



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 409**

51 Int. Cl.:  
**F04D 29/56** (2006.01)  
**F01D 17/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01402379 .0**  
96 Fecha de presentación : **17.09.2001**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1188933**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.03.2002**

54 Título: **Dispositivo de mando de álabes con ángulo de ajuste variable.**

30 Prioridad: **18.09.2000 FR 00 11857**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.03.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.03.2009**

73 Titular/es: **SNECMA**  
**2, boulevard du Général Martial Valin**  
**75015 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Caubet, Jean-Pierre;**  
**Jean, Antoine;**  
**Naudet, Jacky;**  
**Radeljak, Gabrijel y**  
**Riccioz, Sébastien**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 312 409 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**

Dispositivo de mando de álabes con ángulo de ajuste variable.

**5   Ámbito de la invención**

La presente invención se refiere al mando de álabes con ángulo de ajuste variable. Ésta encuentra una aplicación particular en el ámbito de la aeronáutica, especialmente para el mando de las posiciones angulares de álabes directores de entrada de aire en compresores de turbomáquinas, tales como turborreactores o turbopropulsores de aviones.

**10   Antecedentes de la invención**

Los dispositivos conocidos para el mando de álabes con ajuste variable en una turbomáquina comprenden habitualmente un órgano de mando en forma de un anillo que rodea un cárter de la turbomáquina y una pluralidad de palancas, o bielas, teniendo cada biela una primera extremidad unida al anillo de mando por una articulación y una segunda extremidad montada en un pivote de un respectivo álabe.

La modificación sincronizada de la posición angular de los álabes se realiza por rotación del anillo alrededor del eje de la turbomáquina. Con el fin de poder seguir el movimiento de rotación del anillo, la unión entre cada biela y el anillo comprende, al menos, un grado de libertad en rotación alrededor de un eje dirigido sensiblemente en dirección radial con respecto al anillo. Sin embargo, estando montada la biela rígidamente en el pivote del álabe correspondiente, la rotación del anillo induce otros movimientos relativos entre el anillo y la parte de la biela montada en el pivote del álabe. Con el fin de adaptarse a estos movimientos suplementarios o, al menos, a una parte de estos, es bien conocido realizar la unión en forma de una rótula o de una pieza análoga, que, además de la rotación alrededor de un eje sensiblemente radial con respecto al anillo, permita una rotación alrededor de un eje que tiene una dirección sensiblemente circunferencial con respecto al anillo. Se ha propuesto, también, realizar una unión que ofrezca un grado de libertad suplementario en traslación en una dirección sensiblemente radial con respecto al anillo. Podrá referirse, entre otros, a los documentos FR-A-2 608 678 o FR-A-2 746 141, US-A-2 999 630.

La utilización de articulaciones mecánicas de tipo rótula o análogas en un dispositivo de mando de un conjunto de álabes, o simultáneamente de varios conjuntos de álabes, necesita la realización de un gran número de piezas a un coste relativamente elevado. Además, tales articulaciones están sujetas a desgaste que puede alterar el funcionamiento.

En variante, se ha propuesto también adaptarse a estos movimientos, o al menos a una parte de ellos, por deformación elástica de la biela. Podrá referirse, entre otros, a los documentos US-A-4 367 264 y US-A-4 979 874.

Sin embargo, en estos documentos, la capacidad de deformación elástica viene dada por un adelgazamiento de la biela en su parte central, entre las extremidades unidas al anillo de mando y a un pivote de un álabe. Ahora bien, por una parte, es necesario conferir una flexibilidad suficiente para no dificultar la transmisión de movimiento entre el anillo de mando y los álabes y, por otra, se debe conservar un grosor de biela suficiente para resistir a la fatiga y evitar el riesgo de pandeo. El mejor compromiso entre estas exigencias contradictorias es delicado de encontrar.

**Objeto y resumen de la invención**

La invención tiene por objeto evitar los inconvenientes de los dispositivos de la técnica actual, proponiendo un dispositivo de mando que utiliza una biela flexible que presenta una gran resistencia a la fatiga mecánica provocada por accionamientos repetidos, y una gran resistencia al pandeo, al tiempo que presenta una flexibilidad que la permite deformarse fácilmente en torsión, en toda el intervalo de rotación del anillo de mando. Otro objeto de la invención es proponer un dispositivo que permite simplificar su montaje y que igualmente permite un desmontaje individual rápido y simple de estas bielas. Todavía otro objeto de la invención es proponer un dispositivo que presenta una histéresis particularmente reducida a nivel de la unión álabe/biela.

Estos objetos se logran gracias a un dispositivo del tipo que comprende una biela, medios de unión que forman articulación entre una primera extremidad de la biela y un anillo de mando, y medios de fijación de una segunda extremidad de la biela a un pivote de un álabe que hay que mandar, dispositivo en el cual, de acuerdo con la invención, los citados medios de unión comprenden un pivote que atraviesa un primer orificio perforado en la citada primera extremidad de la biela e introducido en un alojamiento radial del citado anillo de mando, siendo mantenido en posición el citado pivote por un anillo de bloqueo provisto de ventanas (36) para el paso de este pivote y que desliza sobre el citado anillo de mando, y los citados medios de fijación comprenden un tornillo de fijación que atraviesa un segundo orificio perforado en la citada segunda extremidad de la biela e introducido en un agujero del citado pivote del álabe que hay que mandar, y el citado dispositivo comprende, además, medios para mantener en rotación sin holgura la citada biela alrededor del citado pivote de álabe.

