

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 546 911**

51 Int. Cl.:

F04D 27/00 (2006.01)

F04D 29/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2012** **E 12775777 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2015** **EP 2764253**

54 Título: **Compresor centrífugo equipado con un marcador de medición de desgaste y procedimiento de seguimiento de desgaste utilizando este marcador**

30 Prioridad:

07.10.2011 FR 1159071

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

29.09.2015

73 Titular/es:

TURBOMECA (100.0%)

B.P. 2

64511 Bordes, FR

72 Inventor/es:

JACTAT, PAUL-ETIENNE;

LEBRUSQ, PASCAL;

SARRAMEA, JÉRÔME y

SCUILLER, LIONEL

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 546 911 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

Compresor centrífugo equipado con un marcador de medición de desgaste y procedimiento de seguimiento de desgaste utilizando este marcador

Ámbito técnico

5 La invención se refiere a un compresor centrífugo de turbina de gas, equipado con un marcador de seguimiento de desgaste, así como a un procedimiento de medición de desgaste de compresor centrífugo utilizando un marcador de este tipo.

La invención se aplica en particular a los turbomotores de helicópteros, especialmente a los turbomotores de compresores de una o dos etapas.

10 El desgaste por erosión afecta a las piezas principales de la vena de aire de un motor equipado con al menos un compresor centrífugo con una entrada de aire radial. Las piezas del compresor, y las zonas de estas piezas más expuestas a la erosión, son respectivamente: el impulsor, en particular los bordes de ataque de las palas principales; el difusor radial, especialmente los bordes de ataque de los álabes; y la tapa del impulsor, en particular a nivel del codo de la tapa.

15 La invención se refiere de modo más general al ámbito del seguimiento del buen funcionamiento de una turbina, necesitando este seguimiento la detección de la erosión provocada en general por ingestión de cuerpos extraños en la vena, en particular de arena.

Estado de la técnica

20 Una solución conocida es medir la erosión de un compresor en el borde de ataque de las palas principales del impulsor, en particular por endoscopia. El documento de patente FR 2 938 651 describe un procedimiento de este tipo de medición de desgaste del borde de ataque de una pala rotatoria de impulsor. A una distancia determinada del borde de ataque está realizada una marca permanente y esta distancia es seguida por un endoscopio situado en un campo de visión que incluye la marca y una parte del borde de ataque. Medios de tratamiento de las imágenes facilitadas por el endoscopio permiten deducir la posición del borde de ataque con respecto a la marca.

25 Sin embargo, la medición del retroceso de los bordes de ataque de las palas principales de impulsor esta caracterizada por una alta imprecisión y el acceso a las palas es difícil sin desmontaje del motor. Además, la colocación de testigo en piezas rotatorias es difícil de poner en práctica en razón de las elevadas tensiones del impulsor en funcionamiento. Además, no se dispone de referencia fiable para medir la posición del testigo con respecto a un borde de ataque de pala cuando este último está sometido totalmente a la erosión. El documento FR 2 30 942 267 divulga igualmente la utilización de un testigo de desgaste colocado sobre el impulsor.

De manera general, estas imprecisiones sobre la caracterización del desgaste de las piezas pueden provocar un diagnóstico erróneo sobre el estado de las piezas, y un desmontaje prematuro o tardío del motor. Tales imprecisiones no permiten elaborar un mantenimiento dirigido por pieza

Exposición de la invención

35 La invención está destinada a liberarse de estos inconvenientes, en particular está destinada a realizar una medición precisa de la erosión de los compresores, sin desmontaje del motor, así como una instalación fácil. Para hacer esto, aunque el desgaste de las tapas de compresor no sea crítico, lo que a priori no incita a utilizarlas como marcador, se ha destacado que implantar un testigo en la tapa puede ser útil para caracterizar el desgaste. En efecto, el codo de las tapas se erosiona y el seguimiento de esta erosión por un marcado adaptado permite tal caracterización del 40 desgaste, no solamente de las tapas, sino igualmente de las piezas adyacentes de los compresores, en particular de las palas de impulsor.

