

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

P. 4.857 ;

O.L. Nº 40593-US. 592.862



1946

173499

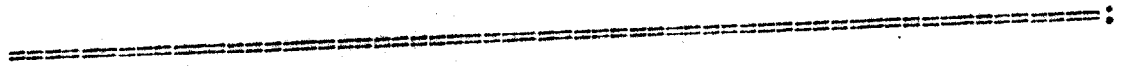
173499

- 8 MAY 1946

MEMORIA DESCRIPTIVA  
para solicitar  
PATENTE DE INVENCION  
en  
ESPAÑA  
por VEINTE años

a nombre de UNITED AIRCRAFT CORPORATION, entidad norteamericana, establecida en 400 South Main Street, East Hartford, Connecticut, ESTADOS UNIDOS DE AMERICA, por:

"UNA AERONAVE DE ALAS ROTATIVAS".



El presente invento se refiere a mejoras en las aeronaves y, más especialmente, se refiere a una aeronave perfeccionada del tipo de despegue directo, tal como el que se muestra en las patentes norteamericanas números 2.318.259 y 2.318.260 (patentes canadienses números 408.901 y 412.641; británicas números 551.156 y 554.497) y denominado de ordinario helicóptero.



MAY 1946

113499

En esta estructura perfeccionada, se dispone un mecanismo de control para mejorar el funcionamiento de los helicópteros y para hacerlos más eficaces. Además, las diversas partes componentes están construidas y dispuestas para eliminar los efectos perturbadores producidos por los momentos giroscópico y transversal debidos a la translación del aerodino a través del aire.

En el funcionamiento de un helicóptero se tropieza con ciertas condiciones peculiares que no encuentran en ningún otro tipo de aeronave, ya sea del tipo de ala fija o rotativa. Las mayoría de estas condiciones provienen del hecho de que el rotor sustentador también propulsa el helicóptero.

Cuando la nave se mueve a través del aire, las palas del rotor de la misma, de un lado del aerodino, avanzarán en el aire que, en general, retrocede, y las palas del otro lado de la nave retrocederán con el aire. La trayectoria del aire a través del rotor es hacia la parte superior, hacia abajo a través del disco del rotor y hacia atrás en la corriente retrógrada de aire. Así la trayectoria del aire a través del plano del rotor está dirigida hacia atrás y hacia abajo y tiene una velocidad relativa diferente con respecto a las distintas palas en puntos diferentes en su ciclo de revolución. Como quiera que la fuerza ascensional de una pala es función del cuadrado de la velocidad con respecto al aire, la fuerza ascensional de la pala en la porción que avanza del ciclo excederá de modo importante a la fuerza ascensional de la pala en una porción en retroceso del ciclo si el ángulo de inciden-



1946

1 3 39

cia de la pala permaneciera idéntico.

En el presente invento, los medios de control actúan sobre sistemas articulados para modificar o cambiar el paso de las palas durante cada ciclo de su revolución de modo que el plano de la trayectoria de las puntas del rotor se incline con respecto a la aeronave y con respecto a la tierra. Así, los controles pueden ser maniobrados para cambiar la línea de empuje del rotor con el fin de crear una componente horizontal de empuje que se utiliza para propulsar el aerodino.

Los momentos giroscópico y transversal han sido virtualmente eliminados en el presente invento por medios asociados con los de control antes mencionados, de modo que las palas puedan bajarse y/o ponerse horizontales para eliminar los efectos pasajeros producidos por vientos borrascosos o similares, a fin de que el efecto de los mismos no pueda hacer capotar el avión.

Consiguientemente, es un objeto del presente invento crear un helicóptero perfeccionado que incorpora medios de control asociados con la estructura del rotor para mejorar las características funcionales de la aeronave.

Otro objeto del invento es crear un helicóptero perfeccionado que, con el mismo rotor, incorpora un mecanismo simplificado de control y de neutralización del momento de torsión, para mejorar la estabilidad de la aeronave.

Los mencionados objetos y otros, incluso los detalles de construcción y disposiciones de los órganos del presente invento, o bien serán evidentes, o serán señalados en el curso de la descripción siguiente y de las reivindicaciones anejas toma-



173499

das en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 es una vista en planta del exterior del helicóptero perfeccionado;

La figura 2 es una vista en alzado del mismo y la  
5 figura 3 es una vista frontal;

Las figuras 4, 5 y 6 son vistas análogas a las figuras 1, 2 y 3, pero muestran el helicóptero equipado con dispositivo de flotación;

La figura 7 es una vista lateral de la parte frontal del helicóptero, con partes arrandadas, y partes en sección, para mostrar la construcción y disposición de los órganos del mecanismo de control y del de accionamiento motor.  
10

La figura 8 es una vista en perspectiva del mecanismo desmultiplicador, del ventilador refrigerador y de los mecanismos de freno y embrague.  
15

La figura 9 es una vista parcialmente en sección del ventilador y del mecanismo de embrague.

La figura 10 es una vista en alzado, con partes en sección, del mecanismo de control de la cabeza del rotor y del de impulsión.  
20

La figura 11 es una vista en planta de la cabeza del rotor.

La figura 12 es una vista diagramática que muestra el mecanismo de control total del paso.

La figura 13 es una vista diagramática del mecanismo de control azimutal.  
25

La figura 14 es una vista diagramática que muestra la estructura de accionamiento del rotor de cola y su mecanismo.



1946

173499

mo de control.

La figura 15 es una vista en corte detallada de la suspensión del árbol motor del rotor de cola.

5 La figura 16 es una vista tomada a lo largo de la línea 16-16 de la figura 15.

La figura 17 es una vista diagramática del helicóptero, como aparece cuando se halla en despegue.

La figura 18 es una vista diagramática que muestra el rotor inclinado.

10 La figura 19 es una vista diagramática que muestra todo el sistema de estado de aceleración.

La figura 20 es una vista diagramática que muestra todo el sistema en condiciones de velocidad constante.

La figura 20a es un diagrama vectorial de fuerzas.

15 La figura 21 es una vista diagramática que muestra el sistema en estado de desaceleración.

La figura 22 es una vista diagramática que incluye un gráfico y pequeñas figuras que representan la posición del rotor mostrando el estado de despegue.

20 La figura 23 es una vista diagramática que incluye gráficos que muestran la acción que se produce al inclinarse el rotor.

La figura 24 comprende gráficos que muestran la acción de una pala del rotor en la aceleración y

25 La figura 25 comprende gráficos que muestran las fuerzas que actúan sobre una pala del rotor en condiciones de velocidad constante.

Al describir el invento con referencia a los di-



173499

1946

bujos adjuntos, se entenderá que todas las dimensiones, capacidades y similares se emplean de modo ilustrativo solamente para un tipo particular de helicóptero con el fin de permitir a los profesionales su construcción y manejo; y que empleando los presentes conocimientos, dentro del dominio de un profesional en la técnica aviatoria, pueden construirse aeronaves de dimensiones, capacidades y similares diferentes, a la vista de las enseñanzas que aquí se presentan a modo de ejemplo.

Las figuras 1, 2 y 3 son vistas en planta, en alzado lateral y en alzado frontal, respectivamente, de un helicóptero equipado para operar desde tierra. El helicóptero tiene un cuerpo 30 con una parte delantera 31 en la que están contenidos los asientos y los controles del aerodino y una sección de empenaje 32 en la cual va montado un rotor de cola 33 compensador del momento de torsión. A los lados de la porción central del cuerpo 30 va soportado un bastidor triangular para montar las ruedas de aterrizaje 34. El bastidor de soporte para las ruedas 34 incluye unas patas 35 de amortiguación del choque, los cuales absorben las vibraciones cuando la aeronave se apoye sobre el suelo y su mecanismo está funcionando, y que también son capaces de amortiguar y suavizar dichas vibraciones cuando el aerodino se posa sobre el suelo. Una rueda de cola 36 va sostenida por un bastidor sujeto al cuerpo 30 y asimismo está provista de una pata amortiguadora 37 para las finalidades citadas. La rueda de cola 36 puede colocarse en diferentes posiciones como se indica por las líneas de trazos de la figura 2, sin alterar el funcionamiento de la nave. Un patín de morro 38 se dispone para absorber los choques e impedir que la



173499

porción delantera 31 se estropee si la aeronave toma tierra con el morro hacia abajo.

5 La parte delantera 31 del helicóptero 30 está provista de paneles de material transparente 39 en la parte superior y a los lados y, si se desea, en la parte inferior, de modo que el piloto y los pasajeros gozan de un amplio campo de visión. En la figura 2 se representa una puerta 40 de un par montado en posición similar a los lados opuestos de la parte delantera 31 para proporcionar acceso al interior de la aeronave.

10

El resto de ésta está cubierto con tela barnizada 42 para darle características aerodinámicas favorables. Esta cubierta 42 está provista de portezuelas 44 que pueden cerrarse mediante cierres de cremallera o botones o similares, con el fin de proporcionar acceso al interior de la porción trasera de la aeronave 30.

15

El centro de gravedad del aerodino se ha indicado con los caracteres CG en la figura 2 y está virtualmente alineado con un árbol motor hueco 50 de un motor no representado para una cabeza de rotor 52. El árbol motor 50 está apoyado en una torreta 51 hecha de hierros laminados 54 soldados al bastidor de la porción central del fuselaje y dispuesta de modo que luego se describirá con más detalle. La torreta se proporciona de modo que las palas 56 del rotor sostenidas por la cabeza 52 estén aproximadamente unos 2.70 metros por encima del suelo, con la aeronave en la posición representada en la figura 2. Dicha torreta se reviste con tela barnizada 58 que se alisa con la cubierta 42 del fuselaje 30 para formar un exte-

20

25



173499

1946

rior aerodinámico para el cuerpo del helicóptero.

Las palas 56 del rotor pueden estar hechas con metal, material plástico, madera, bastidor recubierto de tela, o con una combinación adecuada de estos u otros materiales.

5 Las palas 56 de este helicóptero están hechas de miembros laminados recubiertos de tela y sostenidas por largueros metálicos 60 que poseen un diámetro mayor en su extremo de pie y se adelgazan hasta un diámetro menor en su extremo de punta. Los largueros 60 están situados a 25% de la cuerda y tienen costillas transversales de sección de lámina de aire del tipo conocido como N. A. C. A. 0012, separadas adecuadamente para soportar una cubierta de tela. El borde de ataque de las palas

10 56 se hace de madera y se le da el peso conveniente para que el centro de gravedad de la pala 56 coincida virtualmente con la línea axial de su larguero 60. Una pala 56 tiene una

15 superficie de, aproximadamente, dos metros cuadrados. Vistas en planta, las palas son más anchas en su extremo de pie y se adelgazan hacia su extremo de punta. Como se construye y dispone con tres palas espaciadas radialmente en 120° en torno del árbol motor 50, la superficie total de las palas es, aproximadamente, de seis metros cuadrados. Las palas son de tal longitud que el diámetro del disco barrido por ellas es de, aproximadamente, once metros, y la superficie del disco es aproximadamente de 165 metros cuadrados. La carga de

20 las palas del rotor es de, aproximadamente, 171 a 195 kilogramos por metro cuadrado, dependiendo de la carga del helicóptero, suponiendo un peso bruto normal para todo el helicóptero de 1134 a 1180 kilogramos.

25



1946 173499

Las figuras 4, 5 y 6 muestran el mismo helicóptero, salvo que las ruedas de aterrizaje 34 están reemplazadas por flotadores 70 para hacer que la aeronave pueda operar sobre tierra y agua. Los flotadores 70 están montados sobre un bastidor triangular 72 sujeto a unas patas que llevan las partes estructurales de la porción central del cuerpo 30. En el extremo inferior, el armazón 72 soporta un par de barras 74 que se extienden longitudinalmente y que reciben ataduras 76 que se sujetan a objetos que llevan unos faldones que forman parte de los flotadores 70. El volumen de los flotadores 70 es tal que cualquiera de ellos desplazará una cantidad suficiente de agua para compensar el peso de todo el helicóptero. Así, cuando ambos flotadores están en contacto con el agua, se sumergirá virtualmente a medias. Cuando el helicóptero se posa sobre el agua y toca con uno de los flotadores antes que con el otro, ese flotador puede resultar sumergido virtualmente por completo y ejercerá un momento de enderezamiento sobre el helicóptero para poner el otro flotador en contacto con el agua. En la presente estructura, no se precisan patas absorbedoras de choques para que la aeronave se pose sobre el agua porque la acción de los flotadores sobre ésta servirá para amortiguar las vibraciones y permitirá que el helicóptero amare suavemente sobre la superficie del agua. En los flotadores 70 pueden incorporarse medios amortiguadores adecuados, no representados, o bien estos medios podrán incorporarse en la estructura que monta los flotadores 70 al cuerpo 30 para hacerlos estables para posarse sobre superficies sólidas.

En la figura 7 se representan con partes arrancadas



173499

1946

5 las porciones central y delantera del fusilaje, para mostrar el mecanismo y la estructura del interior de la aeronave. El armazón se construye de tubo robusto en la porción central (partes de la cual se representan) formando el contorno de la nave. Desde los miembros de armadura superiores 80 y 82 se extienden hacia dentro y hacia abajo unos tubos para soportar el mecanismo desmultiplicador contenido en un carter 84. Los miembros estructurales 54 que forman la torreta se extienden hacia arriba desde los miembros 80 y 82. Unos tirantes 10 36 y 88 se extienden hacia delante y se unen en sus extremos a una robusta barra vertical 90. Se emplean miembros de armaduras más ligeros para formar la sección delantera 31 del cuerpo, y unos miembros más ligeros se extienden también hacia atrás para soportar la estructura 32 del empenaje. El 15 bastidor que lleva las ruedas de aterrizaje 34 va sujeto a unas patas que lleva el miembro robusto del armazón central.

El mecanismo desmultiplicador 84 (figura 8) puede ser de cualquier tipo adecuado, y en el presente dispositivo proporciona una relación de desmultiplicación de  $9.336/1$  para 20 accionar el árbol 50 del rotor. Una sección de mayor velocidad del mecanismo reductor hace girar un árbol 94 conectado mediante una unión universal 96 con el árbol 100 de impulsión del rotor de cola. La energía es comunicada al mecanismo desmultiplicador 84 mediante el árbol 106 accionado por otro 25 árbol 102 a través de uniones universales 104. Como parte del carter para el mecanismo reductor 84 se ha formado una cámara de aceite 108, equipada con aletas para enfriar el aceite. Un depósito de aceite 110 (figura 7) que tiene una abertu-



1946

173499

ra de carga y de salida del aire, 112, va montado sobre una plataforma 114 sostenida por miembros estructurales contiguos del fuselaje. Un depósito de combustible 116 va montado sobre los miembros inferiores de bastidor del cuerpo del fuselaje.

5

El aire de refrigeración para el motor 92 es aspirado dentro del fuselaje 30 a través de una abertura de la parte delantera de la torreta 51. (figura 7). El aire se mueve hacia abajo y en torno del mecanismo reductor y es aspirado a través del motor mediante un ventilador 122 montado sobre el árbol impulsor del motor ( figuras 7 y 8). El aire, después de pasar a través del motor, es dirigido hacia abajo o a los lados, mediante un tabique cortafuegos 124 que separa la porción dorsal del fuselaje del cuerpo 30 y la porción delantera 22 para los ocupantes. A continuación, el aire puede salir del fuselaje a través de orificios no representados. El ventilador 122 es del tipo de paso axial con paletas 123.

10

15

Se dispone un aparato eléctrico de arranque 130 (figura 8) y también un dispositivo de seguridad de modo que el motor no puede ponerse en marcha cuando el embrague, que luego se describirá, que conecta el motor con el mecanismo reductor 34 para el rotor, está aplicado. El dispositivo de seguridad comprende un interruptor eléctrico 136 con estado mediante un cable 138 con el motor de puesta en marcha 130. El interruptor 136 tiene una palanca 140 dispuesta para ser accionada por la palanca de embrague y freno 142 pivotada en 148 y empleada por el piloto para aplicar un freno 144 con el fin

20

25

MINISTERIO DE ECONOMIA  
POR DEFECTOS DEL ORIGINAL



1946 173499

de parar el motor, y para aplicar el embrague 146 para im-  
pulsarlo. Cuando la palanca 142 se mueve hacia la derecha,  
según se ve en la figura 8, hará que una biela 150 se mueva  
también hacia la derecha para hacer oscilar un yugo 152 en  
5 torno de un pivote 154 para mover un collar 156 con el fin de  
aplicar el embrague 146 del modo que luego se explicará con  
más detalle. Al mismo tiempo, un cable 158 se aflojará pa-  
ra permitir que una palanca 160 se mueva por la tensión de  
un resorte 162 con el fin de aflojar una cinta del mecanismo  
10 de freno 164 de modo que el freno queda retirado y el árbol  
impulsor del rotor, 50, puede girar. El brazo 142 tiene tam-  
bién una posición neutra en la cual el freno 164 está afloja-  
do y el embrague 146 no está aplicado. La palanca 140 del in-  
terruptor toca el brazo 142 de modo que el motor de puesta en  
15 marcha 130 sólo puede ser maniobrado cuando el embrague 146  
está sin aplicar.

La figura 9 muestra una parte del motor 92 y una se-  
cción del ventilador 122 y el mecanismo de embrague 146. La  
palanca 152 del yugo pivotada en 154 puede mover un collar  
20 156 hacia atrás y hacia delante a lo largo del árbol del mo-  
tor 92. El collar 156 está sujeto a un anillo 166 de un coji-  
nete de bolas y lo retiene en forma no rotativa. Otro anillo  
168 del cojinete de bolas queda libre para girar y toca las  
palancas 170 sostenidas por patas 172 del cubo 126 del venti-  
25 lador 122. Cuando el collar 156 se mueve hacia la derecha,  
una serie de espigas 174 se desplazan hacia la derecha para  
mover una placa 176 hacia la derecha en contra de la tensión  
de resortes 178 sostenidos por espigas 180 para separar las



1946 73499

superficies de embrague 182 de una placa de embrague 184 uni-  
da a un cono 186 del lado de salida del embrague. El cono  
186 impulsa un dispositivo corriente de rueda libre 187, el  
cual a su vez impulsa la unión universal 104 a través del  
5 árbol 102. Así, cuando la palanca 150 se mueve hacia la iz-  
quierda como se ve en las figuras 8 y 9, las superficies de  
embrague 182 serán separadas. Cuando la varilla 150 se mue-  
ve hacia la derecha, los resortes 178 actuarán sobre la pla-  
ca 176 para hacer que las superficies de embrague 182 se apli-  
10 quen y el motor 92 hará girar el cono 186 del lado de salida  
del embrague.