Con esta estructura particular, por una parte, se facilita de modo importante el montaje/desmontaje del dispositivo debido a la naturaleza monobloque (obtenida por la presencia del anillo de bloqueo) del conjunto anillo de mando y bielas y, por otra, resulta particularmente fácil la sustitución individual de las bielas, sin desmontaje del anillo

## ES 2 312 409 T3

de mando. Además, la absorción automática de holgura en la unión álabe-biela permite evitar, o al menos reducir considerablemente, cualquier histéresis.

De acuerdo con un modo de realización preferido, los citados medios de mantenimiento sin holgura comprenden una ranura radial practicada en el citado pivote de álabe y cuya anchura es inferior a la anchura de la citada segunda extremidad de la biela que esta ranura está destinada a recibir. Para esto, la citada biela está, ventajosamente, arqueada alrededor de su eje longitudinal.

De acuerdo con otro modo de realización de la invención, los citados medios de mantenimiento sin holgura comprenden, al menos, un tetón practicado en el citado pivote de álabe y destinado a cooperar con patas recortadas en la citada segunda extremidad de la biela. Este recorte de las patas presenta, preferentemente, una configuración de acuerdo con la figura 9.

De acuerdo con una particularidad de la invención, la citada biela presenta, a nivel de su segunda extremidad, una parte que tiene una anchura mayor que la anchura de su primera extremidad y con la cual se empalma progresivamente.

Para compensar, especialmente, la holgura entre la biela y el anillo de mando, el citado alojamiento radial está delimitado por un forro fijado dentro del primer orificio de la biela. Asimismo, para mantener la biela adherida contra el pivote de álabe, está previsto un tope interpuesto entre la citada segunda extremidad de la biela y el citado tornillo de fijación.

Ventajosamente, la citada biela está constituida por una estructura laminada que comprende capas rígidas delgadas, formadas por hojas metálicas, que alternan con capas de elastómero, adhiriéndose las capas una a otra.

La presencia de una estructura laminada confiere a la biela un comportamiento notable. Por el hecho de la delgadez de las capas metálicas, unidas entre sí por capas de elastómero, la biela es fácilmente deformable en flexión y en torsión. Además, no hay variación importante de resistencia a la deformación en todo el intervalo de funcionamiento del anillo de mando. El mando del ajuste de los álabes es, por tanto, preciso y fácil. Además, a pesar de su delgadez, las capas metálicas forman con las capas de elastómero un conjunto que presenta una gran resistencia a la fatiga y al pandeo.

En un modo de realización preferido que facilita el montaje/desmontaje de las bielas, los citados anillos de mando y de bloqueo están realizados, cada uno, en dos partes que se extienden, cada una, sobre 180° de la circunferencia de la turbomáquina.

### Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción hecha a continuación, a título indicativo pero no limitativo, refiriéndose a los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista en corte a una escala agrandada de un primer modo de realización de un dispositivo de mando de acuerdo con la invención;

- la figura 2 es una vista en corte según el plano II-II de la figura 1;

- la figura 3 es una vista en corte según el plano III-III de la figura 1;

- la figura 4 representa en perspectiva el dispositivo de mando de la figura 1;

- la figura 5 ilustra una biela flexible puesta en práctica en el dispositivo de mando de acuerdo con la invención;

- la figura 6 muestra en perspectiva etapas sucesivas de la colocación del dispositivo de mando de la figura 1;

- la figura 7 es una vista en corte a escala agrandada de un segundo modo de realización de un dispositivo de mando de acuerdo con la invención;

- la figura 8 es una vista en perspectiva del dispositivo de mando de la figura 7; y

- la figura 9 ilustra una biela flexible puesta en práctica en el dispositivo de mando de acuerdo con la invención.

### Descripción detallada de modos preferidos de realización

Las figuras 1 a 3 ilustran en corte, y la figura 4 en perspectiva, una parte de turbomáquina, turborreactor o turbo-propulsor de avión o cualquier otro generador de potencia terrestre o marino, por ejemplo uno de los álabes directores repartidos alrededor del eje de la turbomáquina y colocados en la entrada del compresor. Este álabe 10 es del tipo de álabe con ángulo de ajuste variable.

## ES 2 312 409 T3

Cada álabe 10 está provisto de un pivote de álabe 12 de eje 14 que puede girar en el interior de un cojinete liso definido por un casquillo 16a, 16b que atraviesa una parte del cuerpo 18 de la turbomáquina (en este caso una virola exterior o el cárter del rectificador).

