(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 684 596**

(21) Número de solicitud: 201700317

(51) Int. CI.:

B23Q 3/154 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE PATENTE A1

(22) Fecha de presentación:

29.03.2017

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

03.10.2018

(71) Solicitantes:

UNIVERSIDADE DE VIGO (100.0%)
Campus Universitario s/n
36310 Vigo (Pontevedra) ES

(72) Inventor/es:

PELAEZ LOURIDO, Gustavo Carlos;
CANTANO BOYANO, Juan Francisco;
FERNANDEZ ULLOA, Antonio;
GAGO DOVAL, Iván;
ALONSO LAGO, José María y
ARES GÓMEZ, José Enrique

(54) Título: **Procedimiento y sistema para asegurar que la fijación evite el desplazamiento de la pieza en procesos de mecanizado.**

(57) Resumen:

Procedimiento y sistema para asegurar que un medio de fijación (3) evite el desplazamiento de una pieza (4) en procesos solicitantes, como por ejemplo los procesos de mecanizado. Permite obtener un criterio de decisión a través de un factor de seguridad (fds) para establecer la aplicabilidad del sistema de fijación. Comprende las siguientes etapas: a) caracterización de las especificaciones máximas del sistema de fijación a través de la medición de las fuerzas que dan lugar al desplazamiento de la pieza; b) estimación y simulación de las fuerzas que permiten modelar completamente las solicitaciones debidas al proceso; c) definición del criterio de fallo del sistema de fijación estableciendo un fds para la toma de decisión.

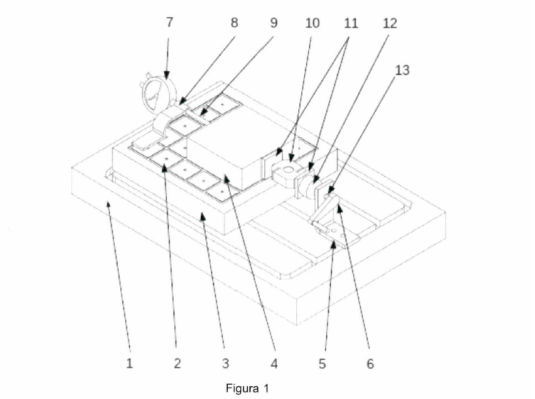


Figura 1

ES 2 684 596 A1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema para asegurar que la fijación evite el desplazamiento de la pieza en procesos de mecanizado.

Objeto de la invención

La presente invención se encuentra dentro de cualquier actividad en la que haya que aplicar fijación a una pieza, especialmente en el sector industrial de la manufactura. En particular, se considera como objetivo principal de la invención establecer un método para evaluar sistemas de fijación ante una solicitación determinada. Por ello, la patente de invención se refiere a una metodología para asegurar la aplicación de los dispositivos de fijación ante procesos solicitantes, como los procesos de mecanizado.

Antecedentes de la invención

Los dispositivos de fijación se pueden clasificar de forma genérica en dos tipos:

Sistemas de fijación convencional: Se trata de dispositivos que realizan la fijación de elementos mediante algún tipo de restricción exclusivamente mecánica. Presentan un uso extendido en todo tipo de procesos de transformación. Sin embargo, frente a los no convencionales, presentan una serie de desventajas que desaconsejan su uso en aplicaciones que requieren gran precisión, flexibilidad o reducción de tiempos no productivos.

Sistemas de fijación no convencional: Se definen como aquellos dispositivos que realizan la fijación mediante fuentes de accionamiento de naturaleza diferente a la exclusivamente debida a elementos de restricción mecánica por contacto. Entre otros, se pueden citar los siguientes:

- Fijación por vacío: la fijación se produce por la generación de vacío en la interfaz entre pieza y dispositivo de fijación.
- Fijación magnética: La fuerza de fijación proviene del campo magnético generado en el dispositivo de fijación.
- Fijación mediante adhesivo: se aplica una capa de adhesivo entre la pieza a fijar y el dispositivo de fijación.
- Fijación mediante fusión del recubrimiento: Se recubre la pieza con un material de bajo punto de fusión. Al calentarse se funde este recubrimiento de modo que, al solidificar, se produce la fijación.

La utilización de sistemas de fijación no convencional en el entorno industrial no es del todo eficiente. Para garantizar la seguridad se sobredimensiona la capacidad del dispositivo, o bien, se ejerce la solicitación por debajo de las especificaciones máximas que los dispositivos ofrecen. Esta ineficiencia en el uso, debida a razones de seguridad, puede mejorarse a través del conocimiento de los límites reales de estos dispositivos en cada aplicación, ya que las solicitaciones también pueden ser muy variables, en función del tipo de operación y de los componentes del proceso. En general, los sistemas de fijación no convencional presentan mejores características que los de tipo convencional, en cuanto a que permiten incrementar el rendimiento del proceso o la calidad de los productos manufacturados finales. Se pueden citar ciertas características que evidencian estas ventajas:

- Mejor accesibilidad: generalmente presentan menor número de elementos en su realización física, lo que permite reducir el número de superficies sobre las que se ejerce la fijación.

- Flexibilidad, ausencia de utillaje específico: Las realizaciones comerciales de los sistemas de fijación no convencional pueden llevar a cabo su acción de diferentes formas y con diversos materiales, sin necesidad de modificar utillajes o utilizando accesorios simples.

- Reducción de tiempos de preparación, fijación y liberación o desamarre: La ausencia de cambios de utillaje o de configuración permite la drástica reducción de los tiempos de preparación.

- Uniformidad, mayor precisión: Los sistemas de fijación no convencional proporcionan una fuerte fijación en grandes superficies, lo que provoca que las deformaciones locales sean menores.