De modo más preciso, la presente invención tiene por objeto un compresor centrífugo de turbina de gas con entrada de aire radial. Tal compresor comprende un impulsor equipado con palas y una tapa de circulación del flujo de aire hacia las palas. La tapa, que está recubierta por un revestimiento abrasible, presenta una zona anular de codo en una parte sensiblemente media. En esta zona de codo, se mecaniza en el revestimiento abrasible al menos un hueco de marcado de profundidad determinada, denominado marcador. Preferentemente, este compresor constituye la primera etapa de compresión de un turbomotor de una, dos o varias etapas.

De acuerdo con particularidades ventajosas:

50 - al menos dos, preferentemente al menos tres grupos de al menos dos, preferentemente al menos tres marcadores, están repartidos a lo largo de la zona de codo de la tapa;

- los marcadores de cada grupo tienen profundidades iniciales diferentes y cuantificadas;

- los marcadores de cada grupo pueden estar en alineación en la citada zona de codo y su implantación puede ser elegida entre un meridiano, un radio y una línea inclinada entre meridiano y radio;

- los marcadores son de forma elegida entre una forma cilíndrica, preferentemente un fresado de base circular u oblonga, de casquete esférico, de forma cónica, y de ranurado.

5 La invención se refiere igualmente a un procedimiento de seguimiento de desgaste de un compresor centrífugo del tipo descrito anteriormente. En este procedimiento:

- se realiza por mecanizado al menos un marcado de al menos un hueco de profundidad determinada en el revestimiento abrasible del codo de la tapa;

- se efectúan exámenes por endoscopia sucesivamente en el tiempo;

10 - en cada examen, se introduce un endoscopio en el compresor y se sitúa una extremidad activa del endoscopio enfrente de la o de las marcas para facilitar una señal de imagen de las marcas;

- un tratamiento de la señal endoscópica facilita un número de marcas restantes y se aplica un criterio de desmontaje del motor en función de este número y de datos de desgaste comparativos.

De acuerdo con modos de realización preferidos:

15 - las marcas presentan profundidades diferentes y se cuantifica la diferencia entre dos profundidades más próximas en correspondencia con un grado de avance de desgaste calibrado;

- las marcas están repartidas regularmente sobre la circunferencia del codo de la tapa, individualmente o por grupos de al menos dos marcas, preferentemente al menos tres;

20 - una comparación entre los recuentos de marcas restantes durante exámenes sucesivos facilita una medición de la velocidad de erosión y un estado de avance del desgaste de la tapa así como, por extrapolación a partir de datos memorizados relativos a correlaciones de desgaste entre las piezas de compresor, el de las otras piezas del compresor;

25 - el criterio de decisión compara, en cada examen, el número de marcas restantes con un número crítico establecido en función de los datos memorizados y cuando se llega al número crítico se desmonta el motor para la sustitución de las piezas desgastadas.

Presentación de las figuras

Otros datos, características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto con la lectura de la descripción no limitada que sigue, refiriéndose a las figuras anejas, que representan, respectivamente:

30 - la figura 1, una vista en corte parcial de un turbomotor de helicóptero que comprende un compresor de acuerdo con la invención;

- la figura 2, una vista axial parcial de una tapa de acuerdo con la invención que comprende dos grupos de tres marcas alineadas sobre un radio y sobre un meridiano del codo de la tapa;

- la figura 3, una vista general axial de un ejemplo de tapa de acuerdo con la invención que comprende tres grupos de tres marcadores alineados sobre un meridiano, y

35 - las figuras 4 y 5, vistas en corte y en perspectiva de tres marcadores de uno de los grupos precedentes, y

- la figura 6, un ejemplo de organigrama de las etapas de puesta en práctica del procedimiento de medición de desgaste de acuerdo con la invención.

Descripción detallada

40 El turbomotor 100 ilustrado por la vista en corte de la figura 1 comprende, sensiblemente de simetría axial alrededor del eje central X'X: un compresor centrífugo 1; turbinas 2 y 3 de arrastre del compresor 1 y ejes de potencia del helicóptero (hélice, caja de transmisión, etc.) a través de un árbol pasante 4; una entrada radial 5 de un manguito de circulación 50 de un flujo de aire fresco F1 y una cámara de combustión 6.

45 De modo más preciso, el compresor centrífugo 1 comprende principalmente un impulsor de compresión 10 provisto de palas 11 y alimentado por el aire F1, una tapa 12 que limita un canal anular por el cual fluye el flujo F1, y un difusor radial 13 de aletas 14.

