

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 650**

51 Int. Cl.:

G05B 19/416 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.12.2013 PCT/FR2013/052988**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.06.2014 WO2014087115**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2013 E 13821865 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2929400**

54 Título: **Procedimiento de control de un robot de taladrado y robot de taladrado que utiliza el procedimiento**

30 Prioridad:

07.12.2012 FR 1261766

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

26.06.2017

73 Titular/es:

**SAFRAN NACELLES (100.0%)
Route du Pont VIII
76700 Gonfreville-l'Orcher, FR**

72 Inventor/es:

**COIN, MAXIME y
RAMAGE, DENIS**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 619 650 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

Procedimiento de control de un robot de taladrado y robot de taladrado que utiliza el procedimiento.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control de un robot de taladrado. Se refiere también a un robot para realizar el procedimiento.

10 En el estado de la técnica, tal como se describe en el documento US 2006/0116786, ya se han programado unos robots de taladrado que permiten en particular realizar unas series de taladros con la ayuda de brocas. La herramienta de taladrado está montada en el extremo de un brazo articulado, por ejemplo con seis grados de libertad. Cada eje está equipado con un accionador que permite desplazar el extremo del brazo a una posición y una orientación determinadas. Resulta de ello que la herramienta de taladrado puede ser acercada según una orientación determinada a cada posición programada de una secuencia de taladros ejecutada según un programa determinado.

15 Así, en respuesta al programa de taladrado que está registrado y ejecutado en el dispositivo de control del robot taladrador, la herramienta de taladrado solidaria al extremo del brazo del robot está sometida a una aceleración positiva, y después a una aceleración negativa (frenado) cuando se acerca a la posición de taladrado siguiente. Cuando la herramienta de taladrado se detiene finalmente, se puede establecer un régimen inestable, poniéndose la herramienta a oscilar alrededor de la posición de taladrado alcanzada. Esta inestabilidad depende de diversos factores que comprenden la aceleración de acercamiento, la inercia del brazo de robot y otros más.

20 Si el taladro fuese controlado en cuanto se detecta la detención del extremo, el taladro sería totalmente defectuoso, con una forma no cilíndrica y una sección ovalada.

25 Para remediar este inconveniente, es conocido calcular un periodo de inhibición del taladrado a partir de la detección de la detención en una posición de taladrado de manera que se garantice que las inercias y otras fuerzas de frenado de las oscilaciones inestables hayan absorbido la inestabilidad. Se elige el periodo más largo de estabilización natural previsto en el conjunto de los movimientos programados para realizar el programa de taladrado.

30 En un ejemplo de realización, el periodo de inhibición del taladrado se ha establecido en 2,5 s.

35 Pero, se ha observado que, para el conjunto de las posiciones programadas, aunque ningún periodo de estabilización es más largo por definición, un número importante de periodos de estabilización eran más cortos que la duración de inhibición elegida. Por lo tanto, existe una pérdida de tiempo en la ejecución del programa de taladros.

40 Por otro lado, se ha observado que, en la ejecución del taladro, a causa de numerosos parámetros, que comprenden la irregularidad del material de la pieza a taladrar, unos defectos de equilibrado o de desgaste de la broca de taladrado, y otros más, podía aparecer también un régimen inestable en la herramienta de taladrado. Entre los inconvenientes de estas inestabilidades, se puede citar la ovalización y problemas de deslaminación.

45 Un primer objetivo de la invención es reducir notablemente la duración de la ejecución completa del programa de taladrado controlando la estabilidad de la herramienta de taladrado de manera que se reduzca el periodo de inhibición a lo estrictamente necesario antes de cada taladrado.

Otro objetivo de la invención es reducir los efectos negativos de la inestabilidad en la parada de la herramienta de taladrado.

50 Para ello, la presente invención se refiere a un procedimiento de control de un robot de taladrado. El robot de taladrado es del tipo que comprende una estructura mecánica pilotada que permite colocar una herramienta de taladrado en una secuencia de taladros programada en posición y orientación del taladrado de una pieza como una piel técnica.

55 La invención se caracteriza por que el procedimiento comprende una etapa de determinación de la aceleración de la herramienta de taladrado al final del acercamiento a una posición de taladrado. Cuando se establece una condición de estabilización de la herramienta, se genera una autorización de taladrado.

