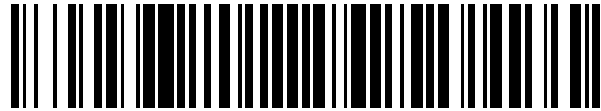


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 553 214**

51 Int. Cl.:

B64C 27/37 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2012 E 12815845 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2015 EP 2771240**

54 Título: **Junta universal de velocidad constante para rotor de helicóptero**

30 Prioridad:

27.10.2011 IT RM20110563

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

07.12.2015

73 Titular/es:

**K4A S.P.A (100.0%)
Via Cuma 28
80132 Napoli (NA), IT**

72 Inventor/es:

LIDAK, VLADIMIRO

74 Agente/Representante:

MARTÍN SANTOS, Victoria Sofia

ES 2 553 214 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

Junta universal de velocidad constante para rotor de helicóptero

5

La presente invención se refiere a una junta universal de velocidad constante para cualquier tipo de transmisión y, en particular, para helicópteros con rotores denominados "inerciales" (cardan), destinados para su uso en las tres palas, o en general en los rotores principales de helicópteros multipala, así como, los rotores principales de helicópteros doblepala equipados también con barra estabilizadora la aerodinámica. Como es sabido, en los helicópteros, el control de la dirección del movimiento de la traslación se produce por medio de la inclinación del plano de rotación del disco, definido por la trayectoria circular de las palas, con respecto al eje de accionamiento limitado a la estructura del helicóptero.

10

15

En helicópteros con tres o más palas normalmente se emplean los denominados rotores "articulados", cuyas palas están unidas al mástil del rotor con bisagras horizontales, llamadas bisagras de aleteo, excéntricas con respecto al eje de rotación, para permitir el movimiento de aleteo, y con bisagras verticales (bisagras de arrastre), estando estas últimas equipadas adecuadamente para la fricción o provistas con dispositivos viscosos que actúan sobre el plano del disco para amortiguar las oscilaciones causadas por aceleraciones de Coriolis, que afectan las palas cuando se inclina el disco del rotor y se presenta el movimiento de aleteo.

20

25

También están presentes, en la base de cada pala, bisagras alineadas con el eje longitudinal de las palas, diseñadas para permitir variaciones inducidas por el plato oscilante en el paso de cada pala, por los comandos de paso cíclico y colectivo. En este tipo de rotores, gracias a la excentricidad de las bisagras de las bisagras de aleteo y a la fuerza centrífuga de las palas, la inclinación del plano del disco ejerce un momento favorable de control sobre el eje de accionamiento (generalmente llamado "mástil"), independiente de la elevación ejercida por el propio rotor y que tiende a mantener el mismo mástil normal al plano de rotación de las palas.

30

Una variante de los rotores articulados está constituido por los llamados rotores "sin articulaciones", en el que las bisagras se sustituyen por elementos flexibles que se comportan como bisagras virtuales, que son también excéntricas. En estos tipos de rotores, tales como en los articulados, el control de la inclinación del plano del disco se realiza por medio del movimiento oscilante cíclico de las palas alrededor de las bisagras de paso, implementado por el plato oscilante. También hay rotores de dos palas cuyo centro está articulado en la parte superior del eje de accionamiento con una bisagra cilíndrica perpendicular al eje de las palas, y al eje del mástil, que funciona como bisagra de suspensión (llamados "Teetering" o "semi-rígidos") que proporciona el movimiento de aleteo de las palas y permite la inclinación del disco del rotor.

35

40

En este último tipo de rotor, también conocido como rotor suspendido ("balancín"), se requiere que la bisagra cilíndrica que conecta el cubo al eje se encuentre en una posición más alta con respecto al ataque de las palas, prácticamente en el plano definido a partir de los centros de gravedad del cubo y de las palas, inclinada hacia arriba debido a la elevación, a fin de cancelar las vibraciones que se crearían por el desplazamiento cíclico del centro de gravedad del rotor con respecto al eje de rotación causada por la inclinación del disco del rotor. De hecho las palas, sujetas a la fuerza centrífuga debida a la rotación y a la fuerza de elevación, asumen una posición de equilibrio orientada hacia arriba, a fin de establecer un aspecto cónico del disco, con la consiguiente elevación del centro de masa del rotor. La variación del ángulo de conicidad de las palas, debido a las diferentes condiciones dinámicas y a la variabilidad del peso a bordo del helicóptero, hace sin embargo, que sea imposible eliminar por completo esta fuente de vibraciones en todas las condiciones de vuelo y de peso del helicóptero.

45

50

Además, en este tipo de rotor, hay otra fuente de vibración que se origina a partir de la geometría del mecanismo cardán simple de la bisagra central de aleteo, que al no ser homocinética, induce tensiones oscilantes de torsión, con una frecuencia de dos por revolución, en el eje de accionamiento; esas tensiones se traducen, gracias a las limitaciones existentes entre la transmisión y la estructura, en molestas vibraciones que se propagan a toda la célula del helicóptero y cuya la intensidad es mayor cuanto más inclinado está el disco de rotor con respecto al eje. Por otra parte este tipo de rotor, debido a la presencia de la bisagra central de aleteo, no aplica ningún control de momento sobre el eje de transmisión; por esta razón, en las condiciones de vuelo a baja g ($n < 1g$) o cero- g , es posible perder el control del plano del disco del rotor. Incluso en este tipo de rotores, el control de la inclinación del disco se realiza por medio del movimiento oscilante de las palas implementadas por el plato oscilante alrededor de las bisagras de paso.

55

60

Todos los tipos de rotor anteriormente descritos se caracterizan por las considerables tensiones en las bisagras de paso al unir las palas al cubo, contrarrestando la fuerza centrífuga; las tensiones son causadas por el movimiento de vaivén alrededor del eje de las bisagras de paso, el movimiento se debe a la acción del plato oscilante cíclico sobre el paso de las palas para mantener el disco del rotor inclinado. Para evitar los inconvenientes antes mencionados han sido propuestos y dados a conocer varios sistemas. Durante el desarrollo de cojinetes elastoméricos laminados en las últimas décadas (patentes de los EEUU 2,481,750 y EEUU 2,900,182), los tipos de cojinetes elastoméricos que se aplicaron luego a los rotores de helicópteros (USAAMRDL-TR-75-39B), se han dado a conocer:

65

cojinetes cilíndricos axiales, cojinetes cilíndricos, cojinetes de bolas radiales y cojinetes de rodillos cónicos. Muchos de estos tipos de rodamientos o cojinetes se encuentran en base de mejoras importantes para las bisagras de paso (patentes de los EEUU 3,111,172 y EEUU 3,652,185) para reducir, pero no eliminar, la fricción y los consiguientes esfuerzos en los comandos causados por el uso de los rodamientos tradicionales en el terreno del cabeceo, con también considerables ventajas para su durabilidad.

Por otra parte, en el campo de los rotores de dos palas que cuelgan de bisagra central de aleteo, la patente de los EEUU 4,115,031, de Textron, ha descrito un procedimiento para permitir la instalación de un muelle de retorno en el cubo (llamado "spring hub" o "muelle del cubo") de los rotores suspendidos alrededor de la bisagra de aleteo, a fin de obtener un momento de control del rotor con respecto al eje de accionamiento y al helicóptero, para superar los inconvenientes de la pérdida de control en vuelo a cero-g, mediante la absorción de las consiguientes vibraciones de ados-por revolución inducidas por muelle de retorno, por medio de la flexibilidad de las palas en el plano de rotación, sintonizando la frecuencia característica de oscilación en ese plano. Sin embargo, esta solución no ha eliminado la oscilación torsional en el mástil causada por la geometría de la transmisión semi-cardánica del movimiento giratorio al rotor.

Por otra parte, con el fin de reducir la amplitud de las oscilaciones alternas en las bisagras de tono, causadas por el control cíclico, las oscilaciones que se producen en los rotores convencionales descritos, y con el fin de eliminar las aceleraciones de Coriolis y luego las bisagras de retardo en los rotores con 3 o más palas, algunos tipos de rotor de los llamados "cardan" o también llamados "de mecanismo inercial" se han desarrollado. En estos rotores, el eje central está soportado en la parte superior de su eje de accionamiento por medio de una bisagra esférica, o con otros dispositivos cinemáticamente equivalentes, que permiten una inclinación del cubo con dos grados de libertad y por lo tanto permiten el cubo de estar siempre paralelo al plano de rotación de las palas (los llamados "plano de trayectoria punta" o TPP por sus siglas en inglés), a pesar de que están inclinados. Los rotores de cubo flotante han demostrado ser adecuados para ser equipadas, junto con los dispositivos adecuados, para crear un empuje elástico entre el cubo y el eje, por lo que el comportamiento de estos rotores es bastante similar a los rotores articulados en condiciones de vuelo a baja o cero fuerza g. Este tipo de cubos de rotor se utilizaron inicialmente en aeronaves en las que la potencia se transmite a las palas por medio de chorros de gas emitidos por las boquillas adecuadas situadas en el extremo de las propias palas (sistema llamado "chorro en punta" o "impulsado por chorro").

