

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 705**

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: **09747898 .6**
96 Fecha de presentación: **23.09.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2331791**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2011**

54 Título: **Sistema de control de equipamientos de geometría variable de una turbo-máquina**

30 Prioridad:
30.09.2008 FR 0856573

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.11.2012

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

72 Inventor/es:
BOURU, MICHEL y
GAULLY, BRUNO

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 705 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).

DESCRIPCION

Sistema de control de equipamientos de geometría variable de una turbo-máquina

El invento se refiere al dominio general del control de equipamientos de geometría variable de una turbo-máquina. El invento se refiere más particularmente a la optimización del control de varios equipamientos de una turbo-máquina.

- 5 Por "equipamiento de geometría variable", se entiende aquí un equipamiento, incluyendo un órgano de control cuya dimensión, la forma, la posición y/o la velocidad son susceptibles de ser modificadas en función de eventos detectados o de regímenes de la turbo-máquina, para actuar sobre el funcionamiento de la turbo-máquina. Unos ejemplos de geometrías variables en dichos equipamientos son las posiciones de válvulas de toma de aire del compresor, juegos en los vértices de los alabes de la turbina, velocidades de la bomba de carburante, etcétera.
- 10 El término cuerpo tal y como es empleado aquí designa un subconjunto de una turbo-máquina, incluyendo como órganos principales un compresor y una turbina ensambladas sobre un mismo eje. Un caso particular de cuerpo es el cuerpo de postcombustión, en el que el compresor está únicamente compuesto por una tobera convergente, y que es utilizada en los estatoreactores. Un ejemplo típico para cuerpos distintos de la turbo-máquina está constituido por los cuerpos de baja y alta presión de un turborreactor.
- 15 En general, los cuerpos de la turbo-máquina están concebidos para poder funcionar de manera independiente unos respecto de los otros. Sus velocidades de rotación son independientes, incluso si pueden estar ligadas o correlacionadas en determinados regímenes de funcionamiento.
- También habitualmente, por el hecho de esta independencia entre los diferentes cuerpos de una turbo-máquina, para controlar unos equipamientos de geometría variable que forman parte de los diferentes cuerpos, se prevé para estos equipamientos unos sistemas de control distintos. Por esta razón, controlar dos equipamientos de geometría variable de dos cuerpos distintos necesita también en general dos circuitos de control, dos accionadores, dos fuentes de potencia, etc.
- 20 Se obtiene que la masa, el coste, el espacio necesario de dicho sistema de control son relativamente elevados. Esto plantea principalmente problemas para turbo-máquinas que equipan pequeños aviones, para las que estos problemas son particularmente importantes. El documento FR 2445439 describe un sistema de control del arte anterior.
- 25 Un primer objetivo del invento es por tanto definir un sistema de control de al menos dos equipamientos de geometría variable de una turbo-máquina y;
- Incluyendo un accionador que acciona los dos equipamientos;
- 30 en el que un equipamiento incluye al menos una etapa de alabes de estator de ángulo de calado variable; y
- en el que un equipamiento es una válvula o incluye al menos una válvula de toma de aire de un cuerpo de la turbo-máquina;
- Sistema de control que soluciona al menos parcialmente los problemas de masa, de coste, y de espacio necesario citados anteriormente.
- 35 Se alcanza este objetivo gracias al hecho de que el sistema de control está situado para controlar una apertura progresiva de la etapa de alabes, y un cierre progresivo de la válvula de toma de aire, a medida que un parámetro de accionamiento del accionador aumenta.
- En un modo de realización, el sistema de control es apto para controlar tres, incluso cuatro equipamientos de geometría variable con la ayuda de un único accionador.
- 40 En un modo de realización, un equipamiento de geometría variable es común a varios cuerpos de la turbo-máquina, principalmente dos cuerpos.
- Utilizando un único accionador para el control de varios (al menos dos) equipamientos de geometría variable, el sistema de control permite reducir el número de piezas de la turbo-máquina y así alcanzar el objetivo del invento. El peso, el volumen, el coste de un segundo sistema de control para el segundo equipamiento de geometría variable, son al menos en gran parte evitados.
- 45 El invento puede principalmente ser realizado en una turbo-máquina de doble cuerpo, es decir con un cuerpo de alta presión y un cuerpo de baja presión. La o las etapas de alabes de ángulo de calado variable son o forman parte habitualmente del cuerpo de alta presión. En este caso, el primer equipamiento controlado por el sistema de control puede formar parte del cuerpo de baja presión de la turbo-máquina, el segundo equipamiento controlado, que incluye la o las etapas de alabes de ángulo de calado variable, forman parte del cuerpo de alta presión.
- 50

- 5 Las etapas de alabes de ángulo de calado variable de un cuerpo de alta presión de turbo-máquina se prestan en particular a su control conjunto con un equipamiento del cuerpo de baja presión, cuando se disponen en la periferia (relativamente aguas arriba) del cuerpo de alta presión: así, están situados en la vecindad del cuerpo de baja presión. Esta proximidad favorece la realización de un sistema de control común para las etapas de alabes y para un equipamiento de geometría variable del cuerpo de baja presión.
- 10 Según un modo de realización, en el segundo equipamiento la etapa de alabes está formada por una pluralidad de alabes que están montados cada uno de forma pivotante sobre un cárter de la turbo-máquina y de un anillo de control que rodea el cárter y está unido a cada uno de los alabes de la etapa por medio de palancas, siendo apto el accionador para arrastrar en rotación el anillo de control de la etapa por medio de un órgano piloto montado de forma pivotante sobre el cárter.
- Según un modo de realización, el equipamiento de geometría variable que es o por lo menos incluye al menos una válvula de toma de aire de la turbo-máquina puede ser una válvula o igualmente un conjunto de válvulas de descarga o de toma de aire.
- 15 Según otros modos diferentes de realización, el equipamiento de geometría variable que es, o incluye al menos una válvula de toma de aire, es, o incluye uno de los elementos siguientes o un elemento de uno de los siguientes dispositivos:
- una válvula de toma de aire booster ('Variable Bleed Valve' VBV);
 - una válvula de toma de aire del compresor de alta presión de apertura proporcional ('Transient Bleed Valve' TBV, y 'Start Bleed valve' SBV);
 - 20 -una válvula de toma de aire del compresor de alta presión todo o nada ('Handling Bleed Valve' HBV);
 - una válvula de regulación de un caudal de aire contribuyendo al control del juego, en una turbina de baja presión ('Low Pressure Turbine Active Clearance Control' LPTACC), o en una turbina de alta presión ('High Pressure Turbine Active Control' HPTACC).
- 25 Además, la realización de un sistema de control según el invento puede incluir principalmente las diferentes mejoras siguientes:
- En un modo de realización, en el sistema de control, el accionador incluye un órgano de control móvil cuyos desplazamientos transmiten el control a dos equipamientos. El órgano de control puede por ejemplo ser el brazo de un gato.
- 30 En una variante de este modo de realización, el accionador está situado para accionar un primero de estos equipamientos haciendo variar un parámetro en un margen de accionamiento del primer equipamiento fuera del cual no puede actuar sobre el primer equipamiento, estando situado el accionador para accionar el segundo de estos equipamientos haciendo variar el mismo parámetro en un margen de accionamiento del segundo equipamiento, fuera del cual no puede actuar sobre el segundo equipamiento, al menos una parte del margen de accionamiento del primer equipamiento está fuera del margen de accionamiento del segundo equipamiento.
- 35 El parámetro del accionador indicado anteriormente es generalmente el parámetro de posición del órgano de accionamiento del accionador. Por ejemplo, este parámetro es la posición de la extremidad del brazo de un gato. Hacer variar este parámetro significa de hecho de manera equivalente desplazar la extremidad del gato o la posición de la extremidad operante del accionador.
- 40 En este sistema de control, el control mediante un accionador único de dos equipamientos de geometría variable es facilitado por el hecho de que los márgenes de accionamiento de los dos equipamientos no se corresponden, el margen de accionamiento de uno de ellos (el primer equipamiento) incluye una parte que no forma parte de la del otro (el segundo equipamiento).
- 45 El funcionamiento del sistema de control está normalmente previsto para que, para cada uno de los equipamientos, las variaciones del parámetro del accionador entre los bornes del margen de accionamiento del equipamiento basten para accionar este último en un margen con una amplitud suficiente.
- Por otra parte, cuando el parámetro de accionamiento varía en un intervalo situado fuera del margen de accionamiento de un equipamiento, este no es accionado por el accionador. Dicho intervalo de valores del parámetro del accionador, en el que ninguna acción es aplicada efectivamente al equipamiento considerado, constituye una "carrera muerta". En este margen, cualesquiera que sean las variaciones del parámetro, el accionador no actúa (o no significativamente) sobre el equipamiento considerado.
- 50

La dificultad de control asociado al uso de este sistema de control es tal que cada acción sobre el accionador es o puede ser transmitida (según que se esté o no en sus márgenes de accionamiento respectivos) aún no y/o al otro de los equipamientos.