Descripción de la invención

La presente invención consiste en un procedimiento y sistema para realizar un mejor uso de los dispositivos de fijación, logrando una mayor eficiencia y aprovechando las mejores propiedades de los no convencionales frente a los convencionales. Esta invención está enfocada, principalmente, a la aplicación de dispositivos de fijación en procesos productivos tales como los procesos de conformado, principalmente los procesos de mecanizado.

El campo de aplicación se puede extender a los siguientes ámbitos:

- Procesos de conformado en general: La metodología se puede aplicar a la fijación de piezas en cualquier tipo de proceso de conformado que la precise.

- Sistemas de fijación convencional/no convencional: La metodología descrita se puede aplicar tanto a sistemas de fijación que utilizan técnicas consideradas como de tipo convencional, como de tipo no convencional.

La invención se fundamenta en la existencia de productos comerciales que implementan la fijación y cuya utilización óptima no está expresamente al alcance del usuario. Gracias a la invención se puede asegurar el uso de sistemas de fijación en condiciones adecuadas y óptimas para cada aplicación.

La patente de invención establece un procedimiento que persigue determinar de forma cuantitativa la aplicabilidad de un sistema de fijación dado, es decir, permite asegurar que un sistema de fijación se puede usar en un determinado "*proceso solicitante*".

- Se entiende como "*proceso solicitante*" todo aquel proceso (de conformado, tratamiento, manutención u otro tipo) que genere sobre la pieza y, consecuentemente, sobre el dispositivo de fijación que la mantiene inmovilizada, una solicitación mecánica cuya aplicación traslade a la fijación a un estado más cercano al fallo que su estado previo.

- Se entiende por "*fallo*" al desplazamiento incontrolado de la pieza respecto a la posición en la que estaba inmovilizada.

El procedimiento, que establece la presente patente de invención, comprende una metodología con las siguientes etapas:

a) Caracterización de las especificaciones de los sistemas de fijación, mediante técnicas de valoración de las solicitaciones máximas de fijación, así como las variables que influyen sobre estas.

b) Estimación y simulación de las solicitaciones ejercidas sobre el sistema pieza-dispositivo de fijación.

c) Establecimiento del criterio de fallo del sistema de fijación, mediante la comparación de los datos obtenidos en las etapas anteriores y la definición de un factor de seguridad *(fds)* que cuantifica si se produce, o no, el fallo, y la proximidad de que suceda. El criterio garantiza la correcta fijación de la pieza en una operación de mecanizado y sistema de fijación dados.

En una realización preferente, la caracterización de las especificaciones del sistema de fijación consiste en la determinación de las capacidades de fijación máximas del sistema, mediante el uso de instrumentos de medida. Para caracterizar la fijación, es decir, para establecer sus límites de funcionamiento real en una aplicación, se ejerce gradualmente una fuerza sobre un determinado material de control que es inmovilizado por el sistema de fijación hasta que se produce el fallo. El fallo se produce al moverse la pieza un desplazamiento mínimo, prefijado, que el dispositivo de medición debe apreciar gracias a su división de escala y correcta utilización. La elección de material y componentes dependerá de cada caso y se tendrán en cuenta, para ajustar la respetabilidad y reproducibilidad de los ensayos, las variables que pueden hacer variar la fuerza máxima resultante sobre la interfaz entre pieza y dispositivo de fijación.

En una realización preferente, la estimación de las solicitaciones ejercidas sobre el sistema de fijación, comprende el modelado geométrico, la representación analítica y la simulación mediante computador del comportamiento de las fuerzas generadas por el proceso solicitante.

En una realización preferente, para evaluar el criterio de fallo del sistema de fijación se determina un factor de seguridad (*fds*), parámetro numérico que permite al usuario decidir si debe aplicar o no el sistema de fijación y con qué seguridad puede hacerlo. Es decir, el *fds* permite establecer un criterio de ayuda a la toma de decisión del usuario para determinar si el sistema de fijación es aceptable, o no, y, por tanto, definir la aplicabilidad del mismo en un determinado proceso. Además, dicho factor, indica de forma cuantitativa la capacidad de uso de esa fijación para un proceso dado, englobando las diversas variables que influyen sobre éste.

Para obtener el *fds*, se debe realizar una comparación de las especificaciones máximas caracterizadas del sistema de fijación, obtenidas en la etapa a), con las solicitaciones estimadas debidas al proceso, valoradas en la etapa b).

El *fds* cuantifica la proximidad del fallo, definiéndose a través de la siguiente ecuación:

$$fds = \frac{\sum Momentos\ F_{interiores}}{\sum Momento\ F_{solicitantes}} = \frac{M(F_{int})}{M(F_{sol})}$$

Donde:

• $\sum$ M (F_{inf}), Momento de las fuerzas interiores: Momento que crea el sistema de fijación, mesa magnética para una realización preferente de la invención, como reacción a las fuerzas generadas por el proceso solicitante. De magnitud constante, viene determinada por la caracterización de la fuerza máxima del sistema de fijación, que se realiza en la etapa a) de la metodología objeto de la patente de invención.

• M (F_{sol}), Momento de las fuerzas solicitantes: Momento producido por las fuerzas debidas a la acción solicitante del proceso. En una realización preferente de la invención es la suma de los momentos creados por cada filo de corte de una fresa, en una operación de planeado/ranurado. La magnitud de las fuerzas de corte es obtenida en la etapa b) de la metodología objeto de la presente patente de invención.

Otro aspecto de la presente invención, es un sistema para asegurar que la fijación evite el desplazamiento de la pieza en procesos de mecanizado empleado para la captación de las especificaciones de la etapa a) del procedimiento de la patente, que comprende los siguientes elementos:

- un medio de fijación (3), para esta realización preferente es una mesa magnética constituida por polos magnéticos (2) y situada sobre la mesa (1) de una máquina-herramienta.

