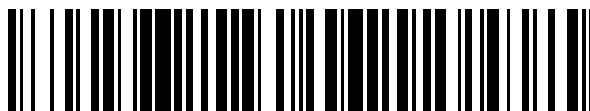


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 436**

51 Int. Cl.:
B64C 11/30 (2006.01)
B64C 11/38 (2006.01)
B64C 11/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07250959 .9**
96 Fecha de presentación: **08.03.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1832509**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.09.2007**

54 Título: **SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE ENCLAVAMIENTO DE PASO DE HÉLICE CONTROLADA.**

30 Prioridad:
08.03.2006 US 370344

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2012

73 Titular/es:
**HAMILTON SUNDSTRAND CORPORATION
ONE HAMILTON ROAD
WINDSOR LOCKS, CT 06096-1010, US**

72 Inventor/es:
**Dowd, Peter J.;
Carvalho, Paul A. y
Perkinson, Robert H.**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 374 436 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de accionamiento de enclavamiento de paso de hélice controlada.

5 La presente invención se refiere a sistemas propulsores y más particularmente a un sistema de enclavamiento de paso al que se le pueden enviar órdenes selectivamente para el enclavamiento de paso sin un vínculo mecánico entre los componentes de hélice giratorios y no giratorios.

10 En los sistemas propulsores típicos de paso variable, varias palas propulsoras, cada una montada de forma pivotante para tener movimiento sobre su eje longitudinal con respecto a un cubo rotatorio impulsado por un motor de una aeronave, se conectan operativamente a un sistema mecánico o hidromecánico de cambio de paso de pala dispuesto dentro del conjunto de cubo. Estos sistemas de accionamiento de cambio de paso de pala normalmente incluyen un enclavamiento de paso para el mantenimiento del paso de la pala en caso de un mal funcionamiento, tal como la pérdida de alimentación hidráulica del sistema.

15 Los sistemas convencionales de enclavamiento de paso a menudo incorporan un tornillo de enclavamiento de paso para proporcionar un mecanismo de trabado que impide que las palas se muevan a un ángulo inferior de pala, además de un mecanismo separado de husillo que se impulsa hacia atrás para impulsar con rotación el tornillo de enclavamiento de paso.

20 Como desventaja, como la condición de enclavamiento de paso ocurre mediante un vínculo mecánico entre los componentes de hélice rotatorios y no rotatorios se necesitan unos cojinetes y un impulsor para transmitir la señal de control al tornillo de enclavamiento de paso, aumentando la complejidad y reduciendo la fiabilidad.

25 En consecuencia, es deseable proporcionar un sistema propulsor de paso variable con un sistema de enclavamiento de paso ligero de peso y sin complicaciones que pueda recibir órdenes selectivamente para el enclavamiento de paso mediante un control de la hélice.

30 El documento US 5141399 describe un sistema de accionamiento de cambio de paso para ajustar el paso de una pala de hélice de paso variable montada giratoriamente en un cubo de hélice.

El sistema comprende un pistón de accionamiento de pala, un pistón de enclavamiento de paso, un conjunto de enclavamiento de paso y un conducto de fluido.

35 A partir del documento US 5141399 se sabe cómo proporcionar un circuito de presión de paso grueso, un circuito de presión de paso fino y un pistón de accionamiento de pala que separa una cámara de paso grueso y una cámara de paso fino. También a partir del documento US 5141399 se sabe cómo proporcionar un pistón de enclavamiento de paso y unos medios de husillo de enclavamiento de paso movibles entre una condición de enclavamiento de paso y una condición de funcionamiento.

40 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un sistema propulsor que comprende:

un circuito de presión de paso grueso que suministra una presión de paso grueso;
 un circuito de presión de paso fino que suministra una presión de paso fino;
 45 un circuito de presión de enclavamiento de paso que suministra una presión de enclavamiento de paso;
 un conjunto de horquilla montado a lo largo de un eje de rotación, dicho conjunto de horquilla incluye un pistón de elemento de accionamiento de cambio de paso que separa una cámara de elemento de accionamiento de paso grueso y una cámara de elemento de accionamiento de paso fino, dicha cámara de elemento de accionamiento de paso grueso se presuriza mediante la presión de paso grueso y dicha cámara de elemento de accionamiento de paso fino se presuriza mediante la presión de paso fino;
 50 un pistón de enclavamiento de paso que separa una cámara de presión de enclavamiento de paso de pistón de enclavamiento de paso y una cámara de presión de paso de pistón de enclavamiento de paso, dicha cámara de presión de enclavamiento de paso de pistón de enclavamiento de paso es presurizada por la presión de enclavamiento de paso y dicha cámara de presión de paso grueso de pistón de enclavamiento de paso es presurizada por el circuito de presión de paso grueso;
 55 un tornillo de husillo de enclavamiento de paso montado a lo largo de un eje de rotación, dicho tornillo de husillo de enclavamiento de paso tiene una ranura externa de pista de bolas de tornillo, dicho tornillo de husillo de enclavamiento de paso se puede mover axialmente a lo largo de dicho eje de rotación en respuesta al movimiento axial de dicho pistón de enclavamiento de paso;
 60 una tuerca de enclavamiento de paso montada sobre dicho tornillo de husillo, dicha tuerca de enclavamiento de paso tiene una rosca interna de enclavamiento de paso;
 una tuerca de bolas de husillo montada dentro de la horquilla y sobre dicho tornillo de husillo de enclavamiento de paso y junto a dicha tuerca de enclavamiento de paso, dicha tuerca de bolas de husillo incluye una ranura interna de pista de tuerca de bolas;

un miembro de predisposición de husillo que predispone dicha tuerca de bolas de husillo hacia dicha tuerca de enclavamiento de paso, dicho miembro de predisposición de husillo se puede aplastar de modo que dicho tornillo de husillo de enclavamiento de paso es movable entre una posición operativa y una posición de enclavamiento de paso, dicha rosca interna de tuerca de enclavamiento de paso se puede trabar con dicha ranura externa de pista de bolas de tornillo en dicha posición de enclavamiento de paso;

un conjunto de soporte de cojinete de husillo montado en un tubo de carga de pistón de enclavamiento de paso;

una electroválvula de enclavamiento de paso en comunicación con el circuito de presión de enclavamiento de paso, dicha electroválvula de enclavamiento de paso se puede hacer funcionar selectivamente para descargar la presión de enclavamiento de paso de manera que dicho tubo de carga de pistón de enclavamiento de paso hace una carrera y el conjunto de soporte de cojinete de husillo también hace una carrera para impulsar el tornillo de husillo de enclavamiento de paso hacia una cubierta abovedada fijada axialmente de elemento de accionamiento para cerrar una separación de enclavamiento de paso para crear un contacto con la cubierta abovedada fijada axialmente del elemento de accionamiento que genera una resistencia axial y torsional que apoya el tornillo de husillo de enclavamiento de paso.

La invención también proporciona un método para el enclavamiento de paso del sistema de hélice mencionado que comprende las etapas de:

- (1) la reducción de la presión de enclavamiento de paso por debajo de una presión de paso grueso;
 - (2) el tránsito axial de un pistón de enclavamiento de paso en respuesta a dicha etapa (1);
 - (3) el tránsito axial de un tornillo de husillo de enclavamiento de paso en respuesta a dicha etapa (2) de tal manera que el tornillo de husillo de enclavamiento de paso tiene impedido el impulso hacia atrás y el husillo realiza el enclavamiento de paso; y
- el deslizamiento axial de la tuerca de bolas de husillo dentro de un agujero de horquilla de accionamiento hasta que la rosca de la tuerca de enclavamiento de paso hace contacto con la ranura de pista de bolas de husillo para el enclavamiento de paso del tornillo de husillo de enclavamiento de paso.

Un sistema propulsor de paso variable acorde con las formas ventajosas de la presente invención proporciona un sistema de enclavamiento de paso en el que las cargas de las palas de la hélice, (es decir, momentos de torsión), se transmiten alrededor de una línea central de la pala, a través de pasadores de pala y tienen la reacción de un conjunto de horquilla como una carga axial. El conjunto de horquilla incluye un pistón de elemento de accionamiento que es capaz de producir hidráulicamente una fuerza que vence las cargas de la pala y colocar las palas en algún ángulo de funcionamiento deseado. El sistema de enclavamiento de paso traba el elemento de accionamiento de la hélice en un lugar axial que corresponde a un ángulo de paso de hélice en curso si el pistón del elemento de accionamiento ya no se soporta o reacciona a las cargas de las palas. El sistema de enclavamiento de paso traba el elemento de accionamiento y evita una disminución del ángulo de las palas cuando hay una condición hidráulica en la que la presión de paso grueso no puede soportar las cargas de las palas. A continuación se traba el paso de la hélice y esta funciona en una situación de paso fijo.