5 En particular, cuando se hace variar el parámetro de accionamiento en un margen común a los márgenes de accionamiento de los dos accionadores, se actúa a la vez sobre uno y sobre el otro de los equipamientos.

Por ejemplo, cuando se hace variar el parámetro del accionador en el margen de accionamiento del primer equipamiento, si esta variación se encuentra igualmente en el margen de accionamiento del otro equipamiento, sucede que simultáneamente se transmite una nueva orden a los dos equipamientos, estando fijados los dos comandos para las variaciones del mismo parámetro, el parámetro de accionamiento.

10 Esta dificultad de empleo del sistema de control según el invento puede ser sin embargo considerada como aceptable y es a veces despreciable incluso inexistente, cuando el recubrimiento entre los márgenes de accionamiento de los dos equipamientos es suficientemente pequeño, y/o la amplitud de las variaciones de control de uno al menos de los equipamientos puede permanecer débil o limitada incluso cuando el parámetro de accionamiento recorre toda el margen de accionamiento del otro equipamiento.

15 También, a pesar de esta dificultad de utilización, la ganancia obtenida por la posibilidad de controlar a la vez, en la turbo-máquina, dos equipamientos de geometría variable, sin aumentar el peso, el espacio necesario y el coste de un doble sistema de control, es interesante.

La dificultad de utilización de este sistema de control puede además ser minimizada eligiendo un modo de realización apropiado.

20 Según un modo de realización, el margen de accionamiento del segundo equipamiento está incluido en el margen de accionamiento del primer equipamiento. Esta disposición permite tener una amplitud de accionamiento importante para el primer equipamiento, facilitando su realización mecánica y limitando las restricciones mecánicas recibidas por los órganos de control y/o los elementos controlados.

25 Según un modo de realización, el margen de accionamiento del segundo equipamiento tiene una amplitud inferior al 20%, incluso al 10%, de la amplitud total del margen de accionamiento del primer equipamiento. La amplitud del margen de accionamiento del segundo equipamiento es por tanto reducida. De tal forma, cuando el margen del segundo equipamiento está incluido en el margen del primer equipamiento, las acciones de control del segundo equipamiento únicamente conllevan una variación débil y poco sensible del control del primer equipamiento. Esta disposición facilita el control con un único sistema de control, de los dos equipamientos controlados. En efecto el control del primer equipamiento permanece entonces sensiblemente constante, o al menos su variación permanece pequeña o marginal, mientras que se controla el segundo equipamiento con la totalidad de la amplitud prevista para este último.

35 Según un modo de realización, la unión entre el accionador y uno de los equipamientos incluye un dispositivo de desembrague, apto para desembragar el arrastre de este equipamiento por el accionador sobre un margen de valores del parámetro de accionamiento. Este margen de valores está por tanto situado fuera del margen de accionamiento del equipamiento considerado. Así el dispositivo de desembrague permite reservar un intervalo del margen de accionamiento con sólo el control de uno de los equipamientos controlados distintos al equipamiento considerado. Esto puede ser esencial cuando el equipamiento considerado no debe estar afectado cuando el mismo comando de uno de los otros equipamientos controlados varía.

40 Según una variante de este modo de realización, el dispositivo de desembrague incluye un primer órgano de control, móvil en un espacio libre de un segundo órgano de control, preparando así este intervalo una carrera muerta para el segundo equipamiento. En la carrera muerta preparada gracias a este órgano de control móvil, es posible controlar libremente el primer equipamiento, sin que este control afecte a un segundo equipamiento.

45 Según un modo de realización, el sistema de control incluye un dispositivo de desmultiplicación de accionamiento dispuesto en la unión entre el accionador y uno de los equipamientos. Así, e incluso con un margen de accionamiento de poca amplitud para este equipamiento, es posible pilotar este según una gran amplitud, por el hecho de la desmultiplicación aportada por el dispositivo de desmultiplicación de accionamiento. Un ejemplo de dicho dispositivo de desmultiplicación es una palanca.

50 Según un modo de realización, el sistema de control incluye además medios de retroceso que mantienen un órgano de control de uno de los equipamientos en una posición predeterminada, al menos cuando el parámetro del accionador varía en un intervalo situado al exterior del margen de accionamiento del equipamiento.

Un segundo objetivo del invento es definir una turbo-máquina equipada con un sistema de control incluyendo un accionador (24) apto para controlar dos equipamientos de geometría variable de una turbo-máquina que forma parte de dos cuerpos diferentes, y de masa, coste y/o espacio necesario reducido.

Este objetivo es alcanzado gracias al hecho de que la turbo-máquina está equipada con un sistema de control tal y como se ha definido anteriormente.

Se comprenderá mejor el invento y aparecerán mejor sus ventajas con la lectura de la siguiente descripción detallada, de los modos de realización representados a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los dibujos anexados, en los que:

- 5
- la figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema de control según el invento;
 - las figuras 2, 3 y 4 son vistas superiores del sistema de la figura 1, presentado respectivamente en la posición mínima, una posición intermedia y la posición máxima de extensión del accionador;
- 10
- la figura 5 es una vista en corte longitudinal del sistema de control ilustrado en las figuras 1 a 4, en el caso particular donde el equipamiento de geometría variable es una trampilla de toma de aire del cuerpo de alta presión;
 - la figura 6 es una variante de un sistema de desembrague permitiendo preparar una "carrera muerta"; y
 - la figura 7 es un gráfico que muestra las acciones sobre los equipamientos controlados de un sistema de control según el invento integrando el dispositivo de desembrague presentado en la figura 6.
- 15
- Haciendo referencia a las figuras 1 a 4, se va a describir a continuación un modo de realización de un sistema de control 1 según el invento.
- El sistema de control 1 permite controlar a la vez la rotación del anillo de control 22 de una etapa 10 de alabes con ángulo de calado variable (primer equipamiento 10), así como el desplazamiento de un órgano de control 115 de un segundo equipamiento 110.
- 20
- El segundo equipamiento 110 de geometría variable puede ser de diferentes tipos, por ejemplo puede ser una válvula de toma de aire de la turbo-máquina.
- La etapa 10 de los alabes de calado variable pertenece por ejemplo a un compresor de turbo-máquina. El compresor incluye un envoltorio anular del estator 12 (o cárter) que está centrado sobre el eje X-X de la turbo-máquina.
- 25
- La etapa 10 se compone de una pluralidad de alabes 14 dispuestos radialmente alrededor del eje X-X de la turbo-máquina. Cada uno de los alabes 14 es pivotante alrededor de un eje 16 (o pivote) que atraviesa el cárter 12.
- Cada pivote 16 de los alabes de calado variable 14 está unido a una extremidad de una biela o palanca de control 18 cuya otra extremidad está articulada alrededor de bulones 19 dispuestos radialmente sobre el anillo de control 22.
- 30
- El anillo de control 22 rodea el cárter 12 y está centrado sobre el eje X-X de la turbo-máquina. La modificación sincronizada de la posición angular de los alabes 14 es así realizada mediante rotación del anillo de control 22 alrededor del eje X-X de la turbo-máquina.
- Además, el sistema de control incluye un accionador 24 de tipo gato, fijado al cárter 12 para arrastrar en rotación el anillo de control 22 de la etapa 10 por medio de un órgano piloto 26 del tipo transmisión que está montado de forma pivotante sobre una caja 28 del cárter 12 de la turbo-máquina.
- El gato 24 está controlado por una unidad de control electrónica 100 (que aparece en las figuras 2 a 4).
- 35
- Una biela de control 32 del tipo tensor de tornillo asegura la transmisión del movimiento de transmisión piloto 26 al anillo 22. Esta biela se extiende tangencialmente al anillo 22 sobre el que está fijada por medio de una articulación de horquilla 27. En su extremidad opuesta a la articulación de horquilla 27, la biela 32 está fijada a un brazo (o rama) 34 de transmisión piloto 26, estando articulada.
- 40
- La transmisión 26 y la biela 32 constituyen la cadena de transmisión de accionamiento del accionador (gato 24) del anillo de control 22.
- La transmisión del control al segundo equipamiento controlado 110 es realizado primeramente mediante una barra de sincronización 30.
- La barra de sincronización 30 transmite el movimiento del gato 24 al segundo equipamiento 110, por medio de un órgano seguidor 26' del tipo transmisión, montado igualmente de forma pivotante sobre la caja 28 del cárter 12.
- 45
- Así, la barra de sincronización 30 del sistema de control une dos brazos respectivos 38,40 de las transmisiones piloto 26 y seguidor 26' siendo articuladas. El gato 24 está articulado en un tercer brazo 42 de la articulación piloto 26, opuesta al brazo 34 sobre el que está fijada la biela 32.