60 Según otras características, la presente invención se refiere también:

la condición lógica de estabilización comprende la consideración de las mediciones instantáneas de por lo menos una componente del vector aceleración;

65 el ensayo de la condición lógica de estabilización comprende la comparación de por lo menos un valor de las mediciones instantáneas de por lo menos una componente del vector aceleración con un valor umbral predeterminado;

el ensayo de una condición de estabilización de la herramienta de taladrado se combina con el desarrollo de un periodo preprogramado;

5 la etapa de determinación de la aceleración de la herramienta de taladrado al final del acercamiento a una posición de taladrado prosigue después de la autorización de taladrado de manera que se realice un análisis de los datos de medición del acelerómetro, y después que se utilicen los datos de análisis en tiempo real para iniciar en el robot de taladrado y/o en la herramienta de taladrado una acción correctiva como una parada de ciclo de taladrado, o en diferido realizando un fichero de datos de medición de la aceleración medida asociado a cada posición de taladrado de manera que se proporcione unos medios de trazabilidad de la operación de taladrado en referencia a cada posición programada de taladrado.

10 una de los componentes medidas del acelerómetro se establece según el eje de la broca de taladrado y la medición de las componentes según las otras dos componentes del vector aceleración se ensaya en una condición lógica de calidad de taladrado para detectar una ovalización del taladrado programado.

15 la condición lógica de calidad de taladrado comprende la comparación de componentes de la aceleración medida con una tabla de aceleraciones límite.

20 La invención se refiere asimismo a un robot de taladrado que utiliza el procedimiento de control de taladrado de la invención. Comprende un acelerómetro solidario al extremo de una estructura de movilización de una herramienta de taladrado, estando el acelerómetro conectado a unos medios de medición, de seguimiento y de ensayo de una condición lógica de estabilización en una secuencia de posiciones de taladrado preprogramadas en una memoria asociada a un calculador de control del robot de taladrado.

25 Según otras características:

el acelerómetro es solidario al extremo de una estructura de movilización de una herramienta de taladrado de manera que una componente de la aceleración medida se alinee con el eje de una broca de taladrado;

30 el robot de taladrado comprende un medio de registro de los datos de calidad del taladrado, producidos en base a la comparación de datos de medición del acelerómetro con una tabla de valores de comparación, en un fichero de trazabilidad de taladrado en asociación con la posición del taladrado.

35 Otras características y ventajas de la presente invención se comprenderán mejor con la ayuda de la descripción y de las figuras adjuntas entre las cuales:

- la figura 1 es un esquema de un robot de taladrado adaptado para realizar el procedimiento de la invención;
- 40 - la figura 2 es un cronograma de señales generadas en el procedimiento de control en un modo de realización de la invención;
- la figura 3 es un cronograma de señales generadas en el procedimiento de control en otro modo de realización de la invención;
- 45 - la figura 4 es un esquema de bloques de un dispositivo de control de un robot de taladrado de un modo de realización de la invención;
- la figura 5 es un esquema de bloques de una variante de una parte del dispositivo de control de un robot de taladrado del modo de realización de la figura 4;
- 50 - la figura 6 es un esquema para explicar otro modo de realización del procedimiento de la invención;
- la figura 7 es un cronograma de señales generadas en el procedimiento de control en otro modo de realización de la invención;
- 55 - la figura 8 es un esquema de bloques de un dispositivo de control de un robot de taladrado de otro modo de realización de la invención.

60 La figura 1 representa un robot de taladrado que comprende una estructura móvil cuyo extremo 7 lleva una herramienta de taladrado 12 en la que está montada una broca de taladrado 13. El cabezal de taladrado 12 puede también llevar varias brocas 13. Preferentemente, la estructura móvil está compuesta por varios brazos articulados 4-7 de los cuales un extremo está fijado en 3.

65 Los movimientos del extremo del brazo articulado 4-7 se ejecutan con la ayuda de accionadores controlados por un ordenador 10 conectado al robot propiamente dicho por una unión 8. El ordenador 10 ejecuta un programa de

taladrado pre-establecido y registrado en una memoria de programas 9 asociada al calculador 10. El programa de taladrado permite desplazar la herramienta de taladrado por una secuencia determinada de puntos o posiciones de taladrado 14-16 en una pieza a taladrar 1, como una piel técnica.

5 En la figura 2, se ha representado un cronograma de señales generadas en el procedimiento de control en un modo de realización de la invención. Según el procedimiento de la invención, cuando el programa de taladrado determina una parada (señal (a) - figura 2) del movimiento del extremo de la estructura móvil 4-7 del robot porque se acaba de alcanzar una nueva posición de taladrado, se ejecuta una etapa de determinación de la aceleración de la herramienta de taladrado al final del acercamiento a una posición de taladrado (señal (b) - figura 2) que dura un tiempo variable T contado a partir de la fecha t0 de parada del robot. Cuando se establece una condición de estabilidad de la herramienta de taladrado (fecha t1), se genera una autorización de taladrado (señal (c) - figura 2).

