

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 617**

51 Int. Cl.:  
**F01D 17/16** (2006.01)  
**F01D 17/20** (2006.01)  
**F02C 6/08** (2006.01)  
**F02C 9/18** (2006.01)  
**F02C 9/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09817291 .9**  
96 Fecha de presentación: **29.09.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2344726**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.07.2011**

54 Título: **Sistema de mando de equipos de geometría variable de una turbomáquina, especialmente por balancines**

30 Prioridad:  
**30.09.2008 FR 0856565**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.11.2012**

73 Titular/es:  
**SNECMA (100.0%)**  
**2 Bld du Général Martial Valin**  
**75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:  
**COLOTTE, BAPTISTE BENOÎT y**  
**GAULLY, BRUNO ROBERT**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 391 617 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Sistema de mando de equipos de geometría variable de una turbomáquina, especialmente por balancines.

La presente invención se refiere al campo general del mando de equipos de geometría variable de una turbomáquina. Más en particular, la invención concierne a la optimización del mando de varios equipos que forman parte de cuerpos diferenciados de la turbomáquina.

Por "equipo de geometría variable", se entiende en la presente memoria un equipo vinculado a un órgano de mando y cuya dimensión, forma, posición y/o velocidad es o son susceptible(s) de ser modificada(s) en función de eventos detectados o de parámetros definidos, para actuar sobre el funcionamiento de la turbomáquina. Son ejemplos de equipos de geometría variable válvulas de descarga de aire del compresor (de apertura variable), álabes fijos de compresor con ángulo de calaje variable, álabes de turbina cuyo juego en el vértice es variable, bombas de combustible de caudal variable, etc.

El término cuerpo designa clásicamente un subconjunto de una turbomáquina, que incluye como órganos principales un compresor y una turbina ensamblados sobre un mismo eje. Típicamente, una turbomáquina puede incluir un cuerpo de alta presión y un cuerpo de baja presión. Cada cuerpo incorpora un compresor y una turbina, cuyos álabes son arrastrados giratoriamente alrededor del eje del árbol sobre el cual van montados.

En general, los diferentes cuerpos de una turbomáquina están diseñados para poder funcionar con independencia entre unos y otros. Sus velocidades de giro, aun si pueden estar relacionadas o correlacionadas en determinados regímenes de funcionamiento, son independientes.

Así pues, habitualmente, debido a esta independencia entre los diferentes cuerpos de una turbomáquina, para gobernar equipos de geometría variable que forman parte de diferentes cuerpos, se prevé para estos equipos diferenciados unos sistemas de mando diferenciados. Por este motivo, gobernar dos equipos de geometría variable de dos cuerpos diferenciados precisa en general de dos circuitos de mando, dos actuadores, dos fuentes de potencia, etc. Así resulta que la masa, el coste y la ocupación de espacio de tal sistema de mando de los equipos son relativamente elevados. Una configuración de este tipo es la que se ha elegido en la solicitud de patente europea de la firma solicitante, publicada con el número EP1724472.

Por ejemplo, la etapa de baja presión puede incluir una o varias válvulas de descarga de aire (a menudo designadas por VBV, que es el acrónimo de su denominación inglesa "Variable Bleed Valve"), en tanto que la etapa de alta presión puede incluir una o varias etapas de álabes de estátor con ángulo de calaje variable (a menudo designadas por VSV, que es el acrónimo de su denominación inglesa "Variable Stator Vanes"). Para disminuir la masa de estos equipos y de sus órganos de mando, es concebible no instalar ningún VBV. Si bien el ahorro así realizado es coherente (se suprimen con ello los actuadores, las servoválvulas, las canalizaciones, los cableados, etc., que llevan asociados), son considerables los riesgos derivados, en particular en régimen de ralentí si penetra agua o granizo en el motor, acarreando un incremento de riesgo de apagado del mismo.

La solicitud de patente FR2445439 de la compañía General Electric Company describe un medio único para gobernar válvulas de descarga de aire de una etapa de baja presión y de las etapas de estátor con ángulo de calaje variable de una etapa de alta presión, pero este medio gobierna los dos equipos esencialmente de manera secuencial, siendo accionados solamente los álabes de estátor en el funcionamiento normal de la turbomáquina (es decir, por encima del régimen de ralentí).

El documento DE1224563 también describe un sistema de mando de al menos dos equipos de geometría variable de turbomáquina de la técnica anterior.

La invención pretende proponer una turbomáquina con equipos de geometría variable que pertenecen a cuerpos diferenciados de la turbomáquina y un sistema de mando de esos equipos que esté optimizado.

Así pues, la invención concierne a un sistema de mando de al menos dos equipos de geometría variable de una turbomáquina que presenta las características de la reivindicación 1.

Al utilizar un sólo actuador para el mando de varios (al menos dos) equipos de geometría variable, el sistema de mando permite reducir el número de piezas de la turbomáquina y, así, alcanzar el objetivo de la invención. Se evita, al menos en gran parte, la masa, el volumen y el coste de un segundo sistema de mando, puesto que los equipos de los cuerpos primero y segundo son accionados por el mismo actuador.

De acuerdo con un modo de realización, el sistema de mando es apto para gobernar más de dos equipos de geometría variable con el concurso de un único actuador.

De acuerdo con un modo de realización, un equipo de geometría variable es común para varios cuerpos de la turbomáquina.

De acuerdo con un modo de realización, al ser arrastrado el primer cuerpo a una velocidad de giro gobernable, el actuador es gobernado por la velocidad de giro del primer cuerpo.

Así, el equipo del segundo cuerpo es gobernado por la velocidad de giro del primer cuerpo, por intermedio del actuador.

De acuerdo con un modo de realización particular, el primer cuerpo es un cuerpo de alta presión y el segundo cuerpo un cuerpo de baja presión.

- 5 En concreto, al incluir la turbomáquina un compresor de baja presión y un compresor de alta presión, el equipo de geometría variable del compresor de baja presión es gobernado por la velocidad de giro del compresor de alta presión.

10 De acuerdo con un modo de realización, en el caso de una turbomáquina con un cuerpo de alta presión y un cuerpo de baja presión, los equipos de geometría variable del cuerpo de alta presión quedan situados próximos al cuerpo de baja presión (por ejemplo próximos al lado de aguas arriba del cuerpo de alta presión).

De acuerdo con un modo de realización particular, en tal caso, la turbomáquina es una turbomáquina de doble cuerpo, con un cuerpo de alta presión y un cuerpo de baja presión. Preferentemente, en tal caso, la o las etapas de álabes de estátor con ángulo de calaje variable forma o forman parte del cuerpo de alta presión, a la vez que el primer equipo gobernado por el sistema de mando forma parte del cuerpo de baja presión de la turbomáquina.

- 15 De acuerdo con un modo de realización particular, en tal caso, la etapa de álabes incluye una pluralidad de álabes, montados cada uno de ellos de manera pivotante sobre un cárter de la turbomáquina, y cada uno de los álabes de la etapa lleva vinculado por mediación de palancas un anillo de mando que rodea el cárter, siendo apto el actuador para arrastrar giratoriamente al anillo de mando de la etapa por mediación de un órgano piloto montado sobre el cárter.