Por otra parte, el sistema de control representado en las figuras 1 a 4 incluye un dispositivo de desmultiplicación de accionamiento 20 (no indispensable para el invento), interpuesto en la unión entre el accionador 24 y el equipamiento de geometría variable 110.

5 Este dispositivo incluye principalmente un órgano pivotante suplementario 44 (o transmisión suplementaria) intercalado entre el órgano seguidor 26' y el equipamiento de geometría variable 110. Esta transmisión suplementaria 44 está montada de forma pivotante a la vez sobre el órgano seguidor 26', e indirectamente sobre el cárter 12 a través de una varilla de guiado 50 y un soporte pivotante 54.

10 En efecto, la transmisión suplementaria 44 incluye un brazo 46 en el que una primera extremidad está unida a una extremidad 62 de un cable de control 60 del equipamiento de geometría variable 110, estando articulado, y cuya segunda extremidad está montada de forma pivotante con la extremidad de un brazo 36 de transmisión seguidor 26'. A nivel de esta segunda extremidad del brazo 46, la transmisión suplementaria 44 incluye igualmente un eje de transmisión 48 que se extiende perpendicularmente al primer brazo 46 según el eje de pivotamiento Z de la transmisión suplementaria 44 sobre el órgano seguidor 26'. La varilla de guiado 50 atraviesa este eje de transmisión 48. Esta montada deslizante en un anillo de deslizamiento 52 que está montado de forma pivotante sobre el cárter 12, mediante un soporte pivotante 54 soldado sobre el cárter.

15 La unión entre el dispositivo de desmultiplicación del accionamiento 20 y la geometría variable 110 se realiza a distancia, a través de un cable push-pull 60 (por ejemplo del tipo cable 'Boewden') y un órgano de unión deslizante 120.

20 La acción del gato 24, transmitida por la transmisión 26, la barra de sincronización 30, la transmisión seguidora 26' después amplificada por el dispositivo de desmultiplicación del accionamiento 20 (el funcionamiento de este dispositivo será descrito posteriormente) es transmitida al cable de control push-pull 60.

25 La extremidad 64 del cable de control 60 está unida a la parte mediana de un estribo o pieza en U 126. Las dos ramas del estribo 126 pasan por ambos lados de un órgano de control 115 de la geometría variable 110, que controla los desplazamientos del equipamiento de geometría variable 110 según la dirección indicada por la flecha A. éste órgano de control 115 se presenta como una placa rectangular taladrada con un agujero oblongo 124. Las dos ramas del estribo 126 están unidas por una varilla 122 que pasa a través del agujero oblongo 124.

30 El estribo 126 y la varilla 122 que deslizan en el agujero alargado 124 constituyen el órgano de unión deslizante 120. El accionador 24 arrastra el segundo equipamiento 110 a través de este órgano de unión deslizante 120, cuyo deslizamiento define una carrera muerta. En efecto, mientras que la varilla 122 se desplace por el interior de un agujero alargado 124 sin ser bloqueada en una extremidad de esta, esto no conlleva ningún movimiento del órgano de control 115, en otros términos los movimientos del accionador (el gato 24) no conllevan ningún movimiento del órgano de control 115 del equipamiento 110.

35 Señalemos que, según otro modo de realización (no representado), la extremidad 62 del cable de control 60 podría estar unida directamente a la extremidad del brazo 36 de transmisión seguidor 26' (figura 1), permitiendo obtener una carrera idéntica a la del primer equipamiento controlado 10 (anillo de control 22 de la etapa 10 de alabes de ángulo de calado variable). Este modo de realización tendría como objetivo el caso donde el control del segundo equipamiento no precisa de una desmultiplicación de la carrera de accionamiento.

40 Para hacer comprender el funcionamiento del sistema de control 1, las figuras 2 a 4 ilustran el movimiento de este sistema en tres posiciones, correspondiendo a una extensión mínima, intermedia y máxima del gato 24. En el sistema de control 1, la extensión del gato 24 es el parámetro de accionamiento de este accionador.

La figura 2 representa por ejemplo el comienzo de una acción sobre los equipamientos. En la situación inicial (figura 2), el gato está en posición de extensión mínima; los alabes 14 de ángulo de calado variable están en posición abierta.

45 A partir de esta posición, el accionamiento del gato 24 provoca una rotación de la transmisión piloto 26, y otra de la transmisión seguidora 26' arrastrada por la barra de sincronización 30. La rotación de la transmisión 26 alrededor de su punto de pivotamiento sobre la caja 28 arrastra a su vez la biela 32 que hace entonces girar en un sentido o en el otro el anillo 22 alrededor del eje X-X de la turbo-máquina. Como se ha indicado anteriormente, la rotación del anillo 22 provoca una modificación sincronizada de la posición angular de los alabes 14 de la etapa 10 por medio de palancas de control 18.

50 Por otra parte, la rotación de la transmisión 26' conlleva una rotación, de ángulo desmultiplicado respecto de la rotación de la transmisión 26', de la transmisión suplementaria 44. La desmultiplicación del ángulo está ligada al hecho de que el pivotamiento de la transmisión seguidora 26' lleva al eje de pivotamiento (brazo 48) de la transmisión suplementaria 44 a pasar muy cerca del punto de pivotamiento sobre el cárter (soporte pivotante 54). En esas condiciones, una muy pequeña rotación de la transmisión seguidora 26' conlleva una muy fuerte rotación (relativamente) de la transmisión suplementaria 44.

La rotación de la transmisión suplementaria 44 conlleva al deslizamiento del cable de control 60 en su vaina, así como del estribo 126, que son empujados por el brazo 46 de rotación suplementaria 44.

La figura 3 corresponde a una posición específica en el transcurso de la extensión del gato 24.

5 Cuando el gato 24 se extiende, el cable de control 60 empuja el estribo 126 y la varilla 122 en el agujero oblongo 124 en la dirección de la flecha A. la posición representada la figura 3 es específica porque corresponde al momento preciso donde la varilla 122 solidaría al estribo 126 hace tope con la extremidad del agujero 124 en la dirección de la flecha A (que es la dirección de accionamiento para el órgano de control 115), posición a partir de la cual la varilla 122 comienza a arrastrar al órgano de control (placa 115) de la geometría variable 110. Inversamente desde el comienzo de la extensión del gato 24, y hasta esta posición, el órgano de control 115 no se ha desplazado de su posición inicial (figura 2) a pesar del desplazamiento del estribo 126. También, el margen de accionamiento del gato 24, entre su posición inicial (figura 2) y la posición intermedia específica de la figura 3, constituye una carrera muerta para el segundo equipamiento controlado 110.