En funcionamiento, el flujo de aire F1 es aspirado en primer lugar hacia la entrada de aire fresco 5, y después comprimido entre las palas 11 del impulsor y la tapa 12. El flujo comprimido F1 sale después radialmente del impulsor 10.

ES 2 546 911 T3

El flujo F1 pasa entonces por el difusor radial 13, formado en la periferia del compresor 1, para ser rectificado por los álabes curvos 14 y encaminado hacia canales 60 de entrada de la cámara de combustión 6.

En funcionamiento, el flujo de aire F1 que contiene partículas extrañas, por ejemplo granos de arena, erosionará las principales piezas del compresor: las palas de rotación 11 del impulsor, la tapa 12 y los álabes 14 del difusor.

5 A fin de medir el estado de avance de esta erosión, se mecaniza la tapa 12 para presentar marcadores en hueco como ilustra la figura 2. La tapa 12 presenta en su parte central una zona anular que forma un codo 12a. En este codo 12a, se ha mecanizado un primer grupo G1 de tres marcadores M1, M2 y M3. Los marcadores del grupo G1 están alineados sobre un meridiano 120 (representado en línea de puntos) del codo 12a. Está ilustrado igualmente otro ejemplo de alineación de los marcadores M1 a M3. En esta alineación, los marcadores M1 a M3 forman un grupo G2 a lo largo de un radio 121 (representado en líneas de puntos) del codo 12a.

10 Los marcadores son aquí de forma cilíndrica de base circular. Alternativamente son posibles otras formas de realización: un fresado de base oblonga, un casquete esférico, una forma cónica, o un ranurado.

15 De manera general, los marcadores de un mismo grupo están suficientemente próximos, a menos de 10 mm, para ser aptos para poder experimentar el mismo tipo de erosión. Además, los marcadores tienen una abertura máxima inferior aproximadamente a 1 mm de manera que no sean obturados por la ingestión de cuerpos extraños, en particular de granos de arena.

La tapa 12 está recubierta de un revestimiento de material abrasible conocido de espesor de algunos milímetros, a fin de evitar un contacto con las palas que sería perjudicial para el buen funcionamiento. Los marcadores son mecanizados en este material abrasible.

20 Ahora bien, la tapa es la pieza que es erosionada por el flujo F1 y en particular el codo 12a. En la figura 2, el codo 12a forma una zona erosionada oscurecida con respecto al resto del codo. El desgaste de la tapa y de su codo en particular no tiene consecuencia sobre el buen funcionamiento del motor.

25 Refiriéndose a la vista general axial de la figura 3, un ejemplo de tapa 12 de acuerdo con la invención comprende tres grupos G3 a G5 de tres marcadores cada uno, idénticos a los marcadores M1 a M3 anteriormente descritos. Los marcadores están alineados sobre el meridiano 120 y los grupos G3 a G5 están regularmente repartidos a 120° sobre la circunferencia del codo 12a de la tapa 12. Alternativamente, los marcadores M1 a M3 pueden estar alineados sobre un radio 121 como ilustra la figura 2.

30 En el ejemplo, los marcadores tienen una forma sensiblemente cilíndrica y presentan profundidades diferentes. Las vistas en corte y en perspectiva de las figuras 4 y 5 muestran de modo más preciso los tres marcadores M1 a M3 y sus diferentes profundidades P1 a P3. Los marcadores son cilíndricos de paredes poliédricas. Estos se suceden con una profundidad creciente. La diferencia de profundidad entre dos marcadores adyacentes es constante y está cuantificada: ésta corresponde a una unidad de avance de desgaste calibrada. En el ejemplo, el cuanto de profundidad es de 0,2 mm y las profundidades de los marcadores M1 a M3 son sucesivamente iguales a 0,2, mm, 0,4 mm y 0,6 mm. Durante los exámenes de la tapa – por endoscopia por ejemplo – el grado de avance de desgaste de la tapa se sitúa entre 0 mm y 0,2 mm si no ha desaparecido ningún marcador, entre 0,2 mm y 0,4 mm si ha desaparecido el marcador M1, y entre 0,4 mm y 0,6 mm si desaparece el marcador M2.