15 Con el fin de ejecutar la etapa de determinación de la aceleración de la herramienta de taladrado al final del acercamiento a una posición de taladrado, se dispone un acelerómetro 17 en el extremo 7 de la estructura móvil 4-7 del robot de taladrado. Preferentemente, se utiliza un acelerómetro que produce una medición tridimensional. En un modo de realización, una de las direcciones de medición de la aceleración está alineada con una dirección de referencia de la herramienta de taladrado 12. Preferentemente, se elige el eje de la broca de taladrado 13.

20 En la etapa de detección de una condición de estabilidad de la herramienta de taladrado en el robot de taladrado, se ejecuta un ensayo de una condición lógica CL predeterminada en función de los valores medidos (Ax, Ay, Az) de la aceleración de la forma:

$$CL(Ax, Ay, Az)$$

25 que toma el valor verdadero o falso. En un ejemplo de realización, la condición lógica predeterminada CL calcula en cada momento t después de la fecha t0 el valor absoluto más grande de las tres señales de medición (Ax, Ay, Az) según las tres direcciones del triedro de referencia del espacio 3D medidas del acelerómetro. Después, compara este valor con un valor umbral Sa. La condición lógica CL predeterminada es entonces de forma:

$$30 \quad CL = (\max(|Ax|, |Ay|, |Az|) < Sa)$$

Cuando no se verifica la condición lógica de estabilización CL, se recupera la medición de la aceleración y un nuevo ensayo de la condición de estabilidad CL en base a la nueva medición de la aceleración.

35 Se observará que el acelerómetro está, en la práctica, realizado en base a un sensor cuya sensibilidad a la aceleración es máxima en una dirección privilegiada y decrece en mayor o menor medida cuando se separa de esta dirección privilegiada. Para mejorar la sensibilidad de conjunto del acelerómetro, para medir una componente Ax, Ay o Az del vector aceleración según cada una de las tres direcciones x, y, z del triedro de referencia del espacio 3D, varios sensores que tienen cada uno una dirección privilegiada de mejor sensibilidad, son asociados en el acelerómetro para producir cada una de las tres componentes Ax, Ay, Az del vector aceleración con una sensibilidad mejorada.

45 Cuando se verifica la condición lógica de estabilización CL, la señal (b) (figura 2) vuelve a caer a la fecha t1, después de un tiempo T variable de estabilización de la estructura móvil del robot de taladrado. Este descenso de la señal (b) produce (señal (c) - figura 2) una activación de una señal de autorización de la operación de taladrado, la broca 13 de la herramienta de taladrado entra en rotación y tomando un movimiento de avance a lo largo de su eje de rotación ejecuta el taladrado en la posición programada en la pieza 1. Este eje de taladrado define un eje W que constituye un 7º eje del robot. Se garantiza entonces una perfecta estabilidad de la herramienta de taladrado 12 y en un tiempo T variable que es casi siempre inferior al periodo bloqueado de estabilización aplicado a ciegas en el estado de la técnica. Resulta de ello una reducción de la duración completa del ciclo de taladrado y por lo tanto una mejora de la productividad del robot de taladrado.

55 En la figura 3, se ha representado un cronograma ejecutado en otro modo de realización del procedimiento de control de la invención. El cronograma de la figura 3 difiere del de la figura 2 por que un reloj (señal (b) - figura 3), iniciado en la fecha t0 determinada por el final del movimiento de acercamiento ejecutado por la estructura móvil del robot (señal (a) - figura 3) desarrolla un periodo T determinado que permite interrumpir el ensayo de la condición lógica CL de estabilización (señal (c) - figura 3) descrita en el modo de realización de la figura 2.

60 En efecto, la condición de estabilización del extremo de la estructura móvil que lleva la herramienta de taladrado 12 (figura 1) se verifica en una fecha t1 de autorización de la operación de taladrado (señal (d) - figura 3) que puede ser más tardía (flecha 21) o más temprana (flecha 20) según las circunstancias del movimiento de acercamiento de la herramienta de taladrado 12. Si el establecimiento de la condición de estabilización CL dura un tiempo demasiado largo T, determinado por el reloj (señal (b) - figura 3), el ensayo de la condición lógica de estabilización del extremo de la estructura móvil del robot de taladrado se interrumpe y la señal de activación de la operación de taladrado (señal (d) - figura 3) pasa al estado alto y empieza el taladrado.

Se evita así la pérdida de tiempo provocada por una condición de detección de una aceleración superior al umbral de la condición lógica CL que no se produciría por un defecto de estabilización del extremo de la estructura móvil del robot de taladrado.

5 En la figura 4, se ha representado, en forma de esquema de bloques, una implementación del procedimiento de control descrito con la ayuda de la figura 2. Los bloques representados pueden ser realizados bajo diversas realizaciones materiales en el calculador 10 del robot de taladrado, incluyendo unos circuitos electrónicos o una programación de microcontroladores microprogramados.