- una pieza (4) cuadrada centrada respecto a los polos de la mesa magnética (3) y fijada por esta que va a recibir las solicitaciones del ensayo.

- una célula de carga (10) para medir la fuerza que se le está aplicando a la pieza (4) apoyada sobre unos elementos de sujeción que consisten en dos soportes (11) que reciben y transmiten las solicitaciones.

- un elemento de medición del desplazamiento (7) de la pieza (4) respecto a la mesa magnética (3) con su vástago-palpador (9) y soporte (8) correspondientes.

- y un elemento de empuje que se utiliza para ejercer la fuerza hasta la máxima que la mesa magnética (3) puede soportar en la dirección y sentido indicada en la figura 1 y siempre ejercida paralela al plano de las mesas (1, 3), y que comprende a su vez un conjunto de elementos que consiste en una escuadra de soporte (5), una tuerca (12) soldada a la escuadra (5) y un husillo (13) que por medio del giro de una manivela (6) suministra la fuerza para producir el fallo del sistema de fijación.

En una realización preferente, el husillo puede ser accionado mecánicamente, hidráulicamente, eléctricamente o de cualquier otra forma.

En otra realización preferente, el elemento de medición de desplazamiento puede ser reloj comparador, sistemas láser, dispositivos fotoeléctricos, sistemas de visión artificial, galgas extensiométricas o cualquier otro tipo de dispositivo que permita la medición del desplazamiento.

El procedimiento y sistema que establece esta patente de invención puede aplicarse a cualquier sistema de fijación: mecánicos, magnéticos, neumáticos, adhesivos, o de cualquier otro tipo. Puede aplicarse a cualquier tipo de proceso solicitante y sobre cualquier material. Es un procedimiento versátil, generado a partir de la aplicación de las ecuaciones de la estática y la estimación de las solicitaciones de un proceso.

Breve descripción de los dibujos

Para complementar la descripción realizada se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de figuras donde se representa, con carácter ilustrativo y no limitativo, una realización preferente que será descrita en el siguiente apartado.

Figura 1.- Muestra una vista del dispositivo de aplicación de fuerza para la caracterización del sistema de fijación de una aplicación preferente de acuerdo con la presente invención. Donde:

1. Mesa soporte de la máquina-herramienta

2. Polo magnético del dispositivo de fijación

3. Medio de fijación: mesa magnética

4. Pieza de trabajo

5. Escuadra de soporte del elemento de empuje

6. Manivela de accionamiento del elemento de empuje

7. Elemento de medición del desplazamiento de la pieza (en este caso corresponde a un reloj comparador)

8. Soporte del elemento de medición del desplazamiento de la pieza

9. Vástago-palpador del elemento de medición del desplazamiento

10. Célula de carga

11. Soportes de la célula de carga

12. Tuerca del elemento de empuje

13. Husillo del elemento de empuje

Figuras 2 y 3. Descripción geométrica de un proceso solicitante de tipo mecanizado con herramienta rotativa: fresado-ranurado. Donde el ángulo de posición de la herramienta es α , la profundidad de corte es a_p, el espesor de la viruta es *h*, el avance por diente de la fresa es f_z y el ancho de la viruta es *y*.

Figura 4. Representación en planta de una realización preferente del proceso solicitante de tipo fresado: ranurado, con una herramienta de diámetro *D,* y ángulo de posición de la herramienta de 90°, donde θ es la posición angular de un filo de corte.

Figura 5. Representación en planta de la misma realización preferente del proceso solicitante de tipo fresado-ranurado, en la que aparecen las fuerzas actuantes sobre la pieza debidas a un filo situado en la posición angular θ, siendo F_t y F_r las fuerzas ejercidas por ese filo en la dirección tangencial y radial, respectivamente, y F_x y F_y sus proyecciones sobre los ejes *X* e *Y* L_x y L_y son las dimensiones de la pieza medidas en ambos ejes.

Figura 6. Gráfico en el que se representan según unos ejes cartesianos. Según el eje de abscisas: el ángulo recorrido por la fresa en su giro. Según el eje de ordenadas el sumatorio de las solicitaciones consideradas en cada ecuación de la estática, tanto para Fuerzas como para los Momentos. Donde:

1 y 2.- representan el valor que toma el sumatorio de las Fuerzas solicitantes de los filos de corte sobre los ejes *X* e *Y*, respectivamente.

3.- representa el sumatorio de los momentos, respecto a un punto de referencia, en este caso G, debidos a las fuerzas solicitantes dadas por las curvas 1 y 2.

4. - representa el sumatorio de Momentos de las fuerzas interiores o fuerzas debidas a la reacción del plato magnético en las direcciones *X* e *Y*, supuestas concentradas en el centro de la pieza debida a la posición centrada de la pieza respecto a los polos de la mesa magnética.

5 y 6.- representan los valores de las fuerzas interiores sobre *X* e *Y* en el centro de la pieza.

Realización preferente de la invención

Para una mejor comprensión de la presente invención, se exponen a continuación una realización preferente de la invención, que se muestra en las figuras 1 a 6, que deben entenderse sin carácter limitativo del alcance de la invención.

De acuerdo con una realización preferente de la invención, se refiere a un procedimiento para asegurar que la fijación evite el desplazamiento en operaciones donde existan procesos solicitantes que comprende tres etapas: caracterizar las especificaciones de los sistemas de fijación, modelar las fuerzas del proceso solicitante y determinar la aplicabilidad a través de un factor de seguridad.

