de almohada **517-A**, **518-A** están orientados de una manera que aseguran que las cargas radiales primarias sean resistidas por la base o los cuerpos laterales de los rodamientos de rodillos del bloque de almohada **517-A**, **518-A**.

**[0096]** Un armario de control enmarcado por separado **522-A** se coloca en la parte delantera del montaje de rotador base **500-A**. Este armario de control **522-A** aloja la porción del motor del reductor de velocidad de engranajes y el motor **505-A**, todo el cableado eléctrico que emana del motor de engranaje de control de altitud **104**, y del generador de inducción **205-A**. Este armario de control **522-A** también alberga el equipo de control PLC que controla el movimiento de la invención giratorio de doble eje.

**[0097]** Las Figuras **28A** y **28B** describen un conjunto de brazo y pala de molino de viento de tres palas **400-A** usada en el diseño alternativo.

**[0098]** Hay dos conjuntos de placa de soporte de brazo de molino de viento **403-A**, **403'-A**. El conjunto de soporte superior del brazo del molino de viento **403-A** soporta rígidamente 3 vigas superiores del brazo del molino de viento **402-A**, y también facilita los ajustes de equilibrio estático y dinámico del conjunto completo de brazo y pala de molino de viento **400-A**. La viga superior del brazo del molino de viento **402-A** a su vez soporta un conjunto de soporte interno de la pala **410-A** que tiene incorporados ajustes de la característica del ángulo de inclinación de la pala en el diseño. El conjunto de soporte interno de la pala **410-A** a su vez está sujeto a las palas del molino de viento **401-A** en la parte superior.

**[0099]** Entre los dos conjuntos de placa de soporte de brazo de molino de viento **403-A**, **403'-A** reside un tubo de soporte de molino de viento **404-A** que proporciona cierta rigidez y soporte para el conjunto completo. Los dos conjuntos de placa de soporte del brazo del molino de viento **403-A**, **403'-A** tienen una interfaz concéntrica con llave con el eje de transmisión con llave **600-A** que reside dentro del tubo de soporte del molino de viento **404-A**. El eje de transmisión con llave **600-A** está estructuralmente soportado por una estructura de soporte de bloque de almohada fija y flotante que reside dentro del ensamblaje principal de mástil y marco **300-A**.

**[0100]** El conjunto de placa de soporte de brazo de molino de viento inferior **403'-A** soporta rígidamente tres vigas de brazo de molino de viento inferiores **405-A**. El conjunto de placa de soporte del brazo del molino de viento **403'-A** también facilita los ajustes de equilibrio estático y dinámico, como es el caso con el conjunto superior. La viga inferior del brazo del molino de viento **405-A** a su vez soporta un conjunto de soporte interno de la pala **410-A** que también tiene ajustes de la característica del ángulo de inclinación de la pala. El conjunto de soporte interno de la pala **410-A** a su vez está sujeto a la pala interna del molino de viento **406-A**.

**[0101]** En la base de las palas del molino de viento, la pala interna del molino de viento **406-A** está conectada rígidamente al conjunto de soporte interno de la pala **411-A**. Este conjunto de soporte interno de la pala **411-A** está conectado a la viga inferior del brazo del molino de viento **407-A** que también tiene una conexión perimetral exterior al conjunto de soporte de la pala **410-A**. El conjunto de soporte de la pala **410-A** está a su vez sujeto a la pala del molino de viento **401-A** en la parte inferior.

**[0102]** La base del eje de transmisión **600-A** tiene una conexión con llave con la rueda giratoria superior **256-A** (Ver Figura **29B**), transfiriendo el par generado desde el brazo del molino de viento y el conjunto de pala **400-A** a esta rueda giratoria superior **256-A**.

**[0103]** El diseño mecánico de este conjunto alternativo de brazo y pala de molino de viento ofrece varios beneficios de diseño además de los ya mencionados anteriormente.

El diseño de tres palas dobles facilita un diseño de infraestructura de soporte interno, como el soporte de rodamiento de rodillos dobles del mástil principal y el ensamblaje del bastidor **300-A**, eliminando así la necesidad de cables guía en el diseño.

La viga de soporte superior del molino de viento **403-A** y la viga de soporte inferior del molino de viento **407-A** también han adaptado un diseño de perfil de pala, mejorando así el coeficiente de potencia del conjunto global de brazo y pala de molino de viento **400-A** mejorando su rendimiento.



La viga de soporte del molino de viento inferior **407-A** funciona en concierto con los elementos de aletas plegadas **271-A, 271'-A** en el diseño de motor térmico dual **250-A, 250'-A**, proporcionando flujo de aire asistido por molino de viento para enfriar activamente el pistón frío y aumentar el gradiente de temperatura observado entre el pistón caliente **298-A, 298'-A** y el pistón frío de acoplamiento **297-A, 297'-A**, mejorando así la eficiencia operativa y el rendimiento del diseño del motor térmico **250-A, 250'-A**.

**[0104] Las Figuras 29A y 29B** proporcionan una vista en sección más completa del conjunto de rotor alternativo y cómo está acoplado a la turbina eólica de eje vertical y al aumentador de velocidad que acciona el generador de viento solar. **La Figura 29C** es una vista de primer plano del área dentro de un círculo en la Figura 29B, que muestra la multitud de elementos de aletas de intercambio de calor plegados.

**[0105]** En la **Figura 29B**, se describe el conjunto del rotador, que tiene la función de traducir los movimientos lineales del motor de calor dual de estilo beta **250-A, 250'-A** en movimiento rotativo con características idénticas al movimiento rotativo observado por el eje de transmisión de potencia principal **600-A**, y el aerogenerador de eje vertical **400-A** al que está conectado.

**[0106]** Conectada al eje de transmisión de la turbina eólica **600-A** está la rueda rotadora superior **256-A**. La interfaz con la rueda giratoria superior es un pasador rotador de motor térmico especialmente diseñado **263-A** que tiene la calidad de tener un pasador montado en la parte superior, que está radialmente desplazado del pasador montado en la parte inferior por una diferencia angular fija, y con una placa de conexión intermedia, especialmente diseñada para garantizar que no surjan condiciones de interferencia durante una rotación normal de 360 grados de la turbina eólica de eje vertical **400-A**. La articulación del cilindro rotador **254-A** y la articulación del cilindro rotador **255'-A** están conectadas de manera holgada al pasador montado en la parte superior del pasador rotador del motor térmico **263-A**. La articulación del cilindro rotador **254'-A** y la articulación del cilindro rotador **255-A** están conectadas de forma holgada al pasador montado en la parte inferior del pasador rotador del motor térmico **263-A**.

**[0107]** Las conexiones de montaje de rotador individuo se describen como sigue:

Para el pasador montado superior de pasador de rotador de motor térmico **263-A**: Enlace de cilindro rotador **254-A** es el pasador conectado a la varilla conectora de pistón caliente del lado izquierdo **253'-A**, permitiendo de ese modo que el cilindro rotador **254-A** gire libremente en relación con la varilla de pistón frío linealmente fija **253''-A**. Enlace de cilindro rotador **255'-A** está conectado por pasador a la varilla del pistón frío del lado derecho **253'-A** de una manera que permite el enlace de cilindro rotador **255'-A** para girar libremente en relación con la varilla **253'-A** de pistón frío linealmente fija.

**[0108]** Para el pasador montado en la parte inferior del rotador del motor térmico **263-A**: el enlace del cilindro rotador **255-A** está conectado al pasador del pistón frío del lado izquierdo **253''-A**, permitiendo así que el cilindro del rotador **255-A** gire libremente en relación con la varilla de pistón frío linealmente fija **253''-A**. La articulación del cilindro rotador **254'-A** está conectada por pasador a la varilla del pistón caliente del lado derecho **253-A** de una manera que permite que la articulación del cilindro rotador **254'-A** gire libremente en relación con la varilla de conexión del pistón caliente **253-A** fijada linealmente del pasador rotador del motor térmico **263-A** se conecta luego a la rueda del rotador inferior y al subconjunto del eje **256'-A**.

**[0110]** Un acoplamiento **204-A** del tamaño de par apropiado conecta la rueda del rotor inferior y el subconjunto del eje **256'-A** al aumentador de velocidad de engranaje del tamaño apropiado **203-A**. Una unidad de correa síncrona se conecta al incrementador de velocidad **203-A** al generador de inducción **205-A**. Un freno de retención de tamaño apropiado **206-A** se monta en el lado de entrada del generador de inducción **205-A**, para facilitar las condiciones de parada del molino de viento en ambientes excesivamente de alta velocidad del viento.

### **Control sistémico de la invención**

**[0111]** Si bien es deseable que el molino de viento sea de diseño autónomo, este no es un aspecto esencial de la invención. Del mismo modo, el motor térmico no contiene necesariamente ningún elemento de control de velocidad. En las versiones de la invención descritas aquí, el molino de viento y el motor térmico no se mueven de forma independiente, es decir, funcionan de manera conjunta.

**[0112]** Una forma preferida de control sistémico, aunque no necesariamente la más económica, es mediante el uso de un accionamiento regenerativo para controlar el generador de inducción. Las unidades regenerativas están equipadas con una unidad de suministro activa, capaz de acondicionar la señal de la electricidad de salida. El variador regenerativo permite un flujo de potencia total tanto en modo motor como en modo generativo, y está disponible como una solución para voltajes que varían de 208V a 690V, trifásicos, y en tamaños de módulos tan pequeños como 5,5 kW. Un ejemplo de un producto comercialmente disponible es el ACS800-11 ABB Industrial Regenerative Drive. El accionamiento regenerativo facilita un diseño de molino de viento de velocidad variable. El mérito de un diseño de molino de viento de velocidad variable es que la velocidad de operación del molino de viento se puede ajustar para facilitar relaciones óptimas de velocidad de punta y eficiencias operativas a diferentes velocidades del viento; de hecho, la velocidad del viento podría tratarse como un factor de entrada en el control del accionamiento en tal situación. El

accionamiento también facilita el frenado regenerativo en situaciones de apagado de alta velocidad del viento, ofreciendo ahorros de energía en comparación con otros métodos de frenado, como el frenado mecánico.

5 [0113] Una forma más rentable de control sistémico que podría usarse en aplicaciones monofásicas, es mediante el uso de un motor de inducción controlado por unidad industrial y una unidad de embrague independientes que podrían usarse para iniciar la generación de electricidad en el generador de inducción. En esta situación, el generador de inducción se aceleraría a una velocidad que excede la velocidad síncrona más el deslizamiento del motor. En el caso del típico generador de inducción de cuatro polos, dicha velocidad probablemente sería superior a 1.850 rpm. Mientras que un motor de inducción típico que funciona a través de la línea a 60 Hz funcionaría a su velocidad síncrona menos la velocidad de deslizamiento del motor, o aproximadamente a 1750 rpm, el accionamiento industrial estándar que lo controla podría funcionar a una frecuencia de 64 Hz y proporcionar la velocidad necesaria para iniciar la generación de electricidad. El motor y la unidad de embrague podrían programarse adecuadamente para activarse y engancharse cuando la velocidad alcanzara un punto mínimo de operación. En tal situación de control, el molino de viento funcionaría como un diseño de velocidad fija, ofreciendo quizás un nivel de eficiencia de funcionamiento general más bajo.

### Solución fotovoltaica

20 [0114] Haciendo referencia a las Figuras 30 a 33C, se describe un segundo sistema híbrido alternativo que consiste en una matriz de recolección solar con control de eje de altitud 100-B, que está soportado estructuralmente por un conjunto de mástil principal y marco 300-A. En esta realización, la energía solar fotovoltaica se genera mediante dos filas individuales de cinco paneles fotovoltaicos 100-B, y la electricidad de CC generada se dirige a un inversor de cadena solar de CC a CA 590-B para la conversión a electricidad de CA. El conjunto principal de mástil y marco 300-A continúa brindando soporte de superestructura para el conjunto de brazo y pala de molino de viento 400-A y la matriz de recolección solar 100-B, y elimina la necesidad de soporte de cable guía. El conjunto de brazo y pala de molino de viento 400-A gira sobre el eje de transmisión vertical principal 600-A. El momento estructural y el soporte axial del conjunto principal de mástil y bastidor 300-A se realiza a través de la placa base del rotador 525-A, las placas de conexión de momento 527-A, así como un nuevo elemento de conexión de viga torsional 531-A. El eje vertical o control de acimut para todo el conjunto lo proporciona el conjunto de rotador de base 500-A que soporta la placa de base de rotador 525-A. Este segundo diseño alternativo comparte muchos de los elementos de diseño del primer diseño alternativo, y el control del eje de altitud de las filas individuales de paneles fotovoltaicos se maneja de manera similar. No hay necesidad de un motor térmico 250-A, 250'-A en este diseño, por lo que estos elementos de diseño se han eliminado. La Figura 33A es una vista lateral de la variación de la figura 30. La Figura 33B es una vista correspondiente, pero con el riel lateral del canal C eliminado para mostrar la operación de enlace más claramente. 35 Los paneles fotovoltaicos se muestran en una posición de ángulo bajo. La Figura 33C es una vista lateral correspondiente a la Figura 33B, pero con los paneles fotovoltaicos en una posición de ángulo alto. Esta es esencialmente la misma disposición y mecanismo de enlace para el ajuste del ángulo vertical que en la realización previa.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de generación eléctrica que comprende:

5 al menos un motor térmico (250);  
 un conjunto de recolección de energía solar (100);  
 una turbina eólica de eje vertical (400) que comprende una serie de palas de molino de viento vertical (400)  
 desplazadas lateralmente desde y giratorias alrededor de un eje central; y  
 medios de generación de electricidad (205);  
 10 en donde el conjunto de recolección de energía solar (100) comprende un conjunto de espejos parabólicos  
 (116) dispuestos para recolectar y transmitir energía solar a dicho al menos un motor térmico (250), para  
 accionar dicho al menos un motor térmico (250);  
 la turbina eólica de eje vertical (400) está montada sobre el conjunto de recolección de energía solar (100);  
**caracterizado por:**  
 15 un eje de transmisión de salida común (600) en el mismo eje que dicho eje central de dicho  
 aerogenerador de eje vertical (400), conectado para ser accionado por dicho aerogenerador de eje  
 vertical (400) y por cada dicho motor térmico (250); y  
 los medios de generación de electricidad (205) están conectados a dicho eje de transmisión de salida  
 común (600) para producir electricidad.

2. Un sistema según la reivindicación 1, en donde el conjunto de espejos parabólicos comprende al menos una fila  
 generalmente horizontal, y en donde cada fila es giratoria alrededor de un eje generalmente horizontal (110) en un  
 marco (119), y en donde el marco es giratorio alrededor de un eje generalmente vertical, y en donde la rotación  
 25 alrededor de estos ejes es controlada y programable para hacer que los espejos parabólicos generalmente sigan al  
 sol.

3. Un sistema según la reivindicación 2, en donde cada fila es giratoria mediante un conjunto de enlace (102, 105,  
 106, 107) accionado por un motor (104) conectado a una manivela (102), que a su vez se conecta a un enlace  
 30 secundario (105), que a su vez se conecta a los enlaces del conector (107) conectados a los enlaces de rotación (106),  
 que a su vez están conectados a dichos ejes horizontales para producir la rotación a medida que dicho motor opera  
 dicha manivela.

4. Un sistema según la reivindicación 3, en donde la relación de la longitud del cigüeñal a la longitud del enlace  
 35 secundario está en el rango de 0,75 a 0,85.

5. Un sistema como en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde cada espejo parabólico enfoca la energía  
 solar en un espejo hiperbólico respectivo (180, 181, 189, 194) colocado sobre cada espejo parabólico, los espejos  
 hiperbólicos a su vez dirigen la energía solar hacia al menos un elemento central de almacenamiento de calor (290),  
 40 cada elemento de almacenamiento de calor proporciona calor a al menos un motor térmico para impulsar dicho al  
 menos un motor térmico, cada motor térmico impulsando dicho eje de transmisión de salida común mediante la  
 conversión de movimiento lineal de un pistón en cada uno de dichos motores térmicos al movimiento giratorio de dicho  
 eje de transmisión de salida común.

6. Un sistema según la reivindicación 5, en donde dicho elemento de almacenamiento de calor (290) incluye una  
 45 cámara de almacenamiento (291') que contiene una composición de sal.

7. Un sistema según la reivindicación 1, donde las palas del molino de viento están soportadas en los extremos superior  
 e inferior de las mismas por puntales de soporte del molino de viento.

8. Un sistema como en la reivindicación 1 o la reivindicación 7, donde hay palas de molino de viento internas (406) y  
 50 externas (401).

9. Un sistema como en la reivindicación 7 o la reivindicación 8, donde al menos uno de: (a) las palas del molino de  
 viento; y (b) los puntales de soporte del molino de viento; tiene/tienen forma de superficie aerodinámica.

10. Un sistema según la reivindicación 9, en donde el conjunto de espejos parabólicos comprende al menos una fila  
 generalmente horizontal, y en donde cada fila es giratoria alrededor de un eje generalmente horizontal (110) en un  
 marco (119), y en donde el marco es giratorio alrededor del mismo eje generalmente vertical que el eje vertical de la  
 60 turbina eólica, y en donde la rotación alrededor de estos ejes es controlada y programable para hacer que los espejos  
 parabólicos sigan generalmente al sol.

11. Un sistema según la reivindicación 10, en donde cada fila que puede girar es mediante un conjunto de enlace (102,  
 105, 106, 107) accionado por un motor (104) conectado a una manivela (102), que a su vez se conecta a un enlace  
 65 secundario (105), que a su vez se conecta a enlaces de conector (107) conectados a enlaces de rotación (106), que  
 a su vez están conectados a dichos ejes para producir rotación a medida que dicho motor opera dicha manivela.

- 12.** Un sistema según la reivindicación 11, en donde la relación de la longitud del cigüeñal a la longitud del enlace secundario está en el intervalo de 0,75 a 0,85.
- 5 **13.** Un sistema según la reivindicación 7, en donde una pala interior inferior o puntal de soporte está configurado para facilitar el flujo de aire a través de disipadores de calor (271) alrededor de un pistón frío (251) del motor térmico.
- 14.** Un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde los espejos parabólicos (116) son circulares.
- 10 **15.** Un sistema como en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde los espejos parabólicos (116A) son rectangulares o cuadrados.