- 20 De acuerdo con un modo de realización, un equipo de geometría variable es una válvula de descarga de aire de la turbomáquina. Este equipo puede comprender una válvula o una pluralidad de válvulas de descarga de aire. Se trata, por ejemplo, de una válvula de descarga de aire del tipo VBV a nivel del compresor de baja presión.

25 El sistema de mando de la invención puede estar adaptado para el mando de diferentes tipos de equipos. Además de aquellos anteriormente presentados, los equipos de geometría variable pueden incluir o conformar en particular un elemento de uno o varios de los siguientes dispositivos:

- una válvula de descarga de aire del compresor de alta presión de apertura proporcional (a menudo designada por la expresión inglesa "Transient Bleed Valve" (de acrónimo TBV) o "Start Bleed Valve" (de acrónimo SBV));
- una válvula de descarga de aire del compresor de alta presión todo o nada (a menudo designada por la expresión inglesa "Handling Bleed Valve" (de acrónimo HBV));
- 30 - una válvula de regulación de un caudal de aire que contribuye al control de juego en una turbina de baja presión (a menudo designada por la expresión inglesa "Low Pressure Turbine Active Clearance Control" (de acrónimo LPTACC)), o en una turbina de alta presión (a menudo designada por la expresión inglesa "High Pressure Turbine Active Clearance Control" (de acrónimo HPTACC)).

35 De acuerdo con un modo de realización, en el sistema de mando, el actuador incluye un órgano de mando móvil cuyos desplazamientos transmiten el mando a los equipos de geometría variable. El órgano de mando puede incluir por ejemplo el brazo de un cilindro.

40 De acuerdo con un modo de realización, el actuador se establece para accionar el primer equipo de geometría variable haciendo variar un parámetro dentro de un margen de accionamiento del primer equipo, estableciéndose el actuador para accionar el segundo equipo de geometría variable haciendo variar el mismo parámetro dentro de un margen de accionamiento del segundo equipo.

El parámetro del actuador antes señalado puede ser por ejemplo la posición del órgano de accionamiento del actuador. Así, este parámetro puede ser la posición del extremo del brazo de un cilindro. Así, en tal caso, hacer variar este parámetro significa desplazar el extremo del brazo del cilindro o la posición del extremo operante del actuador.

- 45 De acuerdo con un modo de realización, el actuador arrastra un órgano de reenvío el cual, incluyendo al menos dos ramas, va montado con facultad de movimiento sobre el cárter de la turbomáquina, con una primera rama arrastrando el primer equipo y una segunda rama arrastrando el segundo equipo.

50 De acuerdo con un modo de realización particular, la segunda rama arrastra giratoriamente a lo largo de una parte de su carrera una pieza de accionamiento del segundo equipo y no la arrastra a lo largo del resto de su carrera, permaneciendo dicha pieza en reposo sobre un tope.

De acuerdo con un modo de realización particular, la pieza de accionamiento es una palanca móvil alrededor de un eje de giro relacionado con el cárter, estando un primer brazo de la palanca destinado a cooperar con dicha segunda rama y con dicho tope a la vez que el segundo brazo arrastra el segundo equipo por mediación de un órgano de

unión deslizante que acondiciona una carrera muerta en el accionamiento de dicho segundo equipo.

5 Cuando varía el parámetro de accionamiento dentro de un intervalo situado fuera del margen de accionamiento de un equipo, este último no es accionado por el actuador. Tal intervalo de valores del parámetro del actuador, en el cual no se aplica efectivamente ninguna acción al equipo en cuestión, constituye para dicho equipo una "carrera muerta". Dentro de tal margen, cualesquiera que sean las variaciones del parámetro, el actuador no actúa (o no significativamente) sobre el equipo en cuestión.

De acuerdo con un modo de realización particular, el órgano de unión deslizante incluye un primer órgano de mando que presenta un agujero rasgado dentro del cual desliza un vástago sustentado por un segundo órgano de mando.

10 De acuerdo con un modo de realización particular, el eje de giro de la palanca es desplazable a lo largo del primer brazo de dicha palanca.

De acuerdo con un modo de realización particular, el primer órgano de mando es requerido por un medio elástico hacia la posición correspondiente a la ausencia de cooperación entre la segunda rama y la pieza de accionamiento.

De acuerdo con un modo de realización particular, al menos una parte del margen de accionamiento del primer equipo está fuera del margen de accionamiento del segundo equipo.

15 El mando mediante un único actuador de dos equipos de geometría variable puede verse facilitado por el hecho de que los márgenes de accionamiento de los dos equipos no se corresponden totalmente, permitiendo, fuera de la zona común, no accionar más que un sólo equipo.

De acuerdo con un modo de realización particular, el margen de accionamiento de uno de los equipos primero y segundo se halla contenido completamente dentro del margen de accionamiento del otro equipo.

20 En tal caso, los equipos son accionados simultáneamente dentro de su zona común, lo cual puede presentar ventajas según la naturaleza de los equipos. Tal modo de realización puede permitir prever una mayor amplitud de accionamiento.

25 De acuerdo con un modo de realización particular, en tal caso, el margen de accionamiento de uno de los equipos tiene una amplitud muy inferior a la amplitud total del margen de accionamiento del otro equipo; por ejemplo, aquella puede representar menos del 20 % o menos del 10 % de este margen. De esta manera, cuando el margen del equipo con el margen de accionamiento reducido queda incluido dentro del margen del otro equipo, las acciones de mando del equipo tan sólo determinan una variación pequeña y/o poco sensible del mando del otro equipo. Esta disposición facilita el mando, con un sólo sistema de mando, de dos equipos.

30 El sistema de mando se establece preferentemente para que las variaciones del parámetro del actuador entre los extremos de su margen de accionamiento basten para accionar los equipos con una amplitud suficiente.

De acuerdo con un modo de realización, la vinculación entre el actuador y uno de los equipos incluye un dispositivo de desembrague, apto para desembragar el arrastre de ese equipo por parte del actuador en un margen de valores del parámetro de accionamiento. Por lo tanto, este margen de valores se halla situado fuera del margen de accionamiento del equipo en cuestión.

35 Así, el dispositivo de desembrague permite reservar un intervalo del margen de accionamiento sólo para el mando del otro (o de los otros) equipo(s). Esto puede ser esencial cuando el equipo en cuestión no debe verse afectado aun cuando varía uno de los demás equipos gobernados.

40 De acuerdo con una forma de realización, el sistema de mando incluye además unos medios de recuperación que mantienen un órgano de mando de uno de los equipos en una posición predeterminada, al menos cuando el parámetro del actuador varía dentro de un intervalo situado al exterior del margen de accionamiento del equipo.

La invención aún concierne a una turbomáquina equipada con un sistema de mando presentado anteriormente.