Caracterización de las especificaciones del sistema de fijación

Para realizar la adquisición, el registro del desplazamiento y la fuerza aplicada sobre la interfaz pieza-fijación se usa un microcontrolador que está conectado a un PC, donde se registran las experiencias realizadas. La solicitación aplicada se registra en todo momento, así como el desplazamiento, para poder caracterizar el fallo en la fijación.

De acuerdo con una realización preferente de la invención, para la adquisición de las experiencias realizadas se ha empleado un sistema caracterización del dispositivo de fijación (figura 1) que comprende:

- Un medio de fijación (3), para esta realización preferente es una mesa magnética constituida por polos magnéticos (2) y situada sobre la mesa (1) de una máquina-herramienta.

- Una pieza (4) cuadrada centrada respecto a los polos de la mesa magnética (3) y fijada por esta que va a recibir las solicitaciones del ensayo, una célula de carga (10) para medir la fuerza que se le está aplicando a la pieza (4) apoyada sobre unos elementos de sujeción que consisten en dos soportes (11) que reciben y transmiten las solicitaciones.

- Un elemento de medición del desplazamiento de la pieza (4) respecto a la mesa magnética (3), que en esta realización preferente es un reloj comparador (7), con su vástago-palpador (9) y soporte (8) correspondientes.

- Un elemento de empuje que se utiliza para ejercer la fuerza hasta la máxima que la mesa magnética (3) puede soportar en la dirección y sentido indicada en la figura 1 y siempre ejercida paralela al plano de las mesas (1, 3), y que comprende a su vez una escuadra de soporte (5), una tuerca (12) soldada a la escuadra (5) y un husillo (13) que por medio del giro de una manivela (6) suministra la fuerza para producir el fallo del sistema de fijación.

Modelado de las solicitaciones

La operación que suministra las fuerzas en la realización preferente de esta invención es un proceso de mecanizado de tipo fresado, en concreto una operación de planeado y/o ranurado

(Figuras 3, 4 y 5). El modelado o estimación de las solicitaciones comprende a su vez 2 fases: analítica y simulación.

1. Fase analítica: se realiza la estimación de las fuerzas que se producen durante el fresado, mediante el uso de valores conocidos de la presión específica de corte del material, por ejemplo, los obtenidos en el que aparece en el gráfico del catálogo de herramientas de corte de la marca Sandvik Coromant (Referencia de la publicación interna de la empresa C-2900:15 SPA/01 © AB Sandvik Coromant 2015), que permite calcular la fuerza tangencial en cada instante del corte.

2. Fase simulación: permite establecer correlaciones entre el cociente de la fuerza radial y la fuerza tangencial F_r / F_t = K_r y el espesor medio de viruta (*h*), para de esta forma poder valorar la fuerza radial en cada instante y quede completado el modelado de las fuerzas solicitantes.

Determinación de la aplicabilidad

El fallo de la fijación se produce en el instante en que la pieza comienza a deslizar sobre la superficie de la mesa magnética. Para identificar cuando se produce el fallo se aplican las condiciones de la estática a un sólido rígido que es la pieza que se está mecanizando. Si se cumplen las ecuaciones de la estática se asegura que la pieza no se moverá y, por tanto, no se producirá fallo en la fijación mientras el sumatorio de fuerzas y de momentos sea igual a 0.

El sumatorio de fuerzas sobre los ejes Xe Y será la suma de descomposiciones de las fuerzas tangencial y radial sobre cada sistema de coordenadas local (en cada diente de corte de la fresa). A estas fuerzas les será recíproca el valor máximo que pueden tomar las reacciones ejercidas por la mesa magnética.

$$\sum F_x = \left| \sum_i (F_{ti} \cdot \sin\theta_i) - (F_{ri} \cdot \cos\theta_i) \right| - F_{mx} = 0; (Ec.1)$$

$$\sum F_y = \left| \sum_i (F_{ti} \cdot \cos\theta_i) + (F_{ri} \cdot \cos\theta_i) \right| - F_{my} = 0; (Ec.2)$$

Verificando $F_{mx} \cong F_{my} \cong F_{m_{máx}}$; (Ec.3)

Donde:

- F_{ti} en N, fuerza tangencial del filo *i*.
- F_{ri} en N, fuerza tangencial del filo *i*.
- F_{mx}, F_{my}, $F_{m_{máx}}$ en N, fuerza de reacción de la mesa caracterizada en la fase de especificación del sistema de fijación y supuesta centrada en el centro geométrico de la pieza.
- Los subíndices x e y hacen referencia a las proyecciones de las fuerzas sobre los ejes *X* e *Y*.

- El subíndice *i* se refiere a cada uno de los dientes que están actuando.

- θ_i, en grados, indica la posición de cada diente respecto del punto donde entra a cortar (figuras 4 y 5).

Considerando un ángulo de posición del filo (α) de 90°, según las figuras 2 y 3, estas fuerzas, tangencial y radial, se calcularán respectivamente según las siguientes ecuaciones:

$$F_{ti} = k_{c1} \cdot a_p \cdot f_z^{1\text{-mc}} \cdot (\sin \theta_i)^{1\text{-mc}} \cdot \left(1 - \frac{y_0}{100}\right); (Ec.4)$$

$$F_{ri} = k_r \cdot k_{c1} \cdot a_p \cdot f_z^{1\text{-mc}} \cdot (\sin \theta_i)^{1\text{-mc}} \cdot \left(1 - \frac{y_0}{100}\right); (Ec.5)$$

Donde:

- k_{c1}, en N/mm^2, es la presión específica de corte para el material utilizado y el espesor de viruta (h_m) de la operación que aparece en el gráfico del catálogo de herramientas de corte de la marca Sandvik Coromant (Referencia de la publicación interna de la empresa C-2900:15 SPA/01 © AB Sandvik Coromant 2015).