FIGURA 1

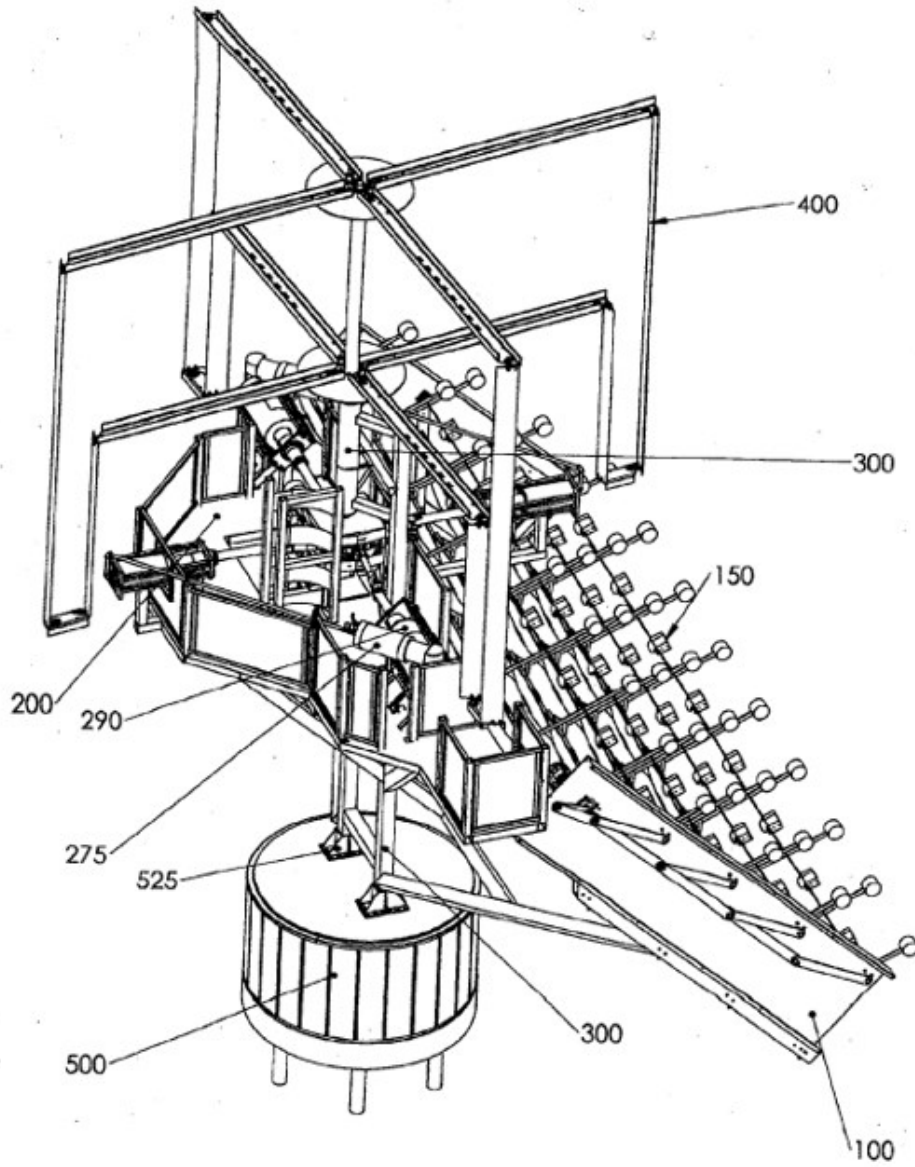


FIGURA 2

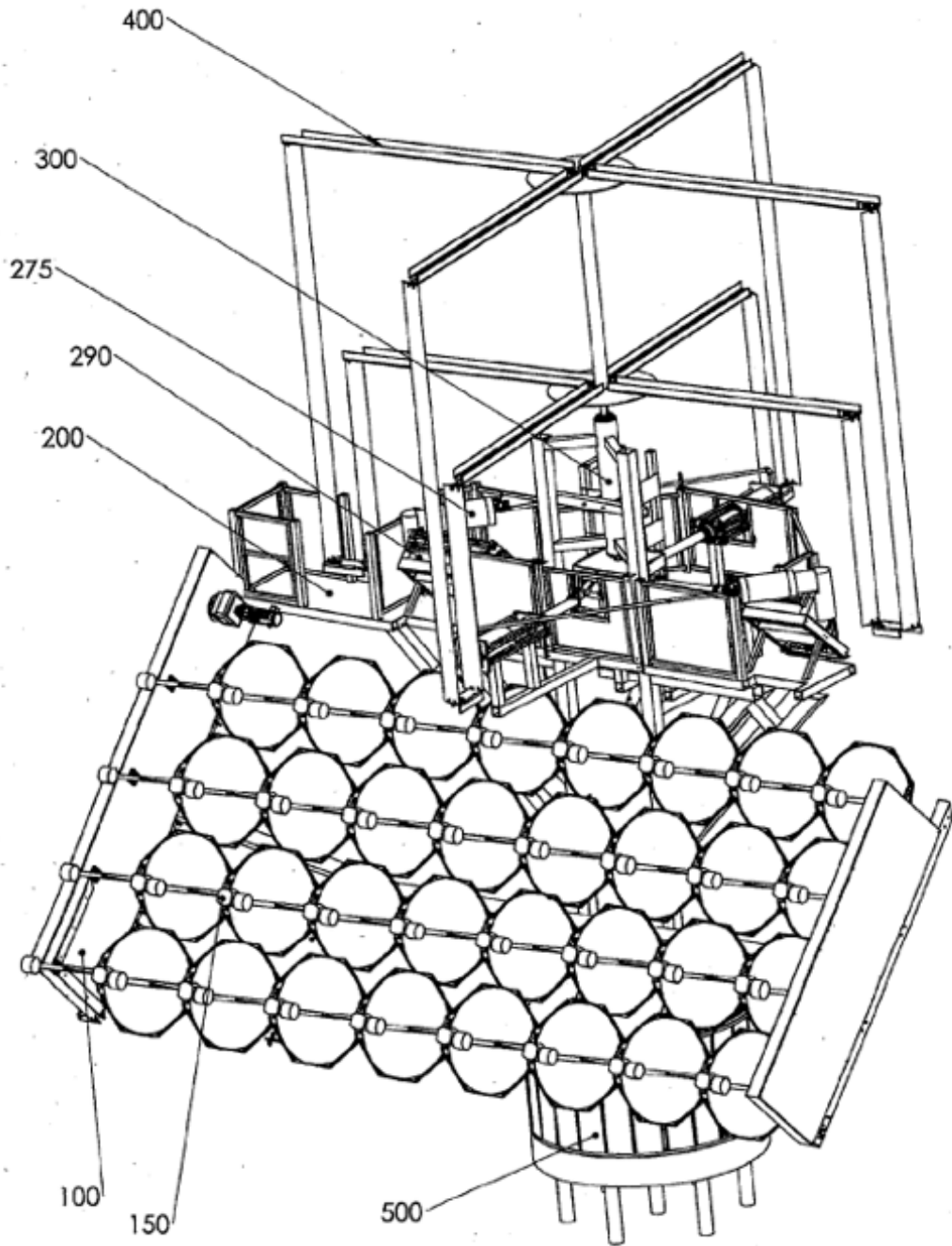


FIGURA 3A

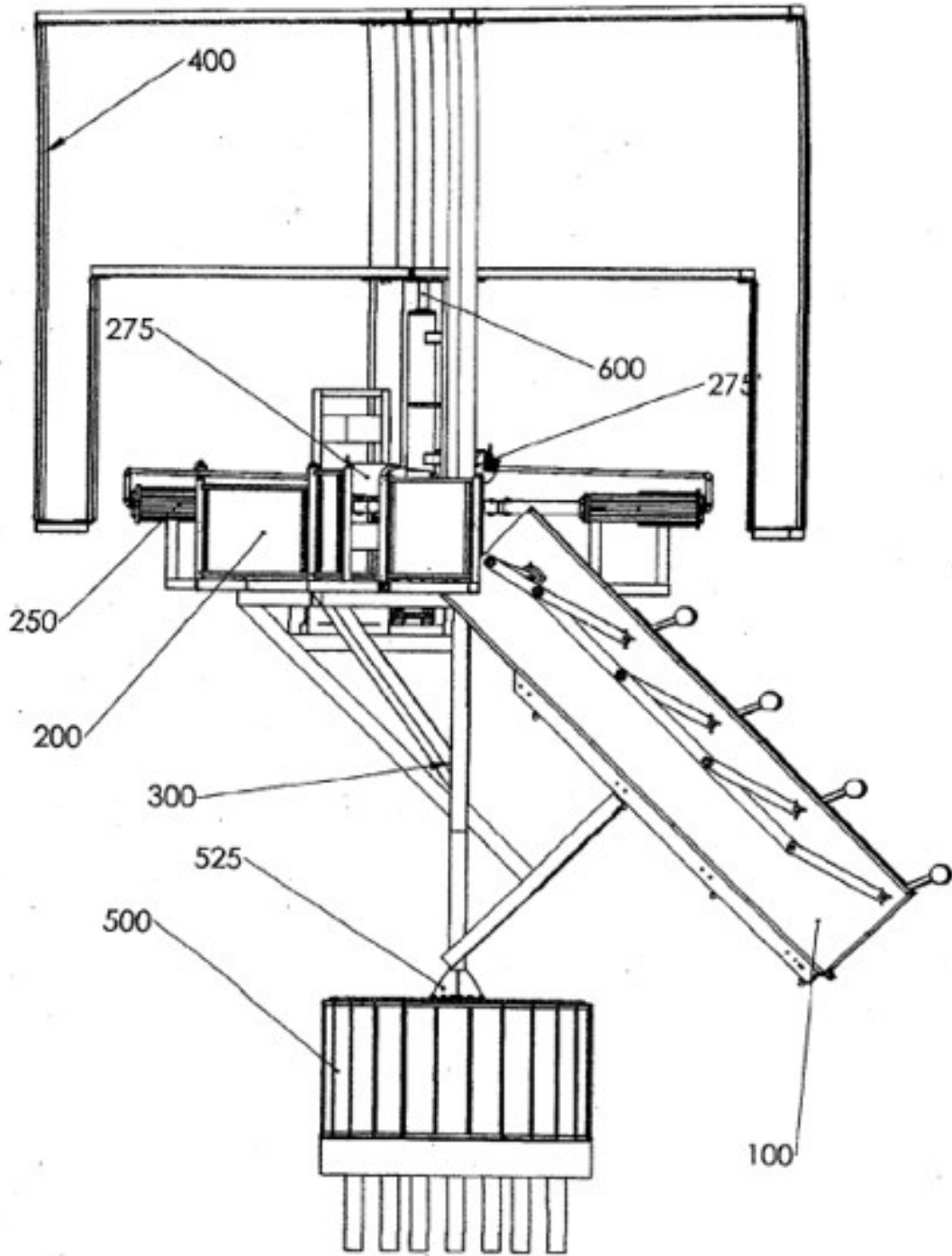


FIGURA 3B

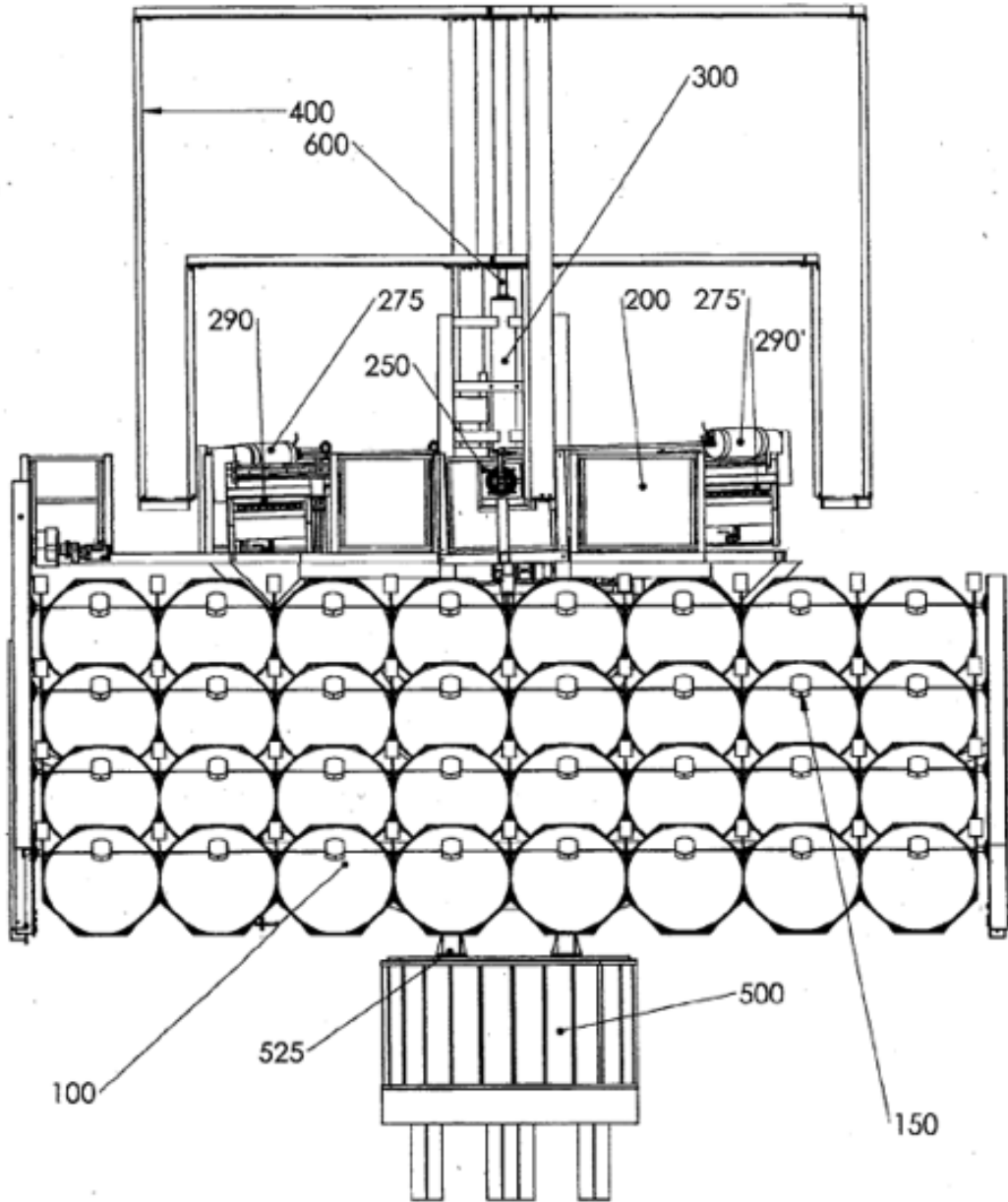




FIGURA 3C

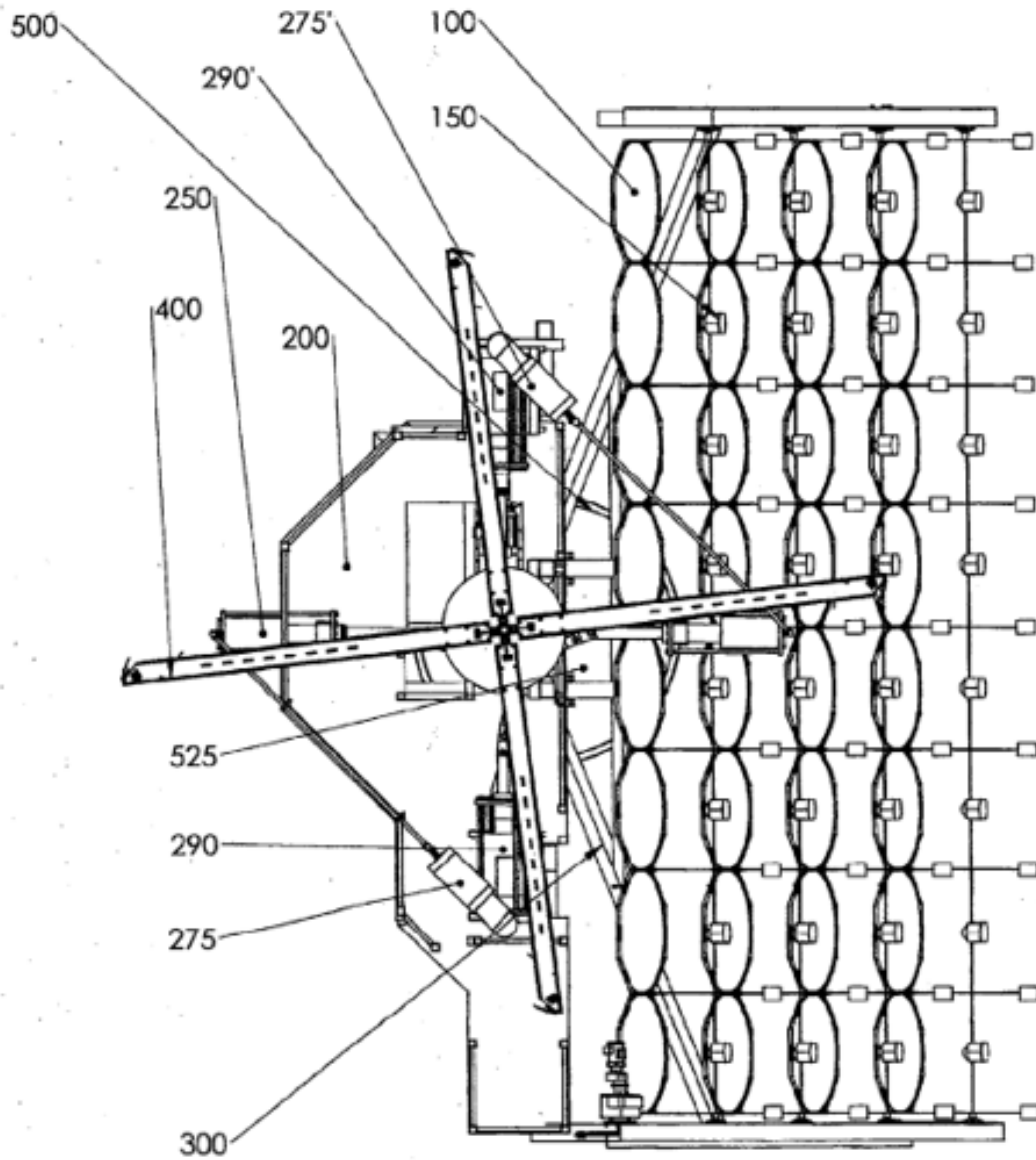


FIGURA 3D

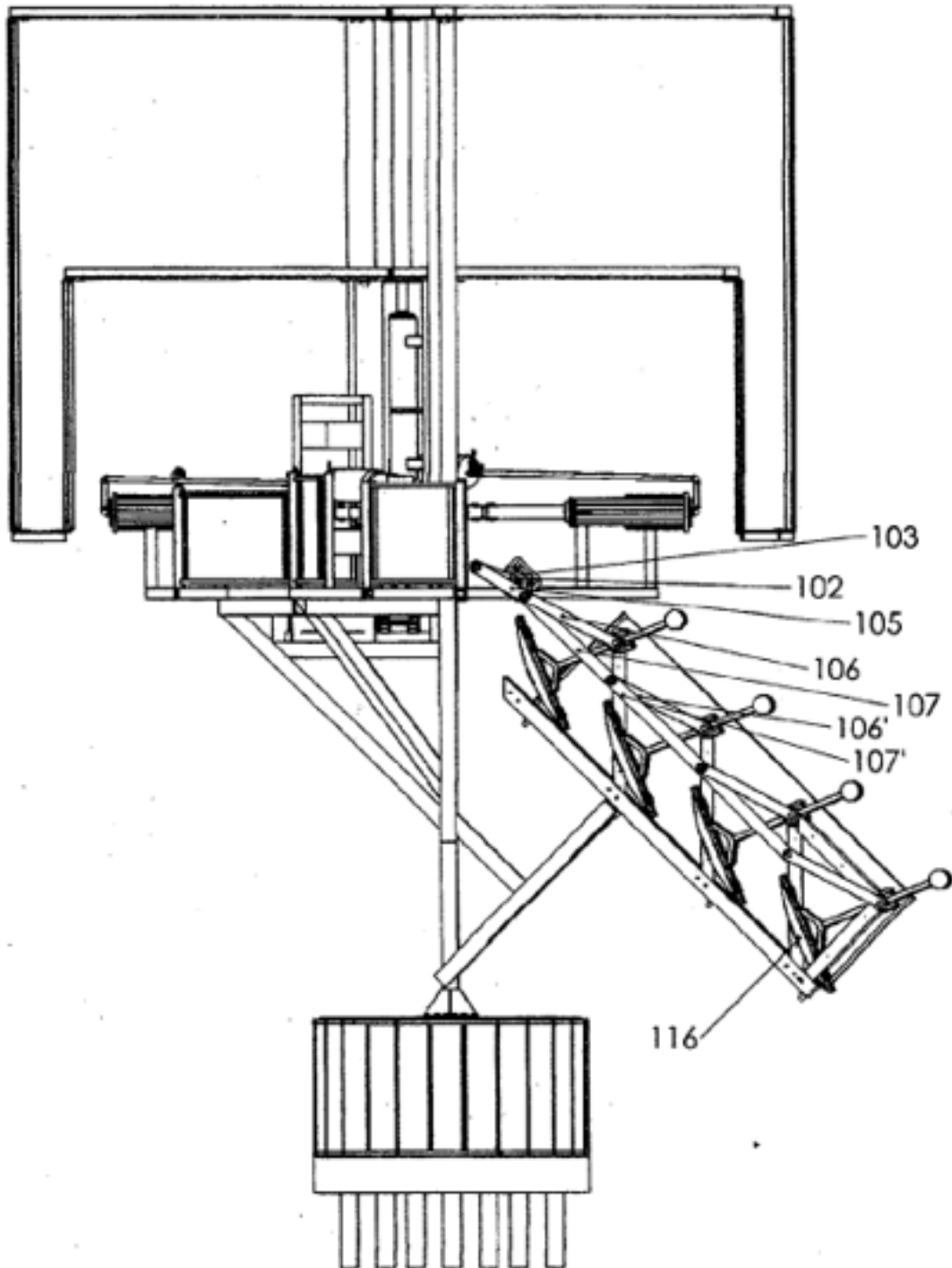


FIGURA 3E

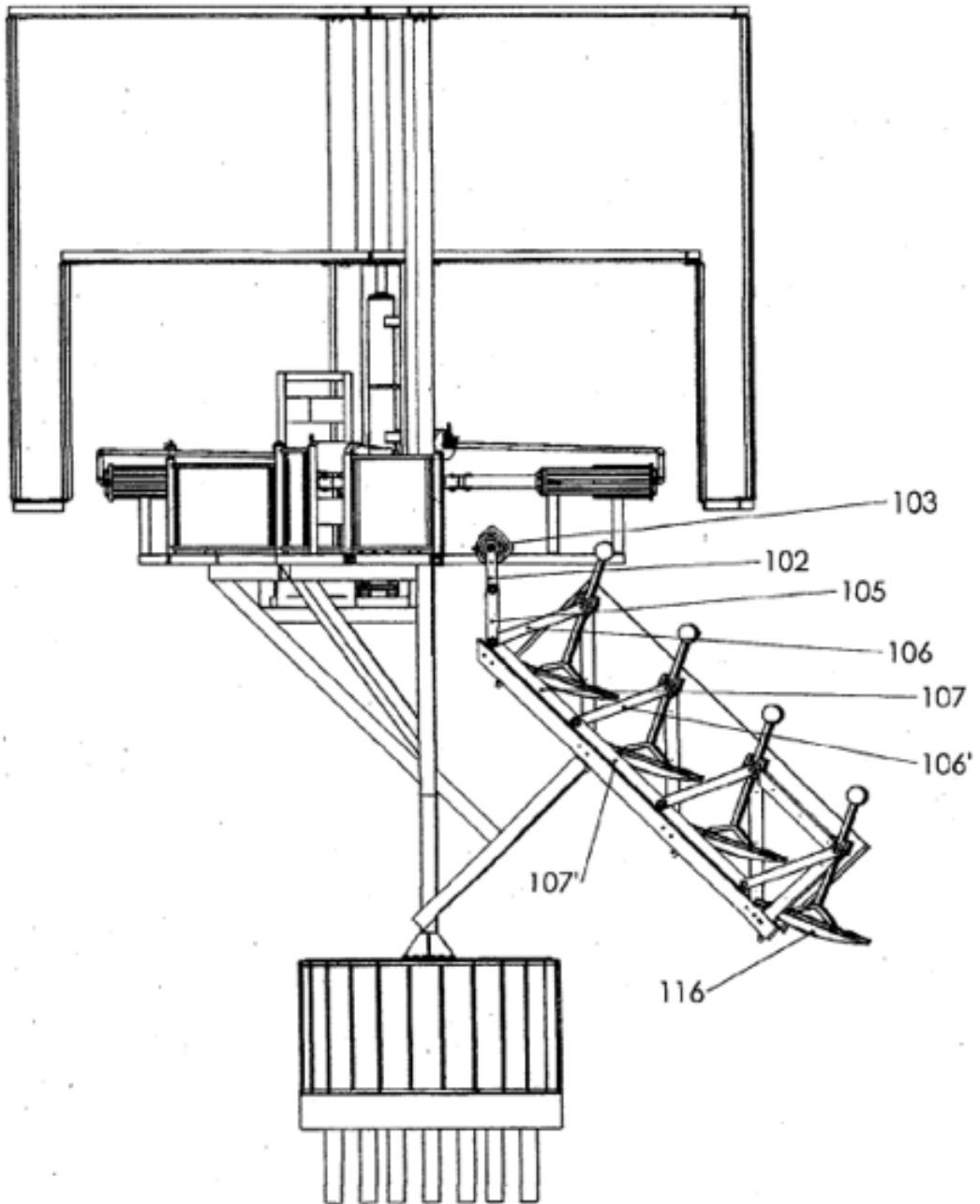


FIGURA 4A

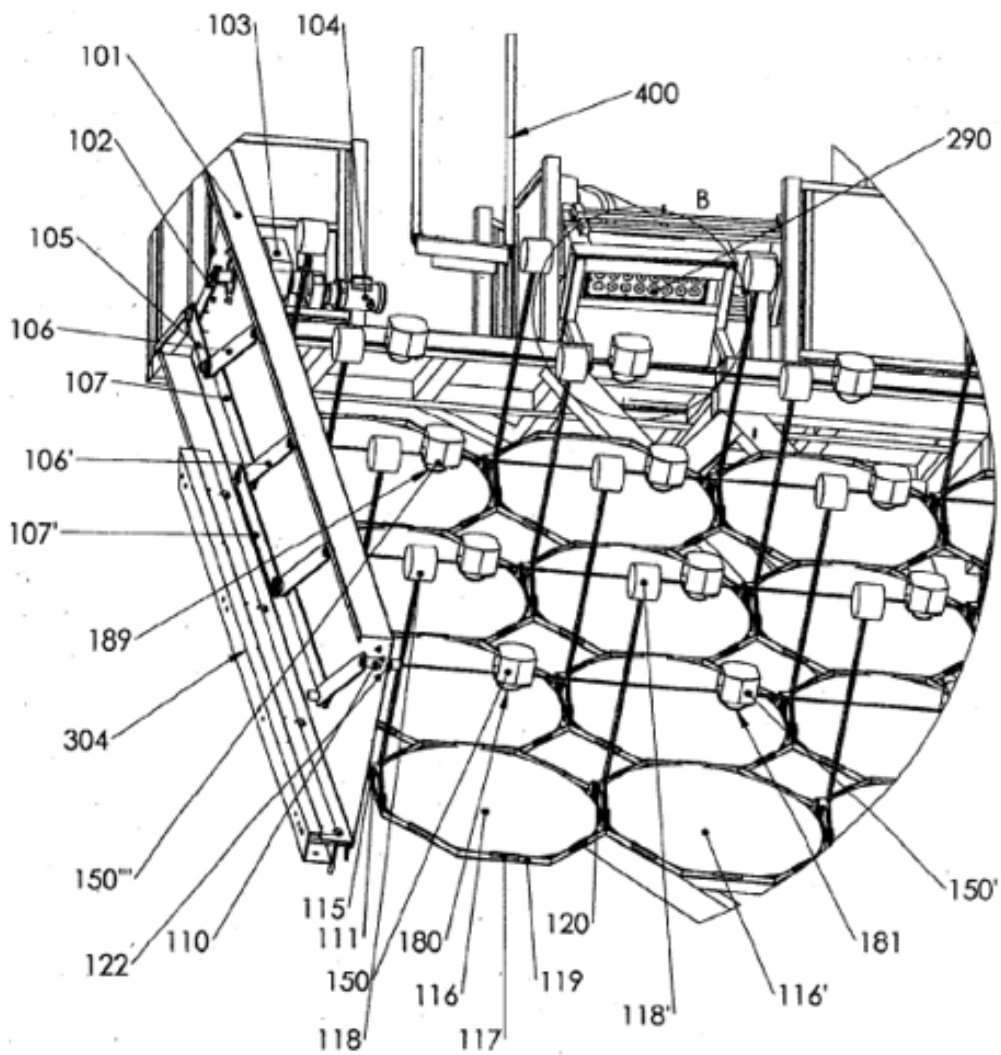
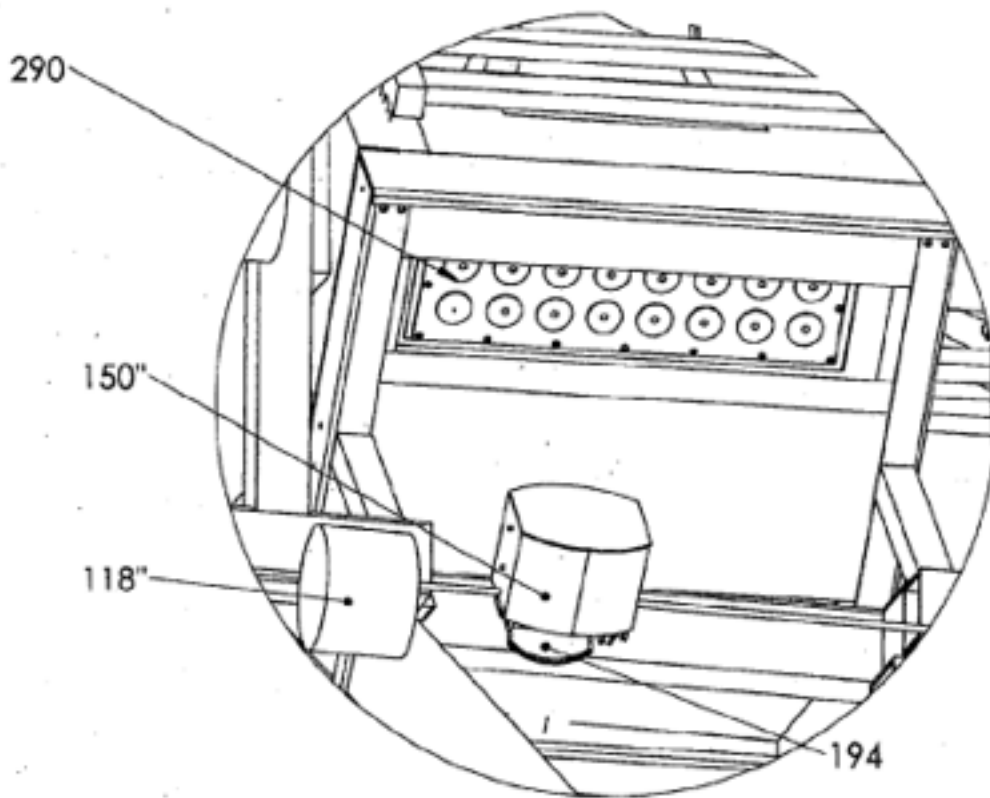