15 En cambio, a partir de la posición específica o posición de comienzo de accionamiento que aparece en la figura 3, cualquier extensión suplementaria del gato 24 conduce la varilla 122 solidaría del estribo 126 a empujar, en la dirección de la flecha A, el órgano de control 115 y conlleva un desplazamiento de este. Las posiciones del gato 24 superiores o iguales a esta posición constituyen el margen de accionamiento del segundo equipamiento 110.

20 Cabe señalar además dado que desde que el gato 54 sobrepasa esta posición de comienzo del accionamiento, un muelle 112 actúa como medio de retorno para mantener el órgano de control 115 en contacto permanente con la varilla 122. Así, el órgano de control 115 sigue en cada instante los desplazamientos de la varilla 122, tanto en la dirección de la flecha A como en la dirección opuesta. Inversamente, en la carrera muerta del órgano de unión deslizante 120, el órgano de control 115 permanece bloqueado, en posición 'baja' en las figuras 2 y 3.

25 Finalmente, el sistema de control incluye un captador de posición 114 dispuesto en la vecindad de dicha geometría variable y apto para retransmitir una información relativa de la posición del equipamiento de geometría variable 110. En el modo de realización presentado, el captador 114 está previsto para determinar la posición del órgano de control 115 de la geometría variable 110, y retransmitirla a la unidad de control electrónica 100.

Haciendo referencia a la figura 5, un modo de realización de un sistema de control 2 según el invento va a ser descrito a continuación. Esta figura presenta el caso particular en el que el segundo equipamiento de geometría variable es un sistema de toma de aire 210 que incluye un conjunto de escotillas de toma de aire 136.

30 Este sistema de control 2 es muy parecido al sistema descrito en relación con las figuras 1 a 4; los elementos correspondientes conservan la misma referencia numérica.

La figura 5 es una vista en corte parcial de una turbo-máquina 150 que es un turborreactor de doble flujo. En una parte aguas arriba de esta turbo-máquina 150, el flujo de aire ingerido por la turbo-máquina es dividido en un flujo primario 146 y un flujo secundario 148. El flujo primario es el comburente que permite la combustión de un carburante inyectado en una cámara de combustión.

35 Una primera parte de la energía liberada por la combustión es recuperada por medio de una primera turbina (turbina de alta presión) por un primer subconjunto principal de la turbo-máquina, el cuerpo de alta presión 151. El cuerpo de alta presión es así denominado ya que antes de ser inyectados en la cámara de combustión, los gases del flujo primario son comprimidos a alta presión por un compresor 152, llamado compresor de alta presión, del que una parte aparece en la figura 5.

40 Una segunda parte de la energía liberada por la combustión es recuperada por medio de una segunda turbina por un segundo subconjunto principal de la turbo-máquina, el cuerpo de baja presión 153. Este cuerpo de baja presión incluye al menos una etapa de alabes (los alabes del ventilador), arrastrados en rotación de manera que engendren mediante reacción una gran parte del empuje suministrado por la turbo-máquina 150.

45 Por el hecho de esta concepción, los cuerpos de alta y baja presión son relativamente independientes uno respecto del otro, principalmente en términos de velocidad de rotación. Se obtiene que los comandos a aplicar a sus equipamientos pueden ser según los casos gobernados por consideraciones completamente diferentes o independientes.

50 De forma conocida, siguiendo el flujo de aire secundario aguas arriba hacia aguas abajo a través de la turbo-máquina, el flujo de aire secundario es primero comprimido por un compresor de baja presión, después por el compresor de alta presión; pasa entonces en la cámara de combustión, y se expande atravesando las turbinas de alta y baja presión sucesivamente. El compresor de alta presión está por tanto situado aguas abajo del compresor de baja presión.

El flujo primario 146 y secundario 148 atraviesa la turbo-máquina 150 en unos pasos anulares concéntricos respectivamente 156 y 158. El paso 156 del flujo primario se extiende entre un carenado exterior 138 y un carenado

interior 140. El paso 158 del flujo secundario se extiende entre un carenado exterior no representado, que es el carenado interior de la cabina, y un carenado exterior 142.

El sistema de control 2 está dispuesto entre los carenados 138 y 142 que separan los flujos primarios y secundarios.

5 De forma tradicional, la posición de los alabes de las etapas de alabes de ángulo de calado variable está controlada en función de la presión ambiente y de la velocidad de rotación del cuerpo de alta presión.

Por otra parte, de forma tradicional la apertura de las trampillas de toma de aire 136 está controlada en función de la presión ambiente y del flujo de aire en la salida del compresor de baja presión. Así, la toma de aire del flujo secundario aguas abajo del compresor de baja presión es realizada con el fin de modificar el régimen de funcionamiento de este compresor.

10 Aunque los parámetros habituales de control de las etapas de alabes de ángulo de calado variable y de las trampillas de toma de aire, mencionadas anteriormente, sean diferentes, el sistema de control 2 permite el control de los equipamientos: por una parte, las etapas 10, 10', 10'' de alabes de ángulo de calado variable; por otra parte un equipamiento de geometría variable 210 constituido por un conjunto de trampillas de toma de aire 136.

15 Las etapas de alabes de ángulo de calado variable 10, 10' y 10'' incluyen respectivamente tres series de alabes 14, 14' y 14'', aptos para pivotar respectivamente alrededor de ejes 16, 16', 16''. Dos ruedas de alabes 15, 15' que tienen alabes móviles 17, 17' están intercalados entre las etapas 10 y 10', 10' y 10'' respectivamente.

20 Por simplicidad, únicamente el control de la primera etapa de alabes 10 está representado, pero no la de las otras etapas 10', 10''. El control de esta etapa es idéntico a lo que ha sido presentado en relación con las figuras 1 a 4. El segundo equipamiento controlado es el conjunto de trampillas de toma de aire 136. En la siguiente descripción, únicamente se describe una trampilla; sin embargo en la realidad, la turbo-máquina incluye un conjunto de trampillas idénticas, repartidas sobre toda la circunferencia de la turbo-máquina en el carenado 138, controladas de forma idéntica a la trampilla 136 descrita.

25 La trampilla 136 tiene varias funciones. Una de sus funciones es, cuando el aire ingerido por la turbo-máquina está muy cargado con agua (lluvia, nieve o hielo), permitir evacuar una parte de este aire del flujo primario, con el fin de evitar las perturbaciones de la combustión que resultarían de una proporción de agua demasiado importante en la mezcla de combustión. Otra función es la de descargar el circuito de flujo primario, durante una fuerte desaceleración, o también en bajo régimen. El control emitido por la accionador 24 es transmitido a la trampilla 136 a través del cable push-pull 60, el estribo 126, y el órgano de control 115. El cable push-pull está fijado a los carenados 138, 142 mediante soportes 130 y 132. El soporte 130 sirve igualmente de medio de guía para los desplazamientos del estribo 126 y del órgano de control 115.

30 El control de la trampilla 136 difiere ligeramente del dispositivo ilustrado en las figuras 1 a 4, por el hecho de que los medios de retorno (muelle 212) están situados de forma diferente del muelle 112 de las figuras 1 a 4.

35 La trampilla 136 es apta para pivotar alrededor de un eje de pivotamiento 134 (rotación según la flecha I). En general, está cerrada y devuelta a su posición cerrada por el muelle 212. Una extremidad del muelle 212 está montada sobre un soporte 160 solidario al carenado 142, mientras que la otra extremidad aplica una fuerza de retorno sobre un brazo de maniobra 144 solidario a la trampilla 136, que cierra la trampilla 136.

40 Para abrir la trampilla 136, el gato 24 debe ser controlado en una posición de extensión suficiente para desplazar el órgano de control 115 de la trampilla 136. (Es decir más allá de la posición específica presentada en la figura 3). A partir y más allá de esta posición específica o posición de comienzo de accionamiento, el parámetro del gato 24 varía en el margen de accionamiento de la trampilla 136. Una primera consecuencia es que esto impone a los alabes 14, cuando se quiere abrir la trampilla 136, un ángulo de calado correspondiente a una fuerte contracción del gato 24.