En ese tipo de transmisión de potencia no se ha necesitado la transmisión homocinética de movimiento desde el eje de accionamiento al cubo del rotor. Más adelante, en algunas aeronaves (helicópteros y convertiplanos), en el que el movimiento de rotación de las palas y el par de accionamiento se transmite desde el eje de accionamiento al cubo, han sido desarrollados diversos sistemas destinados a eliminar las oscilaciones torsionales en el mástil y se han propuesto varias soluciones para lograr juntas de velocidad constante adecuadas para este tipo de rotores de cubo flotante. La bisagra esférica central, normalmente hecha de cojinetes laminados elastoméricos esféricos de tipo conocido (por ejemplo, la patente de los EEUU 3,941,433), está equipada con una rigidez adecuada para que el disco del rotor, cuando se inclina, ejerza un momento de control favorable en el eje del rotor, con un comportamiento similar a los rotores articulados provistos de bisagras de aleteo excéntricas. Un modelo de este tipo de rotor ha sido desvelado en la patente de los EEUU 4,729,753 en la que el cubo del rotor, esférico suspendido por medio de dos cojinetes elastoméricos laminados opuestos sobre el eje de transmisión, se mantiene en rotación por medio de elementos elastoméricos adecuados que realizan una junta homocinética sustancialmente.

Muchas de tales soluciones se han propuesto en vista de las aplicaciones de rotores híbridos (llamados "rotores de inclinación") aplicables a convertiplanos. La complejidad de estos sistemas ha limitado sus oportunidades de empleo y ha impedido la su propagación en helicópteros comerciales. En el campo de los rotores con mecánica compleja, otros autores han dado a conocer diferentes tipos de conexiones rotatorias (llamados "acoplamiento giratorio de tipo enlace", para ello consultar la patente de los EEUU 4,804,352) para rotores de tres palas, con el fin de obtener una suspensión esférica del rotor y una transmisión de movimiento cuasi-homocinética.

También en otros campos de aplicación, se han propuesto algunos tipos de juntas de velocidad constante, que constan de varios dispositivos elastoméricos ensamblados, que permiten transmitir el movimiento de rotación con un par motor entre dos ejes giratorios inclinados. Un ejemplo de estos dispositivos ha sido develado en la patente de los EEUU 4,208,889. En general, los rotores cardánicos homocinéticos se caracterizan, hasta el momento, por una considerable complejidad constructiva y su ensamblaje implica el acoplamiento de un gran número de componentes. Los dispositivos elastoméricos antes mencionados, por otra parte, no siempre garantizan la transmisión homocinética de movimiento entre el eje y el cubo del rotor a un nivel aceptable, debido a los materiales elásticos de los que muchos de los componentes están hechos.

[0002]La presente invención, tiene como propósito básico obviar los inconvenientes mencionados anteriormente encontrados en los rotores para helicópteros de dos palas y de tres de palas y generalmente para los multipala, mediante el diseño de una cabeza de rotor cardan homocinética mejorada con el cubo flotante en la que la transmisión homocinética del movimiento de rotación y el par motor se obtiene por medio de elementos rígidos y no elásticos, aplicables a los mencionados rotores anteriores bipala, tres palas y en general multipala. Se incluye medios para conectar las palas al eje de accionamiento (llamado "mástil"), un cubo, conectado a ese eje de accionamiento por

medio de dos anillos concéntricos cardánicos alojados en sí en el interior de una cavidad del cubo, en el que también están presentes abrazaderas; en las abrazaderas se fijan las palas por medio de bisagras excéntricas horizontales de tipo conocido y comúnmente llamadas "cono", capaces de mantener las palas en rotación y transmitir las fuerzas aerodinámicas producidas por las palas en rotación, al eje de transmisión y a la helicóptero.

5 Fuera de los dos anillos concéntricos y actuando sobre los pasadores opuestos que se acoplan los dos anillos, hay al menos un dispositivo original y mejorado, denominados a continuación "bisectriz", y preferiblemente hay dos bisectrices compuestas de la siguiente manera: un primer elemento conectado al eje de transmisión mediante una barra de conexión y un segundo elemento conectado al cubo del rotor por otra barra. Tanto las barras de conexión, en forma de horquillas, iguales y dispuestas simétricamente entre ellas, actúan sobre las dos bisectrices acopladas entre sí de forma prismática y revuelta, deslizándose en el extremo cilíndrico que se proyecta desde uno de los dos pernos que acoplan los anillos concéntricos del cardán como en un mecanismo de accionamiento rómbico, con el eje común de los pasadores anteriores en un plano, llamado homocinético, que biseca el ángulo de inclinación entre el plano de rotación del cubo y el plano de rotación del eje de transmisión.

15 Puesto que los dos pasadores están mutuamente delimitados por los mismos anillos concéntricos para ser coaxiales, una bisectriz es capaz de asegurar que el eje común de los dos pasadores está en el plano homocinético y siendo entonces capaz de ajustar el funcionamiento de la junta universal de velocidad constante. La invención, en sus realizaciones, también prevé la presencia de preferencia de dos bisectrices opuestas, siendo dos los pasadores que se acoplan a los anillos concéntricos, en función de redundancia tanto para distribuir los esfuerzos, y para asegurar que el buen funcionamiento de la junta continúa incluso después una ruptura de una de las dos bisectrices. En este caso, ambos pasadores que se acoplan los dos anillos de cardán, presentan un extremo cilíndrico que sobresale en el que se deslizan las dos bisectrices.

25 Es evidente a partir de los dibujos que vienen con la descripción de las tres formas de realización preferidas, que las dos bisectrices operan de una manera completamente independiente unas de otras y son cinemáticamente equivalentes. Se destaca, además, que la bisectrices están sometidas a esfuerzos para mantener la homocinética avión, los esfuerzos son variables durante la rotación y el valor máximo de los cuales depende el par aplicado y el ángulo de inclinación entre el eje de accionamiento y el eje de conducción.

30 La presencia de dos bisectrices se utiliza para dividir simétricamente estos esfuerzos de dos articulaciones separadas conectadas a diferentes cojinetes situados en el eje de transmisión y en el cubo con la ventaja de una mayor robustez del sistema en su conjunto. No menos importante, hay que considerar el equilibrio de las masas en rotación: la presencia de dos bisectrices opuestas hace que la articulación sea más equilibrada.

35 En el pasado, se han propuesto y dado a conocer, basadas en la concetricidad, varias juntas universales de velocidad constante (CVJ por sus siglas en inglés) obtenidas por el acortamiento, hasta eliminar el eje intermedio de la "junta universal" clásica, que por lo general consta de dos juntas universales (o de Hooke) en el extremo de un eje intermedio: patentes de los EEUU 1,058,878 (Lowndes, 1913), EEUU 1,562,080 (Chilton), 1,621,667, (Hayes) EEUU 5,954,586 (Kirson), EEUU 7,144.326 (Thompson); la diferencia entre las soluciones propuestas y la revelada, está en los diversos dispositivos propuestos para la obtención del plano homocinético y luego para hacer constante la velocidad transmitida al eje de accionamiento.

45 La invención que aquí se reivindica se refiere a un conjunto de cubo de rotor y mástil, que comprende una junta universal de velocidad constante según conjunta en la reivindicación 1. La junta universal consta de dos anillos de cardán concéntricos provistos de uno o más dispositivos bisectrices que se ajustan específicamente a la geometría típica de un cubo de rotor de helicóptero (que es en este caso "el eje de accionamiento del acoplamiento") y del mástil (que asume la función de "eje de transmisión", y que soporta y acciona el eje), y que garantiza efectivamente el mantenimiento del plano constante de la velocidad por los pasadores comunes a los dos anillos concéntricos de propulsión.

50 Ventajosamente, este sistema tiene una alta flexibilidad y adaptabilidad, requiere un mantenimiento simple siendo capaz de estar compuesto de elementos que no requieren lubricación periódica, y que asegura un uso seguro y eficaz en la operación.

55 Otro propósito, primario de la invención es hacer posible la realización de rotores Cardan, llamados rotores de cubo "inerciales" o flotantes, para helicópteros bipala, tripala y en general rotores multipala, en los que la transmisión de movimiento entre el eje de transmisión y el cubo del rotor se lleva a cabo mediante un sistema de elementos mecánicos que realizan una junta universal de velocidad constante y en el que es posible la instalación de dispositivos de tipo conocido adaptados para proporcionar un retorno elástico (llamados "muelle de cubo") entre el cubo y el eje, destinados a aumentar el mando de control del rotor en el helicóptero y evitar el fenómeno de la pérdida de control en vuelos con baja o cero fuerza g.

65 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una cabeza de rotor cardan de velocidad constante para helicópteros de dos palas que pueden ser equipados con un dispositivo mejorado de estabilización inercial y

aerodinámica, del tipo denominado "Bell-Hiller de barra aerodinámica o "fly-bars", consistente en dos pequeñas superficies aerodinámicas, fijadas con el cubo y en cuadratura con las palas, el cubo siendo capaz de inclinarse con respecto al eje de accionamiento, tanto el eje aleteo, y en el eje de cabeceo de la pala (llamado "eje de plumaje"), aerodinámicamente controlado por la barra aerodinámica (llamada "fly-bar"), y que se mantiene en rotación a una

5 velocidad constante, independientemente del ángulo de inclinación del propio rotor con respecto al eje de accionamiento, por medio de un par de anillos de cardán concéntricos alojados en una cavidad especial del cubo.

El anillo exterior está conectado con el cubo del rotor, mientras que el anillo interior está conectado al eje de accionamiento y a través de al menos uno o dos dispositivos bisectrices, idénticos y opuestos, también conectados al

10 eje de transmisión y al cubo (eje accionamiento), adecuados para mantener el eje del pasador común a los dos cruces concéntricos en un plano, llamado homocinético, que divide en dos el ángulo asumido por el centro con respecto al eje de transmisión, asegurando un movimiento siempre constante al cubo.