35 La desaparición del marcador M2 activa entonces una inspección de las piezas del compresor en la medida en que tal erosión de la tapa señale, por extrapolación según el tipo de motor y el perfil de utilización, una erosión crítica de las palas del impulsor. Tal erosión crítica corresponde a un límite de utilización que necesita entonces un cambio de las piezas erosionadas.

40 A fin de afinar la medición del estado de desgaste de la tapa y por tanto de las otras piezas, puede ser puesto en práctica un mayor número de marcadores por grupo con una cuantificación de profundidad más pequeña, por ejemplo 0,1 mm.

45 El organigrama de la figura 6 ilustra un ejemplo de sucesión de etapas que pueden ser puestas en práctica en el marco del procedimiento de seguimiento del desgaste de un compresor dado de acuerdo con la invención. En este ejemplo, están mecanizadas en el revestimiento abrasible del codo de la tapa (etapa 100) marcas tales como los grupos de marcadores G3 a G5 que comprenden « i » marcadores Mi, siendo « i » igual o superior a 3, por ejemplo igual a 4 o 5. De modo más general, pueden ser mecanizados más de tres grupos.

50 A continuación se efectúan sucesivamente en el tiempo exámenes por endoscopia (etapa 200), por ejemplo después de cada misión separada duraciones Tj. En cada examen, se introduce el endoscopio en el compresor siguiendo encaminamientos previstos hasta situar la extremidad activa del endoscopio enfrente de cada uno de los tres grupos G3 a G5 en el ejemplo y se facilitan señales de imagen de los marcadores Mi.

55 Un dispositivo de tratamiento de la señal DTS recibe las señales endoscópicas. El dispositivo establece entonces el número de marcadores restantes Nr por grupo (etapa 300) y aplica un criterio de decisión CD de desmontaje del motor en función de este número. El resultado de esta aplicación es facilitado a un operario.

Durante los exámenes que se suceden en el tiempo, el dispositivo DTS establece una velocidad de erosión « Ve » y un estado de avance del desgaste « Au » de la tapa y de las palas del impulsor en función del número de marcadores restantes Nr y de las duraciones Tj. Estos datos son memorizados igualmente en el dispositivo de tratamiento (etapa 400).

- 5 Para hacer esto, se memorizan igualmente en el dispositivo de tratamiento DATOS concernientes a: la repartición de la erosión de la tapa, las correlaciones de desgaste en función de la configuración de los motores entre las piezas de compresor que permiten extrapolar la de las palas del impulsor a partir de aquélla de la tapa, los perfiles de las misiones del helicóptero y la granulometría de los cuerpos extraños ingeridos en función de las misiones, los resultados anteriores de « Ve » y de « Au » concernientes al motor examinado así como los resultados de « Ve » y de « Au » de motores en función de sus condiciones de utilización.

- 10 El criterio CD establece un número crítico « Nrc » de marcadores restantes y, en función de los datos de DATOS y del número crítico « Nrc » de marcadores, interpreta entonces el número de marcadores restantes « Nr » por grupo G3 a G5 en términos de desgaste de las piezas, en particular de las palas del impulsor (etapa 500). Por ejemplo, puede que solo el número marcadores por grupo G2 sea crítico. En tanto que este número sea al menos igual a dos para el grupo G4, no hay lugar a desmontar el motor, incluso si los otros grupos G3 y G5 tienen un número de marcador igual a uno durante un examen. Así, para cada motor, se establece un número crítico « Nrc » de marcadores restantes al menos igual a uno para cada grupo de marcadores.

- 15 Durante cada examen, se determina el número de marcadores restantes « Nr » por grupo G3 a G5. Si este número « Nr » es igual a cero para al menos un grupo, el criterio de decisión prevé el desmontaje inmediato del motor « DESMONTAJE » y el cambio de las piezas del compresor expuestas al desgaste (tapa, palas del impulsor, aletas del difusor). Si el número Nr es igual a Nrc para el grupo concernido, se decide igualmente el desmontaje.

- 20 Alternativamente, los marcadores pueden no estar repartidos en grupo, sino por ejemplo repartidos regularmente a lo largo de un meridiano del codo. En este caso, el número Nrc es simplemente igual a 1, salvo si la velocidad « Ve » o el avance de desgaste Au aumentan sensiblemente: el número Nrc pasa entonces a 2 para evitar cualquier sustitución tardía de las piezas.