Con referencia nuevamente a la figura 7, la porción  
delantera del cuerpo 30 contiene dos asientos yuxtapuestos  
190 para el piloto y un pasajero. Un ocupante de cualquiera  
15 de los asientos puede alcanzar la palanca 142 de embrague y  
freno, una palanca 192 de paso total y una palanca de control  
azimutal o de gobierno 194, para controlar la dirección de vue-  
lo de la aeronave. Los pedales 196 están dispuestos de modo  
que un ocupante de cualquiera de los asientos 190 pueda ope-  
20 rarlos con sus pies ( figura 14). Los pedales 196 giran so-  
bre pivotes 198 para mover un brazo de palanca 199 para manio-  
brar un cable 200 que, a través de poleas debidamente dispues-  
tas, conduce al control del rotor de cola, que se describirá  
a continuación con más detalle. Un salpicadero 202 puede con-  
25 tener los indicadores de velocidad del motor, indicadores de  
velocidad del rotor, indicadores de la velocidad respecto al  
aire, el equipo giroscópico, los controles de encendido, una  
válvula de mariposa y el equipo análogo que se encuentra en



173499

la mayor parte de los aeronaves.

La palanca de paso total 192 gira en torno de un pivote 204 asegurado de armazón y mueve una serie de varillas y palancas acodadas 206, 208, 210, 212 y 214 para hacer oscilar una biela 216 pivotada en 218 sobre el cárter del mecanismo reductor de velocidad 84. A través de este sistema articulado, cuando se mueve la palanca 192, una varilla 220 que se extiende dentro del árbol motor hueco 50, hasta el mecanismo 52 del rotor, se moverá para cambiar el paso de las palas 56 del helicóptero, en la forma que luego se describirá con más detalle.

La palanca de mando 194, cuando se mueve, acciona una primera serie de cables y palancas mediante poleas adecuadas y palancas acodadas para hacer oscilar un segmento arqueado 222 unido a una varilla de control 228, y una segunda serie de cables y palancas unidos a una palanca 224 para subir y bajar una varilla longitudinal de control 226. Las varillas 226 y 228 controlan los movimientos de proa y popa y babor y estribor del helicóptero, respondiendo a la posición de la palanca de gobierno 194.

En las figuras 10 y 11 se representan los detalles de construcción del mecanismo 52 del rotor. Los miembros estructurales 54 de la torreta están soldados a un anillo abocardado hacia abajo 230 que forma un soporte para la cubeta 232, que contiene los anillos interior y exterior 234 y 236 del soporte de bolas, yendo sujeto al anillo interior 234 el árbol motor 50 y el exterior 236, ajustado dentro de la cubeta 232. Asegurado mediante una tuerca de cierre automático.



1946

173499

238 en la parte superior del árbol 50, mediante pasadores 236, hay un cubo 240 que lleva montados unas articulaciones de tracción 242 para hacer girar las palas 56 del rotor. Una prolongación superior 244 del árbol 50 lleva unos soportes 5 246 que giran con dicho árbol. Estos soportes 246 están formados por miembros triangulares reunidos en sus extremos superiores mediante una placa 248 que lleva unos pares de patas 250. Unos balancines 252 van sostenidos por pivotes 254 en las patas 250. Los balancines 252 tienen pivotes 256 en 10 sus extremos exteriores, los cuales son cogidos por uniones universales 258 de las varillas 260 que poseen uniones universales esféricas 262 en sus extremos inferiores conectados con las extremidades de los brazos 264 de una estrella de tres radios 266. Las uniones esféricas 262 van protegidas del polvo y de los agentes atmosféricos mediante unos fuelles 268. 15

La estrella 266 va montada sobre el árbol motor 50 mediante una articulación cardán 270 de modo que cuando el árbol 50 se pone en rotación, la estrella 266 gira con él y queda libre para bascular en torno de los pivotes de la articulación cardán 270 en cualquier sentido. La estrella 266 20 descansa sobre un anillo de bolas 272 que tiene un par de brazos de control 274 para controlar el ángulo de la estrella. Los brazos 274 se mantienen no giratorios con respecto a la torreta del cuerpo del helicóptero mediante un sistema articulado flexible 276 que comprende una junta de rótula compuesta 25 de los brazos pivotados 278 y 280 conectados en forma giratoria en 282 con uno de los brazos 274 en un extremo y pivotadas en forma no rotativa en el otro extremo sobre una espiga



1946 173499

284 sostenida por patas 286 atornilladas a la cubeta 232 y  
al anillo 230. Mediante tal disposición, el brazo de con-  
trol 274 puede moverse hacia arriba y hacia abajo y oscilar  
libremente sobre la junta giratoria 282, pero los brazos  
5 274 no pueden girar con respecto a la torreta. Así, la es-  
trella 266 girará con el árbol y arrastrará el brazo 260 con  
el mismo, el balancín 252 será puesto en rotación por la  
parte superior 244 del árbol y todas estas piezas girarán a  
la misma velocidad. Sin embargo, los brazos de control 274  
10 que se unen a los controles fijos del helicóptero, se mantie-  
nen no giratorios y los cojinetes de bolas 272 permiten el  
movimiento entre la estrella 266 y los brazos 274. En los  
extremos exteriores de los brazos 274, los brazos de control  
226 y 228 van montados mediante uniones esféricas 290, las  
15 cuales van protegidas de la suciedad y de los agentes atmos-  
féricos mediante fuelles 292.

Las articulaciones movibles 242 van montadas sobre  
espigas horizontales 294 sujetas a patas 296 que se extienden  
hacia arriba desde el cubo 240. Las líneas centrales de los  
20 pivotes 294 cortan la línea central del árbol 50. Con tal es-  
trutura, las articulaciones movibles 242 pueden ascender pa-  
ra permitir que las palas 56 del rotor tomen un ángulo cóni-  
co y oscilen mientras giran. Unas espigas verticales 298 tie-  
nen sus líneas centrales a  $90^\circ$  respecto a la línea central de  
25 los pivotes 294 y llevan un vástago interno 300 para los árbo-  
les 302 de la cabeza de la pala del rotor. Las palas 56 pue-  
den moverse hacia atrás y hacia adelante en torno de los pi-  
votes 298 de un modo llamado oscilación, cuya acción es limita-



1946

173499

da mediante amortiguadores que luego se describirán.

Los árboles de cabeza 302 van montados sobre soportes para girar en torno de los vástagos 300. Las monturas de los soportes se han representado parcialmente en sección en la parte superior derecha de la figura 11 y van dispuestas en compresión dentro de los árboles de cabeza 302 para aguantar las fuerzas centrifugas e impedir que los mismos se deslicen fuera de los vástagos 300 al mismo tiempo que permiten la rotación entre ellos. Los largueros 60 de las palas 56 del rotor están unidas al árbol de cabeza 302 mediante pares de pernos 304 que encajan en orejas endentadas 306 sostenidas por los largueros 60 y los árboles de cabeza 302. Uno de estos pernos 304 puede separarse, desconectarse al brazo 316 y toda la pala 56 girarse en torno del otro perno 304 para plegarse contra el fuselaje 30 del helicóptero con el fin de colocarlo en un hangar o almacén.

Cuando los árboles de cabeza 302 se hacen girar en sus propios ejes, los ángulos de incidencia de las palas 56 se modifican. Se disponen medios para hacer girar los árboles de cabeza, los cuales tienen la forma de cuernos curvos 310 sujetos a dichos árboles 302. Los cuernos 310 están formados con piezas estampadas superior e inferior soldadas juntas para formar una estructura hueca, ligera y robusta. Los extremos exteriores de los cuernos están provistos de barras 312 que tienen pivotes universales 314 en sus extremidades externas. Los pivotes 314 se conectan a varillas 316 con pivotes universales 318 en sus extremos superiores que unen las varillas 316a puntos situados entre los extre-



173499

1946

mos de los balancines 252. Con una estructura de esta clase, si los balancines 252 se mueven hacia arriba o hacia abajo en cualquiera de los puntos de pivote 254 o 256, las varillas 316 subirán o bajarán los puntos 314 para oscilar los cuernos 310 y modificarán el ángulo de incidencia de las palas 56 del rotor. Como se ha señalado anteriormente, cuando se mueve la varilla de control de paso total 220, los soportes 246 se moverán consiguientemente, sobre la prolongación 244 del árbol de impulsión 50 y los puntos 254 se moverán consiguientemente. En este momento, los balancines 252 pivotarán sobre los puntos 256 y las varillas 316 actuarán para mover los cuernos 310 y cambiar el paso de todas las palas 56 del rotor simultáneamente. Cuando las varillas 226 y 228 de control azimutal se mueven, los brazos de control 274 harán que la estrella 266 se incline y las varillas 260 se moverán hacia arriba y hacia abajo cíclicamente dependiendo de la inclinación del mecanismo de control. Así, los puntos 256 ascenderán y bajarán cíclicamente y los balancines 252 pivotarán en torno de los puntos 254 para mover cíclicamente los vástagos 316 hacia arriba y hacia abajo para el ajuste angular con respecto a la horizontal de las paletas 56 del rotor cíclicamente en cada revolución

Con referencia nuevamente a la figura 11, se representan en ella con más claridad los medios de amortiguar la acción oscilante antes mencionada. Unos amortiguadores neumáticos están unidos en pivote por sus cajas externas con los brazos 322 montados sobre prolongaciones angulares 324 sujetas a los vástagos 300 de la estructura de pala. Así,



1946

173499

cuando las palas se mueven hacia atrás y hacia delante, los brazos 322 se mueven en igual sentido en medida correspondiente y tiran de la caja del amortiguador neumático 320 en una dirección o en la otra. Los amortiguadores neumáticos 320 contienen émbolos 326 con orificios 328 para el paso del fluido de un lado al otro del émbolo 326. Los vástagos de émbolo 330 se unen a los émbolos 326 y están conectados en pivote sobre espigas 332 montadas en pares de orejas 334 formadas como prolongaciones laterales de las articulaciones movibles 242. Mediante tal estructura, cuando las palas 56 se mueven hacia arriba y hacia abajo en su ciclo, las articulaciones descendentes 242 también se mueven libremente hacia arriba y hacia abajo y los amortiguadores 320 son arrastrados con ellas. Si las palas se mueven hacia delante y hacia atrás, tal movimiento será amortiguado por los amortiguadores que se acaban de describir. Se suministra fluido a los amortiguadores desde un depósito en forma de casquete 336 montado en la parte superior de los soportes 246. En el casquete se dispone un tapón de carga y orificio de escape del aire, 338. El casquete comunica a través de pesos adecuados con tubos flexibles 340 que se unen con los amortiguadores neumáticos 320 mediante válvulas estranguladoras no representadas, las cuales están dispuestas para crear una función de descarga de la presión con el fin de impedir el deterioro de la estructura del rotor al producirse choques repentinos entre distintas palas u otras partes del mecanismo del rotor.

En la figura 12 están representados los medios de



1946 173499

5 control asociados con la cabeza del rotor, 52, para cambiar la fuerza ascensional de las palas 56. Cuando se levanta la palanca 192 del cambio total del peso, la fuerza ascensional de las palas 56 del rotor se incrementará aumentando el ángulo de incidencia de las palas por medio del sistema articulado que ahora se describirá. La palanca 192 girará en torno del pivote 204 para tirar de la varilla 206 hacia arriba y hacia la izquierda. Tal movimiento de la varilla 206 hará que la palanca acodada 208 tire de la varilla 210 hacia la izquierda. La varilla 210 hará girar la palanca acodada 212 en el sentido de las agujas del reloj para levantar las varillas 214. La palanca 216 será girada por las varillas 214 alrededor del pivote 218 para levantar la varilla 220 unida a la placa 248 en la parte superior del mecanismo de control 52. Cuando se levanta la placa 248, el balancín 252 girará en torno de su punto de unión con la varilla 260 que es mantenida en una posición fija mediante el mecanismo cíclico de paso que luego se describirá. Así, la varilla 316 unida a un punto situado entre los extremos del balancín 252 será levantada. La varilla 20  
316 tirará hacia arriba del cuerno 310 lo que hará que el larguero 60 que lleva la pala 56 gire en el sentido de las agujas del reloj y aumente su ángulo de incidencia. Con un ángulo de incidencia incrementado para las palas 56, la fuerza ascensional de las mismas se aumentará y las palas del rotor absorberán más energía del motor para levantar la aeronave en el aire.  
25 re.

Cuando la palanca 192 de paso total es empujada hacia abajo el sistema articulado de unión a la varilla 220 ti-



173499

5 hará de ésta hacia abajo para descender la placa 248 de la cabeza 52 del rotor con el fin de empujar hacia abajo la varilla 316 y bajar el cuerno 310 para hacer girar el larguero 60 de la pala 56 del rotor en un sentido contrario al de las agujas del reloj, y disminuir el paso de la misma.

10 En la figura 13 se representa el mecanismo cíclico de paso. La palanca de gobierno 194 puede moverse en cualquiera dirección en azimut. Para componentes delanteras de movimiento, la palanca de gobierno 194 gira en torno de un eje de pivotamiento 195 para tirar de una varilla 340 hacia la izquierda. La varilla 340 hará oscilar una palanca 342 alrededor de un pivote fijo 344 y tirará de una varilla 346 hacia la izquierda. La varilla 346 tirará del brazo inferior de una palanca acodada 348 hacia la izquierda y hará girar el brazo superior hacia arriba para empujar también hacia arriba una varilla 350. El brazo 350 empujará hacia arriba la palanca 224 para levantar la varilla 226 unida al brazo 274 del mecanismo cíclico de paso. Con 15 la varilla 226 levantada, la inclinación del brazo 274 será hacia arriba en la parte posterior y hacia abajo en la anterior. Los dos lados permanecerán en una posición neutra y como los radios 264 de la estrella giran mediante el árbol, alcanzarán un punto inferior en su revolución cuando apunten hacia adelante y un punto elevado en su revolución cuando apunten hacia atrás. Los radios 264 de la estrella, 20 tirarán hacia abajo, cuando estén en la posición delantera, de la varilla 260 para hacer oscilar el balancín 252 en tor-



no de su conexión interior con la placa 248, cuya posición es controlada por la palanca 192 de control total del paso y se ha descrito anteriormente. Por tanto, el movimiento descendente de la varilla 260 hará ~~que~~ la varilla 316 se mueva hacia abajo y haga oscilar el cuerno 310 hacia abajo para hacer girar la pala 56 del rotor en sentido contrario al de las agujas del reloj, disminuyendo el paso de la misma. Como quiera que el brazo 264 de la estrella está en su punto más inferior cuando el brazo está apuntando hacia delante, la pala 56 del rotor tendrá su ángulo menor de incidencia en un punto situado  $90^{\circ}$  antes del momento en que su eje longitudinal señale hacia la parte delantera de la aeronave (el cuerno 310 está con un avance de  $90^{\circ}$  de la posición de la pala). Cuando el pivote 314 para el cuerno 310 está en la posición más trasera, el eje de la pala estará a la izquierda de la nave y en su ángulo mayor de incidencia. Mediante tal disposición, cuando la aeronave está volando hacia delante a causa de un movimiento de control hacia delante de la palanca de gobierno 194, la pala 56 que avanza hacia el viento tiene el ángulo menor de incidencia y la pala que retrocede con el viento tendrá el ángulo máximo de incidencia de modo que el plano descrito por la trayectoria de las puntas del mecanismo rotor se inclinará hacia arriba junto a la parte trasera de la nave, en la forma que se describirá luego más detalladamente, para dar una componente delantera de fuerza ascensional para propulsar la aeronave.

Para controlar las componentes derecha e izquierda del movimiento del aerodino, la palanca de gobierno 194 se

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



1946 173499

mueve a la derecha o a la izquierda, y girará en torno de los pivotes 352 para tirar de un cable 354 en un sentido o en el otro. El cable 354 conduce sobre poleas adecuadas hasta el segmento arqueado 222 para levantar y bajar la varilla de control 228. Cuando la palanca de gobierno 194 se mueve hacia la izquierda, la varilla 228 es llevada hacia abajo para bajar el brazo de control 274 que está dispuesto a la izquierda del mecanismo de la cabeza del rotor, 52. Haciendo descender el lado izquierdo de la trayectoria de rotación de los brazos 264 de la estrella, el ángulo mínimo de incidencia de las palas 56 del rotor se producirá cuando la pala 56 esté en su posición delantera en alineación con el eje longitudinal de la aeronave, a causa del desplazamiento en  $90^{\circ}$  del punto 314 de control del casco con el eje longitudinal de la pala 56. El ángulo máximo de incidencia se producirá cuando la pala 56 está sobre la parte de empenaje del helicóptero y por tanto el plano de trayectoria de las puntas del rotor se inclinará hacia arriba a la derecha del helicóptero y hacia abajo a la izquierda del mismo, para dar una componente horizontal de la fuerza ascensional dirigida a la izquierda.

La anterior descripción del control efectuado por la palanca de gobierno, 194 lo ha sido solamente para los movimientos delantero y trasero y derecha e izquierda. Se comprenderá, no obstante, que un helicóptero es capaz de volar en cualquier dirección en azimut con respecto al cuerpo del helicóptero. Para realizar la maniobra en cualquier dirección que se desee, el operador sólo necesita mover la palanca de gobierno 194 en la dirección hacia la cual desea ir,



173499

5 y el plano de la trayectoria de las puntas de las palas del rotor se inclinará para crear una componente horizontal de fuerza ascensional en esa dirección. Para obtener más o menos fuerza ascensional de las palas del rotor, 56, el piloto modifica la posición de la varilla de paso total 192, representada en la figura 12, lo cual abre la válvula de mariposa de modo que el motor suministra más potencia a las palas 56 y el ángulo de incidencia de las mismas se altera simultáneamente para incrementar la fuerza ascensional. Las anteriores  
10 maniobras se describirán más detalladamente a continuación, en relación con el manejo práctico del mecanismo

En la figura 14 se representan parcialmente en detalle y en parte diagramáticamente la construcción del rotor de cola y la de sus controles. Las figuras 15 y 16 son vistas detalladas del soporte del árbol motor y del mecanismo  
15 de alineación. En la figura 14, el rotor compensador del momento de giro, 33, está soportado sobre un cárter 356 que contiene un árbol que hace girar un cubo 358 al cual van articuladas las palas del rotor de cola 33. El árbol motor situado dentro del cárter 356 tiene un ánima que lo atraviesa longitudinalmente a través de la cual puede moverse hacia atrás y hacia delante una varilla de control 360 por medio de un tornillo sin fin, no representado, puesto en rotación mediante una rueda 362 accionada por el cable 200. Los detalles  
20 de construcción de este mecanismo no se describirán porque pueden adoptar virtualmente la misma forma que la representada en las figuras 5 y 9 de la patente norteamericana No. 2.318.259 antes citada, excepto en que se emplea un tornillo



1946 173499

5 sin fin para crear el movimiento longitudinal de la varilla de control 360. El cable 200 se mueve hacia atrás y hacia delante para alterar el ángulo de incidencia de las palas del rotor 33 mediante el movimiento de los pedales 196 situados en la cabina. Cuando los pedales 196 son empujados hacia abajo, las varillas 364 hacen girar las palancas/acodadas 366 en torno de pivotes fijos 368. Las palancas acodadas están unidas mediante una varilla 370 de modo que cada uno de los pares de pedales las mueven simultáneamente.