5 El desplazamiento angular (ajuste) de cada álabe 10 es provocado por una biela flexible 20 (ilustrada en la figura 5) que comprende, preferentemente, una estructura de material compuesto flexible, tal como una estructura laminada constituida por capas metálicas delgadas que alternan con capas de elastómero, adhiriéndose las capas una a otra. Las capas metálicas están formadas por hojas de metal, de grosor, preferentemente, inferior a 0,5 mm, recortadas en bandas o láminas delgadas, por ejemplo de acero, acero inoxidable, o cualquier otro metal adecuado para la aplicación considerada. Asimismo, las capas de elastómero están realizadas, por ejemplo, de caucho natural, cloropreno, butadieno, nitrilo, epícloridrina, silicona, etc, efectuándose la elección en función de las características mecánicas deseadas y de las condiciones del entorno.

15 En una primera extremidad 20a, la biela 20 comprende un primer orificio 22 destinado a recibir medios de unión formados por un pivote 24 de eje 26 introducido en un alojamiento radial 28 de un anillo de mando 30. Este alojamiento está delimitado, ventajosamente, por un forro 32 (conjunto de dos piezas ensartadas, un manguito 32a y un anillo 32b) montado dentro del primer orificio 22 formado a través de la biela 20, destinado, por una parte, a compensar la holgura entre la biela y el anillo de mando y, por otra, a proporcionar una longitud de centrado suficiente para absorber los esfuerzos del pivote 24. El pivote es mantenido en posición por un anillo de bloqueo 34 que desliza sobre el anillo de mando y provisto de ventanas 36 de forma correspondiente a la forma de este pivote (o, de modo más preciso, de su cabeza). En una segunda extremidad 20b, opuesta a la primera, la biela 20 comprende un segundo orificio 38 destinado a recibir medios de fijación formados por un tornillo de fijación 40 introducido en un agujero ciego roscado 42 del pivote del álabe 12. Esta biela se hace solidaria en rotación del pivote 12 y se mantiene sin holgura en el pivote de álabe siendo introducida en una ranura radial 44, de anchura inferior a la anchura de la biela, practicada en este pivote y que deja libre un asiento 44a para la biela y dos bordes planos radiales de posicionamiento 44b, 44c (véanse las figuras 2 y 4). Una arandela que forma tope 46 está interpuesta entre la extremidad 20b de la biela y el tornillo de fijación 40.

30 El anillo de mando 30, cuyo eje está confundido con el eje longitudinal de la turbomáquina, es móvil en rotación alrededor de su eje. Este comprende una pluralidad de luces 48, en número igual al de los álabes, perforadas radialmente y de anchura sensiblemente superior a la anchura de una biela. Preferentemente, éste está realizado en dos partes (2 semianillos) que cubren, cada una, 180° de la circunferencia de la turbomáquina. Estas partes están unidas (bloqueadas) entre sí por una férula de unión (no representada). El arrastre en rotación está asegurado, clásicamente, por uno o varios dispositivos de sujeción (no representados). La rotación del anillo de mando permite hacer variar la posición angular de los álabes 10 a través de las bielas 20. Asimismo, el anillo de bloqueo 34 está formado en dos partes que cubren, cada una, igualmente, 180°. Naturalmente, de acuerdo con la estructura de la turbomáquina, es posible un conjunto único que cubra 360°.

40 En relación con la figura 6, se ilustrará ahora el montaje/desmontaje de los álabes. El montaje se efectúa, esencialmente, en dos etapas.

Una primera etapa, que puede ser efectuada separadamente en fábrica (ésta es una de las ventajas importantes de la invención), consiste en montar individualmente el conjunto de las bielas 20 en el anillo de mando 30 y bloquearlas por el anillo de bloqueo 34. Para esto, y para cada biela, se monta el forro 32 por engaste dentro del primer orificio 22 de la biela (para la fijación del anillo 32b al manguito 32a podrían utilizarse otras técnicas) y luego se introduce el conjunto a través de la luz 48 del anillo de mando 30. Se introduce entonces el pivote 24 a través de la ventana 36 del anillo de bloqueo 34 y se le fija a la extremidad 20a de la biela mediante una simple introducción de este pivote en el forro 32. Una vez instaladas todas las bielas, sólo queda girar el anillo de bloqueo, una distancia igual a un semiespacio interálabe, para que los pivotes 24 se encuentren automáticamente bloqueados y solidarios del anillo de mando 30, formando, así, un conjunto monobloque. Las dos partes del anillo deslizante 34 son a su vez bloqueadas, por ejemplo por medio de un herraje (no representado).

55 La segunda etapa consiste entonces, esta vez directamente en el lugar, en montar todo el conjunto así constituido directamente en cada uno de los diferentes pivotes 12 de los álabes 10. Para esto, se colocan una a una las extremidades 20b de las bielas sobre el asiento 44a de este pivote y se fijan, cada una, a éste por el tornillo de fijación 40 a través de la arandela de tope 46. El apriete de la arandela de tope 46 por el tornillo de fijación 40 permite mantener apretadas las capas de la estructura laminada y evitar un despegue (deslaminado) intempestivo a nivel de la pared interna del segundo orificio 38. La colocación del pivote 24 en la otra extremidad de la biela produce el mismo efecto a nivel de la pared interna del primer orificio 22.