- 25 La invención no está limitada a los ejemplos de realización descritos y representados. Así, los marcadores pueden estar no alineados en los huecos en un mismo grupo, por ejemplo según disposiciones en V, en triángulo, en cuadrado, etc.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Compresor centrífugo (1) de turbina de gas (10) con entrada de aire radial (5), que comprende un impulsor (10) equipado con palas (11) y una tapa (12) de circulación flujo de aire (F1) hacia las palas (11) y que presenta una zona anular de codo (12a) en una parte sensiblemente media, caracterizado por que la tapa (12) está recubierta de un revestimiento abrasible y por que en la parte sensiblemente media está mecanizado en el revestimiento abrasible al menos un hueco de marcado (M1 a M3, Mi) de profundidad determinada (P1 a P3) denominado marcador.
2. Compresor centrífugo de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual al menos dos (G1, G2), preferentemente al menos tres grupos (G3 a G5) de al menos dos, preferentemente al menos tres marcadores (M1 a M3), están repartidos regularmente a lo largo de la zona de codo (12a) de la tapa (12).
- 10 3. Compresor centrífugo de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual los marcadores (M1 a M3) de cada grupo (G1 a G5) tienen profundidades iniciales (P1 a P3) diferentes y cuantificadas.
4. Compresor centrífugo de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 o 3, los marcadores (M1 a M3) de cada grupo (G3 a G5) están en alineación en la citada zona de codo (12a) y su implantación es elegida entre un meridiano (120), un radio (121) y una línea inclinada entre meridiano y radio.
- 15 5. Compresor centrífugo de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual los marcadores (M1 a M3) de un mismo grupo (G1 a G5) están suficientemente próximos, al menos 10 mm, para ser aptos para poder experimentar el mismo tipo de erosión.
6. Compresor centrífugo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los marcadores (M1 a M3, Mi) tienen una abertura máxima inferior a 1 mm con el fin de no ser obturados por la ingestión de cuerpos extraños, en particular de granos de arena.
- 20 7. Compresor centrífugo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los marcadores (M1 a M3, Mi) son de forma elegida entre una forma cilíndrica, preferentemente un fresado de base circular u oblonga, de casquete esférico, de forma cónica, y de ranurado.
8. Procedimiento de seguimiento de desgaste de un compresor centrífugo del tipo descrito anteriormente, caracterizado por que comprende las etapas siguientes:
- 25 - se realiza por mecanizado (100) en el revestimiento abrasible del codo (12a) de la tapa al menos una marca (M1 a M3, Mi) de al menos un hueco de profundidad (P1 a P3) determinada;
- se efectúan sucesivamente en el tiempo (Tj) exámenes por endoscopia (200);
- 30 - en cada examen, se introduce un endoscopio en el compresor y se sitúa una extremidad activa del endoscopio enfrente de la o de las marcas (M1 a M3, Mi) para facilitar una señal de imagen de las marcas;
- un tratamiento (DTS) de la señal endoscópica (300) facilita un número de marcas restantes (Nr) y se aplica un criterio de decisión (CD) de desmontaje del motor (500) en función de este número (Nr) y de datos de desgaste comparativos (DATOS).
- 35 9. Procedimiento de seguimiento de desgaste de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual las marcas (M1 a M3) presentan profundidades diferentes (P1 a P3) y la diferencia entre dos profundidades más próximas está cuantificada en correspondencia con un grado de avance de desgaste calibrado.
10. Procedimiento de seguimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 o 9, en el cual las marcas (Mi) están regularmente repartidas sobre la circunferencia del codo de la tapa (12a) , individualmente o por grupos (G3 a G5) de al menos dos marcas, preferentemente al menos tres (M1 a M3).
- 40 11. Procedimiento de seguimiento de desgaste de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el cual una comparación entre los recuentos de marcadores restantes (Nr) durante exámenes sucesivos facilita (400) una medición de la velocidad de erosión (Ve) y un estado de avance del desgaste de la tapa (Au) así como, por extrapolación a partir de datos (DATOS) memorizados relativos a correlaciones de desgaste entre las piezas de compresor, el de las otras piezas del compresor.
- 45 12. Procedimiento de seguimiento de desgaste de acuerdo con la reivindicación precedente, en el cual el criterio de decisión (CD) compara (500), en cada examen, el número de marcas restantes (Nr) con un número crítico (Nrc) establecido en función de los datos memorizados (DATOS) y el motor es desmontado para la sustitución de las piezas desgastadas cuando se alcanza el número crítico (Ncr).