Una electroválvula de enclavamiento de paso se encuentra en comunicación con un circuito de presión de enclavamiento de paso para accionar de forma selectiva el enclavamiento de paso en respuesta a un controlador. La electroválvula de enclavamiento de paso incluye un dispositivo electro-mecánico que normalmente está cerrado, pero puede recibir órdenes para abrirse eléctricamente para descargar la presión de enclavamiento de paso, lo que provoca el accionamiento del sistema de enclavamiento de paso. El solenoide de enclavamiento de paso proporciona un mecanismo que selectivamente traba el paso del sistema propulsor; permite una rutina de prueba incorporada para determinar el estado del sistema de enclavamiento de paso mediante una secuencia ordenada de enclavamiento de paso de la hélice; no requiere ningún vínculo mecánico entre los componentes rotatorios y no rotatorios de la hélice para iniciar el enclavamiento de paso; es independiente de las configuraciones de motor y caja de cambios, es decir, cajas de cambio en línea y desplazadas; y puede iniciar el enclavamiento de paso de forma remota con una señal de un control electrónico o de la cubierta de vuelo, si así se desea.

La presente invención proporciona por tanto un sistema propulsor de paso variable con un sistema de enclavamiento de paso ligero de peso y sin complicaciones que puede recibir órdenes selectivamente para el enclavamiento de paso mediante un control de la hélice.

Las diversas características y ventajas de esta invención se pondrán de manifiesto para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones actualmente preferidas. Los dibujos que acompañan la descripción detallada pueden describirse brevemente como sigue.

- La Figura 1 es una vista en perspectiva general de un ejemplo de realización de motor de turbohélice de turbina de gas para su uso con la presente invención;
- La Figura 2A es una vista en sección de un sistema de turbohélice que ilustra el sistema de control electrónico/hidráulico a lo largo de un eje de cubo de rotación;

La Figura 2B es una vista parcial en sección ampliada de una válvula de sistema de cambio de paso ilustrado en la Figura 2A;

La Figura 3 es una vista ampliada de un husillo, tuerca de bolas de husillo y la tuerca de enclavamiento de paso;

La Figura 4A es una vista ampliada en sección del sistema de enclavamiento de paso en una posición normal de funcionamiento;

La Figura 4B es una vista ampliada en sección del sistema de enclavamiento de paso en una primera posición iniciada;

La Figura 4C es una vista ampliada en sección del sistema de enclavamiento de paso en una segunda posición inicial de reacción de carga de enclavamiento de paso;

La Figura 4D es una vista ampliada en sección del sistema de enclavamiento de paso en una posición de pico de reacción de carga de enclavamiento de paso;

La Figura 5 es una vista esquemática de un sistema de comunicación de enclavamiento de paso;

La Figura 6A es una vista en sección de un sistema de turbohélice que ilustra otro sistema de control electrónico/hidráulico a lo largo de un eje de cubo de rotación; y

La Figura 6B es una vista parcial en sección ampliada de un sistema de cambio de paso ilustrado en la Figura 2A;

La Figura 1 ilustra una vista en perspectiva general de un sistema propulsor 20 impulsado por un motor de turbina de gas (que se ilustra de forma esquemática en 22). El motor 22 hace girar un eje de salida 24 de la turbina a alta velocidad para impulsar un reductor de engranajes (que se ilustra un poco esquemáticamente en 26), que disminuye la velocidad de rotación del eje y aumenta el par de salida. La caja de cambios 26 impulsa un eje 28 de la hélice que hace girar un conjunto de cubo 30 y una pluralidad de palas 32 de hélice que se extienden desde el mismo. El eje A de cubo es sustancialmente perpendicular a un plano P que está definido por las palas 32 de la hélice.

Haciendo referencia a la Figura 2A, se ilustra una vista en sección del sistema 20 de hélice. Una bomba principal 36, para el accionamiento de los distintos mecanismos descritos en esta memoria, proporciona presión hidráulica. La bomba principal 36 proporciona una presión indicada en general por las áreas sombreadas correctamente y, más específicamente, por las denominaciones $P_{\text{subíndice}}$, donde P_C es la presión de paso grueso, P_F es la presión de paso fino, y P_{PL} es la presión de enclavamiento de paso.

La bomba principal 36 proporciona la presión de fluido para el cojinete de transferencia 38 mediante la servo-válvula 42. Preferiblemente también se proporciona un solenoide de variación de paso y una válvula de protección 44 y una válvula de alivio de alta presión 45. El solenoide de enclavamiento de paso 43 se encuentra en comunicación con la línea de presión P_{PL} de enclavamiento de paso.

Desde el cojinete de transferencia 38, la presión P_{PL} de enclavamiento de paso se comunica a un sistema de enclavamiento de paso 46, mientras que la presión P_C de paso grueso y la presión P_F de paso fino se suministran a un sistema 48 de cambio de paso que tiene un elemento de accionamiento 53 de cambio de paso. El elemento de accionamiento de cambio de paso 53 se monta preferiblemente en el eje A de cubo por delante de un conjunto de horquilla 50. Por lo general, al comunicar de forma selectiva la presión P_C de paso grueso y la presión P_F de paso fino con el sistema 48 de cambio de paso, se proporciona hidráulicamente un control de velocidad, sincronización de fases, control beta y variación de paso de las palas 32 de la hélice.

Preferiblemente, una horquilla de cambio de paso se encuentra entre una cámara PC de elemento de accionamiento de paso grueso y una cámara PF de elemento de accionamiento de paso fino, definidas dentro del elemento de accionamiento 53 de cambio de paso. Las cámaras PC, PF, respectivamente, reciben suministro de la presión P_C de paso grueso y de la presión P_F de paso fino desde un circuito PC_C de comunicación de presión de paso grueso y un circuito PF_C de comunicación de presión de paso fino (que se ilustra un poco esquemáticamente) de tal manera que un pistón 49 de accionamiento de cambio de paso es impulsado selectivamente por diferencial de presión entre los mismos. Se debe entender que el sistema de presión hidráulica descrito en esta memoria se ilustra un tanto esquemáticamente ya que con la presente invención se pueden utilizar diversos circuitos de comunicación de presión.

El pistón 49 de accionamiento de cambio de paso se traslada por el eje A para impulsar el conjunto de horquilla 50. El conjunto de horquilla 50 se conecta a un pasador 51 de pala que se extiende desde cada pala 32 de la hélice para controlar el paso de la misma. El conjunto de horquilla 50 se monta en el pasador 51 de pala sobre un eje de pivote P, que está desplazado respecto un eje B de pala sobre el que se inclina cada pala de la hélice.

El sistema 46 de enclavamiento de paso interacciona con el sistema 48 de cambio de paso en respuesta a la presión diferencial entre la presión P_{PL} de enclavamiento de paso y la presión P_C de paso grueso. El sistema 46 de enclavamiento de paso generalmente incluye un pistón 52 de enclavamiento de paso, un tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso, una tuerca 56 de enclavamiento de paso, una tuerca de bolas 58 de husillo situados por lo general a lo largo del eje A de cubo hacia delante con relación al conjunto abovedado 60 que forma parte del conjunto de cubo 30.

Un conjunto 62 de soporte de cojinete de husillo se monta en un tubo 63 de carga de pistón de enclavamiento de paso sobre un tubo 65 de transferencia de enclavamiento de paso, que comunica la presión P_{PL} de enclavamiento de paso al pistón 52 de enclavamiento de paso. El pistón 52 de enclavamiento de paso se coloca para separar una cámara 52C de presión de paso grueso de pistón de enclavamiento de paso de una cámara 52P de presión de enclavamiento de paso de pistón de enclavamiento de paso. La cámara 52C de presión de paso grueso de pistón de enclavamiento de paso recibe el suministro de presión P_C de paso grueso desde el circuito PC_C de comunicación de presión de paso grueso y la cámara 52P de presión de enclavamiento de paso de pistón de enclavamiento de paso recibe el suministro de presión P_{PL} de enclavamiento de paso desde el circuito PPL_C de comunicación de presión de enclavamiento de paso. La presión P_{PL} de enclavamiento de paso es equivalente a la presión de suministro para el equilibrio general del pistón 52 de enclavamiento de paso entremedio. Se debe entender que la presión P_{PL} de enclavamiento de paso será mayor que la presión P_C de paso grueso en una cantidad predeterminada de tal manera que el pistón 52 de enclavamiento de paso es accionado en respuesta a una diferencia predeterminada entre las mismas.

El tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso se impulsa hacia atrás dentro de la tuerca de bolas 58 del husillo en condiciones normales de funcionamiento. El tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso se traslada giratoriamente a la tuerca de bolas 58 de husillo. El tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso incluye una ranura continua 64 de pista de bolas de husillo con un ángulo helicoidal que coincide con el ángulo helicoidal de la tuerca 56 de enclavamiento de paso, y la tuerca de bolas 58 de husillo. El tornillo 54 de husillo se monta dentro de la tuerca 56 de enclavamiento de paso y la tuerca de bolas 58 de husillo para el avance o el retroceso axial giratoriamente por todo el recorrido completo del conjunto 50 de horquilla de elemento de accionamiento.

Un reborde 66 de tornillo de husillo se encuentra en un segmento extremo delantero del tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso. El reborde 66 de tornillo de husillo se separa lejos de una cubierta abovedada fijada axialmente 68 del elemento de accionamiento durante el funcionamiento normal mediante una separación de enclavamiento de paso. En caso de que se produzca un fallo de la presión hidráulica, la separación de enclavamiento de paso se cierra cuando el reborde 66 de tornillo de husillo hace contacto con la cubierta abovedada 68 del elemento de accionamiento para trabar las palas 32 de la hélice en su última posición de paso. El reborde 66 de tornillo de husillo es capaz de reaccionar a toda la producción de presión hidráulica de paso fino del elemento de accionamiento y la consiguiente carga de la pala en condiciones de fallo.

Frente al reborde 66 de tornillo de husillo, un segmento extremo de popa 67 del tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso se monta dentro del conjunto 62 de soporte de cojinete de husillo. El conjunto 62 de soporte de cojinete de husillo se monta en un tubo 63 de carga de pistón de enclavamiento de paso; El conjunto 62 de soporte de cojinete de husillo se mueve axialmente con el tubo 63 de carga de pistón de enclavamiento de paso y proporciona un apoyo con relación al cual gira el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso. Es decir, el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso gira dentro del conjunto 52 de soporte de cojinete de husillo y el conjunto 62 de soporte de cojinete de husillo se puede trasladar axialmente con el tubo 63 de carga de pistón de enclavamiento de paso en respuesta al accionamiento del pistón 52 de enclavamiento de paso que soporta el tubo 63 de carga de pistón de enclavamiento de paso.

La tuerca de bolas 58 de husillo se empareja con el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso. La tuerca de bolas 58 de husillo incluye una ranura continua 72 de pista de bolas de tuerca de bolas coincidente con un ángulo de hélice equivalente al de la ranura 64 de pista de bolas de husillo. La ranura 72 de pista de bolas de la tuerca de bolas proporciona la otra mitad de la pista de bolas para los cojinetes de bolas de apoyo 74. La tuerca de bolas 58 del husillo proporciona tanto la superficie de contacto estacionario para los cojinetes de bolas 74 como la contención del cojinete de bolas y el cruzamiento del cojinete de bolas.

La tuerca de bolas 58, durante el funcionamiento normal, se monta dentro de un agujero 76 de horquilla de elemento de accionamiento y se traslada axialmente con el conjunto de horquilla 50 hasta que el reborde 66 de tornillo de husillo hace contacto con la cubierta abovedada fijada axialmente 68 del elemento de accionamiento en respuesta a una señal de entrada de enclavamiento de paso. En este punto, cuando las cargas de la horquilla 50 del elemento de accionamiento superan una fuerza de predisposición proporcionada por un resorte 78 de tuerca de bolas del husillo, la tuerca de bolas 58 del husillo se desliza axialmente dentro del agujero 76 de la horquilla del elemento de accionamiento hasta que las roscas 86 de la tuerca de enclavamiento de paso hacen contacto con ranura 64 de pista de bolas de husillo para el enclavamiento de paso del tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso y la reacción a las cargas aerodinámicas de las palas.

La tuerca 56 de enclavamiento de paso define una rosca externa de montaje 80 que se corresponde con una rosca interna 82 del agujero 76 de horquilla del elemento de accionamiento. La tuerca 56 de enclavamiento de paso preferentemente incluye un reborde en escalón 84 que coloca la tuerca 56 de enclavamiento de paso relativa al conjunto de horquilla 50 del elemento de accionamiento. Se debe entender que, alternativamente, pueden utilizarse otros accesorios tales como pernos o similares.

La tuerca 56 de enclavamiento de paso incluye unas roscas internas 86 de enclavamiento de paso que preferiblemente proporcionan un perfil toroidal (Figura 3) con el mismo ángulo de hélice que la ranura 64 de pista de bolas de husillo de modo que las roscas 86 de tuerca de enclavamiento de paso se emparejan con ellas. El perfil toroidal de las roscas 86 de tuerca de enclavamiento de paso proporciona una holgura con respecto a la ranura 64 de pista de bolas de husillo (Figura 3) de tal manera que durante el funcionamiento normal de la hélice la ranura 64 de pista de bolas de husillo y las roscas 86 de tuerca de enclavamiento de paso no hacen contacto. Cuando la hélice recibe órdenes de enclavamiento de paso y las cargas de pala resultantes se transfieren a través de la tuerca 56 de enclavamiento de paso al tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso, el ángulo de avance se configura de tal manera que el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso no puede ser impulsado hacia atrás en la tuerca 56 de enclavamiento de paso y la hélice recibe el enclavamiento de paso.

Los cojinetes de bolas 74 proporcionan la zona de contacto dinámica entre la tuerca de bolas 58 del husillo y el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso. Los cojinetes de bolas 74 se desplazan en las ranuras de bolas coincidentes de la ranura 64 de pista de bolas de husillo y la ranura 72 de pista de bolas de tuerca de bolas, cuando la tuerca de bolas 58 del husillo y el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso se mueven relativamente entre sí. El circuito de los cojinetes de bolas 74 puede desviarse en cruzamientos de pistas de bolas situados en la tuerca de bolas 58 del husillo. Los cruzamientos proporcionan la recirculación y el desplazamiento sin restricciones de la tuerca de bolas 58 del husillo en relación con el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso. Debido a que los cojinetes de bolas 74 ruedan en la ranura 64 de pista de bolas de husillo y la ranura 72 de pista de bolas de tuerca de bolas, las pérdidas por rozamiento se reducen al mínimo permitiendo que el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso sea impulsado atrás dentro de la tuerca de bolas 58 de husillo.

Una ranura 88 de chaveta de sincronización se encuentra tanto en la tuerca 56 de enclavamiento de paso como en la tuerca de bolas 58 del husillo en el que encaja un fiador 91. Debido a que la tuerca de bolas 58 de husillo y la tuerca 56 de enclavamiento de paso encajan sobre el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso, las roscas deben sincronizarse correctamente. La ranura 88 de chaveta de sincronización sincroniza la ranura 72 de pista de tuerca de bolas y las roscas 86 de la tuerca de enclavamiento de paso. El ranura 88 de chaveta de sincronización también proporciona una función antirrotación para la tuerca de bolas 58 del husillo. Es decir, para impartir la carga resultante de rotación al tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso, la tuerca de bolas 58 del husillo debe ser mantenida de manera giratoria en apoyo.

El resorte 78 de tuerca de bolas de husillo proporciona una precarga axial en la tuerca de bolas 58 del husillo en relación con la tuerca 56 de enclavamiento de paso para garantizar que en condiciones normales de funcionamiento, el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso funciona a través de los cojinetes de bolas 74. Cuando la hélice recibe el orden de enclavamiento de paso y las cargas de la pala resultantes que actúan a través del conjunto de horquilla 50 del elemento de accionamiento contra el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso vencen el resorte 78 de tuerca de bolas del husillo, el resorte 78 de tuerca de bolas del husillo comienza a aplastarse, lo que permite que la tuerca de bolas 58 del husillo se traslade (Figuras 4A-4D) axialmente a lo largo del eje A de cubo y transfiera las cargas a las roscas 86 de tuerca de enclavamiento de paso.

