

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 026**

51 Int. Cl.:

**B64C 27/46** (2006.01)

**B64C 27/605** (2006.01)

**B64C 27/615** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2014** **E 14186011 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018** **EP 2851294**

54 Título: **Rotor de giroavión que incluye bielas de paso primarias y bielas de paso secundarias**

30 Prioridad:

**24.09.2013 US 201314035934**

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

**18.09.2018**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**FILTER, EVAN J**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 682 026 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

Rotor de giroavión que incluye bielas de paso primarias y bielas de paso secundarias

### Antecedentes

5 El paso de las palas de helicóptero se puede variar colectivamente para cambiar la velocidad de ascenso y se puede variar cíclicamente para un movimiento direccional. Se pueden usar bielas de cambio de paso para variar el paso general de las palas colectivamente en respuesta a la traslación de un plato oscilante y cíclicamente en respuesta a la inclinación del plato oscilante.

10 Se puede configurar una pala para variar su mecánica de vuelo en tiempo real. Como un primer ejemplo, se divide una pala en segmentos y el paso de los segmentos se puede controlar para afectar a la sustentación o a la velocidad. Como segundo ejemplo, una pala está equipada con un alerón de borde de fuga cerca de su lado interno. Se modifica el ángulo de alerón para afectar a la sustentación o a la velocidad. Como tercer ejemplo, se torsiona una pala continua a lo largo de su eje de paso para afectar a la sustentación o a la velocidad.

15 Un rotor de helicóptero incluye un buje giratorio que soporta dos o más palas. Los accionadores para los alerones y segmentos de pala incluyen componentes hidráulicos o electromecánicos montados en el buje. La potencia hidráulica o eléctrica se transmite desde una estructura no giratoria a los accionadores del buje.

El documento WO9915401A1 divulga una pala de helicóptero que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

20 El documento GB2464678A divulga un rotor de giroavión que puede torsionarse y que presenta una varilla interna circular fijada firmemente al extremo de punta de la pala, pero cuya pala puede, por lo demás, rotar libremente en torno a la varilla interna circular.

### Sumario

Según la presente invención, se divulga un rotor de giroavión como el que se expone en la reivindicación 1 y un método como el que se expone en la reivindicación 10.

25 De acuerdo con una realización del presente documento, un rotor de giroavión comprende una pala que tiene un eje de paso, una biela de paso primaria para la pala y una biela de paso secundaria opuesta a la biela de paso primaria con respecto al eje de paso.

30 De acuerdo con otra realización del presente documento un giroavión comprende un mástil de rotor que tiene un eje z, un buje de rotor montado en el mástil de rotor y una pluralidad de conjuntos de pala fijados al buje de rotor. Cada conjunto de pala incluye una biela de paso primaria y una biela de paso secundaria. El giroavión además comprende un soporte de balancín configurado para girar en torno al eje z y deslizarse a lo largo del eje z y una pluralidad de brazos de balancín correspondientes a la pluralidad de conjuntos de pala. Los brazos de balancín están pivotados hacia el soporte de balancín. Los lados opuestos de cada brazo de balancín están conectados a la biela de paso primaria y a la biela de paso secundaria del correspondiente conjunto de pala.

35 De acuerdo con otra realización del presente documento, un método comprende el uso de bielas de paso primarias para variar el paso de las palas del giroavión y el uso de bielas secundarias para variar la mecánica de vuelo de las palas. El ángulo de las bielas secundarias permanece invariable o mínimamente variable con respecto al ángulo de las bielas de paso primario a medida que las palas efectúan sus movimientos de variación de paso colectivo y cíclico.

40 Estas características y funciones se pueden obtener independientemente en diversas realizaciones o pueden combinarse en otras realizaciones. Se pueden observar detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y a los dibujos.

### Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una ilustración de un giroavión.

La FIG. 2 es una ilustración del rotor principal del giroavión.

45 La FIG. 3 es una ilustración de una pala, una biela de paso primaria y una biela de paso secundaria del rotor principal.

La FIG. 4 es una ilustración de un brazo de palanca de una biela.

La FIG. 5 es una ilustración de un tubo de par de giro dentro de una pala.

La FIG. 6 es una ilustración de un conjunto de pala.

Las FIGS. 7 y 8 son ilustraciones de un primer ejemplo de un rotor principal de un giroavión.

Las FIGS. 9A-9F son ilustraciones del control del rotor principal de las FIGS. 7 y 8.

Las FIGS. 10 y 11 son ilustraciones de un segundo ejemplo de un rotor principal de un giroavión.

5 Las FIGS. 12A-12F son ilustraciones del control del rotor principal de las FIGS. 10 y 11.

Las FIGS. 13 y 14 son ilustraciones de un tercer ejemplo de un rotor principal de un giroavión.

Las FIGS. 15A-15F son ilustraciones del control del rotor principal de las FIGS. 13 y 14.

La FIG. 16 es una ilustración de un cuarto ejemplo de un rotor principal de un giroavión.

### Descripción detallada

10 Se hace referencia a las FIGS.1 y 2. Un giroavión 110 incluye un fuselaje 120, un sistema de propulsión 130 y un sistema rotor 140. El sistema rotor 140 incluye uno o más rotores principales 142 y un mástil de rotor 144. Cada rotor principal 142 puede estar montado en un mástil de rotor 144 y accionado por el sistema de propulsión 130. En todos salvo en un ejemplo, el sistema de propulsión 130 puede incluir un motor y una caja de cambios para hacer rotar un mástil de rotor 144 y un rotor principal 142 montado sobre el mástil de rotor 144.

15 El giroavión 110 además incluye controles de vuelo 150 configurados para controlar el colectivo y un paso cíclico de pala de las palas 148. Los controles de vuelo 150 también están configurados para controlar la mecánica de vuelo de la pala en tiempo real. A continuación, se describen unos ejemplos de la mecánica de vuelo de pala.

Ahora se hace referencia a la FIG. 2, que ilustra un rotor principal 142. El rotor principal 142 incluye un buje 210 fijado al mástil 144 y unas palas 220 de rotor fijadas al buje 210. La sujeción de las palas puede ser sin bisagras, totalmente articulada, basculante o una combinación de las mismas. Cada pala 220 tiene un eje de paso.

20 Se hace referencia adicional a la FIG. 3. El rotor principal 142 además incluye una biela de paso primaria 230 y una biela de paso secundaria 250 para cada pala 220. Cada biela de paso secundaria 250 está emparejada con una biela de paso primaria 230. Para cada pala 220, la biela de paso primaria 230 y la biela de paso secundaria 250 están sujetas al buje 210 en lados opuestos del eje de paso (P).

25 El rotor principal 142 además incluye un mecanismo de control 240 de paso, que responde a los controles de vuelo 150, para hacer que las bielas de paso primarias 230 varíen el paso de pala colectivamente y/o cíclicamente. El mecanismo de control 240 de paso puede incluir un plato oscilante y bieletas primarias de paso convencionales. La elevación y descenso del plato oscilante hace que las bielas de paso primario 230 varíen el paso de pala colectivamente. La inclinación del plato oscilante hace que el paso de pala varíe cíclicamente.

30 El rotor principal 142 además incluye un mecanismo de control 260 de biela de paso secundaria, que se describe a continuación, para mover colectivamente las bielas secundarias 250 en respuesta a los controles de vuelo 150. El mecanismo de control 260 está configurado de tal manera que el ángulo de las bielas secundarias 250 permanece invariable o mínimamente variable con respecto a las bielas de paso primario 230 a medida que las palas 220 efectúan sus movimientos de variación de paso colectivo y cíclico.

35 Las bielas secundarias 250 se pueden usar para variar la mecánica de vuelo de pala de la pala 220. Como un primer ejemplo, la pala 220 incluye un alerón de borde de fuga cerca de su borde interno. La biela de paso secundaria 250 gira un tubo de par de giro que, bien a través de una caja de cambios o bien a través de un sistema de levas y varillas, hace que cambie el ángulo del alerón.

40 Como segundo ejemplo, la pala 220 incluye un segmento interno y un segmento externo. La biela de paso primaria está conectada al segmento interno y la biela de paso secundaria 250 está conectada al segmento externo por medio de un tubo de par de giro. La biela de paso secundaria 250 gira el tubo de par de giro para variar el paso del segmento externo.

