

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



19	ES	10	NUMERO	20	A1
		21	449202		
		22	FECHA DE PRESENTACION		

(Case F-3529/RW)

**PATENTE DE INVENCION**

50	PRIORIDADES:	52	FECHA	53	PAIS
51	NUMERO				
	590.773		26 Junio 1975		U.S.A.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	52	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			H02K		

54	TITULO DE LA INVENCION
"PERFECCIONAMIENTOS EN LA FABRICACION DE ROTORES"	

71	SOLICITANTE (S)
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	

DOMICILIO DEL SOLICITANTE	
1, Financial Plaza Hartford, CT 06101 (EE.UU.)	

72	INVENTOR (ES)
William Lawrence Noehren - Edward Stanley Hiblyan	

73	TITULAR (ES)
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	

74	REPRESENTANTE
D. JAIME ISEARN CUYAS, Agente Oficial de la Propiedad Industrial	

MEMORIA DESCRIPTIVA

Este invento se refiere a rotores de helicóptero y mas particularmente a rotores de travesaños en donde se suspende una pala de los extremos de uno o mas largueros

5. compuestos y unidireccionales y cuyo mecanismo de control de paso pasa a través del rotor por el centro de giro. Mas particularmente, el árbol de control de paso pasa a través de un miembro centrador flotante soportado en un orificio selectivamente configurado a través del larguero de modo que
10. se reduzca sustancialmente el factor de concentración de esfuerzo a través del larguero en el orificio y soporte cargas desequilibradas centrífugas de la pala.

- Se conoce por el arte anterior el control del paso de rotores de este tipo mediante un mecanismo de control de
15. paso dispuesto externo al larguero, lo que no precisa orificio, pero produce un mecanismo de control inaceptablemente pesado que crea una sustancial resistencia parásita y erodinámica y es susceptible a terrores balístico., Por ejemplo, en las construcciones anteriores de rotores de helicóptero
20. se soportan una serie de servos de cambio de paso en el exterior del larguero de rotor y se conectan a cada pala por medio de un plato oscilante u otro mecanismo de cambio de paso convencional para efectuar la variación de paso de la pala.

- Un objeto principal del presente invento consiste
25. en proporcionar un mecanismo de cambio de paso para un rotor de travesaños en donde el mecanismo de cambio de paso pasa a través del rotor a lo largo de su eje de giro y es accionado por un servomecanismo embebido en el helicóptero y, por consiguiente, no crea resistencia parásita o aerodinámica ni

tampoco es vulnerable al deterioro balístico.

- De conformidad con el presente invento se produce un orificio de forma seleccionada en el larguero en forma de placa compuesta y unidireccional del rotor y un árbol accionador de paso se extiende recíprocamente a través del orificio del larguero. El árbol pasa a través de un casquillo flotante y miembro centrador de tamaño y forma seleccionado y suspendido selectivamente en el orificio del larguero mediante elastómero de factor de forma, durómetro y dimensión seleccionado de modo que el factor de concentración de esfuerzo a través del larguero en el orificio se reduzca considerablemente cuando el larguero soporta cargas centrífugas de pala sustancialmente equilibradas y posee la capacidad de resistir las cargas centrífugas requeridas de palas desequilibradas.
5.  
10.  
15.

- De conformidad con la ilustración de este invento la relación de dimensión del orificio de larguero normal al tramo de larguero en el eje de giro frente a la dimensión del elastómero en los extremos opuestos al casquillo flotante y miembro centrador a lo largo del tramo de larguero está comprendida entre 7 y 10.
- 20.

- Según la ilustración de este invento se elige un elastómero para que soporte el miembro centrador de carga aislada en el orificio de larguero compuesto, cuyo elastómero es lo suficientemente flexible para impedir que el miembro de centro flotante altere la pauta de flujo de esfuerzo suave y uniforme entorno del orificio elíptico del larguero durante la operación de carga centrífuga equilibrada, pero lo suficiente rígido para que transfiera cualquier carga de lar-
- 25.

guero centrífuga desequilibrada al miembro centrador y de éste de nuevo al cubo del rotor y fuselaje.

- De conformidad con otro aspecto del presente invento el árbol accionador de paso de pala se extiende a través
5. de un orificio de configuración elíptica del larguero, cuyo orificio es concéntrico entorno del eje de giro de la paleta y tiene su eje mayor extendido a lo largo del tramo de larguero y en donde el árbol accionador de paso pasa a través de una espiga centradora que empuja un miembro de casquillo
10. soportado de forma flotante en el orificio del larguero elíptico mediante elastómero de factor de forma durómetro y dimensión seleccionado de modo que el factor de concentración de esfuerzo a través del larguero en el orificio se reduzca considerablemente cuando el larguero soporta cargas de paleta
15. centrífugas equilibradas y desequilibradas. El elastómero se elige asimismo de modo que pueda resistir la carga centrífuga desigual anticipada del larguero.

- De conformidad con la ilustración de este invento el miembro centrador flotante está suspendido en aislamiento
20. de carga del larguero de modo que la presencia de la espiga centradora y su mecanismo de soporte no obstaculiza el flujo de esfuerzo entorno del larguero tanto en operación de carga centrífuga equilibrada como desequilibrada.

- Un aspecto de este invento consiste en aislar el
25. larguero compuesto del miembro centrador por medio de elastómero de modo que cuando se tensa el larguero bajo la carga centrífuga de la pala, el miembro centrador no se carga por el tensado del larguero debido a la acción aislante de carga del elastómero. Por consiguiente no existe carga del miembro

centrador que afecte adversamente la pauta de flujo de esfuerzo suave y uniforme en el orificio del larguero.

- De conformidad con la ilustración de este invento se produce un larguero de rotor de travesaños determinando
5. primero la forma óptima del orificio en el larguero compuesto bajo la acción de cargas centrífugas equilibradas. Este orificio de larguero sin casquillo debe dimensionarse de modo que el larguero posea suficiente resistencia a la tracción para soportar toda la carga de paleta anticipada y de modo
  10. que el factor de concentración de esfuerzo  $K_T$  a través del larguero en el orificio sea mínima. Por consiguiente, la forma y dimensión del miembro centrador de larguero y el elastómero que soporta el miembro centrador en una relación flotante aislada de carga del orificio de larguero se determina de
  15. modo que se produzca un aumento mínimo del factor de concentración de esfuerzo ( $K_T$ ) a través del orificio del larguero. Esto se lleva a cabo utilizando programas computadores estructurales de elementos finitos y resortes técnicos para representar el elastómero que soporta el miembro centrador flotante a partir del orificio del larguero de modo que se determine
  20. la forma óptica del miembro centrador y la forma óptima y cualidades del elastómero. Por último, con la dimensión y forma del miembro centrador y elastómero así determinados, se halla la carga máxima centrífuga de paleta desequilibrada que
  25. puede transmitirse a través del elastómero y se compara con las exigencias de diseño para asegurar que son adecuadas.

De conformidad con este invento el elastómero se elige de modo que cuando el miembro centrador centra el larguero durante la operación de carga centrífuga desequilibra-

da, la carga del miembro centrador es impartida a la abertura del larguero de modo que no afecte adversamente el factor de concentración de esfuerzo a través del larguero y de modo que durante el funcionamiento en condiciones de carga centrífuga equilibrada no se vea afectado el factor de concentración de esfuerzo a través del larguero en el eje menor de la abertura por la presencia del miembro centrador y el elastómero.

5.

Ahora se describirá una modalidad del invento haciendo referencia a los dibujos, en los que:

10.

La figura 1 muestra una pala de un rotor de travesaños bipala que utiliza el invento.

La figura 2 es una vista en despiece de un rotor de travesaños de cuatro palas que utiliza el invento.

15.

La figura 3 es una ilustración de orificios selectivamente configurados a través del larguero de helicóptero parafines explicativos.

La figura 4 muestra un modelo elemental finito utilizado en el diseño del miembro centrador flotante aquí ilustrado.

20.

La figura 5 muestra el miembro centrador flotante montado en el orificio de pala compuesta e ilustra líneas de flujo de esfuerzo a través del larguero cuando soporta carga de paleta centrífuga equilibrada.

25.

La figura 6 es una ilustración del miembro centrador flotante montado en el larguero para demostrar la importancia de la dimensión del elastómero durante la operación de carga centrífuga desequilibrada.

La figura 7 es una gráfica que muestra la concentración de esfuerzo de larguero a través del orificio de lar-

- guero trazada frente a la relación de la dimensión  $D$  del eje menor del orificio de larguero y la dimensión  $d_1$ , o sea el espacio entre el orificio de larguero y el miembro centrador tomada a lo largo de su eje mayor común y bajo la condición
5. en donde el larguero compuesto soporta cargas centrífugas equilibradas de pala.

La figura 8 es una gráfica trazada según la capacidad de reacción de carga centrífuga desequilibrada final del larguero frente a la misma relación  $D/d_1$ .

10. La figura 9 es una sección transversal que muestra las dos palas unidas por medio de placas de retención.

- Con referencia a la figura 1 se aprecia una pala
15. 10 de un rotor de travesaños 12 que comprende largueros 14 montados para girar entorno del eje de giro 16 y extendidos radialmente de forma simétrica en sus laterales enfrentados y comportando cada extremo del larguero 14 una paleta de rotor 18. El larguero 14 es un miembro de placa flexible y compuesto de ancho seleccionado  $W$  y espesor  $t$  en el eje de giro 16 y comprende una pluralidad de miembros de fibra de
20. elevada resistencia a la tracción y modulo altamente unidireccional, tal como fibras de grafito que se extienden paralelas entre sí y paralelas al eje del larguero o eje de cambio de paso 20 y unidas por un ligante convencional tal como un epoxi. Las fibras del larguero 14 pueden obtenerse tam-
25. bién a partir de boro, fibra de vidrio o Kevlar, que se fabrica por el Departamento de Fibra Textil de Dupont en

Richmond, Virginia. Una pala, tal como la 18, está soportada a partir del extremo externo 22 del larguero 14 a través de un mecanismo de conexión convencional 24, que puede compren-

- der miembros de placa, como 26, dispuestos en la parte superior e inferior del larguero 14 de modo que uno o mas pernos o tornillos 28 puedan pasar a través de orificios alineados de la pala 18, miembros de placa superior e inferior 26 y
5. larguero 14, de modo que soporten una pala 18 en cada extremo externo 22 del larguero 14.

