



ESPAÑA

Concedido el registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

18	ES	11	NUMERO	19	A1
		21	481.390		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			8-6-79		

PATENTE DE INVENCION

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
31	NUMERO				
	914.013		9-6-78		EE.UU.

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			F03G 7/06		

54	TITULO DE LA INVENCION
"UN CONJUNTO RECUPERADOR DE ENERGIA TERMICA"	

71	SOLICITANTE (S)
PETER A. HOCHSTEIN	File:FP-319 (Hochstein)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
14020 Fifteen Mile Road, Sterling Heights, Michigan 48077, Estados Unidos de América

72	INVENTOR (ES)
El mismo solicitante	

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
D. OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ	(P.- 72.039)

ANTECEDENTES DEL INVENTO

(1) Campo del Invento

5 Este invento se refiere a un recuperador de energía térmica o a un conjunto de conversión de energía térmica del tipo para convertir energía calorífica en energía mecánica y, más concretamente, a uno de tales conjuntos en el que se utilizan una pluralidad de elementos sensibles a la temperatura hechos de un material que presenta memoria de forma debido a una transformación termoelástica en fase mar-
10 tensítica, con lo que se requiere menos energía para deformar los elementos en estado frío que la energía devuelta cuando los elementos se recuperan de la deformación al ser calentados a una temperatura más alta.

15 Durante los últimos años se han desarrollado varios materiales que comprenden aleaciones metálicas los cuales tienen una característica de memoria de forma basada en transformaciones termoelásticas en fase martensítica que son dependientes de los esfuerzos o de las deformaciones. Básicamente, tales aleaciones presentan una forma estable en una
20 fase por encima de una temperatura de transición dada y experimentan una transformación a una fase martensítica a una temperatura inferior a la temperatura de transición. Las aleaciones tienen un módulo efectivo muy inferior en la fase
25 martensítica por debajo de la temperatura de transición, requiriendo por ello una cantidad de energía relativamente pequeña en forma de esfuerzo para deformar la aleación cuando está a la temperatura inferior, mientras que la aleación proporciona mucha más energía al recuperarse de su deformación y retornar a su forma original cuando llega a una tem-
30

peratura más alta, por encima de la temperatura de transición. Ejemplos de aleaciones que tienen esta característica de memoria de forma son las de titanio-níquel; cobre-aluminio-níquel; cobre-zinc; hierro-platino y oro-cadmio.

5 Un estudio de las características de memoria de forma de una serie de aleaciones se ha expuesto en el Journal of Material Science; 1.974, volumen 9, páginas 15-21 por los autores L. Delaey, R.V. Krishnan y H. Tas. Otros estudios se han expuesto en las Metallurgical Transactions; 10 1.975, volumen 6A, página 29, por los autores H.C.Tong y C.M.Wayman.

Otras descripciones de materiales que tienen la característica de memoria de forma se han expuesto en la Patente para los EE.UU. nº 3.174.851, concedida con fecha 15 23 de Marzo de 1.965, a Willam J. Buehler y Raymond C. Wiley y en la Patente para los EE.UU. nº 3.558.369, concedida a F.E. Wang y William J. Buehler con fecha 26 de Enero de 1.971.

20 (2) Descripción de la Técnica Anterior

Se han hecho esfuerzos para utilizar estos materiales, que tienen características de memoria de forma, en conjuntos de conversión de energía térmica y tales conjuntos han demostrado que los materiales pueden ser así utilizados. Tales conjuntos deforman el material que tiene la 25 característica de memoria de forma y extraen energía, pero no han utilizado eficazmente el material de la manera en que el material es deformado ni han hecho máxima la cantidad de material deformado en un espacio dado. Además, el 30 material que tiene la característica de memoria de forma

puede ser deformado en mayor grado mientras está por debajo de la temperatura de transición del que puede serlo mientras está por encima de la temperatura de transición, y los conjuntos anteriores pueden deformar el material por igual tanto cuando están por debajo como cuando están por encima de la temperatura de transición.

RESUMEN DEL INVENTO

Un conjunto recuperador de energía térmica que comprende; al menos un elemento sensible a la temperatura hecho de material que presenta memoria de forma debido a una transformación termoelástica en fase martensítica y medios de reacción que reaccionan con el elemento para aplicar un esfuerzo al elemento para deformar el elemento durante una primera fase y para responder a la recuperación de la deformación del elemento durante una segunda fase, con medios de limitación del esfuerzo para limitar la deformación del elemento durante la segunda fase, con lo que la deformación experimentada por el elemento puede ser mayor durante la primera fase que durante la segunda fase.

EXPOSICION DE LA TECNICA ANTERIOR

Un conjunto muy básico de la técnica anterior se ha descrito en la Patente para los EE.UU. nº 3.403.238 concedida con fecha 24 de Septiembre de 1.968 a William J. Buehler y David M. Goldstein, en cuya patente simplemente se describe el sencillo concepto de colocar un material con memoria de forma de níquel-titanio sometido a esfuerzo para deformar el material por flexión en voladizo o por

torsión a una temperatura relativamente baja y extraer la energía aumentada resultante de la recuperación de la deformación por retorno del material a su forma original sin flexionar o sin torsionar, al alcanzar una temperatura más alta. También se han llevado a cabo ensayos en un conjunto utilizando varillas de un material que tiene memoria de forma. Las varillas se extienden entre discos giratorios no paralelos de modo que la rotación síncrona de los discos aumenta la distancia entre los puntos correspondientes de fijación de las varillas en sus perímetros durante media revolución y disminuye la distancia entre los extremos de las varillas durante la otra media revolución, con lo que las varillas son deformadas por ser sometidas a tracción a una temperatura más baja y contraerse hasta su longitud original cuando son calentadas a una temperatura más alta. Tales ensayos fueron llevados a cabo por los laboratorios Lawrence Berkley Laboratories de la Universidad de California (EE.UU.) y se comunicó su ejecución en su informe NSF/R Ann/SE/AG-550/FR 75/2 titulado "Nitinol Engine Project Test Bed" ("Banco de Pruebas del Proyecto de Motor Nitinol") de fecha 31 de Julio de 1.975. El material con memoria de forma utilizado en ese proyecto fue el 55-Nitinol de la Timet División de la Titanium Corporation of America, Toronto, Ohio, EE.UU. con una composición química del 55,38% de níquel; el 0,05% de hierro; el 0,004% de nitrógeno y el resto de titanio.

Otro de tales conjuntos que comprende este material se ha descrito en la Patente para los EE.UU. nº 3.913.326 concedida con fecha 21 de octubre de 1.975 a Ridgway M. Banks. En este conjunto el material tiene la for

ma de alambres que son de forma de U por el lado caliente y que son rectos o relativamente rectos por el lado frío. Se han descrito otros dos conjuntos en la patente para los EE. UU. nº 4.037.411, concedida con fecha 26 de Julio de 5 1977, a Peter A. Hochstein. Uno de los conjuntos dobla tiras de metal en voladizo y el otro conjunto retuerce tiras de metal a lo largo de su longitud.

En ninguno de los conjuntos de la técnica anterior, sin embargo, se hace el máximo uso del metal como de acuerdo con el presente invento, en el que el conjunto aplica un esfuerzo a un elemento del material que tiene la característica de memoria de forma para deformar el elemento durante la primera fase y para responder a la recuperación de la deformación del elemento durante una segunda fase, con 10 medios de limitación del esfuerzo para limitar la deformación del elemento durante la segunda fase, con lo que la deformación del elemento puede ser mayor durante la primera fase que durante la segunda fase.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

20 La figura 1 es una vista en alzado lateral de una realización preferida del presente invento;

La figura 2 es una vista en planta tomada sustancialmente a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1;

25 La figura 3 es una vista en corte, fragmentaria, tomada sustancialmente a lo largo de la línea 3-3 de la figura 2;

La figura 4 es una vista en corte, fragmentaria, tomada sustancialmente a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3;

La figura 5 es una vista en planta similar a la de la figura 2, pero mostrando el conjunto parcialmente recortado y en corte;

5 La figura 6 es una vista en corte, fragmentaria, tomada sustancialmente a lo largo de la línea 6-6 de la figura 7;

La figura 7 es una vista en corte, parcialmente recortada y en corte, y tomada sustancialmente a lo largo de la línea 7-7 de la figura 3;

10 La figura 8 es una vista fragmentaria, a escala ampliada, que ilustra una de las placas a las cuales están unidos los elementos; y

La figura 9 es una vista en corte, fragmentaria, a escala ampliada, parcialmente recortada y en otro corte de los elementos que se extienden entre las placas con los medios de limitación de esfuerzo asociados con ellos.