FIGURA 4B



DETALLE- B

FIGURA 5

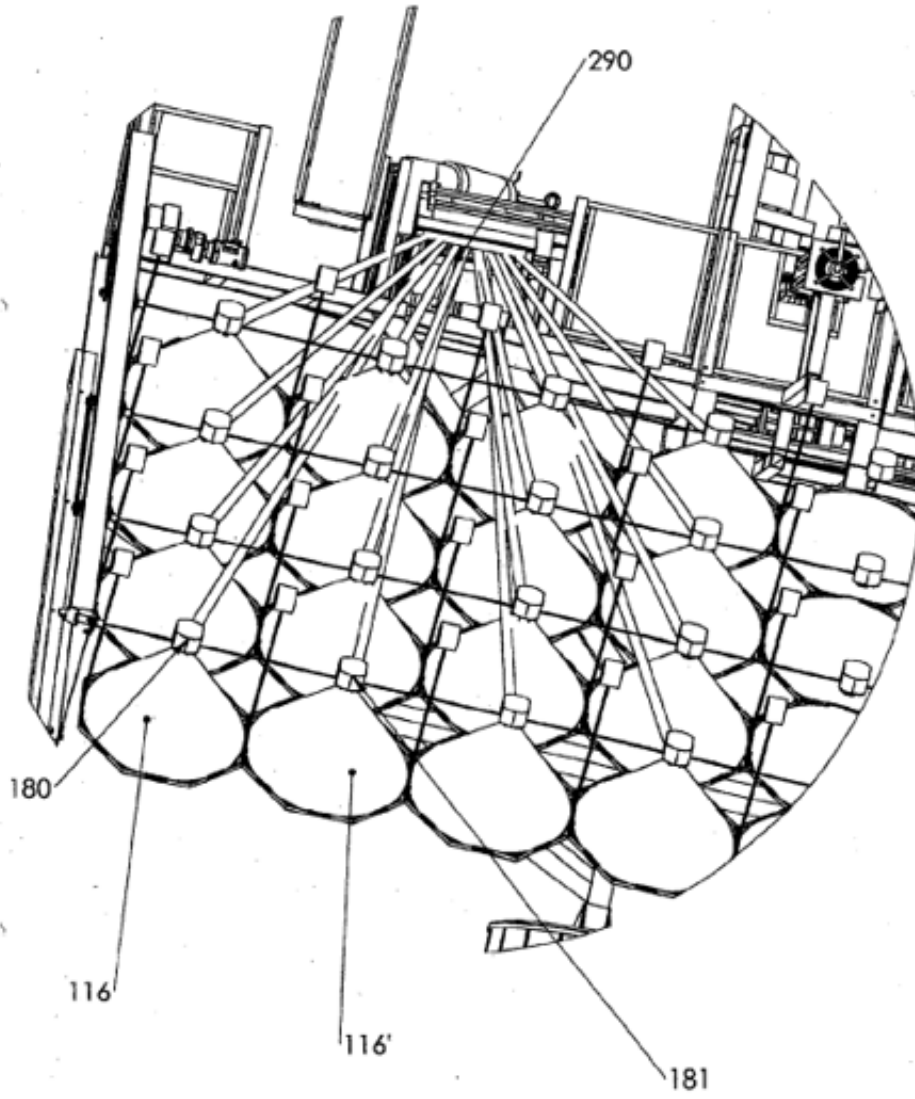


FIGURA 6

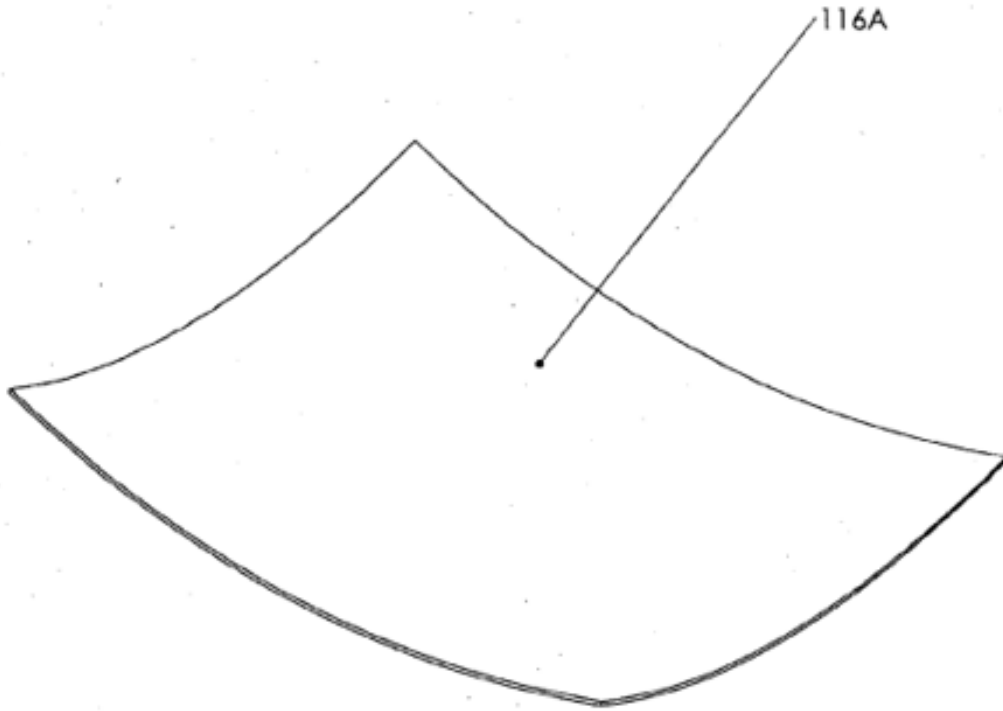


FIGURA 7

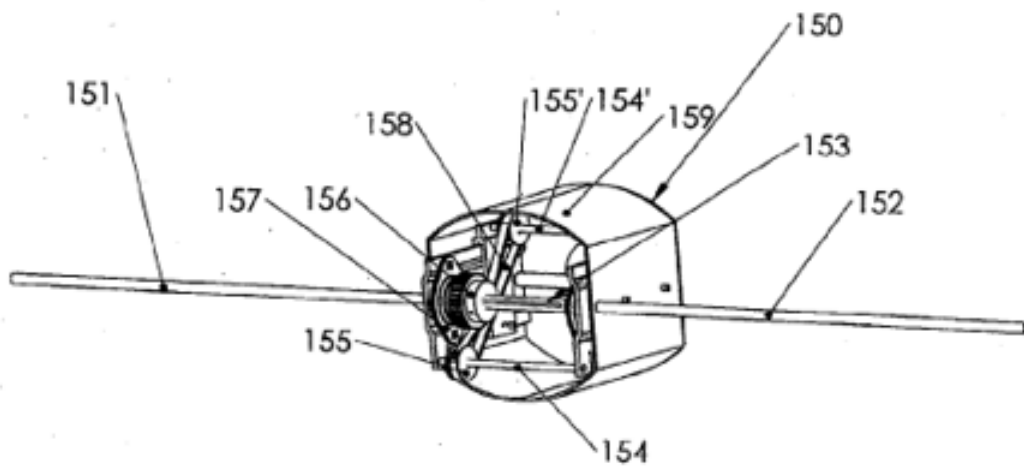




FIGURA 8A

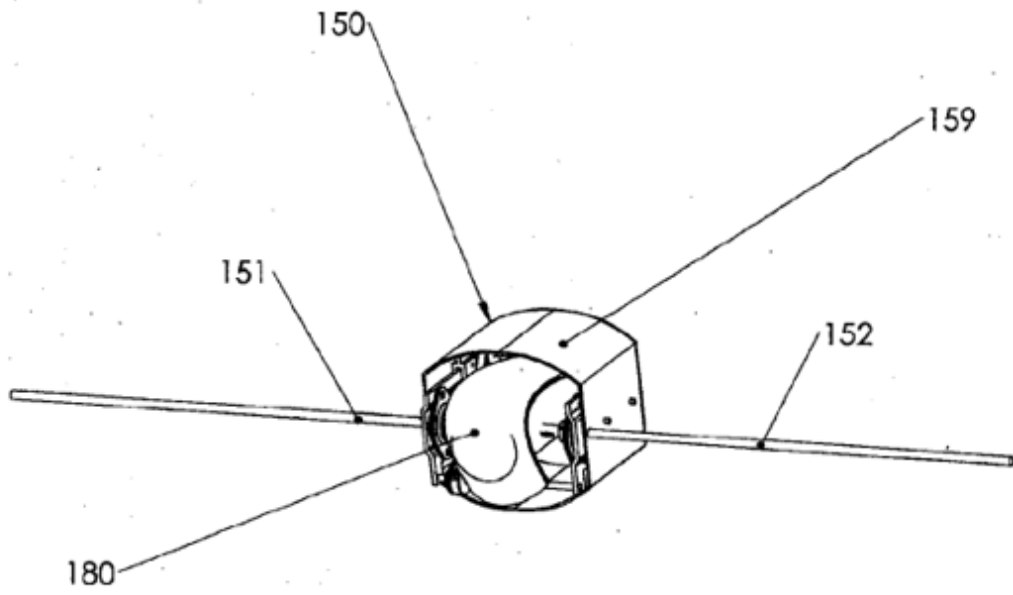


FIGURA 8B

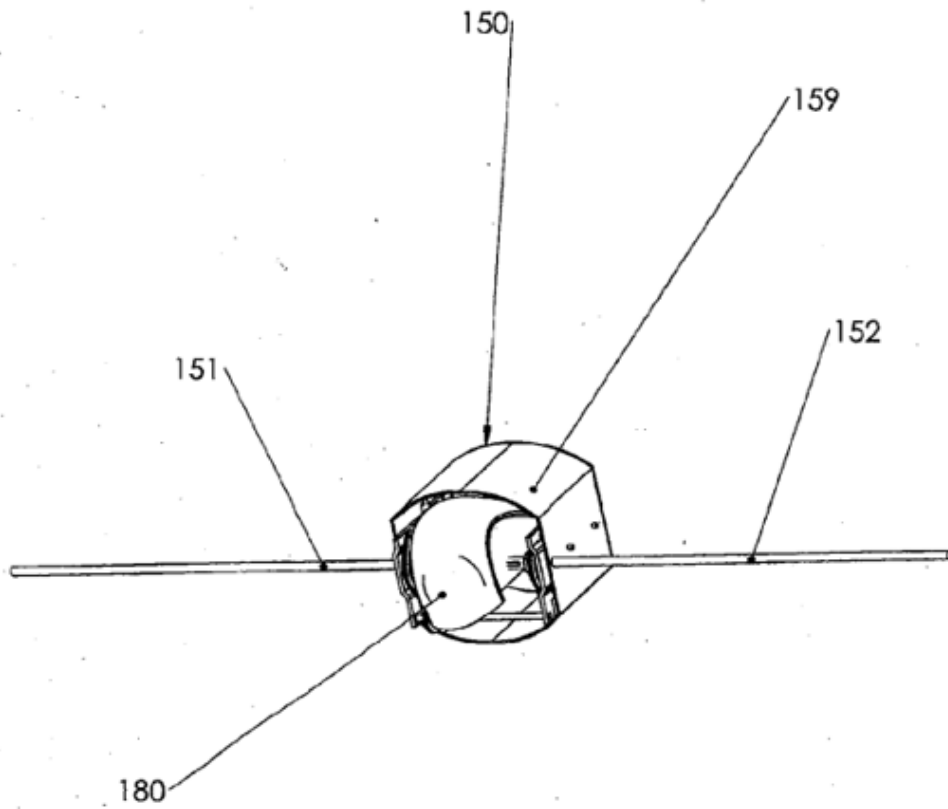


FIGURA 9

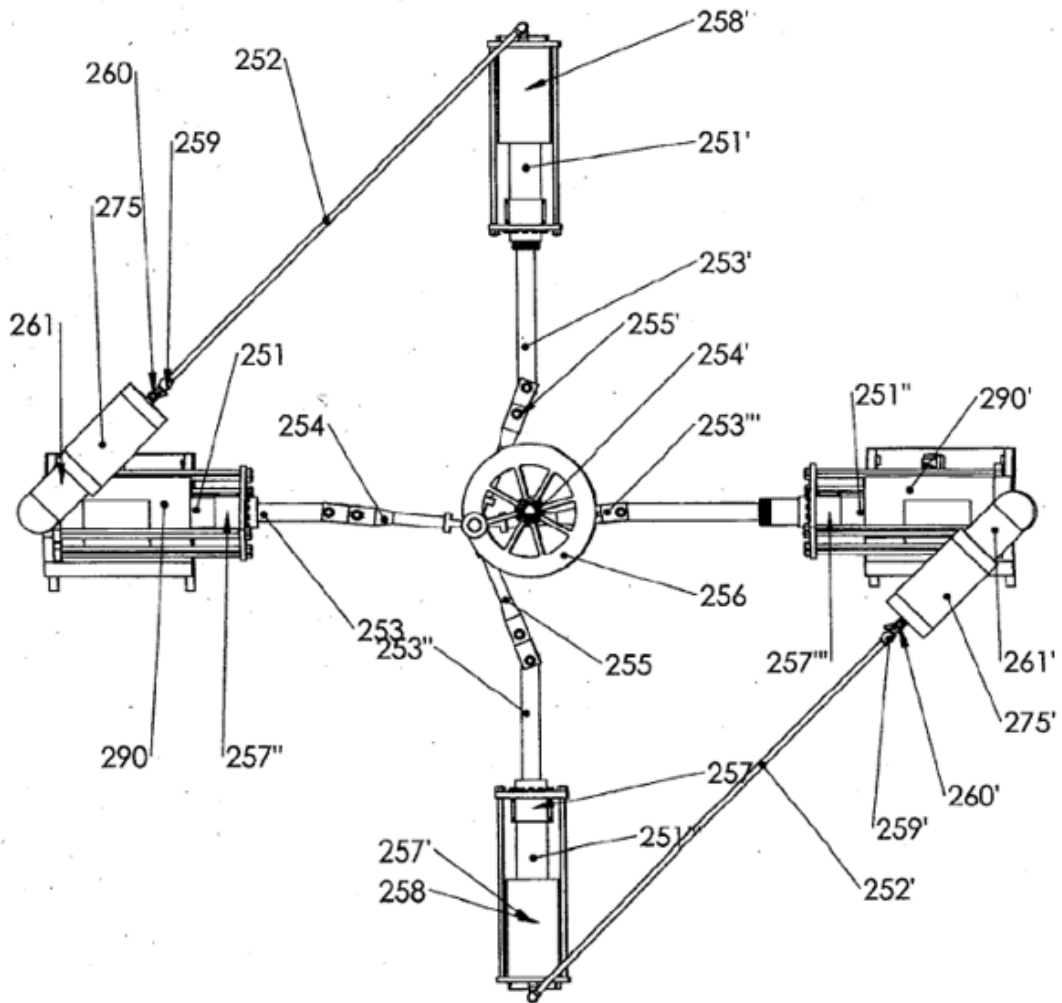


FIGURA 10A

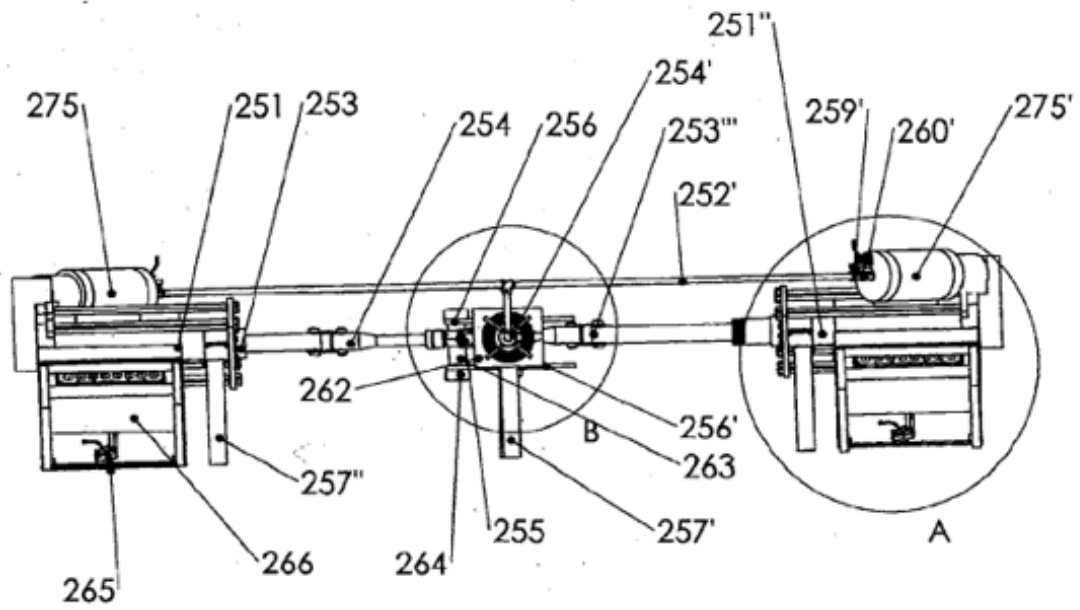
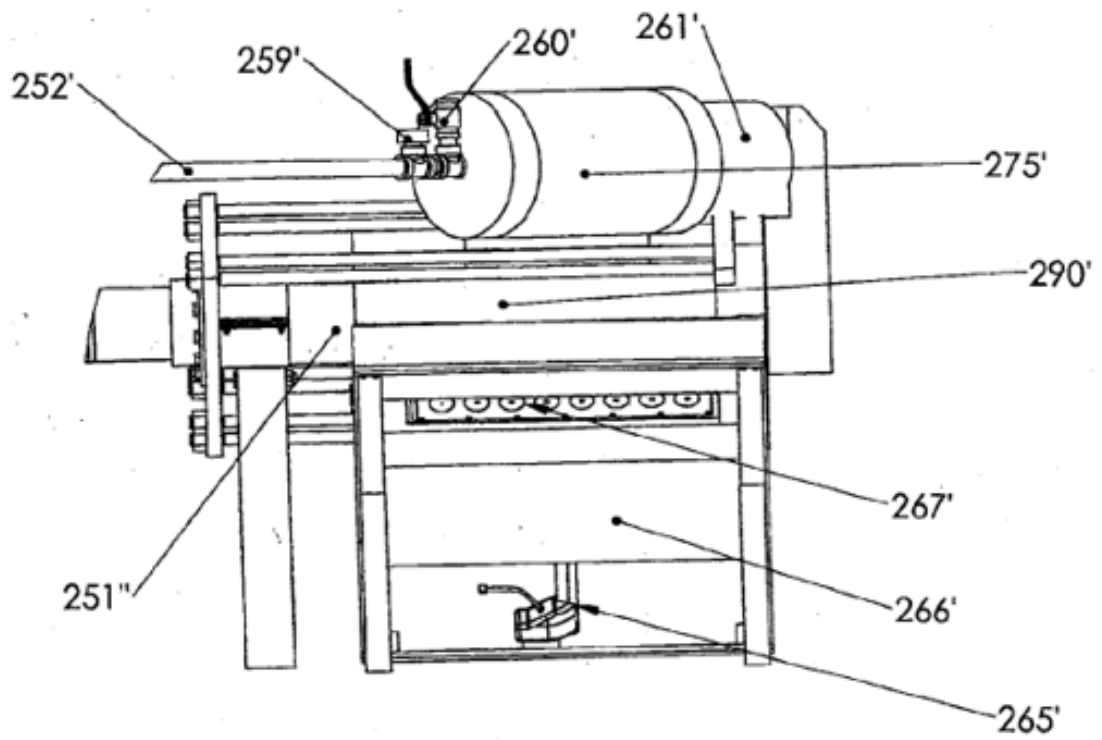
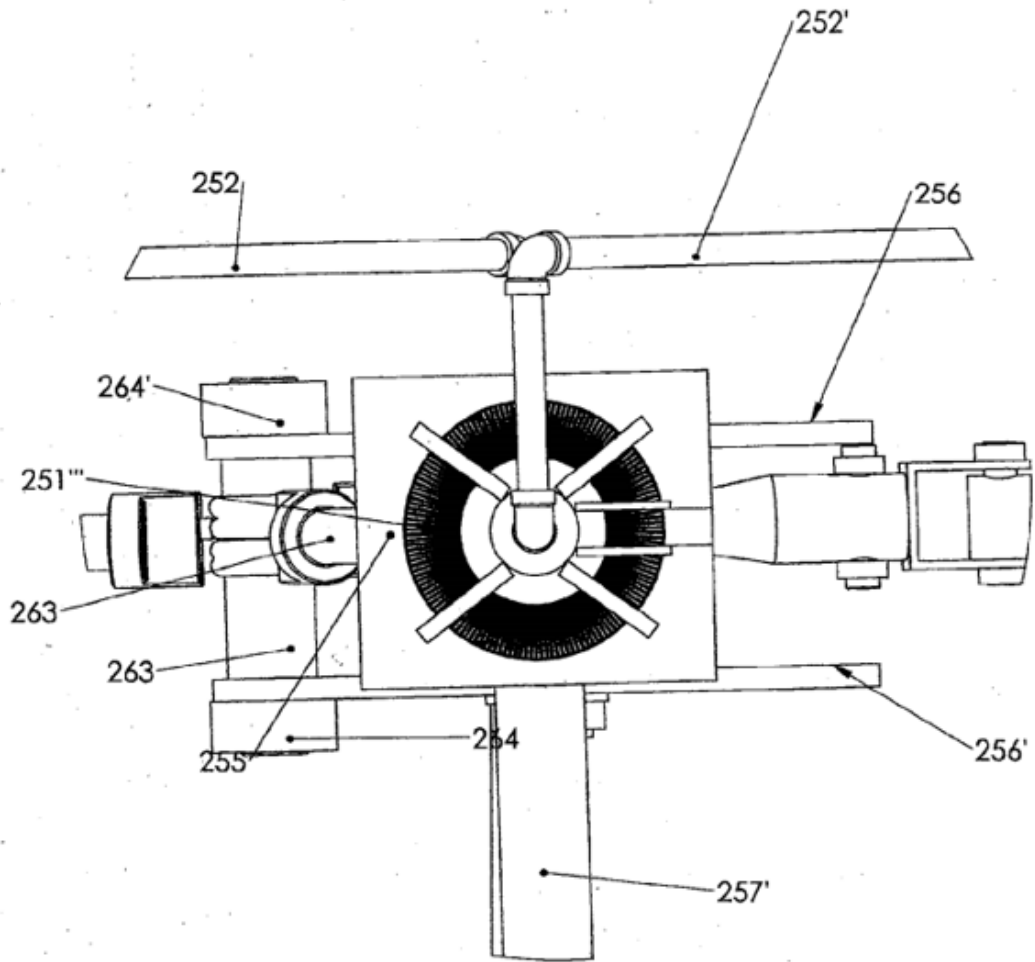


FIGURA 10B



DETALLE A

FIGURA 10C



DETALLE B

FIGURA 11A

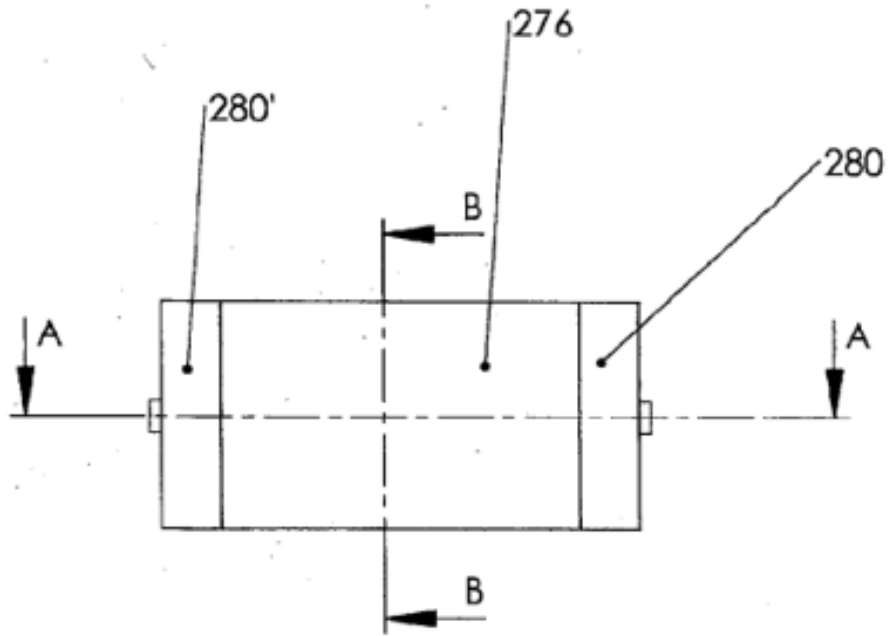
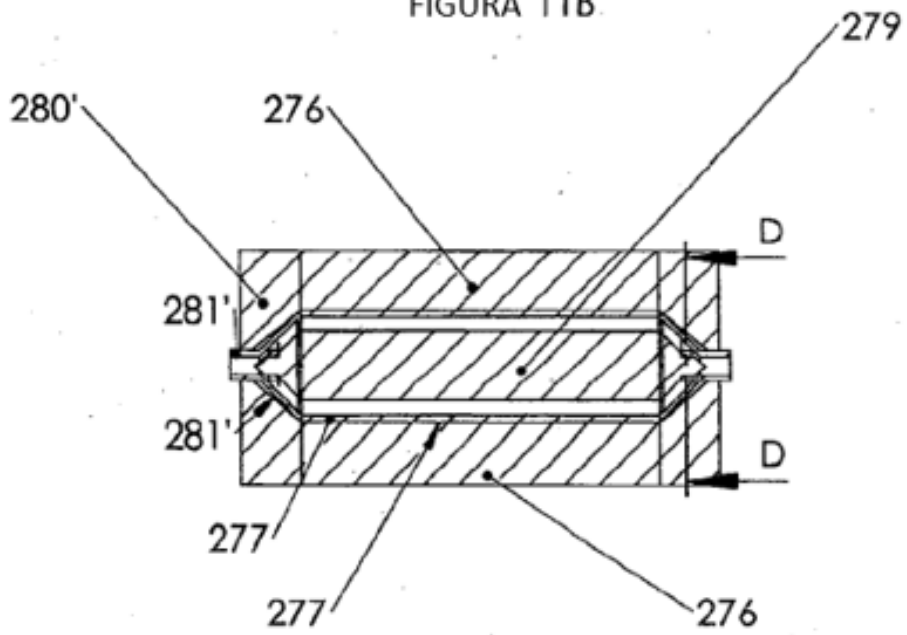
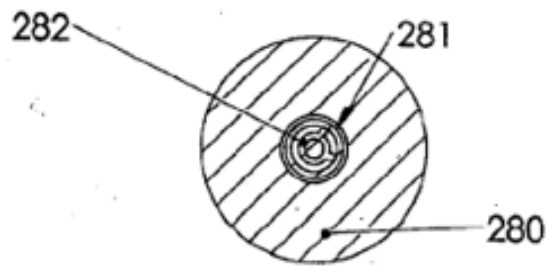