- La pala 18 está construida, de preferencia, con peso ligero, tal como un tejido de fibra de vidrio unido con epoxi y puede soportarse a partir del larguero 14 mediante
10. un núcleo de peso ligero y selectivamente configurado que puede ser celular, de modo que la pala 18 se monte a partir del larguero 14 para definir el borde de ataque 30, el borde de fuga 32 y la porción central de forma aerodinámica. Un miembro terminal 36 puede unirse de forma convencional a la
15. punta de la pala 18 y la chaveta de paso 38 se proyecta del extremo interno de la pala de modo que se aplica fuerza a la chaveta de paso 38 por el mecanismo de cambio de paso que se describirá mas adelante y en la modalidad de la figura 1, la pala 18 y la pala correspondiente en el extremo opuesto del
20. larguero 14 (no representado) modificará el paso entorno del eje de bandera de la pala que es coincidente con el eje de pala 20, ya que el larguero compuesto 14 se tuerce o flexiona entorno de su tramo y eje de bandera 20.

- El larguero 14 incluye un mecanismo centrador flotante 40 en su centro y este mecanismo se describirá con
25. mayor detalle mas adelante.

Se considera que como referencia es suficiente la descripción expuesta del rotor de travesaños 12, que puede ser del tipo representado con mayor detalle en la patente

estadounidense N° 3.874.820 y patente estadounidense N° 132.459, depositada el 8 de abril de 1.971, a nombre de P.J. Arcidiacono sobre mejoras en "Sistema de rotor de helicóptero".

5. Haciendo referencia a la figura 2 se aprecia el invento utilizado como parte de un rotor 42 de cuatro palas que comprende un primero rotor de dos palas 12a y un segundo rotor de dos palas 12b, comprendiendo cada uno las palas 18a y 19a y 18b y 19b, respectivamente, soportadas en los extremos opuestos de largueros compuestos unidireccionales 14a y 14b. Los rotores 12a y 12b se montan con una separación de 90 grados y son giratorios entorno de un eje de giro 16. Cada pala presenta una chaveta de paso, como 38a y 38b, para efectuar el movimiento de cambio de paso de las palas en la forma que se describirá mas adelante entorno del tramo o eje de bandera 20a y 20b.

10. Los miembros de placa de retención 46 y 48 se disponen en laterales opuestos de los rotores 12a y 12b y cada uno incluye una sección acanalada 50 y 52 para recibir, de forma coincidente, largueros 14a y 14b, respectivamente, y retener los largueros fijos en yuxtaposición para formar un rotor de travesaños de cuatro palas 42.

15. A través de los orificios alineados de las placas de retención 46 y 48 pasan medios de conexión, como pernos y tuercas 54 y 56 para retener las placas y, por consiguiente, los largueros y las palas en posición.

20. Un motor convencional 56, que se monta, de preferencia, en o sobre el fuselaje del helicóptero, acciona el rotor 42 para que gire entorno del eje 16 a través de una

- transmisión convencional 58, que se monta también en el interior del helicóptero. Un árbol motriz o miembro de acoplamiento, representado parcialmente con 60, y que puede ser un miembro hueco conectado a través de ostrias 61 (véase la figura 9) al árbol motriz de transmisión 63 y placa de retención 46, sirve para accionar el rotor a partir de la transmisión 58.

- Esta conexión entre el rotor 42 y la transmisión 58 se representa mejor en la figura 9, que sirve también para mostrar los dos largueros en su relación de montaje entre los miembros de placa de retención 46 y 48, en donde los largueros 14a y 14b se orientan formando ángulo recto entre sí. Según se representa en la figura 9, que es una sección transversal tomada por el eje del larguero 14b, la sección más gruesa del miembro de casquillo 84b y miembro elastomérico 86b se encuentra sobre el eje del larguero 14b. Debido a que el larguero 14a se encuentra orientado 90 grados con respecto al 14b, la figura 9 representa la sección de menor grosor del miembro de casquillo 84a y miembro elastomérico 86a del larguero 14a. En la figura 9 se aprecia que existe un espacio anular de funcionamiento 87 entre la espiga centradora de larguero 74 y el árbol de cambio de paso 62 para asegurar que el árbol 62 tenga movimiento alternativo libre en todo momento con el movimiento de cambio de paso en la espiga centradora 74. En caso de que no se mantenga el huelgo 87 la espiga centradora 74 apoyará contra el árbol 62 durante el funcionamiento de carga centrífuga desequilibrada del rotor 42 y, por consiguiente, impedirá el movimiento de cambio de paso del árbol 62. Con el mantenimiento de este huelgo 87 las cargas centrífugas de los largueros 14a y 14b se imparten

a la espiga centradora 74 y de ésta se transfieren a través de los miembros de placa de retención 48 y 46 y miembros de acoplamiento y árbol 60 y 63 a la transmisión 58 u otro miembro montado en el helicóptero capaz de soportar dichas cargas.

5. El rotor 42, que puede ser el rotor principal o un rotor de cola para helicóptero, se representa en la figura 2, de preferencia como un rotor de cola y ahora se describirá el mecanismo para el cambio de paso de las palas 18a, 18b, 19a y 19b.
10. Los expertos en el arte comprenderán que el casquillo 84 y la espiga centradora 74 cooperan para formar el miembro centrador 95 y que pueden ser solidarios. Se ha elegido en el caso presente su obtención por separado para que la espiga centradora 74 pueda obtenerse con un buen material para articulación y de modo que el casquillo 84 pueda fabricarse con algún material de elevada resistencia y peso ligero tal como es el titanio.
20. El árbol accionador de paso 62 está soportado de forma convencional para que quede concéntrico entorno del eje de giro 16 y tiene un movimiento alternativo a lo largo de éste por medio de un servo-accionador convencional 64 de cilindro-pistón hidráulico o neumático, que se monta en el alojamiento de la transmisión 58 para protección balística.
25. El árbol accionador de paso 62 se extiende entre el servo de cambio de paso 64 y el travesaño de paso 66, que es, de preferencia, un miembro en forma de estrella provisto de tantos brazos como palas tiene el rotor y que presenta una articulación de control de paso, tal como 68, que se prolonga de cada brazo y se conecta a las chavetas de paso de pala

38a y 38b de modo que el accionamiento del movimiento alternativo del árbol accionador de paso 62 a lo largo del eje de giro 16 arrastra el balancín de paso 66 y hace que las palas 18a, 18b, 19a y 19b varíen el paso colectivamente debido al

5. giro simultáneo de los largueros 14a y 14b entorno de sus ejes 20a y 20b. Los cambios de paso cíclicos no se requieren en un rotor de cola.

- Una característica importante de este invento consiste en que el árbol accionador de paso 62 se extiende a
10. través de los largueros 14a y 14b y mas particularmente a través de los miembros centradores flotantes 40a y 40b, cuyos centros se alinean con aberturas correspondientes 70 y 72 de placas de retención 46 y 48 a lo largo del eje 16. La espiga centradora 74 se extiende a través de las placas de retención
15. 46, 48 y el miembro centrador flotante 40a y 40b de los largueros 14a y 14b de modo que pueda moverse alternativamente con éstos a lo largo del eje 16 para efectuar el movimiento de cambio de paso colectivo antes citado de las palas.

- En el diseño moderno de los rotores de helicóptero es esencial que el rotor tenga un peso tan ligero como sea
20. posible, al tiempo que sea capaz de resistir las diversas cargas que le son impartidas. El rotor de travesaños es capaz de lograr estos objetivos, debido a que los largueros 14a y 14b no son de metal pesado, sino que son miembros de
25. placa compuesta constituidos por una pluralidad de fibras de grafito u otro material altamente modular y de elevada resistencia a la tracción que se extienden unidireccionalmente y en relación paralela entre sí y a lo largo del eje del larguero 20a y 20b y están unidas entre sí, de forma

- convencional mediante un ligante, tal como un epoxi. Esta construcción de larguero es de peso ligero y apta para resistir cargas pesadas en tensión, tal como la carga centrífuga de las palas llevada a sus extremos opuestos, siendo todavía capaz de flexar a lo largo de su longitud. Cuando
5. deben pasar orificios a través del larguero compuesto se cortan necesariamente las fibras y por ello puede verse afectada adversamente la resistencia del larguero. Por consiguiente, la forma del orificio pasante a través de estos largue-
10. ros compuestos y el procedimiento y mecanismo para la flotación de un miembro centrador en éste para permitir el paso del árbol accionador de paso 62 son de principal importancia y sirven para suprimir peso y una reducción en la resistencia y vulnerabilidad balística con respecto a la construcción
15. del arte anterior en donde se montan servos independientes externos a las palas para accionar el balancin de paso 66.

- Se considera que una apreciación máxima para la forma del orificio a través del larguero y la construcción en este contenida puede desprenderse mejor asimilando el procedimiento que se expone en la determinación de la forma óptima del orificio del larguero y el modo de suspender un
20. miembro centrador en éste.

- La primera limitación radica en el deseo de reducir el peso utilizando el concepto de rotor de travesaño.
25. Este concepto requiere utilizar un larguero compuesto de peso ligero de modo que el movimiento de cambio de paso de la pala puede obtenerse deflectando el larguero compuesto. Este concepto descarta el empleo de larguero metálico debido a que no tendría suficiente flexibilidad torsional para permitir

los movimientos de cambio de paso requeridos. El ancho  $W$  y el espesor " $t$ " de este larguero compuesto debe seleccionarse de modo que pueda resistir las cargas y esfuerzos que se impartirán al larguero durante el funcionamiento del rotor y de modo que se evite la resonancia con la frecuencia natural de las palas y su mecanismo de soporte.