Se comprenderá más fácilmente la invención con ayuda de la descripción que sigue del modo preferido de realización de la turbomáquina y del sistema de la invención, con referencia a las láminas de dibujos que se acompañan, en las que:

45 la figura 1 representa una vista en perspectiva de un sistema de mando de la posición de álabes de estátor con calaje variable según la técnica anterior;

la figura 2 es una vista esquemática de un dispositivo de mando de la posición de las válvulas de descarga de un compresor a partir del mando de posición de los álabes de un estátor con calaje variable, según una forma de realización de la invención; esta representa ese dispositivo en la posición correspondiente a una elevada velocidad de giro del motor (álabes de estátor abiertos y válvulas de descarga cerradas);

50 la figura 3 es una vista esquemática del mismo dispositivo a velocidad intermedia de giro del motor, con los álabes

de estátor cerrándose y las válvulas de descarga todavía cerradas;

la figura 4 es una vista esquemática del mismo dispositivo a pequeña velocidad de giro del motor, estando cerrados los álabes de estátor y abiertas las válvulas de descarga; y

- 5 las figuras 5 y 6 son sendas curvas que dan la posición de los álabes de estátor y de las válvulas de descarga en función del régimen del motor, en el caso de un solapamiento y en el caso de una ausencia de solapamiento de los márgenes de apertura y de cierre de los dos equipos.

De manera conocida, una turbomáquina, en la presente memoria de eje X-X, incluye, de aguas arriba a aguas abajo, una soplante, un compresor de baja presión (a menudo designado por el experto en la materia por el término "booster"), un compresor de alta presión, una cámara de combustión, una turbina de alta presión, una turbina de 10 baja presión y una tobera de escape de gases (no representada). El compresor y la turbina de alta presión van fijados sobre un mismo árbol, llamado de alta presión, y pertenecen así al cuerpo de alta presión de la turbomáquina, en tanto que el compresor y la turbina de baja presión van fijados sobre un mismo árbol, llamado de baja presión, y pertenecen así al cuerpo de alta presión de la turbomáquina.

En adelante se utilizarán las siguientes abreviaciones: BP para baja presión y AP para alta presión.

- 15 El compresor AP incluye al menos una etapa conformada a partir de una rueda de álabes móviles y de una rueda de álabes fijos (aún denominados álabes de estátor). Cada etapa está conformada a partir de una pluralidad de álabes dispuestos radialmente alrededor del eje X-X de la turbomáquina. En este caso concreto, el compresor AP incluye una pluralidad de etapas, con una alternancia de ruedas de álabes móviles y de ruedas de álabes fijos. Los álabes quedan rodeados por un cárter cilíndrico 12 que está centrado en el eje X-X de la turbomáquina.

- 20 Entre las ruedas de álabes fijos, al menos una etapa 10 incluye unos álabes 14 llamados de ángulo de calaje variable. Cada álabe 14 va montado pivotante alrededor de un eje 16 (o pivote) que atraviesa el cárter 12. La posición angular de cada álabe 14 se puede ajustar mediante arrastre giratorio de su pivote 16.

La etapa 10 de álabes de calaje variable conforma un primer equipo de geometría variable, perteneciente al cuerpo AP (puesto que pertenece al compresor AP). El parámetro variable de este equipo es el ángulo de los álabes 14; en 25 este caso concreto, todos los álabes 14 son arrastrados giratoriamente simultáneamente, en virtud del anillo de mando 22 de la etapa 10 de álabes 14.

El anillo de mando 22 es en su conjunto de forma circular; éste rodea el cárter 12 y está centrado en el eje X-X de la turbomáquina. La modificación sincronizada de la posición angular de los álabes 14 se obtiene así mediante un giro del anillo de mando 22 alrededor del eje X-X de la turbomáquina, de manera conocida.

- 30 La turbomáquina incluye un segundo equipo de geometría variable 110. Se trata en este caso concreto de una válvula de descarga de aire, del tipo VBV (representada en la presente memoria de manera esquemática). El parámetro variable de este equipo 110 es el ángulo de apertura de la válvula de descarga 110. Este equipo 110 pertenece al cuerpo BP de la turbomáquina. La función de la válvula VBV 110 es la de descargar aire a la salida del compresor BP para reducir los riesgos de funcionamiento defectuoso de este compresor cuando funciona en unas 35 condiciones particulares.

Por supuesto, de manera conocida, el segundo equipo 110 podría incluir una pluralidad de tales válvulas.

El sistema de mando está establecido para gobernar el giro del anillo de mando 22 de la etapa 10 de álabes de ángulo de calaje variable (primer equipo 10), así como el desplazamiento de un órgano de mando 115 del segundo equipo 110.

- 40 A tal efecto, el sistema de mando incluye un actuador 24, en este caso concreto un cilindro 24, que está vinculado mecánicamente al primer equipo 10 y al segundo equipo 110 para determinar su movimiento. Un único actuador 24 gobierna así dos equipos 10, 110 de geometría variable de dos cuerpos diferenciados.

A tal efecto, cada pivote 16 de los álabes de calaje variable 14 está vinculado a un extremo de una bieleta 18 o 45 palanca 18 de mando cuyo otro extremo se halla articulado alrededor de un muñón 19 que, fijado sobre el anillo de mando 22, discurre radialmente con relación a éste.

El anillo incluye al menos una armadura 27 a la cual va fijado un extremo de una biela de mando 32, de tipo tornillo de alargamiento, que discurre sensiblemente tangencialmente al anillo 22. El otro extremo de la biela de mando 32 es solidario de un órgano de reenvío 26 llamado piloto (pues está vinculado directamente al actuador 24), en 50 montaje pivotante sobre una envolvente 28 del cárter 12 de la turbomáquina. El órgano de reenvío piloto 26 tiene más precisamente una forma en T. La biela de mando 32 está fijada a un extremo de una primera rama 34 de la T, estando el extremo del vástago del cilindro 24 fijado, de manera articulada, al extremo de la rama de accionamiento 42 de la T que se encuentra en prolongación de la primera rama 34. La segunda rama 38, perpendicular a las otras dos, cumple otra función descrita más adelante. El órgano de reenvío piloto 26 se halla en montaje pivotante alrededor de un eje 50 que discurre en la intersección de las ramas.

## ES 2 391 617 T3

El actuador (cilindro) 24 puede arrastrar giratoriamente el anillo de mando 22 de la etapa 10 de álabes de calaje angular variable por mediación del órgano de reenvío piloto 26, el cual transmite el movimiento del cilindro 24 a la biela de mando 32 la cual, por su parte, transmite el movimiento al anillo 22 del que es solidaria en traslación (curvilínea).

- 5 El órgano de reenvío piloto 26 y la biela 32 son los principales elementos de la cadena de transmisión de movimiento desde el actuador (cilindro 24) hasta el anillo de mando 22.

El cilindro 24 está gobernado por una unidad de mando electrónica. Sus movimientos son función de la velocidad de giro N2 del compresor AP.

- 10 La invención ha sido presentada con una única etapa de álabes de calaje variable pero, por supuesto, puede ser llevada a la práctica con una pluralidad de etapas, estando las etapas vinculadas según es convencional con un primer reenvío 26, llamado reenvío piloto, y unos reenvíos 26', llamados reenvíos seguidores, arrastrados por mediación de una barra de sincronización 30.

El sistema de mando también gobierna el desplazamiento de un órgano de mando 115 del segundo equipo 110, con el concurso de un dispositivo específico.