10 La varilla 370 hace girar un segmento arqueado 372 formado como prolongación de una de las palancas acodadas 366 para mover el cable a la derecha o a la izquierda. Así, cuando se empuja un pedal de la izquierda, el cable 200 se mueve en tal sentido que la varilla 360 del conjunto rotor de cola se mueve hacia fuera para aumentar el paso de las palas de dicho rotor para tirar de la sección de empenaje del helicóptero hacia la derecha, dando con ello un cabeceo hacia la izquierda al helicóptero. Cuando se empujan los pedales de la derecha, el paso de las palas del rotor se disminuye o invierte para dar un cabeceo a la derecha.

15

20

25 El ángulo normal de incidencia o paso de las palas del rotor de cola 33 es tal que ejerce un empuje para oponerse al momento de torsión que hace girar las palas 56 del rotor principal. La dirección de este empuje está situada virtualmente en el plano del rotor principal. Como se ve en la figura 1, las palas del rotor principal están girando en sentido contrario a las agujas del reloj lo cual tendería a hacer girar el cuerpo del helicóptero en la di-



173499

1946

vección contraria. Así, el empuje normal del rotor de cola 33 compensador del momento de giro se hace en una dirección indicada en las figuras 1 y 14 por la letra T. Cuando se aplica más fuerza al rotor principal, el rotor 33 compensador del momento de giro, requerirá más energía para compensar el momento de giro incrementado del rotor principal con el fin de impedir la rotación del cuerpo del helicóptero. El piloto, en tal momento, aplicará más pedal izquierdo para aumentar el paso de las palas del rotor de cola 33.

Como quiera que las fuerzas del momento de giro crean un par, el empuje T del rotor de cola 33 ejercerá una fuerza que tiende a trasladar el helicóptero hacia la derecha mirando en la figura 1, por ejemplo. Para impedir tal movimiento de la aeronave, el mecanismo cíclico de control del paso, representado en la figura 13, es compensado ligeramente para dar una componente izquierda de empuje del rotor principal para anular esta fuerza de traslación a la derecha, ejercida por el rotor de cola 33. El sistema articulado de control está dispuesto de modo que con la palanca de gobierno en la posición vertical, el mecanismo basculador se inclina hacia abajo a la izquierda. Por tanto, el plano de la trayectoria de las puntas del rotor se inclinará a la izquierda, y se obtendrá una componente lateral izquierda de empuje que se opone al empuje del rotor 33 a la derecha. Este estado también puede compensarse colocando el centro de gravedad de la aeronave a la izquierda, dando una inclinación a todo el mecanismo 52 de la cabeza del rotor, o por



173499

1946

cualquier otro medio, si se desea, sin apartarse del alcance del presente invento.

5 Para soportar el árbol motor 100 del rotor de cola 33, se dispone un nuevo montaje oscilador con tres brazos ajustables, absorbedor de las vibraciones y fácilmente ajustable. Una sección típica del empenaje del helicóptero se representa en la figura 15 y comprende los miembros estructurales longitudinales 82 con jaulones 380 para armar transversalmente la estructura y para proporcionar un punto de apoyo en forma de cartela 382 en la parte inferior del fuselaje. 10 Unas cartelas superiores 384 forman puntos de apoyo para unos tirantes superiores 386 que sostienen una placa 388. Un tirante inferior 390 se une a la cartela 382 y a la parte inferior de la placa 388, la cual lleva un par de anillos de retención 392 para soportar un apoyo 394 de alineación automática. 15 El anillo interior del soporte 394 sostiene el árbol motor 100. Con la presente estructura, el árbol motor 100 puede ajustarse fácilmente y ser soportado con solidez en toda su longitud regulando los tirantes 386 y 390 que 20 están provistos de uniones con tensor. Esta estructura absorbe las vibraciones del árbol, igualmente, e impide que las mismas hagan vibrar las partes delanteras del helicóptero.

#### Fu n c i o n a m i e n t o mecánico

25 En el manejo del helicóptero que se acaba de describir, el nuevo mecanismo de control y la disposición y funciones de las palas 56 del rotor hacen que la combinación del rotor y cuerpo del helicóptero sea plenamente controlable por las razones que luego se señalarán.



173499

1946

En las condiciones que se van a explicar ahora, no se describirá la acción del rotor de cola 33, pero se entenderá que para el control en torno del eje vertical de la aeronave, el paso del rotor de cola 33 puede ser alterado; y que para compensar diferentes momentos de giro del rotor principal, también puede modificarse el paso. Ha de observarse que cuando el helicóptero está volando hacia delante, la acción del aire que pasa sobre el fuselaje y el rotor de cola compensará en cierta medida el momento de giro de las palas 56, de modo que el paso del rotor de cola 33 y la potencia absorbida por el mismo pueden reducirse.

En la siguiente descripción de la maniobra del aparato, la inclinación del plano de la trayectoria de las puntas del rotor principal 56 se ha exagerado en las figuras 17 a 21 inclusive, y el ángulo de incidencia de las palas 56 se ha escogido arbitrariamente con el fin de exponer un ejemplo. Las curvas seleccionadas son meramente demostrativas del funcionamiento del aparato y en las condiciones reales. Las verdaderas curvas para unas condiciones dadas de vuelo sólo se aproximarán al carácter de las curvas que se muestran en las figuras 23 a 25. En estas curvas, asimismo, las aceleraciones angulares dinámicas y las fuerzas creadas en el sistema rotor, que se reflejan sobre el cuerpo 30 del helicóptero, no han sido tenidas en cuenta. En la práctica efectiva, sin embargo, estos momentos dinámicos influyen sobre el manejo de la aeronave y serán explicados después de que se hayan expuesto la descripción de los fundamentos básicos de funcionamiento representados en las figuras 17 a 25



173499

En la figura 17, el helicóptero se muestra en la posición que tomaría al despegar verticalmente desde el suelo por la acción de las palas 56 del rotor. El ángulo de incidencia de las palas 56 se aumentará moviendo la palanca de control 192 desde la posición representada de trazo lleno a la de líneas de trazos. La acción de la palanca 192 es la de aumentar el ángulo de incidencia de las palas 56 aumentando simultáneamente el rendimiento energético del motor 92 mediante sistemas de control articulados de la válvula de mariposa, que no se han representado, pero que han sido descritos en la antes citada patente norteamericana Número 2.318.259. Cuando el helicóptero descansa sobre el terreno, y cuando es aumentado el ángulo de incidencia de las palas 56, las mismas formarán un cono hacia arriba en una posición representada por la que se muestra digramáticamente en la figura 17. Con número de revoluciones constante, cuando se dé a las palas un ángulo de incidencia cada vez mayor, el plano formado por la trayectoria de las puntas de las palas 56 del rotor se moverá hacia arriba. El ángulo exacto del cono y la posición del plano de la trayectoria de las puntas es determinado por la fuerza ascensional de las palas 56 y por las fuerzas centrífugas que actúan sobre las mismas, en la medida en que son compensadas por el peso de la aeronave y cualesquiera fuerzas de aceleración que modifiquen dicho peso. Así, la fuerza ascensional total de todas las palas es siempre igual y de sentido opuesto al peso completo de la aeronave cuando se halla en vuelo no acelerado.

Quando la fuerza ascensional de las palas 56 es



1946

173499

suficiente, el helicóptero despegará del suelo. Suponiendo que el helicóptero en el despegue pesa 1134 kilogramos, la fuerza ascensional de cada una de las tres palas será de 378 kilogramos para igualar exactamente dicho peso. Así, para mantener un estado de vuelo, deben proporcionarse al rotor un ángulo de incidencia y una alimentación de energía suficientes para igualar exactamente la fuerza debida a la gravedad. Cuando el suministro de energía a las palas del rotor rebasa dicho valor, el helicóptero ascenderá y cuando las fuerzas disminuyan por debajo del valor en cuestión, el helicóptero descenderá. En cualquier caso, la velocidad de ascenso o de descenso será determinada proporcionalmente por la diferencia en el suministro de energía al rotor por encima o por debajo de la potencia requerida para sostener la aeronave, o sea, 378 kilogramos por pala.

En la figura 18 se representa la posición de diversos órganos de la aeronave cuando el plano de la trayectoria de las puntas de las palas 56 del rotor se inclina hacia delante para hacer que, consiguientemente, la aeronave se mueva en dirección de avance. El piloto moverá hacia delante la varilla 194 de control cíclico del paso. El mecanismo de control 52 se inclinará para delante en un valor proporcional a la inclinación de la barra de control 194, pero no necesariamente en la misma magnitud. Al inclinar el mecanismo 52, el paso de las palas 56 se modificará cíclicamente para hacer que el plano de la trayectoria de las puntas de las palas 56 del rotor se incline hacia delante, y las palas 56 girarán en torno de un eje virtual de rotación, que no coincide con el eje real de rotación

—

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



173499

1948

5 que contiene el árbol motor. El montaje universal de las pa-  
las permite tal acción sin que las mismas se vean sometidas a  
esfuerzos excesivos. La inclinación del mecanismo rotor y las  
fuerzas que lo producen se describirán con más detalle en re-  
lación con la figura 23.

10 En la figura 19, se representa la acción del heli-  
cóptero al ser acelerado. El plano de trayectoria de las pun-  
tas de las palas 56 del rotor se inclina hacia delante desde  
la vertical y por consiguiente ejercerá una componente hori-  
zontal de fuerza y hará que el sistema rotor se mueva virtual-  
mente en sentido horizontal a través del aire. A causa de la  
inercia del cuerpo 30 del helicóptero, el mismo se inclinará ha-  
cia delante en forma muy parecida a un péndulo en relación con  
un punto acelerado de suspensión. La magnitud de la inclina-  
15 ción es limitada a causa de las conexiones de las articulacio-  
nes móviles con las palas del rotor, dispuestas en lados opues-  
tos del árbol rotor (véase figura 11). Cuando el helicóptero  
se mueve hacia delante, existirá también una fuerza presente  
para hacer que se mueva hacia arriba a causa de que la poten-  
20 cia requerida para sostener la aeronave disminuirá a medida que  
la velocidad de la aeronave aumenta. Esta fuerza existe porque  
cuando el helicóptero está en movimiento de avance hay un paso  
adicional de aire a través del rotor, debido a dicho movimien-  
to. Constituye un hecho generalmente aceptado que se requie-  
25 re menos fuerza para dar a una gran masa de aire un pequeño  
incremento de velocidad que para dar a una pequeña masa de aire  
un gran incremento de velocidad. Así, cuando el rotor se in-  
clina y se mueve con respecto al viento relativo, una gran ma-  
sa de aire pasa a través de él. Hasta velocidades de 70 a 90



1946 173499

kilómetros por hora, antes de que la resistencia al avance del rotor y del fuselaje tenga efectos serios, la potencia necesaria será virtualmente reducida más allá de la requerida para sostener la aeronave a velocidad cero con respecto al aire. Sobre esta velocidad, sin embargo, la potencia requerida se incrementará de nuevo debido a la predominante influencia de la resistencia al avance del rotor y del fuselaje.

Debido a la inclinación hacia delante del cuerpo 30 del helicóptero, el mecanismo de inclinación 52 se inclinará hacia delante con respecto al plano de trayectoria de las puntas de las palas 56 del rotor. Esta inclinación del mecanismo 52 será una función de la del cuerpo 30 en torno del punto de soporte de las palas 56 del rotor. La proporción de cambio de la inclinación del cuerpo es muy importante en el presente invento porque, dentro de ciertos límites proporciona un elemento definido de tiempo para que reaccione el piloto.

Cuando el cuerpo 30 del helicóptero se inclina a la posición representada en la figura 19, la barra 194 de control cíclico del paso puede moverse hacia su posición original con respecto al fuselaje.

Sin embargo, se observará que en esta posición con respecto al fuselaje, la barra está aún inclinada con respecto a una línea normal a la trayectoria de vuelo. Cuando en estado de ascensión se alcanza una altitud suficiente, el paso total se reduce mediante la barra de control 192 la cual se mueve desde la posición representada en trazo lleno hasta una posición



173499

MAY 1946

en la cual el paso y la potencia disponibles para las palas 56 del rotor igualen a los requeridos para el vuelo a nivel horizontal.

5 En la figura 20 se ha representado un estado exagerado de la posición del helicóptero en vuelo horizontal. En este estado, la dirección del movimiento de toda la aeronave es directamente hacia delante. La resistencia al avance producida por el viento relativo sobre el fuselaje y la estructura circundante hará que el centro de gravedad de la aeronave 10 oscile hacia atrás con respecto al punto de soporte en el centro del rotor. El mecanismo de inclinación 52 puede estar virtualmente paralelo al eje longitudinal del cuerpo del helicóptero, pero está inclinado con respecto al horizonte. En tales condiciones, las palas 56 del rotor ejercerán una compo- 15 nente horizontal de empuje en la misma dirección que el vuelo del helicóptero y a esta fuerza le será opuesta la acción de la resistencia al avance sobre el cuerpo del helicóptero y la componente horizontal de la resistencia al avance determinada por el rotor. Los equilibrios de las fuerzas se representan 20 más claramente en el diagrama de la figura 20A. El empuje tirará de la aeronave hacia delante incrementando la resistencia al avance del rotor y la del fuselaje hasta que sus sumas igualen el vector propulsor de empuje. La inclinación será siempre tal que el momento en torno del centro de gravedad del 25 fuselaje y los pares fuerza ascensional-peso y empuje-resistencia al avance se igualen. Las distintas acciones se describirán con más detalle en relación con la figura 25.

En la figura 21 se representa diagramáticamente y



173499

5 un tanto exagerada, en gracia a la claridad, la posición del  
helicóptero en la desaceleración. La barra de control 194 se  
mueve hacia atrás para hacer que el mecanismo de inclinación  
52 bascule hacia atrás con respecto al cuerpo del helicóptero  
y en algunos casos de vuelo desacelerado, con respecto a una  
línea que es normal al horizonte. La acción del mecanismo de  
inclinación 52 será la de hacer que el plano de la trayecto-  
ria de las puntas de las palas sea opuesto al descrito en re-  
lación con la figura 18 y que una componente de empuje dirigi-  
da hacia atrás sea ejercida por las palas del rotor para hacer  
10 que el helicóptero se desacelere. Al desacelerar desde la ve-  
locidad de mínima potencia hasta una velocidad virtualmente ce-  
ro en relación con el aire, la barra 192 de control total del  
paso se moverá desde la posición representada de trazo lleno  
15 hasta la posición de trazos para aumentar el paso total de las  
palas 56 y la potencia disponible para las mismas con el fin  
de mantener el helicóptero a una altitud dada. La razón pa-  
re incrementar el paso es la de que cuando el helicóptero pier-  
de velocidad con respecto al aire que lo sustenta, la poten-  
cia necesaria para sostener la aeronave se incrementará por  
20 las mismas razones que se expusieron en relación con la figura  
19 cuando la aeronave es acelerada, excepto que la acción de  
los controles quedará invertida.

25 De lo que antecede, serán evidentes los principios  
generales de funcionamiento de un helicóptero y quedarán ex-  
plicadas las razones inherentes al hecho de que el helicópte-  
ro pueda levantar una carga mayor cuando despegue con aire re-  
lativamente fuerte, ya que el viento relativo y no el movimien-



1946 173499

to absoluto es el que determina la fuerza ascensional. Los detalles de funcionamiento de los diversos órganos descritos anteriormente se expondrán a continuación en relación con gráficos que demuestran estos fundamentos,

5 La figura 22 es un gráfico que tiene como base la graduación desde 0 a  $360^{\circ}$  de rotación de las palas 56 del rotor con respecto al cuerpo 30 del helicóptero. Así, a cero grados, la pala 56 está dirigida hacia el rotor de cola 33. A  $90^{\circ}$ , en el sentido de la rotación, el rotor 56 está a la  
10 derecha del cuerpo 30 del helicóptero. A  $180^{\circ}$ , el rotor 56 está delante del cuerpo del helicóptero. A  $270^{\circ}$ , la pala 56 está a la izquierda del cuerpo del helicóptero. A  $360^{\circ}$ , la posición del rotor 56 es la misma que a  $0^{\circ}$ , comenzando un nuevo ciclo. En la figura 22 se han representado también peque-  
15 ñas secciones de la pala 56 del rotor en el ángulo de incidencia, el ángulo entre la línea de ausencia de fuerza ascensional del elemento de lámina de aire y el plano normal del árbol del rotor, que tendrán en varios puntos del ciclo de revolución cuando el helicóptero está en estado de vuelo a velocidad ce-  
20 ro con respecto al aire. Una línea horizontal lleva el número 378 que representa los kilogramos de fuerza ascensional ejercidos por una pala dada del rotor para sostener el helicóptero en oposición a la fuerza debida a la gravedad que actúa sobre el helicóptero. El ángulo de incidencia de la pala se repre-  
25 senta como de  $10^{\circ}$ . Se entenderá, sin embargo, que para cargar diferentes y para distintas aeronaves en circunstancias diferentes, este ángulo de incidencia puede ser diferente para sostener la aeronave. Se observará que el ángulo de incidencia



173499  
1946

es virtualmente de  $10^\circ$  en la posición de  $0^\circ$  y también en las posiciones de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  y  $360^\circ$ , cuando el centro de gravedad está en tal posición longitudinal y lateralmente que el eje virtual y el real de rotación coinciden. Tal representación muestra que en vuelo, o elevándose el helicóptero directamente hacia arriba en aire en reposo, la palanca de paso total, 192, es la única empleada porque el ángulo de incidencia de una pala 56 es el mismo a través de todo su ciclo, no requiriéndose paso cíclico.

En la figura 23, en la parte superior, se representa el ángulo de incidencia de las palas a diversas posiciones determinadas por un desplazamiento hacia delante del control del sistema de paso cíclico. A cero grados, el ángulo de incidencia se representa como de  $10^\circ$ . A  $90^\circ$ , se representa como de  $5^\circ$ . A  $180^\circ$ , como de  $10^\circ$ . A  $270^\circ$ , se representa como de  $15^\circ$  y a  $360^\circ$ , que corresponde a la posición  $0^\circ$ , el ángulo de incidencia es de nuevo de  $10^\circ$ . En el centro de la figura 23 aparece una curva senoidal y muestra que el ángulo de incidencia cambiará en forma sinusoidal hasta un grado determinado por la inclinación del mecanismo 52, a que se ha hecho referencia en relación con la explicación de la figura 18 y representado detalladamente en las figuras 10 y 13.