45 Como tercer ejemplo, la pala 220 se fabrica con un grado de torsión integrado, generalmente a medio camino entre torsión de planeo y de crucero. Un extremo de un tubo de par de giro se extiende hasta un extremo de la pala 220. La biela de paso secundaria 250 está conectada a un extremo opuesto del tubo de par de giro. El tubo de par de giro se gira en una dirección para hacer que la punta de la pala se incline hacia arriba. Mientras la punta se torsiona hacia arriba, la pala 220 en su conjunto se inclina hacia abajo, lo que tiene como resultado que la parte interior de la pala 220 tenga un paso mayor con relación a la parte externa. El tubo de par de giro se gira en dirección opuesta para hacer que la punta se incline hacia abajo y la pala en su conjunto se incline hacia arriba, lo que tiene como resultado que la parte interior de la pala tenga un paso menor con relación a la parte externa.

50 La FIG. 4 ilustra un ejemplo de un brazo de palanca 410 de una biela de paso. El brazo de palanca 410 tiene un extremo de conexión 420 de un elemento giratorio y un extremo 430 de conexión de bieleta.

El brazo de palanca 410 de la FIG. 4 se puede adaptar para su uso con la biela de paso primaria 230 de la FIG. 3. El extremo de conexión 420 giratoria del elemento de rotación está acoplado a una pala 220 del rotor. Una fuerza (F) aplicada al extremo de conexión 430 de bieleta crea un par de giro (t) que hace que la pala 220 (o un segmento de la pala) gire en torno a su eje de paso (P).

- 5 El brazo de palanca 410 de la FIG. 4 se puede adaptar para su uso con la biela de paso secundaria 250 de la FIG. 3. El extremo de conexión 420 giratoria está acoplado a un tubo de par de giro u otro elemento del interior de la pala 220. Una fuerza (F) aplicada al extremo de conexión 430 de bieleta crea un par de giro (t) que hace que el tubo de par de giro u otro elemento gire en torno a su eje.

- 10 La FIG. 5 ilustra un ejemplo de un tubo de par de giro 510 situado dentro de la pala 220 del rotor. Por ejemplo, el tubo de par de giro 510 está situado dentro de una cavidad de la pala 520 que es interna al larguero 530 de la pala 220. El larguero 530 forma las paredes internas de la cavidad de pala 520. Como alternativa al tubo de par de giro 510, el movimiento se puede transferir a un cable o conjunto de levas y varillas dentro de la cavidad 520 de pala

- 15 Como se verá en los ejemplos de más adelante, las bielas secundarias 250 y el mecanismo de control 260 se pueden usar con un plato oscilante convencional y unos controles de plato oscilante. La mecánica de vuelo de la pala se puede controlar sin rediseñar el plato oscilante y sus controles.

Además, se puede modificar la mecánica de vuelo de pala sin el uso de accionadores electromecánicos o hidráulicos en la estructura giratoria. Más aún, se pueden transmitir fuerzas desde una estructura no giratoria al buje únicamente mediante unos medios mecánicos. Al transmitir fuerzas únicamente a través de unos medios mecánicos, se elimina la necesidad de proporcionar potencia eléctrica/fluido de trabajo a la estructura giratoria.

- 20 Ahora se hace referencia a la FIG. 6, que ilustra un ejemplo de un conjunto de pala 600 sin bisagras. El conjunto de pala 600 incluye una carcasa 610 de paso de pala y una pala 620 cuya raíz está sujeta a la carcasa 610 de paso de pala. Se han recortado unas partes de la carcasa 610 del paso de pala y de la pala 620 para mostrar un tubo de par de giro 630 que se extienden a través de la carcasa 610 de paso de pala y de la pala 620. Un extremo de conexión de elemento giratorio de una biela de paso primaria 640 se une a la carcasa 610 de paso de pala. Un extremo de conexión de elemento giratorio de una biela de paso secundaria 650 se une al tubo de par de giro 630. Las bielas 640 y 650 se encuentran en lados opuestos del eje de paso de la pala.

Se hace referencia a las FIGS. 7 y 8, que ilustran un primer ejemplo de un rotor principal 710. El rotor principal 710 incluye un buje 720. Un mástil de rotor 730 se extiende a través del rotor principal 710 y está sujeto al buje 720. El mástil de rotor 730 gira en torno a su eje longitudinal (el "eje z").

- 30 El rotor principal 710 además incluye una pluralidad de conjuntos de pala 600 montados en el buje 720. Para simplificar la ilustración del rotor principal 710, sin embargo, solo se muestra un único conjunto de pala 600.

El rotor principal 710 tiene una estructura giratoria y una estructura no giratoria. El buje 720, los conjuntos de pala 600 y otros elementos que giran con el buje 720 en torno al eje z se consideran parte de la estructura giratoria. Los elementos que no giran con el buje 720 se consideran parte de la estructura no giratoria.

- 35 El rotor principal 710 además incluye un plato oscilante 740 convencional que tiene elementos giratorios 742 y elementos no giratorios 744. Las bieletas de paso primarias 750 conectan el elemento giratorio 742 del plato oscilante 740 a los extremos de conexión de bieleta de las bielas primarias 640 de los conjuntos de pala 600. Los accionadores del plato oscilante (no mostrados) elevan, bajan e inclinan el elemento no giratorio 744 del plato oscilante 740, que a su vez eleva, baja e inclina el elemento giratorio 742. El elemento giratorio 742 del plato oscilante 740 se eleva y baja para variar el paso de pala colectivamente y se inclina para variar el paso de pala cíclicamente. A medida que se acciona el buje de rotor 720, una tijera de accionamiento 760 principal transfiere el par de giro del buje de rotor 720 al plato oscilante 740, manteniendo a los dos alineados giratoriamente a la vez que se siguen dejando grados de libertad para movimientos cíclicos y colectivos.

- 45 El rotor principal 710 además incluye un mecanismo de control para mover colectivamente las bielas secundarias 650. Un cilindro de deslizamiento 770 se extiende a través de una abertura central en el plato oscilante 740 y rodea el mástil 730 del rotor. El cilindro de deslizamiento 770 forma parte de la estructura no giratoria, pero está configurado (por ejemplo, mediante una guía de deslizamiento fija que está fijada a la estructura no giratoria) para deslizarse arriba y abajo a lo largo del eje z.

- 50 Un soporte de balancín 775 se asienta encima del cilindro de deslizamiento 770 y forma parte de la estructura giratoria. El soporte de balancín 775 se desliza conjuntamente con el cilindro de deslizamiento 770 a lo largo del eje z, pero está configurado (por ejemplo, con rodamientos de bolas) para girar con relación al cilindro de deslizamiento 770. Por tanto, el soporte de balancín 775 puede girar en torno al eje z, mientras que el cilindro de deslizamiento 770 no puede.

Una pluralidad de brazos de balancín 780 se corresponde a la pluralidad de conjuntos de pala 600. Cada brazo de balancín 780 está pivotado hacia el soporte de balancín 775 debajo del conjunto de pala 600 correspondiente. Por ejemplo, cada brazo de balancín 780 pivota en torno a un pasador que se extiende radialmente hacia fuera desde el soporte de balancín 775. Cada pasador puede ser verticalmente coplanar al eje de paso de la pala de su correspondiente conjunto de pala 600.

Una bieleta secundaria 782 conecta un lado de un brazo de balancín 780 a la biela de paso primaria 640 de su correspondiente conjunto de pala 600 y una bieleta terciaria 784 conecta el otro lado del brazo de balancín 780 a la biela de paso secundaria 650 de su correspondiente conjunto de pala 600. Cada brazo de balancín 780 es libre de pivotar en torno a un eje justo por debajo del eje de paso de la pala de su correspondiente conjunto de paso 600. Dado que los brazos de balancín 780 están pivotados hacia el soporte de balancín 775 y conectados a los conjuntos de pala 600, giran como un grupo junto con el buje 720. Los brazos de balancín 780 también se deslizan como un grupo a lo largo del eje z en respuesta al movimiento del cilindro de deslizamiento 770. Una tijera de accionamiento 790 secundaria está situada entre el buje 720 y el soporte de balancín 775 para obligar al soporte de balancín 775 a girar con el buje 720.