- 15 Haciendo ahora referencia a las figuras 2 a 4, se ve un dispositivo de accionamiento 60 de las válvulas de descarga con el concurso del sistema de mando de los álabes de estátor de calaje variable. El órgano de reenvío 26, que está dotado de movimiento giratorio alrededor del eje 50, genera el desplazamiento de la biela 32 por mediación de su primera rama 34 y el de una barra de sincronización 30 por mediación de su segunda rama 38; asimismo, arrastra una pieza de accionamiento 65 por mediación de su rama 38. Esta pieza de accionamiento 65 tiene la forma de una  
20 palanca en L y está dotada de movimiento giratorio alrededor de un primer eje 51 relacionado con el cárter 12. Esta se halla constantemente requerida por un medio de recuperación elástica, no representado, hacia la segunda rama 38 y descansa, en ausencia de cooperación con la rama 38, sobre un tope 64. Uno de sus brazos es apto para cooperar con la segunda rama 38 para transmitir el giro del órgano de reenvío 26 a un estribo en forma de U 126 que está enlazado con el segundo brazo de la pieza 65 mediante una segunda articulación 52. Un giro del órgano de  
25 reenvío 26 se traduce en un desplazamiento longitudinal del estribo 126, el cual se desplaza como un tipo de biela que se desplaza en una corredera.

- Las dos ramas del estribo 126 pasan a ambos lados de un primer órgano de mando 115 de la geometría variable 110, que gobierna los desplazamientos del equipo de geometría variable 110 según la dirección indicada por la  
30 flecha A. Este órgano de mando 115 se materializa en una placa rectangular que lleva practicado un agujero rasgado 124. Las dos ramas del estribo 126, determinantes de un segundo órgano para el mando del segundo equipo 110, están vinculadas mediante un vástago 122 que es pasante a través del agujero rasgado 124, dentro del cual desliza.

El estribo 126 y el vástago 122 constituyen el órgano de unión deslizante 120. El actuador 24 arrastra el segundo equipo 110 a través de este órgano de unión deslizante 120, cuyo deslizamiento define una carrera muerta D.

- 35 En efecto, mientras el vástago 122 se desplace en el interior del agujero alargado 124 sin ser bloqueado en un extremo del mismo, esto no determina ningún movimiento del órgano de mando 115, o dicho de otro modo, los movimientos del actuador (el cilindro 24) no determinan ningún movimiento del órgano de mando 115 del equipo 110.

- 40 En ausencia de acción por parte del órgano de reenvío 26 sobre la pieza de accionamiento 65, un muelle 112 hace retroceder el órgano de mando 115 y mantiene el segundo equipo 110 en la posición correspondiente a la posición cerrada de las válvulas de descarga. El muelle de recuperación de la pieza 65 hace girar la misma alrededor de la segunda articulación 52 hasta que ésta venga contra el tope 64 que limita el giro de la pieza de accionamiento en el sentido del cierre de los álabes del estátor. A continuación queda mantenida apoyada contra el tope 64 mediante el medio de recuperación elástica antes comentado.

- 45 Finalmente, la pieza de accionamiento 65 tiene, tal como se representa en las figuras 2 a 4, la forma de una L cuyos dos brazos concurren a nivel del primer eje de giro 51. La longitud de su primer brazo, es decir, del brazo que coopera con la rama 38 del reenvío 26, se puede reducir desplazando el punto en el que esta se halla fijada sobre el eje de giro. Este desplazamiento da como resultado el modificar la desmultiplicación del movimiento existente entre el giro del reenvío 26 y el desplazamiento del estribo 126. La amplitud de esta modificación de la desmultiplicación  
50 viene determinada por la carrera B a lo largo de la cual puede desplazarse el eje de giro 51.

Haciendo referencia a las figuras 5 y 6, se ven las leyes de apertura relativa de los álabes de calaje variable (referenciadas con VSV) y de las válvulas de descarga (referenciadas con VBV) en función de la velocidad de giro N2 del cuerpo AP.

- 55 Cuanto mayor sea el valor de la curva, más abierto estará el correspondiente equipo de geometría variable 10, 110. La posición abierta de los álabes VSV 14 corresponde a la posición en la cual estos dejan pasar el mayor flujo de aire al compresor AP 3; la posición abierta de las válvulas VBV 110 corresponde a la posición en la cual estas

extraen el caudal máximo de aire del compresor BP.

En una primera fase P1, a bajo régimen, las válvulas de descarga VBV 110 están abiertas en tanto que los álabes de calaje variable VSV 14 están cerrados. En una segunda fase P2, a régimen intermedio, las válvulas VBV 110 se van cerrando progresivamente al compás del aumento de la velocidad N2 del cuerpo AP, en tanto que los álabes VSV 14 se van abriendo progresivamente al compás del aumento de la velocidad N2 del cuerpo AP; en el final de la segunda fase P2, las válvulas VBV 110 están casi cerradas por completo, en tanto que los álabes VSV 14 se hallan más o menos abiertos en dos tercios. En una tercera fase P3, finaliza el cierre de las válvulas VBV 110, en tanto que la apertura de los álabes VSV 14 va finalizando progresivamente, al compás del aumento de la velocidad N2 del cuerpo AP.

5 Así, los dos equipos de geometría variable 10, 110 están pilotados por el régimen del cuerpo AP. En concreto, las válvulas VBV 110, pertenecientes al cuerpo BP, están gobernadas por la velocidad de giro N2 del cuerpo AP. La consecuencia es una simplificación de la definición de las leyes de apertura y la garantía de la correcta sincronización entre las aperturas y cierres de los equipos de geometría variable, puesto que estas aperturas y cierres dependen de un mismo y único parámetro: la velocidad de giro N2 del cuerpo AP.

15 En la versión V1 representada en la figura 5, la apertura de los álabes de calaje variable VSV comienza al mismo tiempo que el cierre de las válvulas de descarga VBV pero acaba después, mientras que en la versión V2, representada mediante la figura 6, ésta tan sólo comienza después de su cierre. La elección de una versión y el preciso momento en el que comienza el cierre de las válvulas de descarga se definen valiéndose de la posición y de la longitud D del agujero rasgado 124. Un alargamiento o un acortamiento de este orificio desfasa en uno u otro sentido la apertura de las válvulas de descarga respecto al cierre de los álabes de calaje variable.

20 Según se indica anteriormente, una modificación del posicionamiento del primer eje de giro 51 sobre el primer brazo de la pieza de accionamiento 65, dentro del límite de la carrera B, provoca una modificación de la desmultiplicación del movimiento generado por el giro del reenvío 26. Un acortamiento del brazo de la L aumenta el giro de la pieza de accionamiento 65 para un giro dado del reenvío 26, lo cual se traduce en una más rápida apertura de las válvulas de descarga y una tangente al punto de inflexión de la curva VBV en la figura 6 más vertical. A la inversa, un agrandamiento del brazo de palanca sobre el primer brazo de la pieza de accionamiento 65 producirá una tangente al punto de inflexión de la curva en la figura 6 menos vertical y una apertura más progresiva de las válvulas de descarga.

25 Para hacer que se comprenda el funcionamiento del sistema de mando 1, las figuras 2 a 4 ilustran el movimiento de este sistema en tres posiciones, correspondientes a una extensión máxima, intermedia y mínima del cilindro 24. En el sistema de mando 1, la extensión del cilindro 24 es el parámetro de accionamiento de este actuador.