10 Un acelerómetro 25 está montado como el acelerómetro 17 del robot de taladrado 2-13 de la figura 1. Sus señales de medición son transmitidas a un conformador 26 de señales de medición y las señales de medición conformadas de la aceleración instantánea son transmitidas a un calculador 27 de una condición lógica CL, definida anteriormente con la ayuda de la figura 2.

15 El calculador 27 recibe una señal, como la señal (a), figura 2 o figura 3, de un circuito 28 de control del avance del extremo del robot de taladrado portador de la herramienta de taladrado 12.

20 Cuando se verifica la condición de estabilización CL mediante el calculador de estabilidad 27, una señal como la señal (c) figura 2 de autorización de taladrado es transmitida a un circuito de control del taladrado 29.

En la figura 5, se ha representado, en forma de esquema de bloques, una implementación del procedimiento de control descrito con la ayuda de la figura 4. La implementación de este segundo modo de realización recupera los bloques del modo de realización, pero interpone el bloque de la figura 5 entre los bloques 27 y 28 de la figura 4.

25 Un registro T30 recibe por programación 30a un valor límite T de ensayo de la condición de estabilización CL ensayada en el bloque 27 de la figura 4. El valor T es transmitido a una primera entrada de un reloj o contador de tiempo 31 del cual una segunda entrada 28a recibe la señal de detección de final de acercamiento producida por el circuito 28 de control del avance antes citado (señal (a) - figura 3). El recuento del tiempo T preprogramado en el registro T30 es ejecutado por el reloj 31 cuya salida (señal (b) - figura 4) vuelve a caer al final del periodo T.

30 Las señales de periodo T procedente del circuito 31 y de condición lógica CL de estabilización procedente del calculador 27 de estabilización son proporcionadas a las entradas de una puerta OU lógica 32 que produce una salida 27b de autorización de taladrado como la señal (d) figura 3 en la entrada de activación del circuito de control de taladrado 29 de la figura 4.

35 En un tercer modo de realización del procedimiento de control de la invención, el seguimiento de la medición instantánea de la aceleración prosigue durante el taladrado. Los datos de medición del acelerómetro son entonces analizados en amplitud en el tiempo, en frecuencias (transformada de Fourier) o también en tiempo-frecuencia (transformada de ondículas). Los datos de resultado del análisis son entonces utilizados en tiempo real para iniciar
40 en el robot de taladrado y/o en la herramienta de taladrado una acción correctiva como una parada de ciclo de la operación de taladrado, o en diferido realizando un fichero de datos de medición de la aceleración medida asociado a cada posición de taladrado de manera que se proporcionen unos medios de trazabilidad de la operación de taladrado en referencia a cada posición programada de taladrado. El fichero se registra entonces a nivel del calculador 10 de control del robot 2-13 para un uso ulterior en asociación con la pieza taladrada 1, la herramienta de taladrado 12 y la broca 13, y el programa 9 de las posiciones programadas de taladrado 14-16.
45

En la figura 6, se ha representado un caso de aplicación de este tercer modo de realización del procedimiento de control de la invención. Se ha representado esquemáticamente un taladrado 23 en una posición preprogramada de taladrado en un punto de referencia XYZ asociado a la broca de taladrado, estando los ejes X e Y orientados en el plano de la figura y el eje Z en la normal a este plano a lo largo del eje de la broca. El taladrado ideal 23 en condición de estabilización correcta es de sección perfectamente circular. Se puede entonces registrar en un fichero de trazabilidad de taladrado unos datos de estabilidad correcta asociados a la posición del taladrado 23.
50

Si la condición de estabilización no es correcta durante el taladrado, el taladrado se ovaliza en 22 según el eje X, con una dimensión A superior al diámetro R de la sección circular del taladrado ideal 23. En este caso, la aceleración medida a lo largo del eje X en el extremo de la estructura móvil 4-7 del robot de taladrado es no nula. Estos datos de estabilidad incorrecta son entonces registrados en el fichero de trazabilidad de taladrado en asociación con la posición del taladrado 23.
55

60 El programa de taladrado puede determinar un porcentaje de ovalización máximo O tal que la relación A/R entre el taladrado 22 real y el taladrado 23 programado deba ser respetada. Por registro de tablas de aceleración límite SBX, SBY, en las direcciones X e Y, y ejecución de un ensayo de una condición lógica de calidad del taladrado que depende de la medición de la aceleración y de los datos de aceleración límite, está previsto iniciar una acción de prohibición de la continuación de la operación de taladrado en cuanto una de las componentes AX o AY medidas en el acelerómetro (17, figura 1) supere el límite registrado SBX o SBY.
65

En la figura 7, se ha representado un cronograma de señales de control de este tercer modo de realización del procedimiento de control de la invención. La señal (a) de la figura 7 representa una evolución temporal de la señal de activación o de autorización de taladrado en una posición preprogramada de taladrado.