FIGURA 11B



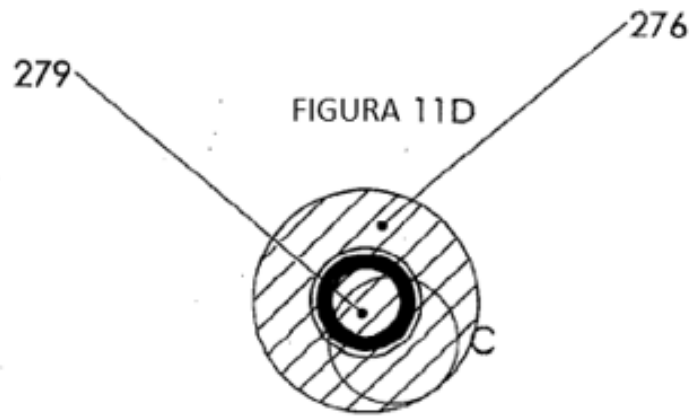
SECCIÓN A-A

FIGURA 11C



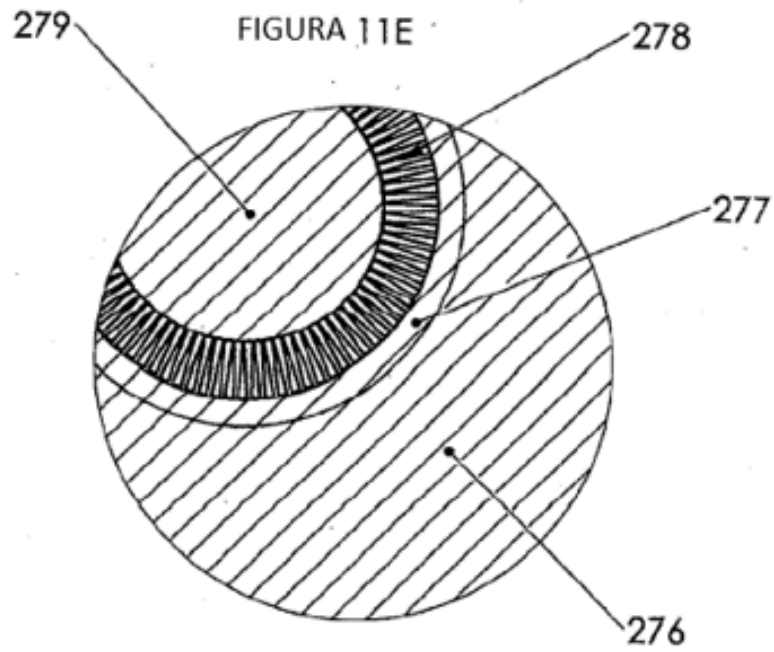
SECCIÓN D-D

FIGURA 11D



SECCIÓN B-B

FIGURA 11E



DETALLE C



FIGURA 12A

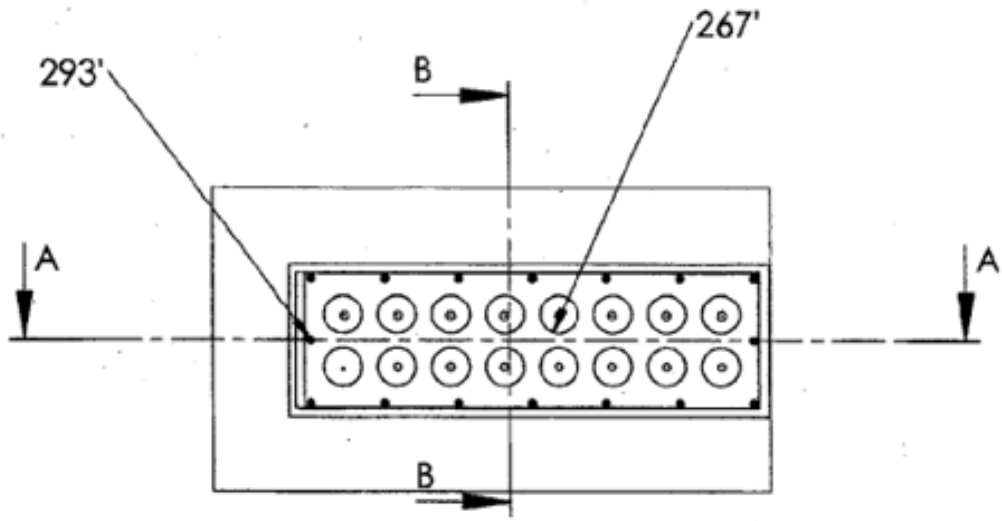


FIGURA 12B

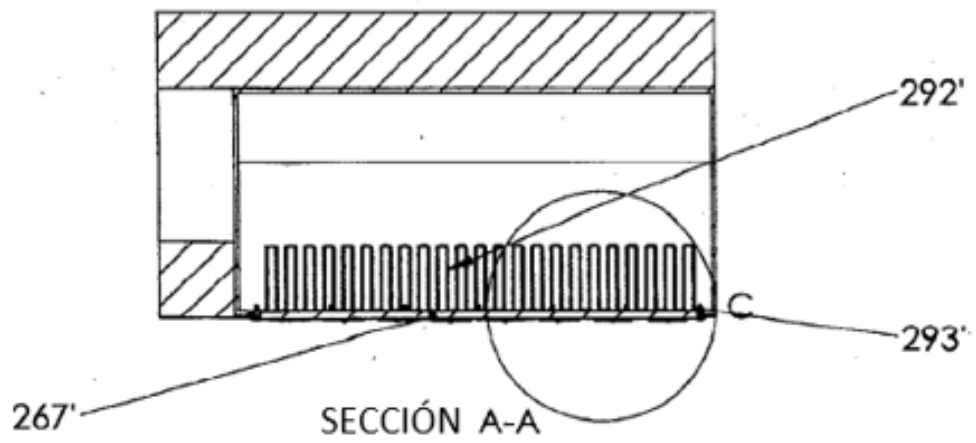
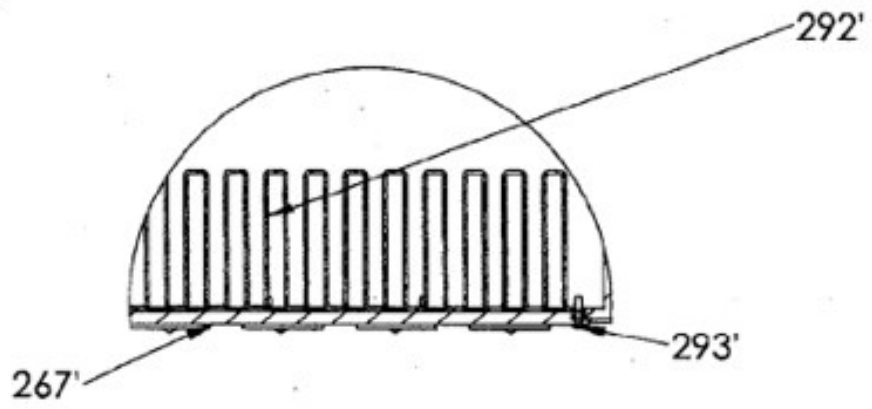
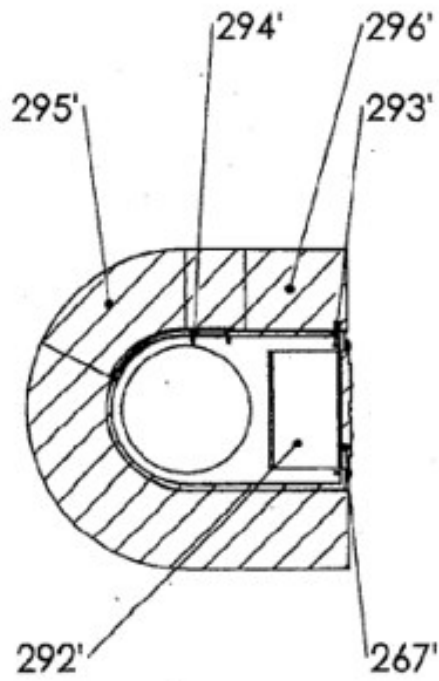


FIGURA 12C



DETALLE C

FIGURA 12D



SECCIÓN B-B

FIGURA 13A

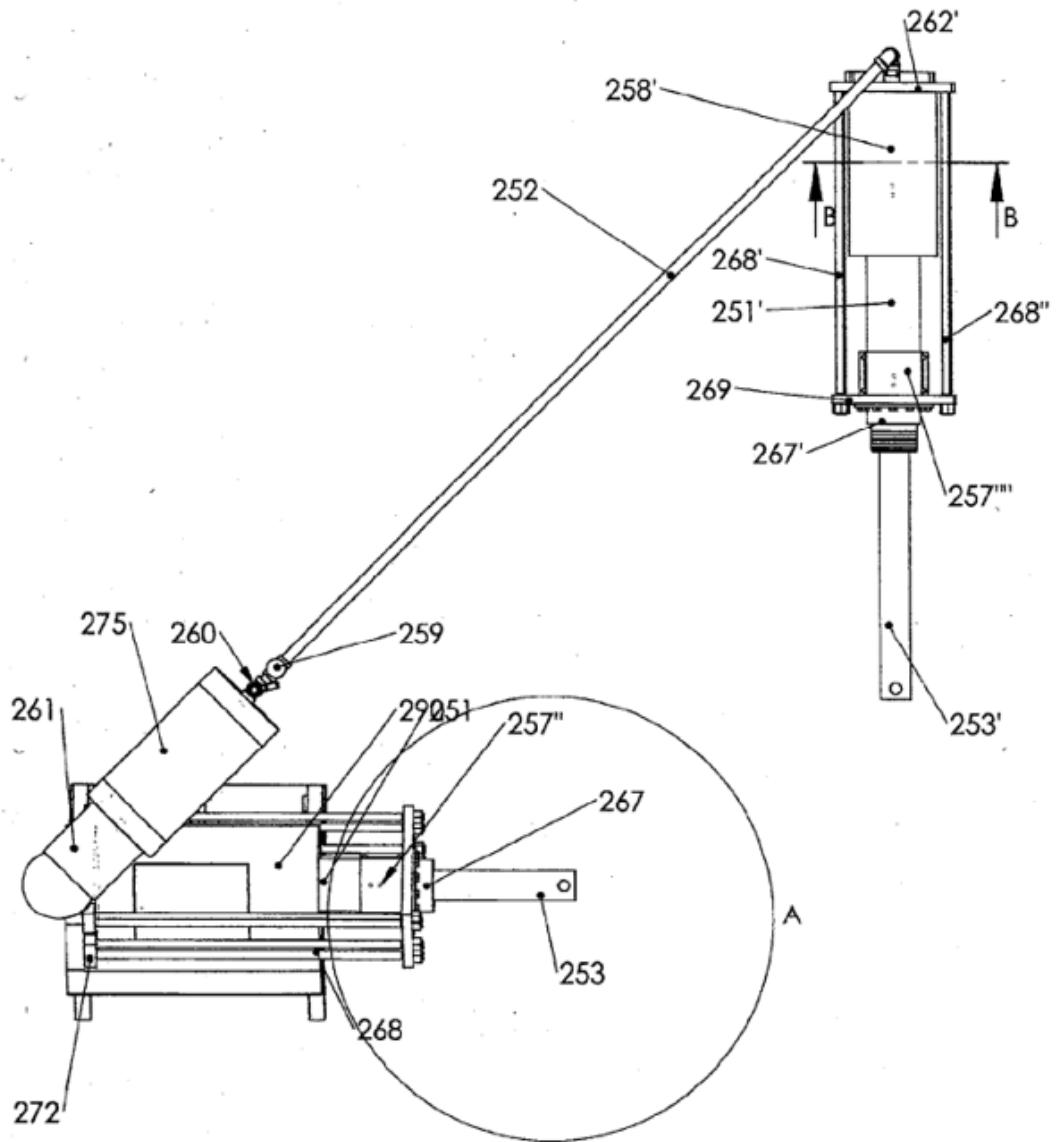


FIGURA 13B

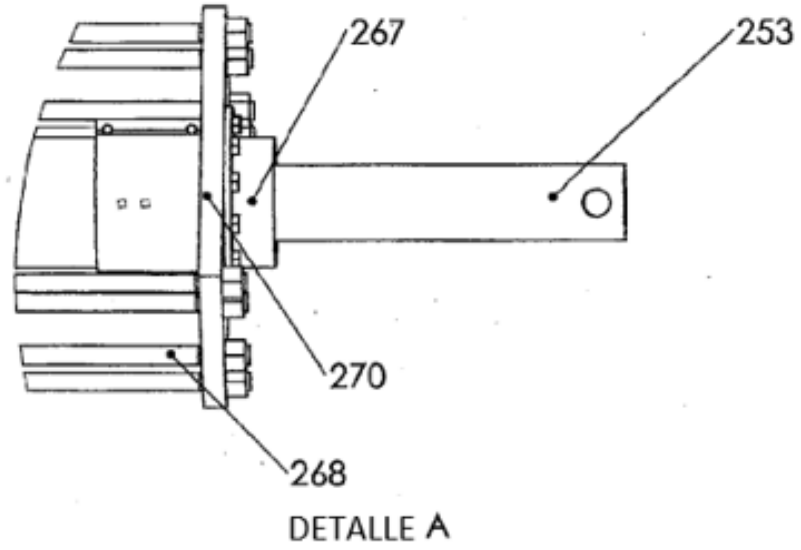


FIGURA 13C

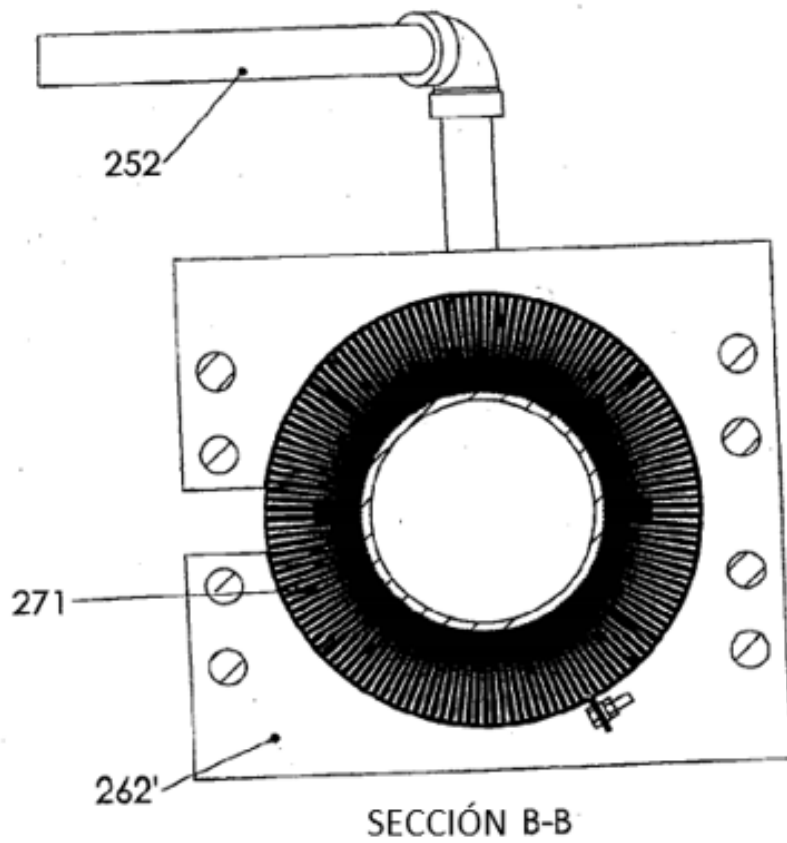


FIGURA 14A

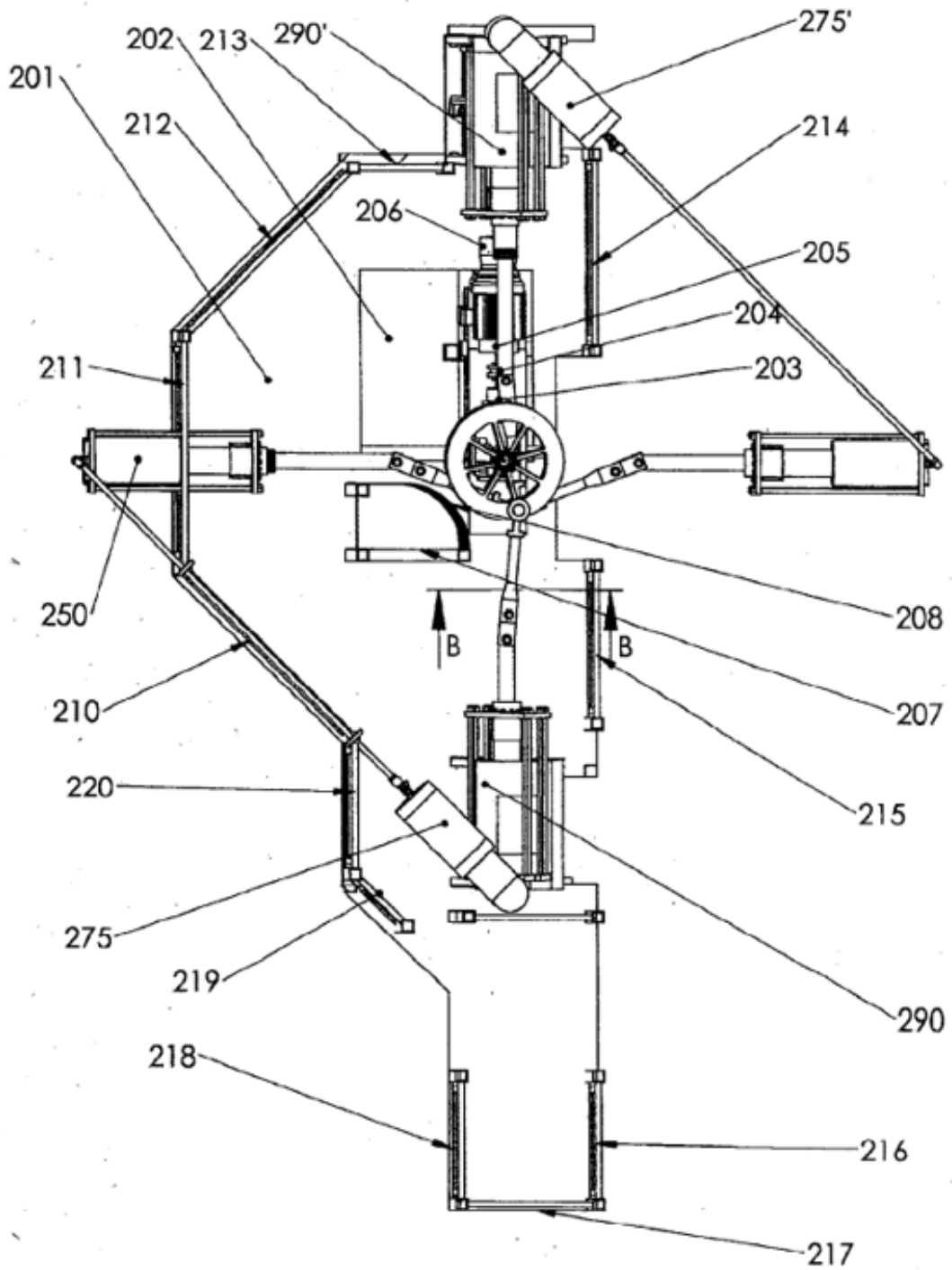
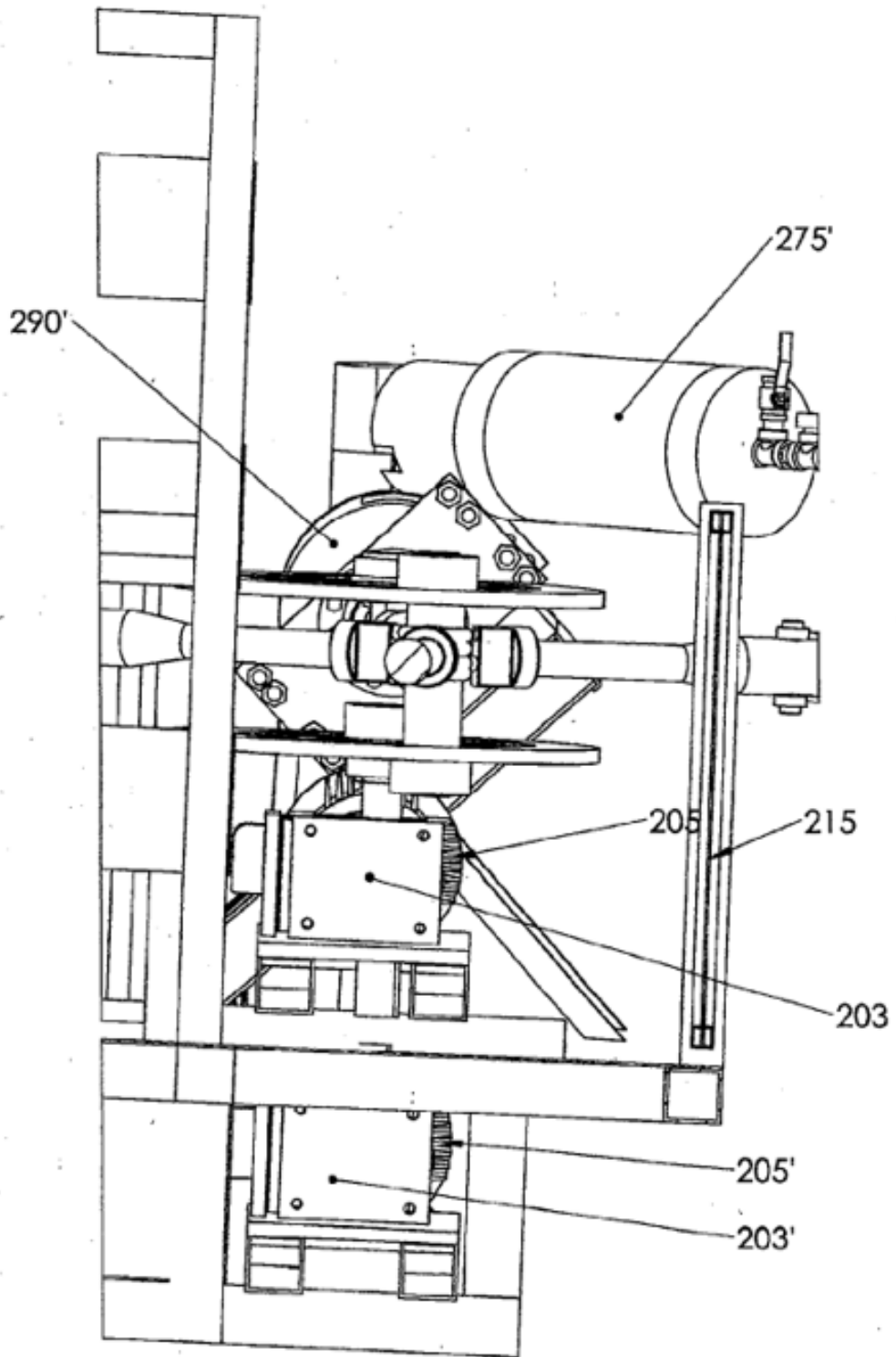