30 Se va a describir ahora el funcionamiento de los álabes de estátor y de las válvulas de descarga en el transcurso de una modificación de la velocidad de giro N2 del cuerpo AP, tomando como ejemplo una desaceleración del motor a partir de la posición de pleno régimen. En la situación inicial (figura 2), el cilindro está en posición de extensión máxima; los álabes 14 de ángulo de calaje variable están en posición abierta y cerradas las válvulas de descarga. La rama 38 del órgano de reenvío 26 se halla distante del primer brazo de la pieza de accionamiento 65, el cual descansa contra el tope 64, bajo la acción del medio de recuperación elástica de la pieza 65. El muelle 112 mantiene el órgano de mando 115 en la posición correspondiente a válvulas de descarga cerradas.

35 A partir de esta posición, el accionamiento del cilindro 24 provoca un giro del reenvío piloto 26 y, en su caso, el de un reenvío seguidor 26' arrastrado mediante la barra de sincronización 30. El giro del reenvío 26 alrededor de su punto de pivotamiento sobre la envolvente 28 arrastra a su vez la biela 32 la cual hace girar entonces en uno u otro sentido el anillo 22 alrededor del eje X-X de la turbomáquina. Según se indica anteriormente, el giro del anillo 22 provoca una modificación sincronizada de la posición angular de los álabes 14 de la etapa 10 por mediación de las palancas de mando 18.

40 Al disminuir la velocidad de giro, el reenvío 26 gira hasta el momento en el que su segunda rama 38 entre en contacto con el primer brazo de la pieza de accionamiento 65, tal y como se ilustra en la figura 3, que corresponde a una posición específica en el transcurso de la contracción del cilindro 24.

45 Al contraerse todavía más el cilindro 24, el reenvío 26 empieza a hacer girar la pieza de accionamiento 65 alrededor de su eje de giro 51 y, consecuentemente, a empujar al vástago 122 del estribo 126 dentro del agujero rasgado 124, en la dirección de la flecha A. La posición representada en la figura 3 es específica en que corresponde al preciso momento en el que el vástago 122 solidario del estribo 126 llega a hacer tope con el extremo del agujero 124 en la dirección de la flecha A (que es la dirección de accionamiento para el órgano de mando 115), posición desde la cual el vástago 122 empieza a arrastrar el órgano de mando (placa 115) de la geometría variable 110. A la inversa, desde el inicio de la contracción del cilindro 24, y hasta esta posición, el órgano de mando 115 no se ve desplazado de su posición inicial (figura 2) pese al desplazamiento del estribo 126. Así pues, el margen de accionamiento del cilindro 24, entre su posición inicial (figura 2) y la posición intermedia específica de la figura 3, constituye una carrera muerta D para el segundo equipo gobernado 110. En el transcurso de este movimiento, las válvulas del estátor se han cerrado progresivamente, en tanto que las válvulas de descarga han permanecido completamente cerradas.

5 En cambio, a partir de la posición de inicio de accionamiento que aparece en la figura 3, cualquier contracción suplementaria del cilindro 24 lleva al vástago 122 solidario del estribo 126 a hacer retroceder, en la dirección de la flecha A, al órgano de mando 115 y determina un desplazamiento del mismo. Las posiciones del cilindro 24 más contraídas que en esta posición constituyen el margen de accionamiento del segundo equipo 110. Las válvulas de descarga se abren en consecuencia. Esta apertura se efectúa de manera más o menos progresiva según el ajuste B seleccionado para la longitud del brazo de palanca de la pieza de accionamiento 65.

10 Hay que señalar además que, a partir del momento en que el cilindro 24 sobrepase esta posición de inicio de accionamiento, el muelle 112 actúa como medio de recuperación para mantener el órgano de mando 115 en permanente contacto con el vástago 122. Así, fuera de la carrera muerta, el órgano de mando 115 sigue en cada momento los desplazamientos del vástago 122, en la dirección de la flecha A al igual que en dirección opuesta. A la inversa, dentro de la carrera muerta del órgano de unión deslizante 120, el órgano de mando 115 permanece bloqueado, en posición 'izquierda' en las figuras 2 y 3, por efecto del medio de recuperación elástica de la pieza de accionamiento 65.

15 Al proseguir su reducción de la velocidad de giro, el cilindro es gobernado hacia la retracción plena, lo cual corresponde a unas válvulas de descarga completamente abiertas y a una prosecución del cierre de los álabes de estátor, hasta su pleno cierre (posición ilustrada en la figura 4).

20 En el sentido del aumento de la velocidad de giro N2 a partir del régimen de ralentí, el cilindro 24 se extiende y hace girar el órgano de reenvío 26 en sentido inverso al anterior sentido. Bajo la acción de su medio de recuperación elástica, la pieza de accionamiento 65 regresa hacia su tope 64, arrastrando con ella al estribo 126. El órgano de mando 115, al dejar de estar sometido a la presión del vástago 122, acompaña, bajo la acción del muelle 112, al estribo 126 en su desplazamiento, lo cual desencadena el cierre de las válvulas de descarga. El movimiento del órgano de mando 115 se prosigue hasta que el muelle 112 quede completamente distendido y seguidamente el vástago 122, arrastrado todavía por el medio de recuperación elástica de la pieza de accionamiento, recorre el agujero rasgado 124 hasta hacer tope contra el otro extremo de este agujero. El conjunto pieza de accionamiento 25 65, estribo 126 y órgano de mando 115 continúa su carrera hasta que el primer brazo de la pieza de accionamiento 65 tropiece en el tope 64.

En esta posición, las válvulas de descarga están totalmente cerradas. Por su parte, la apertura de los álabes de estátor se prosigue con el giro del reenvío 26, cuyo movimiento a partir de este momento ya no interfiere con el de las válvulas de descarga.