- a_p, en mm, profundidad de pasada o encaje axial de la operación de fresado, tal como se muestra en las figuras 2 y 3.

- m_c, dato de la pendiente de la recta que aparece en el gráfico del catálogo de herramientas de corte de la marca Sandvik Coromant (Referencia de la publicación interna de la empresa C-2900:15 SPA/01 © AB Sandvik Coromant 2015).

- Y_0 en grados, es el ángulo de desprendimiento de corte ortogonal, es decir el ángulo medido en el plano perpendicular al filo de corte entre la cara de la herramienta y la perpendicular a la velocidad de corte o perpendicular a la mesa de trabajo. Para la realización preferente se toma y_0 = 0º.

Para establecer el criterio al aplicar la ecuación de $\sum$ M = 0 debemos contemplar la situación más desfavorable. Para ello, se deben tomar momentos respecto del punto más alejado del lugar donde el diente está realizando el corte. Este punto sería el primero sobre el que dejarían de cumplirse las ecuaciones de la estática y, por tanto, marcaría el inicio del fallo de la fijación de la pieza. Es decir, el punto *G* de la figura 5 sería el primero en el que dejase de cumplirse el equilibrio, dado que:

- Suponemos que la mesa magnética ofrece fuerzas uniformes en todas las posiciones y, por tanto, puede contrarrestar igual momento en todos los puntos de su superficie.

- En *G*, el momento de las fuerzas ejercidas por el corte es el máximo porque así lo es el brazo de cada fuerza en las que se descomponen las solicitaciones del corte en los ejes del plano de la mesa (figura 5).

En los restantes puntos, los brazos son menores y, por tanto, la ocurrencia del fallo queda definida por el instante en que no se cumple la ecuación $\sum$ M = 0 en el punto *G*.

De este modo, la ecuación suma de momentos quedaría como sigue:

$$\sum M = \sum_i (F_{xi} \cdot r_{F_{xi}} + F_{yi} \cdot r_{F_{yi}}) - F_{m_x} \cdot \frac{L_y}{2} - F_{my} \cdot \frac{L_x}{2} = 0; (Ec.6)$$

$$F_{mx} \cong F_{my} \cong F_{m_{máx}}; \text{ (Ec.7)}$$

Donde:

- $F_{m_{máx}}$ en N, es la fuerza máxima que es capaz de comunicar la mesa a la pieza, caracterizada en la etapa a) de la metodología de la presente patente de invención en su realización preferente.

- L_x y L_y son las dimensiones de la pieza en las correspondientes direcciones.

- $r_{F_{xi}} = y + \frac{D}{2} \sin\theta_i$; (Ec.8)

- $r_{F_{yi}} = x + \frac{D}{2} \sin\theta_i$; (Ec.9)

x e *y* son las coordenadas del centro de la fresa respecto al punto de referencia que es una de las esquinas de la pieza, en nuestro caso el punto *G*, y *D* es el diámetro de la fresa. Los subíndices que indican los dientes de la fresa que están cortando en cada momento se han omitido en las figuras 4 y 5 para simplificar la notación en las figuras.

El criterio de aplicabilidad de la realización preferida precisa, por tanto, la caracterización de la mesa a través de la determinación de $F_{m_{máx}}$, que procede de una determinada combinación de dispositivo/material/calidad superficial, así como de la valoración de las presiones específicas de corte y de las consideraciones geométricas de pieza y herramienta.

Por todo ello, para establecer el criterio de fallo podemos reducir la complejidad del problema si se determina cuál de las tres ecuaciones deja de cumplirse primero y, por tanto, configura el más restrictivo de los límites. Para ello, se representan gráficamente los valores obtenidos para las tres ecuaciones y los límites correspondientes a cada una (Figura 6).

Para obtener el criterio de fallo en la realización preferida se aplican los siguientes parámetros tecnológicos de mecanizado:

V_c (m/min)	a_p (mm)	f_z (mm/rev)
55	1	0.1
55	1	0.15
55	1	0.17
55	1	0.19
55	1	0.2
55	1	0.22
55	2.25	0.1
55	1.5	0.2
55	2	0.14
55	2.25	0.13

Material pieza: Acero AISIH13 de la marca Uddeholm templado a 52HRC.

Fresa. Sandvik R828.2-100-30. Ángulo de desprendimiento efectivo 0º.

Plaquita. Sandvik TPKN 2204PDR 4230, totalmente lisa por la cara de desprendimiento.

Se calculan primero las fuerzas y momentos de cada diente haciendo variar el ángulo de posición del mismo y finalmente se suman estos valores para todos los dientes que estén cortando. En el caso de la realización preferente se toma como referencia una pasada de planeado/ranurado a lo largo del eje Y de la máquina en su sentido positivo (Figura 4).

En la gráfica (Figura 6), se representan los valores que toman las restricciones de la estática para una realización preferente de la patente. Analizando la figura se comprueba que es obvio que la que está más cerca de dejar de cumplirse es la condición de $\Sigma M = 0$, ya que la curva del sumatorio de momentos de las fuerzas solicitantes está cerca de la de los momentos debidos a las fuerzas interiores de la mesa magnética que cualquiera de los sumatorio de fuerzas. Por lo tanto, sólo se debe revisar el cumplimiento de la condición $\Sigma M = 0$.

Con los datos obtenidos para esta realización preferente, se puede establecer un criterio de ayuda a la toma de decisión del usuario para determinar si la fijación es finalmente aceptable o no y, por tanto, definir la aplicabilidad del sistema en un determinado proceso, basándonos en un factor de seguridad (*fds*).