Cuando el ángulo cíclico de incidencia de la pala 56 del rotor se altera, la fuerza ascensional de la pala se modificará y hará que toda la pala ascienda o baje según el ángulo de incidencia sea mayor o menor del ángulo arbitrariamente seleccionado de  $10^\circ$ , como se representa en la figura 23. Así, entre ángulos azimutales de  $0^\circ$  y  $180^\circ$  el ángulo de



1946 173499

incidencia de la pala 56 es menor de  $10^{\circ}$  y la dirección del movimiento de la pala del rotor será hacia abajo. Cuando el ángulo de incidencia de la pala 56 es mayor de  $10^{\circ}$ , la pala ascenderá. Se ha comprobado que el desplazamiento máximo se produce virtualmente  $90^{\circ}$  más tarde que el paso máximo de la pala. Como se representa en la parte inferior de la figura 23, el movimiento de cambio cíclico de paso está representado por una curva senoidal que se mueve por encima y por debajo de la posición que proporciona 378 kilogramos de fuerza ascensional para la pala del rotor. Así, cuando la fuerza ascensional de la pala del rotor es menor de 378 kilogramos, las fuerzas centrífugas que actúan en el sistema rotor se opondrán a la fuerza ascensional y a las de inercia para hacer que la pala se mueva hacia abajo. Cuando la fuerza ascensional de la pala del rotor rebasa los 378 kilogramos, la fuerza del aire sobre la pala se opondrá a la fuerza centrífuga y a las de inercia para levantar la pala. El resultado será que el plano de la trayectoria de la punta de las palas 56 del rotor se inclinará fuera de un plano perpendicular al árbol. El valor completo de la inclinación tendrá lugar casi inmediatamente después que se aplique control y se ha comprobado que en la práctica no tiene sino un retardo muy ligero en el tiempo. La razón de ello es que incluso aunque se introduzca un cambio cíclico constante en el paso, las fuerzas de inercia y centrífugas de la pala harán que la misma ascienda hasta una nueva posición inclinada con un retardo de tiempo que ha resultado ser en algunos casos aproximadamente igual al tiempo requerido para que la pala 56 se desplace a través de  $90^{\circ}$  de azimut, lo que requiere una



MAY 1946

113499

fracción de segundo en el tiempo.

5 El movimiento de la pala de la figura 23 se representa a través de varias revoluciones de una pala de rotor y en retardo de un cuarto de revolución detrás del desplazamiento cíclico de paso que es virtualmente una acción instantánea. En otros términos, para cualquier cambio cíclico del paso, la pala del rotor se moverá luego hacia arriba y hacia abajo para inclinar el plano de la trayectoria de las puntas del rotor, como una función cosenoidal de la inclinación de los medios de control cíclico del paso, porque la fuerza ascensional de las palas en las porciones de avance y de retroceso del ciclo, por ejemplo, variarán virtualmente como una función cosenoidal del cambio del paso. Es de notar que esta función cosenoidal es también una proporción de función de cambio desde el punto de vista del cálculo que posee una amplitud controlada por los medios manuales dentro de ciertos límites. Estos límites son controlados por la característica que, cuando se produce una fuerza ascensional mayor a causa del ángulo incrementado de la pala ésta se moverá hacia arriba fuera de su plano original de trayectoria de las puntas. Esta acción es contrarrestada por la inercia de la pala y las fuerzas centrífugas de restauración, las cuales tienden a mantener el plano de la trayectoria de las puntas de las palas en ángulo recto con el eje de rotación.

15  
20  
25 En la figura 24, se representa diagramáticamente en su parte superior el cambio cíclico de paso requerido para acelerar el cuerpo del helicóptero. La línea de cambio cíclico de paso es una curva senooidal uniforme de amplitud dada. A causa de que el cuerpo 30 del helicóptero se inclinará hacia delan-



173499  
1946

te en una proporción determinada por la distancia desde el punto de apoyo en las palas del rotor al centro de gravedad y por el momento de cabeceo de inercia del fuselaje, el mecanismo de inclinación 52 seguirá basculando en el espacio a causa del momento del fuselaje en la dirección de cabeceo. 5 Esta inclinación del eje del árbol del rotor actuará con el cambio cíclico de paso para inclinar el rotor en mayor medida con respecto al horizonte.

Para un funcionamiento más satisfactorio, la proporción de cambio de inclinación del plano de la trayectoria de las puntas de las palas del rotor bajo el control del piloto debe ser más rápida que la proporción de cambio de inclinación del árbol del rotor debida a la inercia y la resistencia de avance del fuselaje. Cuando la distancia desde el punto de apoyo del helicóptero a su centro de gravedad disminuye, 15 la inclinación del eje del árbol del rotor debida a la inercia y a la resistencia al avance del cuerpo ocurrirá en menor del eje del árbol motor del rotor. Cuando el centro de gravedad del helicóptero se mueve cada vez más desde el punto de apoyo, la proporción de cambio de la inclinación del eje del árbol motor del rotor será más rápida y la aceleración de la nave será consiguientemente más rápida, debido a esta función de la inercia al cambiar la inclinación de todo el rotor. 20

La inclinación del árbol del rotor, debida a la inercia del cuerpo, al poner inicialmente en funcionamiento el helicóptero, difiere de la inclinación que se produce al elevar la velocidad a causa de la resistencia al avance del fuselaje. Debido al giro que se mueve hacia atrás, esta 25

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



1946 73499

resistencia al avance determinará una mayor inclinación a velocidades superiores porque la resistencia en cuestión es una función no lineal de la velocidad del aire. La inclinación del eje del rotor debida a la resistencia al avance se combina con la inclinación de la aeronave debida a la inercia del cuerpo, para dar una inclinación final resultante. Seleccionando un fuselaje con las debidas características de resistencia al avance y con un periodo pendular adecuado debido a la separación del punto de soporte y el centro de gravedad, puede obtenerse cualquier magnitud requerida de anticipación de las funciones de control y la aeronave puede hacerse marchar con la barra 194 de control azimutal en posición vertical con la resistencia al avance del rotor y del fuselaje compensando la componente horizontal de empuje del rotor para obtener la inclinación debida del helicóptero (véase figura 20A).

Si la resistencia al avance del fuselaje es muy reducida a altas velocidades, el rotor debe necesariamente ser inclinado hacia delante por medio de los controles cíclicos solamente, sin beneficio para la resistencia de avance del fuselaje, con el resultado de que es necesario un gran desplazamiento de la barra de control, lo que puede resultar inconveniente para el piloto. El gran batimiento que podría resultar de tal desarreglo o falta de alineación de los ejes real y virtual del rotor, podría causar una vibración incómoda de la aeronave, así como esfuerzos considerables en las partes de las palas.

En la parte superior de la figura 24, se represen-



173499

1946

ta el movimiento de las palas debido al control aplicado durante el vuelo. Tal movimiento de las palas producirá un movimiento hacia delante. Sin embargo, en la figura 24, en su parte inferior, se ve que el movimiento de la pala debido al viento relativo del vuelo hacia delante es de  $180^{\circ}$  fuera de fase con la curva anterior del movimiento de la pala debido al control manual. Cuando la aeronave se mueve hacia delante en el viento relativo, la velocidad del aire sobre el lado que avanza del rotor será mayor en el doble del incremento de velocidad de avance que la velocidad del aire en el lado que retrocede del rotor. Por consiguiente, si la pala estuviera rigidamente unida al cubo 52 del rotor, producirá un empuje mayor debido a su velocidad relativamente mayor con respecto al aire. Sin embargo, cuando la pala está articulada al cubo, la velocidad incrementada es compensada mediante una velocidad hacia arriba de la pala en el lado que avanza del rotor, disminuyendo el ángulo de ataque y, por consiguiente, la fuerza ascensional, sobre la pala que avanza. Inversamente, la pala oscila hacia abajo en el lado que retrocede produciendo una componente de ascenso de viento relativo, aumentando el ángulo de ataque y, por consiguiente, la fuerza ascensional. De este modo, las fuerzas ascensionales y los momentos de la componente vertical en torno de la articulación de batimiento de las palas que avanzan y retroceden son compensados de modo que no existen momentos resultantes de inversión lateral aplicados al árbol del rotor.

El punto elevado del desplazamiento con respecto al plano perpendicular al árbol del rotor se alcanza virtual-



173499

mente a  $180^\circ$  de posición azimutal y el punto bajo se alcanza a unos  $0$  o  $360^\circ$  de azimut. La velocidad máxima de la pala hacia arriba esta en la posición  $90^\circ$  al paso que la velocidad máxima hacia abajo está en la posición  $270^\circ$ .

5            Así, puede verse que el movimiento de la pala debido al viento relativo será opuesto al movimiento de la pala debido al cambio manual cíclico del paso. El movimiento de la pala debido al viento relativo tenderá a inclinar la trayectoria de las puntas de las palas hacia atrás desde su inclinación primitiva. Esta acción, sin embargo, no es suficiente para vencer la inclinación general del plano de la trayectoria de las puntas con respecto al horizonte, determinada por el control cíclico del paso que se requiere para la necesaria inclinación del vector de empuje con el fin de proporcionar la propulsión en el vuelo hacia delante.

10

15

En condiciones normales de situación del centro de gravedad, al acelerar desde velocidad cero con respecto al aire a una alta velocidad en vuelo hacia delante, la amplitud del batimiento debido al viento relativo es inicialmente menor que el batimiento debido al desplazamiento de los mandos manuales de control. Una vez que se ha alcanzado cierta velocidad crítica en que los dos son virtualmente iguales y se anulan, el batimiento debido al viento relativo puede ser virtualmente de un desplazamiento mayor que el batimiento debido al cambio cíclico del paso con respecto al fuselaje.

20

25

Esto ocurrirá solamente en las debidas condiciones de resistencia al avance determinada por el fuselaje, situación del centro de gravedad y momento de inercia por el cabeceo



173499

del fuselaje, ya que estos efectos tenderán a mantener la inclinación de la aeronave con respecto al horizonte a pesar de la inclinación hacia atrás del plano de la trayectoria de las puntas. Por consiguiente, se entenderá que pueden hacerse variaciones en cuanto a la colocación del centro de gravedad, resistencia al avance del fuselaje y momento de cabeceo, con el fin de modificar las características de batimiento, que no sean las del caso general antes descrito.

En la fórmula concordante con el conocimiento actual, de la acción sustentadora de una sección de lámina de aire, la fuerza ascensional es igual al coeficiente de fuerza ascensional por la mitad de la densidad del aire por el área de proyección de la sección de lámina de aire por el cuadrado de la velocidad final. Si el helicóptero de que tratamos está volando en sentido vertical, el medio de control manual cambia el ángulo de incidencia de la pala 56 dentro de su zona de funcionamiento y por consiguiente modifica el coeficiente de fuerza ascensional de dicha pala lo cual altera la fuerza ascensional total de la pala virtualmente de modo lineal. Sin embargo, cuando la velocidad de la aeronave con respecto al aire aumenta, la proporción de cambio de esta fuerza ascensional es virtualmente una función del cuadrado de la velocidad y, por consiguiente, si la pala no estuviera articulada, la fuerza ascensional de una pala 56 debida al viento relativo variaría con el cuadrado de la suma del incremento de velocidad hacia delante sumado algebraicamente a la velocidad rotacional. Así, la magnitud del desplazamiento de batimiento que es de-



173499  
1946

terminado por la velocidad de avance es una función no lineal de la velocidad. Como la fuerza ascensional depende del cuadrado de la velocidad final de la pala, el batimiento que debe igualar esta fuerza ascensional, por consiguiente, depende de la diferencia del cuadrado de la velocidad de la pala en avance y en retroceso. Así, a velocidad de avance reducida, (en que el incremento de velocidad debido a la velocidad de avance que se suma a la velocidad de la pala que avanza y se resta de la velocidad de la pala que retrocede es relativamente pequeño) el desplazamiento del batimiento causado por el viento relativo será pequeño. Sin embargo, cuando el helicóptero alcanza una velocidad más alta, el batimiento aumentará como las diferencias de los cuadrados de las velocidades finales de las palas en avance y en retroceso. A cierta velocidad de avance, ello puede igualar al batimiento que resulta de la aplicación del control cíclico necesario para acelerar el helicóptero en el aire. La velocidad del helicóptero continuará aumentando hasta que se alcanza aquella en que el batimiento producido por las mencionadas diferencias de velocidad relativa contrarresta el ajuste de los controles manuales, de modo que a una inclinación dada del fuselaje, el helicóptero puede volar con una velocidad constante sin batimiento, o con pequeño batimiento, de las palas. El aumento de la amplitud de batimiento con velocidad creciente se representa en la parte inferior de la figura 24.

La figura 25 muestra una curva para el viento relativo y control manual que efectúa la inclinación del pla-



173499

no de la trayectoria de la punta de una pala de rotor para una revolución de la misma. Las curvas de trazo lleno se han trazado para velocidades de avance de 108 y 144 km.p.h. Estas curvas son virtualmente sinusoidales, diferenciando solamente en amplitud. La inclinación del plano de la trayectoria de las puntas debida al control manual se ha representado en la forma de curvas sinusoidales opuestas en fase a las curvas inducidas por el viento relativo y análogamente difieren en amplitud para los valores de 108 y 144 km.p.h.

En el vuelo horizontal real, la inclinación hacia delante del plano de la trayectoria de las puntas debida al control para una velocidad dada puede, en ciertas condiciones, ser igual y opuesta a la inclinación del plano de la trayectoria de las puntas hacia atrás, debida al viento relativo con respecto al fuselaje. Así, para una velocidad dada, puede no haber inclinación del plano de la trayectoria de las puntas del rotor con respecto al plano perpendicular al árbol del rotor. La componente hacia delante del empuje del rotor será igual y opuesta a la suma de la resistencia al avance que actúa sobre el cuerpo del helicóptero  $30^\circ$  y la componente horizontal de resistencia al avance producida por el rotor. Suponiendo que la columna de control se mantiene en una posición fija para el vuelo horizontal, si una fuerza exterior, tal como una racha de aire, tiende a inclinar la nave hacia delante y la soportara en picado, el plano de la trayectoria de las puntas de las palas  $56^\circ$  del rotor se inclina hacia atrás desde el plano de rotación a medida que crece la velocidad, a causa de la acción del vien-



1946

173499

to relativo que antes se ha descrito, y porque la inclinación hacia atrás introduce una componente hacia atrás del empuje la cual, actuando sobre el centro de gravedad, produce un momento que devuelve la aeronave a la posición regulada. La inclinación hacia atrás es percibida también por el fuselaje del helicóptero mediante las conexiones compensadas de las palas 56 del rotor a la cabeza de éste en una dirección tal que pone la aeronave en posición de morro hacia arriba y la devuelve a la trayectoria primitiva de vuelo. Así, cuando las palas oscilan hacia atrás con velocidad aumentada, existe la tendencia a que la aeronave vuelva a su velocidad original de vuelo horizontal e, inversamente, cuando el morro del fuselaje se inclina hacia arriba a causa de una fuerza externa, las palas oscilarán hacia delante del eje de rotación y tienden a devolver la aeronave a su inclinación original. De este modo, esta combinación de elementos produce una magnitud importante de estabilidad estática para el helicóptero.

Se ha comprobado que es ventajoso el obtener datos del batimiento de las palas del rotor con respecto al fuselaje seleccionador un eje arbitrario en el cuerpo 30. Parte de las explicaciones anteriores y de los gráficos de la acción de las palas del rotor en su trayectoria de revolución, se ha tomado con referencia a una línea vertical con respecto a la trayectoria de vuelo. La inclinación del plano de la trayectoria de las puntas con respecto a dicha referencia vertical es lo que determina la translación de la aeronave a través del aire de sustentación. Sin embargo, no



173499

es práctico y a veces es imposible, obtener datos de la acción de las palas del rotor con respecto a una línea vertical trazada a la trayectoria de vuelo sin el empleo de un mecanismo giroscópico complicado y voluminoso para obtener una referencia vertical y unirlo con las palas del sistema rotor para obtener dicha relación. Por esta razón, se han representado los gráficos de las figuras 24 y 25 en los cuales el batimiento de las palas se ha tomado con relación a un eje arbitrario en el cuerpo del helicóptero.

Si incluimos un desfase de aproximadamente  $30^\circ$  que puede producirse a consecuencia de la asimetría del vuelo hacia delante, la inercia de retarda en el batimiento y la frecuencia de vibración de una pala; se ha comprobado que a una velocidad dada, el plano de la trayectoria de la punta de una pala de rotor seguirá una superficie que ascenderá desde el plano normal al eje de rotación sobre la parte delantera de la aeronave y descenderá por debajo del plano normal al eje de rotación por encima de la parte trasera de la misma. Para una velocidad dada de 108 km. p.h., este desplazamiento del batimiento es menor que el desplazamiento para una velocidad de 144 km. p.h., si no se aplica control en cada caso. En la parte superior de la figura 25, estas curvas se han representado en magnitud y desplazamiento similares a los datos experimentales reales. El punto bajo de la curva es la posición normal de batimiento que se produce cerca de la cola de la aeronave, al paso que el punto máximo de la curva representará el batimiento máximo que ocurre junto a la parte delantera de la misma. Se observará que para el mismo paso

BUENA REPRODUCCION  
FOTOGRAFADA DEL ORIGINAL



1946

173499

total, el desplazamiento de la curva para los 144 km. p.h. es considerablemente mayor que para la curva de 108 km.p.h. El plano de referencia desde el cual son medidos estos desplazamientos tanto en la teoría como en la práctica, es el plano del cubo del rotor 52 o el plano perpendicular al eje del árbol de accionamiento del rotor. Este eje es denominado usualmente eje real de la aeronave. El eje <sup>que</sup> es normal al plano desplazado de la trayectoria de las puntas se denomina habitualmente eje virtual.