15

DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

En 10 se ha ilustrado en general un conjunto recuperador de energía térmica construido de acuerdo con el presente invento.

20

El conjunto 10 incluye una pluralidad de elementos sensibles a la temperatura que adoptan la forma de alambres alargados 12 que tienen una sección transversal circular con extremos primero y segundo y hecnos de material que presenta memoria de forma debido a la transformación termoelástica, en fase martensítica. El material puede ser cualquiera de los antes considerados que requiere menos energía para deformar los elementos a una temperatura relativamente fría, que la que puede extraerse de los elementos al

25

30

retornar éstos a la forma original, sin deformar, mientras están a una más alta temperatura, es decir, con característica de memoria de forma.

El conjunto 10 incluye además medios de reacción o medios de leva que comprenden un par de levas 14 y 16 espaciadas axialmente primera y segunda o superior e inferior, respectivamente, Las levas 14 y 16 reaccionan con los elementos de alambre 12 para aplicar un esfuerzo a los elementos 12 para deformar los elementos 12 durante una primera fase y para responder a la recuperación de la deformación de los elementos 12 durante una segunda fase. La transformación de fase tiene lugar al pasar los elementos 12 a través de una temperatura de transición entre una temperatura relativamente fría, inferior a la temperatura de transición, y una temperatura relativamente caliente por encima de la temperatura de transición. La primera fase tiene lugar mientras los elementos están a la temperatura relativamente fría, por debajo de la temperatura de transición, mientras que la segunda fase tiene lugar mientras los elementos están a la temperatura relativamente caliente por encima de la temperatura de transición. Las levas 14 y 16 están dispuestas alrededor de un eje central 18. La leva 14 tiene una superficie 20 de leva que se extiende axialmente dispuesta alrededor de la periferia radial de la misma, y la leva 16 tiene una superficie 22 que se extiende axialmente dispuesta alrededor de la periferia radial de la misma.

El conjunto 10 incluye también medios de carro ilustrados en general en 24 para soportar los alambres 12 en relación de paralelos con el eje central 18 y en rela-

ción de paralelos entre sí para permitir que los elementos o alambres 12 sean puestos bajo tensión mientras reaccionan con las levas 14 y 16. Dicho de otro modo, los medios de carro 24 sitúan o colocan los alambres 12 en tensión en respuesta a la reacción con las levas.

También se han incluido unos medios de apoyo definidos por el alojamiento indicado en general en 26 que apoya a las levas 14 y 16 y a los medios de carro 24 para permitir movimiento relativo entre las levas 14, 16 y los medios de carro 24 para extraer energía al recuperarse de la deformación los alambres 12 y acortarse los mismos durante la segunda fase. Más concretamente, las levas 14 y 16 están fijadas a los medios de apoyo definidos por el alojamiento 26 y los medios de carro 24 están apoyados a rotación por los medios de apoyo definidos por el alojamiento 26 a rotación alrededor del eje central 18. Las levas 14 y 16 están sujetas a la pared interior 28 del alojamiento por estar soldadas a la misma. La leva 14 es una parte enteriza de un miembro 30 de apoyo de leva y cojinete, y la leva 16 es una parte enteriza de un miembro 32 de apoyo de leva y cojinete. El miembro 30 de apoyo de leva y cojinete apoya al conjunto de cojinete 34. El miembro 32 de apoyo de leva y cojinete apoya a un conjunto de cojinete 36. Los conjuntos de cojinete 34 y 36 apoyan para rotación a los medios de carro 24.

Los medios de carro 24 incluyen una rueda giratoria superior que tiene una parte de cubo interior 38 y una parte de llanta exterior 40, estando las dos partes interconectadas por radios 42 espaciados circunferencialmente y una rueda giratoria inferior que incluye una parte de cubo

interior 44, una parte de llanta exterior 46 con radios
48 espaciados circunferencialmente que interconectan las par
tes 44 y 46. Las ruedas están espaciadas axialmente entre
sí a lo largo del eje central 18 del conjunto. La rueda
5 superior está conectada a un miembro de anillo 50 por una
pluralidad de pernos 52 y el miembro de anillo 50 está apo-
yado por el cojinete 34 para apoyar para rotación a la rue-
da superior. La rueda inferior está conectada por los per-
nos 56 a un miembro de anillo 54 el cual, a su vez, está
10 apoyado por el cojinete 36 para apoyar para rotación a la
rueda inferior. El miembro de anillo 54 tiene una pestaña
con una junta de obturación 58 sujeta a la misma. Además,
hay dispuestos conjuntos 60 de junta de obturación entre las
15 respectivas ruedas y las pestañas de los miembros 30 y 32
de apoyo de leva y cojinete.

Los medios de carro 24 incluyen una pluralidad de
módulos independientes dispuestos en un círculo alrededor
del eje central 18, dos de los cuales se han ilustrado en
la figura 4. Cada uno de los módulos apoya a un grupo de
20 los alambres 12 de modo que cada grupo de alambres reaccio-
nan al unísono con una de las levas 14 ó 16 e independiente-
mente de los grupos de alambres 12 de otros módulos. Cada
uno de los módulos incluye un conjunto seguidor de leva 62
para aplicación a una de las levas 14 ó 16. Además, cada
25 uno de los módulos incluye medios hidráulicos dispuestos
entre cada uno de los conjuntos 62 seguidores de leva y el
grupo asociado de alambres 12 de cada módulo, para transfe-
rir las fuerzas de reacción entre las levas 14 y 16 y los
alambres 12 de cada grupo de los mismos. Los medios hidráu-
30 licos están dispuestos entre los alambres 12 y los medios

de reacción definidos por las levas 14 y 16 para transferir las fuerzas de reacción entre los medios de reacción y los alambres 12 a través de un fluido a presión. Los medios hidráulicos incluyen una pluralidad de paquetes hidráulicos independientes, asociado cada paquete hidráulico con uno de los módulos. El paquete hidráulico asociado con cada módulo incluye una primera cámara hidráulica 64 dispuesta en una de las partes de llanta exteriores 40 ó 46, con un primer émbolo 66 dispuesto de modo movable en cada cámara 64 para definir un volumen hidráulico expansible 74. Cada paquete hidráulico incluye además una segunda cámara hidráulica 68 dispuesta en una de las partes de llanta 40 ó 46 y un segundo émbolo 70 dispuesto de modo movable en cada cámara 68 para definir un volumen hidráulico 76 que puede expandirse y contraerse. Las cámaras 68 están cerradas por los tapones 72. El volumen expansible 74 definido por la cámara 64 y el émbolo 66 está en comunicación de fluido mediante una conducción hidráulica (no ilustrada) con el volumen expansible 76 definido por el émbolo 70, la cámara 68 y el tapón de cierre 72. El paquete hidráulico asociado con cada módulo está dispuesto en los extremos de los alambres 12 en aquel módulo opuesto a los extremos de los elementos en los cuales están dispuestos los paquetes hidráulicos de los módulos inmediatamente adyacentes. En otras palabras, las cámaras 64 y 68 están dispuestas alternadamente alrededor de la circunferencia de cada una de las partes de llanta 40 y 46. Cada una de las primeras cámaras 64 está emparejada hidráulicamente con una cámara inmediatamente adyacente 76. El émbolo 66, como se ha ilustrado en la Figura 4, está asociado con un primer grupo de alambres

12 que definen un módulo y está conectado hidráulicamente a la cámara adyacente 68 definida por el tapón de cierre 72 en la parte de llanta 40. No obstante, los mismos paquetes hidráulicos para el grupo de alambres 12 en la parte izquierda de la Figura 4 están dispuestos en la parte de llanta inferior 46. Por consiguiente, los paquetes hidráulicos asociados con los módulos adyacentes están dispuestos en los extremos opuestos de los alambres 12.