5 La señal (b) de la figura 7 representa la evolución en el tiempo del análisis de los datos de medición del acelerómetro (17, figura 1). En una primera parte 30, se ha ensayado la condición de estabilización CL después del acercamiento de la herramienta de taladrado según los primer o segundo modos de realización del procedimiento de control de la invención. Cuando el ensayo de la condición lógica CL es favorable en 31, la señal (a) cambia en 34 para dar la autorización de taladrado y el ensayo de la condición de estabilización CL se termina. Inmediatamente
10 después de este momento t3, en una segunda parte 35 de la señal (b), se ha ensayado la condición lógica de calidad del taladrado descrita con la ayuda de la figura 5.

Si la condición lógica de calidad de taladrado es correcta, los datos correspondientes de buena calidad del taladrado son registrados en el fichero de trazabilidad de taladrado en asociación con la posición del taladrado 23.

15 Si la condición lógica de calidad de taladrado es incorrecta, la señal (a) de autorización de taladrado vuelve a caer a la fecha t4 que interrumpe el taladrado y los datos correspondientes de defecto de taladrado son registrados en el fichero de trazabilidad de taladrado en asociación con la posición del taladrado 23.

20 Preferentemente, la vigilancia del acelerómetro está en todos los casos seguida más allá de la fecha t4 de parada del taladrado y prolongada hasta una fecha t5 preprogramada para vigilar la retirada de la broca 13.

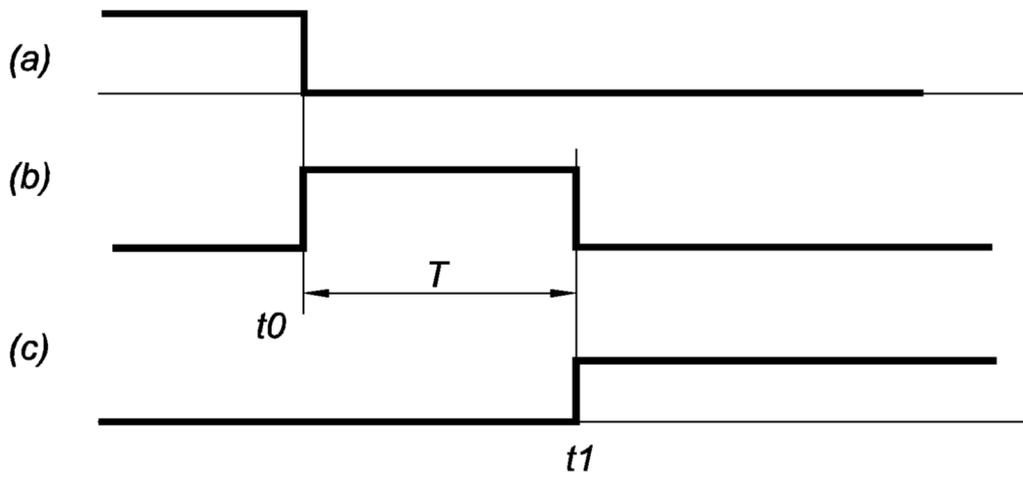
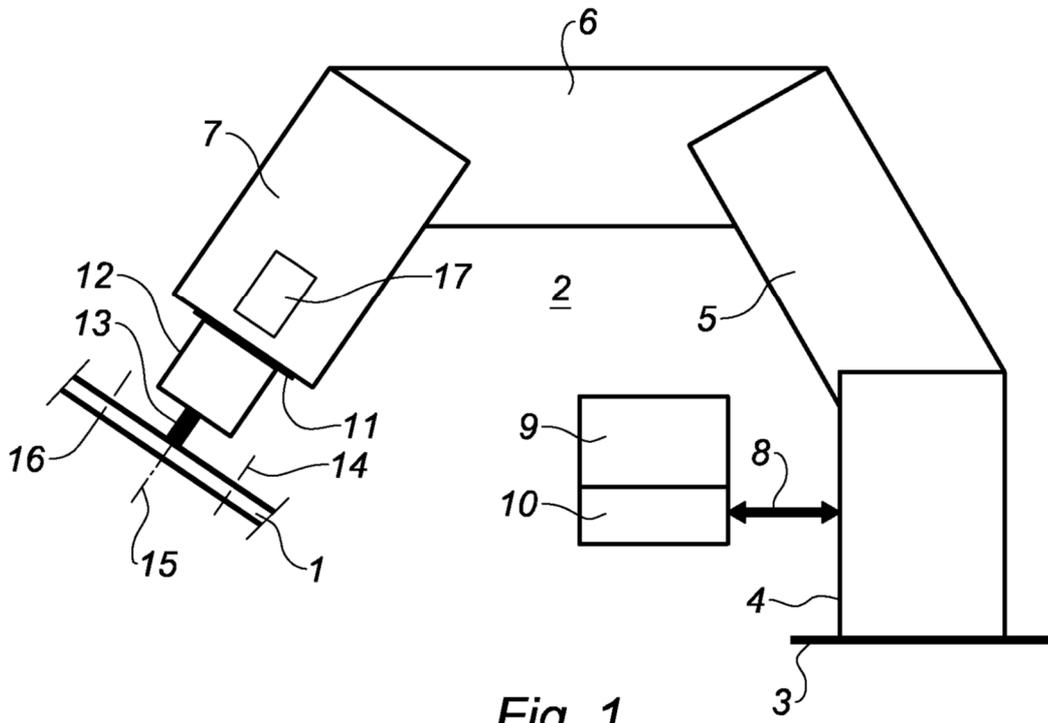
En la figura 8, se ha representado una sección del calculador 10 del robot de taladrado de la invención en la que se ejecuta el procedimiento de taladrado del modo de realización descrito con la ayuda de las figuras 6 y 7. El
25 acelerómetro 40 (análogo al acelerómetro 17 de la figura 1) se conecta a un circuito 41 conformador de señales de medición de la aceleración instantánea del extremo de la estructura móvil del robot taladrador. Mediante programación previa en 42a se ha realizado el registro de las tablas de aceleración límite SBX, SBY, en las direcciones X e Y en un registro 42.