Este factor cuantifica la proximidad del fallo y se define por la siguiente ecuación:

$$fds = \frac{\sum Momentos\,F_{interiores}}{\sum Momento\,F_{solicitantes}} = \frac{M(F_{int})}{M(F_{sol})}$$

Donde:

- Momento de las fuerzas solicitantes, $M(F_{sol})$: Momento producido por las fuerzas debidas a la acción solicitante del proceso de arranque de viruta, situadas en cada diente.

- Momento de las fuerzas interiores, $M(F_{int})$: Momento que crea la mesa magnética en contra de las solicitaciones que produce el proceso de arranque de viruta. Posee magnitud constante debido a la fuerza máxima que puede soportar la mesa magnética, caracterizada previamente.

De este modo, el factor de seguridad (*fds*) varía en torno a la unidad, definiendo tres zonas de operación para la fijación, que constituyen el criterio de aplicabilidad.

$$fds \begin{cases} > 1 \; si \; M(F_{int}) > M(F_{sol}) \; \text{zona segura} \\ \cong 1 \; si \; M(F_{int}) \cong M(F_{sol}) \; \text{zona intermedia} \\ < 1 \; si \; M(F_{int}) < M(F_{sol}) \; \text{zona segura} \end{cases}$$

A continuación, se lleva a cabo, para la realización preferida, la validación de las previsiones efectuadas en virtud del criterio desarrollado realizando una serie de experiencias prácticas.

Así mismo, en función de la validación, se establece un valor orientativo para el *fds* adicional, si bien el usuario puede definir otro en función de sus necesidades pero que en ningún caso

puede ser inferior al *fds* que identifica la zona de operación óptima de la mesa magnética, que en el caso de la realización preferida es del orden de 1.2-1.3. Eventualmente, y a criterio del usuario, se puede añadir un margen más amplio para mayor seguridad optando por condiciones que limitan la exigencia solicitante y que, por tanto, afectarán al objetivo de la patente de invención que aquí se presenta que no es otro que el de maximizar el rendimiento general del proceso solicitante.

El modelo de determinación de la aplicabilidad es válido tanto para definir si un equipo de fijación puede llevar a cabo una operación dada, como para determinar cuáles son las condiciones de corte más exigentes que permiten aplicar el sistema de fijación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para asegurar que la fijación evite el desplazamiento de la pieza en procesos de mecanizado, que comprende al menos las siguientes etapas:

a) Caracterizar las especificaciones de los sistemas de fijación, mediante técnicas de modelado de las especificaciones máximas de fijación, así como las variables que las definen.

b) Estimar y simular las solicitaciones ejercidas sobre el sistema dispositivo de fijación-pieza.

c) Definir un criterio de fallo del sistema de fijación mediante la comparación de los datos obtenidos en las etapas anteriores y la definición de un factor de seguridad (*fds*), cuantifique la proximidad del fallo para garantizar una fijación adecuada a la pieza, operación de mecanizado y sistema de fijación dados.

2. Procedimiento según reivindicación 1, caracterizado porque las técnicas de modelado de las especificaciones máximas de fijación en la etapa a) comprende establecer los límites de funcionamiento del dispositivo y que dependerá del material, componente y forma del ensayo a realizar, así como la adquisición de todas las variables de influencia tales como los valores de la fuerza de desamarre que varían la fuerza máxima resultante sobre la interfaz pieza y dispositivo de fijación.

3. Procedimiento según reivindicación 2, donde la adquisición de datos de los valores de la fuerza de desamarre, está caracterizado por la utilización de un microcontrolador que recogerá y transmitirá los datos a un ordenador para llevar un registro de las experiencias.

4. Procedimiento según reivindicación 1, caracterizado porque la estimación de las solicitaciones sobre el dispositivo de fijación y la pieza en la etapa b), debidas al proceso de mecanizado, comprende a su vez, dos fases:

- Una fase analítica que consiste en realizar el cálculo de las fuerzas que se producen durante el mecanizado, mediante el uso de valores conocidos de la presión específica de corte del material para calcular la fuerza tangencial en cada instante del corte.

- Una fase de simulación de experiencias de mecanizado para obtener valores del cociente $K_r = F_r / F_t$, entre la fuerza radial F_r y la fuerza tangencial F_t y el espesor medio de viruta h, para estimar la fuerza radial, F_r, en cada instante y, consecuentemente, modelar de forma completa las fuerzas del proceso de arranque de viruta.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque en la definición del criterio de fallo del sistema de fijación y definición del factor de seguridad (*fds*) en la etapa c), comprende un criterio de ayuda al usuario para definir la aplicabilidad de un sistema de fijación en un determinado proceso de mecanizado. Para obtener (*fds*) se realiza una comparación de las especificaciones máximas del sistema de fijación obtenidas en la etapa a) con las solicitaciones estimadas en la etapa b) cuantificando la proximidad del fallo, definiéndose a través de la siguiente ecuación:

$$fds = \frac{\sum Momentos F_{interiores}}{\sum Momento F_{solicitantes}} = \frac{M(F_{int})}{M(F_{sol})}$$

Donde $M(F_{sol})$ es el momento de las fuerzas solicitantes y $M(F_{int})$ el momento de las fuerzas interiores.

6. Procedimiento según reivindicación 5, caracterizado porque el valor *f*ds varía en un rango entre:

$$fds \begin{cases} > 1 \; si \; M(F_{int}) > M(F_{sol}) \; \text{zona segura} \\ \cong 1 \; si \; M(F_{int}) \cong M(F_{sol}) \; \text{zona intermedia} \\ < 1 \; si \; M(F_{int}) < M(F_{sol}) \; \text{zona segura} \end{cases}$$

Definiendo tres zonas de operación para asegurar la fijación que constituye el criterio de aplicabilidad.