Análogamente, los conjuntos 62 de seguidor de leva están dispuestos alternadamente de módulo a módulo, de modo que los conjuntos 62 de seguidor de leva de los módulos alternos reaccionan con la leva superior 14 y los restantes conjuntos 62 de seguidor de leva de los restantes módulos reaccionan con la leva segunda o inferior 16. En otras palabras, la mitad de los conjuntos 62 de seguidor de leva se extienden radialmente desde la parte de llanta superior 42, mientras que los restantes conjuntos 62 de seguidor de leva se extienden radialmente hacia dentro desde la parte de llanta inferior 46.

Cada uno de los módulos incluye una placa fija 78 conectada de modo fijo a la parte de llanta 40 ó 46 de una de las ruedas y una placa movable 80 unida de modo movable a la parte de llanta 40 ó 46 de la otra de las ruedas. Cada módulo incluye una pluralidad de alambres 12 que se extienden entre una placa fija 78 y una placa movable 80, con los extremos de los mismos conectados a las respectivas placas fija y movable 78 y 80. Las placas fijas 78 están conectadas de modo inmovible a las partes de llanta 40 y 46 por pernos 82 que tienen tuercas 84 sobre ellos. Los pernos 82 se extienden a través de agujeros en la placa

78, tal como el agujero indicado en 86 en la Figura 8, y a través de una de las partes de llanta 40 ó 46 para sujetar la placa 78 en una posición fija con relación a la parte de llanta 40 ó 46 a la cual está conectada.

5 Las placas movibles 80 están conectadas a los primeros extremos de espigas de guía 88. Las espigas de guía 88 se extienden a través de la parte de llanta 40 ó 46 de una de las ruedas hasta los segundos extremos que tienen las tuercas 90 dispuestas sobre ellos. Cada espiga de guía 88 está apoyada para deslizamiento en casquillos de material de cojinete 92 con lo que las placas 80 pueden moverse al deslizar las espigas 88 en los casquillos 92.

10 Medios de conexión, incluyendo los brazos 94, los bloques 96 y los conjuntos 98 de elemento de sujeción roscado, interconectan los segundos extremos de las espigas de guía 88 y el primer émbolo 66 asociado para crear presión hidráulica en el volumen 74 de la cámara 64 en respuesta a la recuperación de la deformación, es decir, al acortamiento de los alambres 12.

15 Un vástago de émbolo 100 está conectado mediante un perno 102 a cada uno de los segundos émbolos 70 por un extremo e incluye una horquilla 104 de forma de U en el otro extremo para apoyar para rotación al rodillo que define el seguidor de leva 62. Cada seguidor de leva 62 se aplica a rodadura a una de las superficies que se extienden axialmente 20 y 22 de las levas 14 y 16. Los rodillos 62 están apoyados por las horquillas por medio de pernos 105. Protecciones de guía 106 están dispuestas a uno y otro lado de las levas 14 y 16 respectivamente y están mantenidas en posición por la acción de fijación de los pernos 105.

Las protecciones de guía 106 se aplican a las caras opuestas de las levas 14 y 16. Los vástagos 100 se extienden a través de cojinetes lisos 108, apoyando los cojinetes lisos 108 para deslizamiento a los vástagos de émbolo 100 para movimiento radial.

Se observará que el primer émbolo hidráulico 66 tiene un área mayor sometida a presión de fluido hidráulico que el segundo émbolo hidráulico 70. Los émbolos hidráulicos están en comunicación de fluido entre sí a través de unos medios de comunicación de fluido, pues el volumen expansible 74 está en comunicación de fluido a través de una tubería o conducción hidráulica con el volumen expansible 76. Se observará que los primeros émbolos hidráulicos 66 se mueven axialmente o paralelos al eje central 18, mientras que los émbolos hidráulicos 70 se mueven radialmente con relación al eje central 18. Esto permite que los alambres 12 se extiendan axialmente y que las levas 14 y 16 se proyecten radialmente, con una consiguiente compacidad.

Los medios de apoyo 26 que están definidos por un alojamiento incluyen o definen un primer compartimiento 108 que se extiende en un arco circunferencialmente alrededor del eje central 18 en una primera parte de la periferia circunferencial y que está dividido o separado de un segundo compartimiento 110 por una pared 112, extendiéndose el segundo compartimiento 110 en un arco alrededor del eje central 18 en otra parte adyacente de la periferia del mismo. El compartimiento 108 está definido además por la pared 28 la cual tiene una parte 114 dispuesta hacia fuera con ranuras de boquilla que se extienden axialmente o pasos 116 que se extienden radialmente a través de las paredes.

114 desde cada compartimiento hacia los alambres 12. El alojamiento incluye además una pluralidad de entradas 118, habiendo entradas superior e inferior 118 asociadas con cada compartimiento respectivo 108 y 110, bien entendido que el alojamiento está dividido por cuatro paredes 112 que se extienden radialmente en cuatro compartimientos. Dos de los compartimientos 108 ó 110 serían para fluido caliente o para fluido frío (tal como agua), estando los compartimientos caliente o frío 108 ó 110 diametralmente opuestos. El alojamiento incluye además cuatro salidas 120 estando asociada cada salida 120 con uno de los compartimientos 108 ó 110. El alojamiento 26 incluye además una pared exterior 117 dispuesta radialmente alrededor de los medios de carro 24, extendiéndose las salidas de fluido 120 radialmente desde las paredes exteriores 117 para dar escape al fluido desde el alojamiento. El corte representado en la Fig. 3 se ha ilustrado como la línea 3-3 de la Fig. 2, pero la salida 120 no se ha representado a lo largo de la línea de corte 3-3 de la Fig. 2; no obstante, se ha añadido para mayor claridad, para mostrar la posición relativa de las salidas 120 si la línea de corte 3-3 pasase a través de una salida 120. Así, el fluido caliente y el frío pueden pasar a través de los compartimientos 108 y 110 y radialmente a través de los alambres 12, para calentar y enfriar los alambres 12 al moverse o girar éstos alrededor del eje central 18.

El conjunto incluye además un eje de salida 122 apoyado para rotación en una parte de alojamiento 124 por intermedio de cojinetes apropiados para hacer girar a un miembro de salida 126. Hay incluidos unos medios de toma de fuerza para transmitir el movimiento de rotación de los me-

5 dios de carro al eje de salida 122, y que comprenden una corona dentada cónica 128 atornillada mediante los espárragos 130 a la parte de cubo 38 de la rueda superior y un piñón dentado cónico 132 que engrana con ella, que está unido a un extremo del eje de salida 122.