Se hace referencia adicional a las FIGS. 9A-9F, que ilustran el control del rotor principal 710. Las FIGS. 9A, 9B y 9C ilustran el rotor principal 710 sin ninguna entrada de paso primario. En la figura 9A, tampoco hay ninguna entrada secundaria. En la figura 9B, el cilindro de deslizamiento 770 se desliza hacia arriba, lo que resulta en una entrada secundaria positiva. En la FIG. 9C, el cilindro de deslizamiento 770 se desliza hacia abajo, lo que resulta en una entrada secundaria negativa. Mover el cilindro de deslizamiento 770 hacia arriba o hacia abajo tiene como resultado un traslado vertical de los puntos de pivote de los brazos de balancín 780. Dado que un lado de cada brazo de balancín 780 está fijado según la posición de la biela de paso primaria 640 por medio de la bieleta secundaria 782, su desplazamiento se transmite entonces a la biela de paso secundaria 650. Como resultado, se modifica el ángulo de las bielas secundarias 650, mientras que el ángulo de las bielas de paso primarias 640 permanece invariable.

Las FIGS. 9D, 9E y 9F ilustran el rotor principal 710 con el plato oscilante 740 movido hacia arriba para crear una entrada de paso primaria positiva. La FIG. 9D no ilustra ninguna entrada secundaria. A lo largo de una revolución entera del rotor, las bielas secundarias 650 varían mínimamente con respecto a las bielas de paso primario 640.

La FIG. 9E ilustra una entrada secundaria positiva además de una entrada de paso primaria positiva y la FIG. 9F ilustra una entrada secundaria negativa además de la entrada de paso primaria positiva. El ángulo de las bielas secundarias cambia con respecto al ángulo de las bielas de paso primarias 640.

Se hace referencia a las FIGS. 10 y 11, que ilustran un segundo ejemplo de un rotor principal 1010. En este segundo ejemplo, al igual que con el primero, el rotor principal 1010 incluye un buje 1020 que aloja una pluralidad de conjuntos de pala 600 (solo se muestra un conjunto de pala 600 en las FIGS. 10 y 11), un plato oscilante 1040 convencional que está conectado a las bielas de paso primarias 640 mediante unas bieletas de paso primarias 1050 y una tijera de accionamiento 1060. El rotor principal 1010 también incluye un brazo de balancín 1040 para cada par de bielas, primaria y secundaria 640 y 650, donde extremos opuestos del brazo de balancín 1040 están conectados a las bielas, primaria 640 y secundaria 650. Un mástil de rotor 1030 se extiende a través de una abertura central del plato oscilante 1040 y está fijado al buje 1020.

El rotor principal 1010 además incluye un cilindro de deslizamiento 1070, un soporte de balancín 1075, unos brazos de balancín 1080 y una tijera de accionamiento 1090 secundaria. Sin embargo, en lugar de situar el soporte de balancín 1075 y los brazos de balancín 1080 entre los conjuntos de pala 600 y el plato oscilante 1040, el soporte de balancín 1075 y los brazos de balancín 1080 están situados por encima de los conjuntos de pala 600.

El cilindro de deslizamiento 1070 se extiende a través del mástil de rotor 1030 y más allá del mástil de rotor 1030. Encima del cilindro de deslizamiento 1070 está el soporte de balancín 1075. El soporte de balancín 1075 se mueve conjuntamente con el cilindro de deslizamiento 1070 a lo largo del eje z, pero está configurado (por ejemplo, con rodamientos de bolas) para girar con relación al cilindro de deslizamiento 1070.

Los brazos de balancín 1080 están pivotados hacia el soporte de balancín 1075. Un lado de cada brazo de balancín 1080 está conectado a una biela de paso primaria 640 de un conjunto de pala 600 correspondiente y el otro lado de cada brazo de balancín 1080 está conectado a una biela de paso secundaria 650 del conjunto de pala 600 correspondiente.

Se hace referencia adicional a las FIGS. 12A-12F, que ilustran el control del rotor principal 1010. Las FIGS. 12A, 12B y 12C ilustran el rotor principal 1010 sin ninguna entrada de paso primario. En la figura 12A, tampoco hay ninguna entrada secundaria. En la figura 12B, el cilindro de deslizamiento 1070 se desliza hacia arriba, lo que resulta en una entrada secundaria positiva. En la FIG. 9C, el cilindro de deslizamiento 1070 se desliza hacia abajo, lo que resulta en una entrada secundaria negativa. Al igual que con el primer ejemplo, se modifica el ángulo de las bielas secundarias 650, mientras que el ángulo de las bielas de paso primarias 640 permanece invariable.

Las FIGS. 12D, 12E y 12F ilustran el rotor principal 1010 con el plato oscilante 1040 movido hacia arriba para crear una entrada de paso primaria positiva. La FIG. 12D no ilustra ninguna entrada secundaria. A lo largo de una revolución entera del rotor, las bielas secundarias 650 varían mínimamente con respecto a las bielas de paso primario 640.

5 La FIG. 12E ilustra un movimiento ascendente tanto del plato oscilante 1040 como del cilindro de deslizamiento 1070, que crea tanto una entrada primaria positiva como una entrada secundaria positiva. La FIG. 12F ilustra el movimiento ascendente del plato oscilante 1040 y el movimiento descendente del cilindro de deslizamiento 1070, que crea una entrada de paso primaria positiva y una entrada secundaria negativa. En ambas ilustraciones, el ángulo de las bielas secundarias 650 cambia con respecto al ángulo de las bielas de paso primarias 640.

10 En este segundo ejemplo, la zona de control del plato oscilante está menos saturada y permite una integración más fácil de las tijeras de accionamiento (aunque la saturación supone un problema menor en un rotor principal que solo tenga dos conjuntos de palas).

En los ejemplos anteriores, el plato oscilante está conectado a las bielas de paso primarias y solo se usan las bielas de paso primarias para variar el paso de pala colectiva y cíclicamente. Sin embargo, en el presente documento, un rotor principal no está limitado de esa forma.

15 Se hace referencia a las FIGS. 13 y 14, que ilustran un tercer ejemplo de un rotor principal 1310. El tercer ejemplo es similar al primer ejemplo, salvo que el rotor principal 1310 de las FIGS. 13 y 14 tiene un plato oscilante 1340 conectado (mediante unas bieletas 1350) a la biela de paso secundaria 650 de cada conjunto de pala 600 en lugar de a la biela primaria 640.

20 Se hacer referencia adicional a las FIGS. 15A-15F, que ilustran el control del rotor principal 1310. La FIG. 15A ilustra el rotor principal 1310 sin entradas. La FIG. 15B ilustra el movimiento ascendente tanto del plato oscilante 1340 como del cilindro de deslizamiento 1370 para variar la mecánica de vuelo de la pala y la FIG. 15C ilustra el movimiento descendente tanto del plato oscilante 1340 como del cilindro de deslizamiento 1370 para variar la mecánica de vuelo de la pala. En las dos figuras, FIGS. 15B y 15C, el cilindro de deslizamiento 1370 se mueve de modo que la biela de paso primaria 640 no tiene entrada.

25 La FIG. 15D ilustra un movimiento descendente negativo del plato oscilante 1340 para variar la mecánica de vuelo de la pala. El cilindro de deslizamiento 1370 no se mueve. Dado que las bielas, primaria 640 y secundaria 650, están conectadas mediante un brazo de balancín 1380 y dado que el pivote del brazo de balancín 1380 no se mueve a lo largo del eje z, la entrada de paso primaria varía.

30 La FIG.15E ilustra un movimiento ascendente del cilindro de deslizamiento 1370 y ningún movimiento del plato oscilante 1340 para crear una entrada de paso primaria positiva y una entrada secundaria positiva. La FIG. 15F ilustra movimientos descendentes del cilindro de deslizamiento 1370 y del plato oscilante 1340 para crear una entrada de paso primaria positiva y una entrada secundaria negativa.

35 En los tres ejemplos anteriores, el control de los rotores principales se describe con una entrada primaria positiva, pero no una entrada primaria negativa. En la práctica, el control del rotor principal puede realizarse con diferentes combinaciones de ninguna entrada, entradas positivas y entradas negativas.