Un objeto adicional de la invención es proporcionar homocinética a los cubos flotantes de los rotores de dos palas y de tres palas en la que la amplitud del movimiento relativo oscilante de las palas alrededor de los cojinetes de paso, que se produce en los rotores tradicionales y causado por el control cíclico de pitch de las palas operados por el plato oscilante, es casi inexistente o al menos reducida en comparación con los otros rotores de helicópteros, debido a que el cubo es capaz de inclinarse también alrededor del eje de cabeceo ("feathering axis") controlado por una barra aerodinámica ("Fly-bar").

15

Otro objeto de la invención es eliminar las oscilaciones de torsión sobre el eje de transmisión conectado al rotor que se encuentran en rotores de helicópteros debido al movimiento del aleteo de las palas alrededor de bisagras excéntricas, en los rotores llamados "articulados", y alrededor de la única bisagra central de aleteo en los rotores de dos palas llamados "teetering o semi rígidos".

20

Otro objeto de la presente invención es realizar una cabeza de rotor cardán "inercial" o de cubo flotante, con tres o más palas conectadas al eje de accionamiento con una junta universal de velocidad constante mejorada, en la que el cubo del rotor constituye el elemento de empuje del acoplamiento, compuesto de un número limitado de componentes, y caracterizado por el hecho de estar desprovisto de bisagras de retardo y amortiguadores de retardo, las palas no están sujetas a las aceleraciones de Coriolis.

25

Un objeto adicional de la invención es proporcionar un sistema mejorado concéntrico cardánico doble, que encuentra su uso en la producción de juntas de velocidad constante (también llamado "universal") para su uso general. Ventajosamente, de hecho, la invención, desprovista de las palas de helicóptero, también es utilizable como una junta universal en todas las aplicaciones en las que se pretende genéricamente transmitir el movimiento rotativo y un par de accionamiento entre dos ejes inclinados de manera que la velocidad del eje accionado sea siempre igual a la velocidad del eje de accionamiento.

30

Por tanto, es objeto de la presente invención, una junta universal de velocidad constante para cada tipo de transmisión y, en particular, para operar las palas del rotor de helicópteros por medio de un cubo del rotor, en la que están unidos los propios palas, y que constituye el empuje de eje de la junta, conectada con los miembros mecánicos adecuados a un eje de accionamiento (llamado "mástil") del helicóptero, para mantener el cubo en rotación, con las palas conectados a él, a una velocidad constante alrededor de un eje inclinado con respecto al eje de la rotación del eje de accionamiento, la articulación que comprende los siguientes elementos mecánicos:

35

- un par de anillos concéntricos cardánicos, un primer anillo o anillo cardánico interno, acoplado de forma giratoria a un portador, integral con el mástil, por medio de dos anillos de rotación, y un segundo anillo o anillo cardánico externo, acoplado de forma giratoria al cubo del rotor cubo, por medio de dos pivotes, dichos dos anillos cardánicos están conectados entre sí por dos pasadores de conexión a fin de permitir la rotación relativa del anillo externo universal con respecto al anillo de cardán interno, sustancialmente en cuadratura con los pasadores del mástil del rotor, el centro de dichos anillos concéntricos resultantes coincidentes con la intersección entre el eje de rotación del eje de transmisión y el eje de rotación del cubo o del eje de accionamiento;

40

- al menos un dispositivo de alineación tipo "bisectriz", preferiblemente dos bisectrices, para mantener el eje común de los pasadores de conexión de los dos anillos cardánicos en un plano llamado "homocinético", que hace un cruce normal al ángulo formado entre el eje de rotación del cubo, o el eje de accionamiento del rotor, y el ángulo del eje de transmisión.

45

En particular, cuando hay dos bisectrices, dichas bisectrices cooperan entre sí, aunque sean independientes en su funcionamiento la una de la otra, y operan sobre los pasadores que se acoplan a los dos anillos concéntricos de cardán que forman una guía doble rómbica, estando anclados, por separado, con juntas adecuadas, al eje de accionamiento y al cubo o eje de accionamiento de rotor. Preferentemente, según la invención, dicha junta de velocidad constante, en su aplicación prevista para un rotor de un helicóptero, comprende además:

50

55

60

65

5 •un manguito (llamado "portador"), equipado con perfil acanalado en el mástil, provisto de dos pasadores opuestos y que sobresalen, en lo que se centra el anillo interno cardánico, con acoplamiento giratorio; en las ejecuciones para rotor de helicóptero el manguito evita el posicionamiento de dichos pasadores directamente sobre el eje de transmisión. Dicho manguito tiene, además, al menos un soporte (o dos soportes opuestos) que permite la conexión de un bisector (o dos bisectrices) en el eje transmisión. El anillo cardan interior está provisto de dos asientos anulares en el que se alojan rodamientos antifricción de tipo rebordeados, equipados con una superficie de deslizamiento con PTFE, que se acoplan con baja fricción, y sin lubricante, a los dos pasadores que sobresalen de dicho manguito. Dicho anillo interior (que, para las necesidades de montaje en el rotor de un helicóptero, se proporciona preferiblemente y compuesto por diversos elementos de atornillado) está provisto de otros dos asientos anulares, en cuadratura con respecto a los primeros, para el alojamiento de rodamientos antifricción, similares a los anteriores, en el que se alojan, con acoplamientos giratorios, dos pasadores integrales al anillo exterior. Al menos uno de dichos pasadores (o ambos) tiene una extensión cilíndrica que sobresale hacia fuera del anillo exterior, en uno de los cuales (o ambos), una bisectriz está alojada con deslizamiento y acoplamiento giratorio (en caso de que ambos pasadores sobresalgan se pueden alojar dos bisectrices). El anillo exterior, en cuadratura con respecto a los pasadores, está provisto de dos ranuras opuestas para dos rodamientos rebordeados antifricción adicionales en los que se alojan, con acoplamiento giratorio, un par de pasadores opuestos integrales con el cubo y colocados radialmente;

20 •dos bisagras anulares semi-esféricas y verticalmente opuestas con respecto al centro del rotor, estando cada una dividida en dos o más elementos para permitir el montaje, siendo que siempre dichas medias bisagras consisten en cojinetes esféricos laminados elastoméricos con rigidez, o de superficies esféricas opuestas, que se deslizan entre sí por una capa interpuesta de material antifricción; en el primer caso la rigidez de los elementos elastoméricos constituye un resorte de retorno (llamado "resorte del cubo") entre el cubo del rotor y el eje de transmisión, que asegura el control del rotor también durante el vuelo a baja o cero fuerza g; en el segundo caso, no siendo ejercida por la bisagra esférica central, cualquier acción de retorno elástico entre el cubo y el eje, puede ser hecha por el resorte de retorno entre el cubo y el eje con un elemento elastomérico alojado en un asiento adecuado formado en la parte inferior del cubo. Estas bisagras opuestas semi-hemisféricas tienen su centro coincidente con el centro de la junta homocinética; esta última es capaz, debido a las limitaciones descritas en los dos anillos cardánicos concéntricos, de llevar a cabo por sí mismo la función de la articulación esférica de soportar el cubo del rotor "inercial o candan": dichos cojinetes semiesféricos, en ambas configuraciones descritas, están por lo tanto proporcionados únicamente con la función de liberar desde la junta de velocidad constante y los pasadores de conexión, las tensiones debidas a la carga axial que surge de la sustentación del rotor y de la inercia del helicóptero. Los anillos cardánicos y los pasadores de conexión, de esa manera, sólo están interesados de las tensiones resultantes de la transmisión del par.

35 •un eje de transmisión, provisto de un anillo de carga en el que se aplican las fuerzas axiales del rotor, transmitida desde las bisagras semi-esféricas opuestas que son capaces de transmitir el par motor al cubo y a las palas, a través del ajuste por contracción del manguito, en la que están montados anillos concéntricos articulados que forman la junta homocinética;

40 •el cubo de rotor, diseñado para el montaje de las palas en abrazaderas apropiadas, y provisto de una cavidad central para el alojamiento de anillos cardánicos concéntricos por medio de dos pasadores opuestos integrados en el cubo y en el que están centrados el anillo exterior, y provisto de, en el lado superior e inferior, alojamientos para las bisagras semi-esféricas descritas en el eje de transmisión; estando dicho cubo también provisto, en la parte superior de una cavidad central, de uno (o dos) alojamientos opuestos para conectar las pasadores de las barras conectadas a la bisectriz (o a las dos bisectrices) de la junta de velocidad constante.

50 La presente invención se ilustra y describe en el siguiente ejemplo ilustrativo pero no limitativo, en tres realizaciones preferentes. En las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 se presenta una primera implementación de la invención aplicada a un rotor de helicóptero, y en particular:

55 - La figura 1 es una vista isométrica parcial de un rotor de tres palas con cubo flotante, con partes del rotor parcialmente retiradas con el fin de hacer visibles los dispositivos de accionamiento de la junta de velocidad constante con dos bisectrices; en la figura 1 también está representado el eje 00 de los pasadores clavijas comunes de anillos cardánicos concéntricos, que está situado en el plano homocinético;

- la figura 2 es un detalle ampliado del rotor de la figura 1 privado de palas;

60 - la figura 3 es un detalle de los anillos cardánicos concéntricos, del manguito y de la bisectriz de la junta de velocidad constante objeto de la invención;

- la figura 4 es un detalle del portador o manguito.