7. Sistema para asegurar que la fijación evite el desplazamiento de la pieza en procesos de mecanizado, según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque comprende los siguientes elementos:

- un medio de fijación (3), para esta realización preferente es una mesa magnética constituida por polos magnéticos (2) y situada sobre la mesa (1) de una máquina-herramienta.

- una pieza (4) cuadrada centrada respecto a los polos de la mesa magnética (3) y fijada por esta que va a recibir las solicitaciones del ensayo.

- una célula de carga (10) para medir la fuerza que se le está aplicando a la pieza (4) apoyada sobre unos elementos de sujeción que consisten en dos soportes (11) que reciben y transmiten las solicitaciones.

- un elemento de medición del desplazamiento (7) de la pieza (4) respecto a la mesa magnética (3) con su vástago (9) y soporte (8) correspondientes.

- y un elemento de empuje que se utiliza para ejercer la fuerza hasta la máxima que la mesa magnética (3) puede soportar en la dirección y sentido indicada en la figura 1 y siempre ejercida paralela al plano de las mesas (1, 3), y que comprende a su vez un conjunto de elementos que consiste en una escuadra de soporte (5), una tuerca (12) soldada a la escuadra (5) y un husillo (13) que por medio del giro de una manivela (6) suministra la fuerza para producir el fallo del sistema de fijación.

8. Sistema según reivindicación 7, donde el husillo (13) está caracterizado por ser accionado de forma mecánica, hidráulica, eléctrica o cualquier otro tipo.

9. Sistema según reivindicación 7, donde el elemento de medición de desplazamiento (7) está caracterizado por estar constituido por un reloj comparador, o bien mediante galgas extensiométricas, sistemas láser, dispositivos fotoeléctricos, sistemas de visión artificial, o cualquier otro dispositivo que permita la medición del desplazamiento.

10. Uso del procedimiento y sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por poder aplicarse a los distintos sistemas de fijación tales como mecánicos, magnéticos, neumáticos, adhesivos, y de cualquier otro tipo.

11. Uso del procedimiento y sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que extiende su aplicación sobre cualquier tipo de operación de mecanizado y cualquier proceso

solicitante, así como cualquier tipo, forma y material de herramienta de mecanizado y cualquier tipo, forma y material de pieza.