En la porción inferior de la figura 25, la línea llena A representa la curva de batimiento de las palas del rotor principal sin control aplicado a una velocidad de avance de 144 km.p.h., que es idéntica a la curva A en la porción superior de la figura 25. Esta curva representa la curva teórica o la curva real en el estado particular cuando se obtiene suficiente inclinación de la aeronave mediante un centro de gravedad situado hacia delante y con un valor adecuado de resistencia al avance producida por el fuselaje, con el fin de mantener la velocidad de avance dada de 144 km. p.h. sin la aplicación de control manual. La curva de la parte inferior de la figura 25 (que se representa de trazos largos) muestra una variación sinusoidal típica de la incidencia de las palas que en realidad podría resultar impuesta sobre el rotor para mantener la inclinación hacia delante requerida del eje del árbol de accionamiento del rotor para una colocación del centro de gravedad desplazada más hacia atrás y un valor menor de resistencia al avance producida por el fuselaje. Desplazada en  $90^\circ$  de esta curva



1946

1/3499

y la magnitud análoga, está la curva teórica C de batimiento que sería descrita por la punta de una pala en el aire en reposo cuando fuera aplicado este control cíclico y que se ha representado por líneas de trazos cortos. Cuando esta curva teórica de batimiento debido al control se suma algebricamente con el batimiento de vuelo hacia delante sin control aplicado, la curva resultante final puede considerarse como representada por una línea D compuesta de trazos largos y cortos. Esta curva final demuestra una curva experimental real de desplazamiento de batimiento obtenida de estados medios de funcionamiento. Se observará que el batimiento máximo hacia arriba se produce aproximadamente en la posición  $210^{\circ}$ , junto a la parte delantera del helicóptero; y el batimiento mínimo ocurre junto a la cola del mismo,

En la rotación de una pala 56 de rotor en torno de su eje, las palas oscilarán hacia arriba y hacia abajo fuera de un plano normal a dicho eje. Al oscilar de este modo, aparecerán aceleraciones y desaceleraciones angulares, las cuales modificarán consiguientemente la acción de una pala. Tales aceleraciones puedan superponerse sobre las curvas senoidales (que se han empleado al explicar el funcionamiento práctico del aparato) para obtener valores ciertos corregidos con retardos y avances diferentes producidos por la inercia de los órganos, por la amortiguación aerodinámica de una pala en el aire y por los efectos giroscópicos del sistema giratorio. Por esta razón, las curvas representadas en las figuras 23 a 25 <sup>no</sup> serán exactas, sino que han de ser consideradas sólo como aproximadas con el fin de explicar plenamente el presente invento de forma que les sea posible a otros profesionales su construcción y manejo. Por ejemplo, el abatimiento debido al control manual puede ser ha-



173499

1946

5  
10  
15

cia arriba en la parte posterior de la aeronave para el vuelo hacia delante y hacia abajo en la parte delantera de la misma. La aceleración debida a este control ejercerá, por consiguiente, una fuerza máxima hacia arriba cuando una pala del rotor esté junto a la cola del aerodino y una mínima cuando la pala se extiende hacia delante de la aeronave, porque la pala debe cambiar desde el movimiento hacia arriba al movimiento hacia abajo con respecto al cuerpo 30. Inversamente, el batimiento debido al viento relativo será virtualmente el opuesto al citado y será máximo junto a la parte delantera del cuerpo 30. Por tanto, en el vuelo hacia delante, una curva de fuerza resultante del batimiento mecánico de las palas, cualquiera que sea el batimiento causado por la acción aerodinámica, puede ejercer fuerzas no uniformes que tienden a levantar el rotor en sus posiciones de proa y popa, y el plano de la trayectoria de las puntas puede no ser un plano exacto, sino que puede parecer en cierto modo similar a una lámina circular alabeada

#### FUNCIONAMIENTO SIN ACCIONAMIENTO MECANICO

20

En la anterior descripción, se ha explicado la acción del helicóptero en estado de funcionamiento con accionamiento mecánico. La aeronave es asimismo plenamente controlable cuando se corta el suministro de energía, estado llamado de autorotación.

25

Como se ha señalado antes, la barra 194 de control cíclico del paso se inclinaba en la dirección en la cual se deseaba la translación de la aeronave. La potencia del motor 92 era suministrada al árbol 50 para hacer girar las palas 56



173499

del rotor. El ajuste angular cíclico con respecto a la horizontal de las palas 56 las hacia inclinarse en forma de plano inclinado de la trayectoria de las puntas.

5 En estado autorotativo, el viento relativo que asciende a través del rotor proporciona la fuerza que mantiene la rotación de las palas 56. Para el vuelo hacia delante, el plano de la trayectoria de las puntas de las palas 56 está inclinado normalmente hacia la parte trasera del helicóptero. En estas condiciones, la barra 192 de control cíclico del paso  
10 será todavía capaz de inclinar el plano de la trayectoria de las puntas de las palas 56 del rotor de forma que se obtiene control direccional para el helicóptero. La trayectoria de planeo del rotor será hacia delante y hacia atrás si la barra 192 de control cíclico del paso se inclina hacia delante. Así,  
15 el paso de aire a través de las palas 56 será hacia arriba y hacia la parte posterior. Este flujo es opuesto al paso del aire cuando se aplica energía a las palas del rotor. Sin embargo, la acción de la barra 192 de control cíclico del paso al cambiar el plano de la trayectoria de las puntas del rotor es  
20 similar cuando se aplica energía a las palas aunque el ángulo de ataque de las palas se modifica mediante la dirección alterada del paso de aire a través del rotor.

25 Cuando se desea descender verticalmente o planeando en estado de autorotación, el brazo 194 de control total del paso se baja de modo que el ángulo de incidencia de las palas 56 sea de dos a ocho grados, por ejemplo. Se ha comprobado que la autorotación puede conseguirse con ángulos diferentes de incidencia y por consiguiente, las cifras anteriores, dadas a modo de ejemplo, no deben ser interpretadas en sentido limi-



173499

tativo.

Si el helicóptero está desoandiendo verticalmente sin alimentación mecánica, la velocidad de autorotación del sistema rotor representa una cantidad determinada de energía cinética, análoga a la energía que puede acumularse en el volante en rotación de un motor. A medida que el helicóptero se aproxima a tierra, el paso total de todas las palas puede aumentarse súbitamente tirando a fondo de la pala 194 de control total del paso. El rotor se desacelerará y al hacerlo cederá parte de la energía cinética a la corriente de aire. La fuerza ascensional adicional que se producirá será igual al peso de la aeronave por el factor mediante el cual se desacelera. Así, la velocidad de descenso del helicóptero puede disminuirse ~~o~~ conseguirse un aterrizaje con lenta velocidad de descenso.

Al aterrizar planeando con motor parado, la barra 192 de control cíclico del paso se inclina para conseguir control longitudinal y lateral para el helicóptero, en la misma forma que se explicó anteriormente en relación con el vuelo con motor funcionando. El sistema rotor sustentador impulsará entonces el rotor de cola 33 y los pedales pueden ser accionados para modificar la incidencia de las palas del rotor de cola 33 con el fin de crear control direccional para el helicóptero. Al acercarse a tierra, el piloto puede aumentar el paso y tirar hacia atrás de la barra 192 de control cíclico del paso de modo que la fuerza ascensional del rotor sustentador pueda incrementarse momentáneamente y la dirección de empuje del rotor se dirigirá hacia la parte poste-



173489  
1946

rior para proporcionar un aterrizaje a pequeña velocidad.

5 El presente sistema de control emplea las palas  
mismas para obtener una función reveladora para el mecanismo  
de control y hace que las palas sean maniobrales en la misma  
forma para accionamiento con energía mecánica o para funcio-  
namiento de autorotación. Por esta razón, este aparato tie-  
ne diversas ventajas sobre los de la técnica anterior, los  
cuales carecen de esta función. Como el mecanismo mediante  
el cual se controlan las palas en azimut comunica siempre a  
10 las mismas un cambio virtualmente sinusoidal del paso, la di-  
rección de movimiento de la aeronave estará normalmente en la  
misma dirección que el movimiento o desplazamiento de la ba-  
rra de control azimutal, si el retardo, virtualmente de  $90^\circ$ ,  
de las palas en rotación, se prevé en la construcción o di-  
15 sño del sistema de control. Como el cambio de paso de las  
palas es función del seno del ángulo a través del cual se des-  
plaza el control, la trayectoria real de las palas será fun-  
ción del coseno de este mismo ángulo. Así, la inclinación del  
plano de trayectoria de las puntas del rotor con respecto al  
20 helicóptero está siempre normalmente bajo el completo control  
y regulación del piloto. Se sabe también que el batimiento na-  
tural de las palas debido al vuelo hacia delante es virtualmen-  
te una curva cosenoidal y, por consiguiente, el mecanismo cí-  
clico mediante el cual las palas son controladas por el pi-  
25 loto en el vuelo hacia delante, está de acuerdo por lo menos  
con los armónicos primarios del desplazamiento natural de las  
palas. Por esta razón, el helicóptero es igualmente contro-  
lable a gran velocidad como a velocidad cero y funcionará en



173499

1946

5 cualquier dirección en azimut con respecto al cabeceo de su cuerpo. La sensibilidad y perfección de control del rotor por el piloto a diferentes velocidades, en todas las direcciones, en calma lo mismo que con rachas, es una de las razones primordiales para el satisfactorio funcionamiento de esta máquina.

10 Aunque se ha descrito y representado con detalle particular una forma de adaptación práctica de un helicóptero para su funcionamiento en cualesquiera condiciones, ha de entenderse que el mecanismo empleado es ilustrativo y podría ser modificado dentro del conocimiento de un profesional, a la vista de la presente descripción, sin apartarse por ello del espíritu del invento. Por estas razones, no se desea que el invento quede limitado a la forma específica representada y descrita sino únicamente por el alcance de las siguientes reivindicaciones.

15 Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el nueve de mayo de mil novecientos cuarenta y cinco bajo el número 592.862 se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto de Propiedad Industrial.

- o - N O T A - o -

25 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Una aeronave de ala rotativa, que incluye, en combinación, un rotor que tiene por lo menos una pala montada para rotación y movimiento de batimiento en un primer sen



173499

1946

5 tido en respuesta a fuerzas aerodinámicas causadas por el  
movimiento relativo de dicha aeronave y el aire, y medios  
de control movibles para variar cíclicamente la fuerza as-  
censional de dicha pala para inducir el batimiento de la  
misma en un segundo sentido virtualmente opuesto al pri-  
mero, con el fin de dar origen y mantener dicho movimiento  
relativo, siendo el batimiento en el primer sentido vir-  
tualmente una función del cuadrado de la velocidad de di-  
cho movimiento relativo y siendo el batimiento en el se-  
10 gundo sentido virtualmente una función lineal de movimien-  
to de los citados medios de control, y siendo el batimiento  
en el primer sentido virtualmente complementario del bati-  
miento en el segundo sentido para el vuelo estable.

15 2.- Una aeronave de ala rotativa, que incluye en  
combinación un rotor por lo menos con una pala montada pa-  
ra rotación y movimiento de batimiento en un primer senti-  
do en respuesta a fuerzas aerodinámicas producidas por el  
movimiento relativo de dicha aeronave y el aire, y medios de  
control movibles para variar cíclicamente la fuerza ascen-  
20 sional de dicha pala con el fin de inducir el batimiento de  
la misma en un sentido virtualmente opuesto al primero, pa-  
ra dar origen y mantener el citado movimiento relativo, sien-  
do el batimiento en el primer sentido virtualmente una fun-  
ción no lineal de dicho movimiento relativo y siendo el bati-  
25 miento en el segundo sentido virtualmente una función lineal  
del movimiento de dichos medios de control.

3.- Una aeronave de ala rotativa, que incluye,  
en combinación, un rotor por lo menos con una pala montada



173499

1946

5 para rotación y movimiento de batimiento en un primer sentido  
do en respuesta a fuerzas aerodinámicas causadas por el movi-  
miento relativo de dicha aeronave y el aire, y medios de con-  
trol movibles para inducir batimiento de dicha pala en un se-  
gundo sentido virtualmente opuesto al primero con el fin de  
dar origen y mantener dicho movimiento relativo, siendo el  
batimiento en el primer sentido virtualmente una función no  
lineal de dicho movimiento relativo y siendo el batimiento  
en el segundo sentido virtualmente una función lineal del mo-  
vimiento de dichos medios de control.

10 4.- Una aeronave de ala rotativa, que incluye, en  
combinación, un rotor por lo menos con una pala montada para  
rotación y movimiento de batimiento en un primer sentido en  
respuesta a una función del cuadrado de la velocidad del mo-  
vimiento relativo de dicha aeronave y el aire, y medios de con-  
15 trol movibles para variar cíclicamente la fuerza ascensional  
de dicha pala para inducir el batimiento de la misma en un se-  
gundo sentido virtualmente opuesto al primero con el fin de  
producir y mantener dicho movimiento relativo, siendo el bati-  
20 miento en el primer sentido virtualmente complementario del  
batimiento en el segundo sentido para el vuelo estable.

25 5.- Una aeronave de ala rotativa, que incluye, en  
combinación, un rotor por lo menos con una pala montada para  
rotación y para movimiento de batimiento en un primer senti-  
do en respuesta a fuerzas aerodinámicas causadas por el mo-  
vimiento relativo de dicha aeronave y el aire, y medios mo-  
vibles de control del paso para variar cíclicamente la fuer-  
za ascensional de dicha pala con el fin de inducir el bati-



5 miento de la misma en un segundo sentido virtualmente opuesto al primero para producir y mantener dicho movimiento relativo, siendo el batimiento en el primer sentido virtualmente complementario del batimiento en el segundo sentido para el vuelo estable.

10 6.- Una aeronave de ala rotativa, que incluye, en combinación, un rotor por lo menos con una pala montada para rotación y para movimiento de batimiento en un primer sentido en respuesta a fuerzas aerodinámicas producidas por el movimiento relativo de dicha aeronave y el aire, y medios de control movibles para inducir el batimiento de dicha pala en un segundo sentido virtualmente opuesto al primero con el fin de producir y mantener dicho movimiento relativo, siendo el batimiento en el primer sentido virtualmente complementario del batimiento en el segundo sentido para el vuelo estable.

15 7.- En una aeronave de ala giratoria, en combinación, un cubo rotativo en torno de un eje en general vertical, una pala de rotor, medios universales de montaje que une dicha pala con dicho cubo para permitir que la misma oscile en su plano de trayectoria de su punta y se regule angularmente respecto a la horizontal mientras gira, y medios inclinables para controlar el ajuste angular respecto a la horizontal de la misma para hacer que su batimiento ejerza fuerzas direccionales en ángulo con el eje de dicho cubo, estando la dirección de dicha fuerza espaciada virtualmente en  $90^\circ$  de la posición de máximo ajuste angular con respecto a la horizontal de dicha pala.

25 8.- En una aeronave de ala rotativa, en combinación, un cubo giratorio en torno de un eje en general verti-



1946

173499

cal, palas de rotor, medios universales de montaje que unen  
dichas palas con dicho cubo para permitir que dichas palas  
oscilen en su plano de trayectoria de sus puntas y se ajusten  
angularmente con respecto a la horizontal mientras giran  
5 y medios inclinables para controlar el ajuste angular respec-  
to a la horizontal de dichas palas para hacer que el batimien-  
to sinusoidal de las mismas ejerza fuerzas direccionales en  
ángulo con el eje de dicho cubo, estando la dirección de di-  
cha fuerza espaciada virtualmente en  $90^\circ$  de la posición de  
10 ajuste angular máximo con respecto a la horizontal de dichas  
palas.

9.- En un helicóptero que tiene una pala de rotor,  
un cubo accionado mecánicamente y una unión articulada entre di-  
cha pala y el cubo, la combinación de: medios unidos a dicha  
15 pala para cambiar su ángulo de incidencia los cuales compren-  
den una articulación inclinable, medios de cambio total del  
paso unidos a un primer extremo de dicha articulación, medios  
de cambio cíclico del paso unidos al segundo extremo de dicha  
articulación y medios de unión desde una posición entre dichos  
20 extremos a dicha pala.

10.- En un helicóptero que tiene una pala de rotor,  
un cubo impulsado mecánicamente y una unión articulada entre  
dicha pala y el cubo, la combinación de: medios unidos a di-  
cha pala para cambiar el ángulo de incidencia de la misma que  
25 comprenden una articulación inclinable y colocable físicamen-  
te, medios de cambio total del paso conectados en pivote a un  
primer extremo de dicha articulación, medios de cambio cíclico  
del paso conectados en pivote con el segundo extremo de di-  
cha articulación y medios de unión de la articulación desde



173499

1946

una posición entre dichos extremos con dicha pala.

5 11.- En un helicóptero que tiene palas de rotor, un cubo accionado mecánicamente y uniones articuladas entre dichas palas y el cubo, la combinación de: medios conectados con dichas palas para modificar sus ángulos de incidencia, que comprenden una articulación inclinable para cada pala; medios del cambio total del paso conectados con los primeros extremos de dichas articulaciones para alterar los ángulos de incidencia de las mismas simultáneamente, medios de cambio cíclico del paso conectados a los segundos extremos de dichas articulaciones para cambiar los ángulos de ataque de las mismas cíclicamente, y medios de unión para posiciones situadas entre dichos extremos de dichas articulaciones para cooperar las palas separadas.

15 12.- En una aeronave de ala rotativa que tiene por lo menos una pala de rotor con ajuste angular respecto a la horizontal, en combinación, unos primeros medios de control situables para modificar la fuerza ascensional total de dicha pala ajustándola angularmente con respecto a la horizontal, unos 20 segundos medios de control situables para alterar la fuerza ascensional de dicha pala cíclicamente, y una articulación que relaciona dichos primeros y segundos medios de control de modo que la función de unos emplea la posición de los otros como referencia.

25 13.- En una aeronave de ala rotativa que tiene palas de rotor oscilables y ajustables angularmente con respecto a la horizontal, en combinación, unos primeros medios de control situables para alterar la fuerza ascensional total de

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



173499

1946

dichas palas ajustándolas angularmente con respecto a la horizontal de modo simultáneo, unos segundos medios de control situables para cambiar la fuerza ascensional de dichas palas cíclicamente, y medios de articulación situables que interconectan dichos primeros y segundos medios de control de modo que la función de unos emplea la posición de los otros como referencia.

14.- En una aeronave de ala rotativa, que tiene palas de rotor de ajuste angular con respecto a la horizontal con dos grados de libertad, en combinación, unos primeros medios de control situables para alterar la fuerza ascensional total de dichas palas ajustándolas simultáneamente angularmente con respecto a la horizontal, unos segundos medios de control situables para modificar la fuerza ascensional de dichas palas cíclicamente, y medios que interconectan dichos primeros y segundos medios de control de modo que la función de unos emplean la posición de los otros como referencia.

15.- En un helicóptero que tiene un cuerpo y un rotor sustentador, en combinación, un motor que ejerce un momento de giro para poner en rotación dicho rotor, medios virtualmente en el plano de dicho rotor para ejercer una primera fuerza direccional para equilibrar el momento de giro con el fin de impedir la rotación del cuerpo, medios asociados con dicho rotor para hacer que el mismo ejerza una segunda fuerza direccional opuesta a la primera con el fin de impedir la translación de dicho helicóptero debida a dicha primera fuerza, medios de control para variar dicha primera fuerza con objeto de controlar el cabeceo de dicho cuerpo, y medios que incluyen me-



173499

dios de control cíclico del paso para cambiar la dirección y alterar la magnitud de dicha segunda fuerza para controlar los movimientos de translación de dicho helicóptero.

5 16.- En un helicóptero que tiene un cuerpo y un rotor sustentador, en combinación, un motor que ejerce un momento de giro para poner en rotación dicho rotor, medios para ejercer una primera fuerza direccional para equilibrar el momento de giro con el fin de impedir la rotación del cuerpo, medios asociados con dicho rotor para hacer que el rotor ejerza una segunda fuerza 10 direccional opuesta a la primera para impedir la translación del helicóptero debida a dicha primera fuerza, medios de control para variar dicha primera fuerza con el fin de controlar el cabeceo de dicho cuerpo y medios que incluyen medios de control cíclico del paso para cambiar la dirección y alterar la magnitud de dicha segunda fuerza para controlar los movimientos 15 traslacionales de dicho helicóptero.