30 La invención ha sido descrita con relación a varias formas particulares de realización, aunque es bastante evidente que ésta no queda limitada en modo alguno a las mismas y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones, si éstas entran en el ámbito de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de mando de al menos dos equipos (10, 110) de geometría variable de una turbomáquina, incluyendo la turbomáquina al menos un primer cuerpo y un segundo cuerpo, siendo el primer equipo (10) una etapa de álabes de estátor de ángulo de calaje variable de un compresor del primer cuerpo que juega entre una posición cerrada en ralentí y una posición abierta en régimen elevado, siendo el segundo equipo (110) al menos una válvula de descarga de un compresor del segundo cuerpo que juega entre una posición abierta en ralentí y una posición cerrada en régimen elevado, incluyendo además el sistema un actuador (24) que arrastra un órgano de reenvío (26) el cual, incluyendo al menos dos ramas, va montado con facultad de movimiento sobre el cárter (12) de la turbomáquina, con una primera rama (34) arrastrando el primer equipo (10) y una segunda rama (38) arrastrando el segundo equipo (110), caracterizado por el hecho de que la segunda rama (38) arrastra giratoriamente a lo largo de una parte de su carrera una pieza de accionamiento (65) del segundo equipo (110) y no la arrastra a lo largo del resto de su carrera, permaneciendo dicha pieza (65) en reposo sobre un tope (64).
2. Sistema de mando según la reivindicación 1, en el que el primer cuerpo es un cuerpo de alta presión y el segundo cuerpo un cuerpo de baja presión.
3. Sistema de mando según una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el actuador (24) es gobernado por la velocidad de giro de uno de los cuerpos de la turbomáquina.
4. Sistema de mando según la reivindicación 3, en el que el actuador (24) es gobernado por la velocidad de giro del cuerpo de alta presión.
5. Sistema de mando según la reivindicación 4, en el que la pieza de accionamiento (65) es una palanca móvil alrededor de un eje de giro (51) relacionado con el cárter (12), estando un primer brazo de la palanca destinado a cooperar con dicha segunda rama (38) y con dicho tope (64) a la vez que el segundo brazo arrastra el segundo equipo (110) por mediación de un órgano de unión deslizante (120) que acondiciona una carrera muerta en el accionamiento de dicho segundo equipo.
6. Sistema de mando según la reivindicación 5, en el que el órgano de unión deslizante (120) incluye un primer órgano de mando (115) que presenta un agujero rasgado (124) dentro del cual desliza un vástago (122) sustentado por un segundo órgano de mando (126).
7. Sistema de mando según una de las reivindicaciones 5 ó 6, en el que el eje de giro (51) de la palanca (65) es desplazable a lo largo del primer brazo de dicha palanca (65).
8. Sistema de mando según una de las reivindicaciones 6 ó 7, en el que el primer órgano de mando (115) está requerido por un medio elástico (112) hacia la posición correspondiente a la ausencia de cooperación entre la segunda rama (38) y la pieza de accionamiento (65).
9. Sistema de mando según una de las reivindicaciones 4 a 7, en el que el margen de accionamiento del segundo equipo (110) está incluido dentro del margen de funcionamiento del primer equipo (10).
10. Turbomáquina que incluye un sistema de mando según una de las anteriores reivindicaciones.