60 Se observará, y esto es otro aspecto importante de la invención, que, con el fin de permitir una absorción automática de la holgura entre el pivote de álabe y la biela y, así, limitar la histéresis propia de un conjunto de este tipo y resultante de las tolerancias de fabricación, la biela 20 presenta una anchura, extendida en un plano, ligeramente superior a la anchura de la ranura 44 comprendida entre sus bordes planos 44c, 44d. Para facilitar su montaje, la biela será, ventajosamente, arqueada (alrededor de su eje longitudinal) durante su fabricación para obtener una flecha "f" tal como la ilustrada anteriormente en la figura 2. Sin embargo, es posible también considerar un montaje bajo ligera tensión con una biela de fabricación plana.

## ES 2 312 409 T3

El desmontaje se hace procediendo de modo exactamente inverso. Sin embargo, y ésta es otra ventaja esencial de la invención, con la estructura descrita, es posible proceder a un desmontaje individual de cada biela. Basta, en efecto, en primer lugar, desmontar su fijación 40, 46, después poner en concordancia las ventanas 36 del anillo de bloqueo 34 con los pivotes 24 (naturalmente, después de haber desbloqueado este anillo) y extraer el pivote 24 correspondiente a la biela 20 que hay que sustituir y, finalmente, sacar esta biela por la luz 48 del anillo de mando 30. Una biela nueva puede ser sustituida entonces procediendo simplemente de modo inverso.

Las figuras 7 a 9 ilustran un segundo modo de realización de la invención de acuerdo con el cual la biela presenta, igualmente, una estructura laminada pero con una geometría diferente. En efecto, por una parte, la segunda parte terminal 20b destinada a ser empalmada con el pivote de álabe 12, presenta una anchura superior a la anchura de la extremidad opuesta 20a, con la cual ésta se empalma progresivamente y, por otra, el segundo orificio 38 presenta un recorte específico, no circular, visible particularmente en la figura 9 y destinado a realizar, por una parte, un centrado y, por otra, un guiado, de la biela con el pivote de álabe. Este recorte presenta, a una y otra parte de una zona central sensiblemente rectangular 50 y a una y otra parte de un eje longitudinal de la biela, patas 52a, 52b, 52c, 52d destinadas a ser plegadas contra tetones 54a, 54b que emergen de la parte superior del pivote del álabe 12. La zona central está destinada a asegurar el centrado del tornillo de fijación 40 cuyo eje se inscribe perfectamente en esta zona rectangular y las patas, una vez plegadas contra los tetones bajo la acción del tornillo de fijación y de la arandela de tope 46, aseguran un guiado con una absorción automática de la holgura entre la biela y el pivote de álabe.

La figura 7 es una vista en corte que muestra la fijación de la biela en su segunda extremidad 20b, antes y después de la colocación del tornillo de fijación 40. Los elementos de acuerdo con el primer modo de realización llevan las mismas referencias. Puede observarse la acción de deformación ejercida por el tetón 54b sobre las patas 52c, 52d de la biela 20 que permite un mantenimiento perfecto y sin holgura de esta biela. Finalmente, la figura 8 ilustra en perspectiva, en tres etapas diferentes, la unión del álabe con el anillo de mando. Se observará aquí también la presencia de los tetones dirigidos radialmente en la parte superior del pivote del álabe. El montaje/desmontaje de las bielas, globalmente o individualmente, se efectúa como en el modo de realización precedente y conviene referirse a él.

Como ya se indicó, la utilización de una estructura de material compuesto flexible, tal como una estructura laminada, es particularmente ventajosa, debido a que ésta permite asociar flexibilidad y resistencia mecánica en todo el intervalo de funcionamiento. Una particularidad interesante reside en el hecho de que la resistencia a la deformación en torsión no varía de modo importante dentro de este intervalo, de modo que el mando del ajuste de los álabes puede realizarse de manera precisa.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de mando de álabe con ángulo de ajuste variable en una turbomáquina, que comprende:

una biela (20)

un anillo de mando (30)

un pivote de álabe (12) de un álabe que hay que mandar,

medios de unión (24, 32) que forman articulación entre una primera extremidad (20a) de la biela y el citado anillo de mando y que comprenden un pivote (24) que atraviesa un primer orificio (22) perforado en la citada primera extremidad de la biela e introducido en un alojamiento radial (28) del citado anillo de mando,

y medios de fijación y de mantenimiento en rotación sin holgura (40, 44, 46; 52, 54) de una segunda extremidad (20b) de la biela,

**caracterizado** porque el citado pivote (24) es mantenido en posición por un anillo de bloqueo (34) provisto de ventanas (36) para el paso de este pivote y desliza sobre el citado anillo de mando, y

porque los citados medios de fijación comprenden un tornillo de fijación (40) que atraviesa un segundo orificio (38) perforado en la citada segunda extremidad de la biela para ser introducido en un agujero del citado pivote de álabe.

2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la citada biela está arqueada alrededor de su eje longitudinal.

3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado** porque el citado pivote de álabe comprende una ranura radial (44) cuya anchura es inferior a la anchura de la citada segunda extremidad de la biela que esta ranura está destinada a recibir.