45 En este margen de accionamiento, el estribo 126 desplaza el órgano de control 115 de la trampilla 136. Éste órgano de control 115 tiene la forma de una placa prolongada por una varilla 119. La extremidad de la varilla 119 está en apoyo sobre el brazo de maniobra 114. El desplazamiento del órgano de control 115 empuja el brazo de maniobra 144, arrastrando la rotación y la apertura de la trampilla 136.

El aire tomado sobre el flujo primario por la trampilla 136 es después evacuado en la vena secundaria (esta etapa no ha sido representada en la figura 5). Este aire se añade al aire del flujo secundario acelerado por los alabes del ventilador (alabes FAN).

50 Cuando el gato está extendido o estirado, en el momento donde se desea cerrar la trampilla 136, el estribo 126 y el órgano de control 115 son empujados hacia atrás por el cable de control 60. La trampilla 136 se cierra entonces bajo el efecto del muelle 212.

- 5 La figura 6 presenta un sistema de desembrague 220 que forma parte de un sistema de control de los equipamientos de geometría variable que forman parte de dos cuerpos diferentes, siendo el segundo un equipamiento 310. El sistema de desembrague 220 es comparable al sistema de desembrague del modo de realización presentado en las figuras 1 a 4, constituido por un órgano de unión deslizante 120. Como este, el sistema de desembrague 220 permite igualmente preparar una 'carrera muerta'.
- El sistema de desembrague 220 está previsto para ser situado en la extremidad de un cable de control push-pull 60. La extremidad del cable push-pull 60 está fijada a una barra de arrastre 222, perpendicular al eje B del cable.
- 10 El sistema de desembrague 220 incluye igualmente un órgano de control 215. Éste incluye un agujero oblongo 224, alargado en la dirección del eje B, por el que pasa la barra 222. Así, la barra 222 es apta para arrastrar en traslación el órgano de control 215, desde el momento que hace topé con una extremidad del agujero oblongo 224.
- Un muelle de retorno 312, que funciona en compresión, está dispuesto entre una primera extremidad 217 del órgano de control 215 y un soporte 360 solidario a una parte fija 362 de la turbo-máquina. Este muelle 312 solicita al órgano de control según el eje B, en el sentido que corresponde a un primer sentido de desplazamiento del cable push-pull 60 (flecha C), ejerciendo una fuerza sobre la extremidad 217 del órgano de control 215.
- 15 También, el funcionamiento de este sistema de desembrague es el siguiente:
- En un primer margen de valores de la accionador que actúa sobre el cable de control push-pull 60, la varilla 222 hace topé contra una extremidad del agujero oblongo 224 y el muelle 312 está comprimido. Los movimientos del órgano de control 215 son por tanto idénticos a los de la varilla 222.
- 20 En un segundo margen de valores de la accionador, desde que el muelle 312 se ha alargado y alcanzado su máxima extensión, ya no juega ningún papel. La varilla 222 se puede desplazar más bajo el efecto de un empuje del cable push-pull 60, sin por ello que el órgano de control 215 se desplace. Este segundo margen de valores del parámetro de accionamiento constituye por tanto una carrera muerta para el segundo equipamiento controlado 310.
- 25 El órgano de control 215 no actúa directamente sobre este segundo equipamiento controlado 310. La segunda extremidad 219 del órgano de control 215, en oposición a la primera extremidad 217, esta unidad de forma articulada a una extremidad 232 de una palanca 230. La otra extremidad 234 de esta palanca 230 esta unidad de forma articulada al equipamiento controlado 310. La palanca 230 permite así desmultiplicar, con un coeficiente que puede ser superior, igual o inferior a uno, el desplazamiento del órgano de control 215; o también, cambiar la dirección de accionamiento.
- 30 La figura 7 presenta de manera más teórica cómo los equipamientos son controlados por un sistema de control que incluye un dispositivo de desembrague como el 220 presentado en la figura 6.
- Esta figura hace referencia al caso donde el primer equipamiento controlado es una etapa de alabes de ángulo de calado variable VSV, y donde el segundo equipamiento es un conjunto de válvulas de toma de aire VBV.
- 35 La abscisa x indica las variaciones del parámetro de la accionador, es decir la extensión más o menos importante del gato 24. Este parámetro x varía entre una posición inicial que corresponde o bien al ralentí o a un bajo régimen de la turbo-máquina, y una posición final que corresponde a un alto régimen de la turbo-máquina.
- La ordenada corresponde a los ángulos de apertura respectivamente de los alabes de ángulo de calado variable VSV y de las válvulas de toma de aire VBV. Estos ángulos evolucionan para cada uno de los dos equipamientos entre dos posiciones indicadas O "abierto" y F "cerrado".
- 40 La ley de control de la etapa de alabes VSV aparece dibujada en la curva de abajo. Hace aparecer una apertura progresiva de los alabes, en un margen de accionamiento E. según la situación del sistema de control, la apertura puede ser más o menos brutal, lo que se traduce por una pendiente más o menos acentuada de esta curva.
- La ley de control de las válvulas de toma de aire VBV esta dibujada en la curva de arriba. Las válvulas de toma de aire VBV se cierran progresivamente mientras que el parámetro de accionamiento x aumenta (extensión del gato 24), en el interior respectivamente del margen de accionamiento D.
- 45 Tal y como se puede apreciar en la figura 7, en el margen de cierre de las válvulas de toma de aire VBV, que corresponde a regímenes relativamente pequeños de la turbo-máquina, los alabes de ángulo de calado variable VBV están sensiblemente cerrados; y no es hasta que las válvulas de toma de aire VBV están ampliamente cerradas cuando comienza la apertura de los álabes de ángulo de calado variable VSV.
- 50 Igualmente, una vez que las válvulas de toma de aire VBV están ampliamente cerradas, comienza la apertura de los alabes de ángulo de calado variable VSV. Se entiende así que el control fino de la posición tanto de los álabes de ángulo de calado variable, como de las válvulas de toma de aire, es posible con el accionador único que incluye el sistema de control según el invento.

El dispositivo de desembrague 120 presentado en las figuras 1 a 5 presenta una carrera muerta al principio del margen de variación del parámetro de accionamiento.