Ahora se hace referencia a la FIG. 16. En el presente documento, un giroavión puede incluir un rotor coaxial 1610 que tiene un rotor superior 1620 y un rotor inferior 1630. Las bielas primarias y secundarias del rotor superior 1620 se pueden controlar mediante un mecanismo 1625 por encima del buje (por ejemplo, el plato oscilante, el cilindro de deslizamiento, el soporte de balancín, los brazos de balancín y las bieletas de las FIGS. 10 y 11). Las bielas primarias y secundarias del rotor inferior 1630 se pueden controlar mediante un mecanismo 1635 por debajo del buje (por ejemplo, el plato oscilante, el soporte de balancín, los brazos de balancín y las bieletas de las FIGS. 7 y 8), excepto que el cilindro de deslizamiento solo se extiende desde entre los dos soportes de balancín. Ambos soportes de balancín pueden montarse en el cilindro de deslizamiento para su rotación en torno al eje z y estar constreñidos para moverse con el cilindro de deslizamiento a lo largo del eje z. Una extensión 1640 del cilindro de deslizamiento se monta de manera giratoria en el soporte de balancín del rotor inferior 1630 y se extiende hacia abajo a través del plato oscilante del rotor inferior 1630. El movimiento de la extensión 1640 a lo largo del eje z hace que los dos soportes de balancín y el cilindro de deslizamiento se muevan a lo largo del eje z.

50 En otra realización del rotor coaxial, este puede incluir un mecanismo por encima del buje para cada uno de los rotores, el superior y el inferior. En esta realización, el soporte de balancín inferior puede extenderse hacia arriba más allá del rotor inferior y conectarse a un cojinete donde el soporte de balancín superior está montado.

En otra realización más del rotor coaxial, este puede incluir un mecanismo por encima del buje para cada uno de los rotores, el superior y el inferior. En esta realización, el soporte superior de balancín se extiende hacia abajo más allá

del rotor superior.

En el presente documento, un giroavión no está limitado a un rotor principal. En el presente documento, un giroavión puede tener dos o más rotores.

5 En el presente documento, un giroavión no está limitado a un helicóptero. En el presente documento, un giroavión puede ser un giroavión con alas inclinadas o alas fijas.

En el presente documento, un giroavión no está limitado a un vehículo tripulado. En el presente documento, un giroavión puede ser no tripulado.

REIVINDICACIONES

1. Un rotor de giroavión (142) que comprende:

una pala (600) que tiene un eje de paso, comprendiendo dicha pala (600) una biela de paso primaria (640) y una biela de paso secundaria (650) opuesta a la biela de paso primaria (640) con respecto al eje de paso; un mecanismo de control (740) para variar la inclinación de la biela de paso secundaria (650) con relación a la inclinación de la biela de paso primaria (640); un buje (710) que soporta la pala (600) y las bielas (640, 650); y un mástil de rotor (730) para girar el buje (710), girando el mástil (730) en torno a un eje z, **caracterizado por que** el mecanismo de control (740) incluye una parte giratoria (742) que está configurada para girar con el buje (710) y variar las inclinaciones de las bielas, primaria (640) y secundaria, y una parte no giratoria (744) que proporciona las entradas de control mecánico a la parte giratoria (742), en donde la parte giratoria (742) del mecanismo de control (740) incluye un brazo de balancín (780) configurado para pivotar en torno a un eje normal al eje z y también para dar vueltas en torno al eje z, estando las bielas, primaria (640) y secundaria (650), conectadas al brazo de balancín (780) en lados opuestos del eje de pivote, en donde la parte giratoria (742) además incluye un soporte de balancín (775) configurado para girar en torno al eje z, pero deslizarse a lo largo del eje z; estando el brazo de balancín (780) pivotado hacia el soporte de balancín (775).

2. El rotor según la reivindicación 1, en donde la pala tiene un mecanismo para variar la mecánica de vuelo de la pala; y en donde la biela de paso secundaria (650) está acoplada mecánicamente al mecanismo.

3. El rotor según la reivindicación 1, que además comprende un tubo de par de giro (510) dentro de la pala (600), en donde la biela de paso primaria (640) está conectada a la pala y la biela de paso secundaria (650) está conectada al tubo de par de giro (510).

4. El rotor según la reivindicación 1, en donde la parte no giratoria (744) del mecanismo de control (740) incluye un cilindro de deslizamiento (770) para hacer que el soporte de balancín (775) se deslice a lo largo del eje z.

5. El rotor según la reivindicación 4, que además comprende un plato oscilante conectado a la biela primaria (640); en donde el cilindro de deslizamiento (770) se extiende a través de una abertura central del plato oscilante.

6. El rotor según la reivindicación 1, que además comprende un plato oscilante conectado a la biela de paso secundaria (650).

7. El rotor según la reivindicación 1, en donde el brazo de balancín (780) y el soporte de balancín (775) están situados por debajo de la pala (600).

8. El rotor según la reivindicación 1, en donde el brazo de balancín (780) y el soporte de balancín (775) están situados por encima de la pala (600).

9. Un giroavión que comprende:

un rotor de acuerdo con la reivindicación 1 que incluye:

un mástil de rotor (730) que tiene un eje z; un buje de rotor (710) montado en el mástil de rotor; una pluralidad de conjuntos de pala (600) fijados al buje de rotor (710), incluyendo cada conjunto de pala una biela de paso primaria (640) y una biela de paso secundaria (650); un soporte de balancín (775) configurado para girar en torno al eje z y deslizarse a lo largo del eje z; y una pluralidad de brazos de balancín (780) correspondientes a la pluralidad de conjuntos de pala, estando los brazos de balancín (780) pivotados hacia el soporte de balancín (775), estando los lados opuestos de cada brazo de balancín conectados a la biela de paso primaria (640) y a la biela de paso secundaria (650) del correspondiente conjunto de pala.

10. Un método de control de un rotor de giroavión de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende el uso de bielas de paso primarias (640) para variar el paso de las palas (600) de un giroavión; y el uso de bielas secundarias (650) para variar la mecánica de vuelo de las palas;

**caracterizado por que** la inclinación de las bielas secundarias (650) permanece invariable o mínimamente variable con respecto a la inclinación de las bielas de paso primarias (640) a medida que las palas (600) efectúan sus movimientos de variación de paso colectivo y cíclico,

en donde un balancín (680) está conectado entre las bielas, primaria y secundaria, de cada pala; en donde cada biela primaria está conectada a un plato oscilante; y en donde se varía la inclinación de las bielas secundarias

trasladando colectivamente los brazos de balancín.

11. El método según la reivindicación 10, en donde se varía la inclinación de las bielas secundarias (650) para variar la inclinación de los alerones externos de las palas (600).

5 12. El método según la reivindicación 10, en donde cada pala (600) incluye un segmento interior cuyo paso está controlado por una de las bielas primarias (640) y un segmento externo cuyo paso está controlado por una de las bielas secundarias (650).

13. El método según la reivindicación 10, en donde se cambia la inclinación de las bielas secundarias (650) para variar la torsión de la pala.