10 El conjunto incluye además medios de limitación del esfuerzo para limitar la deformación de cada elemento de alambre respectivo 12 durante las fases en las que la deformación de cada elemento de alambre 12 puede ser mayor durante la primera fase que durante la segunda fase. La primera fase tiene lugar mientras los elementos 12 están a una temperatura relativamente fría por debajo de la temperatura de transición, y la segunda fase tiene lugar mientras los elementos 12 están a una temperatura relativamente
15 caliente por encima de la temperatura de transición. La deformación es el tanto por ciento de alargamiento de cada elemento de alambre 12 durante la primera fase, cuando está a la temperatura relativamente fría, y es mayor que la deformación o tanto por ciento de alargamiento de cada elemento de alambre 12 durante la segunda fase, cuando el elemento está a la temperatura relativamente caliente. El esfuerzo aplicado a cada elemento de alambre 12 al reaccionar con los medios de reacción es mayor durante la segunda fase, a la temperatura más caliente, que el esfuerzo al que es sometido cada alambre durante la primera fase en que la temperatura es relativamente fría. Los medios de limitación del esfuerzo permiten que sea extraído eficazmente trabajo del material, permitiendo que la deformación o tanto por ciento del alargamiento de los alambres 12 sea mayor a la
20 temperatura relativamente fría que a temperatura relativa-
25
30

mente caliente. Los medios de limitación del esfuerzo están dispuestos entre las levas 14 y 16 que definen los medios de reacción y los elementos de alambre 12 de modo que las levas 14 y 16 reaccionan con los elementos de alambre 12 a través de los medios de limitación del esfuerzo. Específicamente, los medios de limitación del esfuerzo incluyen una pluralidad de resortes helicoidales 132, los cuales permiten un movimiento perdido entre las levas 14 y 16 y los elementos de alambre 12. Más concretamente, cada resorte 132 reacciona entre los elementos de alambre asociados 12 y las placas 78 y 80 de los medios de carro 24. Cada una de las placas 78 y 80 es parte de los medios de carro e incluye una pluralidad de contrataladros 134. Uno de los resortes helicoidales 132 está dispuesto en cada uno de los contrataladros 134. Además, cada una de las placas 78 y 80 de los medios de carro 24 incluye un rebajo 136 en el fondo de cada contrataladro 134. Hay también incluidos unos medios de conexión que comprenden un primer tapón 138 para interconectar los alambres 12 y los resortes helicoidales 132. Los tapones 138 están dispuestos y retenidos en la parte superior de cada uno de los resortes helicoidales 132, y los alambres 12 se extienden a través de los tapones 138 para ser sujetos a ellos. Específicamente, los tapones 138 tienen pasos a su través con cavidades agrandadas 140 en un extremo, extendiéndose los alambres 12 a través de los pasos y teniendo cabezas agrandadas 142 dispuestas en las cavidades. Hay también incluidos medios de anclaje que comprenden los segundos tapones 144 dispuestos en los rebajos 136, extendiéndose los alambres 12 a través de los pasos y de los tapones 144 hasta cavidades agrandadas en el extremo de

los pasos, teniendo los alambres cabezas agrandadas 148 dis-
puestas en la cavidad 146. Los alambres 12 tienen extremos
idénticos en que las cabezas 142 y 148 son idénticas. Así,
cada resorte helicoidal 132 está dispuesto alrededor de
5 dos de los alambres 12, y cada tapón de anclaje 144 está
conectado a los alambres 12. Los alambres se extienden a
través de pasos en las placas 78 y 80 y luego a través de
los respectivos tapones 138 y 144.

Los tapones de anclaje 144 están espaciados en
10 sentido longitudinal de los alambres 12 desde los resortes
helicoidales adyacentes 132 en los mismos extremos de los
alambres 12, de modo que los tapones de anclaje 144 sola-
pan a dos resortes helicoidales adyacentes 132 en una di-
rección transversal al eje longitudinal de los alambres 12,
15 como se ha ilustrado mejor en la figura 8. En otras pala-
bras, el fondo de cada resorte helicoidal 132 solapa al me-
nos a un tapón de anclaje 144 y solapa a dos de tales tapo-
nes de anclaje 144, como se ha ilustrado.

Los resortes 132 que definen los medios de limi-
20 tación del esfuerzo están dispuestos solamente entre un ex-
tremo de cada uno de los alambres 12 y las placas 78 u 80
de los medios de carro, para limitar la deformación de los
elementos al ser transmitido esfuerzo entre los elementos
de alambre 12 y las levas 14 y 16. En otras palabras, los
25 resortes 132 están dispuestos solamente en los primeros ex-
tremos de la mitad de los elementos de alambre 12, y están
dispuestos solamente en los extremos segundos u opuestos
del resto de los elementos de alambre 12, densificando con
ello el área en la cual están dispuestos los elementos de
30 alambre 12. Dicho de otro modo, los resortes helicoidales

132 están dispuestos alternadamente en los extremos primeros y segundos de los elementos de alambre 12.

FUNCIONAMIENTO

5 El metal del cual están hechos los elementos de alambre 12 puede ser aleado de modo que la temperatura de transición varíe en un amplio margen. Dependiendo de la temperatura de transición del metal de los elementos 12, agua calentada por encima de la temperatura de transición es alimentada al conjunto a través de cuatro de las entradas 118, de modo que llene dos pares diametralmente opuestos de las cámaras 108 ó 110, mientras que se alimenta agua más fría, por debajo de la temperatura de transición, a través de cuatro entradas 118, de modo que se llenen con agua caliente los otros dos compartimientos emparejados 108 ó 110. Se apreciará que el agua fría es suministrada a dos pares de entradas 118 que son diametralmente opuestas, mientras que el agua caliente es suministrada a los otros dos pares de entradas 118 que son diametralmente opuestas y que están separadas a 90 grados de las entradas para el agua fría, puesto que hay dos compartimientos de agua fría 108 ó 110 y dos compartimientos de agua caliente 108 ó 110. El agua pasa a través de los compartimientos 108 y 110, saliendo a través de las ranuras de boquilla 116 y radialmente a través de cada grupo de alambres 12 en cada módulo y por las salidas 120.

30 Cuando los alambres 12 son sometidos a la temperatura relativamente fría por debajo de la temperatura de transición, se ponen relativamente blandos y son sometidos a una fuerza resultante en un esfuerzo sobre los alambres

12. Mientras los alambres 12 están en el estado relativamente frío, los seguidores de leva 62 se están moviendo hacia el punto alto de las levas, de modo que sean empujados los émbolos 70 hacia la posición ilustrada en corte en la Figura 7 al estar girando los medios de carro 24 en sentido a derechas, como se ha ilustrado en la Figura 7. Tal movimiento contrae el volumen 76, obligando a que pase fluido hidráulico a la cara inferior del émbolo asociado 66 para aumentar el volumen de la cámara 74 y mover al émbolo 66 hacia arriba, según se ve en la Figura 4. Tal movimiento del émbolo 66 es transferido a través de los pasadores de guía 88, para mover la placa movable 80 hacia arriba, para estirar o alargar los alambres 12 y aplicar así un esfuerzo a los alambres 12. Tal esfuerzo da por resultado una deformación que es el cambio de longitud de los alambres 12 como consecuencia de ser sometidos a esfuerzo. La deformación se describe en una fórmula física como el cambio o alargamiento en longitud del alambre 12 dividido por la longitud original del alambre 12. Como se dijo aquí en lo que antecede, la deformación admisible de los alambres 12, mientras están en el estado relativamente frío, es mayor que la deformación admisible de los alambres mientras están en el estado caliente.

Una vez que un seguidor de leva 62 pasa por el punto alto y que el seguidor de leva empieza a moverse bajando por la leva, como estaría el rodillo seguidor de leva 62, ilustrado en el centro de la Figura 7, al moverse a derechas, los alambres 12 son sometidos a la acción de agua relativamente caliente que sale a través de las ranuras 116 desde uno de los compartimientos. Así, los alambres

12 son calentados a una temperatura superior a la temperatura de transición y se contraen o se acortan para volver a su longitud original. Al hacerlo así, la placa movable 80 es movida hacia abajo, para mover el émbolo 66 hacia abajo obligando a pasar al fluido hidráulico al volumen expansible 76 en el émbolo inmediatamente adyacente, el cual acciona al vástago 100 y al seguidor de leva asociado 62 contra la superficie de la leva, lo cual da por resultado un vector de fuerza para mover los medios de carro 24. Se apreciará que se requiere menos energía para alargar los alambres en el estado relativamente frío que la que resulta de los alambres que se contraen en el estado relativamente caliente, con lo que los alambres convierten energía calorífica en energía mecánica durante la recuperación de la deformación de los mismos.