Las roscas 86 de tuerca de enclavamiento de paso se diseñan para aceptar altas cargas axiales a través de los flancos tangenciales de la ranura de pista de bolas con un asiento radial de cojinete de bolas para el funcionamiento normal del tornillo 54 de husillo. El perfil de rosca de las roscas 86 de la tuerca de enclavamiento de paso preferentemente se asemeja a la de una rosca ACME que proporciona una gran superficie de apoyo y una zona de contacto sin impulso hacia atrás. El perfil de rosca de las roscas 86 de la tuerca de enclavamiento de paso se configura de tal manera que los cojinetes de bolas 74 solo hacen contacto en el asiento radial de cojinete de bolas de la ranura continua 64 de pista de bolas de husillo, mientras que las roscas tipo ACME 86 de la tuerca de enclavamiento de paso sólo hacen contacto en los flancos de la ranura continua 64 de pista de bolas del husillo de tal manera que se produce un mínimo efecto perjudicial para la ranura de pista y un movimiento normal del cojinete de bolas.

Haciendo referencia a la Figura 4A, el sistema 46 de enclavamiento de paso se ilustra en una posición de funcionamiento normal en la que se mantiene la separación de enclavamiento de paso y la presión diferencial entre la presión P_C de paso grueso y la presión P_F de paso fino funcionan para efectuar el movimiento del pistón 49 de accionamiento de cambio de paso y tienen como resultado el cambio de paso de las palas 32 de la hélice (Figura 2A).

La presión P_{PL} de enclavamiento de paso se comunica con el sistema 46 de enclavamiento de paso para contrarrestar la presión P_C de paso grueso y el resorte de enclavamiento de paso equilibra el pistón 52 de enclavamiento de paso y mantiene la separación de enclavamiento de paso. El tornillo 54 de husillo se monta dentro de la tuerca 56 de enclavamiento de paso y la tuerca de bolas 58 del husillo para avanzar o retroceder giratoriamente en el recorrido completo del conjunto de horquilla 50 del elemento de accionamiento en respuesta al movimiento del pistón 49 del elemento de accionamiento de cambio de paso mediante la presión diferencial entre la presión P_C de paso grueso y la presión P_F de paso fino

Haciendo referencia a la Figura 4B, cuando el sistema propulsor recibe órdenes para el enclavamiento de paso tal como por una disminución de la presión P_C de paso grueso que puede resultar de una pérdida de presión hidráulica, o por la descarga de la presión P_{PL} de enclavamiento de paso, el sistema de enclavamiento de paso 46 se inicia mecánicamente mediante el resorte de enclavamiento de paso.

Una vez que se elimina la presión hidráulica sobre el pistón 52 de enclavamiento de paso, el pistón 52 de enclavamiento de paso y el tubo 63 de carga de pistón de enclavamiento de paso se predisponen (a la izquierda en la Figura) mediante un conjunto de resortes 90 de enclavamiento de paso. A medida que el tubo 63 de carga de pistón de enclavamiento de paso hace la carrera, el conjunto 62 de soporte de cojinete de husillo (Figuras 2A y 2B) que se monta en el mismo también hace una carrera para impulsar el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso hacia la cubierta abovedada fijada axialmente 68 de elemento de accionamiento y cierra la separación de enclavamiento de paso. La carga de los resortes 90 de enclavamiento de paso carga el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso contra la cubierta abovedada fijada axialmente 68 del elemento de accionamiento. El contacto con la cubierta abovedada fijada axialmente 68 del elemento de accionamiento genera una torsión y una resistencia axial que apoya el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso.

Haciendo referencia a la Figura 4C, las fuerzas aerodinámicas proporcionan cargas a las palas de hélice que impulsan el sistema 48 de cambio de paso y sujetan el pistón 49 de accionamiento de cambio de paso hacia el sentido de paso fino. La carga impulsada mediante la tuerca de bolas 58 de husillo y en el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso cambia el ángulo de contacto (es decir el sentido) mediante los cojinetes de bolas 74. La carga del resorte 90 de pistón sostiene el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso contra la cubierta abovedada fijada axialmente 68 del elemento de accionamiento, mientras que la predisposición del pistón 49 de accionamiento de cambio de paso que es impulsada hacia paso fino tiene como resultado una fuerza que trata de impulsar hacia atrás el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso. Sin embargo, las cargas resistentes a la torsión entre el reborde 66 de tornillo de husillo y la cubierta abovedada fijada 68 del elemento de accionamiento son mayores que la fuerza que está tratando de impulsar hacia atrás mediante el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso de tal manera que el resorte 78 de tuerca de bolas del husillo empieza a aplastarse (Figura 4D).

Haciendo referencia a la Figura 4D, el resorte 78 de tuerca de bolas del husillo comienza a aplastarse debido a la disminución de la carga de paso. La carga de los resortes 90 de pistón mantiene el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso contra la cubierta abovedada fijada axialmente 68 del elemento de accionamiento, mientras que la predisposición del pistón 49 del elemento de accionamiento de cambio de paso es impulsado hacia paso fino para impulsar hacia atrás el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso e impulsar la tuerca de bolas 58 de husillo con la misma (Obsérvese la separación entre la tuerca 56 de enclavamiento de paso y la tuerca de bolas 58 de husillo). La carga de paso continúa disminuyendo lo suficiente para aplastar aún más el resorte 78 de tuerca de bolas de husillo de tal manera que las roscas tipo ACME 86 de tuerca de enclavamiento de paso hacen contacto con los flancos de la ranura continua 64 de pista de bolas de husillo hasta que el ángulo de avance tiene como resultado una condición de trabado para el enclavamiento de paso del sistema de hélice. Principalmente, no requiere ningún vínculo mecánico entre los componentes rotatorios y no rotatorios de la hélice para iniciar el enclavamiento de paso.

Cuando la presión P_{PL} de enclavamiento de paso se restituye, la presión P_C de paso grueso se equilibra y la predisposición de los resortes 90 del pistón es vencida de tal manera que el pistón 52 de enclavamiento de paso, el tubo 63 de carga de pistón de enclavamiento de paso, el conjunto unido 62 de soporte de cojinete de husillo y el tornillo 54 de husillo de enclavamiento de paso regresan a su posición normal de funcionamiento (Figura 4). Acorde con el mismo, el resorte 78 de tuerca de bolas del husillo vuelve a colocar la tuerca de bolas 58 a medida que se elimina la carga en el husillo de manera que la separación de enclavamiento de paso retorna (Figura 4) y el funcionamiento normal está de nuevo disponible.

Preferiblemente, una electroválvula de enclavamiento de paso 43 (Figura 2) se encuentra en comunicación con la presión P_{PL} del circuito de enclavamiento de paso para activar selectivamente el enclavamiento de paso en respuesta a un controlador (que se ilustra de forma esquemática en C). La electroválvula 43 de enclavamiento de paso es preferentemente un dispositivo electro-mecánico que normalmente está cerrado. Cuando la electroválvula 43 de enclavamiento de paso recibe órdenes para abrirse eléctricamente en respuesta al controlador C, la válvula 43 da paso a la presión P_{PL} de enclavamiento de paso para devolver (baja) presión, que hace que el pistón 53 de enclavamiento de paso haga una carrera e inicie el enclavamiento de paso como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 4A-4C.

Haciendo referencia a la Figura 5, la electroválvula 43 de enclavamiento de paso se hace funcionar, además o alternativamente, mediante un controlador situado a distancia C' de tal manera que el enclavamiento de paso puede recibir ordenes desde un lugar separado de un vehículo V en el que se encuentra el sistema de enclavamiento de paso una ubicación remota del controlador C' . Esta disposición permite ventajosamente el enclavamiento de paso a distancia ordenado desde una cubierta de vuelo o similares.