FIG. 1

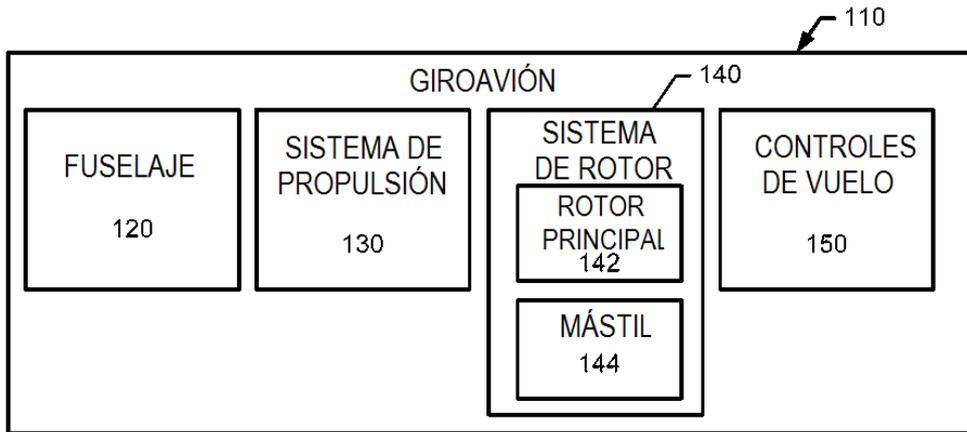


FIG. 2

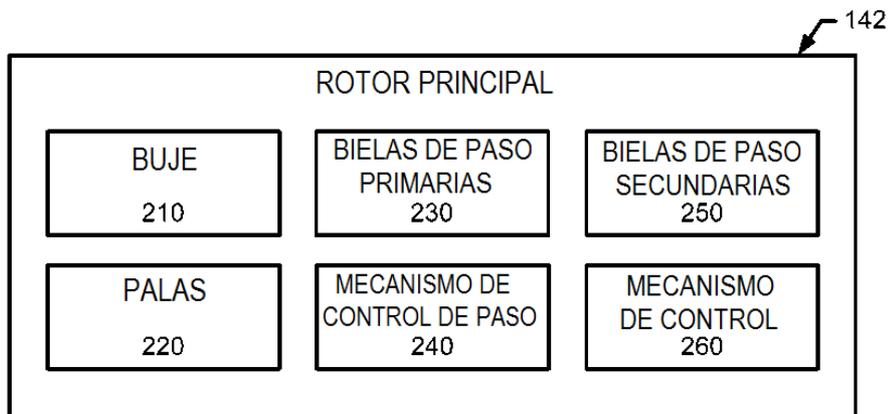


FIG. 3

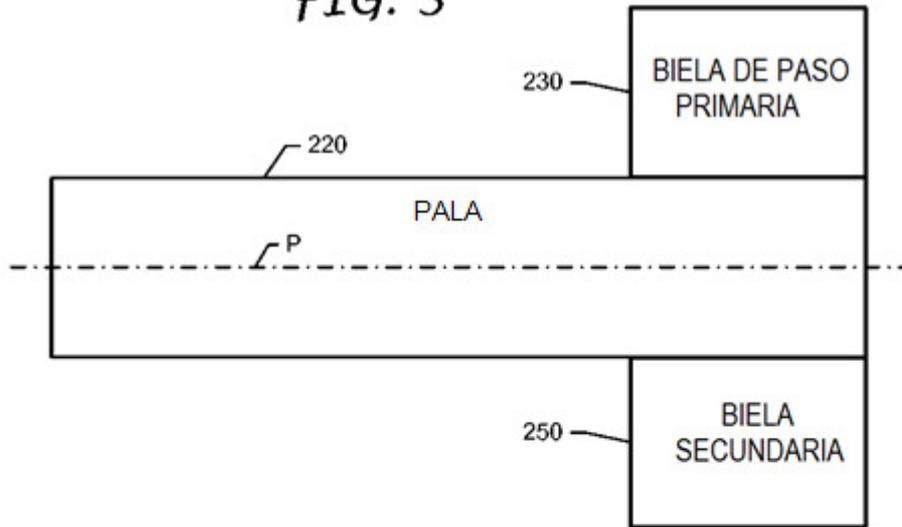


FIG. 4

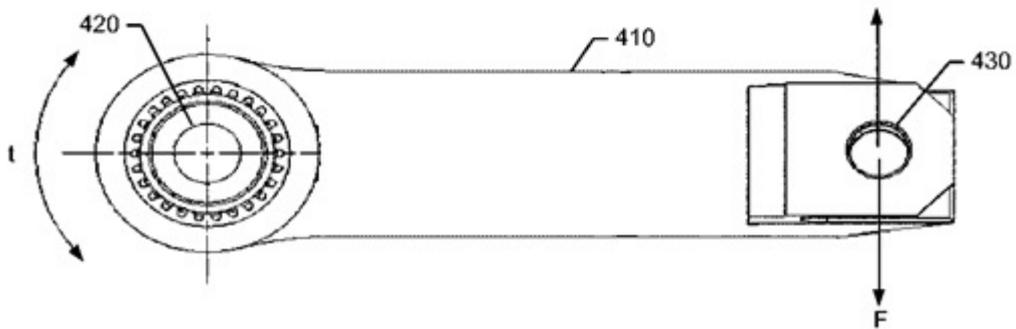


FIG. 5

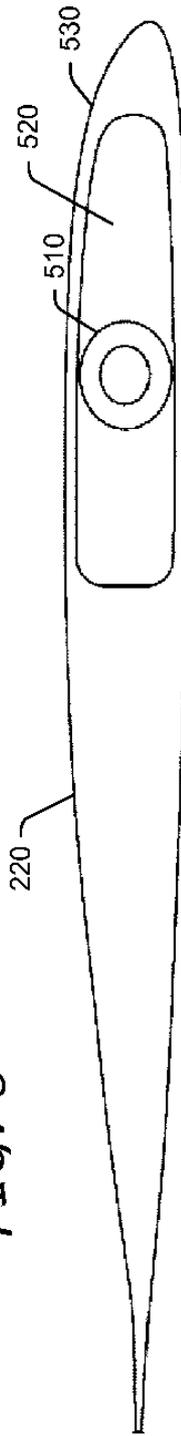
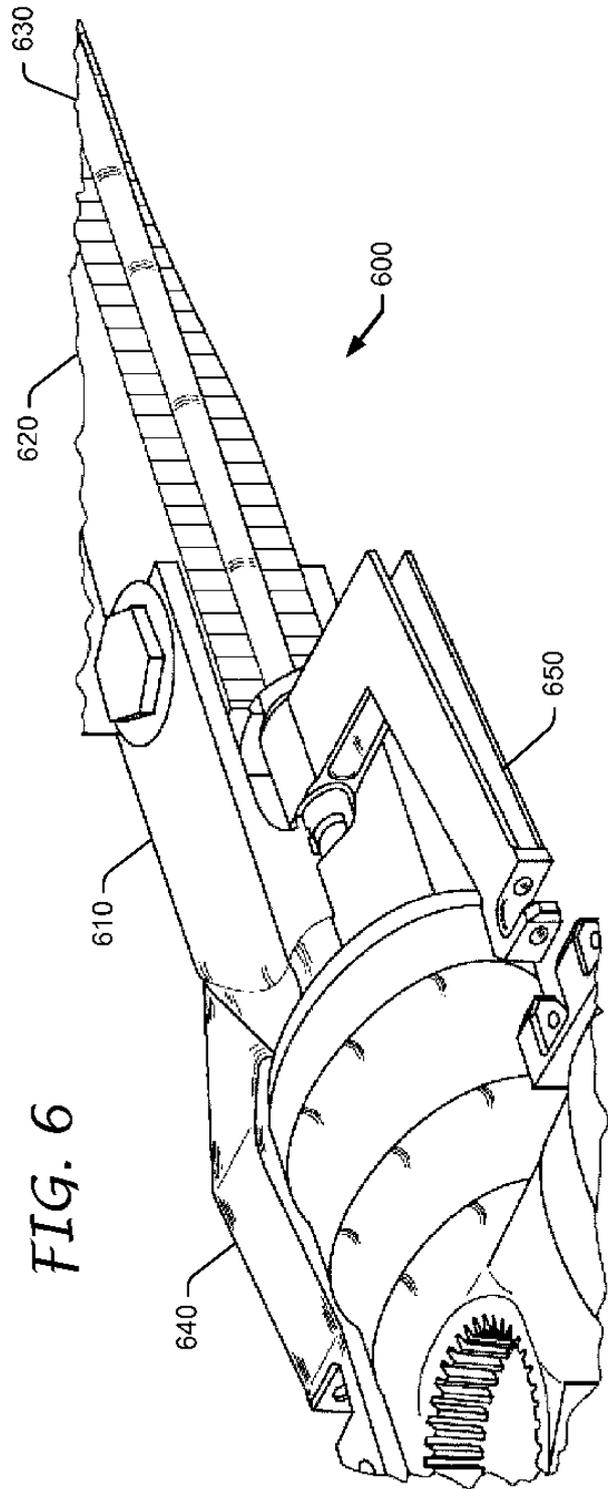