5. La segunda exigencia que debe satisfacerse es la posibilidad de cambiar el paso de las palas del rotor. Esto podría llevarse a cabo suspendiendo servos u otros mecanismos en el exterior del rotor y haciendo pasar una simple varilla de cambio de paso a través del rotor. La primera solución implica mucho peso y proporciona una sustancial resistencia parásita por lo que es altamente indeseable. Por consiguiente se pretende obtener una solución con la que la varilla de cambio de paso pase a través del larguero pero, evidentemente, esto requiere practicar un orificio en el larguero por el que pase la varilla de cambio de paso. Ello implica problemas, puesto que lleva aparejado el corte de las fibras de elevada resistencia a la tracción que se extienden a través del larguero.
10. Sin embargo, se ha decidido intentar pasar la varilla de control de cambio de paso a través del larguero puesto que ello proporcionaría un sistema más sencillo y ligero y reduciría la vulnerabilidad balística del sistema. Esto requirió la investigación de si un orificio aceptable podría practicarse a través del larguero compuesto.
15. Teniendo en cuenta el conocimiento sobre largueros metálicos se consideró primero utilizar un orificio circular a través del larguero 14, representado como el orificio circular 76 de la figura 3. Un orificio circular constituiría
- 20.
- 25.

- la construcción mas sencilla y pareció ideal para soportar el árbol accionador de paso 62, que es también de sección transversal circular. Sin embargo, tanto el análisis como la prueba del larguero demostraron que el orificio circular
5. 76 resultaba inadecuado por el hecho de que el larguero 14 con orificio circular 76 no tenía suficiente resistencia a la tracción para soportar la carga centrífuga de las palas. Sorprendentemente se apreció que el paso de un orificio circular a través de un larguero compuesto debilitaba el larguero compuesto en un grado sustancialmente mayor que el producido en un larguero metálico correspondiente.
- 10.

- Entonces se consideró si sería aconsejable utilizar un orificio circular en el larguero pero aumentando el espesor "t" del larguero para restaurarle su resistencia requerida. Se determinó analíticamente que esto no sería factible debido a que el peso del larguero regruesado negaría la ventaja del ahorro de peso del concepto de rotor de largueros. También resultaría considerablemente mas gravoso. Con respecto al peso debe tenerse presente que cuando se aumenta
15. el espesor de "t" del larguero se aumenta también el tamaño de las placas de retención y se disminuye la flexibilidad del larguero de modo que se precisan mecanismos de control de paso mas pesados para flexionar el larguero.
- 20.

- Luego se inició la investigación del empleo de orificios no circulares a través del larguero en un intento de determinar si se podía ganar algo de la resistencia a la tracción perdida con la perforación de un orificio circular a través del larguero compuesto. Por medio de una serie de cálculos y análisis (elemento finito) se determinaron los efec-
- 25.

- tos de la utilización de diversos tipos de orificios no circulares a través del larguero. El primer orificio seleccionado fue uno de forma sustancialmente en diamante con su eje mayor sobre el eje 20 pero se descubrió que esta configuración produce concentraciones de esfuerzos en estos puntos. Luego se evaluaron y probaron orificios de forma elíptica de diversos aspectos con condiciones de carga centrífuga simulada para determinar el orificio elíptico que produce un mínimo debilitamiento del larguero al atravesarlo. En esta forma de prueba
5. y error, se determinó que, según se aprecia mejor en la figura 3, el orificio elíptico 78 con una relación de 2 a 1, con su eje mayor 80 discurriendo a lo largo del eje 20 del larguero y con su eje menor 82 de dimensión D, fue el orificio óptimo debido a que produjo un debilitamiento mínimo del larguero al ser atravesado por éste. El análisis y la prueba demostró que el larguero compuesto 14 con orificio pasante elíptico 78 tenía alrededor de dos veces y media la resistencia a la tracción que la del orificio circular 78 pasante. Por consiguiente, se determinó que para utilizar el total potencial de ahorro de peso de un larguero compuesto resultaba necesario practicar orificios de forma no circular y, de preferencia, orificios elípticos.
- 10.
- 15.
- 20.

- Para evitar las concentraciones de esfuerzo el orificio del larguero 78 debería tener una superficie lisa y de preferencia pulida.
- 25.

Es interesante destacar que cuando se probó el larguero compuesto 14 con un orificio circular 76 se mantuvo la predicción analítica de que el fallo inicial en el larguero se produce en forma de grietas de corte 79 proyectadas tan-

- gencialmente a partir del orificio y extendiéndose en dirección de las fibras unidireccionales y eje del larguero y que esto resulta en una falla a la tracción 81 de la sección transversal del larguero en un punto desplazado del eje menor 82 del orificio 76. Por el contrario, el fallo del larguero compuesto 14 con orificio elíptico 78 se produjo inicialmente y finalmente con un fallo a la tracción sustancialmente a lo largo de la línea del eje menor 82 de la elipse. Por consiguiente, se adicionaron fibras diagonales 83 a través del larguero en el eje 82 extendido del orificio 78 a la periferia del larguero. Las fibras 83 pueden formar cualquier ángulo apropiado con fibras unidireccionales 85, tal como de 45 grados.
- 5.
- 10.

- En este punto, en el estudio efectuado, se determinó que el orificio de forma elíptica 78 resultó muy superior al orificio circular 76 en el larguero 14 y que el orificio de forma elíptica fue adecuado para soportar la carga centrífuga de las palas en sus extremos opuestos cuando estuvo equilibrada dicha carga centrífuga.
- 15.

- En caso de que el problema hubiese sido meramente el de resistir cargas centrífugas de pala equilibradas o proporcionar un orificio con huelgo en el larguero compuesto 14 que permitiera pasar otro miembro a través del larguero compuesto sin que estableciera contacto con éste, resultaría adecuado el empleo de un orificio no circular o elíptico 78 por si solo.
- 20.
- 25.

Sin embargo, se enfrentó el problema adicional de que el larguero funcionara bajo condiciones en las que las cargas centrífugas del rotor estuvieran desequilibradas y que

- la construcción del larguero debiera ser capaz de soportar cargas centrífugas desequilibradas en el rotor. Estas cargas centrífugas desequilibradas se produjeron cuando las palas en los extremos opuestos del larguero se sometieron a diferentes cargas aerodinámicas y, por consiguiente a distintas cargas centrífugas, de modo que se tendría una carga centrífuga neta desequilibrada en el larguero intentando mover el larguero fuera de su eje de giro 16. Deben proporcionarse medios para retener el larguero sobre el eje 16 durante estas condiciones de funcionamiento. Se comprendió que el árbol de cambio de paso 62 no podía utilizarse para realizar esta función centradora de la pala puesto que cargándolo en la forma que fuese se produciría su agarrotamiento. Debido a que el árbol de cambio de paso no podía utilizarse para esta finalidad se comprendió que debía utilizarse para esta finalidad un miembro intermedio.
- 5.
- 10.
- 15.

- Por consiguiente se decidió utilizar una espiga centradora 74 o casquillo que envolviera el árbol de cambio de paso 62 con huelgo de funcionamiento y soportado en el orificio 78 y conectado a las placas de retención 46 y 48, que están conectadas a la transmisión 58. En el contrarrestado de una carga centrífuga desequilibrada, la carga desequilibrada debe impartirse del larguero a la espiga centradora 74 y luego a las placas de retención 46 y 48 y de aquí al alojamiento de transmisión 58 del fuselaje. En todo momento debe existir un huelgo de funcionamiento entre el árbol de cambio de paso 62 y la espiga centradora 74, de otro modo se agarrotaría el árbol y sería imposible cambiar el paso cuando se deseara.
- 20.
- 25.

Por consiguiente, se apreciará que el orificio de larguero 78 debe desempeñar una función centradora en el soporte de la espiga centradora 74 de modo que el orificio 78 debe ser mas que un orificio de huelgo por el que pase el árbol de cambio de paso 62. A continuación surgió el problema de como soportar la espiga centradora 74 a partir del orificio 78 sin debilitar el larguero 14 y de modo que la espiga 74 pudiera desempeñar su función centradora.

5. Se planeó primero retener la espiga centradora 74 utilizando un casquillo de configuración elíptica con una abertura circular que pudiera insertarse sobre la espiga 74 y que recibiera un orificio de larguero elíptico 78 con ligero huelgo, por ejemplo unos 0,12 mm. Se planeó unir y soportar el casquillo a partir del orificio 78 del larguero mediante un adhesivo estructural de elevado módulo que llenara el espacio de 0,12 mm entre el diámetro externo del casquillo elíptico y la superficie del orificio elíptico del larguero 78. El análisis y prueba demostró que este tipo de construcción resulta inaceptable debido a que es tan rígida que el larguero compuesto 14 reacciona frente a la carga como si tuviera un orificio circular pasante y se comprendió que se perdían los beneficios de la resistencia a la tracción del orificio elíptico 78 utilizando esta construcción rígida.

10. Esto llevó a la comprensión de que resultaba necesario aislar el casquillo elíptico del orificio de larguero elíptico de modo que la presencia del casquillo elíptico no afectara adversamente la pauta de flujo de esfuerzo suave entorno del orificio del larguero con el fin de reducir su resistencia. Sin embargo, se llegó a la conclusión que cual-
- 15.
- 20.
- 25.

- quier medio que se utilizara para llevar a cabo esta función aislante debería ser también apropiado para comportar las cargas centrífugas desequilibradas del larguero a la espiga 74. Estas exigencias resultaron aparentemente contradictorias puesto que un medio aislante extremadamente flexible afectaría de forma mínima las líneas de flujo de esfuerzo entorno del orificio del larguero y medios aislantes extremadamente rígidos transferirían mas fácilmente la carga centrífuga desequilibrada. Se eligieron medios para llevar a
5. cabo ambas funciones elegidos a partir de un grupo de miembros de resorte potencial o elásticos incluyendo resortes y elastómeros. Se decidió que un elastómero sería probablemente el mejor material aislante.
10. Por consiguiente, se decidió suspender el casquillo elíptico 84 de la pared interna del orificio elíptico 78 del larguero mediante un elastómero de dimensión controlada para aislar de carga el casquillo elíptico y la espiga centradora 74 del larguero compuesto. Se descubrió que la dimensión del elastómero entre el orificio elíptico y el casquillo elíptico, el factor de forma y el durómetro del elastómero constituirían parametros de fundamental importancia. La primera
15. exigencia para el elastómero es que debe ser lo suficientemente flexible para que permita el flujo de esfuerzo sin ser alterado entorno del orificio elíptico 78 y a través del larguero 14 en la forma representada en la figura 5 cuando el larguero soporta una situación de carga centrífuga equilibrada. En la figura 5 el casquillo elíptico flotante se identifica con 86. El casquillo 84 se fabrica, de preferencia, de titanio o aluminio, puede incluir orificios de aligera-
20. 25.