Puesto que hay dos cuadrantes para cada uno de los líquidos caliente y frío, los alambres son deformados y recuperados de su deformación dos veces durante cada revolución.

Puesto que se necesita menos fuerza para deformar los alambres en estado frío, se seleccionan los resortes 132 de tal modo que haya una mínima compresión de los resortes 132 cuando los alambres 12 están siendo deformados y alargados en el estado relativamente frío. No obstante, cuando los alambres 12 pasan al estado relativamente caliente, por encima de la temperatura de transición, hay un esfuerzo resultante mucho mayor aunque los alambres tengan menor deformación admisible en el estado caliente, puesto que el módulo de elasticidad efectivo de los elementos 12 cambia entre las temperaturas relativamente fría y relati-

vamente caliente. Los resortes 132 son medios de alimentación del esfuerzo para limitar la deformación de los elementos 12 durante el estado caliente, pues los resortes 132 son comprimidos para evitar que el esfuerzo en los alambres 12 exceda del límite predeterminado e impedir con ello que sea rebasada la deformación admisible de los alambres.

Se apreciará que la deformación en un material que tenga una característica de memoria de forma puede ser el resultado de diversos esfuerzos diferentes y que los medios de limitación del esfuerzo para limitar la deformación (con lo que la deformación puede ser mayor en el estado relativamente frío que en el estado relativamente caliente) pueden adoptar formas que no sean las de los resortes aquí ilustrados. Por ejemplo, los medios de limitación del esfuerzo pueden tener la forma de un embrague de deslizamiento de un miembro elástico u otro dispositivo de movimiento perdido que permita la utilización más eficaz del material, permitiendo para ello una mayor deformación en el estado relativamente frío, que es la fase en la cual el esfuerzo aplicado al material da por resultado más deformación, que la deformación permitida en el material en la segunda fase, cuando el material se está recuperando de la deformación y realizando trabajo.

El fluido utilizado para proporcionar las diferentes temperaturas es preferiblemente un líquido, pero puede también adoptar la forma de un gas o de gases, o de una combinación de líquido y gas.

Otra característica de la realización ilustrada es que la misma es simétrica alrededor de un plano que se extiende diametralmente a través del conjunto (como a tra-

vés de los puntos altos de las levas), y que por tanto puede girar en uno u otro sentido, una vez puesta en marcha en ese sentido. En otras palabras, el sentido de rotación puede depender del sentido en el cual se haya hecho girar inicialmente al conjunto para la puesta en marcha.

El invento se ha descrito de una manera ilustrativa, y ha de entenderse que la terminología que se ha usado está destinada a ser entendida como descriptiva más que limitadora.

Evidentemente, son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de los principios expuestos en lo que antecede. Ha de entenderse, por consiguiente, que sin rebasar el alcance de las reivindicaciones que se acompañan, el invento puede ser llevado a la práctica de otro modo que el específicamente descrito,

REIVINDICACIONES

5

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

10

1ª.- Un conjunto recuperador de energía térmica que comprende: al menos un elemento sensible a la temperatura hecho de material que presenta memoria de forma debido a una transformación termoelástica en fase martensítica; medios de reacción que reaccionan con dicho elemento para aplicar un esfuerzo a dicho elemento para deformar dicho elemento durante una primera fase y para responder a la recuperación de la deformación de dicho elemento durante una segunda fase; y medios de limitación del esfuerzo para limitar la deformación de dicho elemento durante dicha segunda fase, con lo que la deformación experimentada por el elemento puede ser mayor durante la primera fase que durante la segunda fase.

15

20

25

2ª.- Un conjunto según la reivindicación 1ª, en el que dicha transformación de fase ocurre al pasar dicho elemento por una temperatura de transición entre una temperatura relativamente fría por debajo de la temperatura de transición y una temperatura relativamente caliente por encima de la temperatura de transición, teniendo lugar dicha primera fase mientras dicho elemento esté a dicha temperatura relativamente fría, teniendo lugar dicha segunda fase

30

mientras dicho elemento está a dicha temperatura relativamente caliente, siendo dicha deformación en dicho elemento durante dicha primera fase mayor que dicha deformación en dicho elemento durante dicha segunda fase, y siendo dicho esfuerzo aplicado a dicho elemento al reaccionar con dichos medios de reacción mayor durante dicha segunda fase que durante dicha primera fase.

3ª.- Un conjunto según la reivindicación 2ª, en el que dichos medios de limitación del esfuerzo están dispuestos entre dichos medios de reacción y dicho elemento, de modo que dichos medios de reacción reaccionan con dicho elemento a través de dichos medios de limitación del esfuerzo.

4ª.- Un conjunto según la reivindicación 3ª, en el que dichos medios de limitación del esfuerzo permiten movimiento perdido entre dichos medios de reacción y dicho elemento.

5ª.- Un conjunto según la reivindicación 4ª, en el que dichos medios de limitación del esfuerzo incluyen un resorte.

6ª.- Un conjunto según la reivindicación 4ª, en el que dichos medios de reacción incluyen medios de leva para que reaccionen con dicho elemento durante la deformación y la recuperación de la deformación del mismo, e incluyen medios de apoyo que apoyan a dichos medios de leva y a dicho elemento para permitir movimiento relativo entre dicho elemento y dichos medios de leva para extraer energía al reaccionar dicho elemento con dichos medios de leva a través de dichos medios de limitación del esfuerzo durante la recuperación de la deformación de dicho elemento en di-

cha segunda fase.

7ª.- Un conjunto según la reivindicación 4ª, que incluye medios de carro que apoyan a dicho elemento para permitir que dicho elemento sea hecho trabajar a tracción mientras reacciona con dichos medios de reacción.

8ª.- Un conjunto según la reivindicación 7ª, en el que dichos medios de limitación del esfuerzo incluyen un miembro elástico de acción recíproca entre dicho elemento y dichos medios de carro, de modo que el esfuerzo aplicado a dicho elemento por dichos medios de reacción sea transmitido a través de dicho miembro elástico.

9ª.- Un conjunto según la reivindicación 8ª, en el que dicho elemento comprende un alambre.

10ª.- Un conjunto según la reivindicación 9ª, en el que dicho miembro elástico es un resorte helicoidal dispuesto alrededor de un extremo de dicho alambre y que reacciona con el mismo de modo que dicho resorte es comprimido durante dicha recuperación de la deformación de dicho resorte en dicha segunda fase.

11ª.- Un conjunto según la reivindicación 10ª, que incluye una pluralidad de dichos alambres y una pluralidad de dichos resortes.

12ª.- Un conjunto según la reivindicación 11ª, en el que dichos medios de reacción incluyen medios de leva para que reaccionen con dichos alambres durante la deformación y la recuperación de la deformación de los mismos, e incluyen medios de apoyo que apoyan a dichos medios de leva y a dichos medios de carro para permitir movimiento relativo entre dichos medios de leva y dichos alambres apoyados por dichos medios de carro para extraer energía al

recuperarse la deformación de dichos alambres y acortarse su longitud al comprimir los mismos dichos resortes al reaccionar con dichos medios de leva durante dicha segunda fase.

5

13ª.- Un conjunto recuperador de energía térmica.