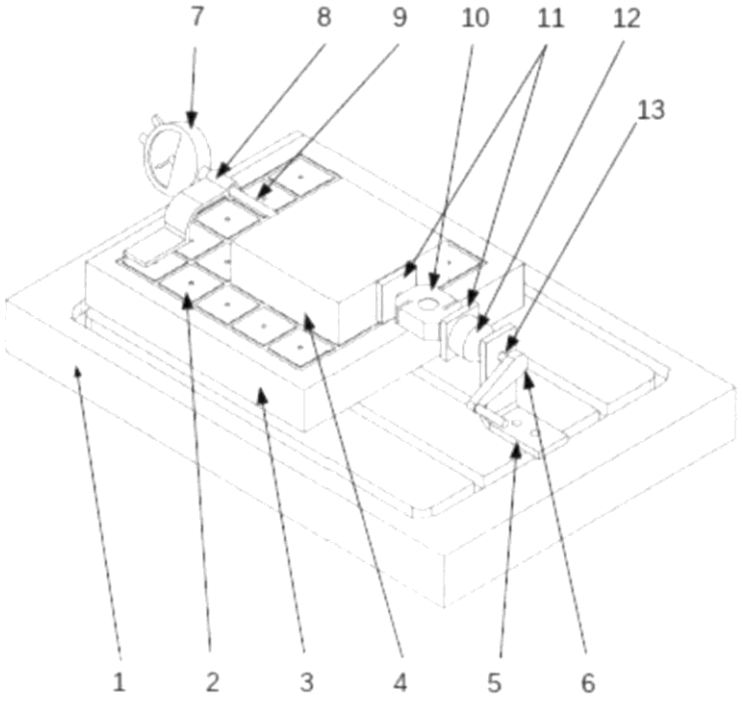


Figura 1

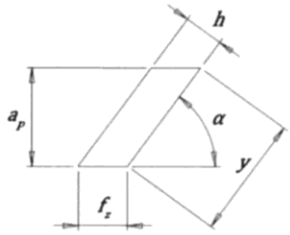


Figura 2

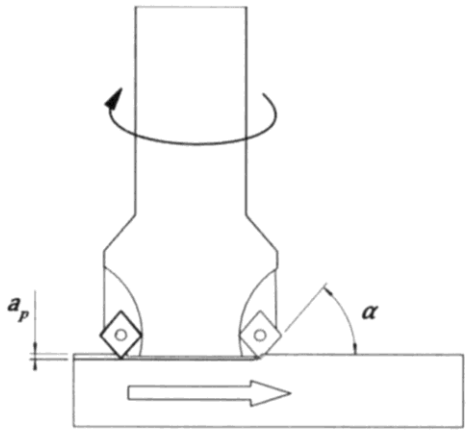


Figura 3

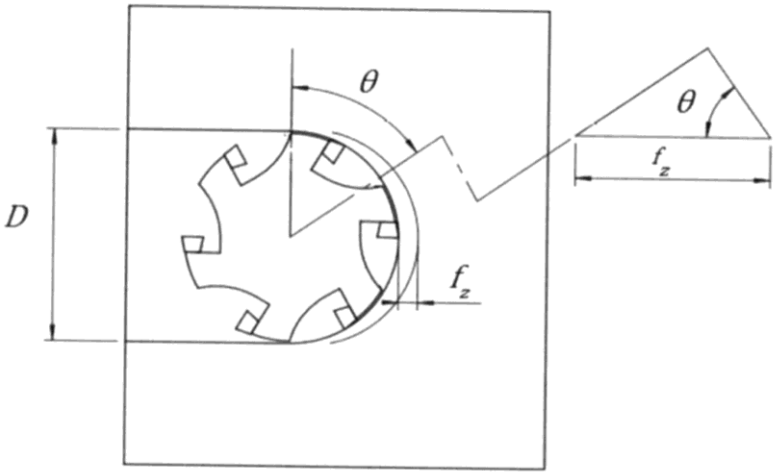


Figura 4

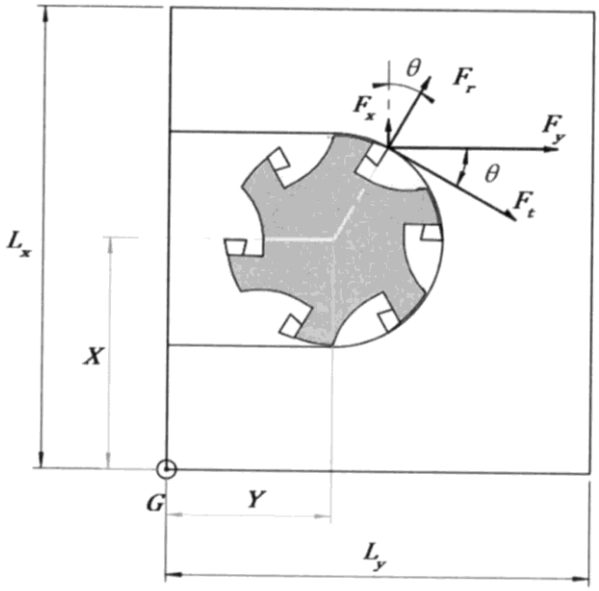


Figura 5

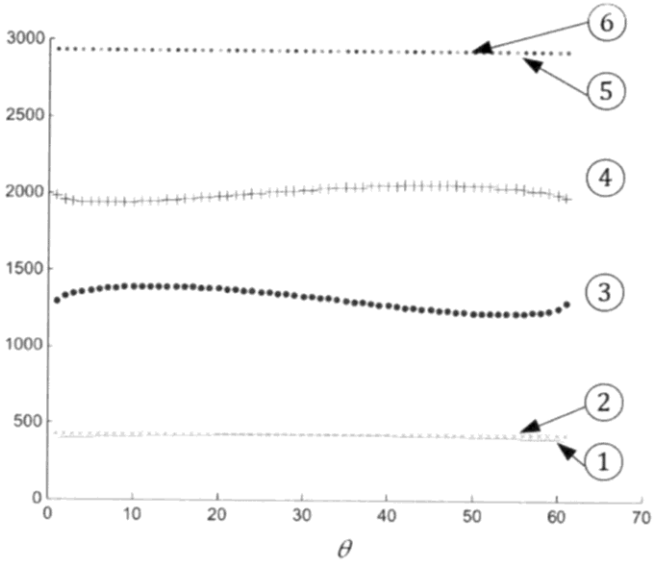


Figura 6

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201700317

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 29.03.2017

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***B23Q3/154*** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
A	US 4804914 A (BARAB-TARLE MATUS E et al.) 14/02/1989, Columna 2, líneas 17-43; figura 1.	1,7,10
A	DD 122429 A1 05/10/1976, Reivindicaciones 1-3; figuras.	1,7,10
A	US 4013932 A (AGGARWAL PAWAN KUMAR) 22/03/1977, Todo el documento.	1,7,10

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
27.11.2017	A. Gómez Sánchez	1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B23Q

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 27.11.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-11	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	1-11	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4804914 A (BARAB-TARLE MATUS E et al.)	14.02.1989
D02	DD 122429 A1	05.10.1976

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

D01 divulga un método para determinar la característica de fuerza de un dispositivo magnético de sujeción de piezas, que comprende pieza de trabajo que bajo a la que se hace mover por una determinada línea de prueba manteniendo una distancia constante con el dispositivo y un indicador de fuerza del campo magnético del dispositivo.

D02 presenta por su parte un método para medir la fuerza ejercida por un dispositivo electromagnético sobre una pieza que es presionada a su vez por un sistema hidráulico.

Estos métodos están alejados del objeto definido por la reivindicación número 1 independiente. Así se considera como nuevo (Art. 6.1 LP) y que supone actividad inventiva (Art. 8.1 LP) a dicho objeto.

En consecuencia se considera asimismo como nuevos (Art. 6.1 LP) y que suponen actividad inventiva (Art. 8.1 LP) a los objetos definidos por las reivindicaciones números 2 a 6, dependientes de la primera reivindicación.

D01 presenta un sistema de medición de la fuerza ejercida por el dispositivo electromagnético que incluye una mesa magnética, una pieza de ensayo y medios para medir la fuerza ejercida pero no incluye medios para la medición del desplazamiento de la pieza sobre la mesa debido a la fuerza ejercida por el elemento de empuje.

D02 divulga un dispositivo que incluye una mesa magnética y cilindros de presión para medir la fuerza ejercida por el dispositivo, pero nuevamente no incluye medios de medición del desplazamiento de la pieza sobre la mesa.

Ninguno de estos sistemas parece divulgación suficiente para poner en cuestión la novedad (Art. 6.1 LP) o la actividad inventiva (Art. 8.1 LP) del objeto definido por la reivindicación número 7 independiente. Así se considera como nuevo (Art. 6.1 LP) y que supone actividad inventiva (Art. 8.1 LP) a dicho objeto.

En consecuencia se considera asimismo como nuevo (Art. 6.1 LP) y que suponen actividad inventiva (Art. 8.1 LP) a los objetos definidos por las reivindicaciones números 8 a 9, dependientes de la séptima reivindicación y las reivindicaciones 10-11.