- miento y tiene un espesor "t" sustancialmente igual al del larguero 14. Observando la figura 5 se apreciará que bajo la situación de carga centrífuga equilibrada las líneas de flujo de esfuerzo fluyen suavemente entorno del orificio elíptico 78 debido a que el elastómero 86 tiene suficiente flexibilidad. En caso de que el elastómero 86 no tuviera suficiente flexibilidad surgiría de nuevo el problema que se encuentra cuando se intenta utilizar un enlace rígido entre el orificio elíptico y el casquillo elíptico. La segunda exigencia para el elastómero 86 consiste en que debe tener suficiente consistencia para poder soportar la situación de carga centrífuga desequilibrada anteriormente expuesta e ilustrada en la figura 6 como  $t_0$  y en donde la dimensión del elastómero entre el orificio 78 y el casquillo 84 a lo largo del eje mayor común 80 es  $d_1$  y la dimensión del elastómero entre el orificio 78 y el casquillo 84 a lo largo del eje interno 82 es  $d_2$ .

- Se llevaron a cabo una serie de análisis y pruebas para determinar la dimensión del elastómero que proporcionara la flexibilidad deseada afectando de forma mínima la pauta de líneas de flujo de esfuerzo entorno del orificio del larguero durante el funcionamiento del rotor equilibrado y con el transferimiento de cargas centrífugas desequilibradas durante el funcionamiento de rotor desequilibrado. Estas series de pruebas, que fueron de tanteo y error, determinaron la capacidad de resorte que se requería para el elastómero en diversas etapas entorno del orificio y de ésta se determinó el durómetro, dimensión y factor de forma del elastómero requeridos para producir dicha capacidad de resorte y

esto determinó también la forma del casquillo de aluminio que debe suspenderse del orificio del larguero mediante el elastómero selectivamente dimensionado.

- En la determinación de la forma óptima del orificio del larguero y las características requeridas del elastómero se utilizó el programa computador de elemento finito. Con el empleo de este programa de computadora de elemento finito se determinó la resistencia a la tracción del larguero compuesto a lo largo del eje menor del orificio elíptico para orificios elípticos con diferentes dimensiones de eje mayor y menor de modo que con la repetición de la forma elíptica se determinó la que produce la máxima resistencia a la tracción del larguero a lo largo del eje menor de la elipse. Con el empleo de este sistema analítico se pudo hallar el orificio elíptico de proporción óptima. En modo alguno resultó obvio el tamaño y forma óptimo del orificio elíptico.
5. del larguero y las características requeridas del elastómero se utilizó el programa computador de elemento finito. Con el empleo de este programa de computadora de elemento finito se determinó la resistencia a la tracción del larguero compuesto a lo largo del eje menor del orificio elíptico para orificios elípticos con diferentes dimensiones de eje mayor y menor de modo que con la repetición de la forma elíptica se determinó la que produce la máxima resistencia a la tracción del larguero a lo largo del eje menor de la elipse. Con el empleo de este sistema analítico se pudo hallar el orificio elíptico de proporción óptima. En modo alguno resultó obvio el tamaño y forma óptimo del orificio elíptico.
10. elípticos con diferentes dimensiones de eje mayor y menor de modo que con la repetición de la forma elíptica se determinó la que produce la máxima resistencia a la tracción del larguero a lo largo del eje menor de la elipse. Con el empleo de este sistema analítico se pudo hallar el orificio elíptico de proporción óptima. En modo alguno resultó obvio el tamaño y forma óptimo del orificio elíptico.
15. de proporción óptima. En modo alguno resultó obvio el tamaño y forma óptimo del orificio elíptico.

- Con el establecimiento de la forma óptima del orificio elíptico 78 del larguero 14 la segunda etapa consistió en utilizar modelos de elemento finito del tipo representado en la figura 4 con el casquillo 84 suspendido del orificio elíptico 78 por medio de una serie de resortes 86 cuya constante elástica  $K_{s1}$  es una función del factor de forma, durómetro y dimensión del elastómero al que sustituye. Con la repetición se suspendieron varios casquillos elípticos 84 de diferentes formas elípticas de los resortes 86 en el orificio de larguero óptimo 78 previamente seleccionado.
20. en la figura 4 con el casquillo 84 suspendido del orificio elíptico 78 por medio de una serie de resortes 86 cuya constante elástica  $K_{s1}$  es una función del factor de forma, durómetro y dimensión del elastómero al que sustituye. Con la repetición se suspendieron varios casquillos elípticos 84 de diferentes formas elípticas de los resortes 86 en el orificio de larguero óptimo 78 previamente seleccionado.
25. diferentes formas elípticas de los resortes 86 en el orificio de larguero óptimo 78 previamente seleccionado.

Cuanto se realiza con este procedimiento es determinar la forma del orificio elíptico 78 en el larguero y la forma del casquillo elíptico 84 que, cuando se suspende del

- orificio 78 mediante el elastómero requerido proporciona una construcción en la que el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  es sustancialmente la unidad para el orificio sin casquillo 78, de mínima variación, y no inferior a 1,05 veces
5. el factor de concentración de esfuerzo del orificio sin casquillo, cuando el orificio es así encasquillado. El factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  es la relación del esfuerzo máximo en el borde del orificio 78 dividido por el esfuerzo medio a través del larguero en el orificio 78, y en particular a lo largo de su eje 82. El valor óptimo para el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  es uno y esto significaría la obtención de un esfuerzo absolutamente igual en todo el larguero a través del orificio por el eje 82. Esto solo puede obtenerse en teoría, puesto que el tamaño y forma del orificio del invento se seleccionó de modo que el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  sea tan próximo a la unidad como resulte posible.
- 10.
- 15.

- Se apreciará, por consiguiente, que se ha utilizado un proceso de computadora de elementos finitos para determinar el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  a través del orificio 78 del larguero 14, considerando diversos tamaños y formas del orificio sobre una base de prueba y error para determinar primero el tamaño y forma del orificio elíptico 78 que proporcione el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  mejor posible, siendo óptimo la unidad. Luego se utilizó la reiteración en el mismo procedimiento de computadora de modelo de elementos finitos utilizando una serie de casquillos flotantes de forma distinta 84 en el orificio de larguero de forma elíptica ya seleccionado 78 determinando en cada
- 20.
- 25.

- caso el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  de esta combinación de partes, o sea el larguero con los orificios elípticos 78 y el casquillo flotante 84 soportado por una serie de resortes 86 que representan el elastómero, con el objeto de
5. determinar de nuevo el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  que se aproxima tanto como es posible al  $K_t$  original del orificio sin casquillo y en ningún caso resulta superior a 1,05 veces el factor de concentración de esfuerzo del orificio sin casquillo. Esto proporciona un orificio sin casquillo
10. que tiene una máxima resistencia a la tracción del larguero a través del orificio. Cuando el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  para el orificio sin casquillo y el orificio con casquillo son iguales bajo carga centrífuga equilibrada, el casquillo se encuentra aislado de carga del larguero. Sin embargo, esto podría no dar solución al problema
15. debido a que existe una exigencia citada anteriormente de que el elastómero precisa ser lo suficientemente resistente para soportar las fuerzas de carga centrífuga desequilibradas a las que se somete el larguero.
20. Las figuras 7 y 8 representan una gráfica determinada con el procedimiento de computadora de elementos finitos en donde la figura 7 representa el factor de concentración de esfuerzo  $K_t$  para el orificio sin casquillo 78 y el orificio con casquillo trazado frente a la relación del eje menor del orificio elíptico  $D$  y la dimensión  $d_1$  del elastómero a lo largo del eje mayor común 80 de la elipse, representado mejor en la figura 6, para una situación de carga
25. centrífuga de larguero equilibrada. Observando la figura 7 se apreciará que el factor de concentración de esfuerzo del

- orificio sin casquillo es igual a 1,05 veces el factor de concentración de esfuerzo del orificio con casquillo cuando la relación  $D$  dividida por  $d_1$  es 10. Cuando aumenta la dimensión del elastómero  $d_1$ , la relación se reduce por debajo de 10 y
5. permanece en la gama aceptable designada. Esto significa que en la situación de carga centrífuga equilibrada un aumento en la dimensión  $d_1$  del elastómero proporciona mejores resultados y se obtienen resultados aceptables cuando la relación  $D/d_1$  es 10 o menos.
10. La figura 8 muestra la capacidad final para soportar carga desequilibrada por parte del larguero  $t_c$  trazada frente a la misma relación  $D/d_1$ . Por la experiencia anterior en el diseño de rotores se sabe que la carga centrífuga desequilibrada que debe acomodarse por el larguero es el 1%,
15. aproximadamente, de la carga centrífuga normal del larguero. Esto se estableció como una exigencia de diseño. Observando la figura 8 se apreciará que para la situación de carga centrífuga desequilibrada se presenta una situación contradictoria a la de situación de carga equilibrada por cuanto que,
20. mientras en la exigencia de diseño antes citada la relación  $D/d_1$  es 7, haciendo menor la dimensión  $d_1$  del elastómero se obtendrán resultados mejorados en la capacidad final "t" dentro de la gama aceptable deseada.

- Por consiguiente, observando los resultados de las
25. figuras 7 y 8 se apreciará que satisfaciendo las exigencias de la situación de carga centrífuga equilibrada de la figura 7 y la situación de carga centrífuga desequilibrada de la figura 8 la relación de  $D/d_1$  debe estar comprendida entre 7 y 10.

- Se apreciará por tanto que se ha previsto un método único de diseñar miembros de interconexión 84 y 86 entre el orificio del larguero 78 y la espiga centradora 74. Siguiendo el método del presente invento se suspende un casquillo metálico 84 en el orificio del larguero 78 por medio de una capa elastomérica 86 de configuración, espesor y durómetro seleccionados. La capa de elastómero 86 se diseña para que permita la transferencia de cargas del larguero a las espigas de posicionado 74 y para impedir la alteración de la pauta de flujo de esfuerzo entorno del orificio 78 del larguero. Se ha determinado que existe una gama muy limitada de forma y dimensión del elastómero que pueda reunir las exigencias de transferencia de carga y aislamiento.
- 5.
- 10.