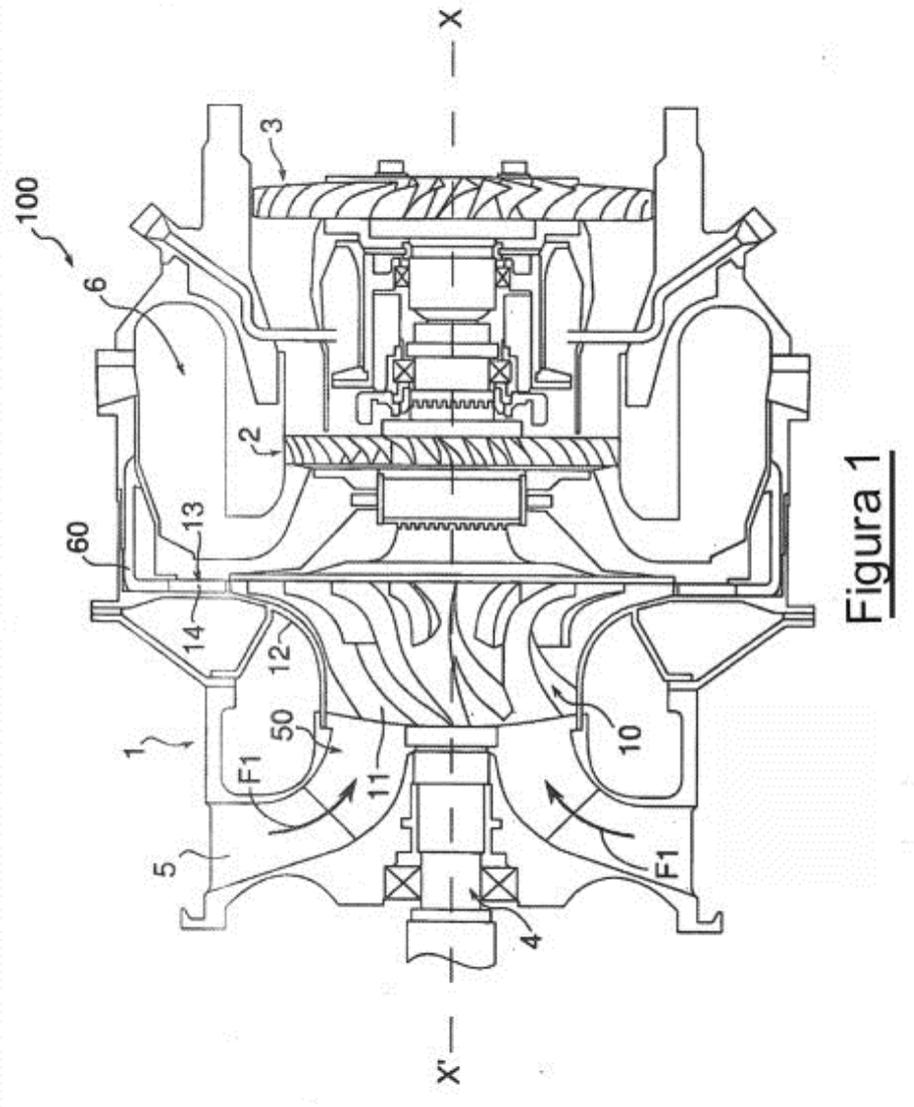


Figura 1

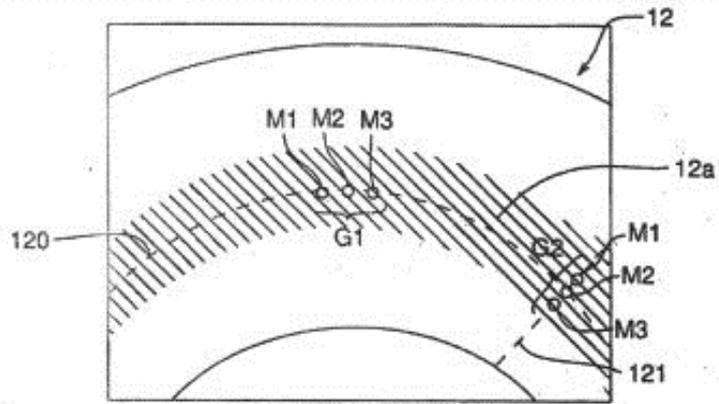


Figura 2

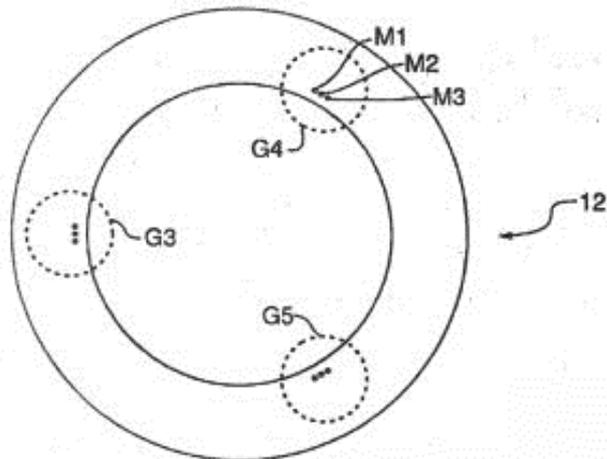


Figura 3