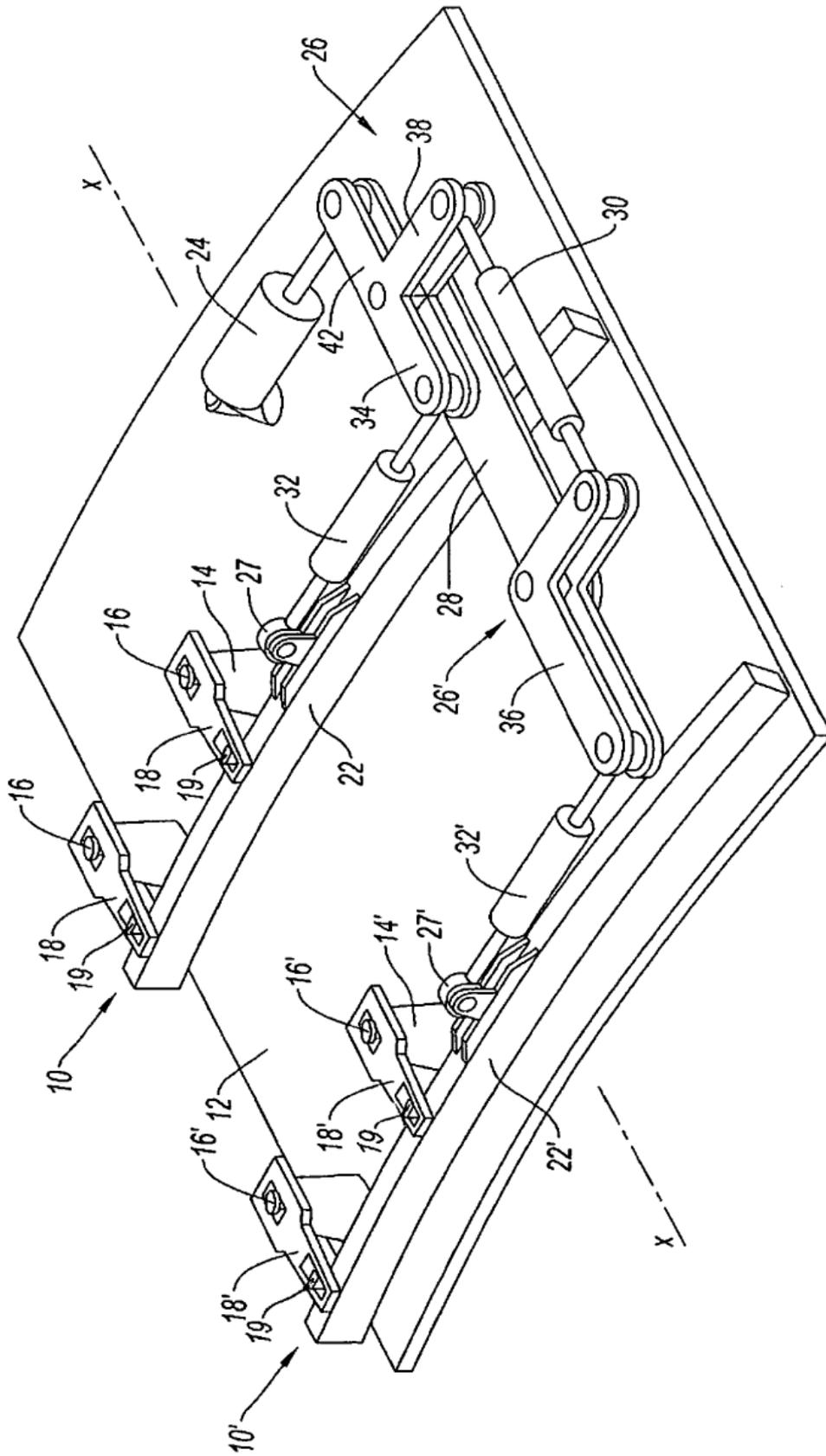


Fig. 1

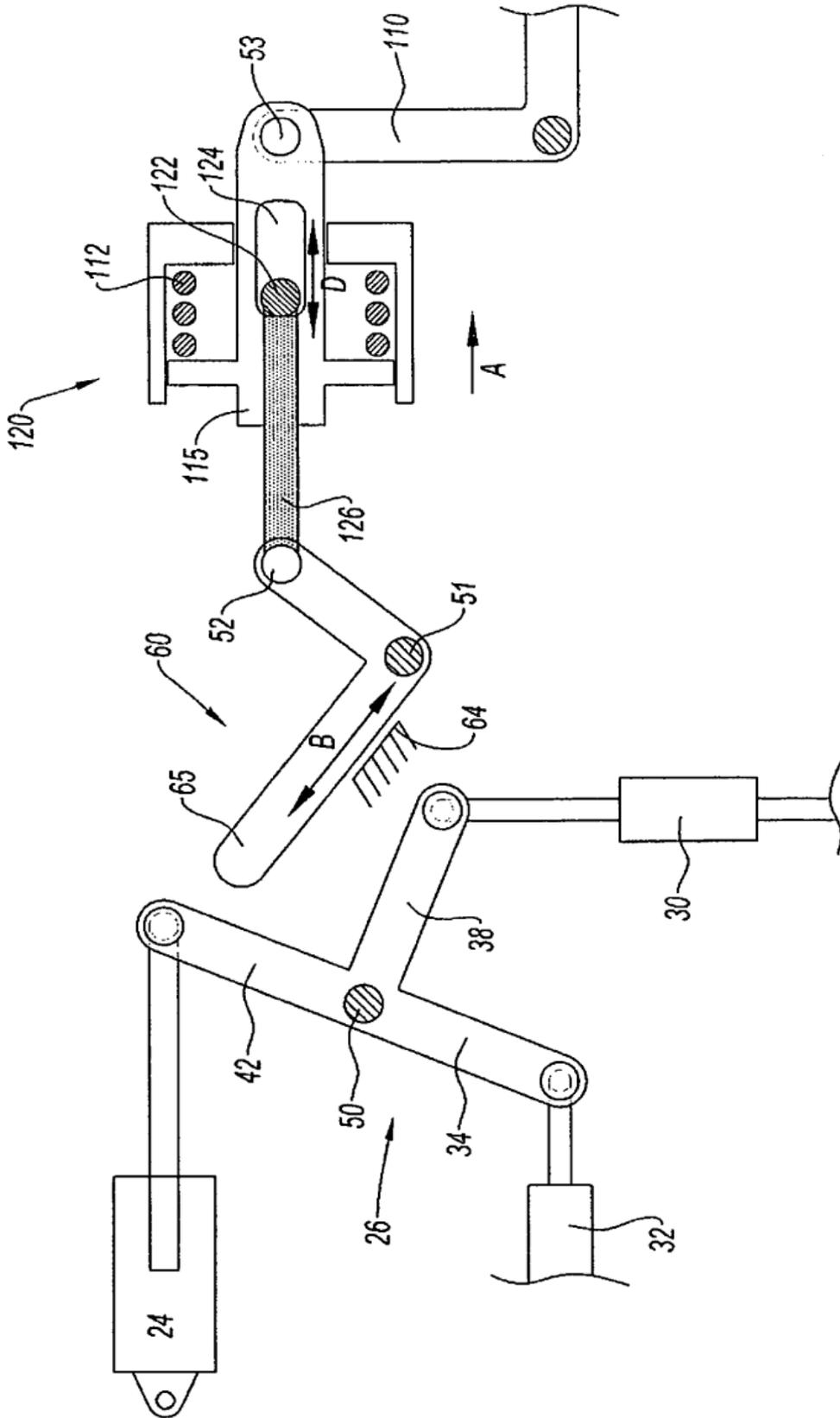


Fig. 2

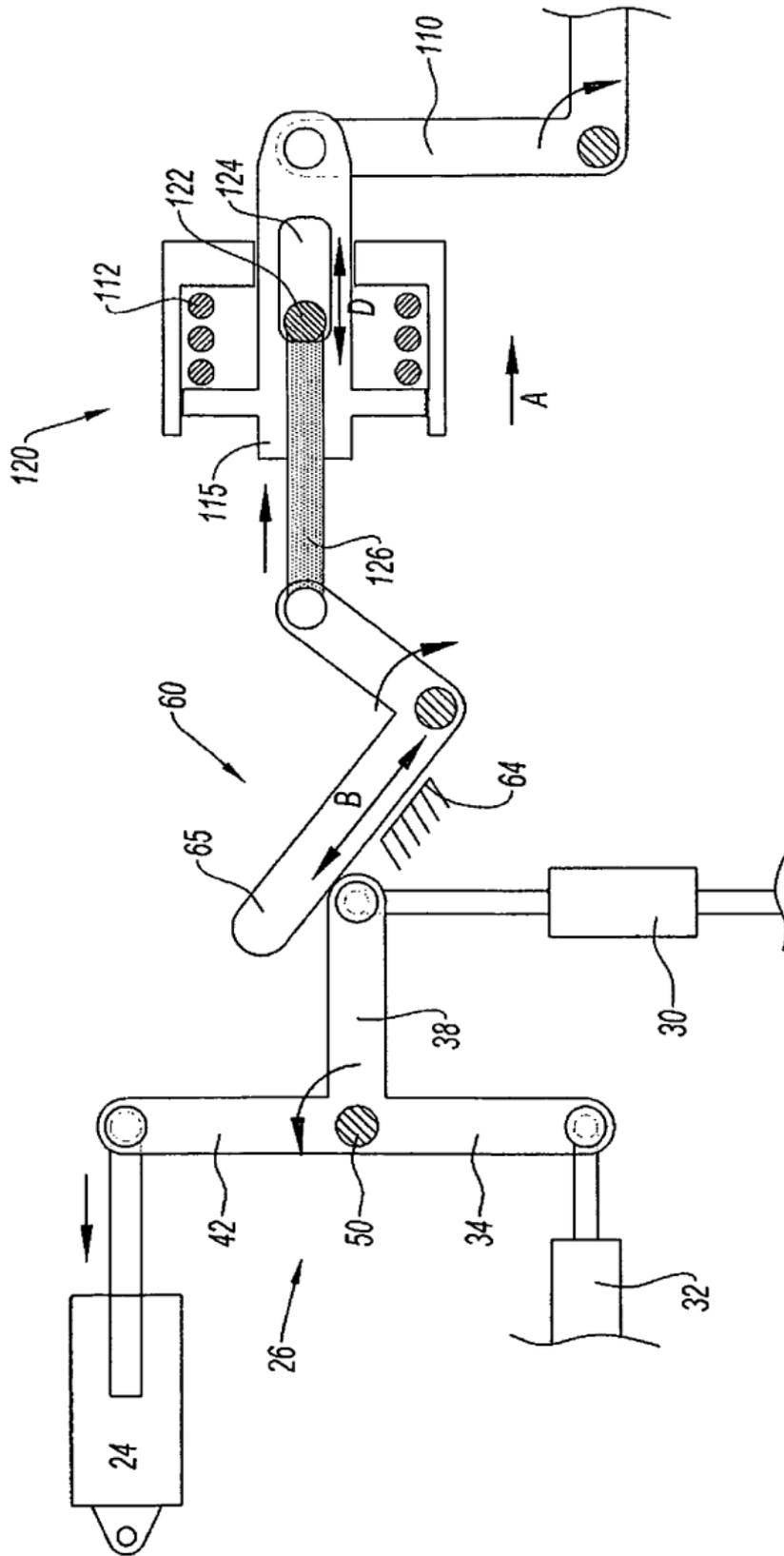


Fig. 3