- Se ha encontrado que un elastómero que es un caucho poliuretánico conocido como PRL535 y producido por Products Research Corporation of Glendale, California, resulta satisfactorio para la configuración de este invento en donde el larguero es de fibra epoxi de grafito unidireccional y cuyas dimensiones en sección transversal son de 13,08 cm en W por 1,52 cm en "t". Este elastómero es del mismo espesor "t" que el casquillo 84 y el larguero 14 tiene un durómetro de 50 y un factor de forma que varía de 6, en la sección de caucho mas delgada, a 0,8 en la sección de caucho mas gruesa.
- 15.
- 20.

- Para una compresión mas completa de las propiedades de los elastómeros y la importancia de su factor de forma, durómetro y dimensión, se hace referencia al Manual de Molded and Extruded Rubber, The Goodyear Tire & Rubber Company, Akron, Ohio, 2ª edición, 1959. Se ha encontrado que la configuración óptima tiene lugar cuando D es 6,98 cm,  $d_1$  es 0,952
- 25.

cm y  $d_2$  es 0,127 cm.

5. El espesor del elastómero se estableció igual al espesor del larguero. Esto proporciona el área máxima de compresión del elastómero (sin exceder la envolvente del larguero) de que puede disponerse para soportar la carga centrífuga desequilibrada.

10. Si bien se han ofrecido las dimensiones que se han encontrado óptimas para la configuración del invento, el procedimiento aquí ilustrado puede utilizarse para determinar la configuración óptima de cualquiera y todas las configuraciones de pala.

Se ha considerado deseable determinar la dimensión D como sigue:

15. Se comienza con el diámetro requerido para el árbol accionador de paso 62, que fue de 6,35 cm. Luego se proporcionó un espesor de pared de dimensión mínima para la espiga centradora 74 que será comprimida en las placas de retención 46 y 48 con fines de centrado del larguero. Entre el árbol accionador de paso 62, diámetro externo, y la espiga centradora 72, diámetro interno, para el movimiento alternativo libre del árbol en el interior de la espiga centradora debe proporcionarse una reducida holgura. Se estableció una holgura de 0,762 mm. Esta holgura se consideró suficiente puesto que las cargas centrífugas desequilibradas del rotor se imparten del larguero, a través del elastómero, luego a través del casquillo 84 a la espiga 84, que se ajusta por presión en 46 o 48, y luego, por consiguiente, a las placas 46 y 48.
20. El buje 91 soporta el árbol 62 en el interior de la espiga 74, tal como se representa en la figura 9. Luego se diseñó
- 25.

- el casquillo elíptico 84 con un espesor de pared mínimo absoluto a lo largo del eje menor 82 para actuar como un buje sin que sufra fractura de su pared con carga. Adicionalmente, el casquillo 84 debe dimensionarse a lo largo de su eje menor
5. dejando un orificio de larguero 78 con ligero huelgo diametral debido a la carga centrífuga aplicada a los extremos del larguero por las palas. Con respecto a la dimensión  $d_2$  del elastómero a lo largo del eje menor de la elipse, todo cuanto debe asegurarse estriba en que el casquillo flotante 84 no
10. establezca contacto con el orificio de larguero 78, particularmente a lo largo de este eje menor 82. El elastómero puede ser de una dimensión  $d_2$  muy delgada debido a que no existe movimiento relativo en el elastómero por el alargamiento del larguero bajo la carga centrífuga en el eje menor 82 y debido
15. a que ninguna de las fibras unidireccionales del larguero se cortan en este punto perpendicular. En vista de que cuando se desplaza del centro del larguero a lo largo de su eje mayor 80 en cualquier dirección el orificio de larguero corta progresivamente mas y mas fibras unidireccionales, se produce
20. un mayor movimiento del orificio 78 debido a la carga centrífuga y ello requiere mayor espesor de elastómero en la obtención de una dimensión  $d_1$ , de modo que el casquillo flotante 84 se encuentre, en efecto, aislado de carga del orificio de larguero.
25. Debe entenderse que el invento no se limita a las modalidades particulares aquí representadas y descritas, sino que pueden realizarse diversos cambios y modificaciones sin por ello apartarse del espíritu y alcance de este nuevo concepto tal como se define en las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

Descrito el objeto del presente invento, se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones, con prioridad de la solicitud de patente U.S.A.

5. nº 590.773 de fecha 26 de Junio de 1975.
- 1.- Perfeccionamientos en la fabricación de rotores aptos para girar entorno de un eje de giro y experimentar variación de cambio de paso entorno de un eje de cambio de paso, incluyendo los rotores por lo menos, un larguero compuesto unidireccional dotado de una serie de fibras altamente modulares que se extienden paralelas entre sí y con respecto al eje de larguero y de cambio de paso y que soporta una paleta de rotor en cada extremo opuesto, caracterizados por practicarse un orificio elíptico para el paso de un árbol de cambio de paso de pala que se extiende a través del larguero y presenta ejes mayor y menor que se cruzan en el eje de giro y extendiéndose el eje mayor a lo largo del eje del larguero y siendo dichos ejes de dimensión seleccionada de modo que el factor de concentración de esfuerzo a través del larguero por el eje menor de la elipse se aproxime a la unidad tanto como sea posible cuando el larguero soporta cargas centrífugas equilibradas, por disponerse un miembro centrador flotante del larguero de forma seleccionada en dicho orificio de dicho larguero para definir entre ambos una cavidad selectivamente configurada, y por llenar un elastómero de factor de forma, durómetro y dimensión seleccionado dicha cavidad y soportar dicho miembro centrador a partir de dicho orificio de larguero de modo que el factor de concentración de esfuerzo en el larguero a lo largo del eje menor de la
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

elipse del larguero con el miembro centrador así suspendido sea sustancialmente igual al factor de concentración de esfuerzo del larguero antes de que el miembro centrador sea suspendido de este modo cuando el larguero soporta cargas centrífugas equilibradas.

5.

2.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 1, caracterizados porque el miembro centrador incluye una espiga centradora cilíndrica que envuelve dicho árbol y dispuesta en el interior de dicho orificio de larguero

10.

y un miembro de casquillo de configuración elíptica provisto de un diámetro interno circular que envuelve y empuja de forma coincidente dicha espiga centradora y presentando una superficie externa elíptica, envuelta en el orificio de larguero elíptico y en relación espaciada respecto a éste

15.

de modo que define elipses concéntricas entre ambos y dimensionado de modo que la cavidad definida entre ambos posea una dimensión seleccionada a lo largo del eje mayor común de la elipse y el eje menor común de la elipse.

20.

3.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 1 o 2, caracterizados porque dicha cavidad es de dimensión máxima a lo largo de dicho eje mayor y de dimensión mínima a lo largo de dicho eje menor.

25.

4.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 2, caracterizados porque dicho miembro de casquillo y espiga centradora son solidarios.

5.- Perfeccionamientos, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados porque el orificio de configuración elíptica del larguero tiene una relación de eje mayor a eje menor de 2/1.

5. 6.- Perfeccionamientos, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizados porque la relación del eje menor del orificio elíptico del larguero D, con respecto a la dimensión  $d_1$  del elastómero en los extremos opuestos del miembro centrador a lo largo del eje mayor de la elipse está comprendida entre  $7/1$  y  $10/1$ .

10. 7.- Perfeccionamientos, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizados porque dicho miembro centrador envuelve dicho árbol con holgura de giro del árbol y porque se proporcionan medios para que dicho árbol tenga un movimiento alternativo a lo largo de su eje de giro y medios que conectan dicho miembro de árbol a dicho larguero en laterales opuestos de dicho eje de giro de modo que el movimiento alternativo de dicho miembro de árbol hace  
15. que dicho larguero flexione y, por tanto, motive el cambio de peso de las palas de forma selectiva.

20. 8.- Perfeccionamientos, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizados porque dicho rotor es un rotor de helicóptero soportado para giro en un helicóptero, comprendiendo medios que conectan dicho miembro centrador a dicho helicóptero de modo que las cargas centrifugas de pala desequilibradas puedan impartirse a través de dicho elastómero a dicho miembro centrador y de aquí a dicho helicóptero.

25. 9.- Perfeccionamientos, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizados porque el larguero comprende una pluralidad de fibras altamente modulares que se extienden hacia fuera de dicho orificio de configuración elíptica en ángulos sustanciales con respecto a di-

chas fibras sustancialmente paralelas.

5. 10.- Perfeccionamientos, de conformidad con la reivindicación 7, caracterizados porque los medios que producen el movimiento alternativo de dicho árbol están protectivamente alojados contra el deterioro balístico.

10. 11.- Perfeccionamientos, de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizados por producirse un larguero de dimensión seleccionada que comprende una pluralidad de fibras unidireccionales de elevada resistencia a la tracción unidas entre sí de modo que se extiendan a lo largo del eje de larguero, por practicarse un orificio a través del larguero de forma seleccionada de modo que la resistencia a la tracción del larguero sea sustancialmente máxima y de modo que el factor de concentración de esfuerzo a través del larguero en el orificio sea sustancialmente mínimo cuando el larguero soporta cargas centrífugas equilibradas por seleccionarse un miembro de casquillo que incluye una abertura centradora central y con una periferia externa que coopera con el orificio del larguero para definir una cavidad de forma seleccionada entre ambos y soportar dicho miembro de casquillo a partir de dicho orificio de larguero con un elastómero de durómetro y factor de forma seleccionados de modo que sea suficientemente flexible para que el factor de concentración de esfuerzo a través del larguero en el orificio se vea sustancialmente inafectado por la presencia del casquillo así suspendido cuando el larguero soporta cargas centrífugas desequilibradas y suficientemente rígidos para impartir cargas centrífugas equilibradas a dicho miembro de casquillo.
- 15.
- 20.
- 25.

12.- Perfeccionamientos en la fabricación de rotores.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 33 páginas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras y acompañadas de los dibujos reglamentarios.

Madrid, a

25 JUN. 1978

p.a.

JAIWE ISEERN

p. p.