Haciendo referencia a la Figura 6A, se ilustra una vista en sección de otro sistema 46B de enclavamiento de paso que interacciona con el sistema 48 de cambio de paso en respuesta a la presión diferencial entre la presión P_{PL} de

5 enclavamiento de paso y la presión P_C de paso grueso. El sistema 46B de enclavamiento de paso se describe en general anteriormente de modo que sólo los componentes que son diferentes de los descritos anteriormente se explican con detalle. El tornillo 54B de husillo de enclavamiento de paso del sistema 46B de enclavamiento de paso generalmente incluye un tornillo 100 de enclavamiento de paso y un tornillo 102 de husillo interconectados mediante una junta universal 104 dispuesta de una manera general lineal. Es decir, el tornillo 54B de husillo de enclavamiento de paso se articula mediante distintos componentes que se montan juntos a través de la junta universal 104. El tornillo 100 de enclavamiento de paso y el tornillo 102 de husillo se encuentran a lo largo del eje A de cubo de una manera secuencial de modo que el sistema 46B de enclavamiento de paso puede tener una mayor longitud axial que el sistema 46 de enclavamiento de paso, pero el sistema 46B de enclavamiento de paso permite transmitir par desde el husillo al tornillo de enclavamiento de paso sin generar cargas laterales.

15 Haciendo referencia a la Figura 6B, el tornillo 102 de husillo se fija a un anillo de junta universal de la junta universal 104 en dos lugares separados 180° en los pasadores universales 108A (se muestra uno). Se proporciona un ajuste deslizante con holgura entre los pasadores universales 108A y las aberturas en el tornillo 102 de husillo que recibe los pasadores 108. Asimismo, el tornillo 100 de enclavamiento de paso se fija en el anillo de junta universal en dos lugares en los pasadores universales 108B (se muestra uno) para proporcionar un ajuste similar de deslizamiento 90° en relación con los pasadores 108A de husillo. Esta disposición permite que el par sea transmitido desde el husillo 102 al tornillo 100 de enclavamiento de paso sin generar cargas laterales. Sin este tipo de conexión se pueden generar cargas laterales lo que puede aumentar la fricción en el sistema. Se debe entender que los distintos sistemas de enclavamiento de paso se beneficiarán de la presente invención.

25 Se debe entender que los términos de posición relativa tales como "hacia delante", "hacia atrás", "superior", "inferior", "arriba", "abajo" y similares son en referencia a la actitud de funcionamiento normal del vehículo y no deben considerarse de otro modo como limitantes.

Se debe entender que a pesar de que se describe una disposición particular de los componentes en las realizaciones ilustradas, otras disposiciones se beneficiarán de la presente invención.

30 Aunque se muestran, describen y reivindican unas secuencias particulares de etapas, se debe entender que las etapas se pueden realizar en cualquier orden, por separado o combinadas salvo que se indique lo contrario y aún así se beneficiarán de la presente invención.

35 La descripción anterior es un ejemplo en lugar de definirse por las limitaciones de la misma. A la luz de las enseñanzas anteriores son posibles muchas modificaciones y variaciones de la presente invención. Se han descrito las realizaciones preferidas de esta invención, sin embargo, un experto en la técnica reconocerá que determinadas modificaciones entran en el alcance de esta invención. Por lo tanto, debe entenderse que, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención se puede poner en práctica de otra manera que la específicamente descrita. Por esa razón, las siguientes reivindicaciones deben ser estudiadas para determinar el verdadero alcance y el contenido de esta invención.

40

REIVINDICACIONES

1. Un sistema propulsor (20) que comprende:

- 5 un circuito (PCc) de presión de paso grueso que suministra una presión de paso grueso;
 un circuito (PFc) de presión de paso fino que suministra una presión de paso fino;
 un circuito (PPLc) de presión de enclavamiento de paso que suministra una presión de enclavamiento de
 paso;
- 10 un conjunto de horquilla (50) montado a lo largo de un eje de rotación, dicho conjunto de horquilla incluye un
 pistón (49) de elemento de accionamiento de cambio de paso que separa una cámara (PC) de elemento de
 accionamiento de paso grueso y una cámara (PF) de elemento accionamiento de paso fino, dicha cámara
 de elemento de accionamiento de paso grueso se presuriza mediante la presión de paso grueso y dicha
 cámara de elemento de accionamiento de paso fino se presuriza mediante la presión de paso fino;
- 15 un pistón (52) de enclavamiento de paso que separa una cámara (52P) de presión de enclavamiento de paso
 de pistón de enclavamiento de paso y una cámara (52c) de presión de paso de pistón de enclavamiento de
 paso, dicha cámara de presión de enclavamiento de paso de pistón de enclavamiento de paso es presurizada
 por la presión de enclavamiento de paso y dicha cámara de presión de paso grueso de pistón de
 enclavamiento de paso es presurizada por el circuito de presión de paso grueso;
- 20 un tornillo (54) de husillo de enclavamiento de paso montado a lo largo de un eje de rotación, dicho tornillo de
 husillo de enclavamiento de paso tiene una ranura externa (64) de pista de bolas de tornillo, dicho tornillo de
 husillo de enclavamiento de paso se puede mover axialmente a lo largo de dicho eje de rotación en respuesta
 al movimiento axial de dicho pistón (52) de enclavamiento de paso;
- 25 una tuerca (56) de enclavamiento de paso montada sobre dicho tornillo (54) de husillo, dicha tuerca de
 enclavamiento de paso tiene una rosca interna (86) de enclavamiento de paso;
- una tuerca de bolas (58) de husillo montada dentro de la horquilla (50) y sobre dicho tornillo (54) de husillo de
 enclavamiento de paso y junto a dicha tuerca (56) de enclavamiento de paso, dicha tuerca de bolas de husillo
 incluye una ranura interna (72) de pista de tuerca de bolas;
- 30 un miembro (78) de predisposición de husillo que predispone dicha tuerca de bolas de husillo hacia dicha
 tuerca de enclavamiento de paso, dicho miembro de predisposición de husillo se puede aplastar de modo que
 dicho tornillo de husillo de enclavamiento de paso es movable entre una posición operativa y una posición de
 enclavamiento de paso, dicha rosca interna (86) de tuerca de enclavamiento de paso se puede trabar con
 dicha ranura externa (64) de pista de bolas de tornillo en dicha posición de enclavamiento de paso;
- 35 un conjunto (62) de soporte de cojinete de husillo montado en un tubo (63) de carga de pistón de
 enclavamiento de paso;
- una electroválvula (43) de enclavamiento de paso en comunicación con el circuito de presión de
 enclavamiento de paso, dicha electroválvula de enclavamiento de paso se puede hacer funcionar
 selectivamente para descargar la presión de enclavamiento de paso de tal manera que dicho tubo (63) de
 carga de pistón de enclavamiento de paso hace una carrera y el conjunto (62) de soporte de cojinete de
 husillo también hace una carrera para impulsar el tornillo (54) de husillo de enclavamiento de paso hacia una
 40 cubierta abovedada fijada axialmente (68) de elemento de accionamiento para cerrar una separación de
 enclavamiento de paso para crear un contacto con la cubierta abovedada fijada axialmente (68) del elemento
 de accionamiento que genera una resistencia axial y torsional que apoya el tornillo (54) de husillo de
 enclavamiento de paso.
- 45 2. El sistema propulsor según la reivindicación 1, en el que dicha ranura interna (72) de pista de tuerca de bolas y
 dicha ranura externa (64) de pista de bolas de tornillo tienen un ángulo helicoidal común.
3. El sistema propulsor según la reivindicación 2, que comprende además varios cojinetes de bolas (74) montados
 dentro de dicha ranura interna de pista de tuerca de bolas y dicha ranura externa de pista de bolas de tornillo.
- 50 4. El sistema propulsor según la reivindicación 1, 2 o 3 que comprende además un controlador (C) de
 enclavamiento de paso en comunicación con dicha electroválvula (43) de enclavamiento de paso para accionar
 selectivamente dicha electroválvula de enclavamiento de paso.
- 55 5. El sistema propulsor según la reivindicación 4, en el que dicho controlador de enclavamiento de paso se
 comunica con dicha electroválvula de enclavamiento de paso desde una ubicación remota.
6. El sistema propulsor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un tubo (63)
 de carga de enclavamiento de paso montado junto a dicho pistón (52) de enclavamiento de paso para el movimiento
 60 con el mismo, dicho tornillo de husillo de enclavamiento de paso se monta para girar alrededor de dicho tubo de
 carga de enclavamiento de paso a través de un conjunto (62) de soporte de husillo de enclavamiento de paso.
7. El sistema propulsor según la reivindicación 6, que comprende además un tubo (65) de transferencia de
 enclavamiento de paso montado dentro de dicho tubo (63) de carga de enclavamiento de paso para comunicar la
 65 presión de enclavamiento de paso a dicha cámara (52P) de presión de pistón de enclavamiento de paso.