4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la citada biela comprende patas (52a, 52b; 52c, 52d) recortadas en la citada segunda extremidad de la biela.

5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado** porque el citado pivote de álabe comprende, al menos, un tetón (54a y 54b) destinado a cooperar con las citadas patas recortadas en la citada segunda extremidad de la biela.

6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque el citado recorte que rodea las citadas patas está formado a una y otra parte de un eje central longitudinal de la biela y a una y otra parte de una zona central sensiblemente rectangular (50) destinada a asegurar un centrado del citado tornillo de fijación.

7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque la citada biela presenta, a nivel de su segunda extremidad (20b), una parte que tiene una anchura mayor que la anchura de su primera extremidad (20a) y con la cual ésta se empalma progresivamente.

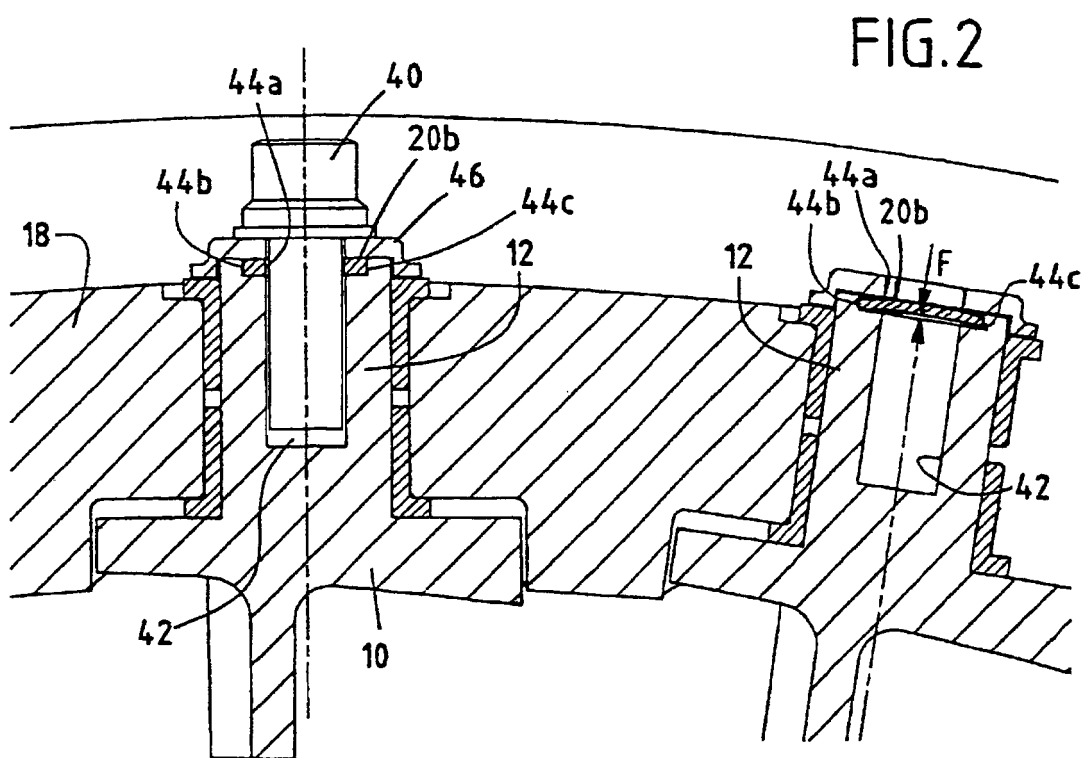
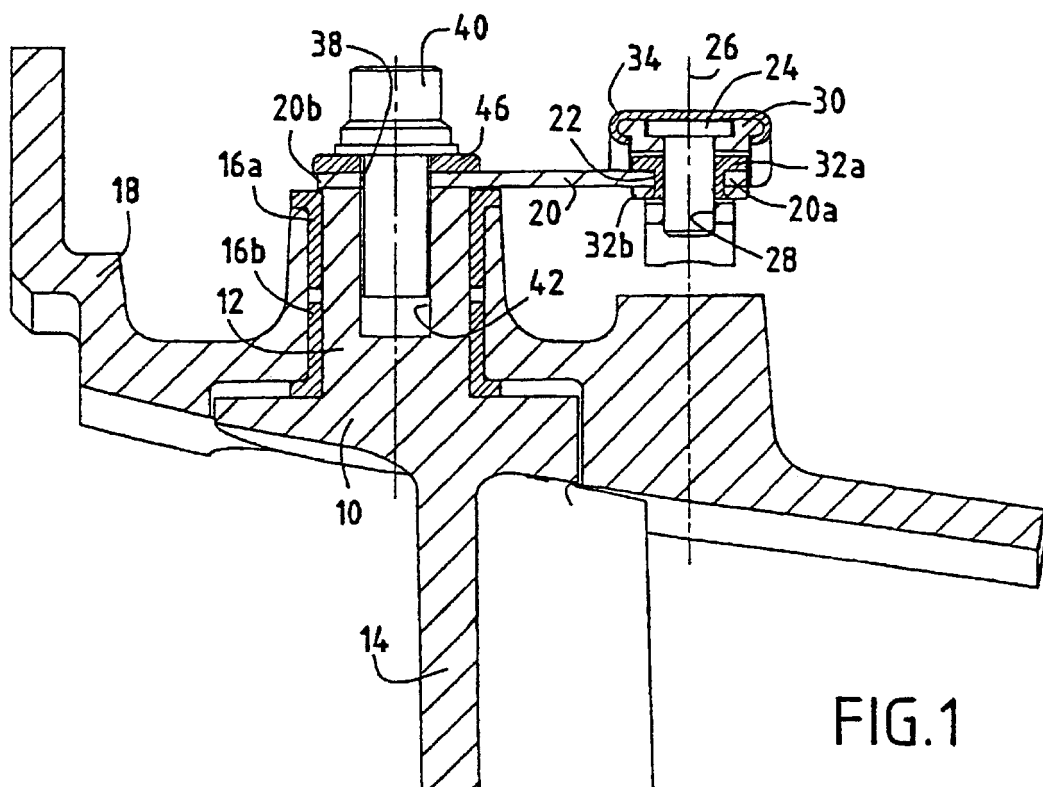
8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el citado alojamiento radial está delimitado por un forro (32a, 32b) fijado dentro del citado primer orificio de la biela.