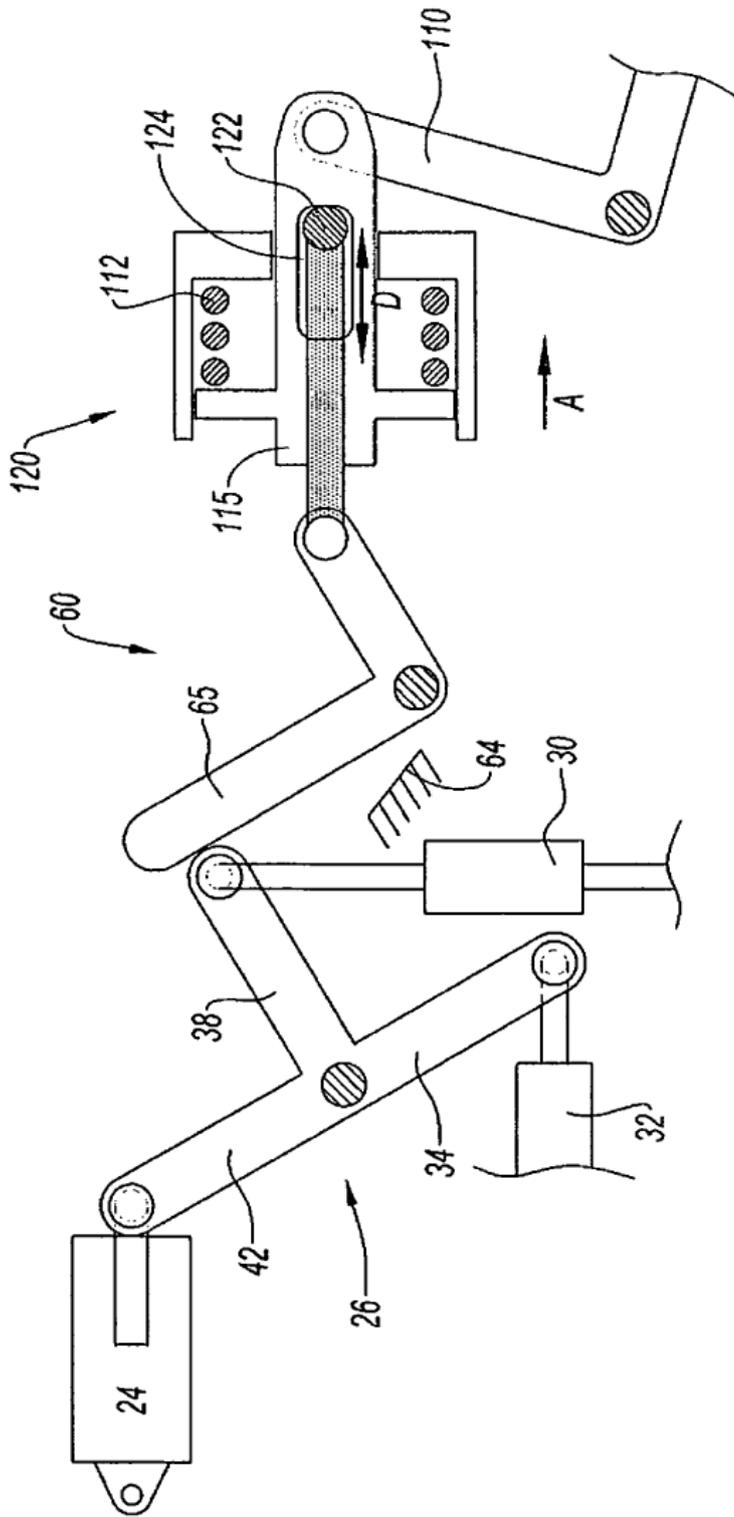


Fig. 4

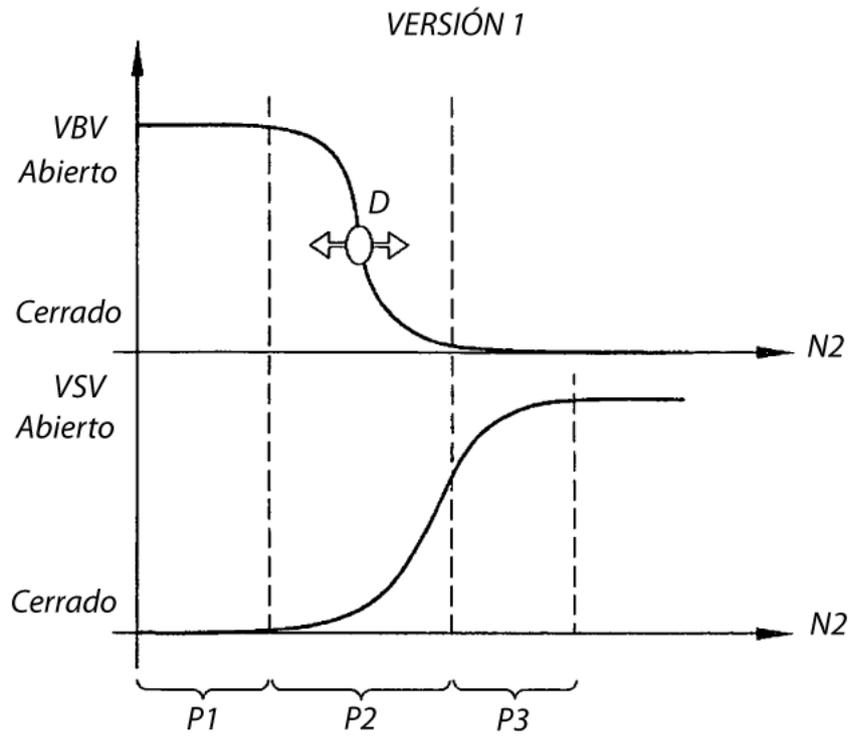


Fig. 5

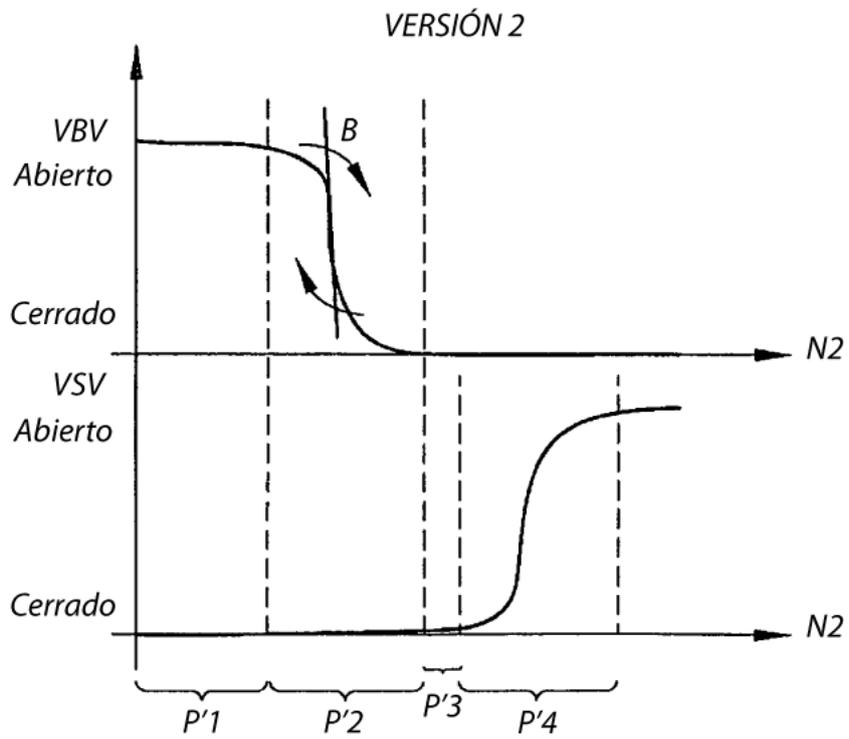


Fig. 6