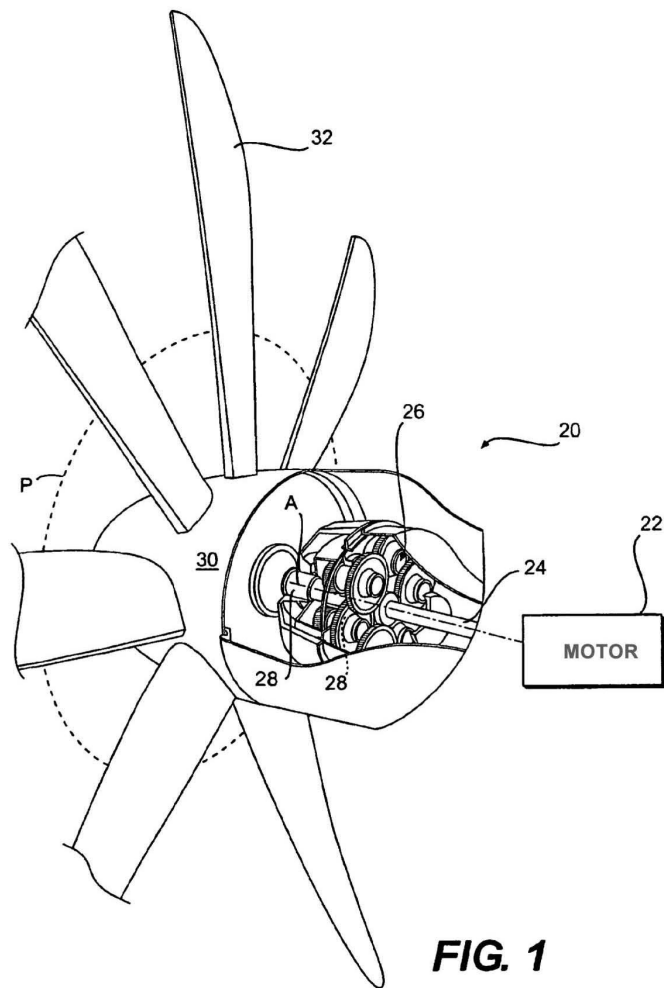
- 5 8. El sistema propulsor según la reivindicación 6 o 7, que además comprende un miembro (90) de predisposición de pistón de enclavamiento de paso que predispone dicho tubo de carga de enclavamiento de paso hacia dicho pistón de enclavamiento de paso.
9. El sistema propulsor según la reivindicación 8, en el que la presión de enclavamiento de paso contrarresta la presión de paso grueso y una predisposición del miembro (90) de predisposición de pistón de enclavamiento de paso.
- 10 10. El sistema propulsor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho pistón (52) de enclavamiento de paso se monta dentro de una cubierta abovedada fijada axialmente (68) de elemento de accionamiento, dicha cubierta abovedada de accionamiento fijada axialmente está junto a dicho tornillo (54) de husillo.
- 15 11. El sistema propulsor según la reivindicación 10, en el que dicho tornillo (54) de husillo de enclavamiento de paso hace contacto con dicha cubierta abovedada fijada axialmente (68) de elemento de accionamiento, cuando está en dicha posición de enclavamiento de paso.
- 20 12. El sistema propulsor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
- dicho conjunto de horquilla, que incluye un pistón (49) de accionamiento de cambio de paso, se monta
movible en una carcasa del elemento de accionamiento;
dicho tornillo de husillo de enclavamiento de paso es movible entre una posición operativa y una posición de
enclavamiento de paso;
25 dicho pistón de enclavamiento de paso se monta junto a una cubierta abovedada fijada axialmente (68) de
elemento de accionamiento; y
dicho tornillo (54) de husillo de enclavamiento de paso es movible en dicho contacto con dicha cubierta
abovedada fijada axialmente (68) de elemento de accionamiento en respuesta a la presión de enclavamiento
de paso dentro de dicha cámara (52P) de presión de enclavamiento de paso de pistón de enclavamiento de
30 paso cuando cae por debajo de la presión de paso grueso dentro de dicha cámara (52C) de presión de paso
grueso de pistón de enclavamiento de paso.
- 35 13. El sistema propulsor según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha electroválvula de enclavamiento de paso se puede hacer funcionar selectivamente para descargar la presión de enclavamiento de paso de tal manera que la presión de enclavamiento de paso dentro de dicha cámara (52P) de presión de pistón de enclavamiento de paso cae por debajo de la presión de paso grueso.
- 40 14. El sistema propulsor según la reivindicación 1, en el que dicho tornillo de husillo de enclavamiento de paso incluye un tornillo (100) de enclavamiento de paso y un tornillo (102) de husillo interconectados a través de una junta universal (104), para transmitir par desde el tornillo de husillo al tornillo de enclavamiento de paso con mínimas cargas laterales.
- 45 15. El sistema propulsor según la reivindicación 14, en el que dicho tornillo de husillo se fija (108 A) a un anillo de junta universal de dicha junta universal mediante un primer ajuste de holgura de deslizamiento, y dicho tornillo de enclavamiento de paso se fija (108B) a dicho anillo de junta universal mediante un segundo ajuste de holgura de deslizamiento.
- 50 16. Un método para el enclavamiento de paso del sistema de hélice según se enumera en cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas de:
- (1) la reducción de la presión de enclavamiento de paso por debajo de una presión de paso grueso;
(2) el tránsito axial de un pistón de enclavamiento de paso en respuesta a dicha etapa (1);
(3) el tránsito axial de un tornillo de husillo de enclavamiento de paso en respuesta a dicha etapa (2) de tal
55 manera que el tornillo de husillo de enclavamiento de paso tiene impedido el impulso hacia atrás y el husillo
realiza el enclavamiento de paso; y
(4) el deslizamiento axial de la tuerca de bolas (58) de husillo dentro de un agujero (76) de horquilla de
accionamiento hasta que la rosca (86) de la tuerca (56) de enclavamiento de paso hace contacto con la
ranura (64) de pista de bolas de husillo para el enclavamiento de paso del tornillo (54) de husillo de
60 enclavamiento de paso.
17. Un método según la reivindicación 16, en el que dicha etapa (1) comprende además:
- la descarga de presión de enclavamiento de paso.
- 65 18. Un método según la reivindicación 17, en el que dicha etapa de descarga comprende además:

- (i) la comunicación a distancia con una electroválvula de enclavamiento de paso; y
- (ii) la apertura de la electroválvula para descargar la presión de enclavamiento de paso.

5 19. Un método según la reivindicación 16, 17 o 18, en el que dicha etapa (3) comprende además:

el cierre de una separación de enclavamiento de paso entre el tornillo de husillo de enclavamiento de paso y una superficie de contacto de tal manera que el tornillo de husillo de enclavamiento de paso hace contacto con la superficie y el husillo tiene impedido el impulso hacia atrás.