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

10

Esta Memoria consta de veintiseis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 27 JUN. 1959

P. A.

Oscar de Elizaburu
Por Poder.

per

19069
MTR/.

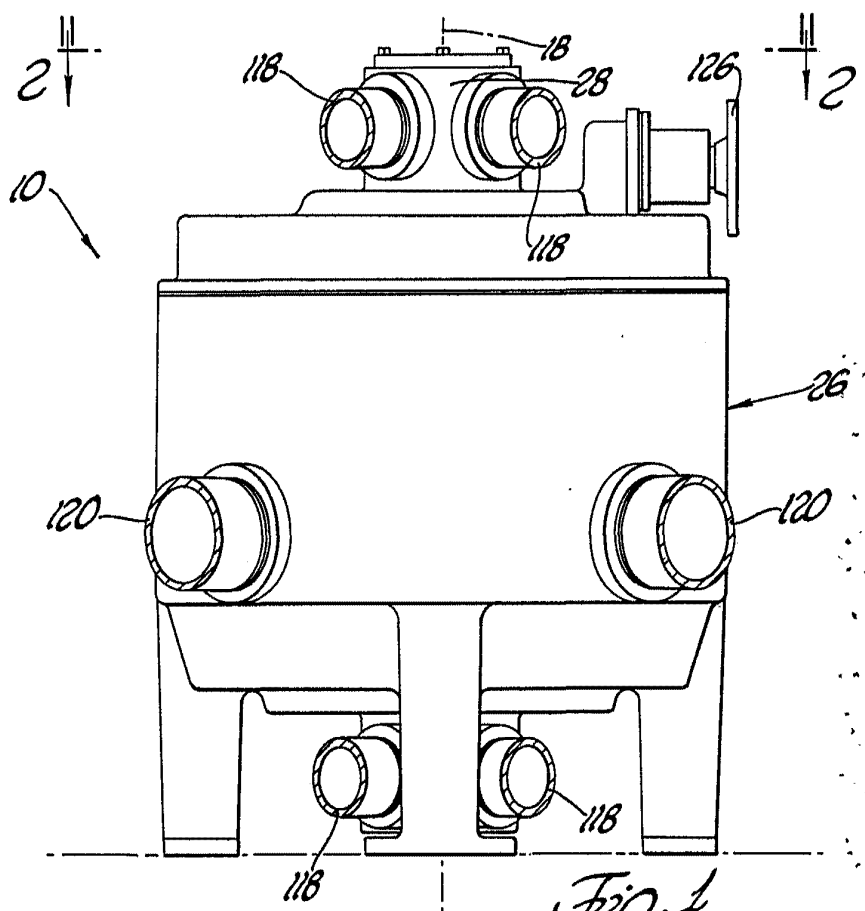