FIGURA 14B



SECCIÓN B-B

FIGURA 15A

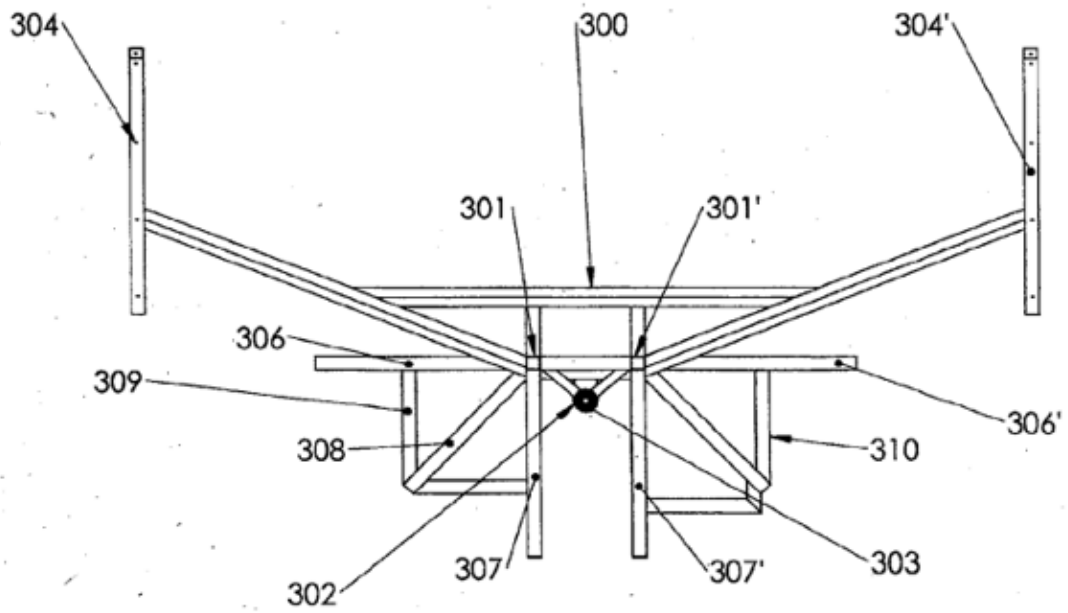


FIGURA 15B

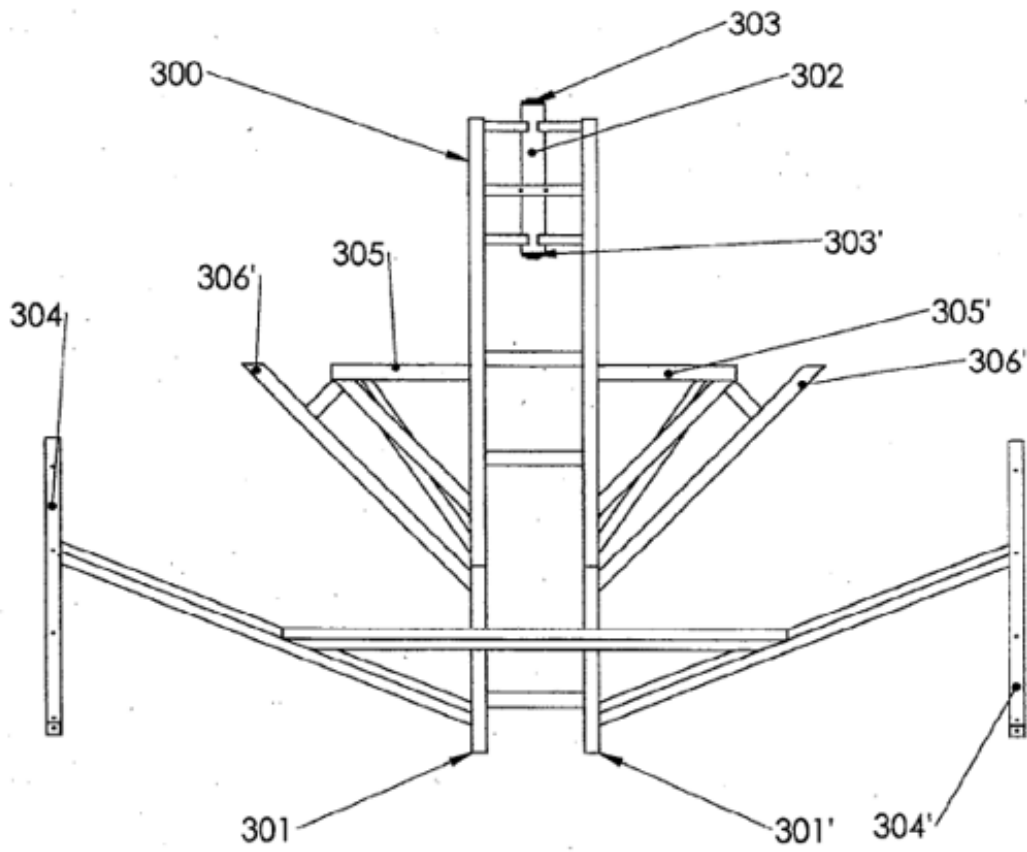




FIGURA 16A

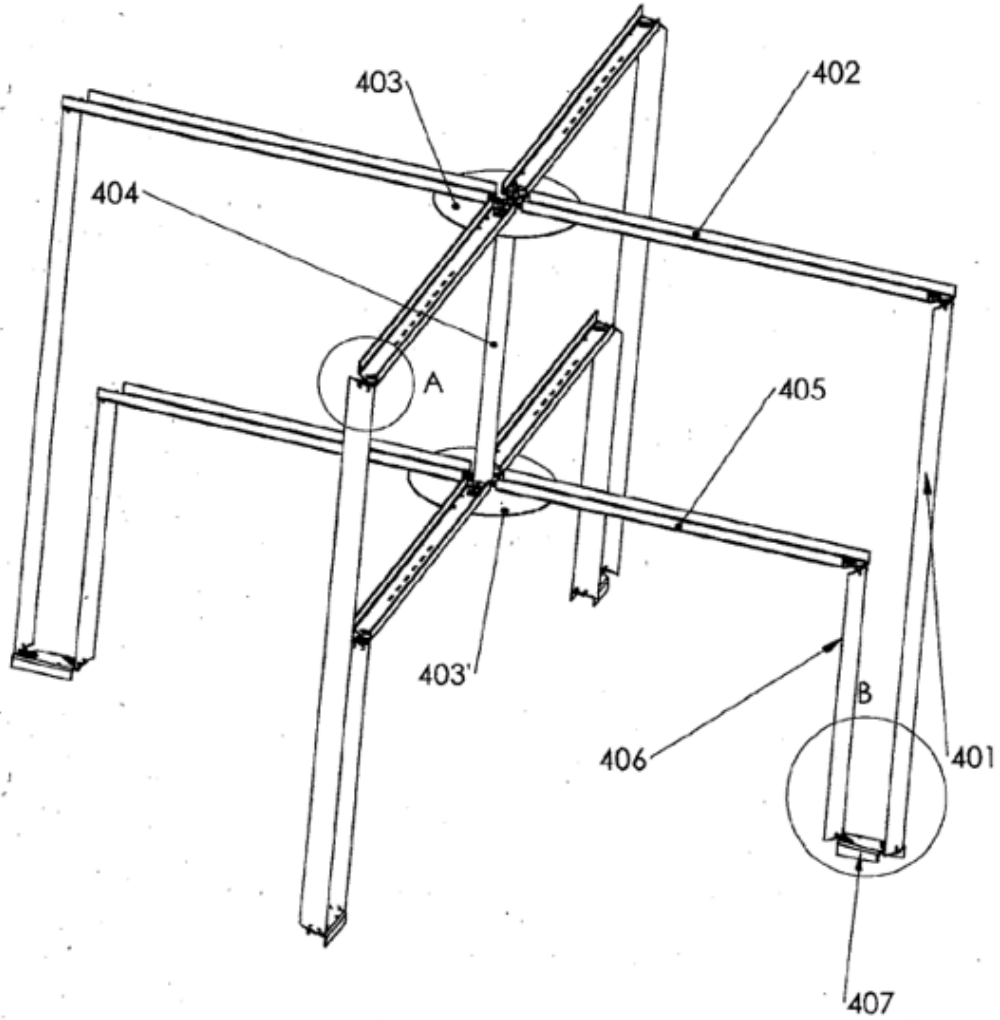
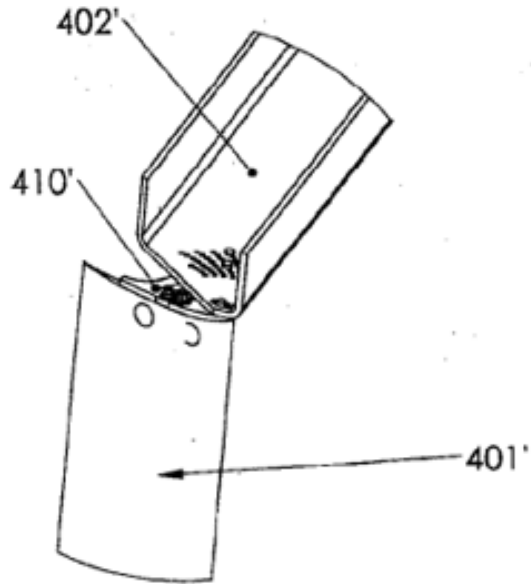
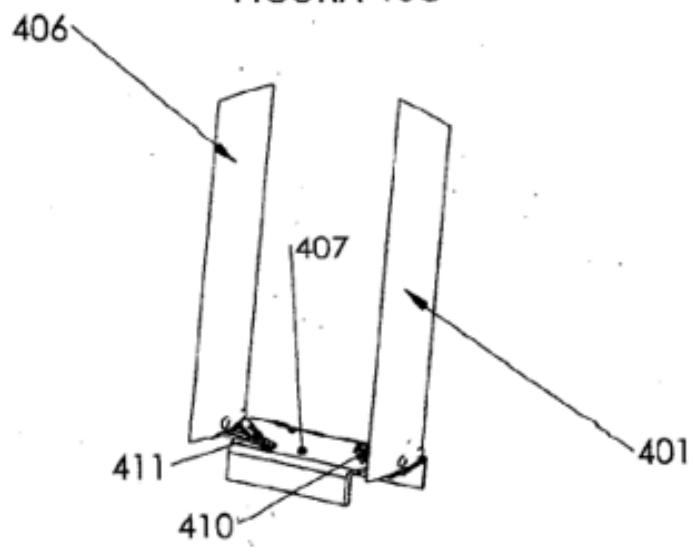


FIGURA 16B



DETALLE A

FIGURA 16C



DETALLE B

FIGURA 17

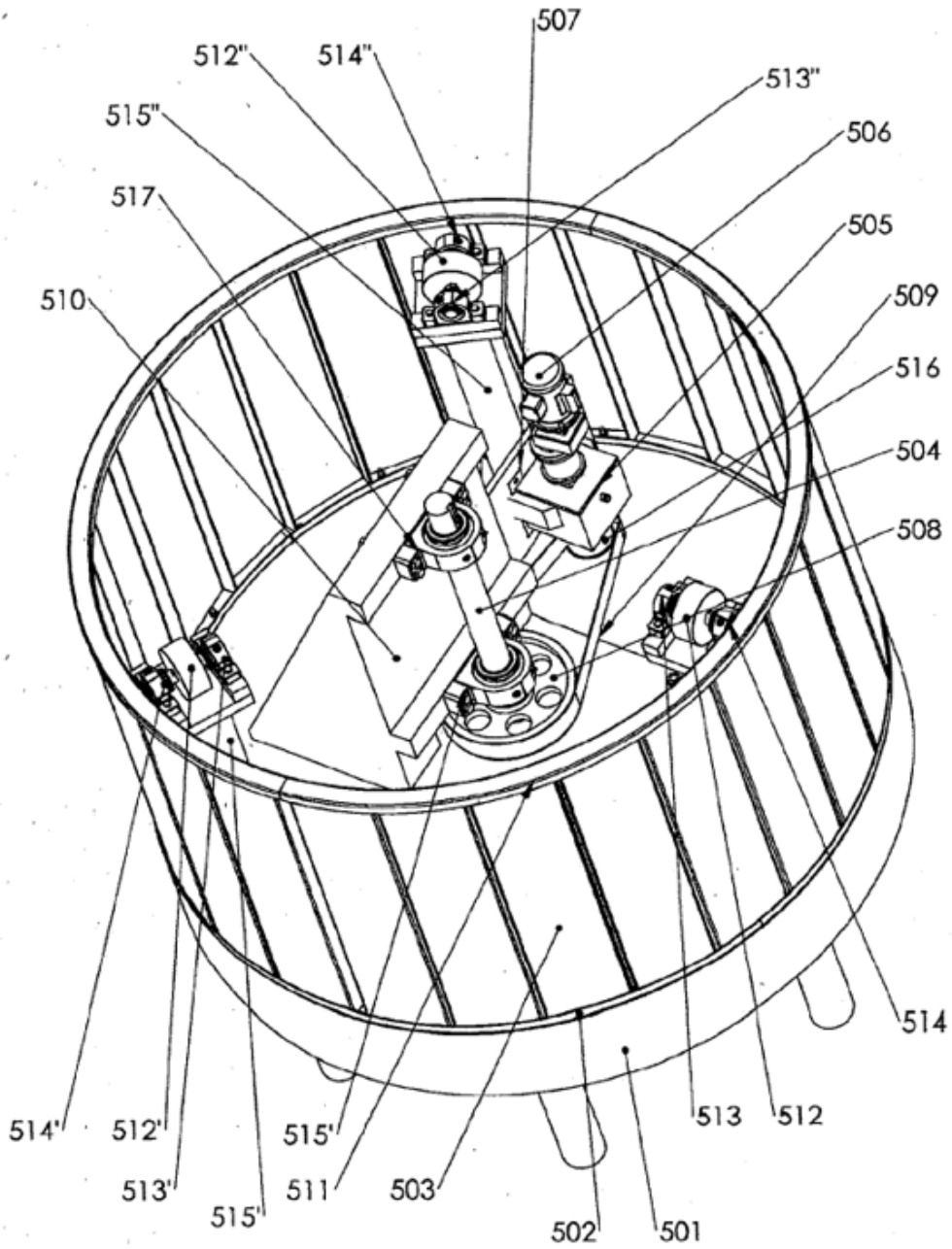
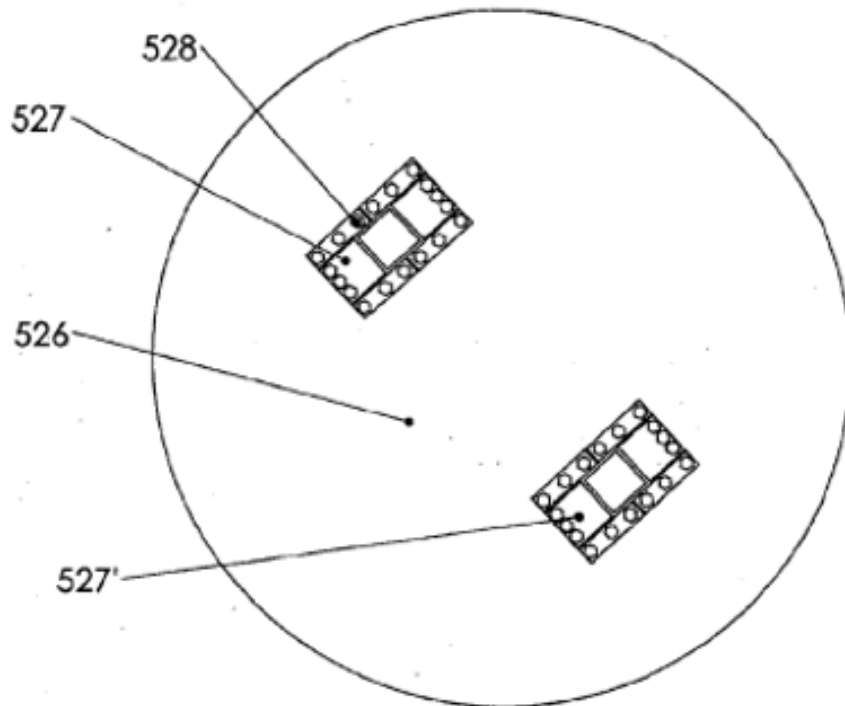
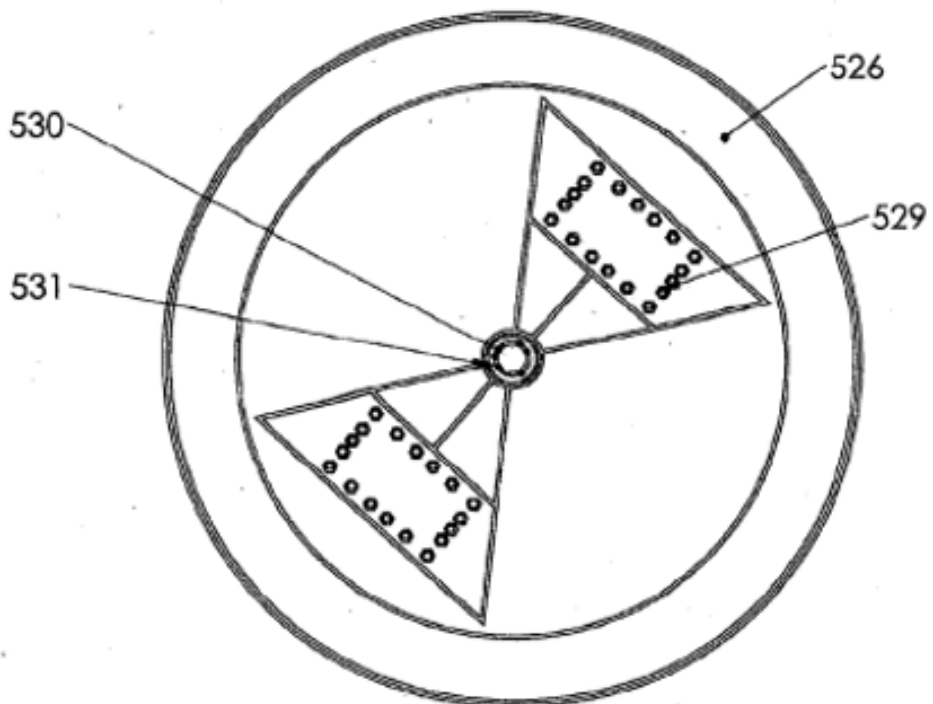