10



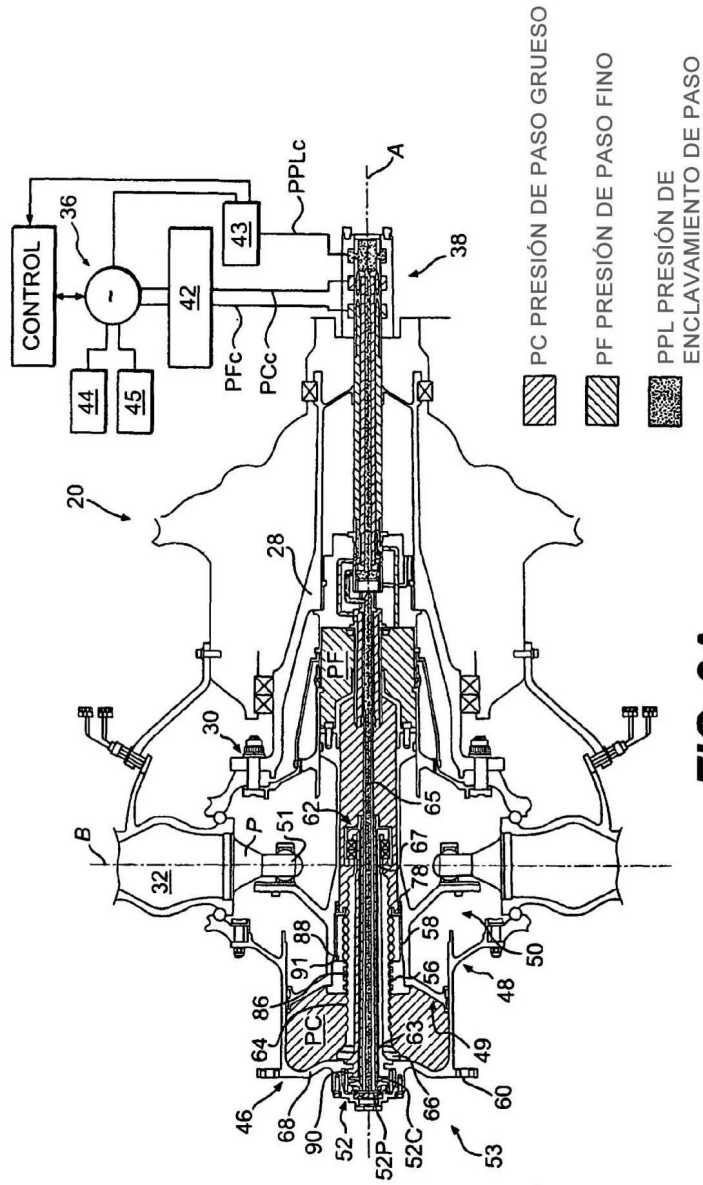
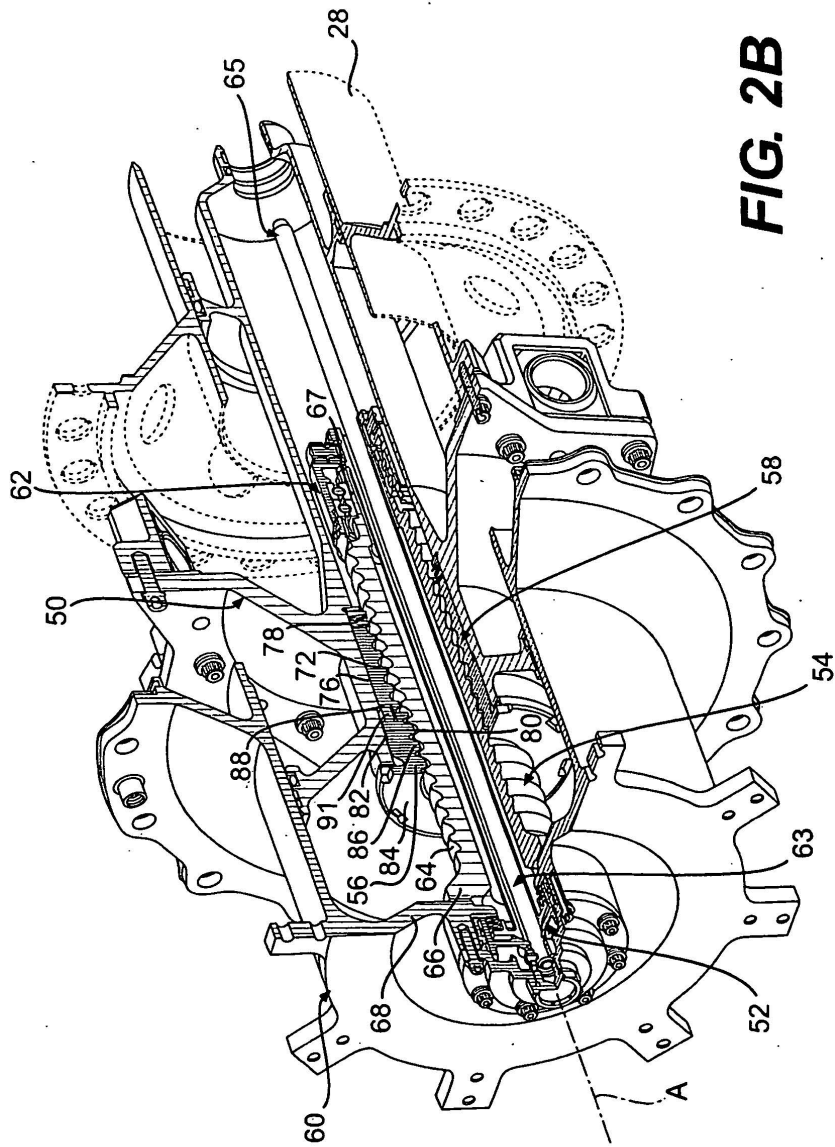