FIG. 6



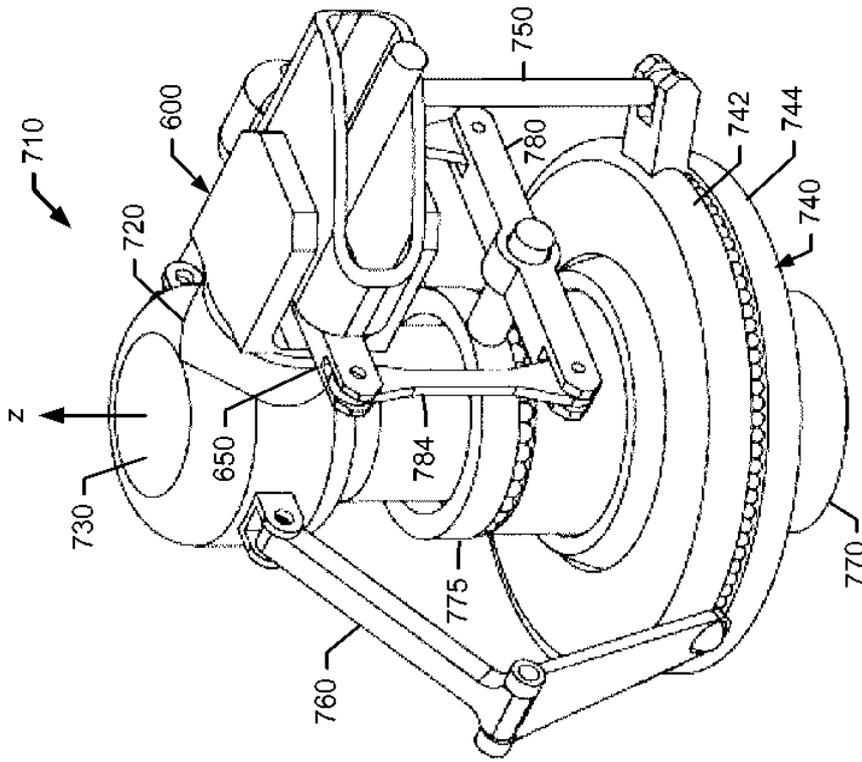


FIG. 8

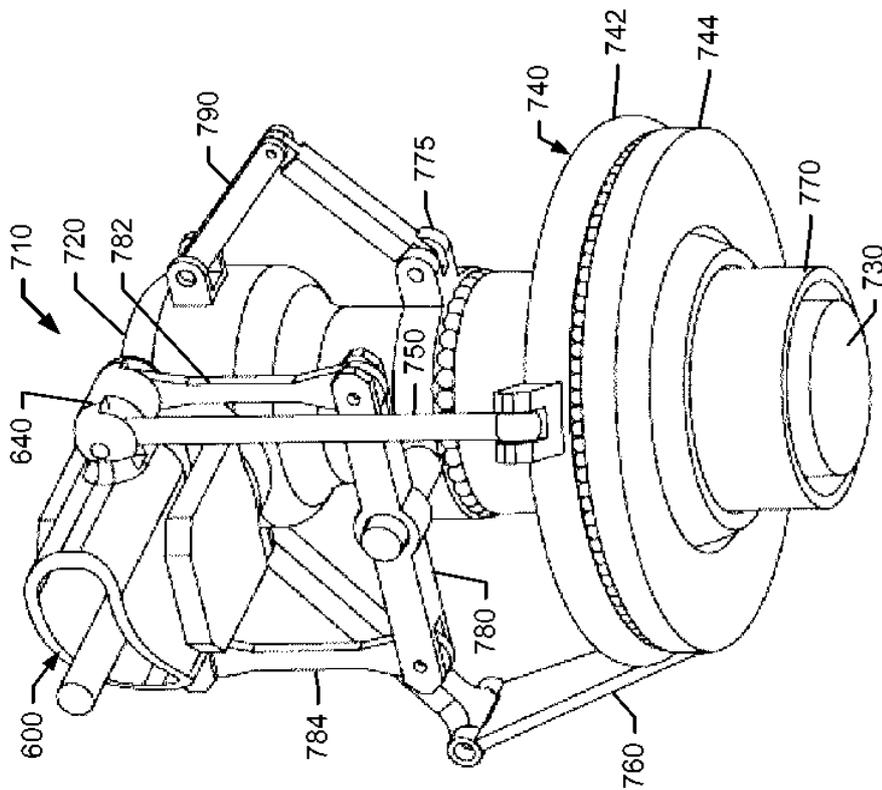
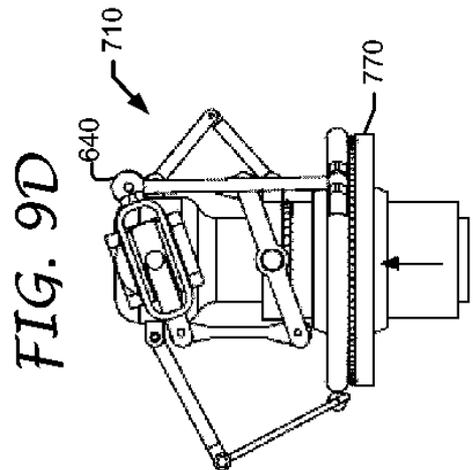
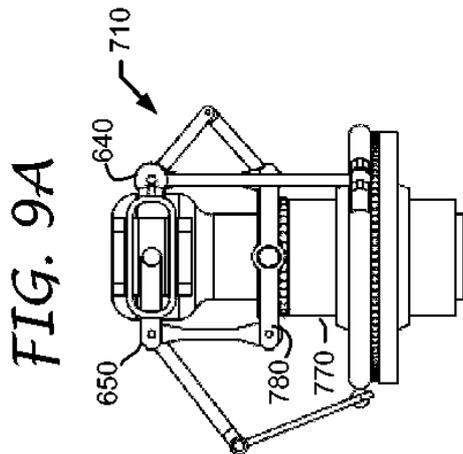
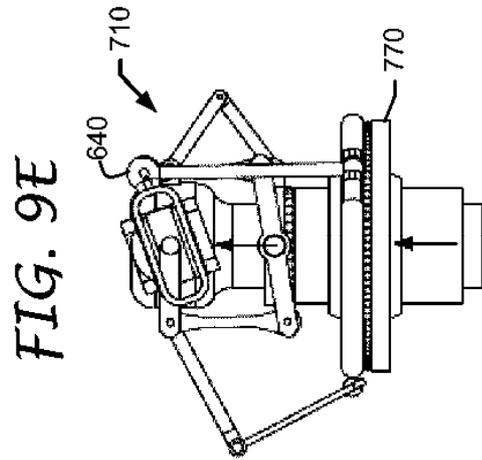
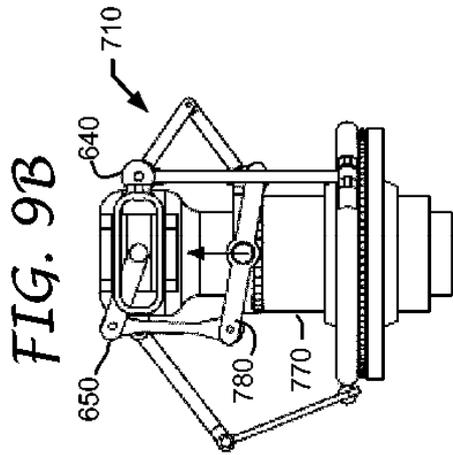
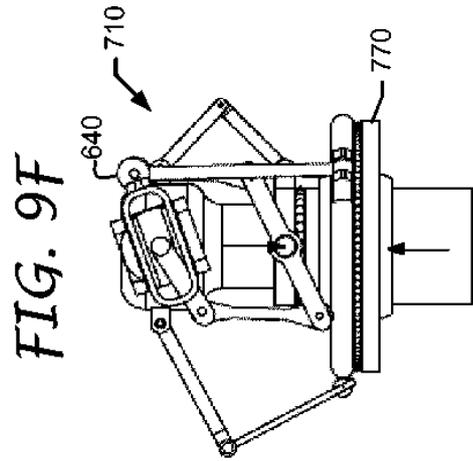
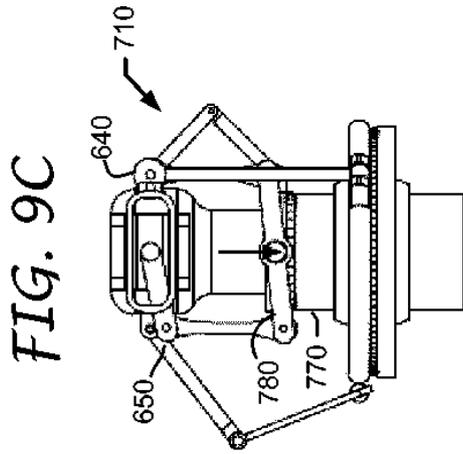