FIGURA 18A



VISTA SUPERIOR

FIGURA 18B



VISTA INFERIOR

FIGURA 19

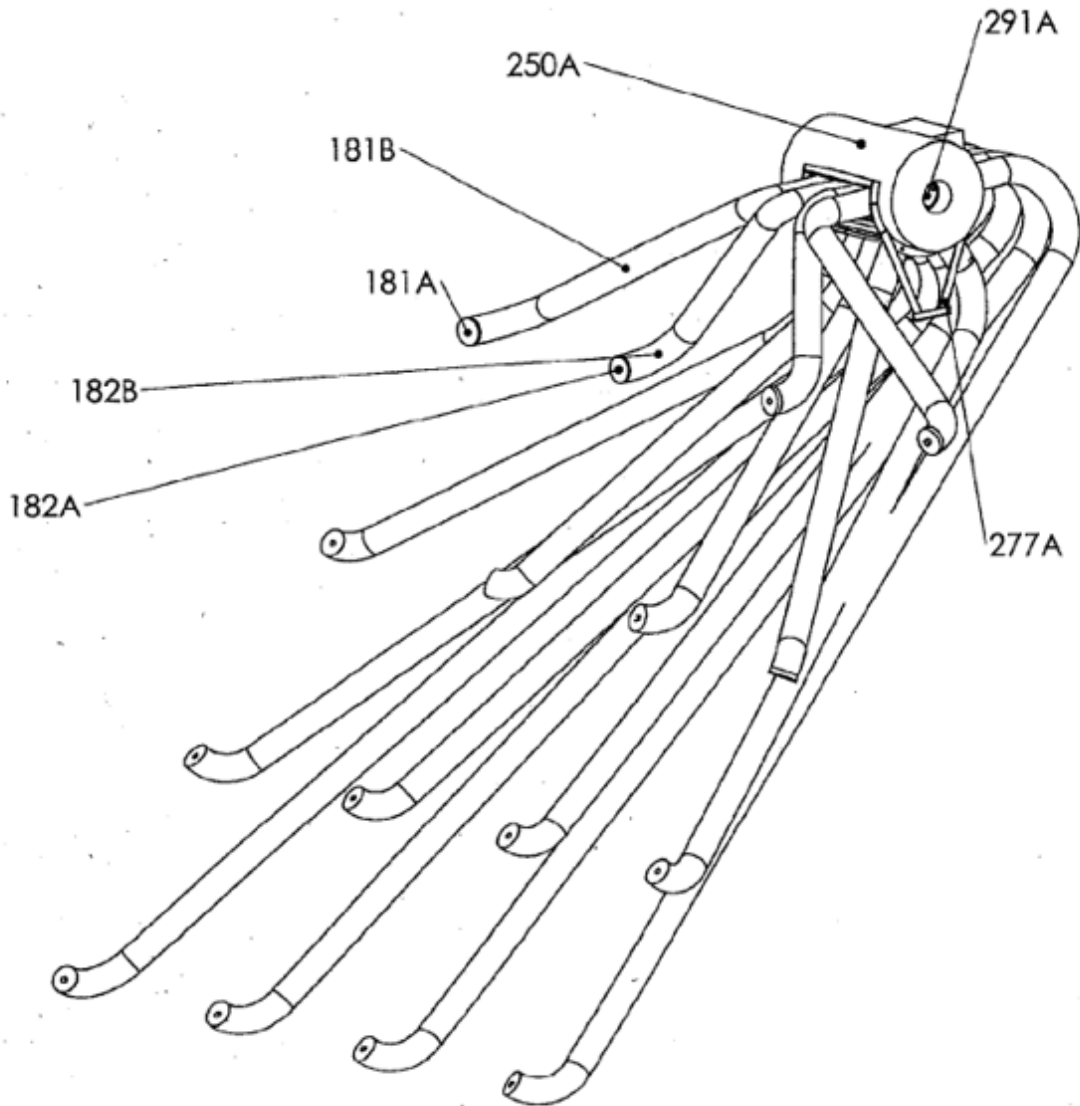


FIGURA 20

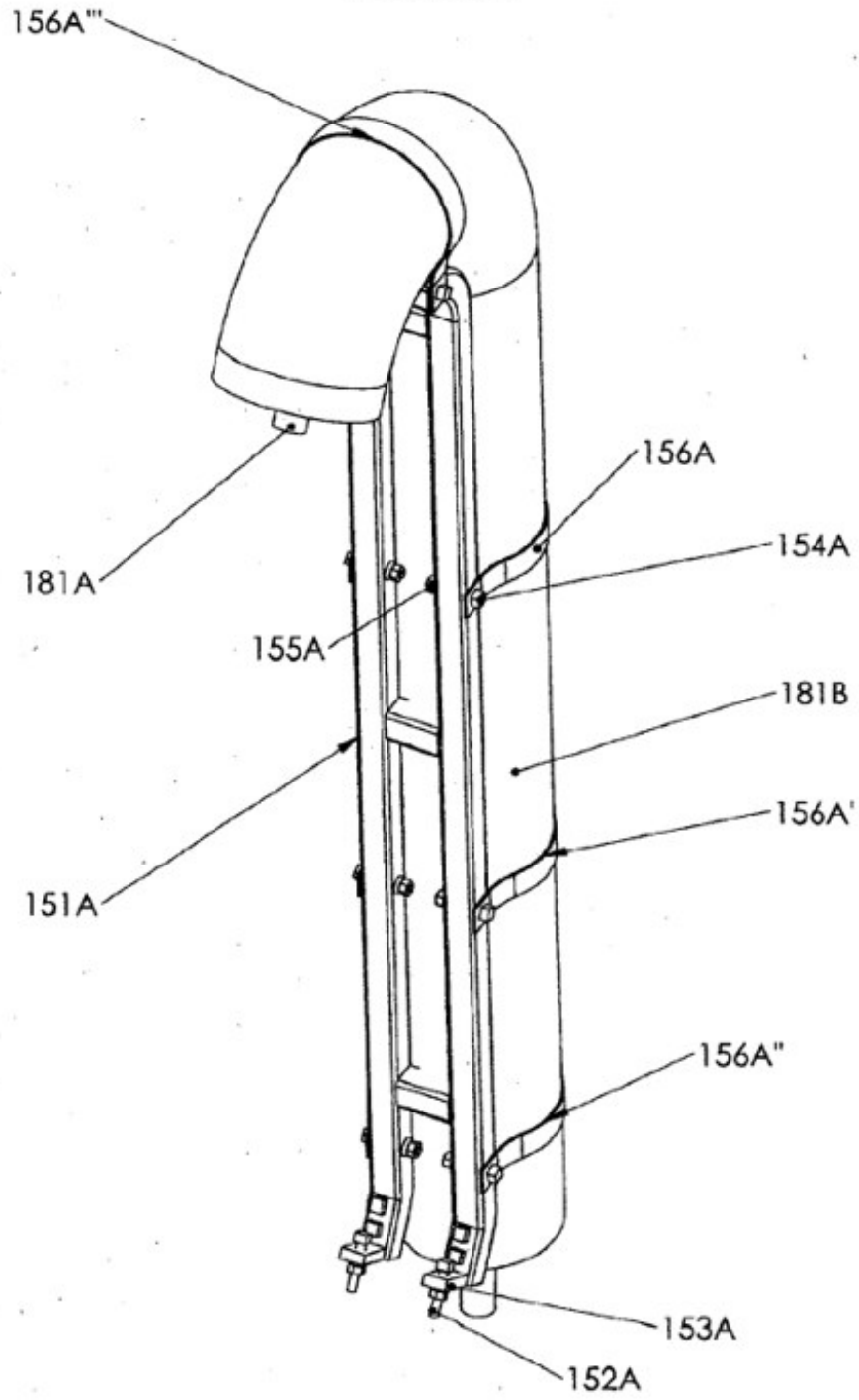


FIGURA 21

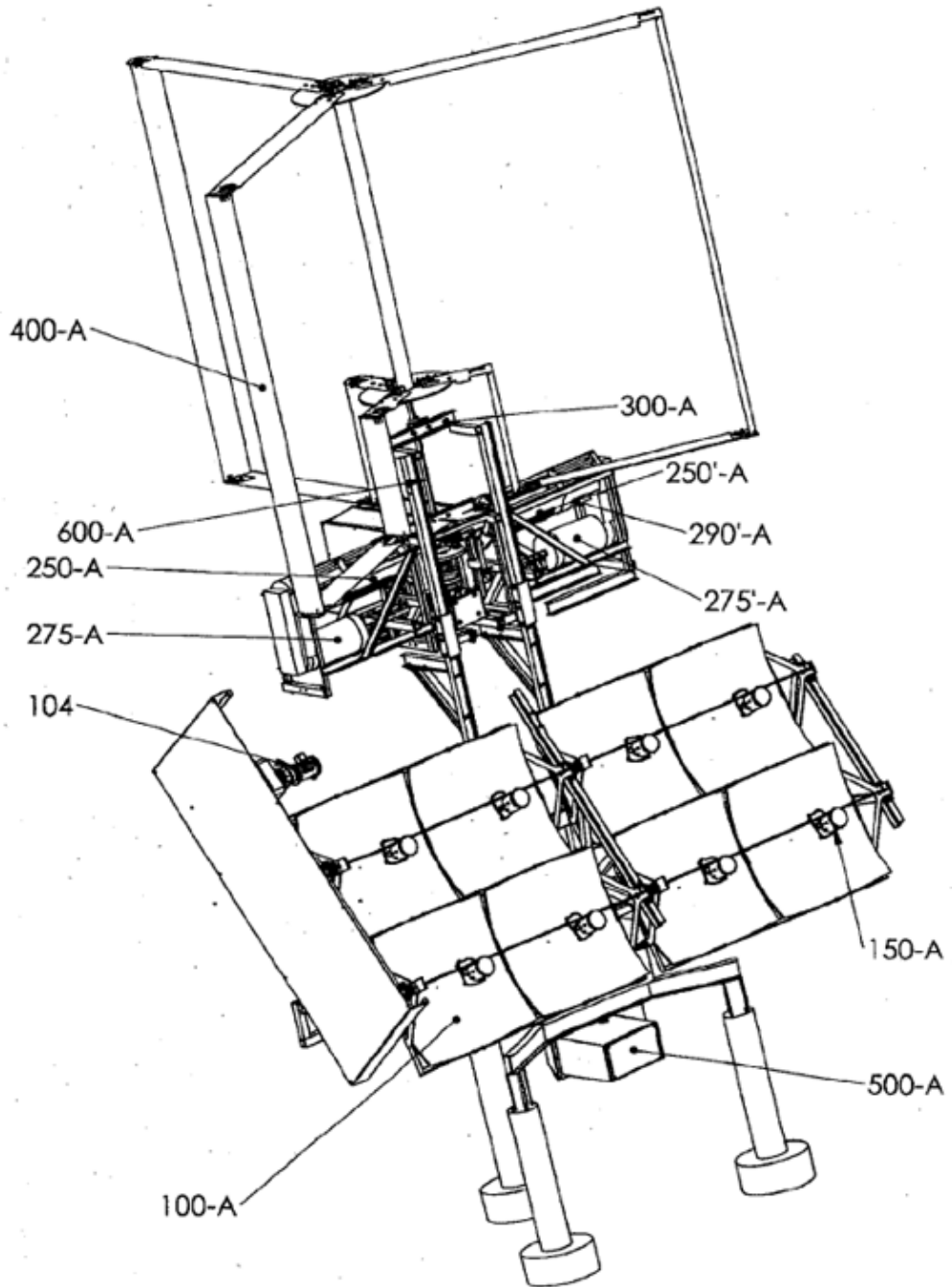


FIGURA 22

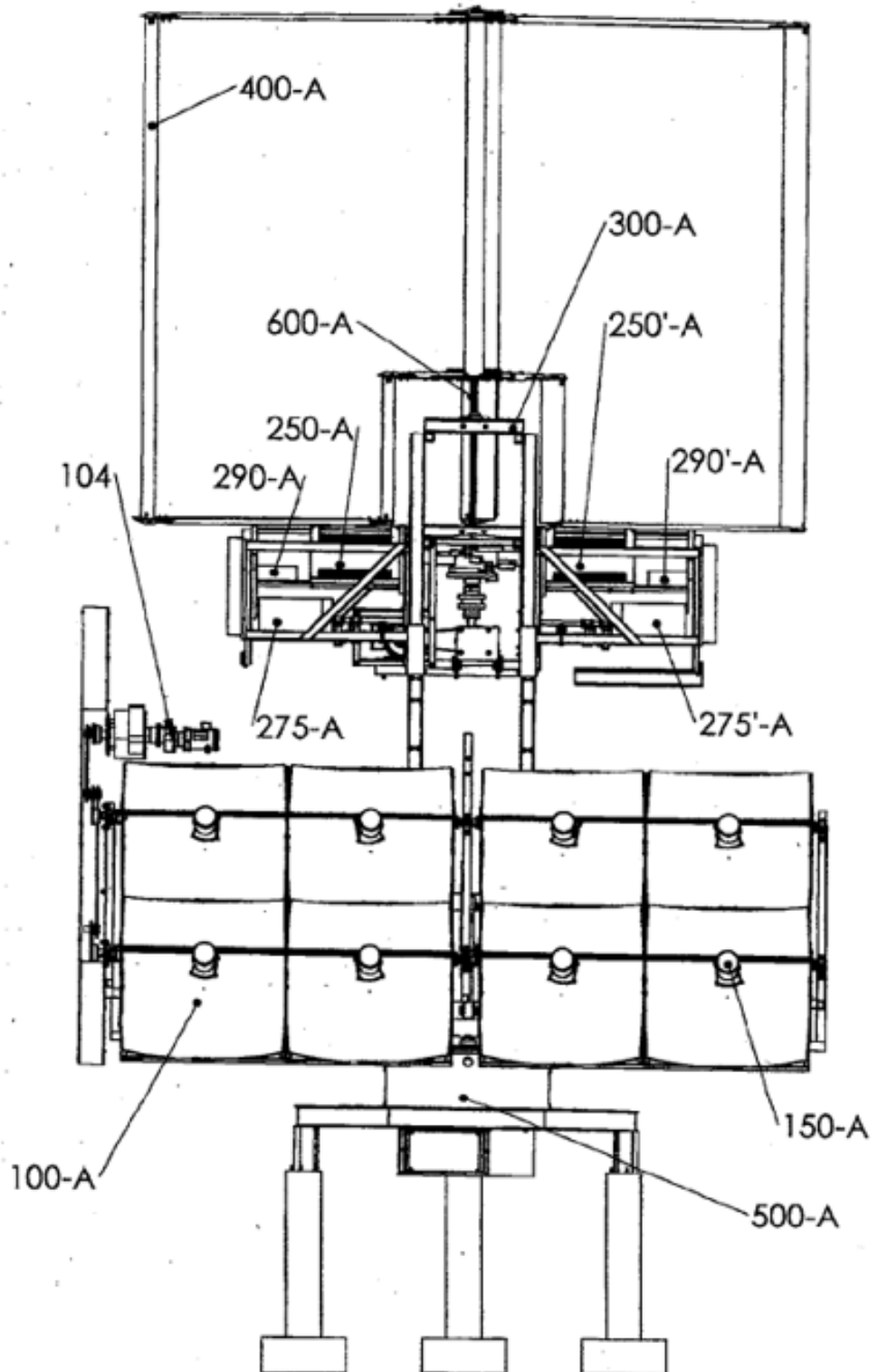




FIGURA 23

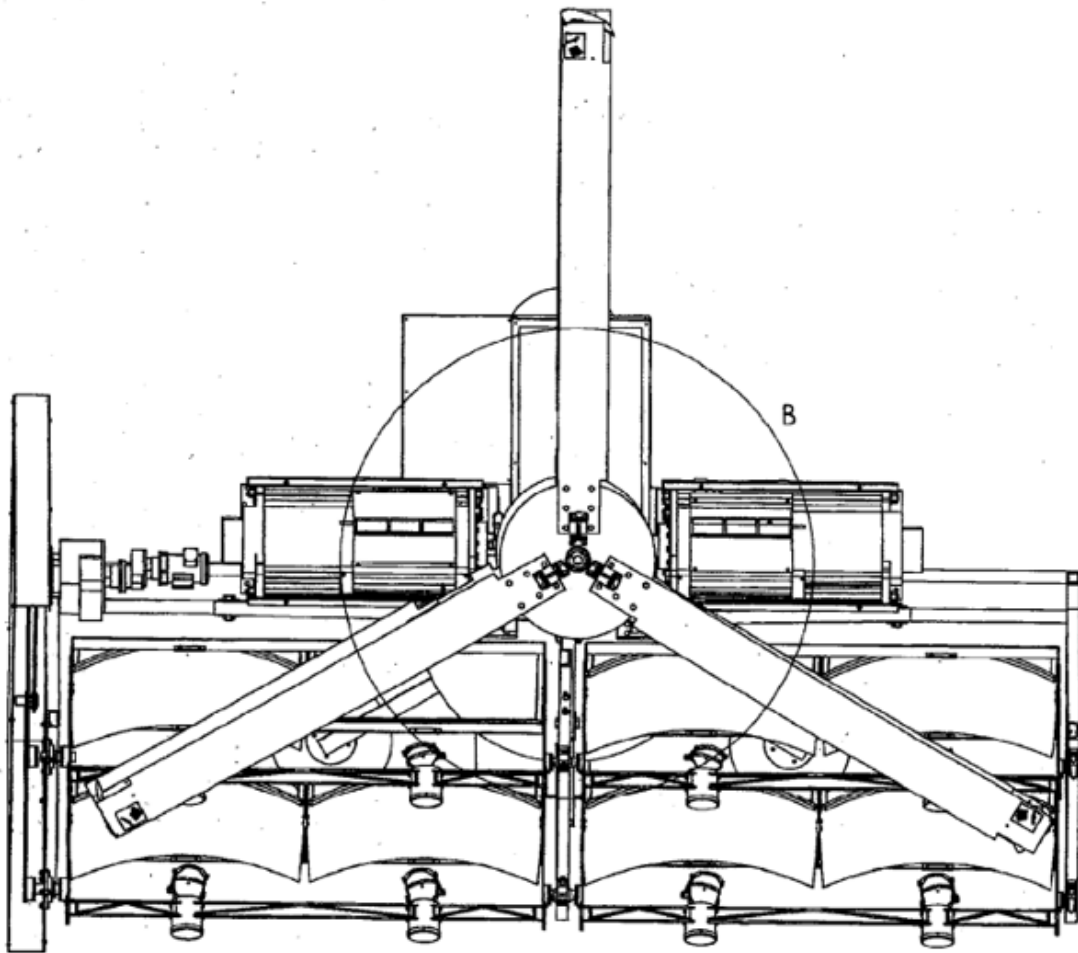


FIGURA 24A

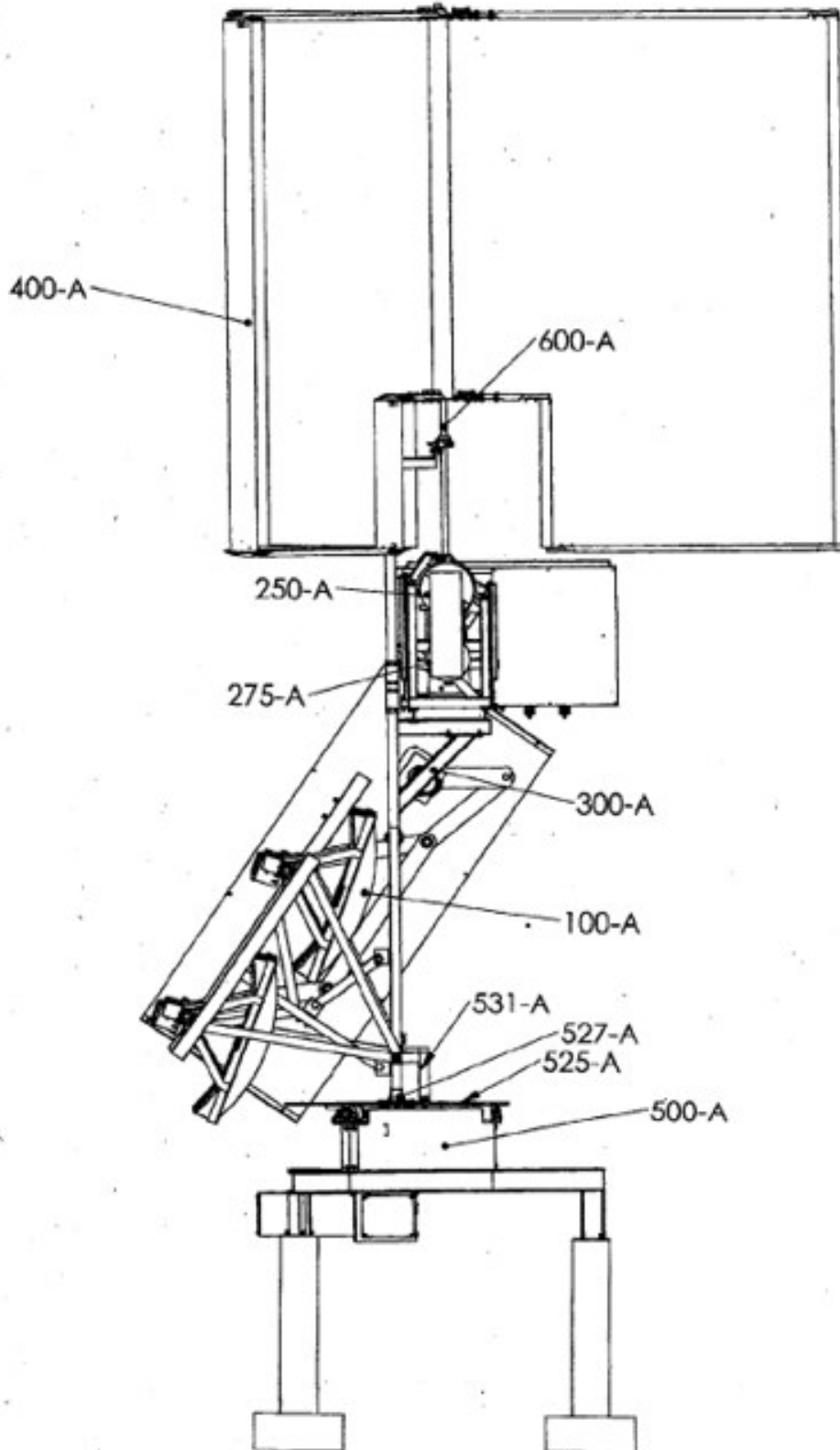


FIGURA 248

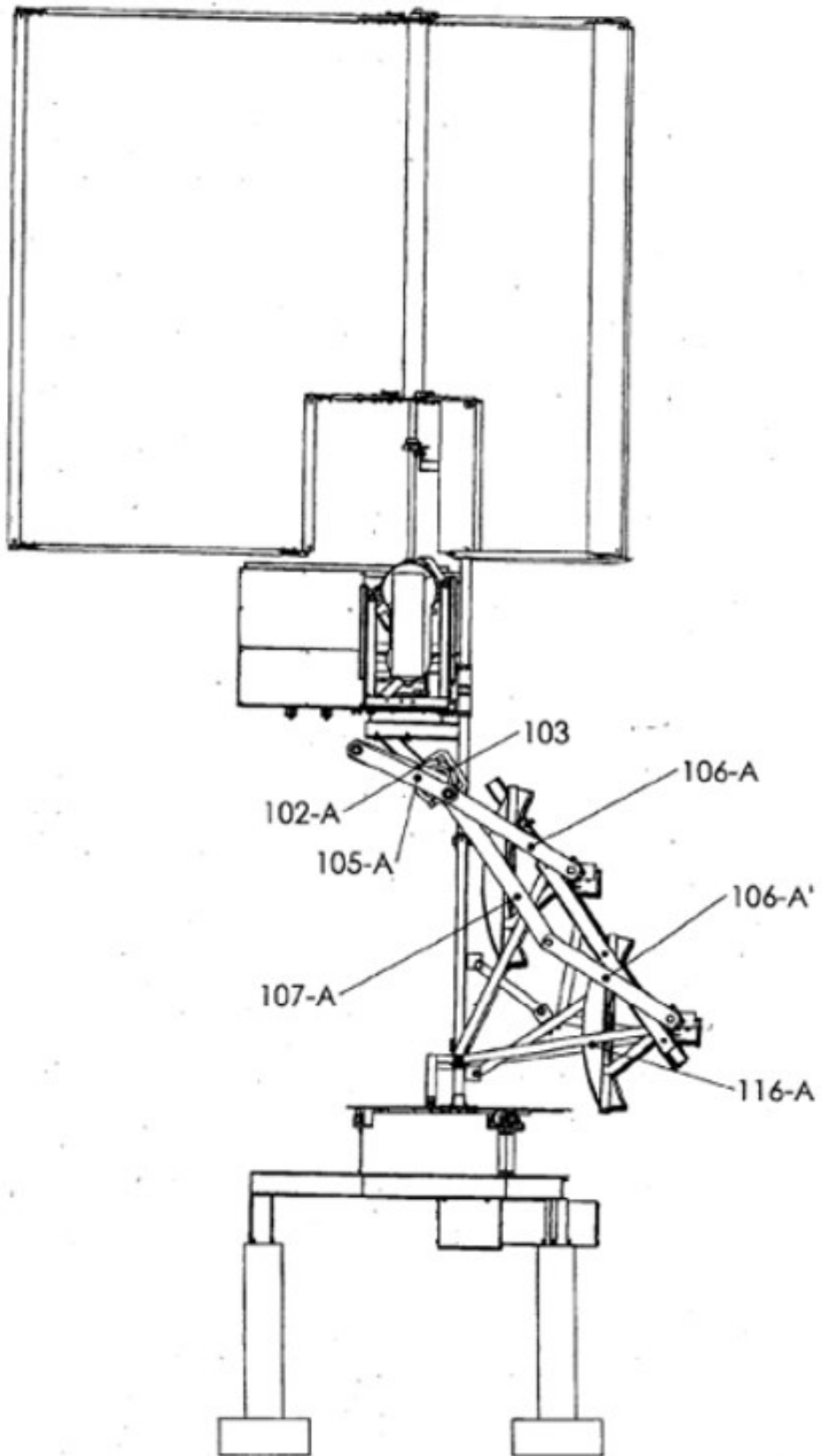


FIGURA 24C

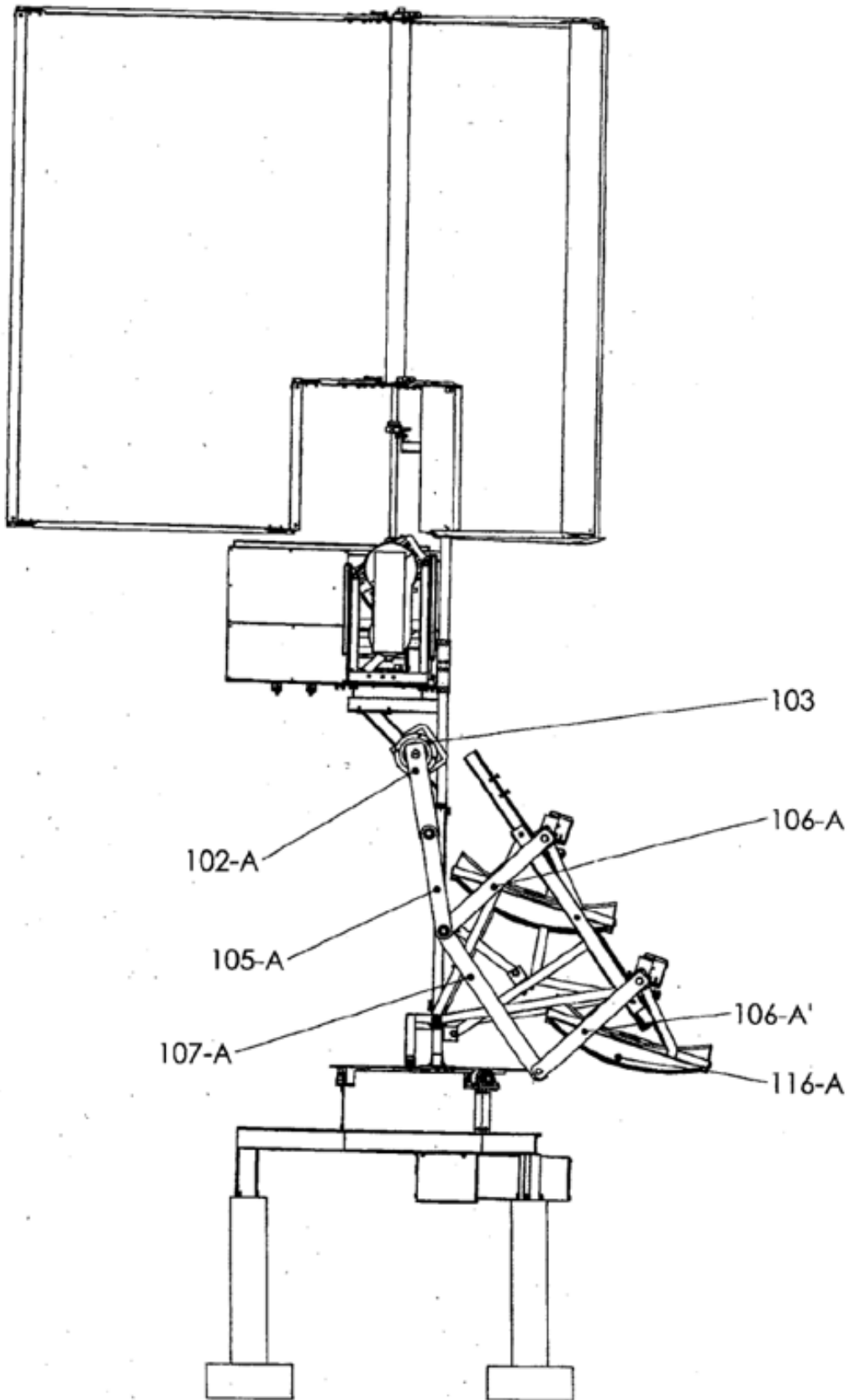


FIGURA 25A

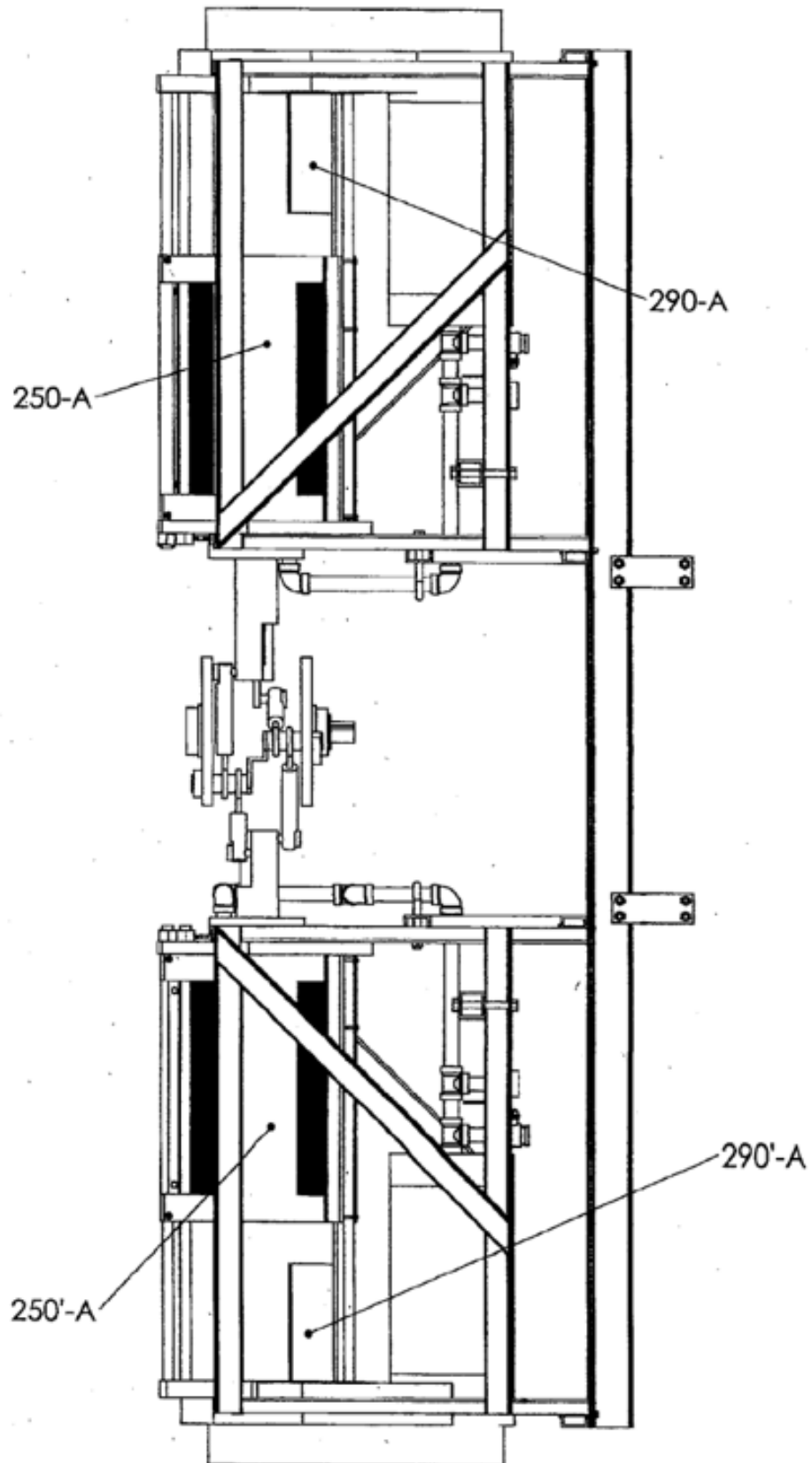