65 - la figura 5 muestra una vista parcialmente en despiece del soporte, de los dispositivos de arrastre y rigidez del rotor con respecto al eje de transmisión;

- la figura 6 muestra una vista en despiece ordenado de los componentes que constituyen la junta de velocidad constante y el portador;

5 - la figura 7 es una vista en sección del soporte, dispositivos de arrastre del rotor y en particular de la junta objeto de la invención con dos bisectrices, inclinada 10 grados con respecto al eje de transmisión.

10 La figura 8 es una vista en sección de una segunda realización de la junta objeto de la invención, ejecutado con un solo bisector, inclinado 10 grados con respecto al eje de transmisión. En las figuras 9, 10, 11 y 12 se representa una tercera realización de la invención, la cual presenta una junta universal de velocidad constante destinada para uso general para cada tipo de transmisión, y en particular:

15 - la figura 9 muestra una vista isométrica de la junta de velocidad constante provista de dos bisectrices, donde el eje de transmisión y el eje de accionamiento se inclinan uno frente al otro;

- la figura 10 muestra una vista parcialmente despiezada de la junta de velocidad constante de la figura 6, y en particular de los elementos que componen la bisectriz y las dos barras de conexión, respectivamente, a la bisectriz del eje de transmisión y el eje de accionamiento;

20 - la figura 11 muestra una vista en sección de la junta de velocidad constante de la figura 9 y los dispositivos relacionados de arrastre homocinético;

25 - la figura 12 muestra la junta de velocidad constante desprovista de bisectrices en la que se subraya la acción giratoria del pasador con respecto al anillo interior.

1) Primera realización: Junta de velocidad constante para rotores de helicópteros.

30 Con referencia a las figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7, éstas presentan un cubo de rotor flotante de tres palas. El eje de transmisión 1 (o árbol de transmisión) está provisto de un manguito 3 (llamado "portador"), acanalado internamente para ser introducido en dientes 11 que sobresalen del eje de accionamiento; dicho manguito 3 está provisto de dos pasadores opuestos (31) que se proyectan, donde pivota el anillo cardánico interior, con acoplamiento giratorio. El árbol de transmisión 1 sostiene el cubo 2 del rotor (o eje de transmisión), equipado con las abrazaderas 23 (figura 2) para el alojamiento de las palas 7, con bisagras semiesféricas 4, que reflejan en el anillo de carga 12 (figura 6) del eje 1 y en el manguito 3, estando dichas bisagras 4 atornilladas sobre dicho cubo 2 en los asientos opuestos apropiados (figura 5).

35 Las bisagras hemisféricas 4 (fig. 5) se hacen con cojinetes de tipo conocido y caen en la categoría de los cojinetes laminados elastoméricos esféricos (Tipo III - Ref USAAMRDL-TR-75-39B). La junta universal de velocidad constante comprende un par de anillos cardánicos concéntricos (figura 3 y figura 9) 5A; 5A', 5B; 5B': un primer anillo, o anillo cardánico interno 5A; 5A' gira acoplado al eje de transmisión 1 por dos pivotes 31, y un segundo anillo o anillo externo cardánico 5B; 5B' acoplado al cubo 2 del rotor por medio de dos pivotes 22.

40 Estos dos anillos cardánicos están conectados entre sí por medio de dos pasadores de conexión 542 de forma que permiten la rotación relativa de dicho anillo cardánico externo 5B; 5B' con respecto al anillo interno cardánico 5A', sustancialmente en cuadratura con los pasadores 31, 31' del eje de transmisión 1 y con los pasadores 22 del cubo 2 del rotor eje de accionamiento 2'. En particular, cada uno de dichos pasadores de conexión 542 tiene un extremo saliente 5421 que es coaxial con el pasador de conexión en sí.

45 El par de anillos cardánicos 5A y 5B de la primera y segunda ejecución para un rotor de helicóptero pueden estar constituidos preferentemente por elementos ensamblados. En los dos pasadores 31 (sólo uno de los cuales es visible en la figura 6) que pertenecen al manguito 3 (figura 6), se monta el anillo cardánico interior 5A. Dicho anillo interior 5A se representa como un todo atornillado (figura 6), que comprende un elemento superior 5A1, dos elementos 5A3, cada uno de los cuales proporciona un rodamiento anti-fricción 541, a los que se atornillan los dos elementos 5A3, y dos elementos adicionales 5A2, cada uno de los cuales proporciona un asiento para alojar un rodamiento antifricción rebordeado 32. Los elementos 5A3 y 5A2 se fijan a dicho elemento superior 5A1 mediante tornillos que constituyen el anillo cardánico interior 5A.

50 Los rodamientos antifricción 541 y los rodamientos rebordeados antifricción 32 están acoplados y giran, respectivamente, con los pasadores de conexión 542 y con los pasadores 31. El anillo cardánico exterior 5B (figura 6) se compone de dos elementos fijos con tornillos entre ellos, un primer elemento inferior 5B2 y un segundo elemento superior 5B1, siendo ambos de forma sustancialmente cuadrangular. Cada uno de dichos elementos 5B2, 5B1 está equipado con dos pares de orificios para la formación de dos asientos, cada uno para el alojamiento estable de un pasador 542 y dos pares adicionales de orificios para la formación de dos asientos, cada uno de ellos para acomodar un rodamiento antifricción rebordeado 511.

65

En dichos rodamientos antifricción, por medio de un acoplamiento giratorio, actúan los pasadores 22 (figuras 1, 3 y 5), que forman parte del cubo 2 del rotor. Entre los rodamientos antifricción 511 y el cubo 2 del rotor hay dos cuñas calibradas 512, que permiten el centrado sin espacio del cubo 2 con respecto al centro de rotación del eje de transmisión 1 y a los anillos cardánicos 5A y 5B. En cada extremo saliente 5421 de los pasadores de conexión 542, que conectan entre sí los dos anillos cardánicos concéntricos (figura 6) hay un dispositivo bisectriz correspondiente 6 (figuras 2 y 3) que actúa para mantener los pasadores de conexión en el eje común, indicado genéricamente con 00, en un plano que divide en dos el ángulo entre dicho eje de transmisión 1 y el cubo 2 del rotor, plano llamado "homocinético".

En particular, cada uno de dichos bisectrices 6 comprende un primer elemento 61 y un segundo elemento 62, respectivamente conectados al eje de accionamiento 1 y el cubo 2 por medio de dos varillas 63 (figura 6). El primer elemento 61 se inserta prismáticamente en el segundo elemento 62, y ambos se deslizan y se acoplan girando al extremo sobresaliente 5421 de cada pasador de conexión 542. Cada uno de dichos elementos 61 y 62 está provisto con al menos un orificio que permite el paso del extremo saliente 5421 en cada uno de ellos. Para este propósito, es decir, para la correcta inserción del extremo sobresaliente 5421, los pernos de conexión de cada uno de dichos dos elementos 61 y 62 deben estar alineados.

En particular, el segundo elemento 62 tiene forma de una "V", y en la proximidad de cada extremo libre está provisto de un agujero, mientras que el primer elemento 61 está conformado para tener una porción con un orificio, estando dicha porción dimensionada para poder colocar el segundo elemento 62 de una manera que a través de su orificio se alineen los dos orificios pasantes del segundo elemento 62. Además, cada elemento 61, 62 está provisto de un orificio adicional para permitir fijar una varilla de conexión respectiva 63 a través de un pasador. En otras palabras, cada barra de conexión 63 se fija en un lado de cada uno de dichos dos elementos 61, 62 de la bisectriz 6, y en el otro lado al eje de transmisión 1 o al cubo 2 del rotor con el fin de formar una guía rómbica dual. Con el fin de fijar las barra de conexión 63 al eje de transmisión 1 y el cubo 2 del rotor, se proveen medios de soporte 33 en el eje de transmisión 1 y segundos medios de soporte 24 sobre el cubo 2 del rotor. Dichos primeros y segundos medios de soporte 33 y 24, a través de dichas barras de conexión 63, transmiten a cada bisectriz 6 la posición mutua entre el cubo 2 del rotor y el eje de transmisión 1.

En el ejemplo que se describe, cada barra 63 está conformada en forma más o menos de "H" y está provista de un orificio en próximo de cada extremo libre. En otras palabras, cada barra de conexión está provista de un primer y un segundo par de orificios para permitir el paso de un pasador respectivo que permite fijar dicha barra de conexión a los primeros medios de soporte 33 dispuesto en el eje de transmisión 1 y segundos medios de soporte 24 proporcionados sobre el cubo 2 del rotor. Cada par de dichos elementos 61 y 62 está conectado a través de un pivote 631 a un respectivo par de barras de conexión 63, que a su vez, se aseguran con un pivote adicional 632, el inferior ya conectado al elemento 61, a un asiento 33 que se proyecta desde el manguito 3 (figuras 4 y 6.); el superior, ya conectado al elemento 62, a un soporte 24 (figuras 5 y 7), este último integral con el cubo 2 por medio de tornillos 241 (figura 5). El asiento 33 del manguito 3 y el soporte 24 son geoméricamente especulares respecto al centro de la junta universal de velocidad constante.