Fig. 1

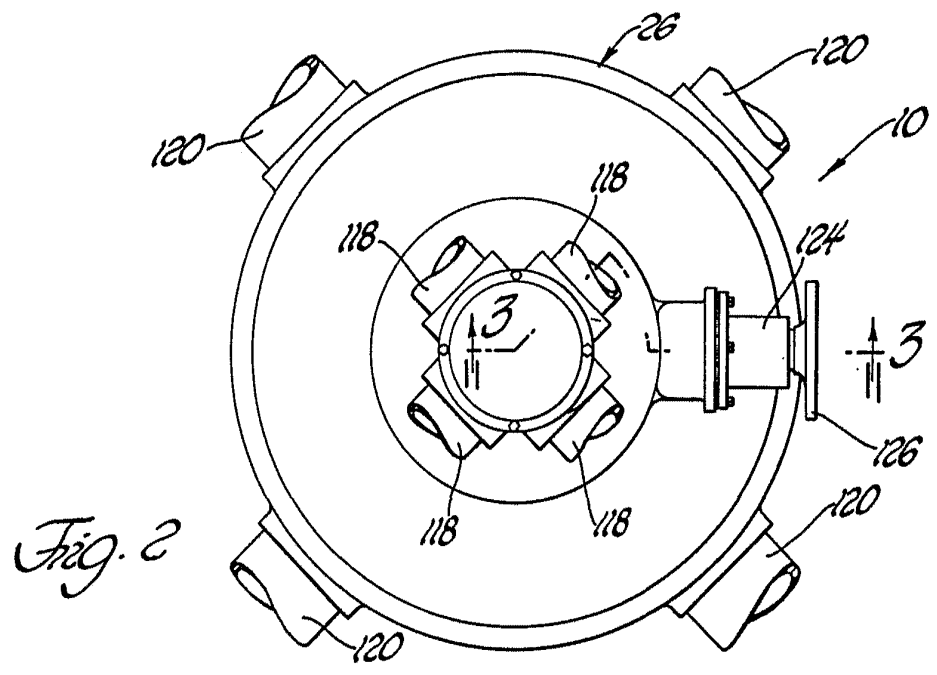


Fig. 2

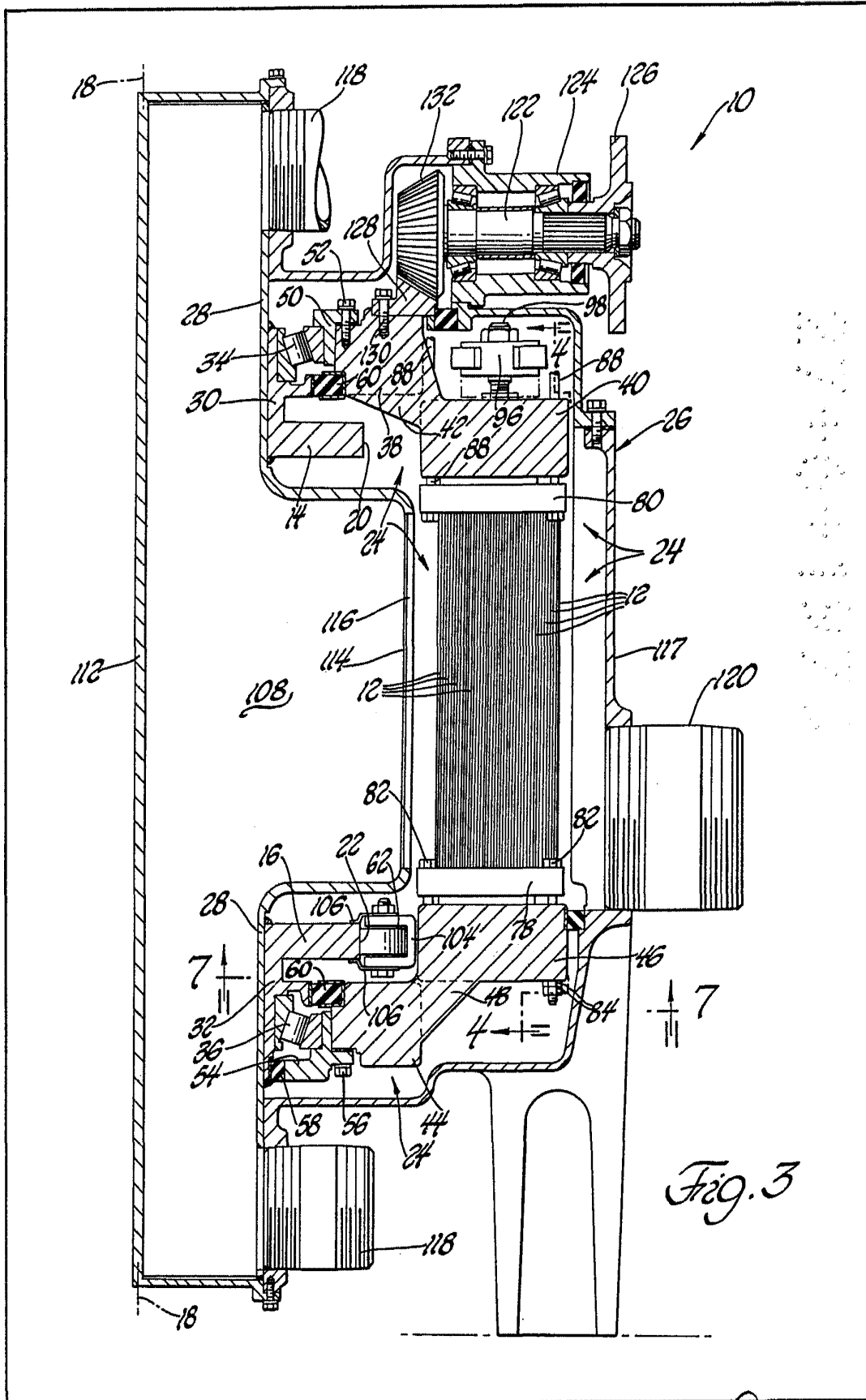


Fig. 3

Oscar de Elzaburys
Por Poder

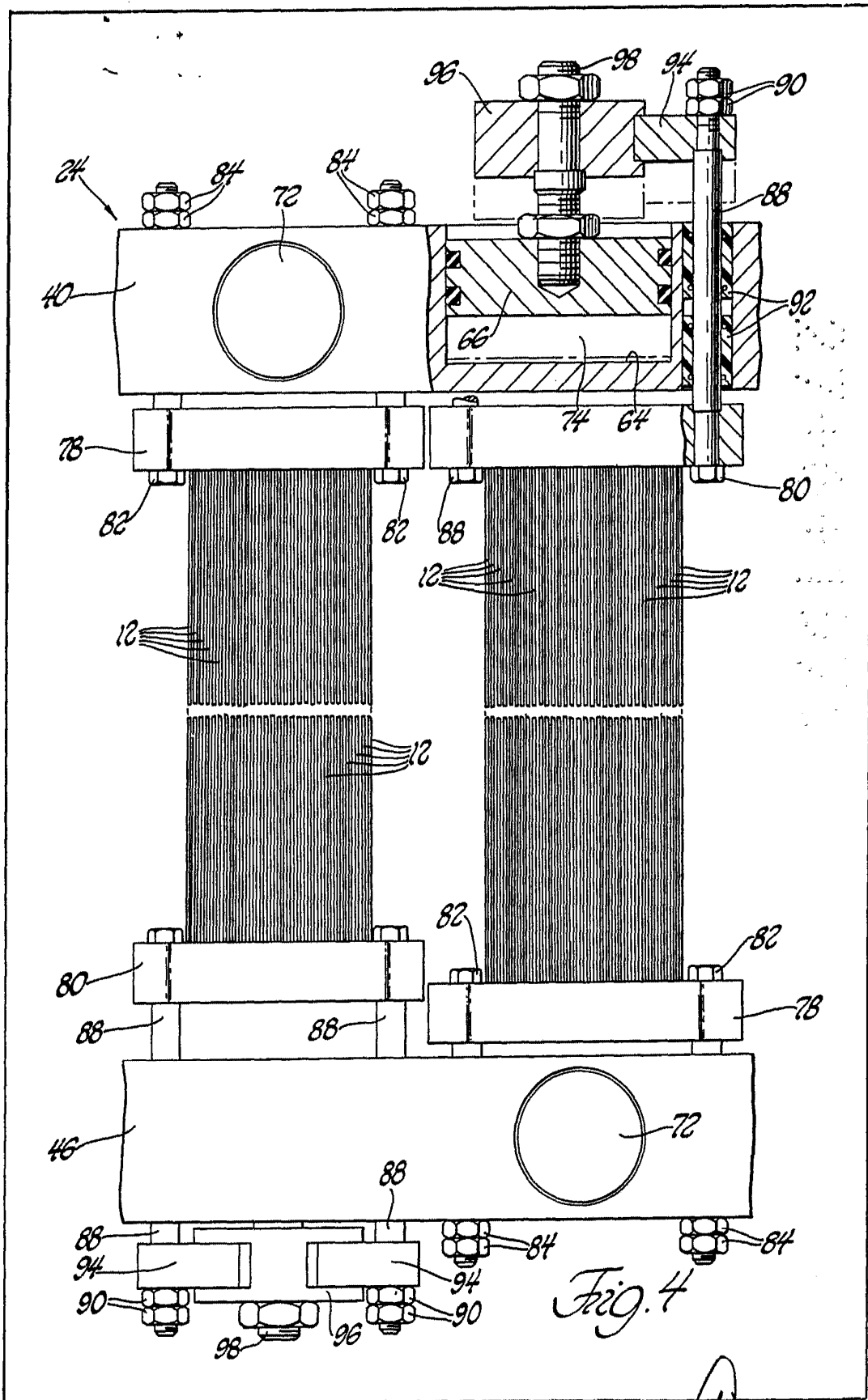
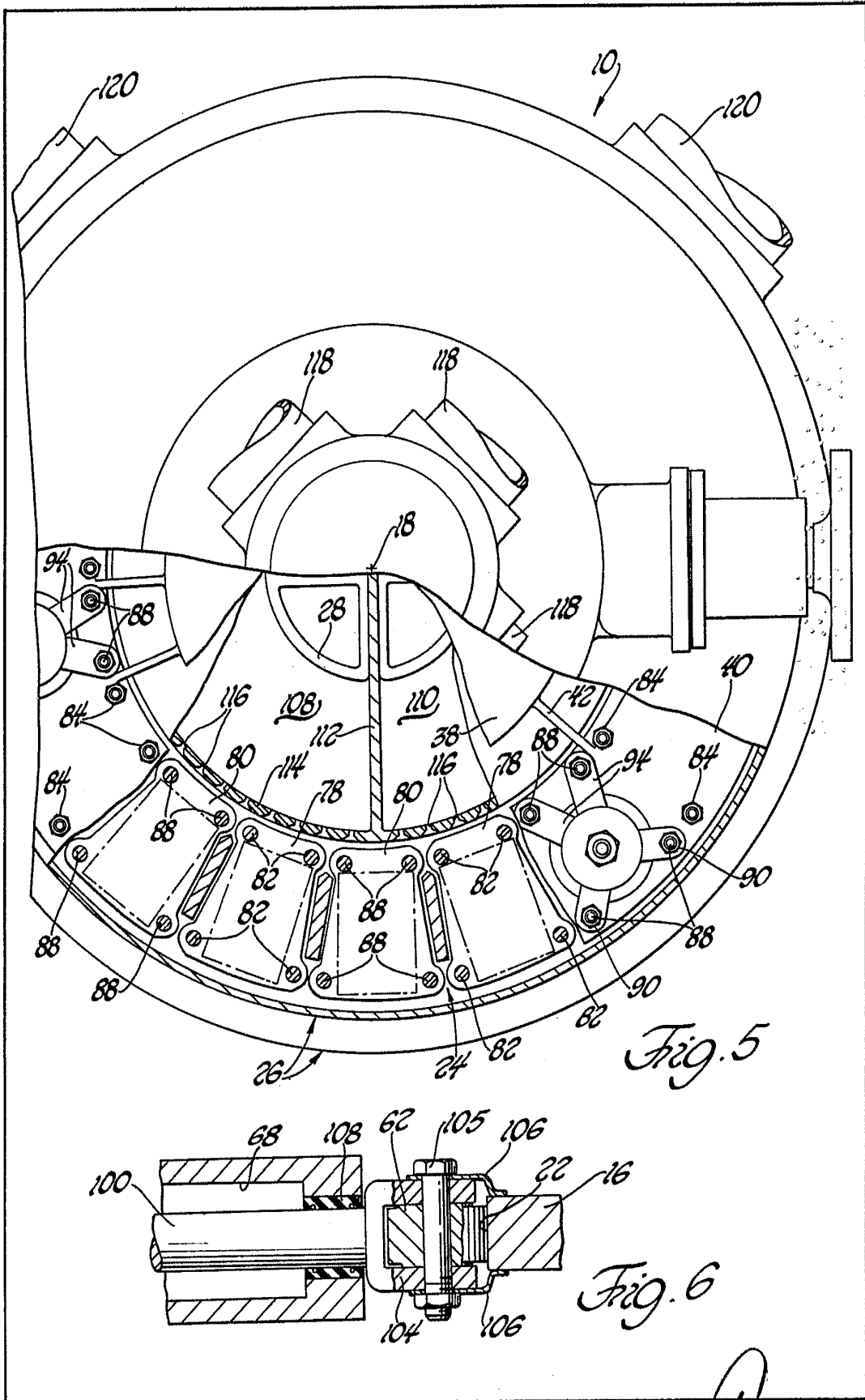


Fig. 4

Oscar de Elizabur's
For Podar.