FIG. 7



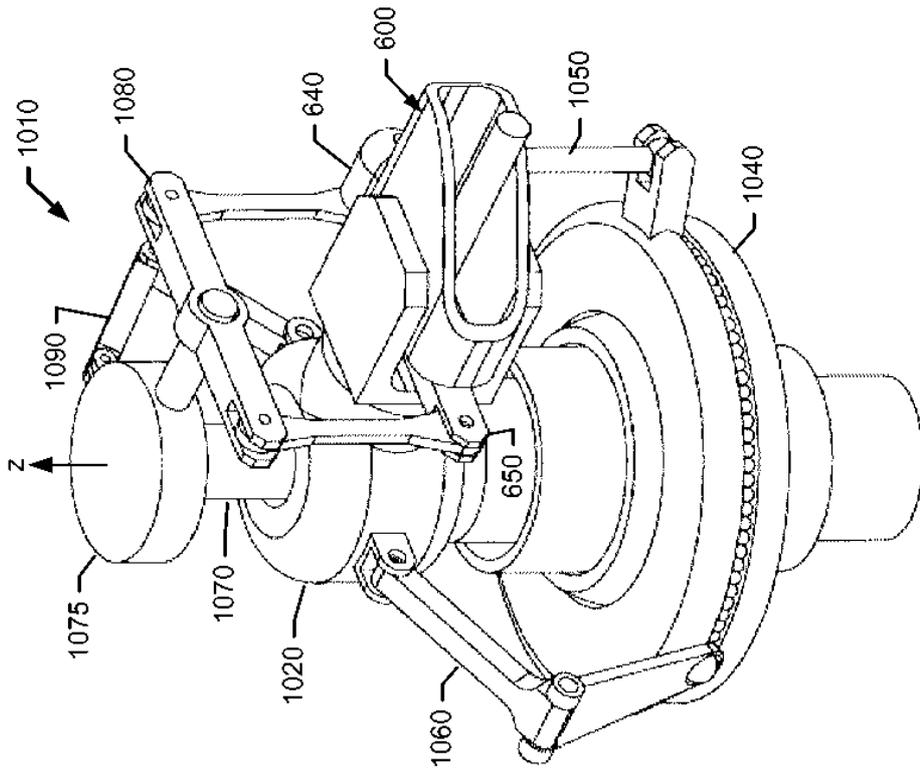


FIG. 11

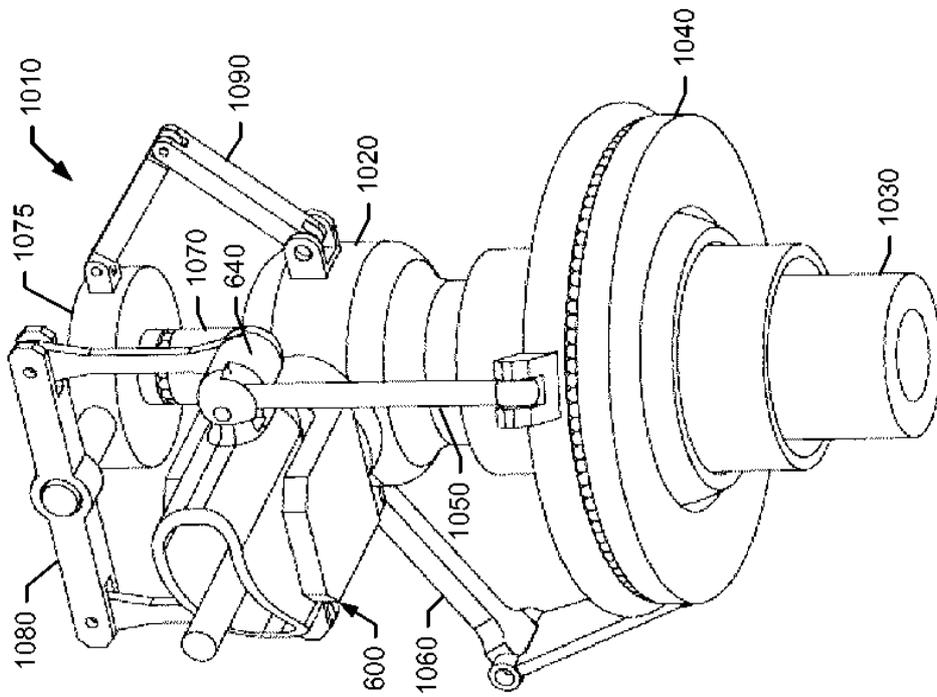
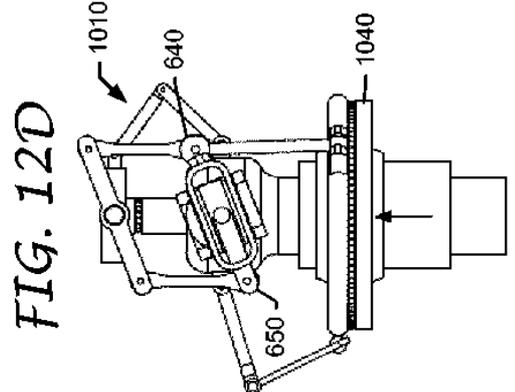
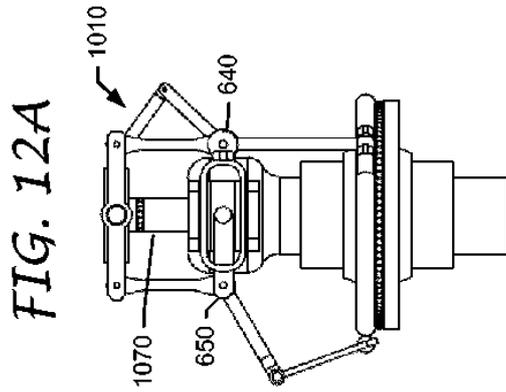
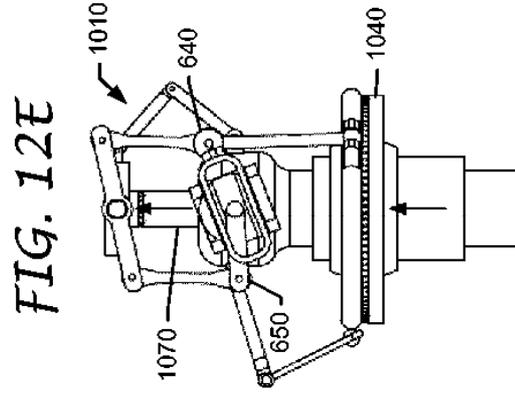
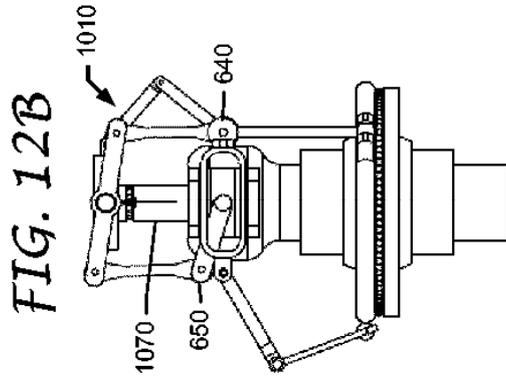
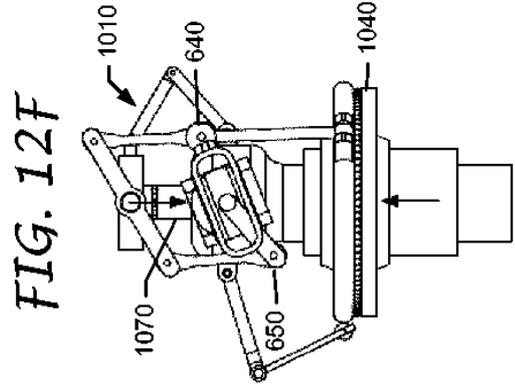
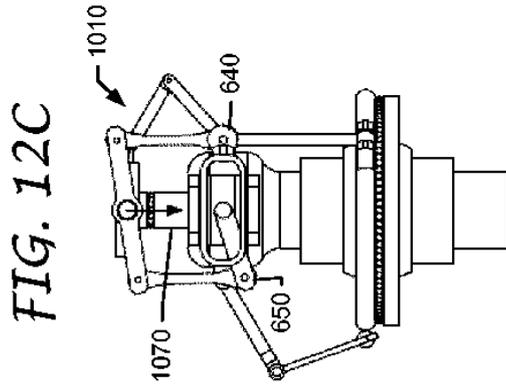