Con referencia al diámetro del manguito 3, las bisectrices 6 están en una posición diametralmente opuesta. En particular una de las dos bisectrices 6 desempeña una acción de redundancia con respecto a la otra bisectriz siendo cinemáticamente equivalente. La figura 4 ilustra una sección en cuadratura del cubo 2 del rotor, donde dicho cubo está inclinado en 10 grados con respecto al eje de transmisión 1; la cinemática del empuje rómbico dual de la junta homocinética provista de dos bisectrices se representa.

2) Segunda forma de ejecución de la invención: junta universal de velocidad constante provista con una sola bisectriz.

En la figura 8 los anillos cardánicos concéntricos y un único bisector 6 mantienen el eje común 00 (eje de acoplamiento entre el anillo cardánico interno y el anillo cardánico externo), representado por los dos pasadores opuestos 542, en un plano, homocinético, que divide en dos en 5 grados el ángulo de inclinación de 10 grados del plano de rotación del cubo 2 de rotor con respecto al eje de transmisión 1, para garantizar la transmisión homocinética de movimiento de rotación entre el eje de transmisión 1 y el cubo 2.

3) Tercera forma de ejecución de la invención: junta universal de velocidad constante junta adaptable a cualquier tipo de transmisión.

Las figuras 9, 10, 11 y 12 muestran una tercera realización de la invención para uso universal. Con referencia a las figuras 9 y 11, el anillo cardánico interno 5A' se hace pivotar con el pasador 31' a través del orificio que atraviesa 131 al eje de accionamiento 1 (figura 11), que tiene un asiento que se proyecta 33' para la conexión a las barras 63; en esta ejecución el anillo cardan interior pivota directamente sobre el eje de transmisión y no en el manguito. El eje de accionamiento 2' del rotor presenta una abrazadera 222 conectada a los pasadores 22 que son parte integral de dicha abrazadera por medio de ranuras provistas, y que son giratorias en el exterior de anillo cardánico 5B'; el eje de

accionamiento 2' tiene dos elementos 24' para la conexión a las barras de conexión 63 (figura 11). En esta realización, el anillo cardánico interno 5A" y el anillo cardánico externo 5B' están cada uno constituidos de una sola pieza en lugar de un conjunto de varios elementos y son concéntricos. Los anillos cardánicos concéntricos 5A', 5B' están mutuamente conectados entre sí con pivotes de conexión 542, cada uno de los cuales tiene un extremo que sobresale 5421 hacia el exterior de la junta (figura 12).

Cada extremo saliente 5421 tiene forma cilíndrica y en cada una de ellas elementos 61 y 62 de la bisectriz 6 están conectados de manera deslizante y rotativa. Los elementos 61, 62 de la bisectriz 6 junto con las barras de conexión 63, conectados con los pivotes giratorios respectivamente al eje de transmisión 1 y al eje de accionamiento 2', con una guía de geometría rómbica, bisectrices de control 6, que mantienen los pasadores de conexión 542 en un plano (homocinético) que divide en dos el ángulo de inclinación entre dicho eje de transmisión y el eje de accionamiento. En otras palabras, el anillo más interno 5A' tiene dos asientos opuestos para acoplarse giratoriamente con los pasadores 31'; tales dos anillos 5A' y 5B', concéntricos entre ellos, están conectados por pivotes giratorios coaxiales y opuestos 542, lo que hace que el eje de las ubicaciones de los pasadores en el anillo interior sea normal al con respecto al eje del asiento del pasador 31' y, en el anillo exterior 5B', está el eje de las ubicaciones de dichos pasadores comunes normales al eje de los asientos de pasador 22; dichos pasadores 542 comunes a los dos anillos concéntricos están cada uno equipados con un extremo cilíndrico 5421 coaxial a los mismos pasadores; en ese extremo se proporcionan elementos deslizantes y giratorios 61 y 62 prismáticamente acoplados entre ellos; que se conectan, por medio de idénticas barras de conexión 63, respectivamente el elemento 61 y el soporte 33' proporcionados en el eje de transmisión 1, y el elemento 62 para el soporte 24' proporcionado en el eje accionamiento 2'.

Los elementos 61 y 62 constituyen las bisectrices que debido a la geometría romboidal implementada por medio de barras de conexión 63, mantienen el eje de los pasadores comunes de los anillos concéntricos en un plano que biseca el ángulo de inclinación entre el eje de accionamiento y el eje de transmisión lo que crea así la junta de velocidad constante. Cuando la junta transmite un movimiento de rotación acompañado de un par distinto de cero, la bisectriz 6 se somete a tensión sobre los pasadores de conexión 542, las tensiones será tan fuertes como mayor sea el par motor transmitido, y mayor sea el ángulo de inclinación del eje de accionamiento con respecto al eje de transmisión debido a que estas tensiones son oscilantes. La presencia de dos bisectrices en ambos pasadores de conexión 542 se utiliza favorablemente para dividir aquellas tensiones sobre ambas bisectrices.

Además, dada la coaxialidad rígida del pasador de conexión 542 y la equivalencia cinemática de las dos bisectrices 6, la presencia de dos bisectrices 6 permite obtener una redundancia que permite que la junta funcione incluso en el caso de fallo de uno de las dos bisectrices. Ventajosamente, debido a la forma de los acoplamientos entre los anillos concéntricos cardánicos con el eje de transmisión y el eje de accionamiento, la junta es claramente reversible y las funciones del eje de transmisión 1 y el eje de accionamiento 2' pueden ser intercambiadas.

La presente invención ha sido descrita con fines ilustrativos pero no limitativos, según sus realizaciones preferidas, pero ha de entenderse que las variaciones y/o modificaciones pueden ser hechas por los expertos en la técnica, sin apartarse del ámbito correspondiente de protección, tal como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de cubo de rotor (2) y mástil (1) que comprende una junta universal de velocidad constante para conectar el cubo del rotor (2) de los helicópteros de dos palas, tres palas o multipalas con el eje de accionamiento (mástil) (1) del movimiento y del par motor, el cubo de rotor (2) que se inclina con respecto al mástil (1) con una libertad de dos grados, alrededor del eje de aleo y del eje de emplumado de las palas (7) del helicóptero, dichas palas (7) están fijan al cubo del rotor (2), y la junta universal de velocidad constante que comprende:
- un par de anillos universales concéntricos (5A, 5B) un primer anillo o anillo universal interno (5A), acoplado de forma giratoria a un portador (3), integral con el mástil (1), por medio de dos pasadores de rotación (31) y un segundo anillo o anillo externo universal (5B), acoplado de forma giratoria al cubo del rotor (2) por medio de dos pivotes (22), los dos anillos universales están conectados entre sí por dos barras de conexión (542) a fin de permitir la rotación relativa del anillo externo universal (5B) con respecto al anillo universal interno (5A), sustancialmente en cuadratura con los pasadores (31) del mástil (1) y con los pasadores (22) del cubo del rotor (2); al menos un pasador de conexión (542) que tiene un extremo saliente (5421) hacia el exterior de dicha junta, coaxial al pasador de conexión;
- caracterizado porque la junta universal de velocidad constante comprende además
- al menos un dispositivo bisector (6) que comprende un primer elemento (61) y un segundo elemento (62) conectados respectivamente al mástil (1) y al cubo de rotor (2) por medio de la correspondiente barra de conexión (63), donde los dos elementos (61, 62) están acoplados de forma prismática entre sí y cada uno de dichos elementos (61, 62) está provisto de al menos un orificio capaz de consentir el paso de los pasadores de conexión (542) que sobresalen en extremidad (5421) de manera que cada uno de los dos elementos (61, 62) está acoplado de manera deslizante y giratoria en los pasadores de conexión (542) que sobresalen en la extremidad (5421), estando dicho dispositivo configurado en una forma de que mantiene el eje (00) del pasador de conexión (542) en un plano que divide en dos el ángulo entre el cubo (2) y el mástil (1) con el fin de garantizar la transmisión constante del movimiento de rotación entre el mástil (1) y el cubo del rotor (2) incluso cuando el cubo (2) está inclinado con respecto al mástil (1) en un ángulo no sea igual a cero.
2. Conjunto tal y como se reivindica en la reivindicación 1, caracterizado porque las barras de conexión (63) están conectadas al mástil (1) y al cubo de rotor (2), respectivamente, con primeros medios de soporte (33) y segundos medios de soporte (24), en una forma capaz de formar al menos una guía rómbica, los primeros y segundos medios de soporte (33, 24) transmiten, a través de las barras de conexión (63), a cada bisector (6) la posición recíproca entre el cubo de rotor (2) y el mástil (1).
3. Conjunto tal como se reivindica en la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los pasadores (31) que conectan el anillo universal interno (5A) al mástil (1) se alinean radialmente y normal con respecto al eje de rotación de dicho mástil (1), y los pasadores (22) que conectan el anillo externo universal (5B) al cubo de rotor (2) son coaxiales y opuestos uno del otro, cuyo eje se encuentra en una superficie que pasa por los pasadores (31) y el eje a través del eje de rotación del cubo de rotor (2).
4. Conjunto tal y como se reivindica en la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque comprende dos bisectrices yuxtapuestas (6) y por el hecho de que cada uno de los pasadores de conexión (542) está provisto de una extremidad saliente (5421) coaxial con el propio pasador de conexión; dichos pasadores de conexión (542) son coaxiales entre sí y giran sobre un eje con respecto a dicho anillo universal interno (5A).
5. Conjunto tal y como se reivindica en la reivindicación 1, 2, 3 ó 4, caracterizado porque el anillo universal externo (5B) comprende dos elementos fijos entre sí, un primer elemento superior (5B1) y un segundo elemento (5B2), cada uno de ellos provisto de dos pares de cavidades a fin de formar dos sitios para la instalación permanente del respectivo pasador de conexión (542), y de otros pares de cavidades con el fin de formar otros dos sitios coaxiales para la instalación del respectivo rodamiento antifricción (511), dichos sitios y los sitios adicionales están alineados entre sí, y por el hecho de que el anillo universal interno (5A) comprende un elemento superior de (5A1) provisto de cuatro ubicaciones para rodamientos antifricción (541), y dos elementos (5A3) cada uno de los cuales está provisto con un sitio para la colocación de los demás rodamientos antifricción (541), así como dos elementos adicionales (5A2), cada uno de los cuales está provisto de un sitio para la instalación de los rodamientos rebordeados anti fricción (32).
6. Conjunto tal y como se reivindica en la reivindicación 1, 2, 3, 4 ó 5, caracterizado porque los pasadores de conexión (542) están fijados al anillo externo universal (5B).
7. Conjunto según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque los pasadores de conexión (542) están estrictamente colocados de forma adecuada en los sitios del anillo universal externo (5B), y giran en los sitios provistos con rodamientos anti fricción (541) de los elementos (5A3) del anillo universal interno (5A).