Oscar de Elzaburu
Por Poder

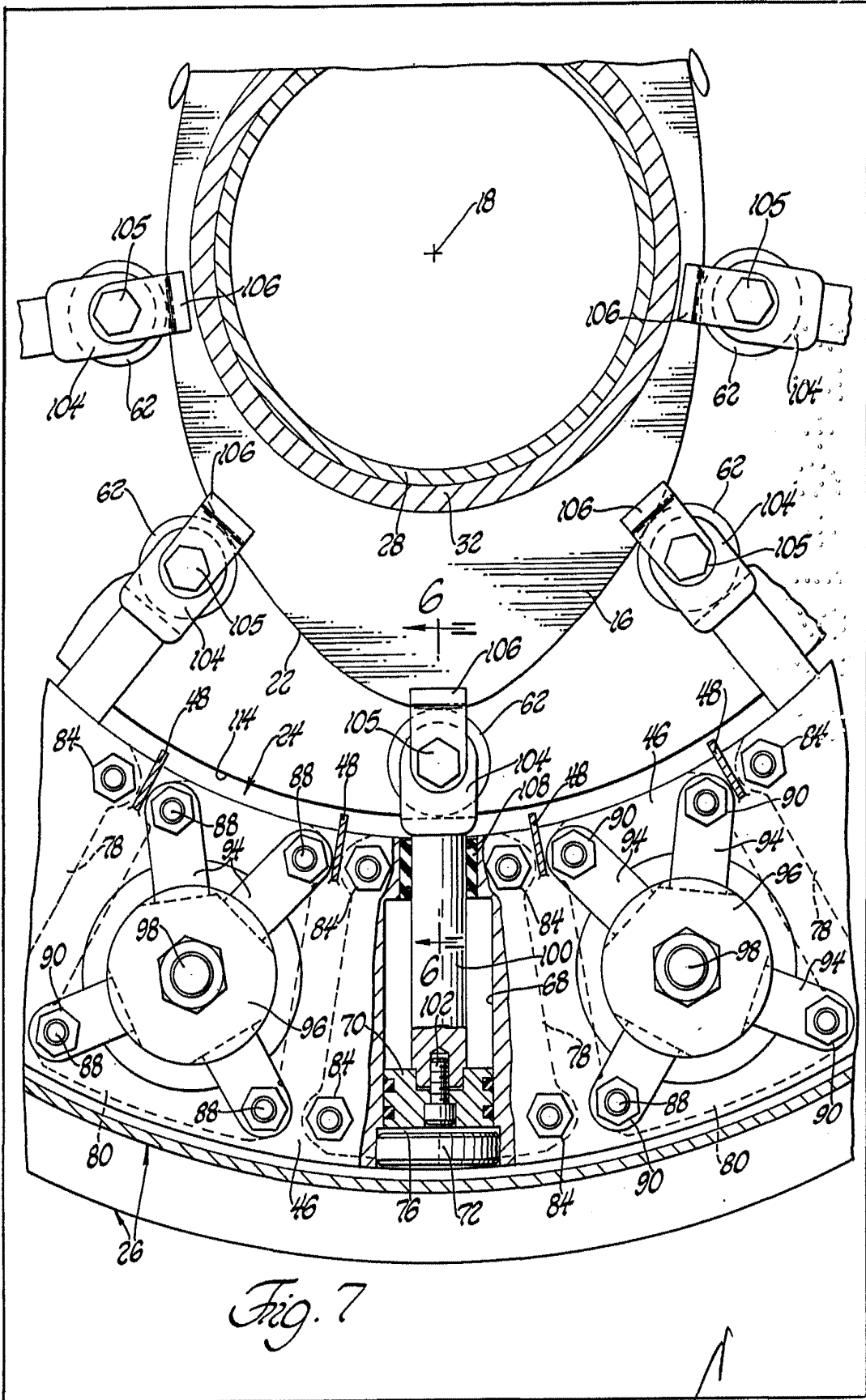


Fig. 7

Oscar de Elzaburo
For Podex

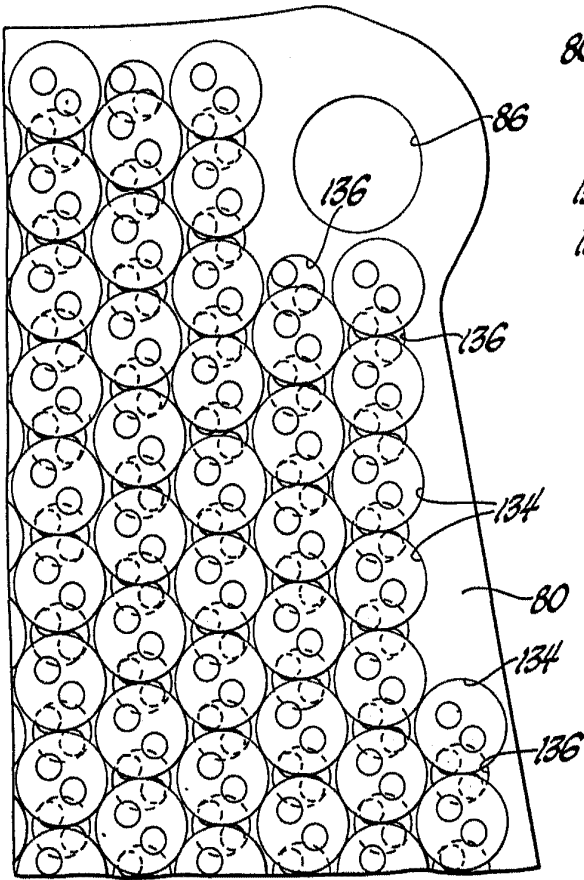


Fig. 8

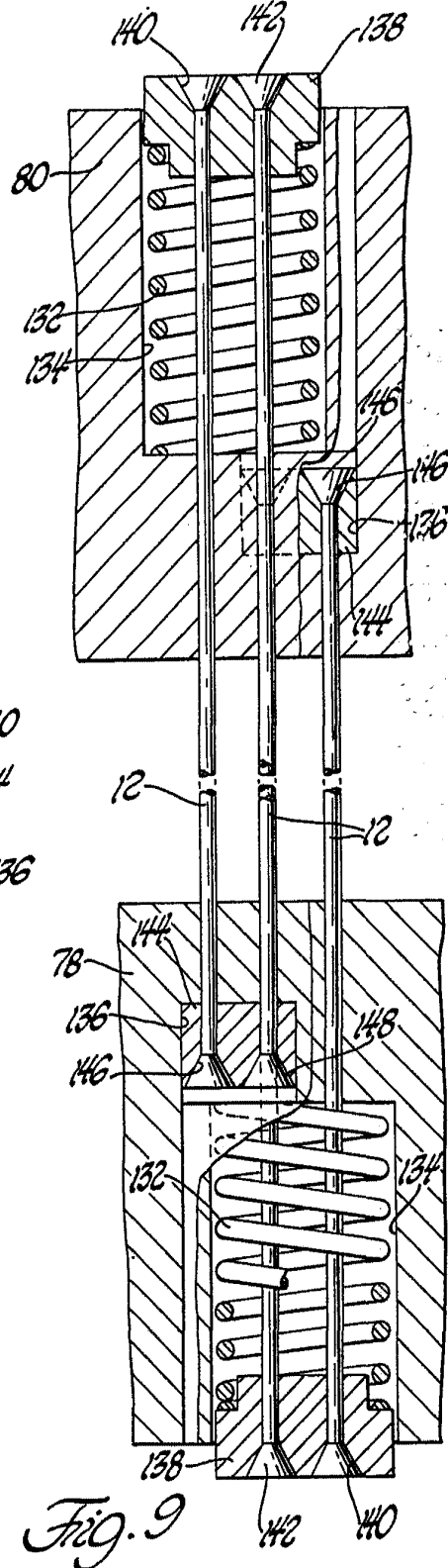


Fig. 9

Oscar de Vizcaya
For Podest