FIG. 10



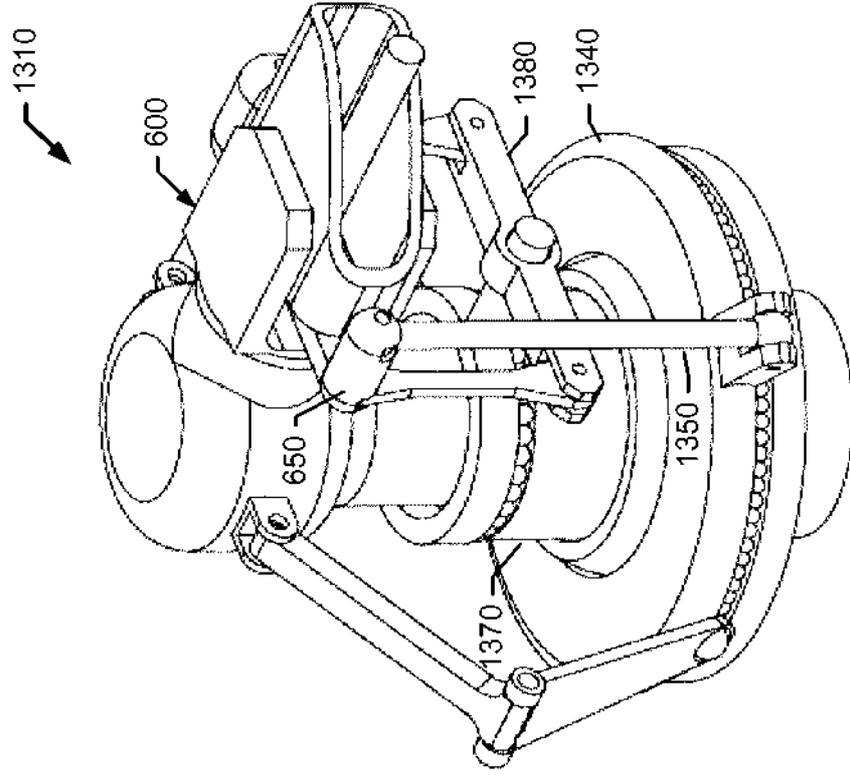


FIG. 14

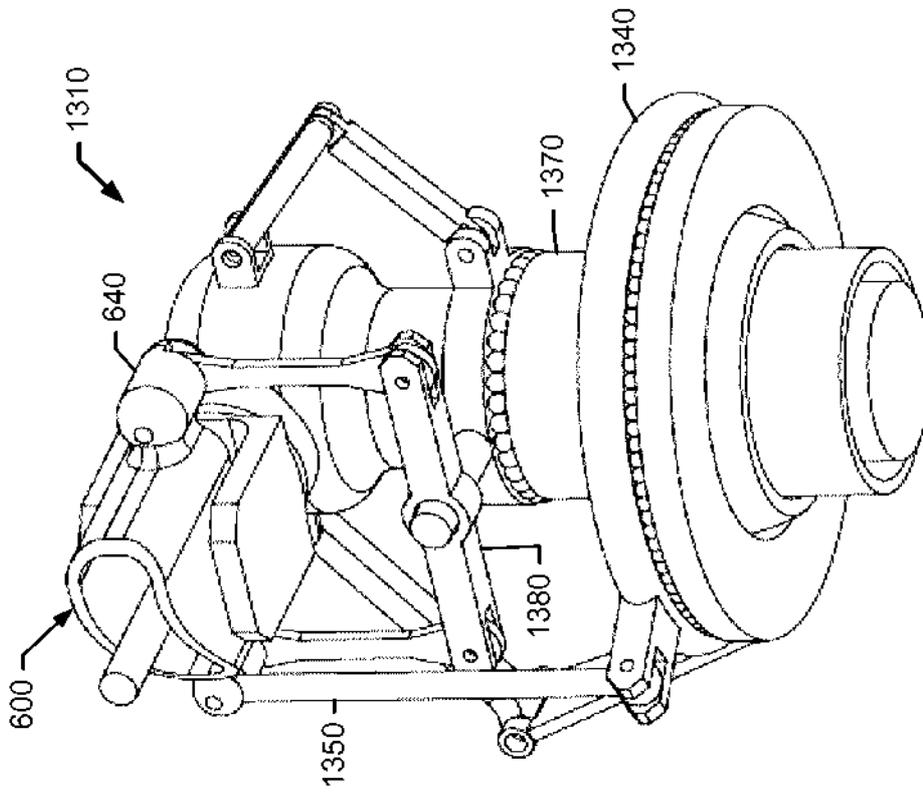


FIG. 13

FIG. 15C

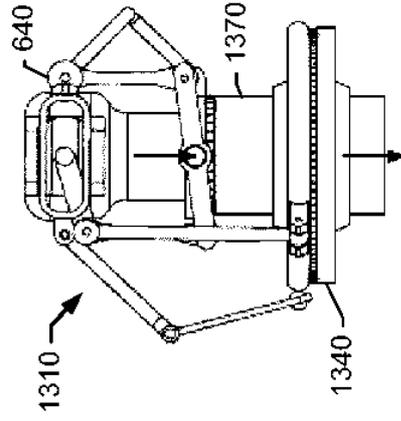


FIG. 15C

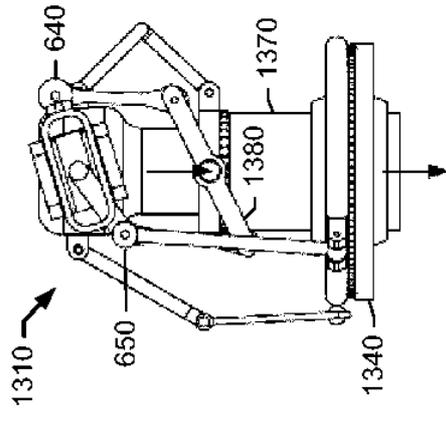


FIG. 15B

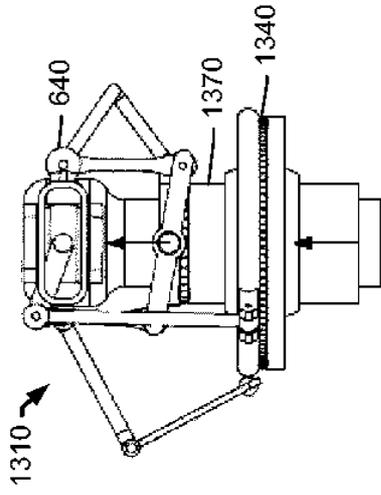


FIG. 15E

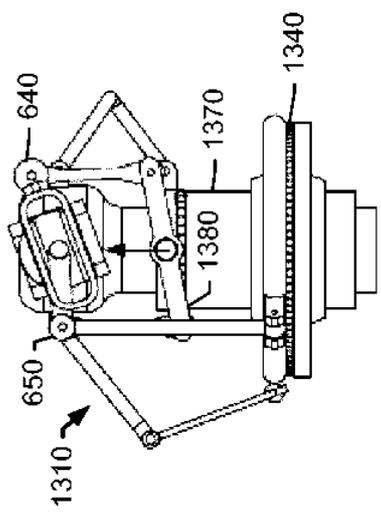


FIG. 15A

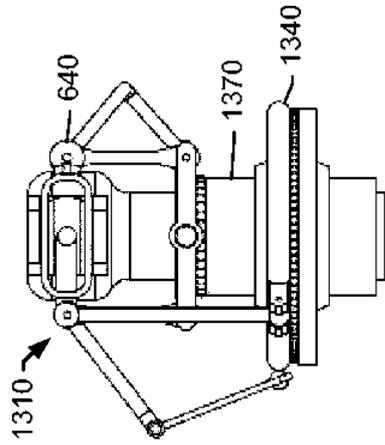
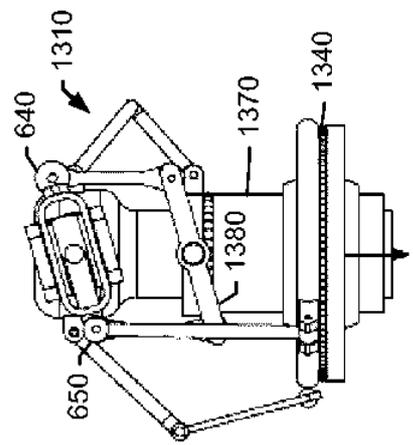


FIG. 15D



*FIG. 16*