8. Conjunto como se reivindica en la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6 ó 7, en el que el cubo (2) es eje de accionamiento (2'), que está caracterizado porque:

- 5 - el anillo universal interno (5A') está constituido por un único elemento;
- el anillo universal externo (5B) está constituido por un único elemento;
- el soporte (24') de las barras de conexión (63) es parte del eje de accionamiento (2');
- 10 - el anillo universal interno (5A') está fijo al eje de accionamiento (1) a través de un orificio (131) en el eje de accionamiento (1) por el pasador (31') y presenta un elemento saliente (33') para la conexión con las barras de conexión (63);
- 15 - el eje de accionamiento (2') presenta una abrazadera (222) conectada a los pasadores (22) que son de apoyo en los accesorios correspondientes a la propia abrazadera y que giran sobre un el anillo universal externo (5B') y que presenta dos elementos (24') para la conexión de las barras de conexión (63).

9. Conjunto tal y como se reivindica en la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 u 8 caracterizado porque la transmisión de la velocidad constante del movimiento de rotación y el par motor se obtienen por medio de elementos rígidos llamados bisectrices (6).

20

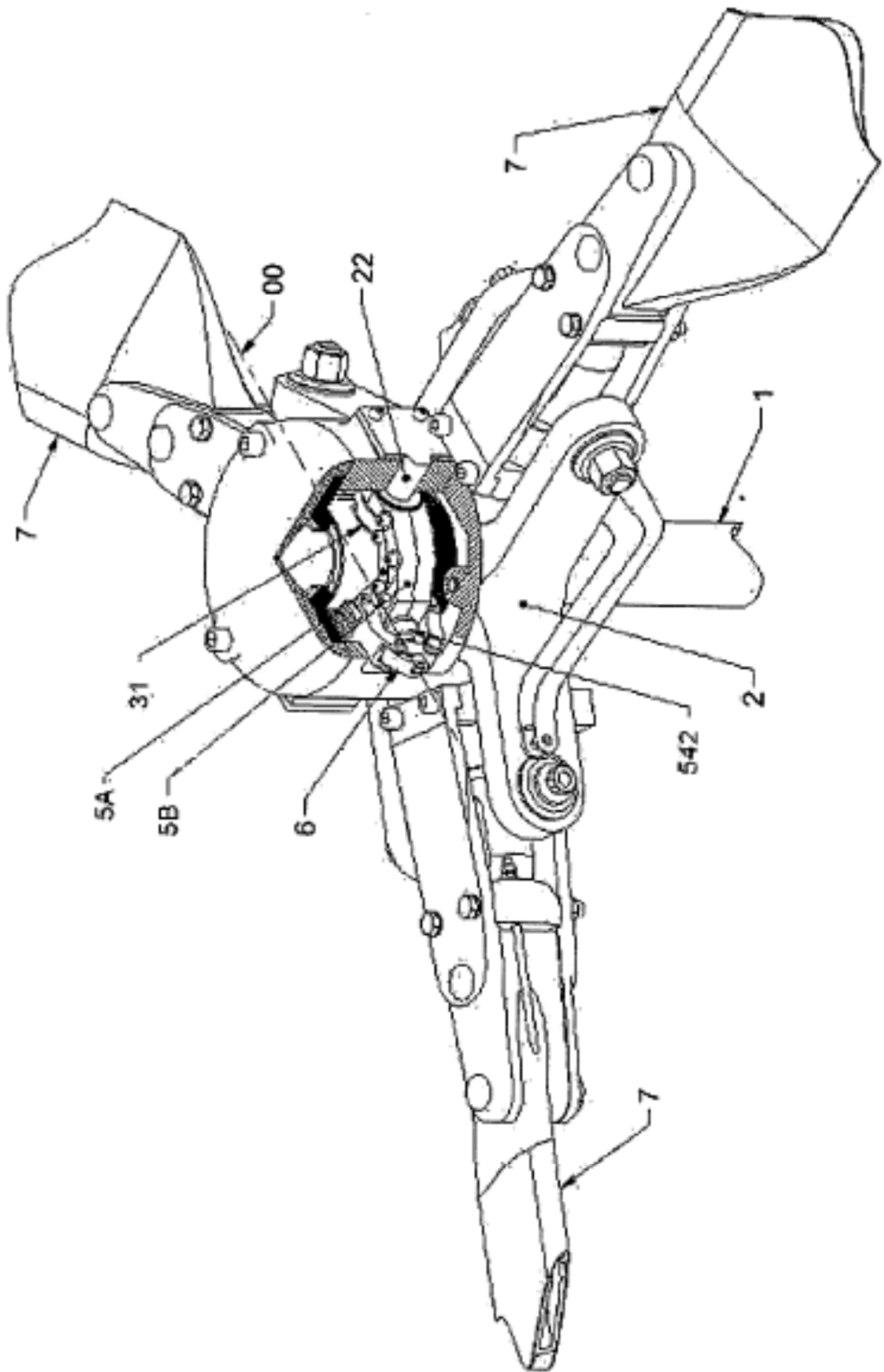


Fig. 1

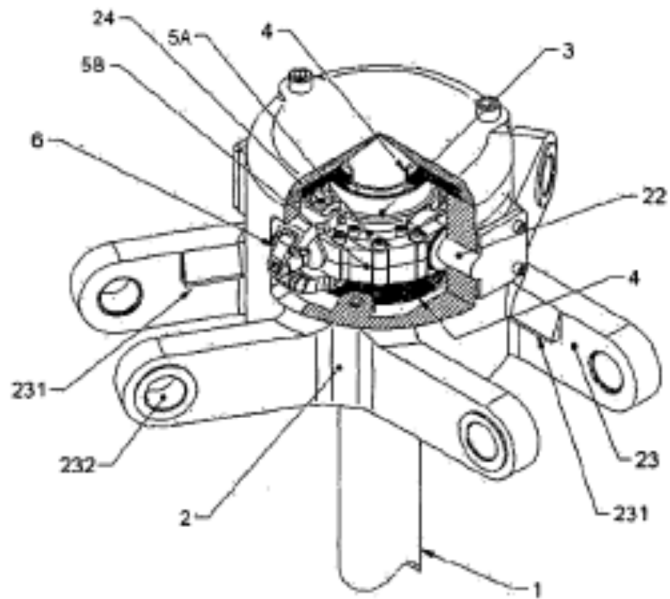


Fig. 2

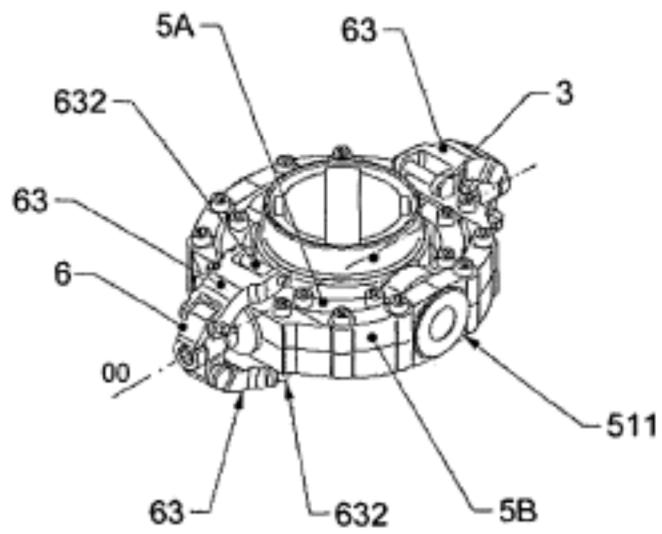


Fig. 3

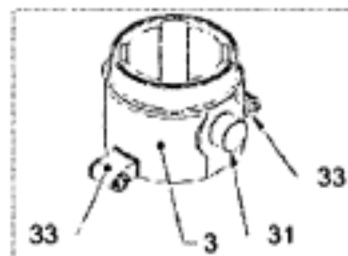


Fig. 4

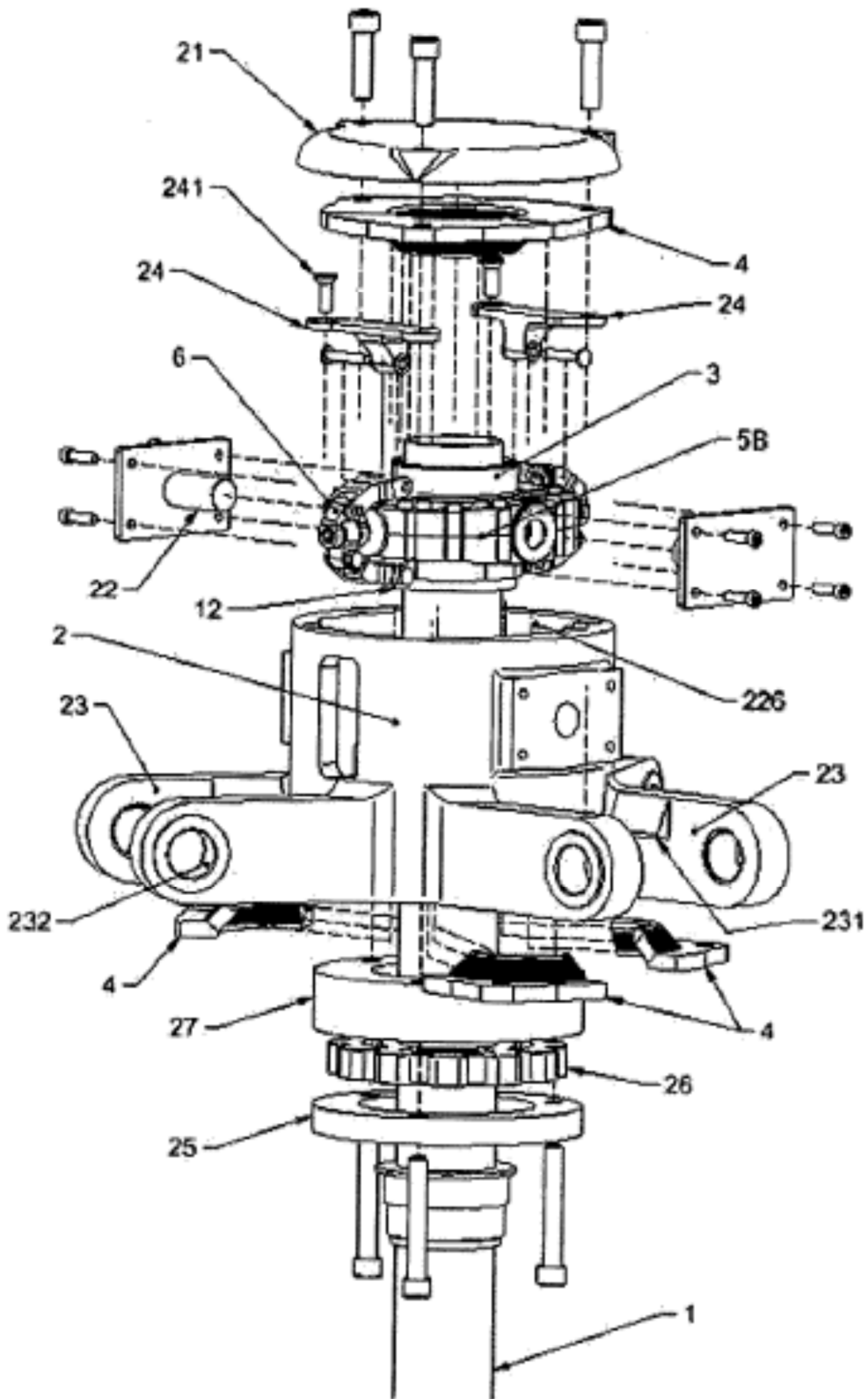


Fig. 5

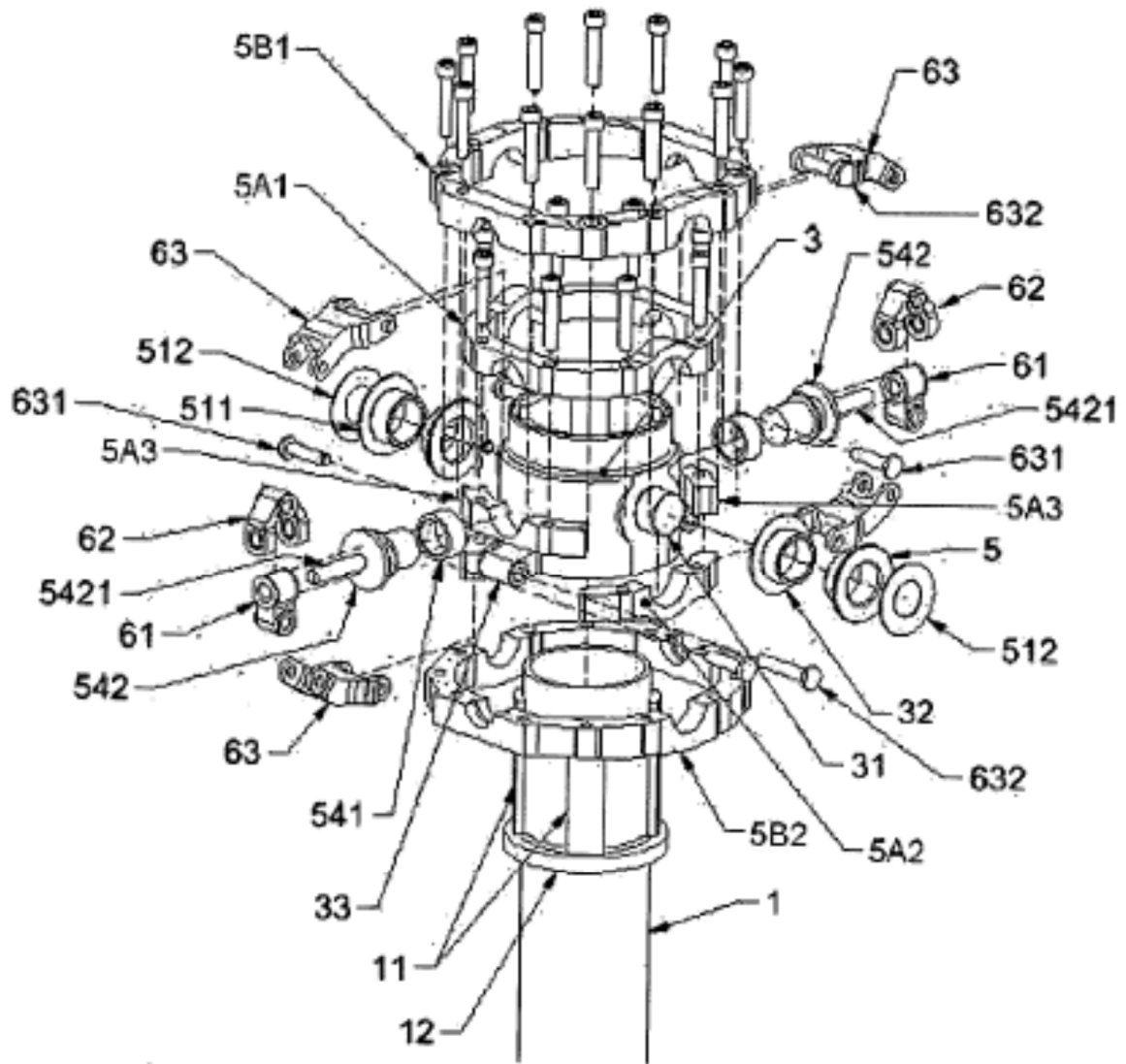


Fig. 6

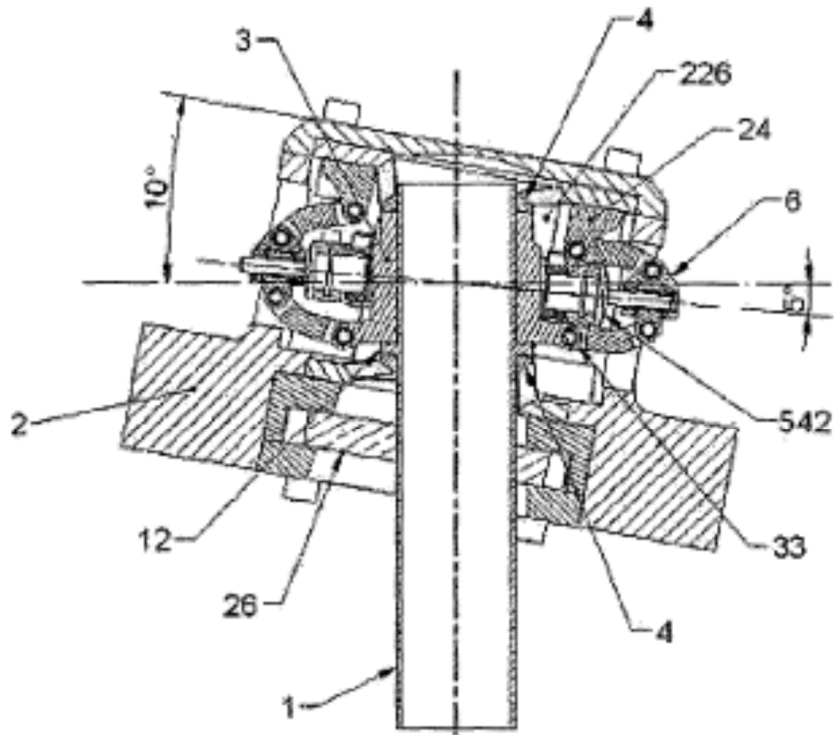


Fig. 7

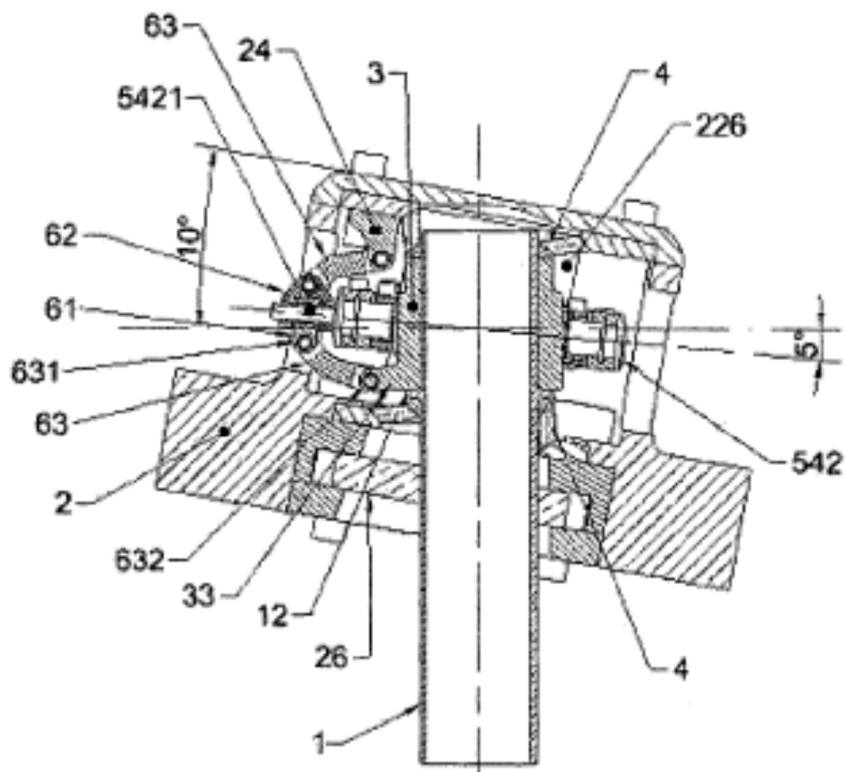


Fig. 8

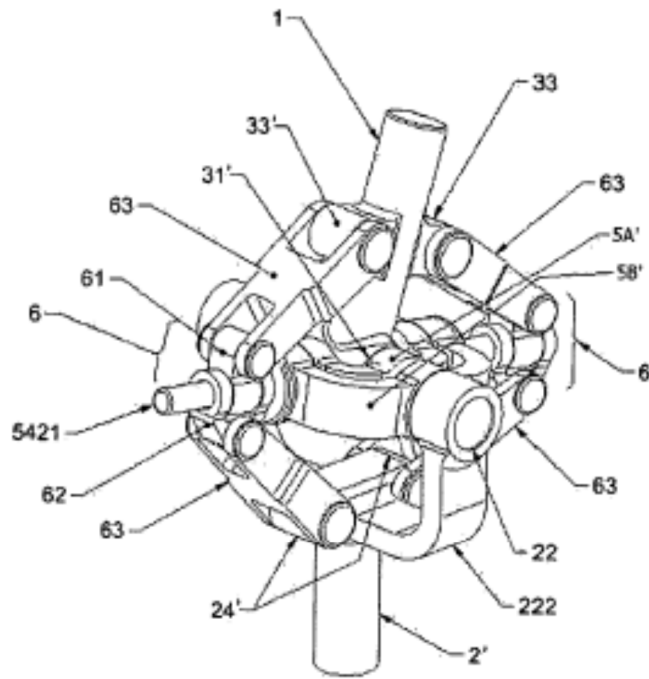


Fig. 9

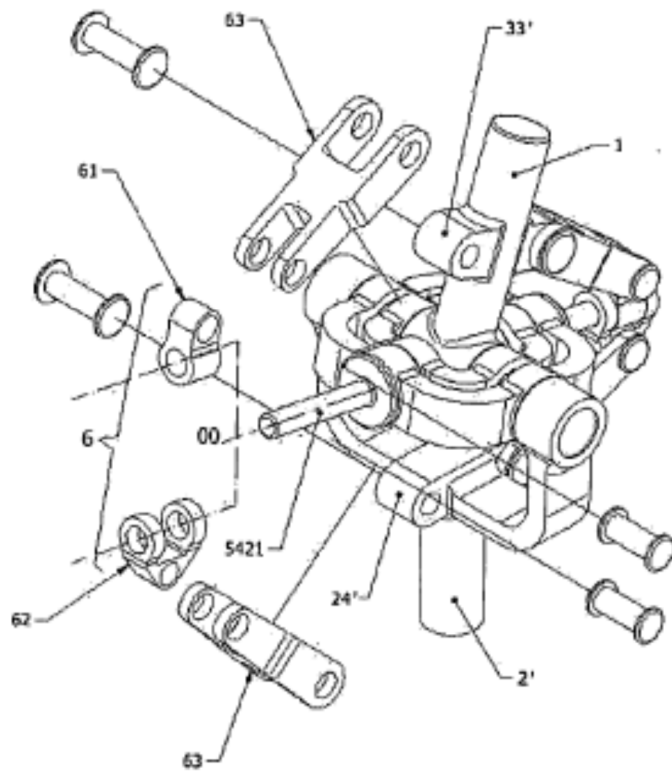


Fig. 10

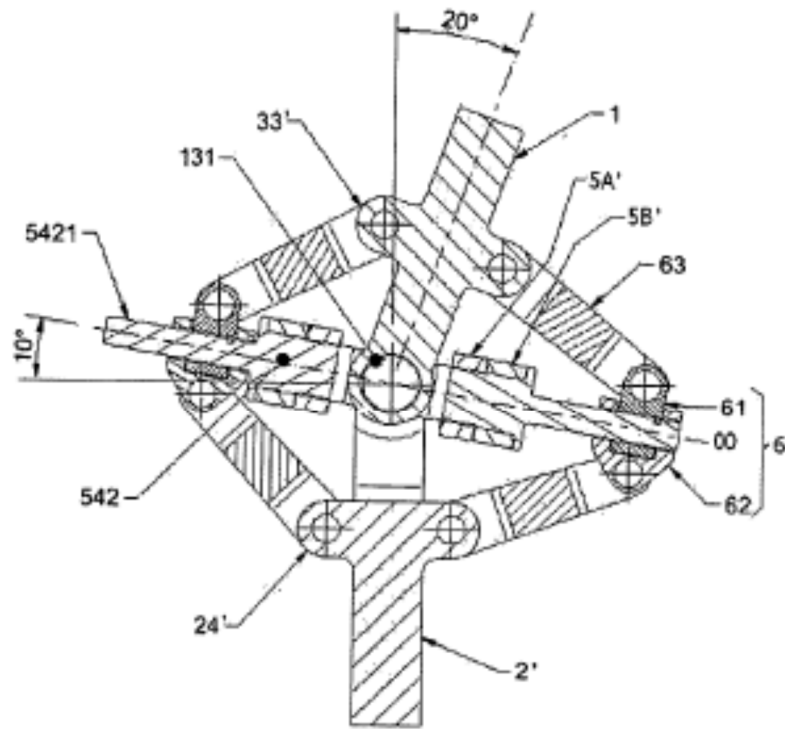


Fig. 11

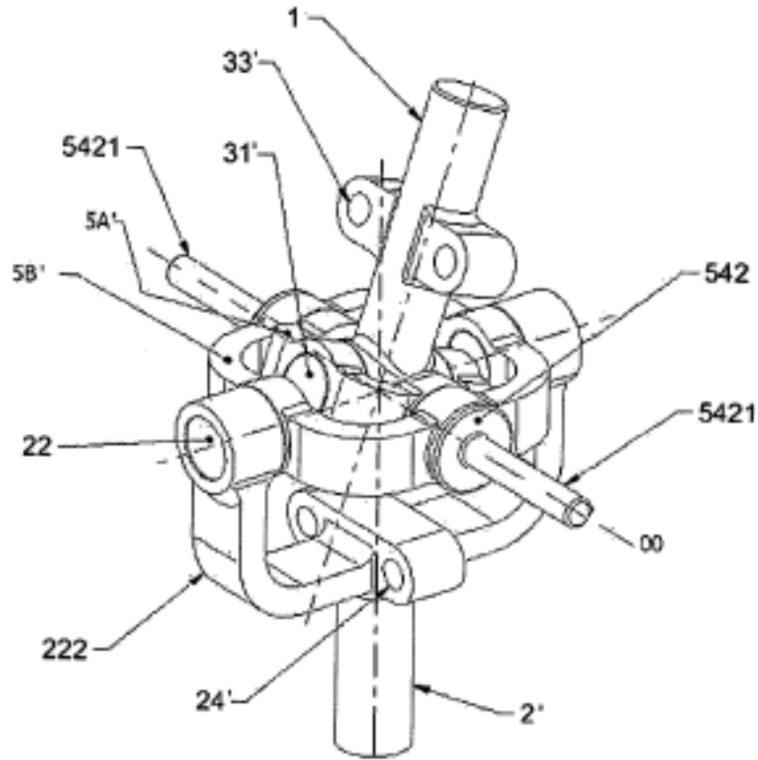


Fig. 12