30 Los datos del registro 42 y del conformador 41 son entonces ensayados en un comparador de ensayo 43 que implementa la condición lógica de calidad de taladrado descrita con la ayuda de la figura 7. En función de la condición lógica, un módulo de acción 44 ejecuta un registro de los datos de calidad del taladrado en el fichero de trazabilidad de taladrado en asociación con la posición del taladrado 23 y según el caso, se genera una parada del taladrado.

35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de control de un robot de taladrado, del tipo que comprende una estructura mecánica pilotada (4-7) que permite colocar una herramienta de taladrado (12) en una secuencia de taladrados (14-16) programada (9) en posición y orientación del taladrado de una pieza (1) como una piel técnica,
- comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
- 10 una etapa de determinación de la aceleración (A_x , A_y , A_z) de la herramienta de taladrado (12) al final del acercamiento a una posición de taladrado, y a continuación de ensayo de una condición de estabilización (CL) de la herramienta de taladrado (12) para establecer finalmente una autorización de taladrado ((c), figura 2; (d) figura 3; (a) figura 7);
- 15 continuando la etapa de determinación de la aceleración (A_x , A_y , A_z) de la herramienta de taladrado (12) al final del acercamiento a una posición de taladrado después de la autorización de taladrado ((a), figura 7) de manera que se realice un análisis de los datos de medición del acelerómetro, y después, que se utilicen los datos de análisis en tiempo real para iniciar en el robot de taladrado y/o en la herramienta de taladrado una acción correctiva, tal como una parada de ciclo.
- 20 2. Procedimiento de control según la reivindicación 1, caracterizado por que una de las componentes medidas del acelerómetro (A_z) se establece según el eje de la broca de taladrado, y por que la medición de las componentes según las otras dos componentes del vector aceleración (A_x , A_y) se ensaya en una condición lógica de calidad de taladrado para detectar una ovalización (22) del taladrado (23) programado.
- 25 3. Procedimiento de control según la reivindicación 2, caracterizado por que la condición lógica de calidad de taladrado comprende la comparación de componentes (A_x , A_y) de la aceleración medida con una tabla de aceleraciones límite (SB_x , SB_y).
- 30 4. Procedimiento de control según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que los datos de análisis se utilizan en diferido realizando un fichero de datos de medición de la aceleración medida asociado a cada posición de taladrado de manera que proporcione unos medios de trazabilidad de la operación de taladrado en referencia a cada posición programada de taladrado.
- 35 5. Procedimiento de control según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la condición lógica de estabilización CL comprende la consideración de las mediciones instantáneas de por lo menos una componente (A_x , A_y , A_z) del vector aceleración.
- 40 6. Procedimiento de control según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el ensayo de la condición lógica de estabilización comprende la comparación de por lo menos un valor de las mediciones instantáneas de por lo menos una componente (A_x , A_y , A_z) del vector aceleración con un valor límite predeterminado (S_a).
- 45 7. Procedimiento de control según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el ensayo de una condición de estabilización (CL) de la herramienta de taladrado (12) se combina (32) con el desarrollo de un periodo preprogramado (T; 31).
- 50 8. Robot de taladrado que utiliza el procedimiento de control de taladrado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un acelerómetro (17) solidario al extremo (7) de una estructura de movilización (4-7) de una herramienta de taladrado (12), estando el acelerómetro (17) conectado a unos medios 25-29; 30-32; 40-44) de medición, de seguimiento y de ensayo de una condición lógica de estabilización (CL) en una secuencia de posiciones de taladrado (14-16) preprogramadas en una memoria (9) asociada a un calculador (10) de control del robot de taladrado.
- 55 9. Robot de taladrado según la reivindicación 8, caracterizado por que el acelerómetro (17) es solidario al extremo (7) de una estructura de movilización (4-7) de una herramienta de taladrado (12) de manera que una componente (A_z) de la aceleración medida esté alineada con el eje de una broca de taladrado (13).
- 60 10. Robot de taladrado según cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que comprende un medio de registro de los datos de calidad del taladrado, producidos en base a la comparación (43) de datos de medición del acelerómetro (17; 40) con una tabla de valores de comparación (42) en un fichero de trazabilidad de taladrado en asociación con la posición del taladrado (23).