20 17.- En un helicóptero que tiene un cuerpo y un rotor sustentador, en combinación, un motor que ejerce un momento de giro para poner en rotación dicho rotor, medios virtualmente en el plazo de dicho rotor para ejercer una primera fuerza direccional para equilibrar el momento de giro con el fin de impedir la rotación del cuerpo, medios que inclinan dicho rotor para hacer que el mismo ejerza una segunda fuerza direccional opuesta a la primera para impedir la translación del citado helicóptero debida a la primera fuerza, y medios de control 25 del paso para variar dicha primera fuerza con el fin de controlar el cabeceo de dicho cuerpo.

18.- En un helicóptero que tiene un cuerpo y un ro-



5 tor sustentador, en combinación, un motor que ejerce un momento de giro para poner en rotación dicho rotor, medios para ejercer una primera fuerza direccional para equilibrar el momento de giro con el fin de impedir la rotación del cuerpo, medios asociados con dicho rotor para hacer que el mismo ejerza una segunda fuerza direccional opuesta a la primera para impedir la translación del helicóptero debida a dicha primera fuerza, y medios de control del paso para variar dicha primera fuerza con el fin de controlar el cabeceo de dicho cuerpo.

10

15 19.- En un helicóptero que tiene un cuerpo y un rotor sustentador, en combinación, un motor que ejerce un momento de giro para poner en rotación dicho rotor, medios virtualmente en el plano de dicho rotor que ejercen una primera fuerza direccional para equilibrar el momento de giro con el fin de impedir la rotación del cuerpo, y medios de cambio cíclico del paso para determinar la inclinación de dicho rotor debida a la acción aerodinámica del mismo para hacer que el rotor ejerza una segunda fuerza direccional opuesta

20 a la primera para impedir la translación del helicóptero debida a la primera fuerza.

25 20.- En una aeronave de ala rotativa, en combinación, un rotor con palas giratorio en un plano de trayectoria de sus puntas para sostener y propulsar la aeronave, medios inclinables para alterar cíclicamente el paso de dichas palas en forma virtualmente sinusoidal con el fin de variar su fuerza ascensional en cada revolución, con lo cual el plano de la trayectoria de las puntas se inclinará y se



173499

5 ejercerá con ello una fuerza horizontal para propulsar la aeronave, y medios que unen dichos medios inclinables y dichas palas para hacer que la inclinación del citado plano de trayectoria de las puntas sea virtualmente una función cosenoidal de la inclinación de dichos medios inclinables.

10 21.- En una aeronave de ala rotativa, en combinación, un roter con palas, giratorio en un plano de trayectoria de puntas para sostener y propulsar la aeronave, medios inclinables para cambiar cíclicamente el paso de dichas palas con objeto de variar la fuerza ascensional de las mismas en cada revolución, con lo cual el plano de la trayectoria de las puntas se inclinará y con ello se ejercerá una fuerza horizontal para propulsar la aeronave, y medios que conectan dichos medios inclinables y dichas palas para hacer que la inclinación de dicho plano de la trayectoria de las puntas sea virtualmente una proporción de la función de cambio de la inclinación de dichos medios inclinables.

15 22.- En una aeronave de ala rotativa, en combinación, un roter con una pala giratoria en un plano de trayectoria de puntas, medios inclinables para cambiar de forma virtualmente sinusoidal el paso de dicha pala para variar su fuerza ascensional en cada revolución, con lo cual se inclinará el plano de trayectoria de las puntas, y medios que unen dichos medios inclinables y dicha pala para hacer que la inclinación de dicho plano de trayectoria de las puntas sea virtualmente una función cosenoidal de la inclinación de los medios inclinables.

20 23.- En una aeronave de ala rotativa, medios de control de inclinación para mover un punto de unión



1 3499

1946

virtualmente en movimiento armónico simple, interconectados con una pala de rotor inclinable regulada por dichos medios de control mediante una función virtualmente trigonométrica de dicho movimiento.

5                   24.- En una aeronave de ala rotativa, medios de control de inclinación para producir un movimiento de control virtualmente sinusoidal, interconectados con medios de rotor inclinables controlados por dichos medios de control mediante una función virtualmente trigonométrica de dicho movimiento.

10

25.- En una aeronave de ala rotativa, medios de control de inclinación para ejercer una fuerza de control como movimiento virtualmente armónico simple, interconectados con medios de rotor inclinables controlados por dichos medios de control virtualmente de acuerdo con por lo menos una proporción temporal de cambio de dicho movimiento.

15

26.- En una aeronave de ala rotativa, medios de control de inclinación para ejercer una fuerza de control como función cíclica, interconectados con medios de rotor inclinables controlados por dichos medios de control virtualmente de acuerdo con por lo menos una proporción temporal de cambio de dicha función.

20

27.- En una aeronave de ala rotativa, medios de control de inclinación para ejercer una fuerza de control virtualmente como una función armónica, interconectados con medios de rotor inclinables controlados por dichos medios de control virtualmente de acuerdo con por lo menos

25



7.3499

1946

una proporción temporal de cambio de dicha función.

28° - En una aeronave de ala rotativa, medios de control de inclinación para ejercer una fuerza de control como una función virtualmente trigonométrica, interconectados con medios de rotor inclinable controlados por dichos medios de control virtualmente de acuerdo con, por lo menos, una proporción temporal de cambio de dicha función.

29° - En un helicóptero, en combinación, un motor, un bastidor de incluye un miembro mayor de armazón que soporta dicho motor, una estructura de aterrizaje en saliente sujeta a los lados de dicho miembro, una armadura de empenaje sujeta a la parte posterior de dicho miembro, un rotor auxiliar soportado a un lado de dicha armadura, una cabina sujeta en la parte delantera de dicho miembro, un tabique portafuegos entre dicho miembro y dicha cabina, una torreta sujeta a la parte superior de dicho miembro, un rotor sustentador sostenido por dicha torreta, medios de unión de accionamiento desde dicho rotor al citado rotor y al rotor auxiliar, y medios de soporte ajustables arriestrados para los nervios de unión de accionamiento del rotor auxiliar,

30° - En un helicóptero, en combinación, un motor, un bastidor que incluye miembros de mayores de armazón que soporten dicho motor, una estructura saliente de aterrizaje sujeta a los lados de dicho miembro, una armadura de empenaje sujeta a la parte posterior de dicho miembro, un rotor auxiliar sostenido por dicha armadura, una cabina sujeta a la parte delantera de dicho miembro, un tabique cortafuegos entre dicho miembro y dicha cabina, que forma con los lados de dicho miembro mayor de armadura un paso limitador para el aire



3499

1946

de enfriamiento que pasa por el citado motor, una torreta sujeta a la parte superior de dicho miembro, y un rotor sustentador sostenido por dicha torreta.

5 31º - En combinación con un rotor de helicóptero y con el accionamiento del mismo, un freno para dicho rotor, un embrague unitario y ventilador en dicho accionamiento, un control simple con medios para conectar dicho embrague y liberar dicho freno en una posición y aplicar dicho freno y liberar dicho embrague en otra posición, un interruptor del motor de arranque para el accionamiento del rotor, y medios para desconectar dicho interruptor del motor de arranque cuando está aplicado el embrague.

10 32º - Medios para controlar un helicóptero con un rotor sustentador montado en un árbol, que comprenden en combinación, una placa inclinable que tiene una porción no giratoria conectada con una porción giratoria, medios que unen la porción giratoria con las palas de dicho rotor para controlar cíclicamente su paso, medios para ajustar la relación angular de dicha porción no giratoria con respecto a dicho árbol para ajustar con ello la posición angular de dicha porción giratoria y medios conectados operativamente con dichos medios de unión para ajustar simultáneamente la longitud efectiva de dichos medios de conexión para cambiar simultáneamente el paso de la totalidad de dichas palas.

15 20 25 33º - En un helicóptero, en combinación, un árbol giratorio, un rotor sustentador montado en dicho árbol y con palas libremente articuladas para el movimiento de batimiento y movimiento inducido por la resistencia al avance, medios



7,5499

5 para cambiar el paso para dichas palas, los cuales comprenden:  
una placa inclinable con una porción no giratoria unida a una  
porción giratoria, medios que conectan la porción giratoria  
con las palas de dicho rotor para controlar cíclicamente el  
paso de las mismas, medios para ajustar la relación angular  
de dichas porción no giratoria con respecto a dicho árbol  
para regular con ello la posición angular de dicha porción  
giratoria, medios conectados operativamente con dichos medios  
de conexión para ajustar simultáneamente la longitud efectiva  
10 de dichos medios de unión para cambiar simultáneamente el  
paso de la totalidad de dichas palas, un propulsor auxiliar  
con palas articuladas y espaciado hacia atrás de dicho rotor  
y que tiene su eje dirigido virtualmente en sentido transver-  
sal a dicho helicóptero y colocado virtualmente en un plano  
15 normal al eje de dicho rotor, y medios para cambiar el empuje  
de dicho propulsor auxiliar.

34º - En un helicóptero, en combinación, un árbol  
impulsado mecánicamente, un cubo sostenido por dicho árbol,  
una pluralidad de articulaciones batientes montadas en dicho  
20 cubo, árboles rotativos montados en dichas articulaciones,  
alas sustentadoras sostenidas por dichos árboles, medios de  
control inclinables, montados concéntricamente con dicho ár-  
bol motor, medios manuales para inclinar dichos medios in-  
clinables y conexiones entre dichos medios inclinables y los  
25 citados árboles rotativos, siendo dichas secciones de ala,  
al ser giradas en torno de dichos árboles, capaces de batir  
en su plano de revolución sobre dichas articulaciones baten-  
tes para controlar las fuerzas transversales que actúan sobre



173499

1946

dicho helicóptero.

35<sup>a</sup> - En una aeronave que tiene un rotor sustentador que incluye una pluralidad de palas, estando las mismas montadas para moverse en varios sentidos para batir y ajustarse angularmente con respecto a la horizontal para hacer que las mismas actúen sobre el aire para inclinar el plano de revolución de dichas palas, en combinación, medios para controlar el movimiento de dichas palas de rotor, un fuselaje, y partes estructurales de dicho fuselaje para crear una resistencia aerodinámica al avance con el fin de controlar la posición de dicho fuselaje con lo cual dichos medios de control son afectados para controlar ulteriormente la acción de dichas palas de rotor.

36<sup>a</sup> - En un helicóptero que tiene un cuerpo, en combinación, un rotor sustentador, y medios manuales para inclinar dicho rotor para hacer que el mismo ejerza momentos transversales para propulsar dicho helicóptero, estando separado el centro de gravedad de dicho cuerpo del centro de soporte del rotor para crear un periodo de oscilación de dicho cuerpo, con el fin de modificar la función de dichos medios manuales.

37<sup>a</sup> - En un helicóptero, en combinación, una pluralidad de palas de rotor, medios manuales para cambiar la fuerza ascensional de las mismas como una función virtualmente lineal de fuerza ascensional incrementada para ángulo de ataque aumentado, y medios que responden a la inercia y resistencia al avance del helicóptero para establecer una posición constante para dicho rotor, funcionando la velocidad con relación

MALA REPRODUCCION  
POR DEFECTO DEL ORIGINAL



173499

1946

al aire de dichas palas de rotor como el cuadrado de su velocidad para contrarrestar la función lineal.

38<sup>o</sup> - En una helicóptero que incluye un cuerpo, medios mecánicos de accionamiento, y medios de rotor que tienen por lo menos una pala de rotor articulada en forma universal y giratoria en trayectoria cerrada para describir un plano la trayectoria de la punta y accionados por dichos medios mecánicos de accionamiento para sustentar y propulsar dicho helicóptero, la combinación con estos elementos de medios de control para el helicóptero, los cuales comprendan medios inclinables para controlar la posición de dicha pala y asociados con dicho cuerpo para movimiento con respecto al mismo y con respecto a la trayectoria de vuelo de dicho helicóptero y con respecto a tierra, estando dichos medios inclinables montados con respecto a dicho cuerpo de modo que su inclinación determinará una inclinación virtualmente correspondiente del plano de la trayectoria de la punta de dicha pala de rotor, y medios para inclinar dichos medios inclinables para hacer que la posición de dicha pala varie en cada revolución y obtener mayor fuerza ascensional en virtualmente una mitad de una revolución que en la otra mitad, con lo cual dicha pala será forzada hacia arriba al atravesar dicha mitad del ciclo y hacia abajo en la otra mitad y el plano de la trayectoria de la punta de dicha pala será inclinado hacia arriba en un punto virtualmente entre dicha pala se mueve desde dicha mitad a la otra, estando situado el punto de máxima inclinación del plano de la trayectoria de la punta virtualmente 90<sup>o</sup> después en la trayectoria de rotación de



1946

173499

dicha pala que el punto de máxima fuerza ascensional de dicha pala.

39º - En un helicóptero que incluye un cuerpo me-  
5        dios mecánicos de accionamiento, y medios de rotor por lo me-  
      nos con una pala de rotor giratoria en una trayectoria cerra-  
da para describir un plano de trayectoria de la punta y ac-  
      cionado por dichos medios mecánicos para sustentar y propulsar  
      dicho helicóptero, medios inclinables para controlar la posi-  
      ción de dicha pala y asociados con dicho cuerpo para movimien-  
10      to con respecto al mismo y con respecto a la trayectoria de  
      vuelo de dicho helicóptero y con respecto a tierra, estando  
      dichos medios inclinables montados con respecto a dicho cuer-  
      po de modo que su inclinación determinará una inclinación  
      virtualmente correspondiente del plano de la trayectoria de  
15      la punta de dicha pala de rotor, y medios de control para in-  
      clinarse dichos medios inclinables para hacer que la posición  
      de dicha pala varíe en cada revolución y obtener mayor fuer-  
      za ascensional en virtualmente una mitad de una revolución  
      que en la otra mitad, haciendo la inclinación de la punta del  
20      plano de dicha pala de rotor que el rotor ejerza empuje para  
      propulsar el helicóptero, actuándose sobre el cuerpo de di-  
      cho helicóptero mediante la resistencia aerodinámica al avan-  
      ce, con lo cual la inclinación de dichos medios inclinables  
      se modifica mediante la inclinación del cuerpo del helicóp-  
25      tero.

40º - En un helicóptero que incluye un cuerpo, me-  
      dios mecánicos de accionamiento y medios de rotor con por lo  
      menos una pala de rotor giratoria en una trayectoria cerrada



MAY

1946

773499

para describir un plano de trayectoria de la punta y accio-  
nados por dichos medios mecánicos para sustentar y propul-  
sar dicho helicóptero, la combinación con estos elementos  
de medios de control para el helicóptero, los cuales com-  
prenden medios inclinables para controlar la posición de  
5 dicha pala y asociados con dicho cuerpo para movimiento con  
respecto al mismo y con respecto a la trayectoria de vuelo  
de dicho helicóptero y con respecto a tierra, estando di-  
chos medios inclinables montados con respecto a dicho cuerpo  
de modo que la inclinación de los mismos determine una incli-  
nación virtualmente correspondiente del plano de la trayec-  
10 toria de la punta de dicha pala de rotor, y medios para in-  
clinarse dichos medios inclinables para hacer que la posición  
de dicha pala varie en cada revolución y obtener mayor fuer-  
za ascensional en virtualmente una mitad de una revolución que  
15 en la otra mitad, haciendo la inclinación de la punta del  
plano de dicha pala de rotor que éste ejerza empuje para pro-  
pulsar el helicóptero, actuándose sobre el cuerpo de dicho  
helicóptero mediante la resistencia aerodinámica al avance,  
20 determinando la pendularidad de dicho cuerpo que el mismo  
oscile en torno de su punto de soporte junto al punto de  
unión de dicho rotor con dicho cuerpo, con lo cual la incli-  
nación de dichos medios inclinables se modifica mediante la  
inclinación del cuerpo.

25 41º - En un helicóptero que incluye un cuerpo,  
medios mecánicos de accionamiento y medios de rotor que tie-  
ne por lo menos una pala de rotor articulada en forma univer-  
sal y giratoria en una trayectoria cerrada para describir



173499  
1946

un plano de trayectoria de la punta y accionados por dichos medios mecánicos para sustentar y propulsar el helicóptero, la combinación con estos elementos de medios de control para el helicóptero, los cuales comprenden medios inclinables para controlar la posición de dicha pala y asociados con dicho cuerpo para el movimiento y con respecto al mismo y con respecto a la trayectoria de vuelo del helicóptero y con respecto a tierra, estando dichos medios inclinables montados con respecto a dicho cuerpo de modo que su inclinación determinará una inclinación virtualmente correspondiente del plano de la trayectoria de la punta de dicha pala de rotor, y medios para inclinar dichos medios inclinables con objeto de que la posición de dicha pala varíe en cada revolución y obtener mayor fuerza ascensional en virtualmente una mitad de una revolución que en la otra mitad, siendo virtualmente la inclinación del plano de la trayectoria de la punta de la pala de rotor una función trigonométrica del cambio de la posición de dicha pala de rotor.

42<sup>o</sup> - En un helicóptero que incluye un cuerpo, medios mecánicos de accionamiento y medios de rotor que tienen por lo menos una pala articulada universalmente y giratoria en una trayectoria cerrada para describir un plano de trayectoria de la punta y accionados por dichos medios mecánicos para sustentar y propulsar el helicóptero, la combinación con estos elementos de medios de control para el helicóptero, los cuales comprenden medios inclinables para controlar la posición de dicha pala y asociados con el cuerpo para movimiento con respecto al mismo y con respecto a la trayecto-



175499

ria de vuelo de dicho helicóptero y con respecto a la tierra, estando dichos medios inclinables montados con respecto a dicho cuerpo, de modo que su inclinación determinará una inclinación virtualmente correspondiente del plano de la trayectoria de la punta de dicha pala de rotor, y medios para inclinar dichos medios inclinables para hacer que la posición de dicha pala varíe en cada revolución y obtener mayor fuerza ascensional en virtualmente una revolución que en la otra mitad, siendo el cambio de inclinación de dichos medios inclinables una función de cálculo del cambio de posición de dicha pala, con lo cual la función de control de dichos medios inclinables y dichos medios inclinables se modifican por la inercia y la resistencia al avance de dicho cuerpo para proporcionar una anticipación y amortiguamiento para las acciones de control manual y aerodinámico de dicha pala de rotor.

43º - En un helicóptero que incluye un cuerpo, medios mecánicos de accionamiento y medios de rotor que contiene al menos una pala giratoria en una trayectoria cerrada para describir un plano de trayectoria de la punta y accionados por dichos mecánicos para sustentar y propulsar el helicóptero, la combinación con estos elementos de medios de control para el helicóptero, los cuales comprenden medios articulados para montar dicha pala de rotor con el fin de permitir el movimiento de la misma hacia arriba y hacia abajo con respecto al cuerpo del helicóptero, medios inclinables para controlar la posición de dicha pala y asociados con dicho cuerpo para movimiento con respecto al mismo y con respecto a la trayectoria de vuelo de dicho helicóptero,



MAY 1946

113499

y con respecto a la tierra, y medios para inclinar dichos  
medios inclinables para hacer que la posición de dicha pala  
varie en cada revolución y obtener mayor fuerza ascensional  
en virtualmente una mitad de una revolución que en la otra  
5 mitad cambiando dichos medios de inclinación la fuerza as-  
censional de dicha pala como una función virtualmente lineal  
modificada por la inercia, la resistencia al avance y la pen-  
dularidad de dicha aeronave las cuales modifican también la  
función de dichos medios de inclinación.