Firmado: JOSE L. MORAN

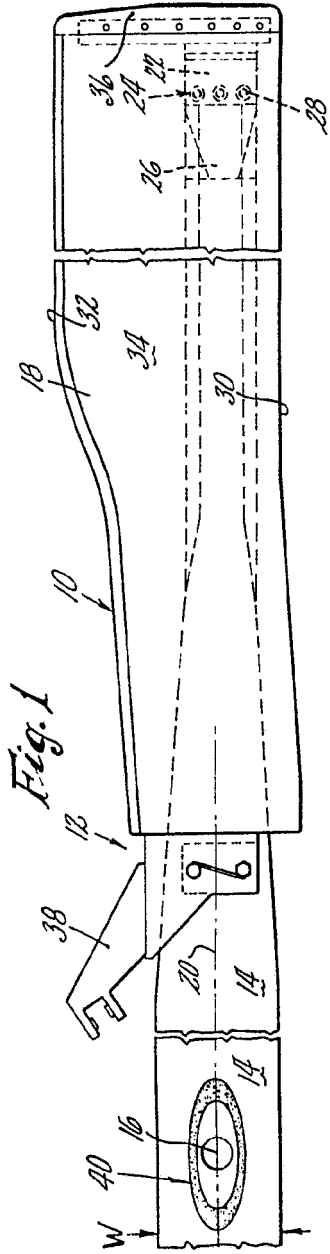


Fig. 1

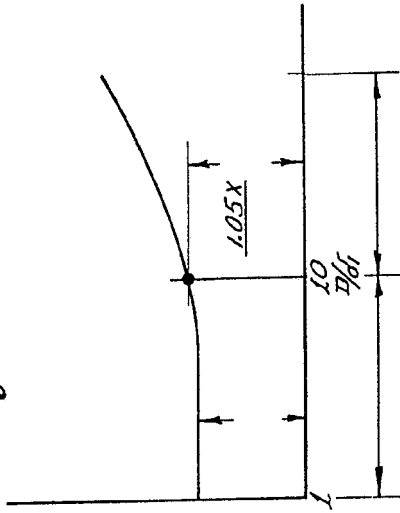


Fig. 7

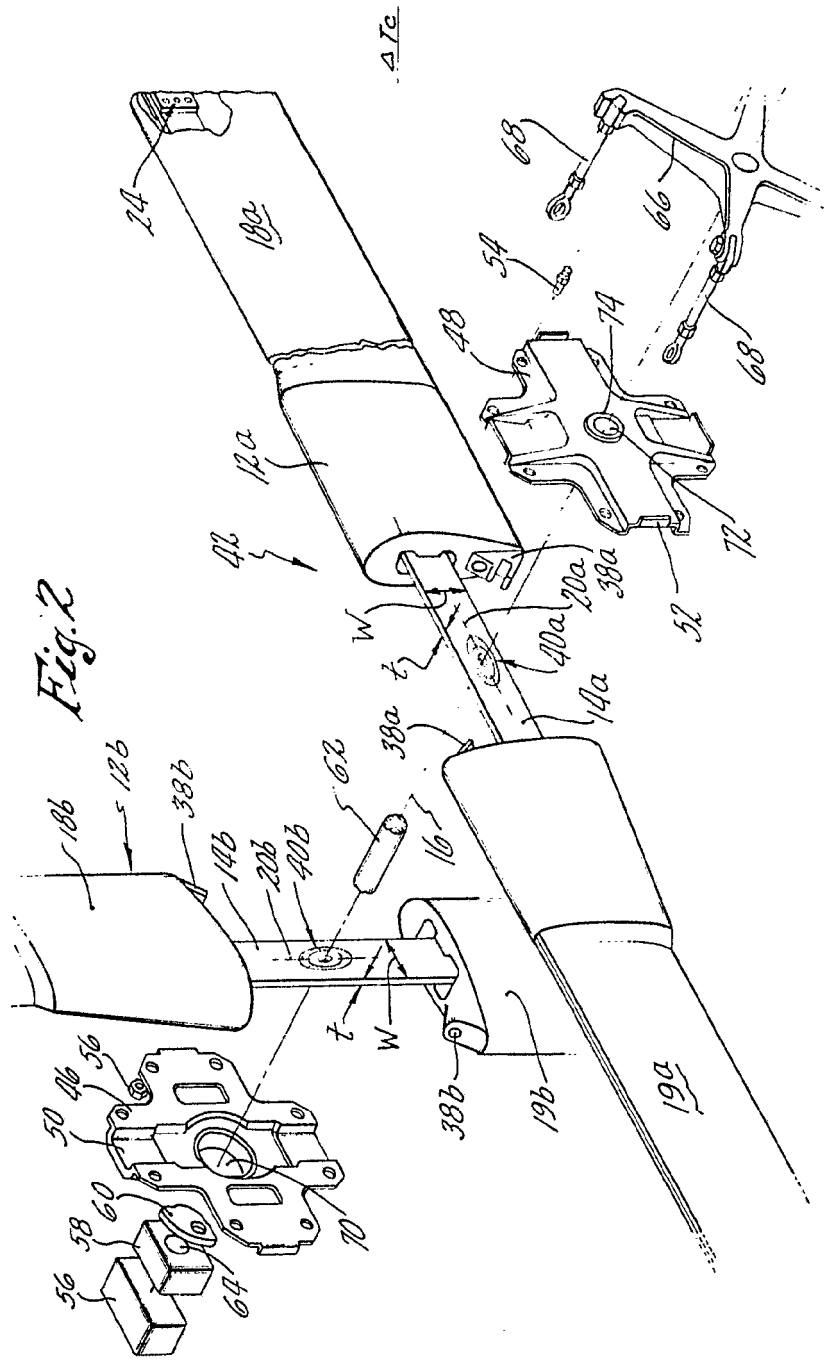


Fig. 2

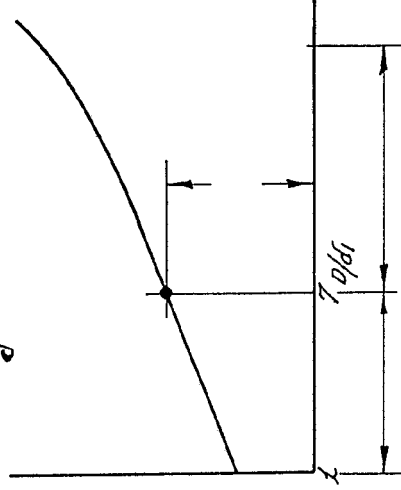
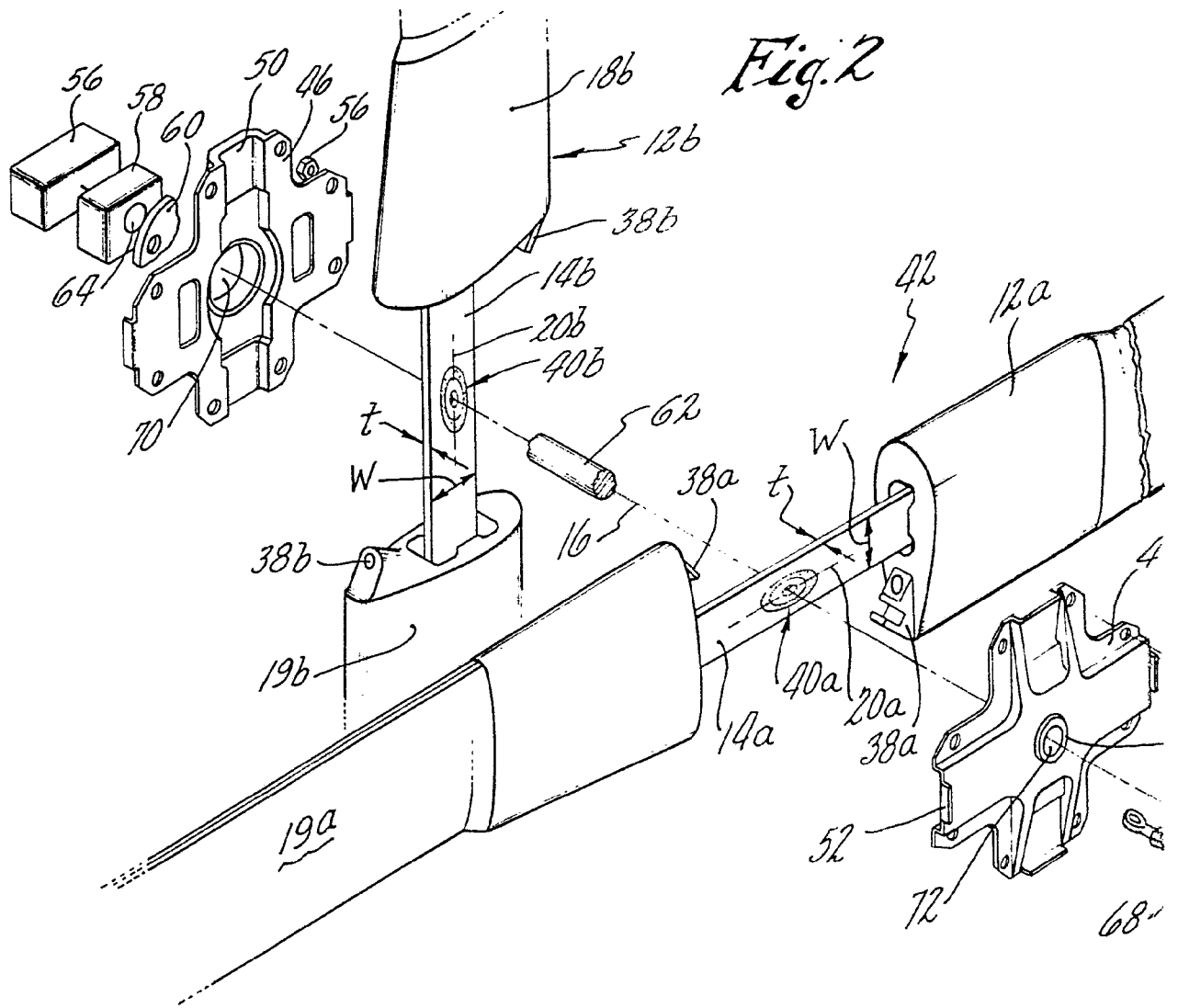
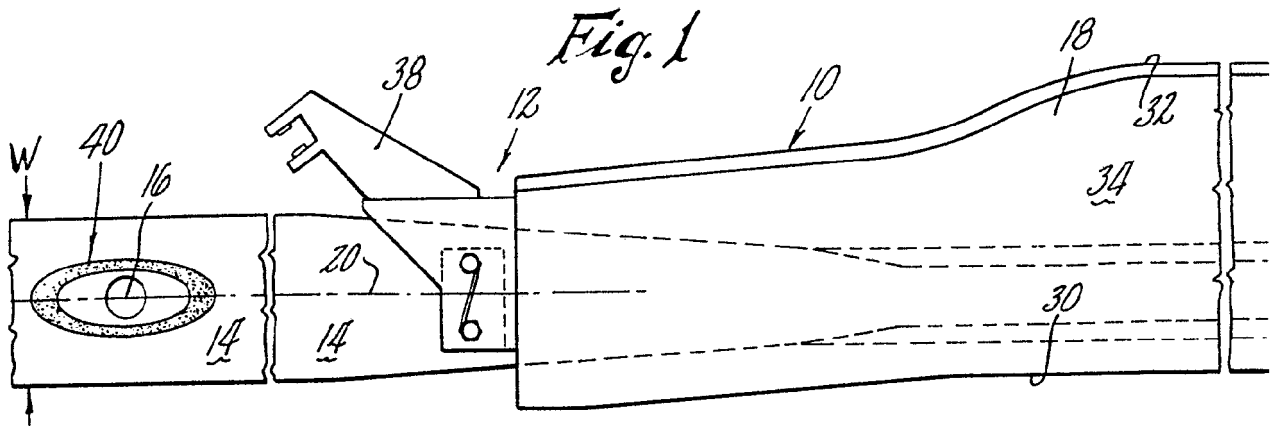