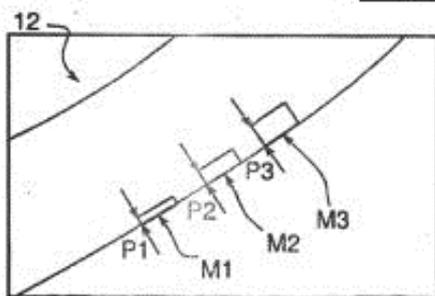


Figura 4

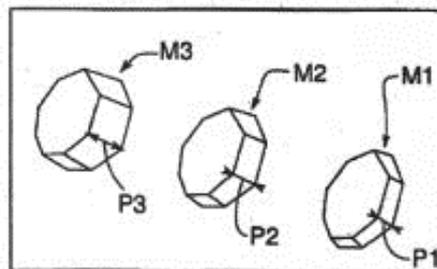


Figura 5

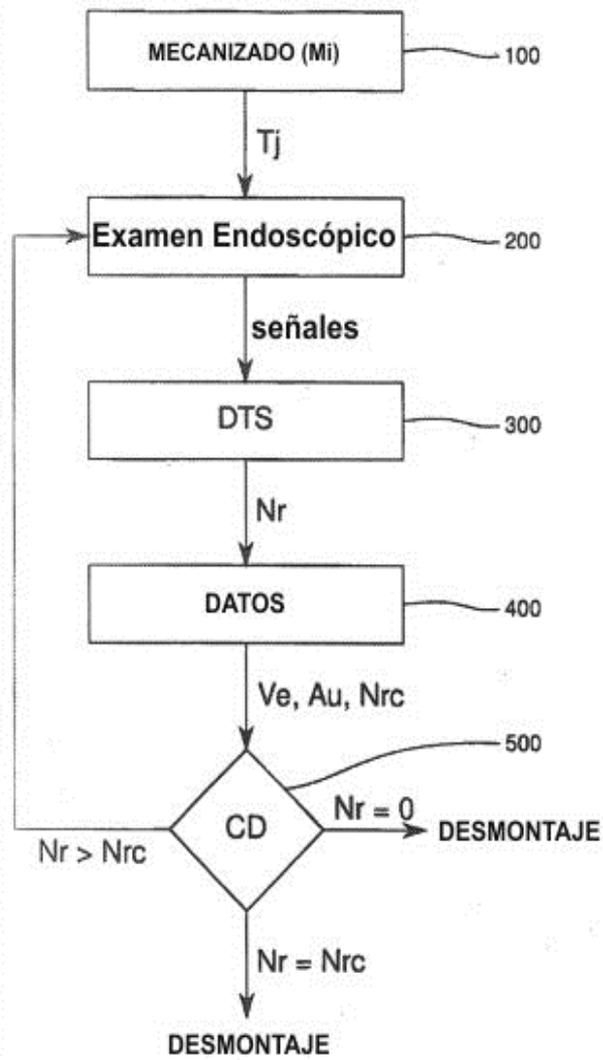


Figura 6