10 44<sup>o</sup> - En un helicóptero que incluye un cuerpo, me-  
dios mecánicos de accionamiento y medios de rotor que tienen  
al menos una pala giratoria en una trayectoria cerrada para  
describir un plano de trayectoria de la punta y accionado  
por dichos medios mecánicos para sustentar y propulsar el  
15 helicóptero, la combinación con estos elementos de medios  
de control para el helicóptero, los cuales comprenden medios  
articulados de montaje de dicha pala de rotor para permitir  
el movimiento de la misma hacia arriba y hacia abajo con  
respecto al cuerpo del helicóptero, medios inclinables para  
20 controlar la posición de dicha pala y asociados con dicho  
cuerpo para movimiento con respecto al mismo y con respecto  
a la trayectoria de vuelo del helicóptero y con respecto a  
la tierra, y medios para inclinar dichos medios inclinables  
para hacer que la posición de dicha pala varíe en cada revo-  
25 lución y obtener mayor fuerza ascensional en virtualmente  
una mitad de una revolución que en la otra mitad, cambian-  
do dichos medios de inclinación la fuerza ascensional de di-  
cha pala como una función virtualmente lineal modificada por

SE PROHIBE LA REPRODUCCION  
POR FOTOCOPIA DEL ORIGINAL



1946

175499

la inercia, la resistencia al avance y la pendularidad de  
dicha aeronave, las cuales modifican también la función de  
dichos medios de inclinación actuando el viento relativo  
diferencialmente sobre dicha pala en las porciones en avan-  
5 ce y en retroceso de su ciclo para modificar la fuerza as-  
censional de la misma con una función virtualmente no lineal  
de la velocidad con respecto al aire para hacer que dicha pa-  
la oscile hacia arriba y hacia abajo en torno de los citados  
medios articulados.

10 45° - En un helicóptero que incluye un cuerpo, me-  
dios mecánicos de accionamiento y medios de rotor con por  
lo menos una pala articulada de forma universal giratoria en  
trayectoria cerrada para describir un plano de trayectoria  
de la punta y accionados por dichos medios mecánicos para  
15 sustentar y propulsar dicho helicóptero, la combinación con  
estos elementos de medios de control para el helicóptero,  
los cuales comprenden medios inclinables para controlar la  
posición de dicha pala y asociados con dicho cuerpo para  
movimiento con respecto al mismo y con respecto a la tra-  
20 yectoria de vuelo del helicóptero y con respecto a la tie-  
rre, y medios para cambiar el paso de dicha pala igualmen-  
te en todas las porciones de su trayectoria de revolución  
para alterar su fuerza ascensional, siendo dichos medios de  
control accionables en virtualmente la misma forma estén o  
25 no en funcionamiento los medios mecánicos de accionamiento.

46° - En un helicóptero que incluye un cuerpo, me-  
dios mecánicos de accionamiento y medios de rotor por lo me-  
nos con una pala articulada de modo universal giratoria en



1946

173499

una trayectoria cerrada para describir un plano de trayectoria de la punta y accionados por dichos mecánicos para sustentar y propulsar dicho helicóptero, la combinación con estos elementos de medios de control para el helicóptero los  
5 cuales comprenden medios inclinables para controlar la posición dicha pala y asociados con el cuerpo en cuestión para movimiento con respecto al mismo y con respecto a la trayectoria de vuelo del helicóptero y con respecto a la tierra, medios para cambiar el paso de dicha pala de modo igual en todas las porciones de su trayecto de revolución para alterar  
10 su fuerza ascensional siendo dichos medios de control accionables en forma virtualmente la misma estén o no en funcionamiento los medios mecánicos de accionamiento, y medios que conectan dichos medios inclinables con dichos medios de control y con dicha pala, los cuales comprenden una articulación  
15 oscilante que tiene su primer extremo accionado por dichos medios de cambio total del paso, un segundo extremo accionado por dichos medios de control cíclico del paso y un punto intermedio conectado con dicha pala.

20 47° - En un helicóptero que incluye un cuerpo, medios mecánicos de accionamiento y medios de rotor con por lo menos una pala giratoria en una trayectoria cerrada para describir un plano de trayectoria de la punta y accionados por dichos medios mecánicos de impulsión para sustentar y propulsar el helicóptero, estando dichos medios de rotor montados  
25 con respecto al centro de gravedad de la aeronave para hacer que la posición normal de la misma esté en alineación vertical con respecto a la tierra y para hacer que la aeronave



1946

113499

se incline con el fin de mantener la posición vertical cuando se halla suspendida en el aire mediante dicho rotor, medios inclinables para controlar la posición de dichas palas y asociados con dicho cuerpo para movimiento con respecto al mismo y con respecto a la trayectoria de vuelo del helicóptero y con respecto a la tierra, y medios de control que incluyen medios para inclinar dichos medios inclinables con el fin de hacer que la posición de dicha pala varíe en cada revolución y obtener mayor fuerza ascensional en virtualmente una mitad de una revolución que en la otra mitad, y medios para cambiar el paso de dicha pala de modo igual en todas las porciones de su trayecto de revolución para alterar la fuerza ascensional de la misma, siendo dichos medios de control accionables virtualmente en la misma forma cuando están en funcionamiento los medios mecánicos de accionamiento y cuando no lo están.

48º - Los detalles de novedad virtualmente como se han descrito y representado.

49º - Una aeronave de alas rotativas.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Entre líneas "que" y "no", valen.

Esta Memoria consta de setenta y siete hojas escritas por una sola cara.

Madrid,

P. 8 MAY 1946

Alberto de Elizaburu

Por él

Ch/



1946

175499

## CLAVE DE REFERENCIAS CORRESPONDIENTES A LOS DIBUJOS

=====

- A. - Plano de la trayectoria de las puntas de las alas
- B. - Vertical
- C. - Eje virtual
- CH.- Batimiento debido al control desplazado en  $90^\circ$  de la curva B
- D. - Eje real
- E. - Empuje
- F. - Fuerza ascensional
- G. - Resistencia del rotor al avance
- H. - Resistencia del fuselaje
- I. - Momento del fuselaje
- J. - Peso
- K. - Incidencia  $10^\circ$
- L. - Ascenso
- LL.- Vuelo hacia delante
- M. - A c. d. g. neutro
- N. - Plano normal al árbol
- Ñ. -  $\pm 5^\circ$  de control cíclico aplicado
- O. - Movimiento de la pala
- P. - Cambio cíclico del paso
- Q. - Inclinación del rotor
- R. - Cambio cíclico del paso aplicado por control manual
- RR.- Batimiento causado por el cambio cíclico del paso
- S. - Batimiento natural inducido por el vuelo acelerado hacia delante





173499

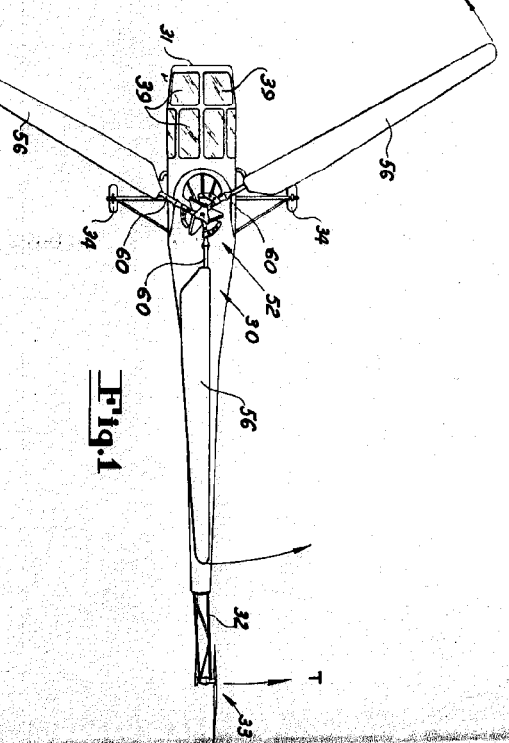


Fig. 1

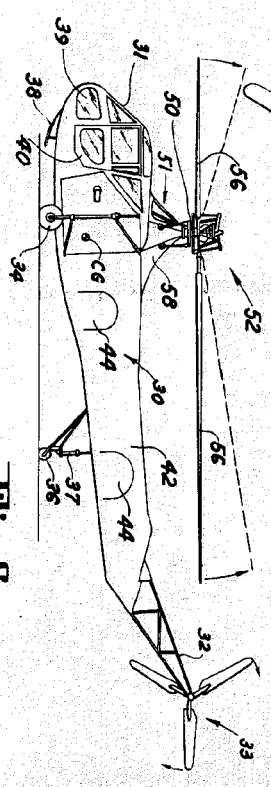


Fig. 2

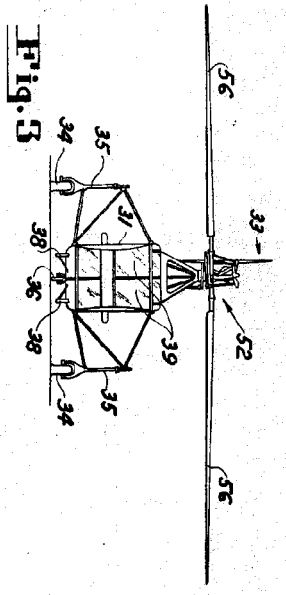


Fig. 3

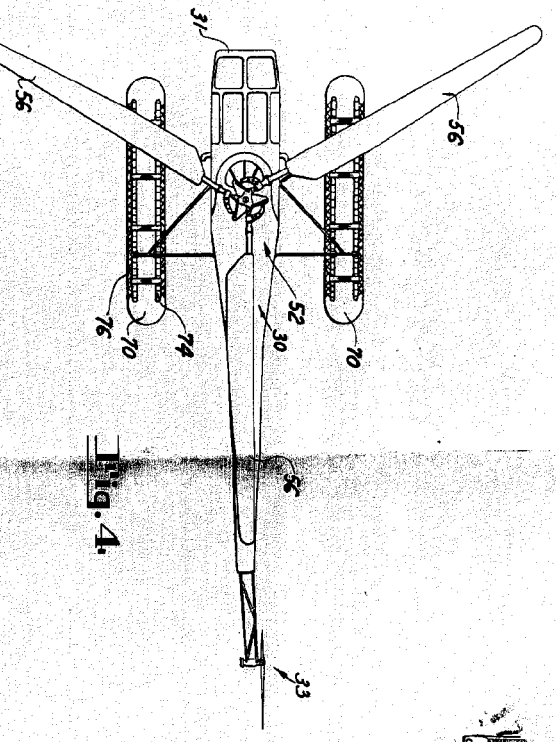


Fig. 4

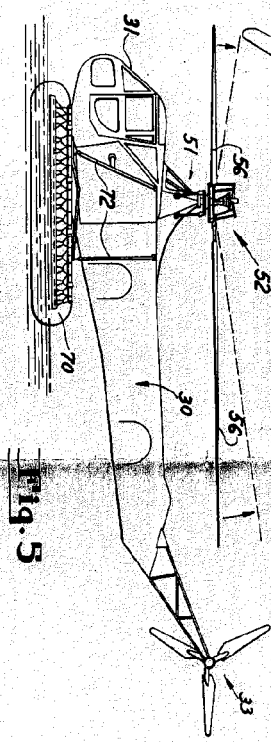


Fig. 5

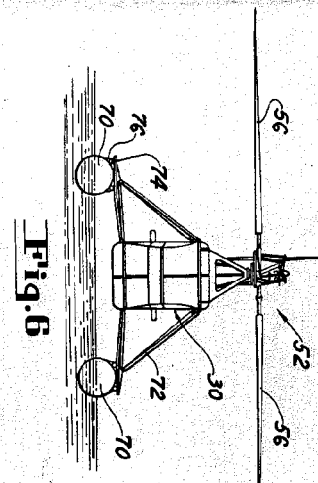


Fig. 6

*W. H. ...*  
 I hereby certify that the above is a true and correct copy of the original drawing as filed in the office of the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D. C.