FIGURA 25B

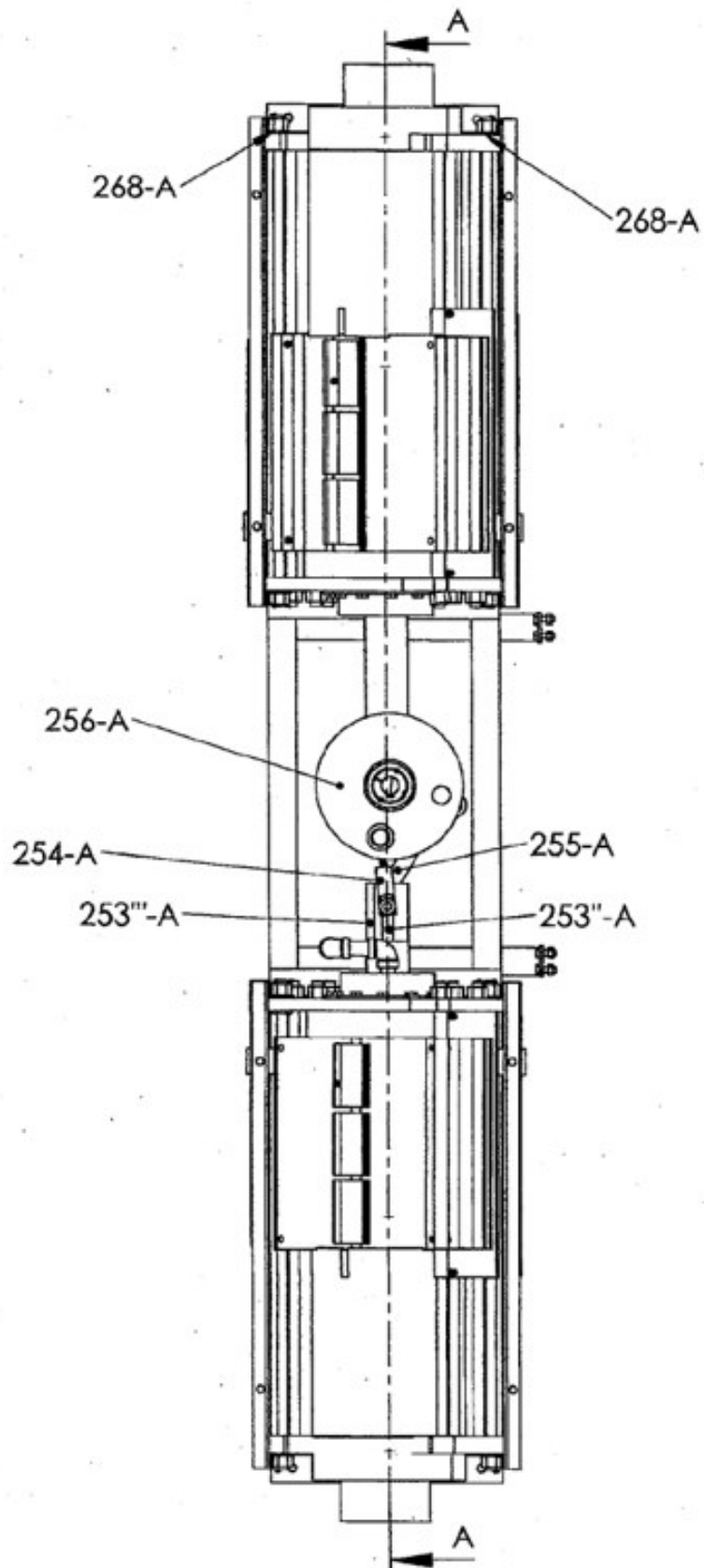


FIGURA 25C

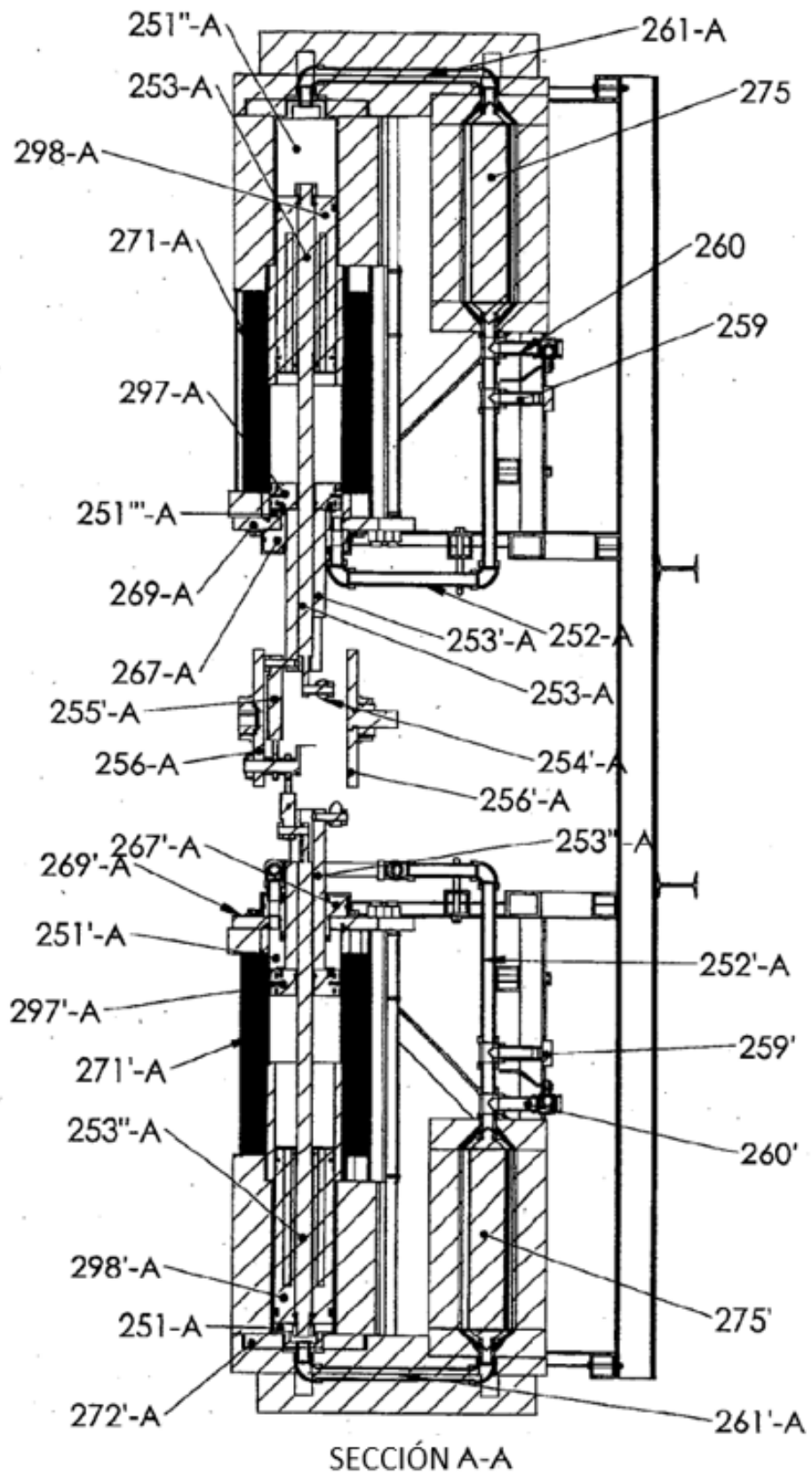


FIGURA 26A

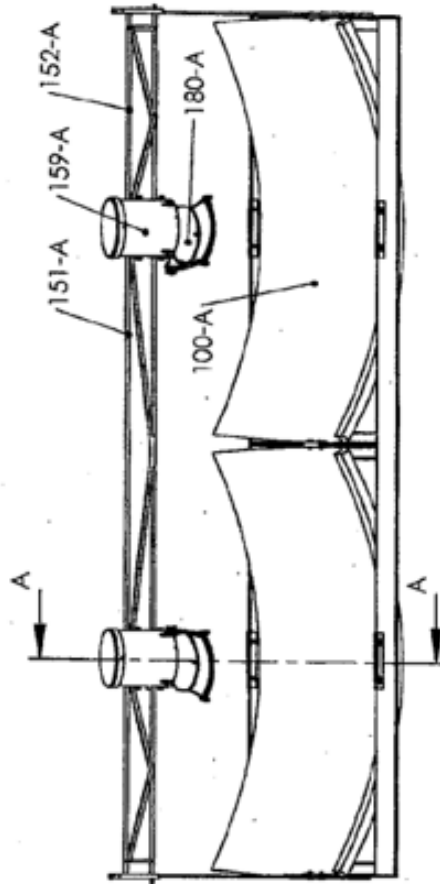
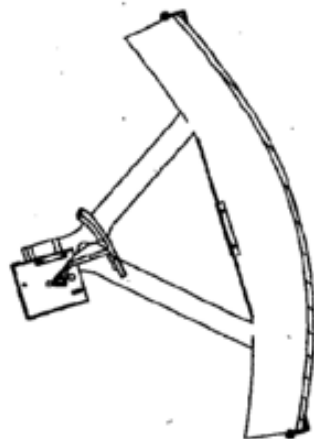


FIGURA 26B



SECCIÓN A-A



FIGURA 26C

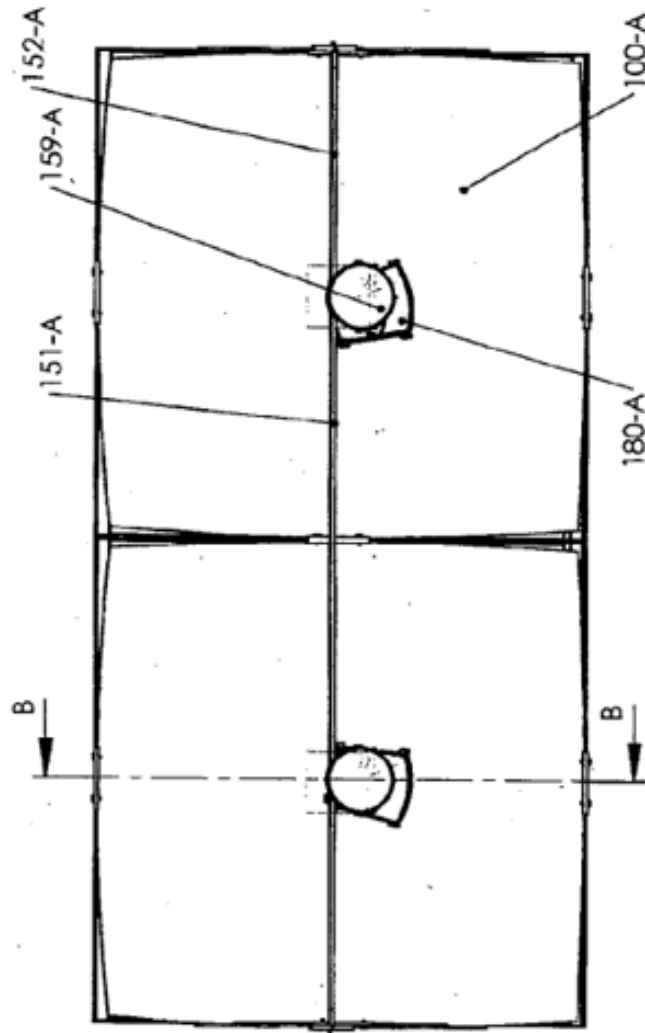
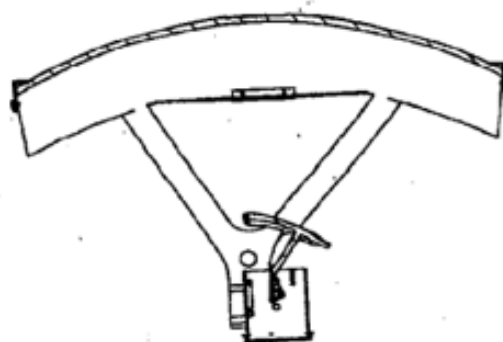


FIGURA 26D



SECCIÓN B-B

FIGURA 27

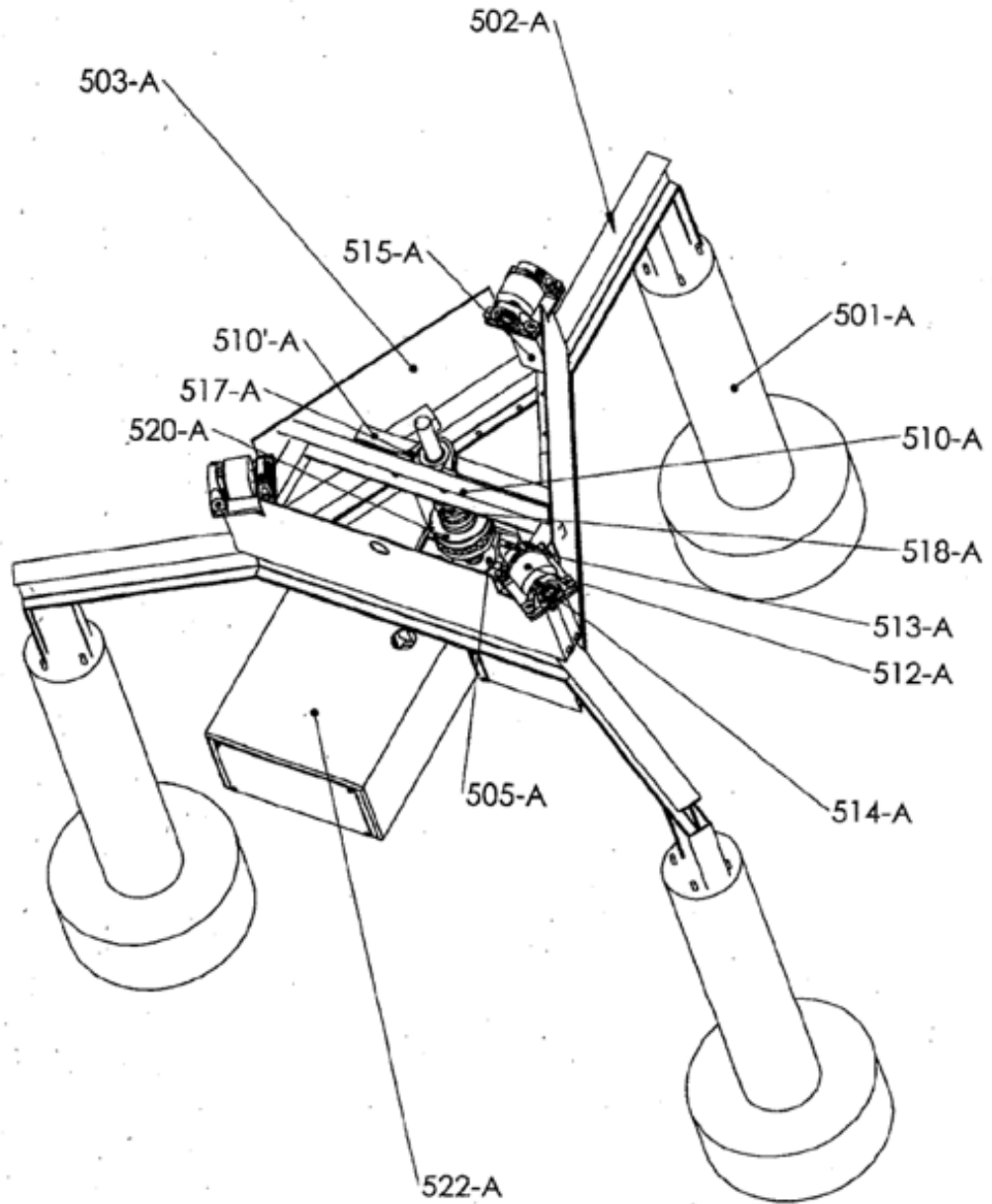


FIGURA 28A

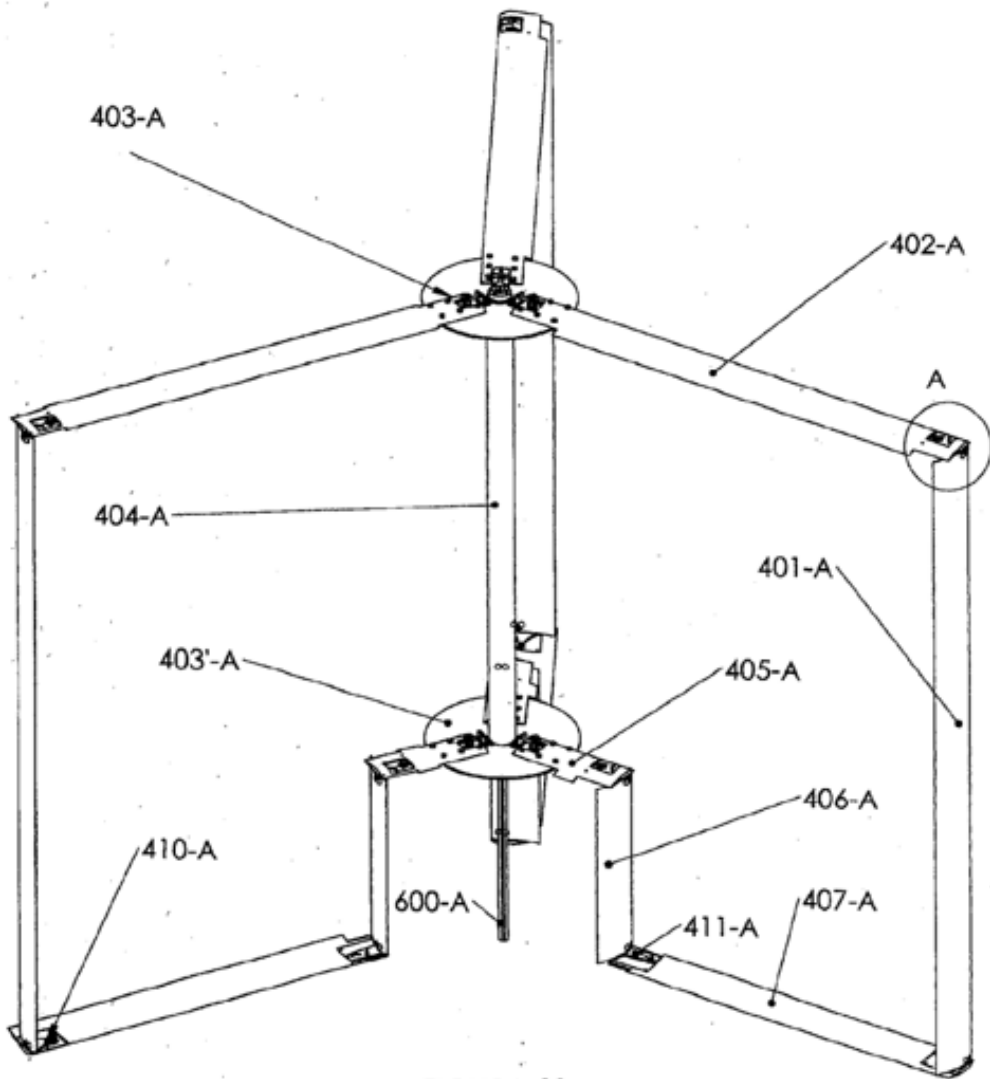
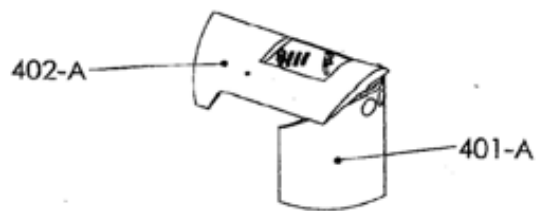
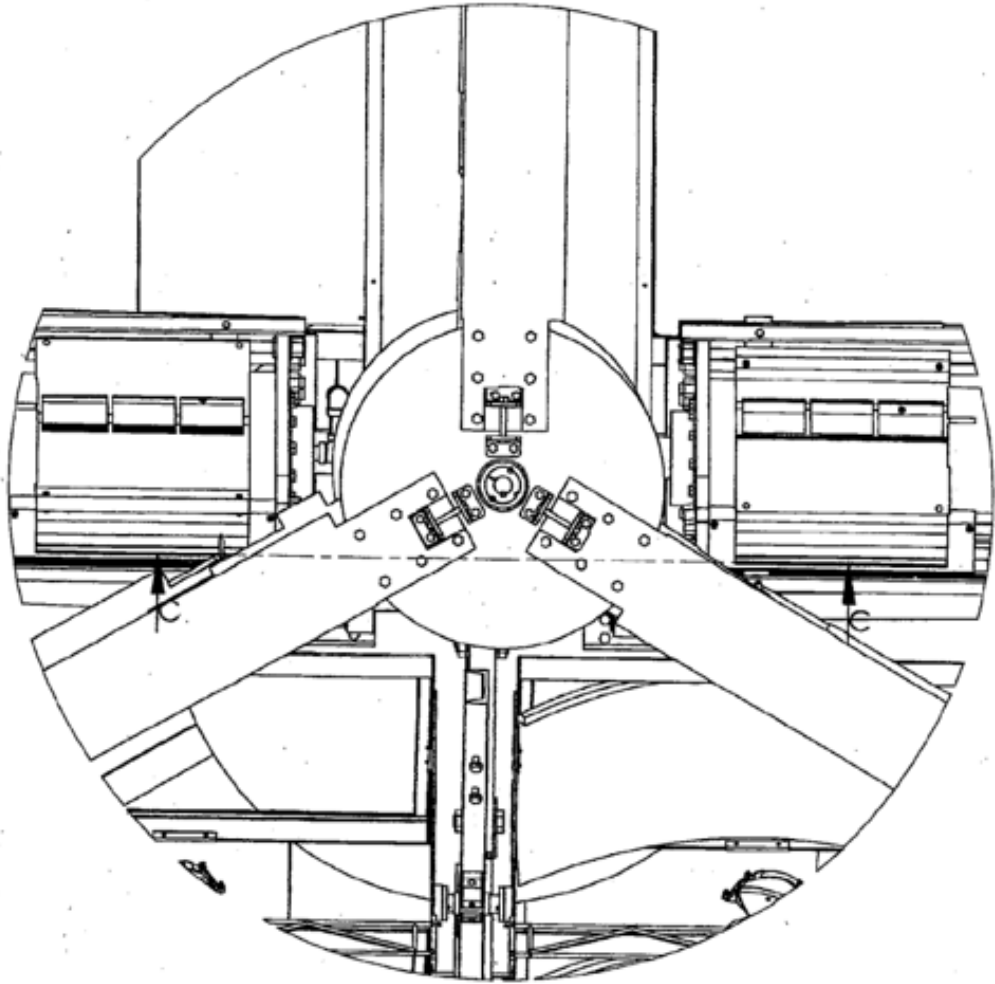