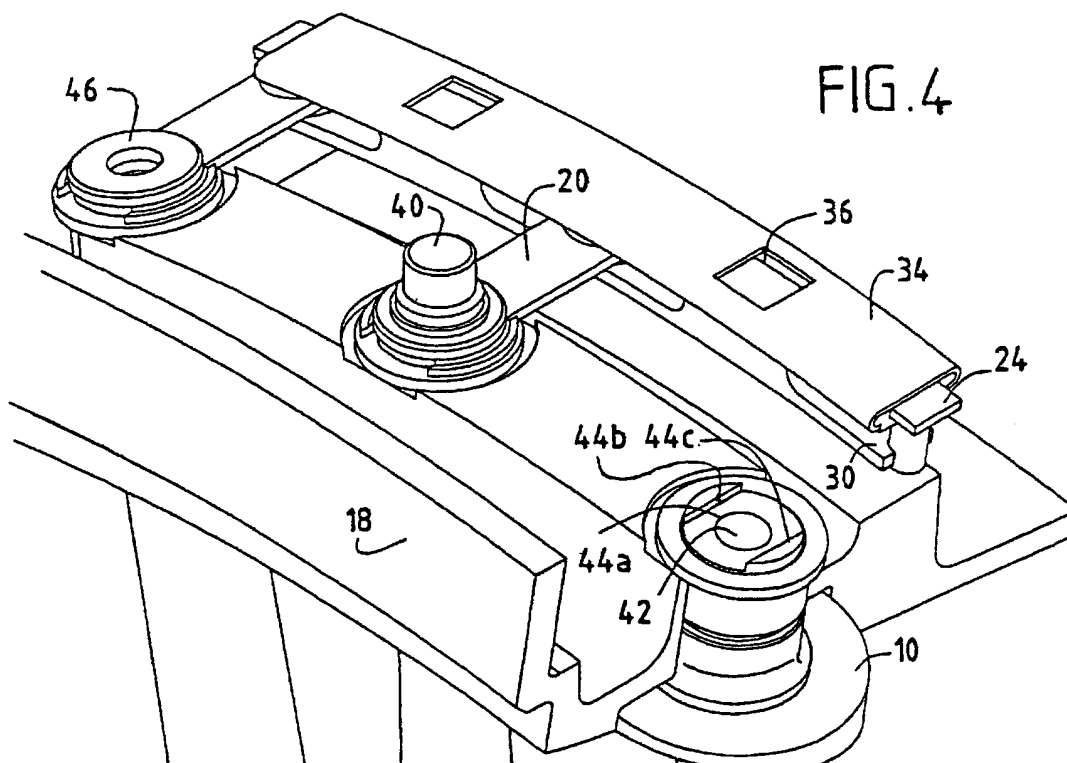
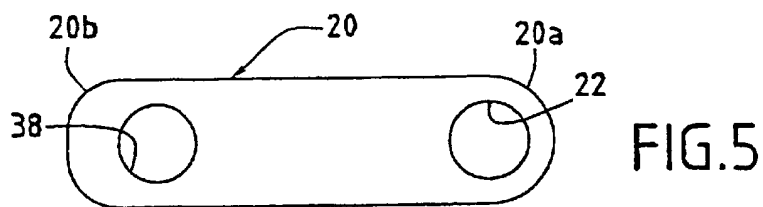
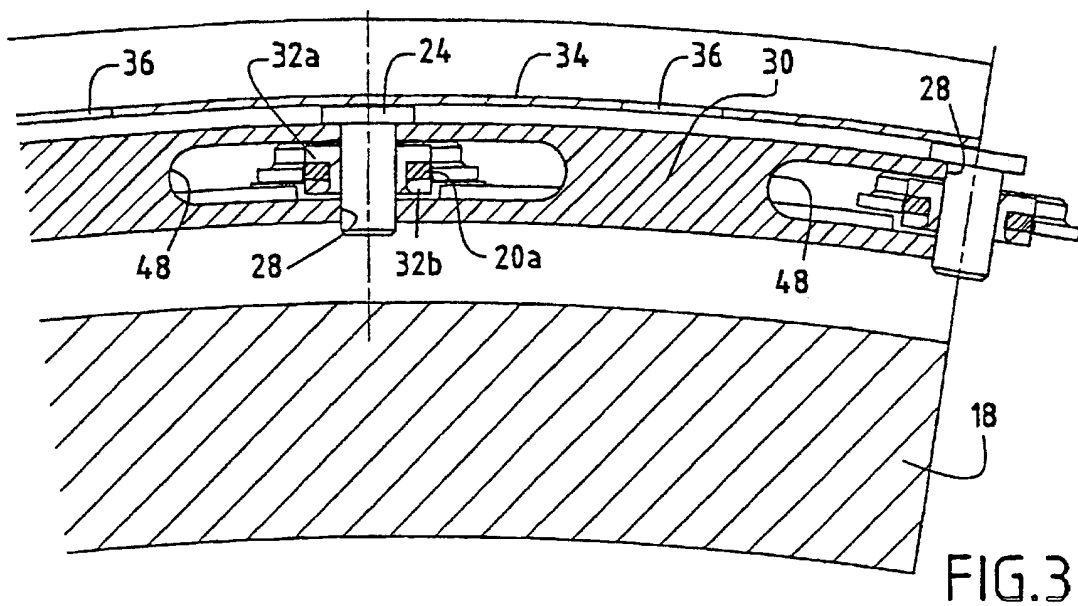
9. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque los citados medios de fijación comprenden, además, un tope (46) interpuesto entre la citada segunda extremidad de la biela y el citado tornillo de fijación.