FIG. 2A



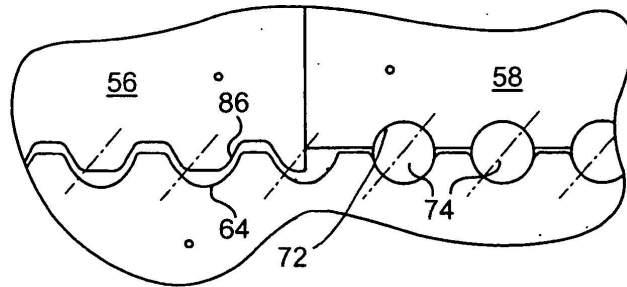


FIG. 3

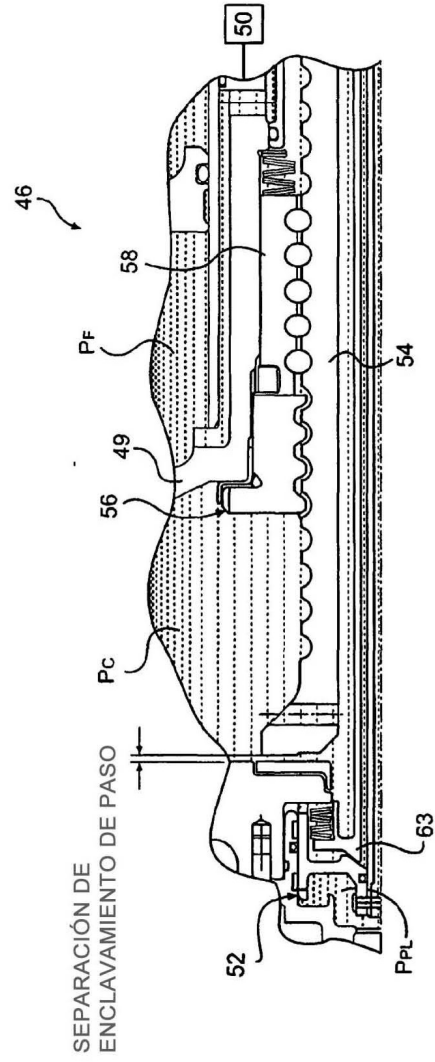


FIG. 4A

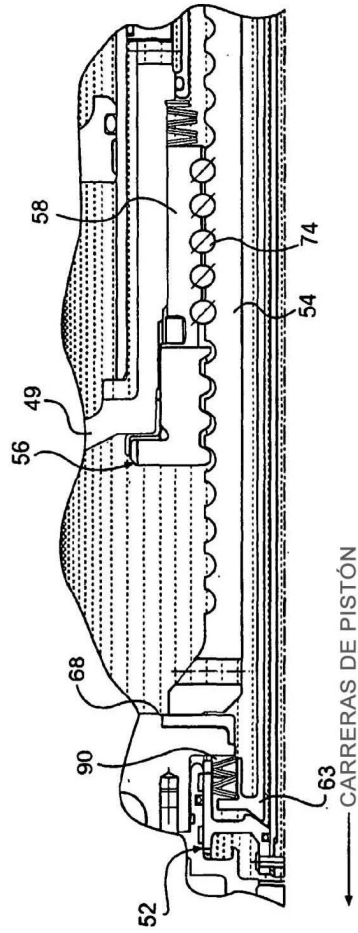


FIG. 4B

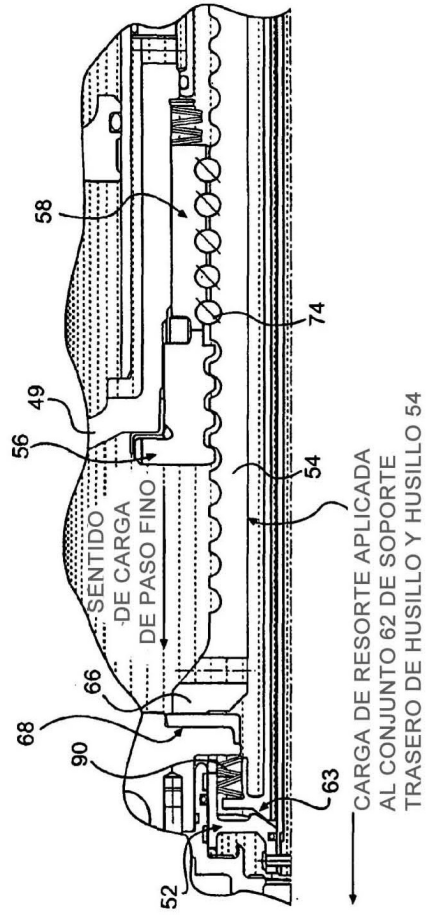


FIG. 4C

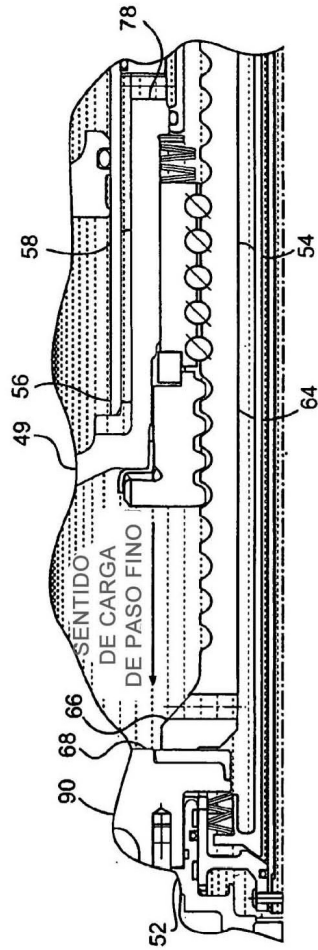


FIG. 4D

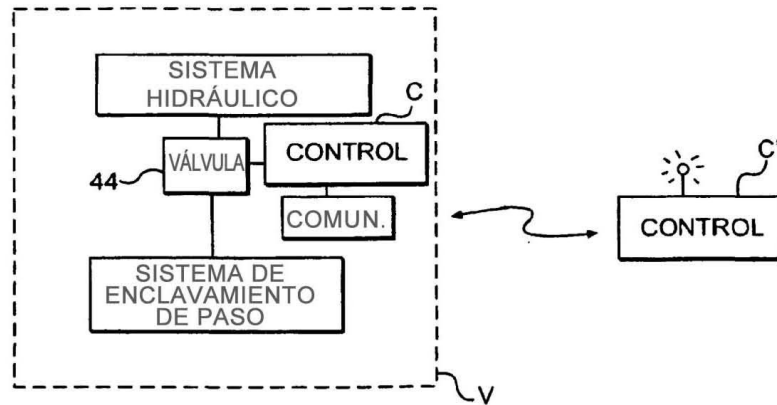


FIG. 5

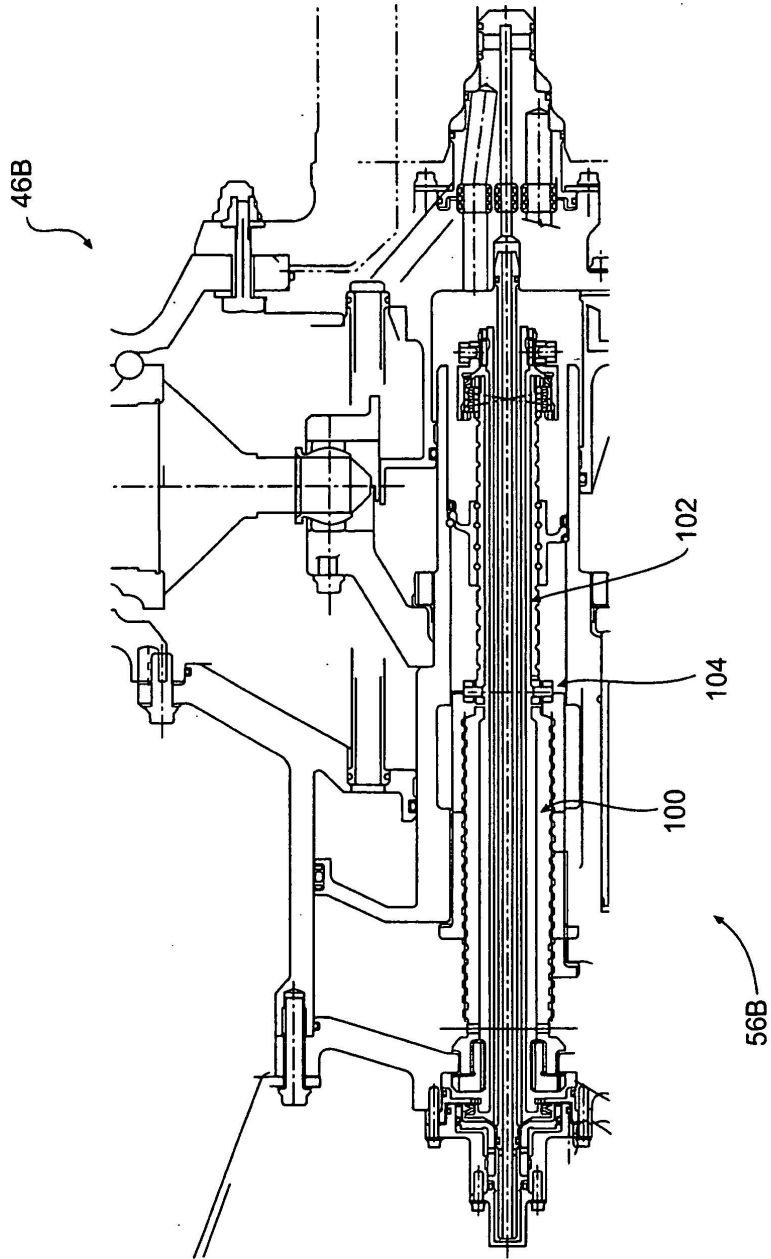


FIG. 6A

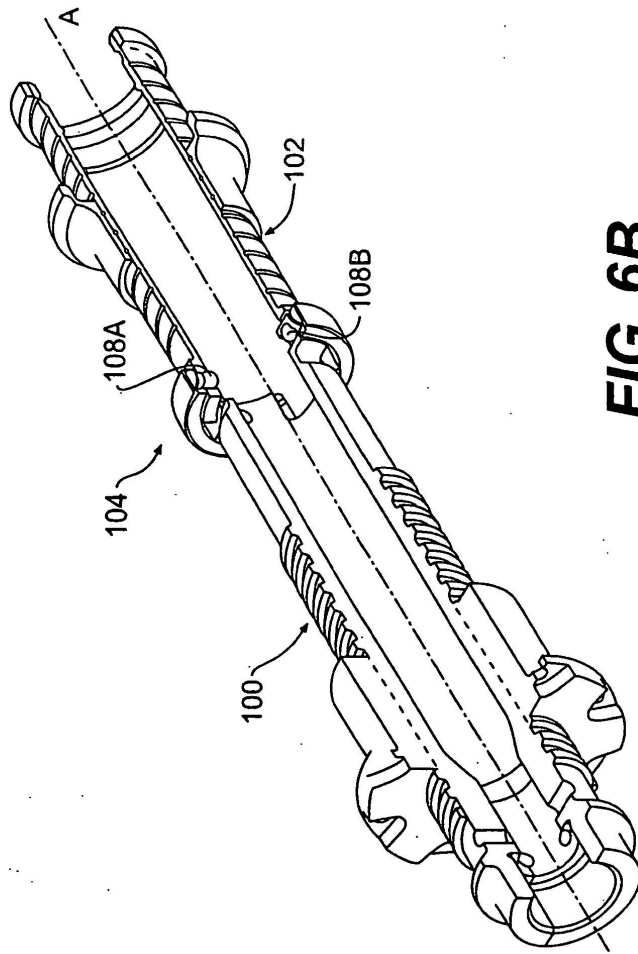


FIG. 6B