FIGURA 28B



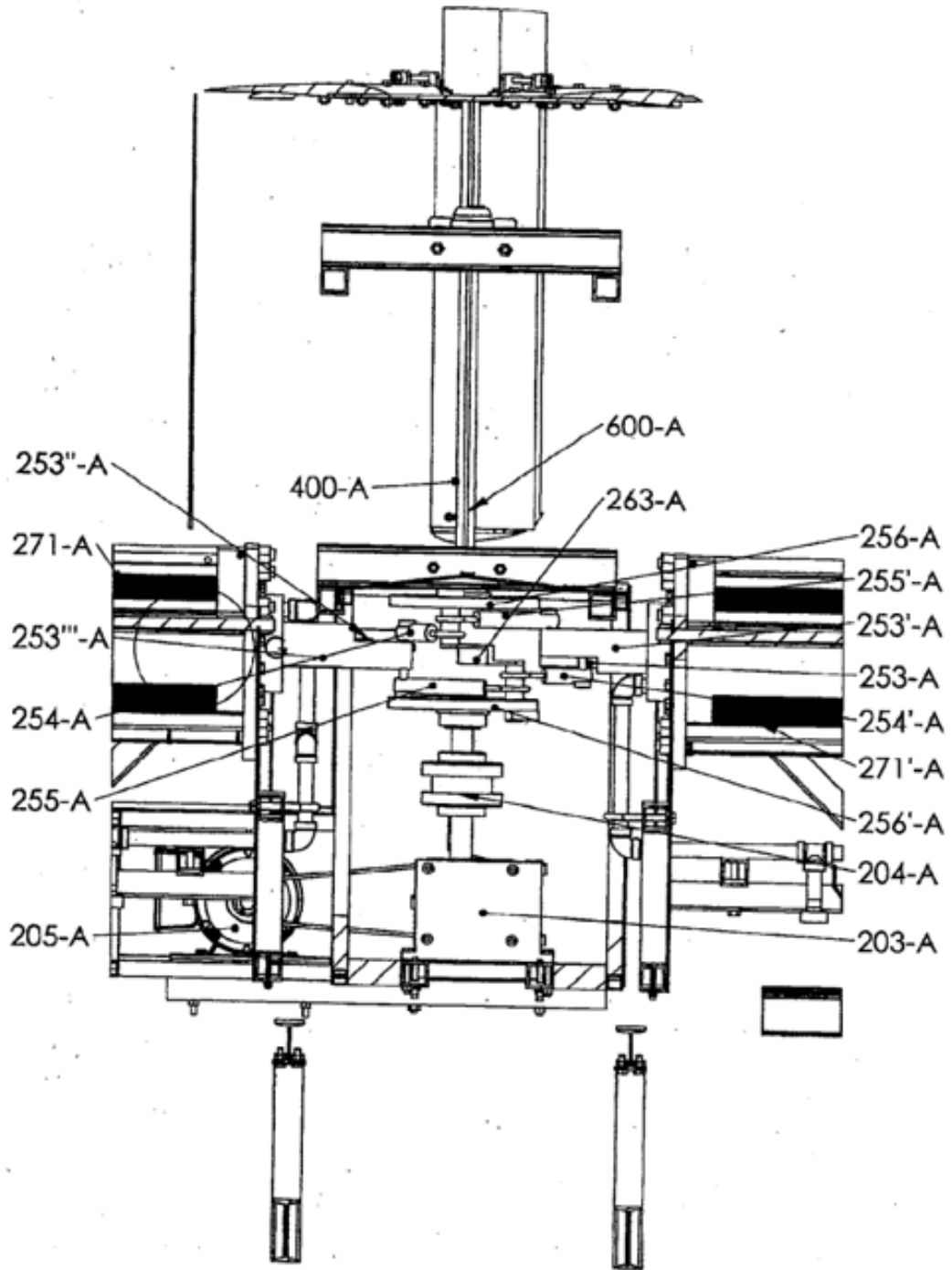
DETALLE A

FIGURA 29A



DETALLE. B

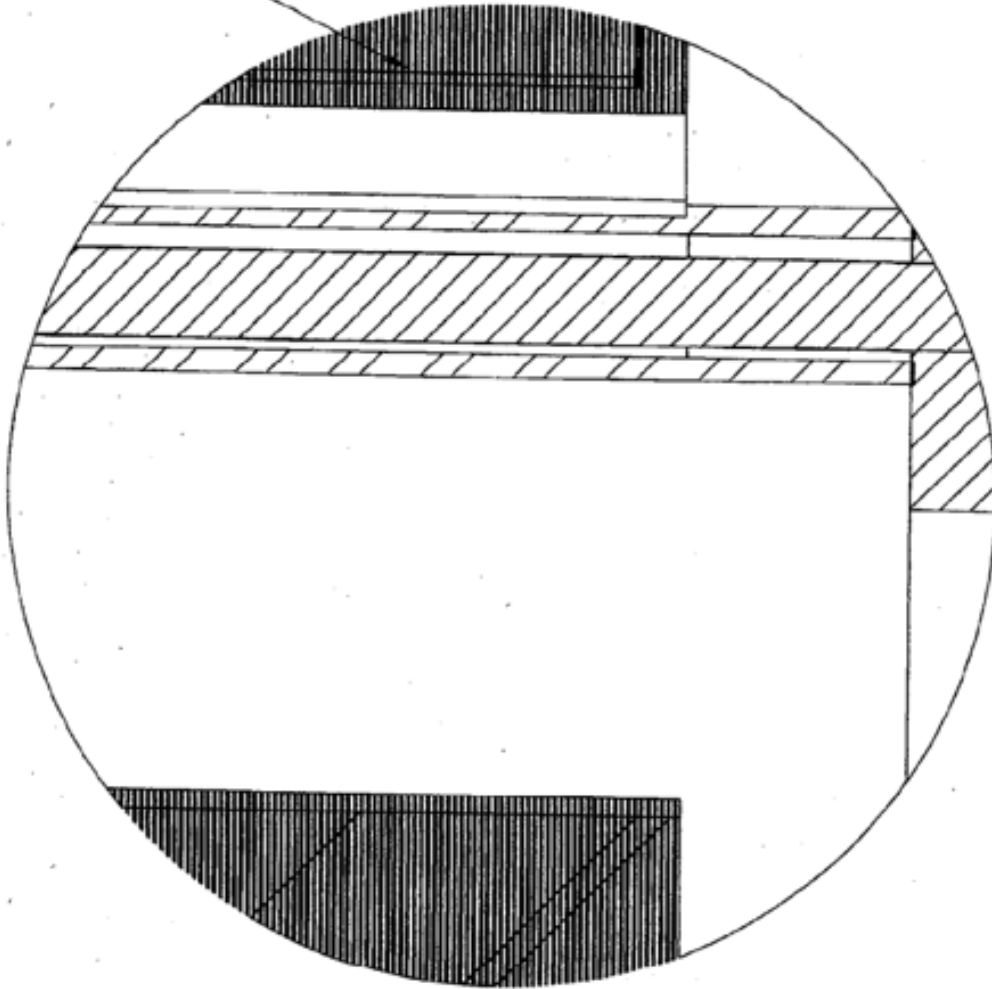
FIGURA 29B



SECCIÓN C-C

FIGURA 29C

271-A



DETALLE G

FIGURA 30

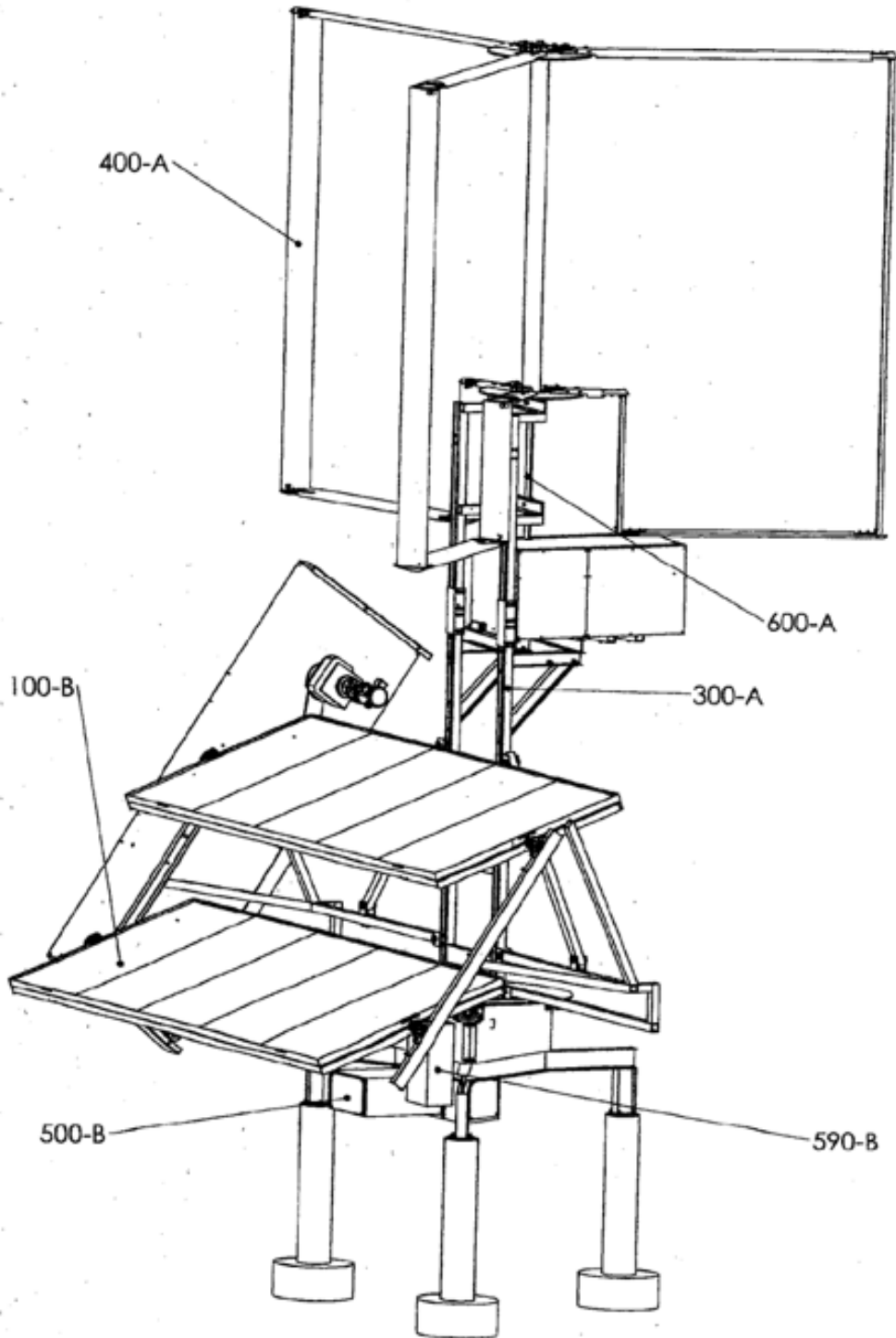


FIGURA 31

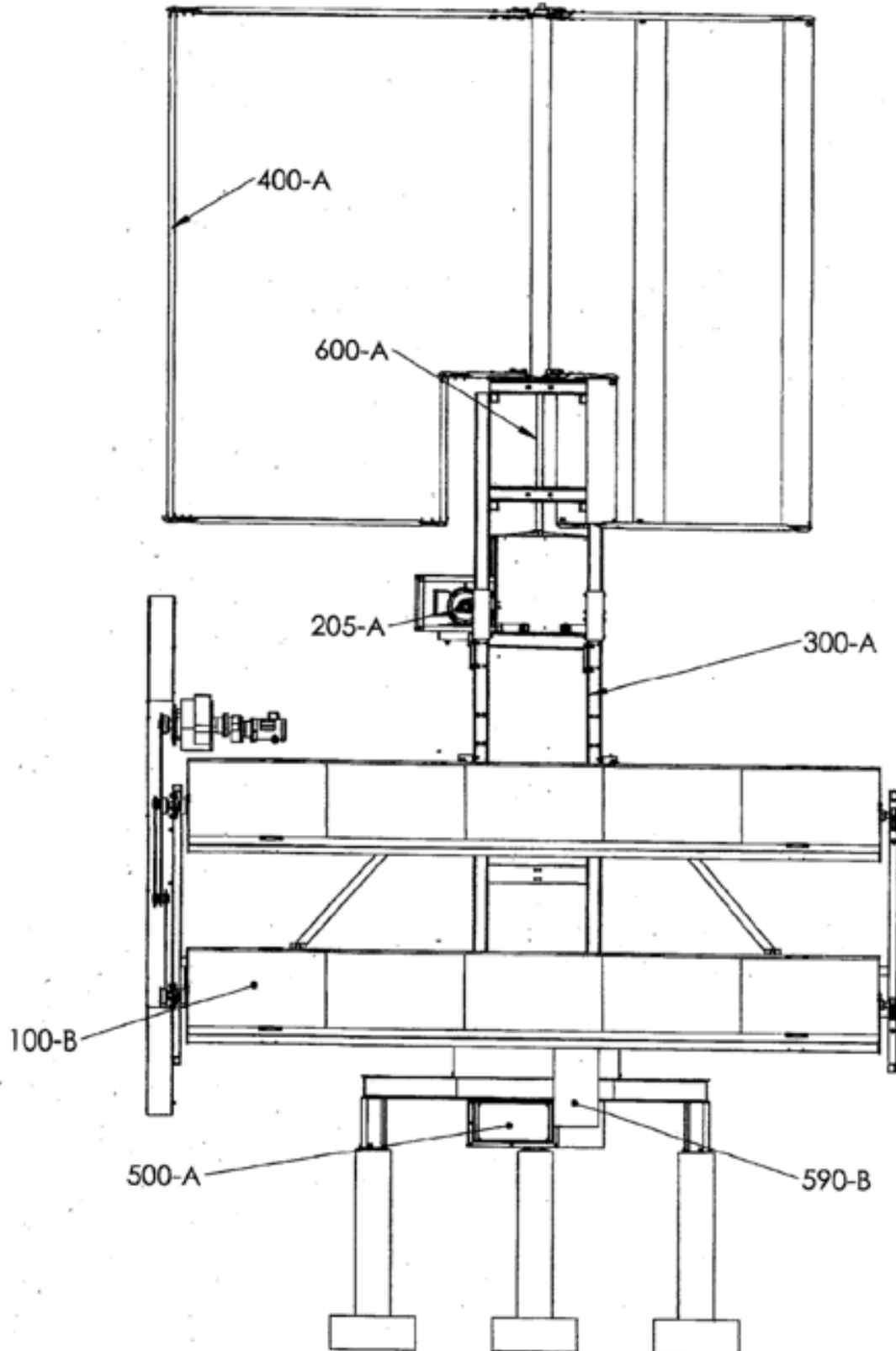




FIGURA 32

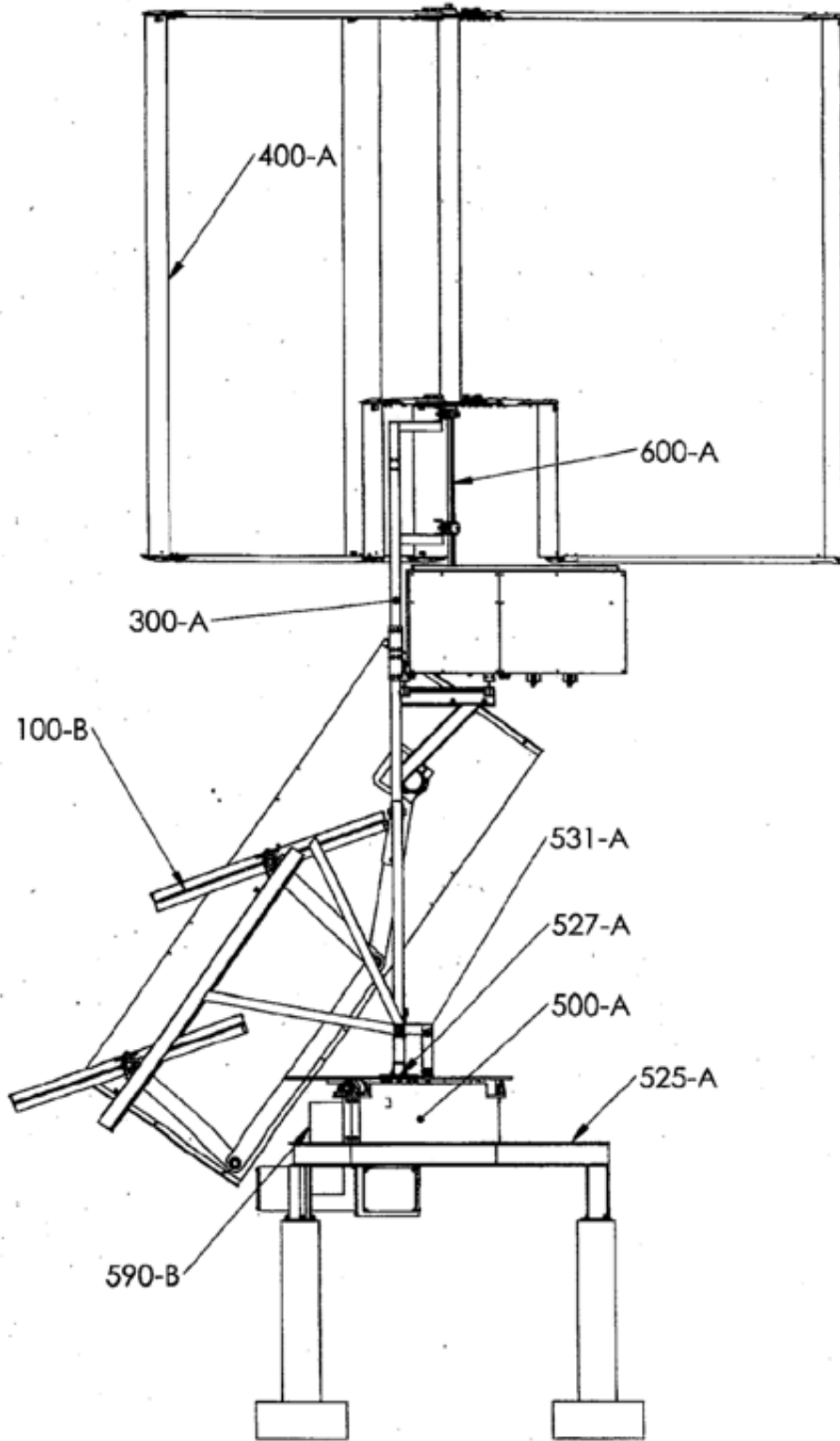


FIGURA 33A

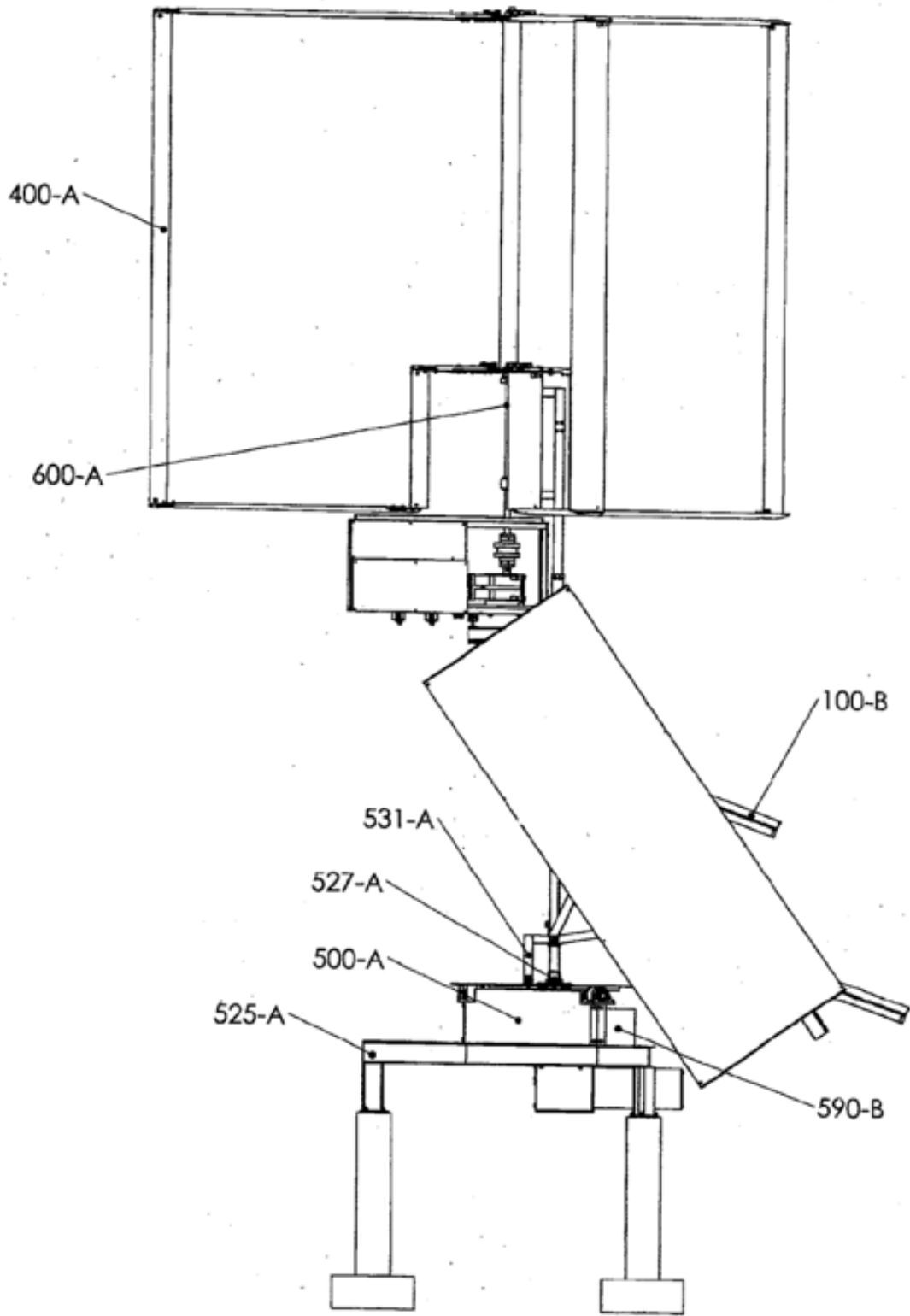


FIGURA 33B

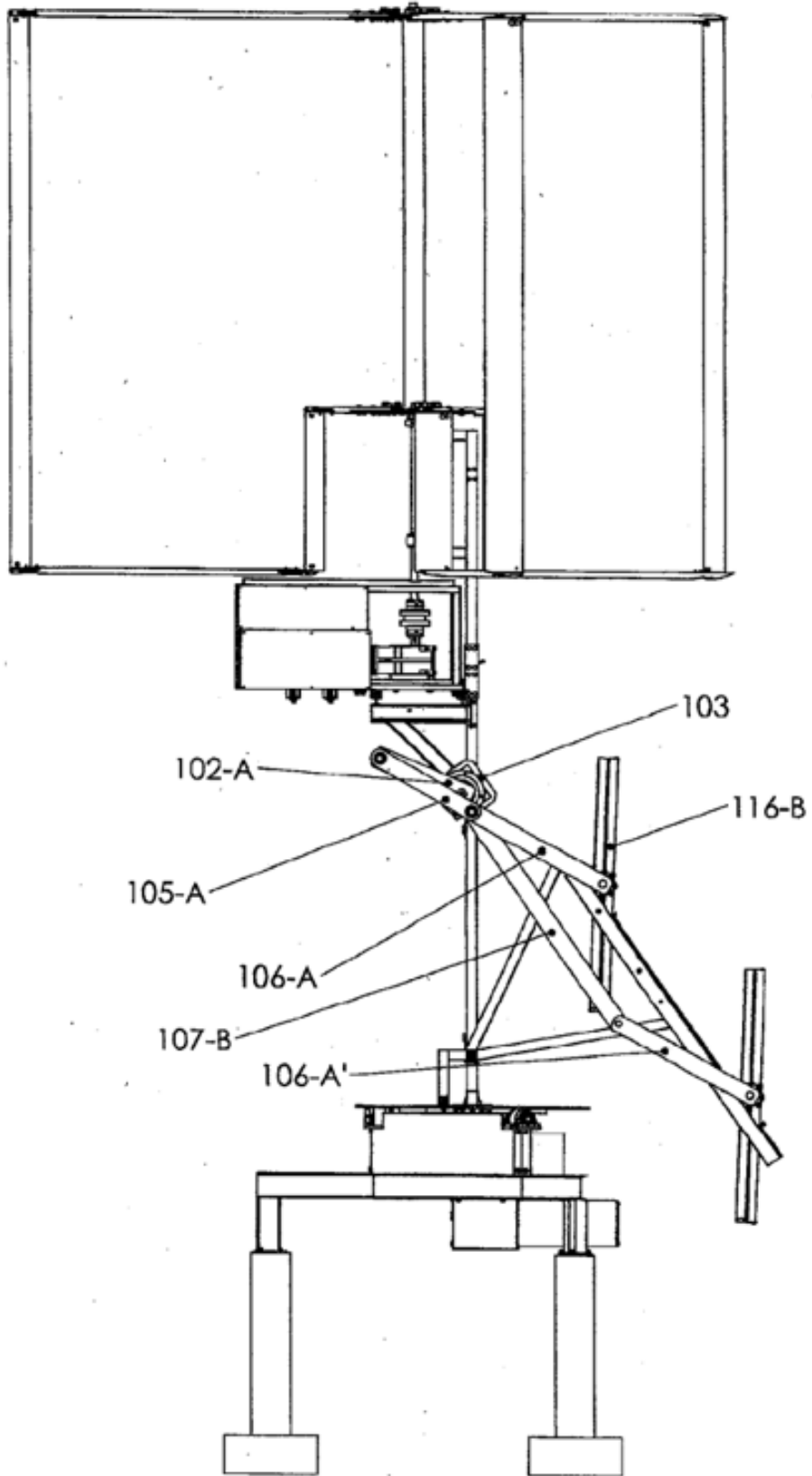


FIGURA 33C