193499

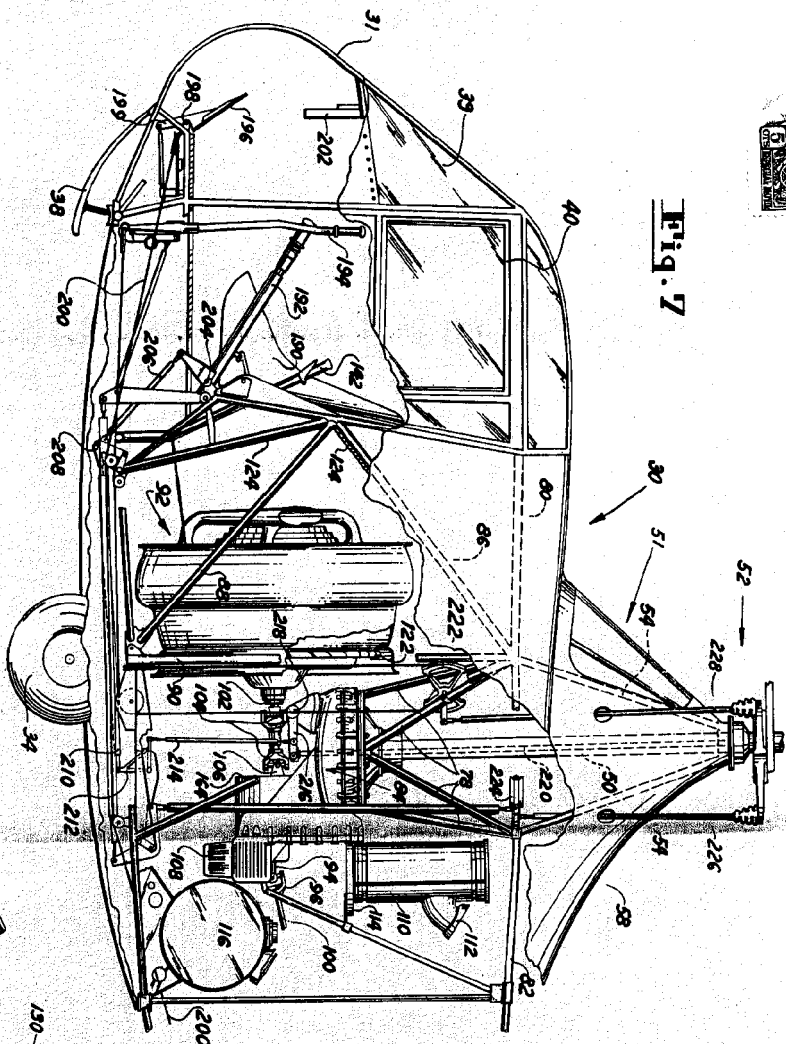


Fig. 7

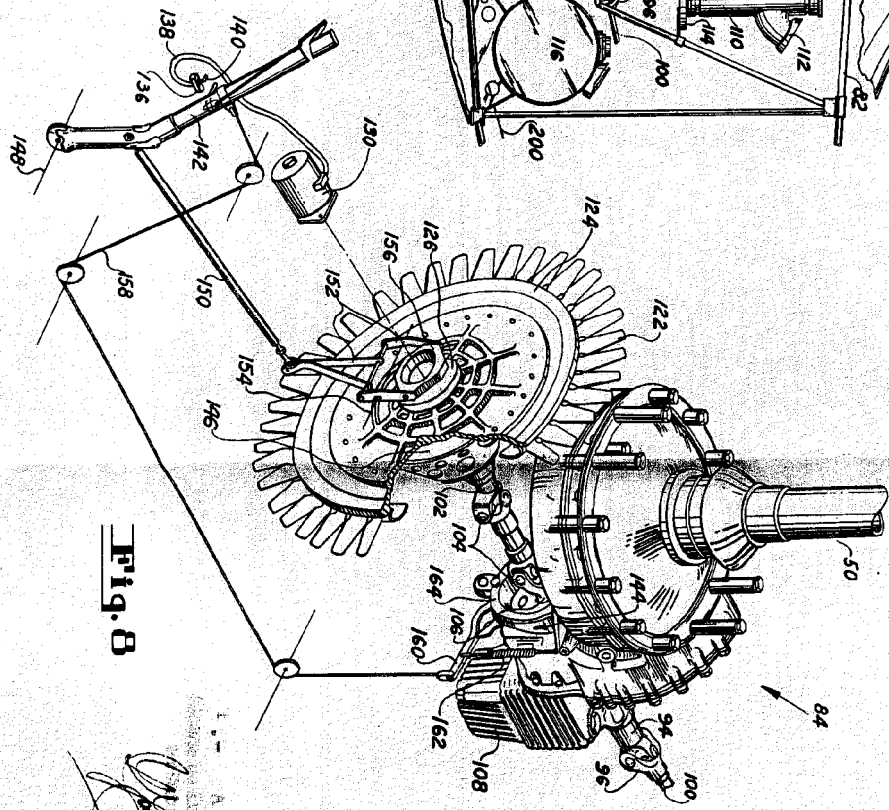


Fig. 8

*Handwritten signature or initials.*

1934 99

Fig. 9

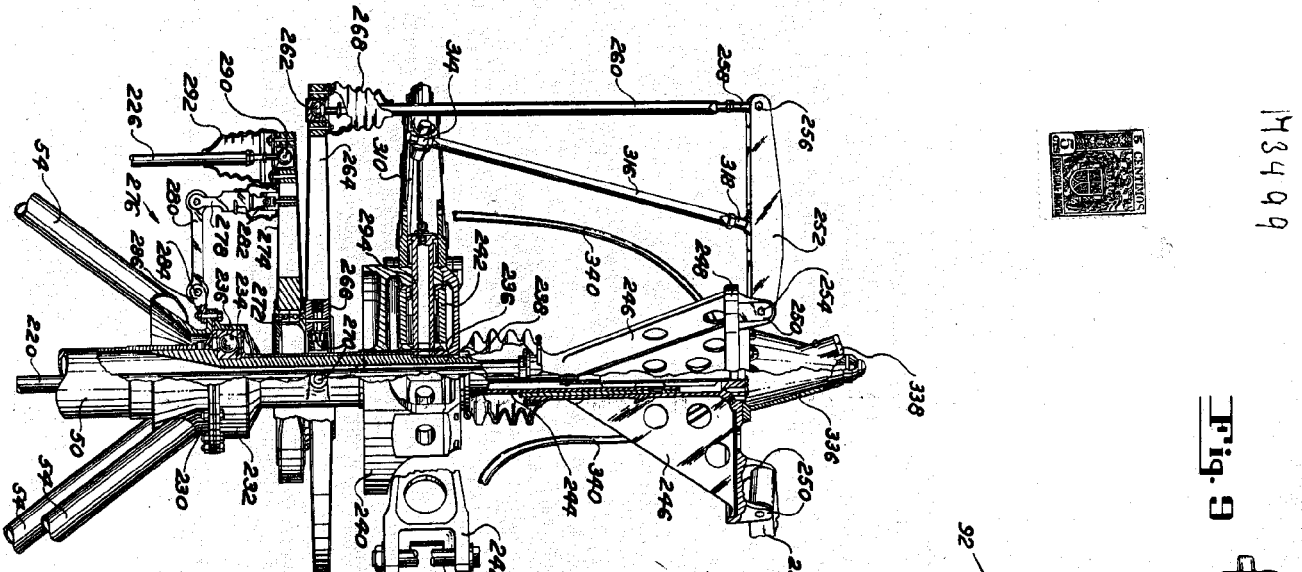


Fig. 10

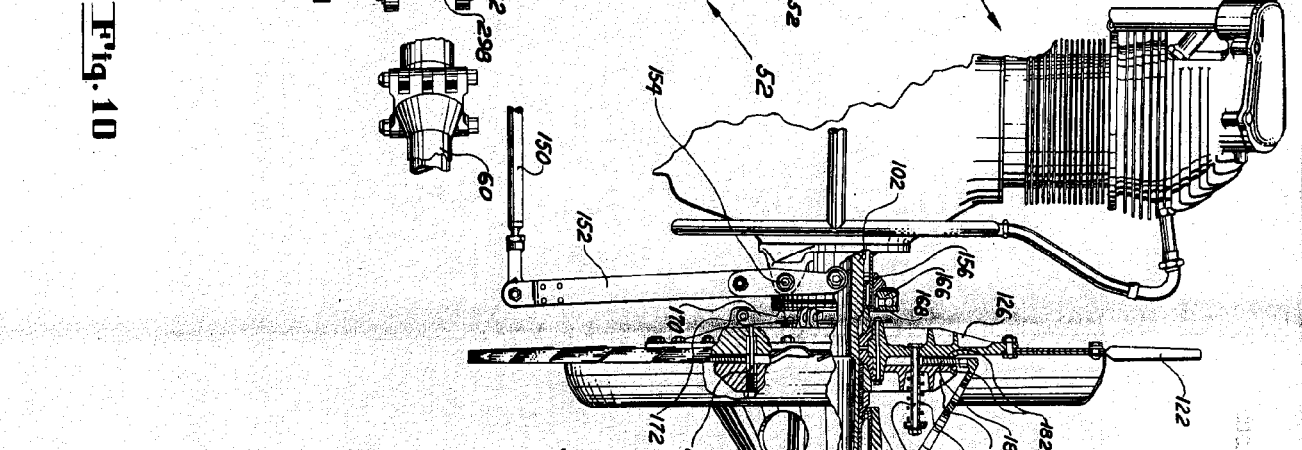
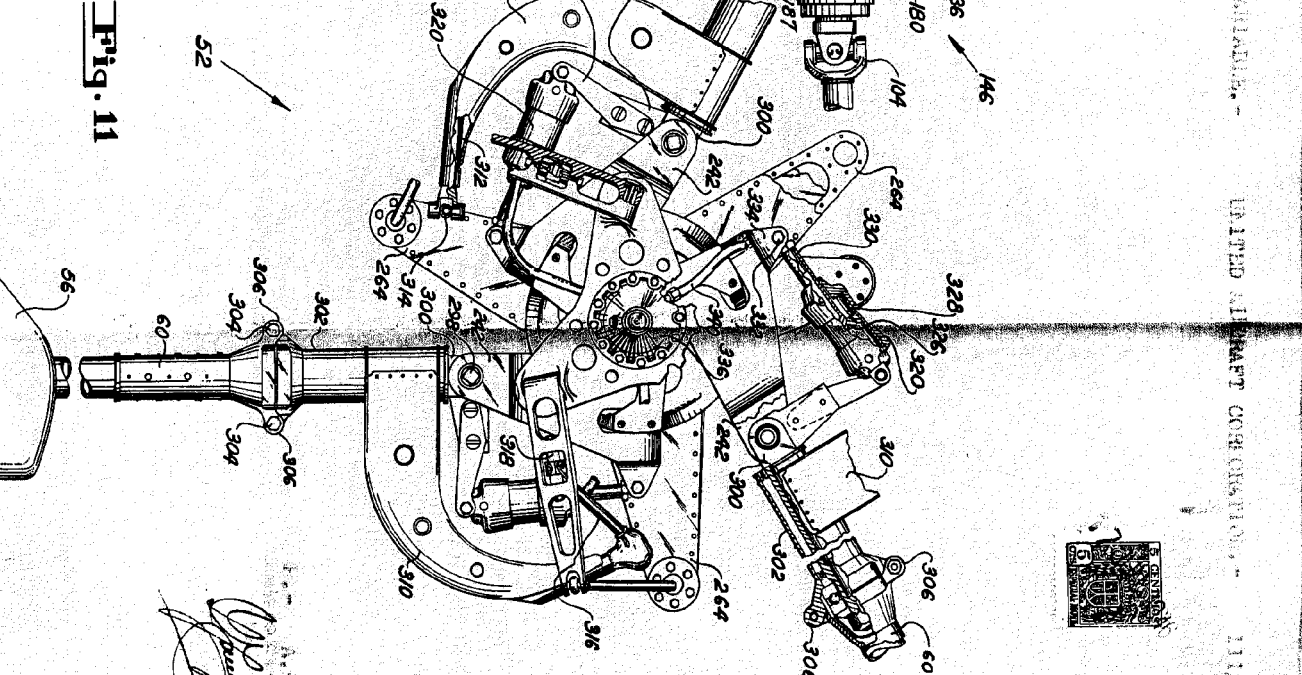
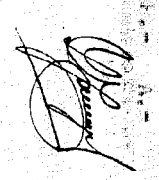
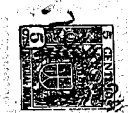
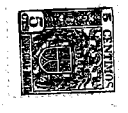


Fig. 11



  
 W. H. ...  
 Inventor



U.S. PATENT OFFICE

UNITED AIRCRAFT CORPORATION

11,701

148499

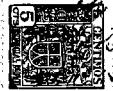


Fig. 22

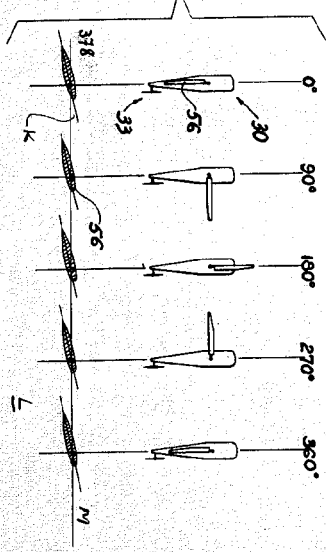


Fig. 23

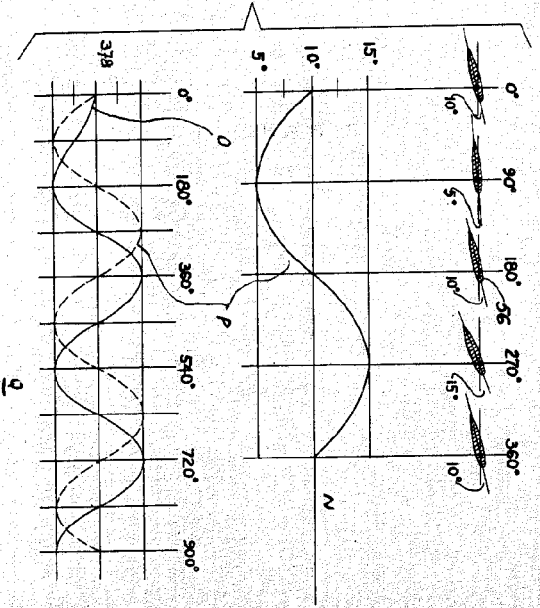


Fig. 24

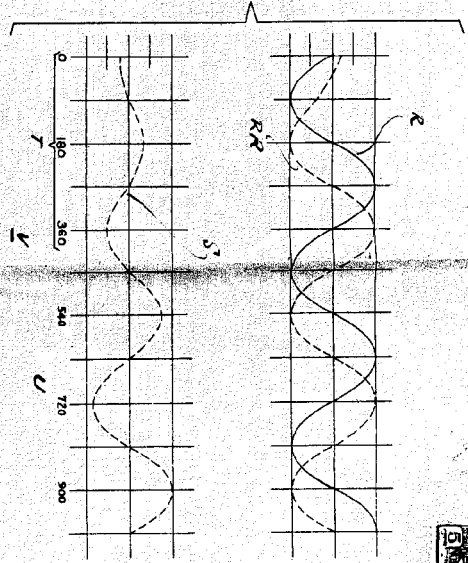
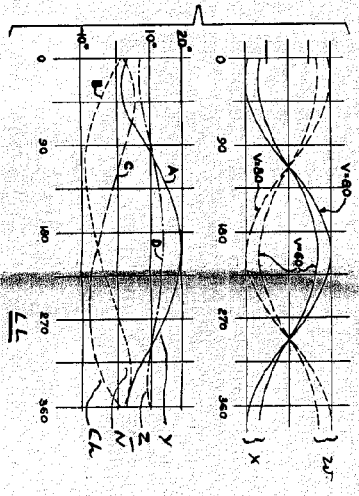
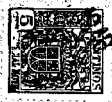


Fig. 25



INVENTOR  
 BY  
 ATTORNEY



193499

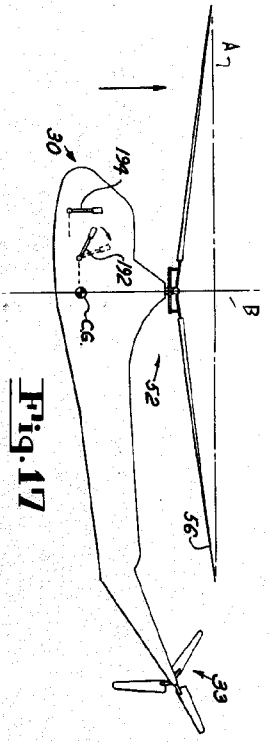


Fig. 17

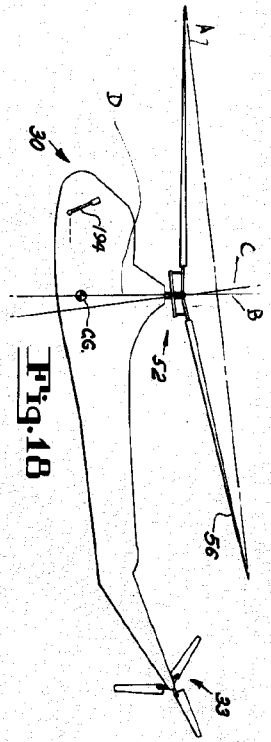


Fig. 18

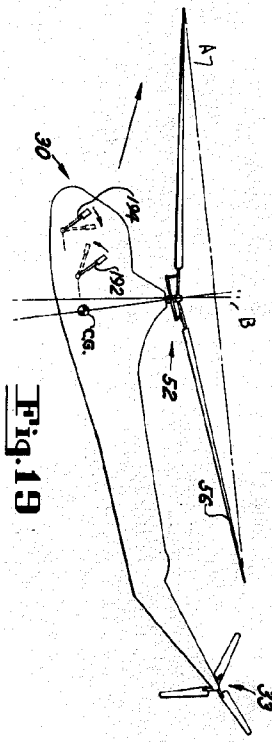


Fig. 19

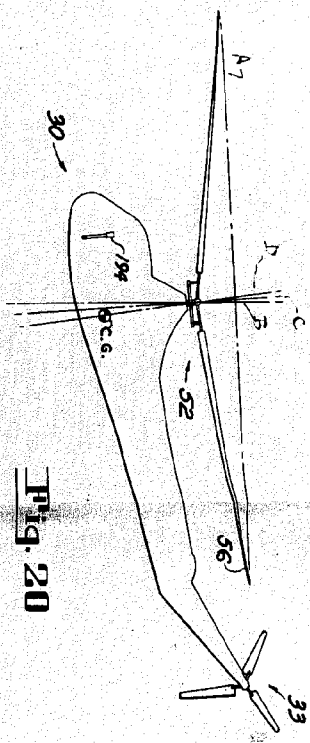


Fig. 20

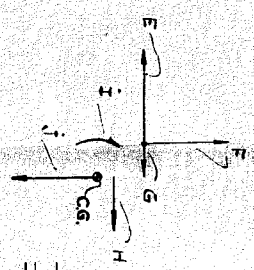


Fig. 20a

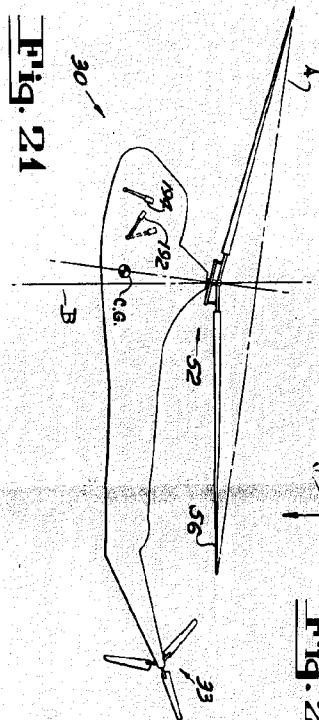


Fig. 21

*W. H. ...*

... PATENT ...



193499

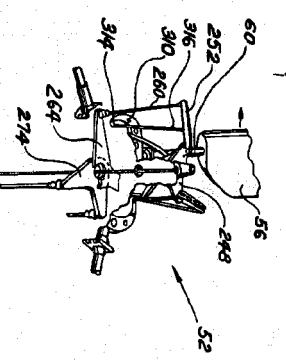


Fig. 12

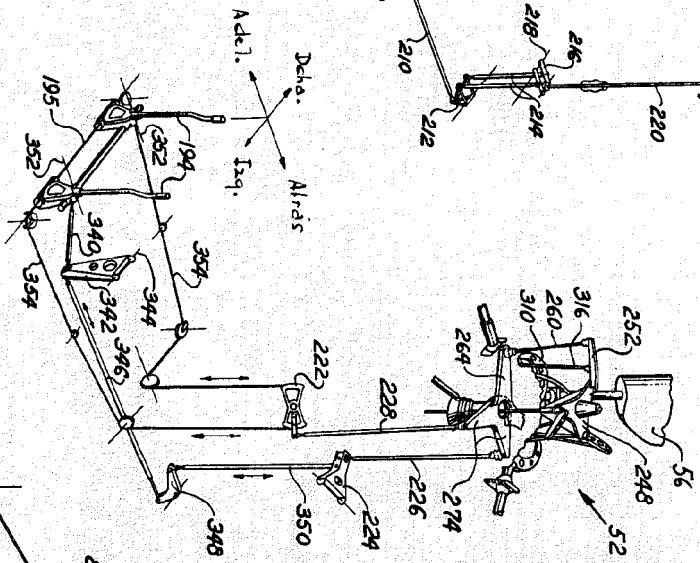


Fig. 13

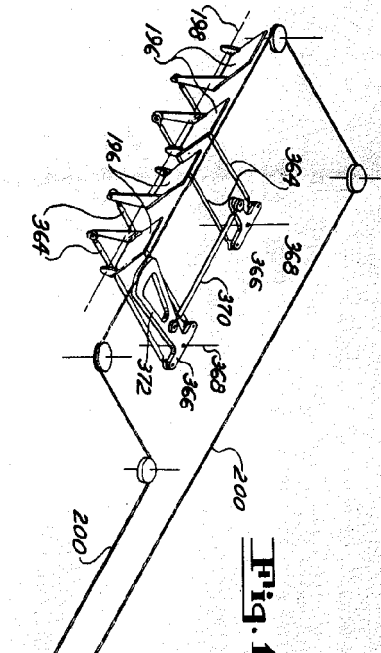


Fig. 14

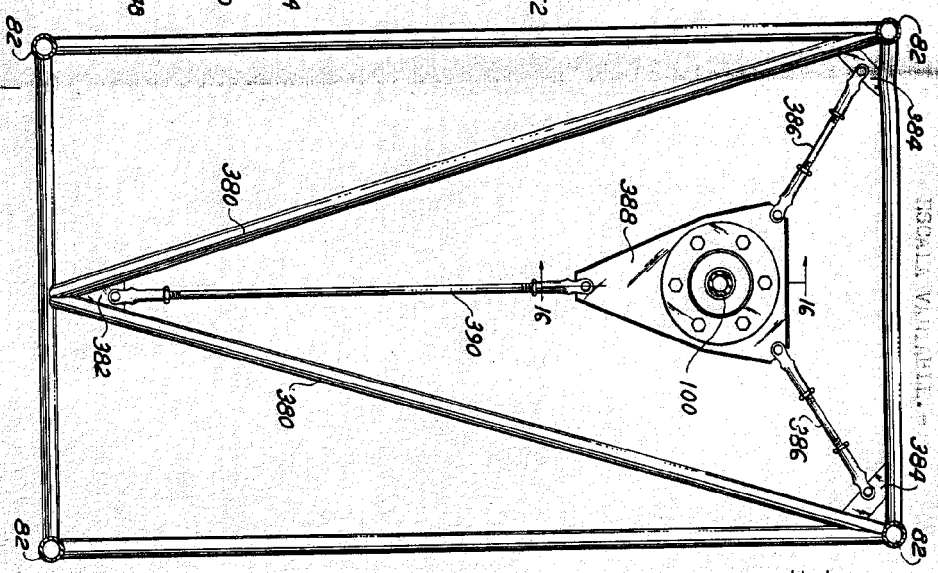


Fig. 15

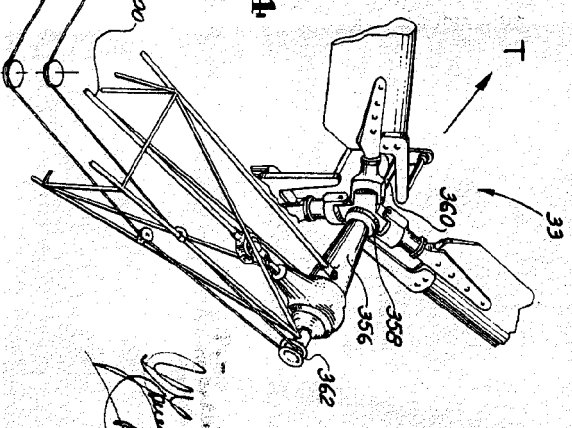
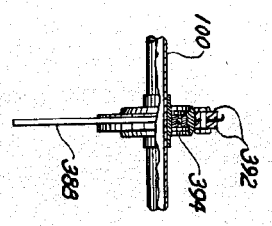


Fig. 16



*W. H. ...*