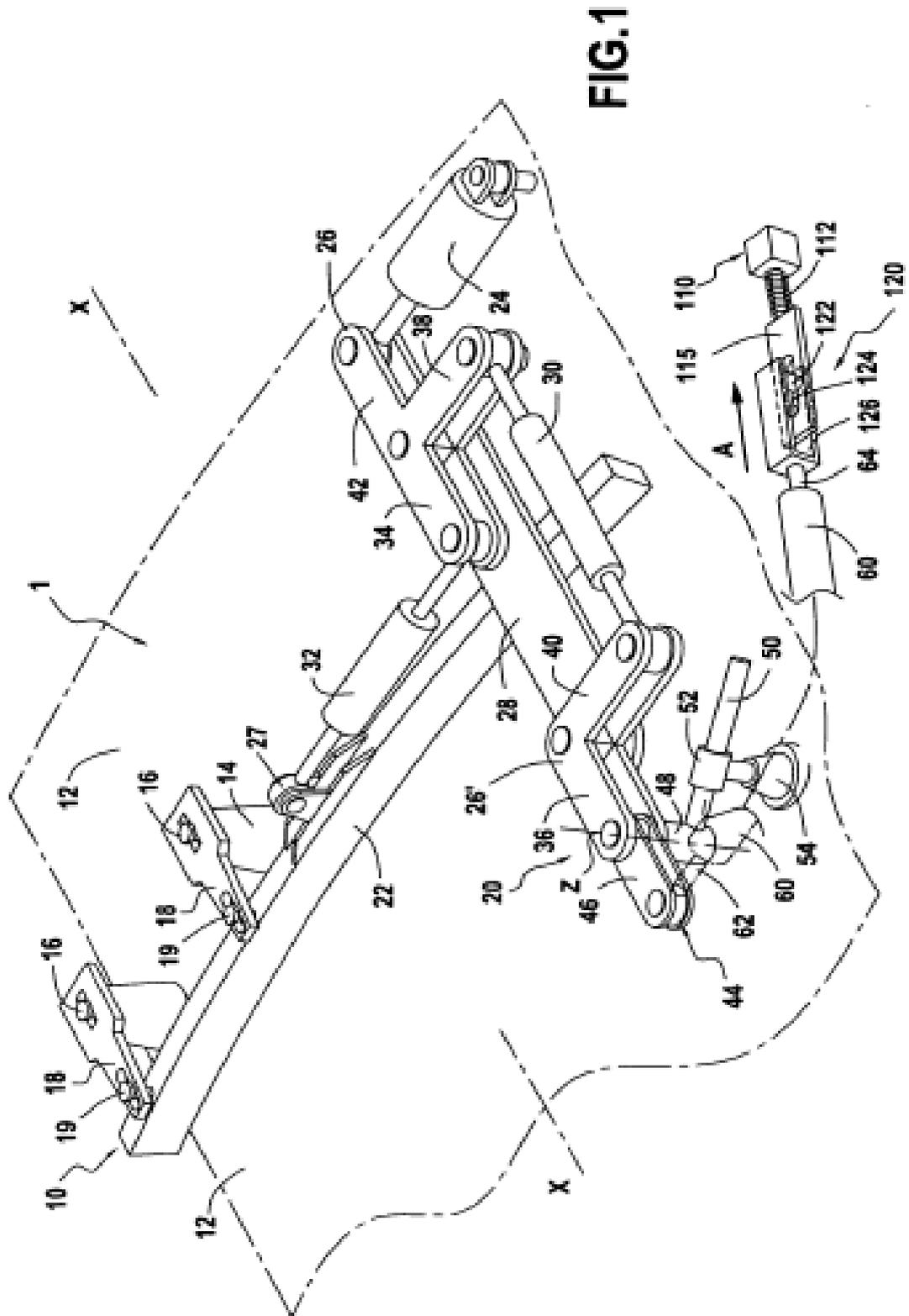
5 Al contrario, en el dispositivo de desembrague 220 utilizado en el sistema de control al que reenvía la figura 7, la carrera muerta está situada al final del margen de variación del parámetro de accionamiento (para valores elevados de la abscisa x).

10 El sistema de control está situado para cerrar las válvulas de toma de aire VBV de tal forma que haya un comienzo de apertura ante los álabes VSV durante el cierre de las válvulas VBV (es decir, de tal forma que los álabes VSV comiencen abrirse, se abran parcialmente con una apertura netamente inferior a 50%, por ejemplo inferior a 20%). Esta ubicación está facilitada por un dispositivo de desmultiplicación de accionamiento, que permite obtener un cierre completo de las válvulas VBV en un margen de accionamiento H de hecho de poca amplitud. Utilizando un dispositivo de desmultiplicación adecuado, se puede también controlar el equipamiento de geometría variable 310 con un margen de accionamiento reducido, yendo por ejemplo del 20%, incluso 10% o también 5% del margen de accionamiento total del accionador utilizado.

15 Después, estando cerradas o al menos sensiblemente cerradas las válvulas de toma de aire VBV, el sistema de control exacto para permitir realizar la mayor parte del cierre de los alabes de la etapa de alabes de alguno de calado variable. Así, mientras que las válvulas VBV están cerradas y por tanto no están siendo accionadas por el accionador, éste permanece plenamente operativo para actuar sobre y regular el otro equipamiento, es decir los alabes de la etapa de alabes de ángulo de calado variable.

REIVINDICACIONES

- 5 1- Sistema de control de al menos dos equipamientos de geometría variable de una turbo-máquina, incluyendo un accionador (24) que acciona los dos equipamientos (22, 110, 210); en el que un equipamiento incluye al menos una etapa (10) de álabes de estator (14) de ángulo de calado variable, y en el que un equipamiento es una válvula de toma de aire (136) de un cuerpo de la turbo-máquina; el sistema de control se caracteriza porque está situado para controlar una apertura progresiva de la etapa de álabes, y un cierre progresivo de la válvula de toma de aire, mientras un parámetro de accionamiento de dicho accionador aumenta.
- 10 2- Sistema de control según la reivindicación 1, caracterizado porque está situado para cerrar dicha válvula de toma de aire de manera que haya un comienzo de apertura de álabes del estator (14) de ángulo de calado variable durante el cierre de dicha válvula de toma de aire, mientras un parámetro de accionamiento de dicho accionador aumenta.
- 15 3- Sistema de control según la reivindicación 1 o 2, en estando dicha válvula de toma de aire sensiblemente cerrada, el sistema de control es apto para realizar la mayor parte del cierre de los álabes de la etapa de álabes del estator de ángulo de calado variable.
- 15 4- Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa de alabes (10) está formada por una pluralidad de álabes (14,14') que están montados cada uno de forma pivotante en un cárter (12) de la turbo-máquina y en un anillo de control (22) que rodea al cárter y está unido a cada uno de los álabes (14) de la etapa por medio de palancas (18), siendo apto el accionador para arrastrar en rotación el anillo de control (22) de la etapa (10) por medio de un órgano piloto (26) montado de forma pivotante en el cárter (12).
- 20 5- Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, cuyo accionador incluye un órgano de control móvil (26) cuyos desplazamientos transmiten el control a los dos equipamientos.
- 25 6- Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, cuyo accionador (24) está situado para accionar un primero de estos equipamientos haciendo variar un parámetro en un margen de accionamiento del primer equipamiento (D) fuera del cual no puede actuar sobre el primer equipamiento, el accionador (24) está situado para accionar el segundo de estos equipamientos haciendo variar el mismo parámetro en un margen de accionamiento del segundo equipamiento (C), fuera del cual no puede actuar sobre el segundo equipamiento, al menos una parte del margen de accionamiento del primer equipamiento (D) está fuera del margen de accionamiento del segundo equipamiento (C).
- 30 7- Sistema de control según la reivindicación 6, cuyo margen de accionamiento del segundo equipamiento (C) está incluido en el margen de accionamiento del primer equipamiento.
- 35 8- Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la unión entre el accionador (24) y uno de los equipamientos (110) incluye un dispositivo de desembrague (120), apto para desembragar el arrastre de este equipamiento (110) por el accionador (24) en un margen de valores de un parámetro de accionamiento (x) del accionador.
- 35 9- Sistema de control según la reivindicación 8, cuyo dispositivo de desembrague incluye un primer órgano de control, móvil (115) en un espacio libre de un segundo órgano de control (126), preparando este intervalo por tanto una carrera muerta para el segundo equipamiento (110).
- 40 10- Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, incluyendo además medios de retorno (112, 212) que mantienen un órgano de control (115) de uno de los equipamientos (110, 210) en una posición predeterminada, al menos cuando un parámetro (x) del accionador varía en un intervalo situado en el exterior de un margen de accionamiento (C) del equipamiento (110, 210).
- 45 11- Sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, incluyendo además un dispositivo de desmultiplicación del accionamiento (20) dispuesto en la unión entre el accionador y uno de los equipamientos.
- 45 12- Sistema de control según la reivindicación 11, que incluye además un dispositivo de desmultiplicación de accionamiento (20) dispuesto en la unión entre el accionador y uno de los equipamientos, el dispositivo de desmultiplicación del accionamiento incluye un órgano seguidor (26') montado de forma pivotante en el cárter, y un órgano pivotante suplementario, (44) intercalado entre el órgano seguidor (26') y o bien el equipamiento incluye la etapa de alabes, o bien la válvula de toma de aire, para transmitir el comando del accionador (24) a este equipamiento, dicho órgano pivotante suplementario (44) está montado de forma pivotante a la vez en el cárter (12) y en el órgano seguidor (26').
- 50 13- Turbo-máquina, incluyendo un sistema de control según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.