Fig. 8

Madrid, a 25 JUN 1976  
 J. M. MARTIN  
 P. A.

Excmo. JCSSE L. MCRA

Case F. 3529 / RW



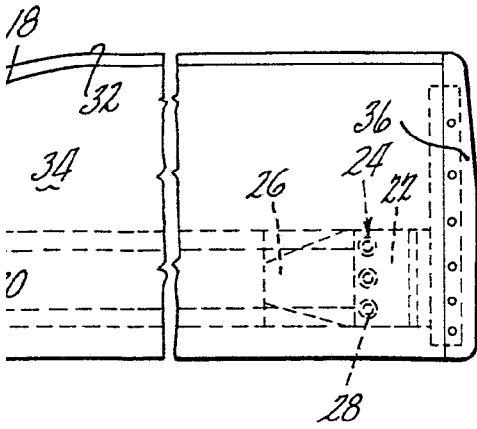


Fig. 7

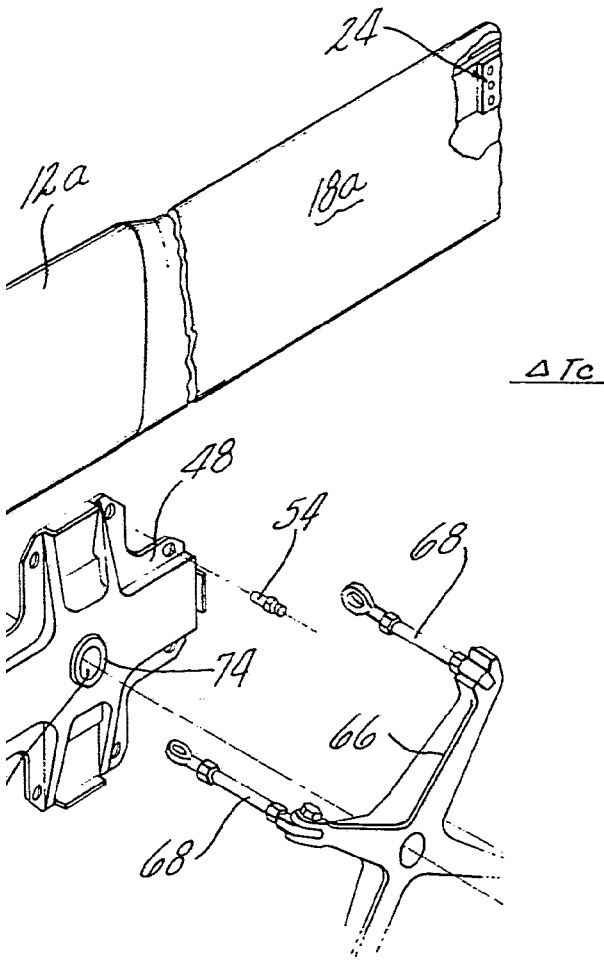
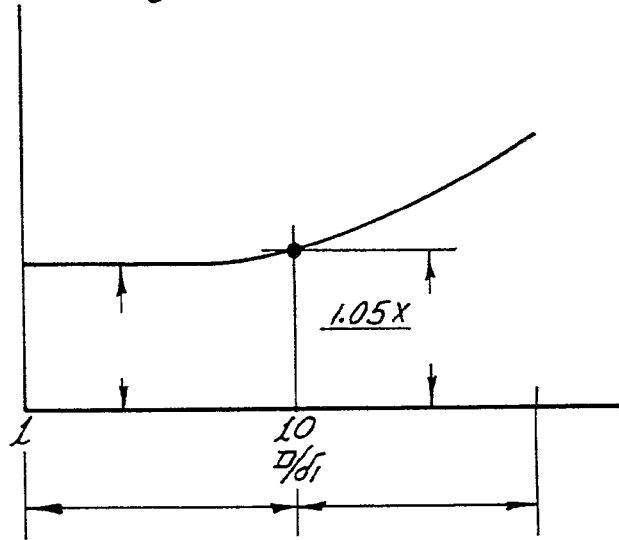
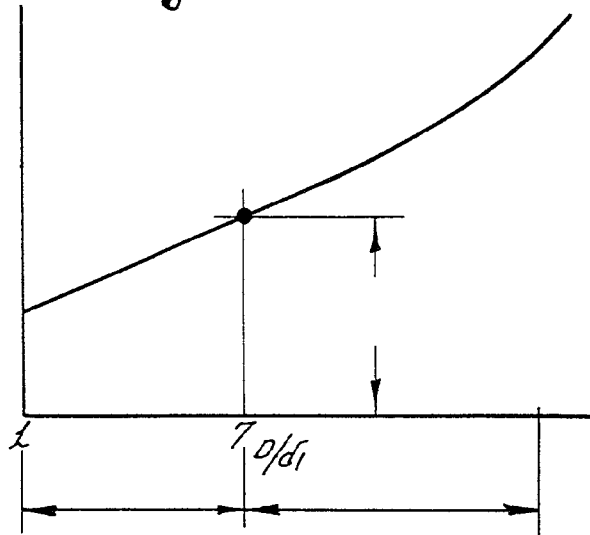


Fig. 8



Madrid, a 25 JUN. 1976  
 p.a. J. L. MCRA

p. p.