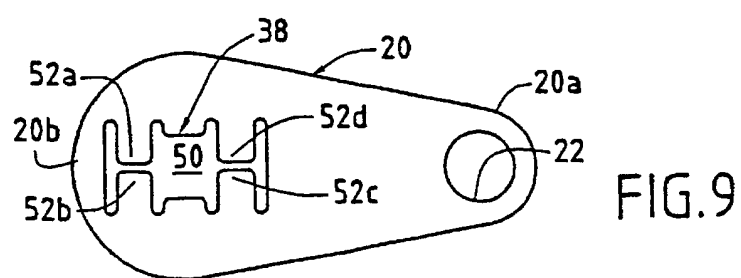
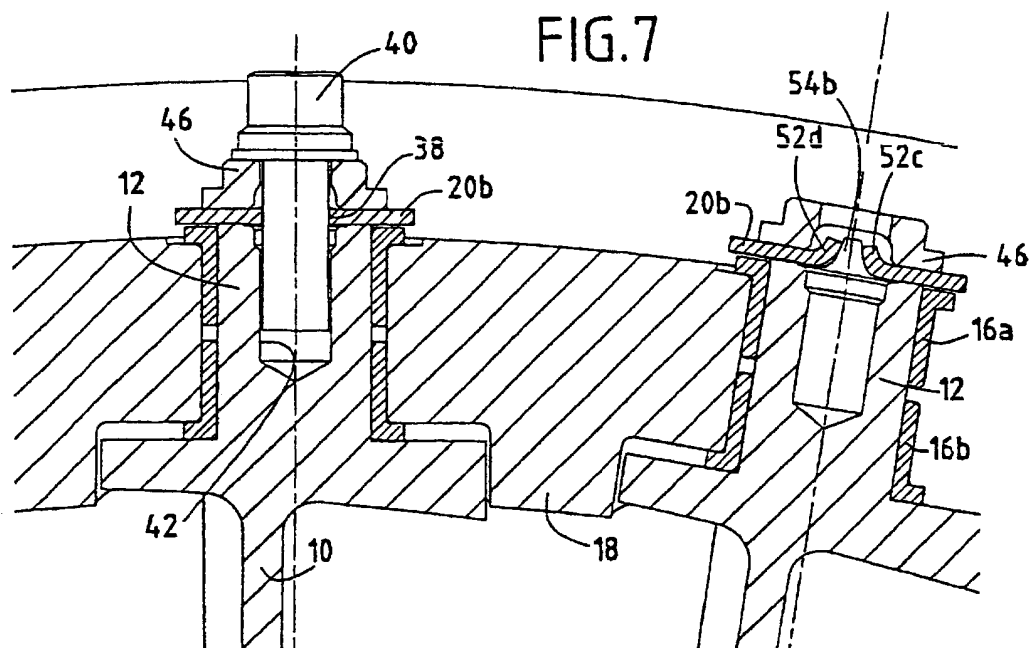
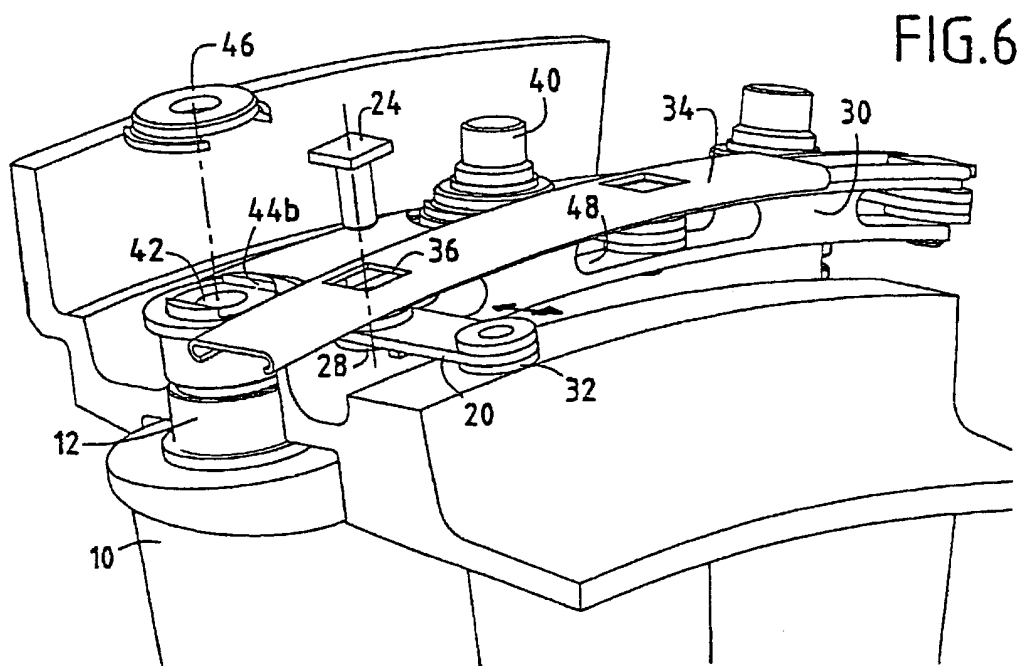
10. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la citada biela está constituida por una estructura laminada que comprende capas rígidas delgadas, formadas por hojas metálicas, que alternan con capas de elastómero, adhiriéndose las capas una a otra.

11. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque los citados anillos de mando y de bloqueo están realizados, cada uno, en dos partes, cubriendo, cada una, 180° de la circunferencia de la turbomáquina.

12. Turbomáquina que comprende un dispositivo de mando de álabe con ángulo de ajuste variable de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.







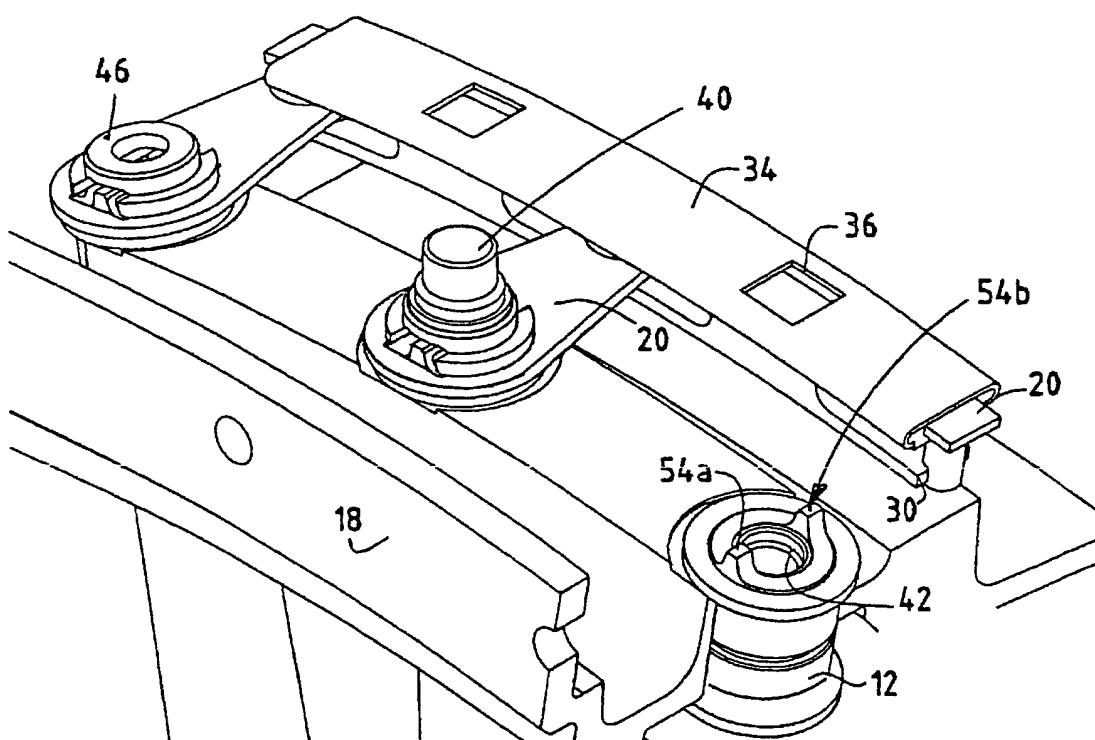


FIG.8