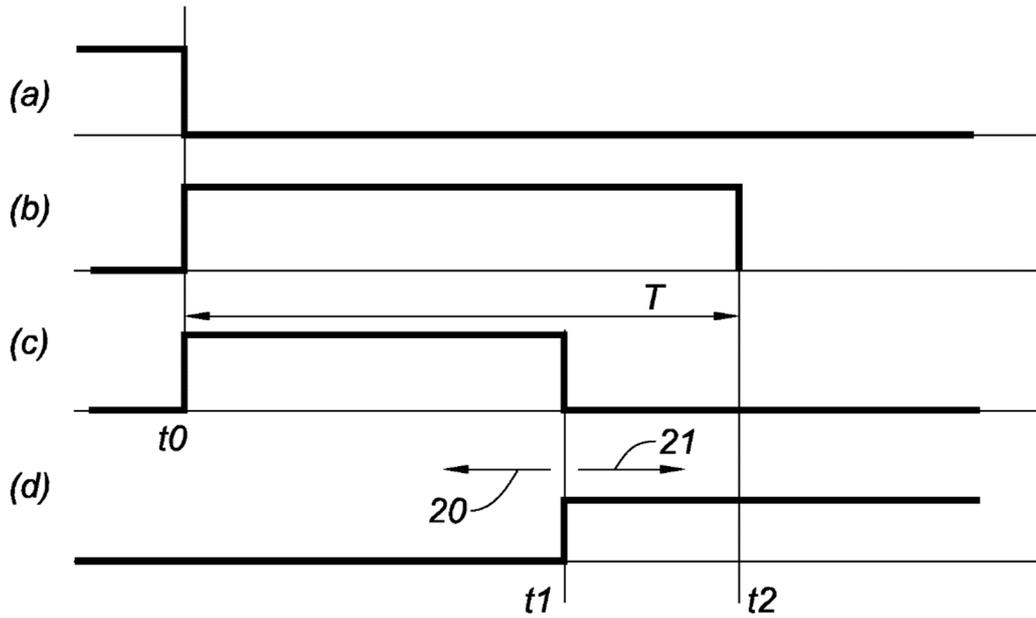


Fig. 3

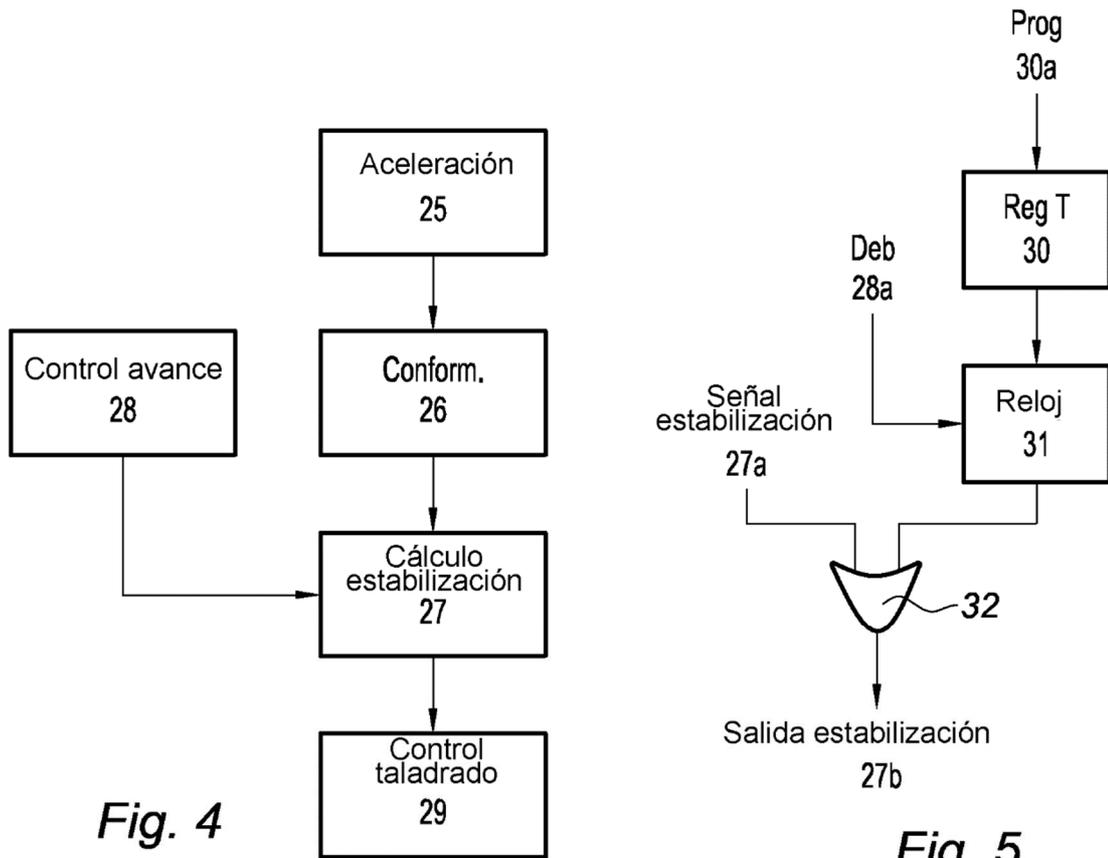


Fig. 4

Fig. 5