Firmado: JOSE L. MCRA

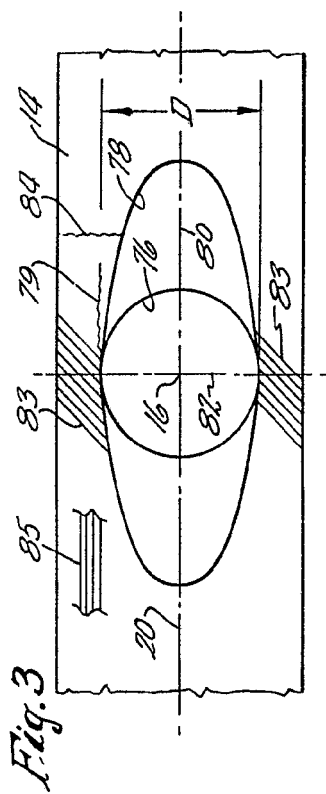


Fig. 3

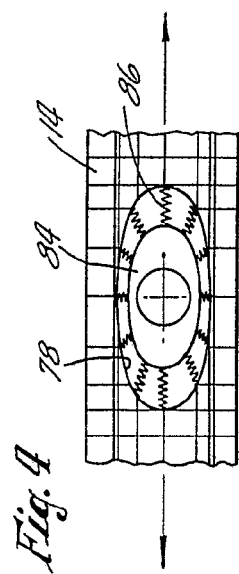


Fig. 4

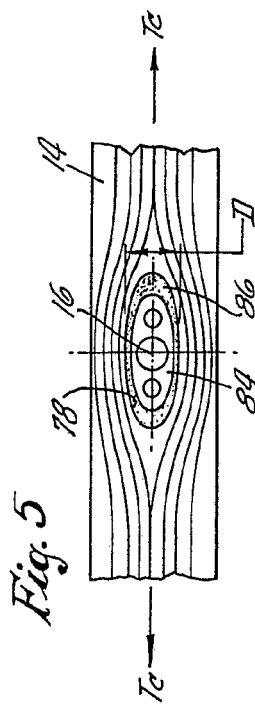


Fig. 5

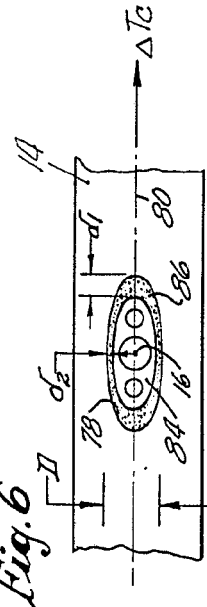


Fig. 6

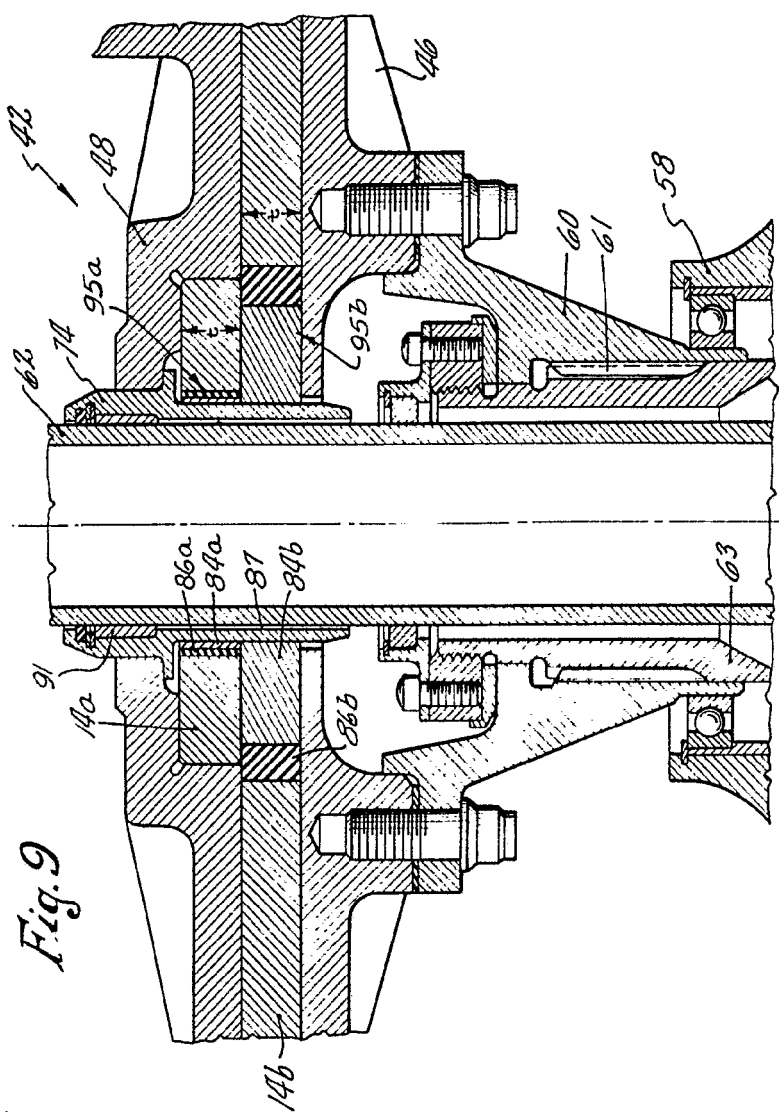


Fig. 9

Madrid, a 25 JUN. 1978  
 P. a. J. P. L. M. S. R.  
 P. P. L. M. S. R.  
 Firmado: JOSÉ L. M. S. R.

Fig. 3

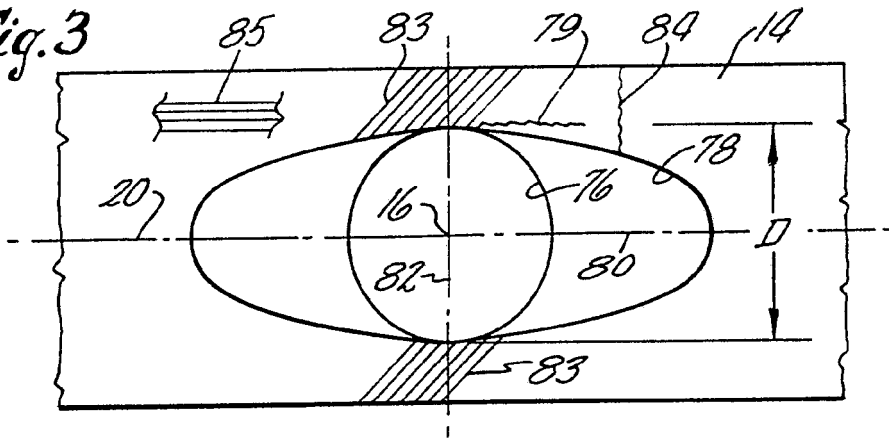


Fig. 4

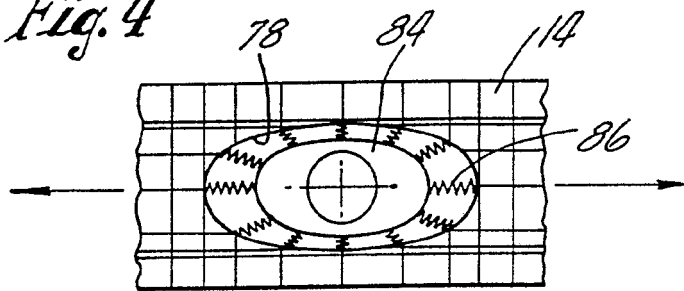


Fig. 5

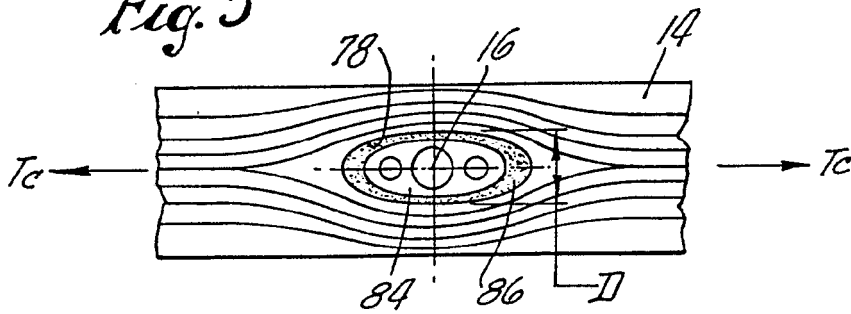


Fig. 6

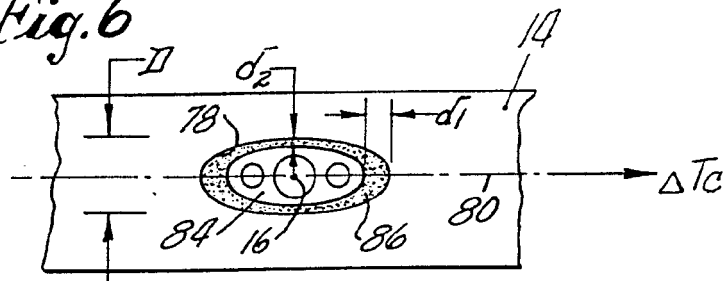
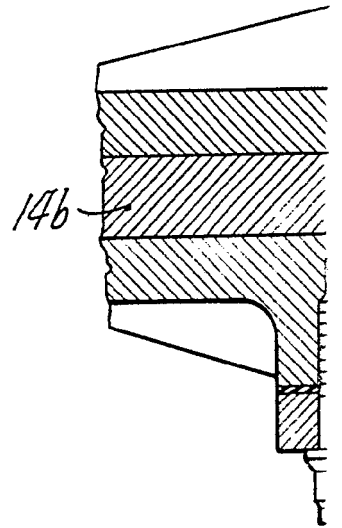
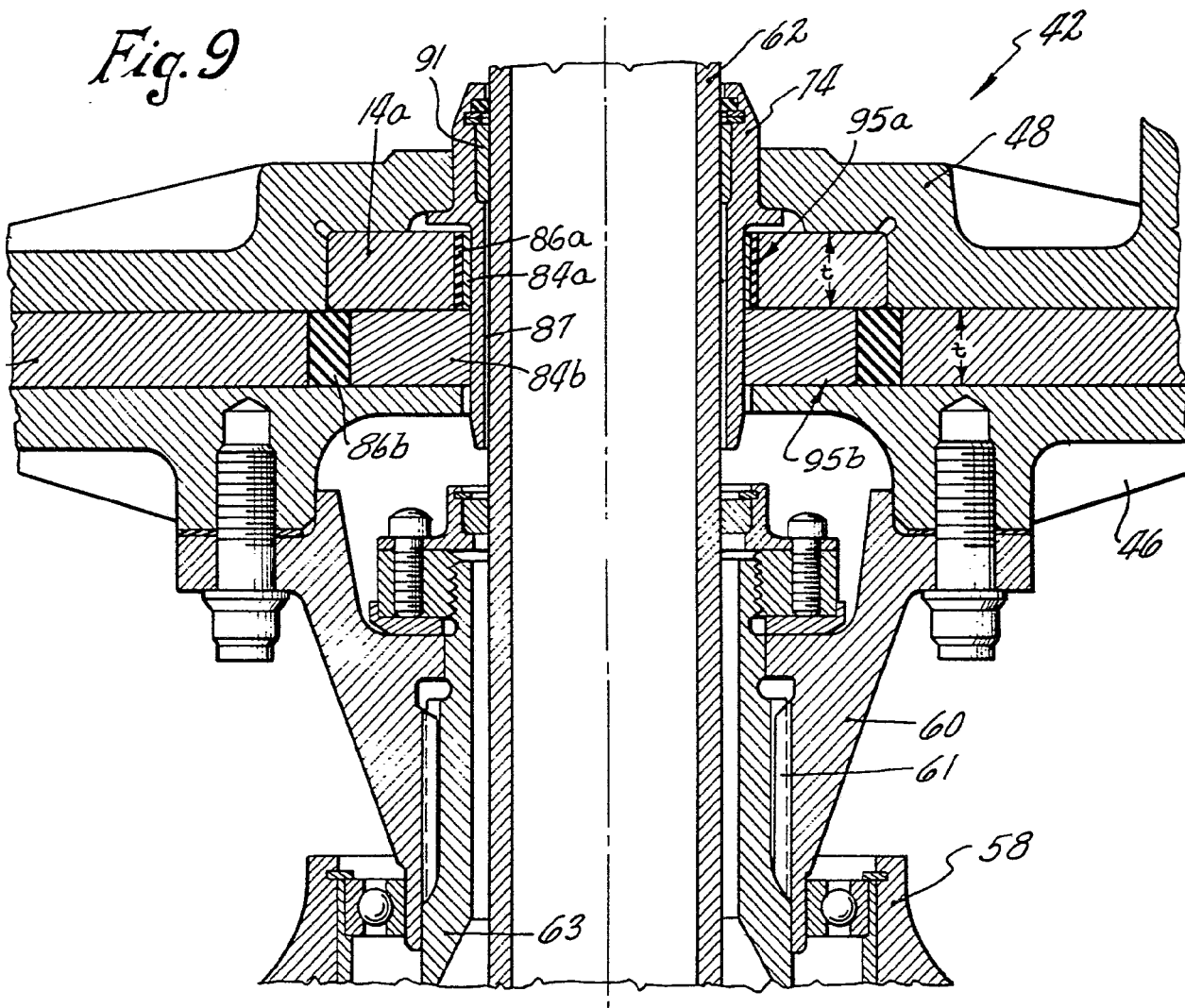


Fig. 9





Madrid, a 25 JUN. 1976  
p. a. JUANIZ VIZCARRA  
p. p. *[Signature]*  
Firmado: JOSE L. MORAN