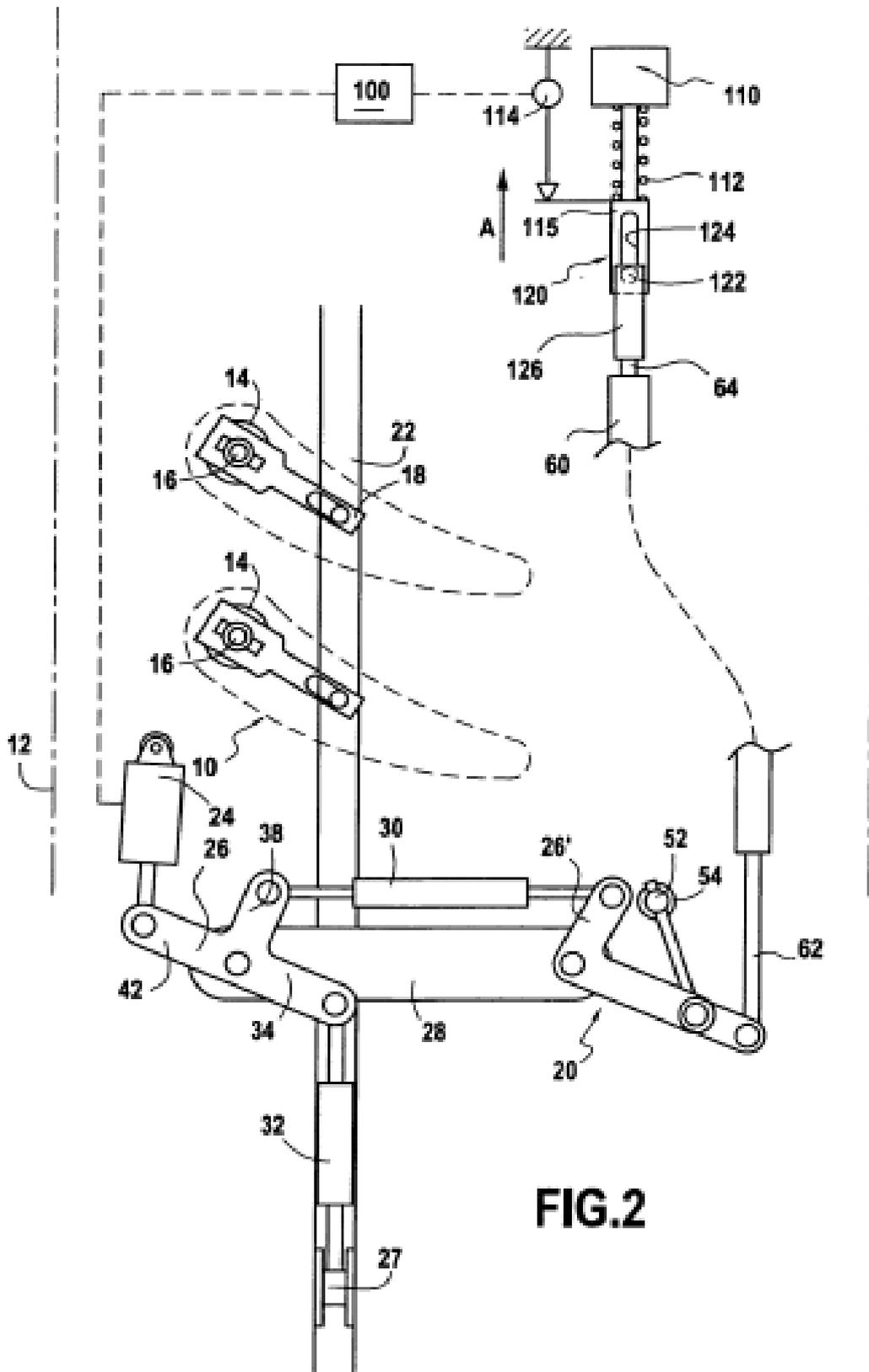


FIG. 2

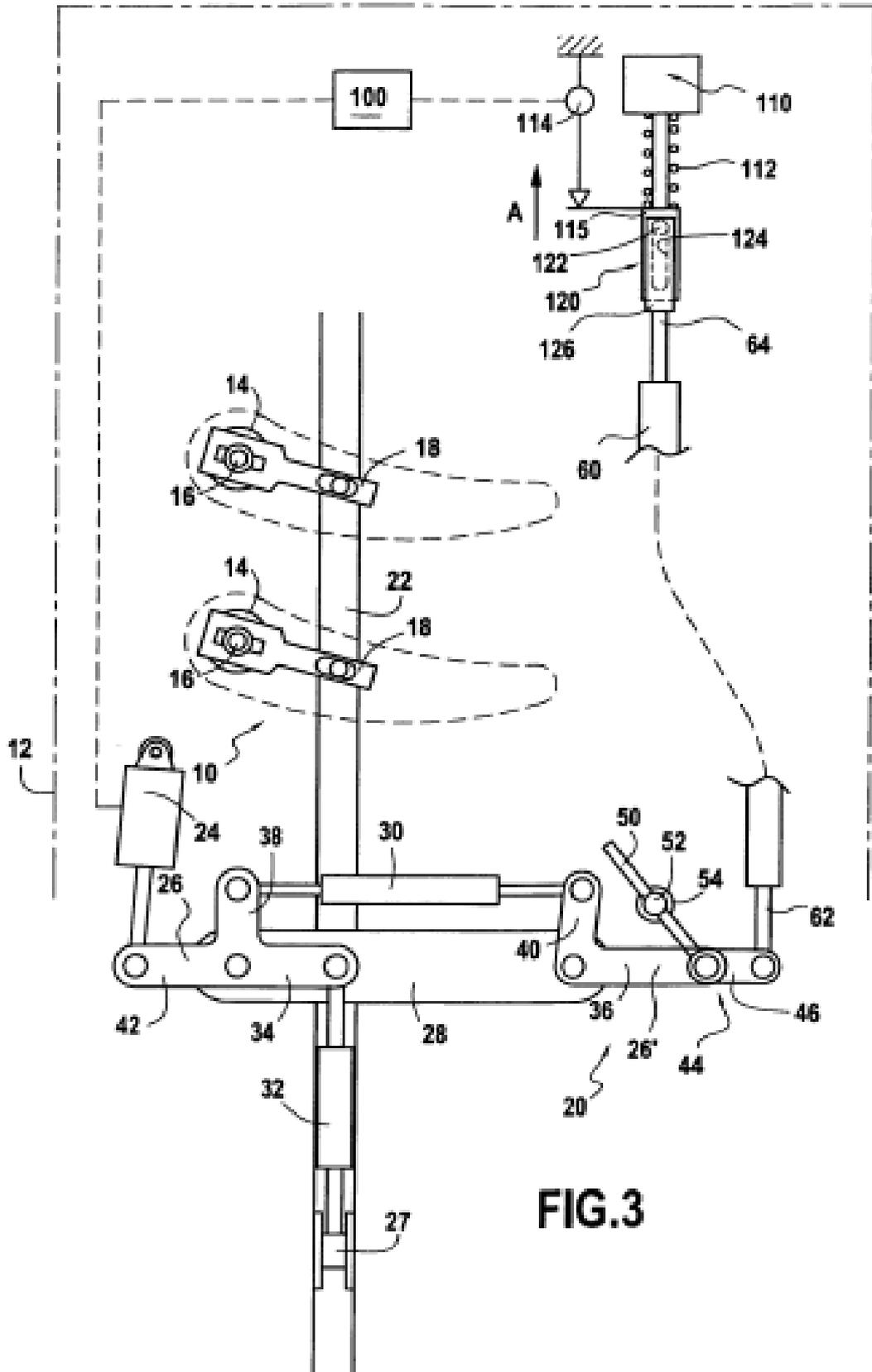


FIG. 3

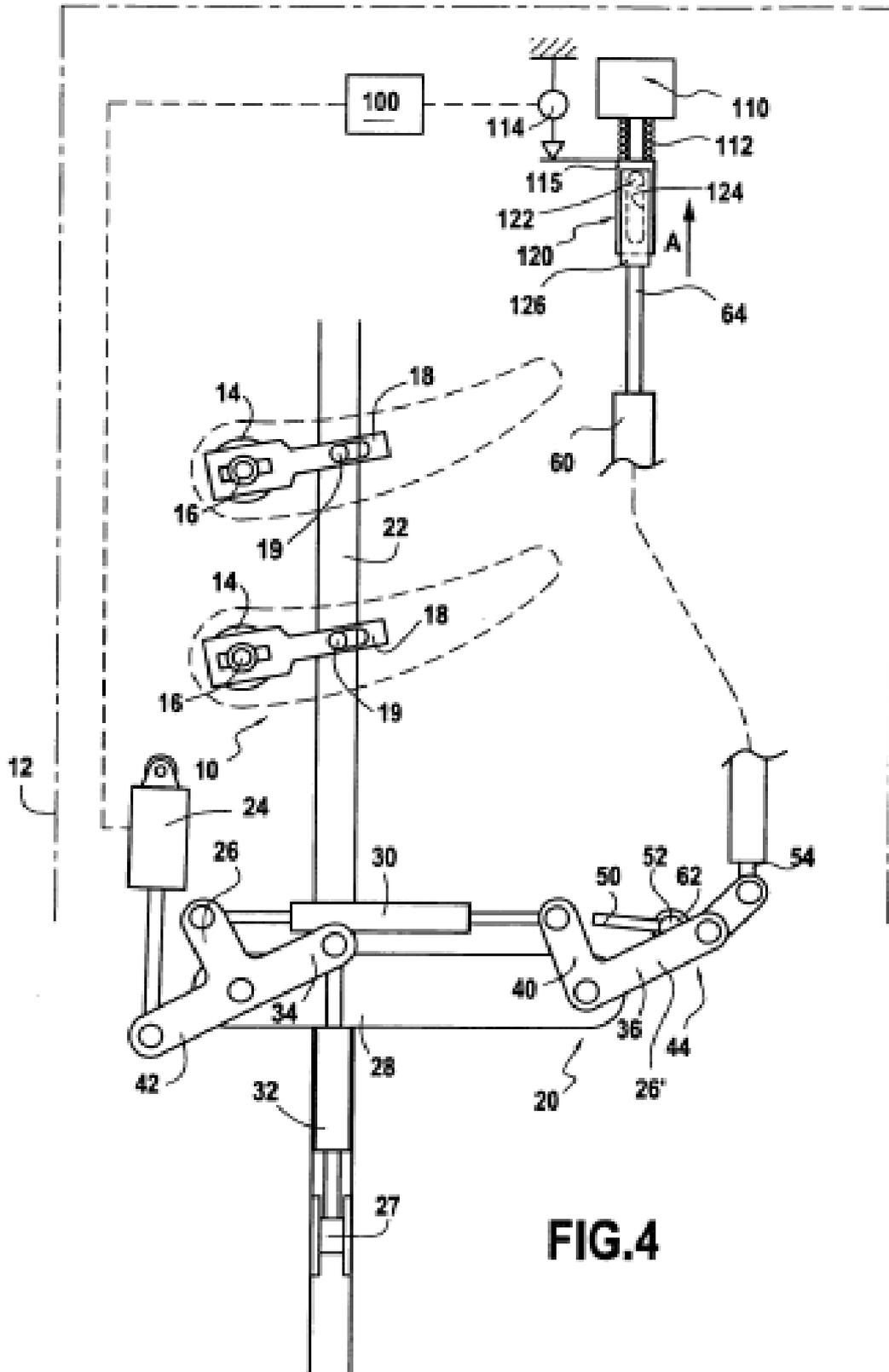