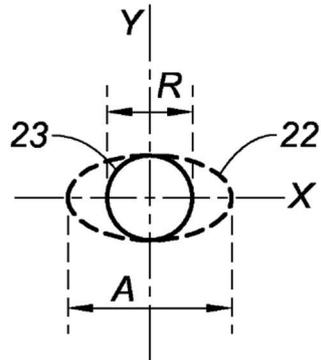


Fig. 6

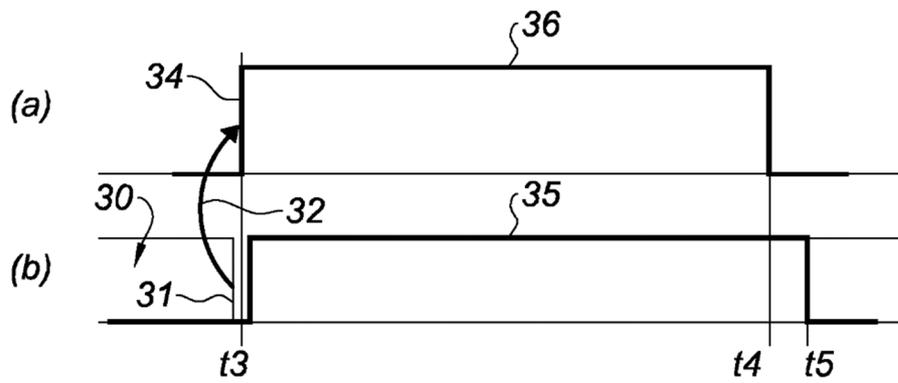


Fig. 7

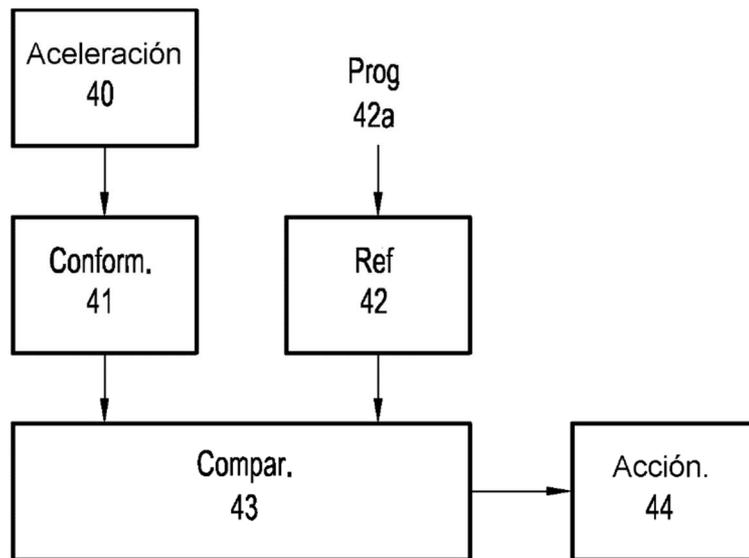


Fig. 8