FIG. 4

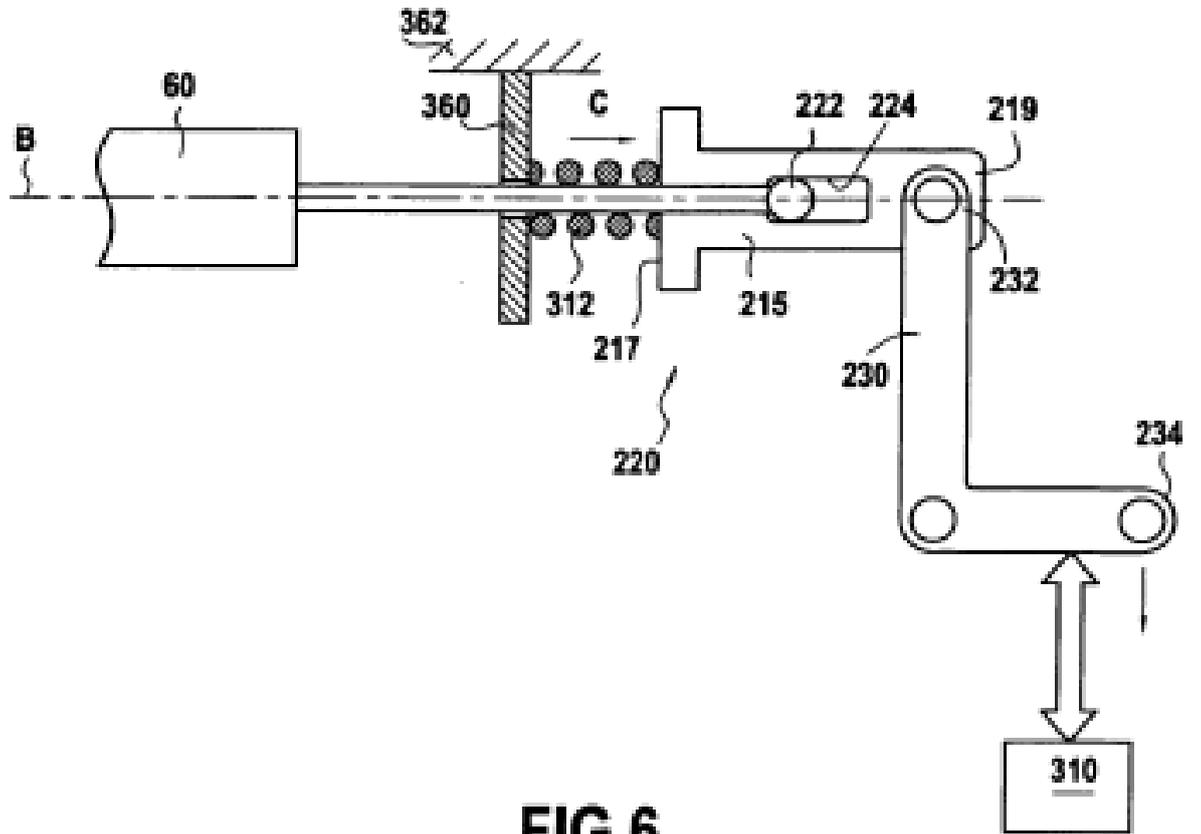


FIG.6

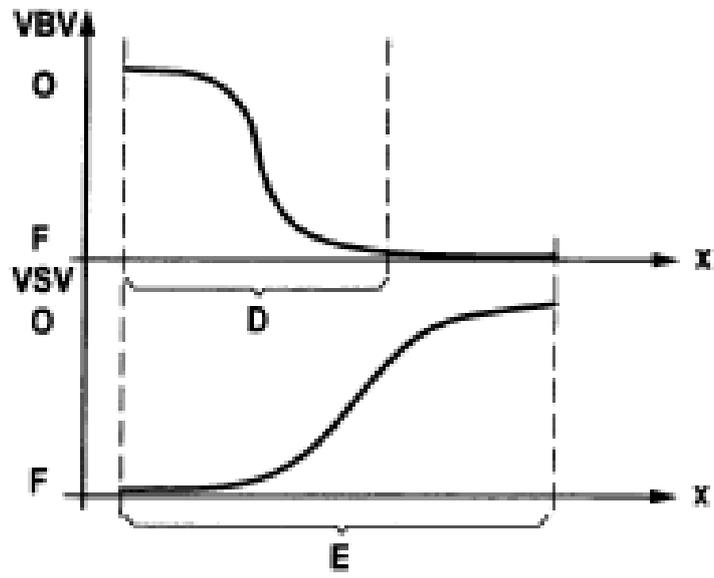


FIG.7