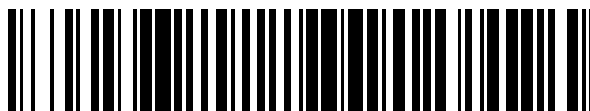


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 991**

51 Int. Cl.:

B23P 15/00 (2006.01)

B23P 19/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2009 E 09779156 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2408589**

54 Título: **Procedimiento para la detección de cuerpos extraños en el ensamblaje de al menos dos componentes de una pieza, así como sistema de ensamblaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.04.2013

73 Titular/es:

**ALFING KESSLER SONDERMASCHINEN GMBH
(100.0%)
Auguste-Kessler-Strasse 20
73433 Aalen, DE**

72 Inventor/es:

WISNIEWSKI, HORST

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 400 991 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 para la detección de cuerpos extraños en el ensamblaje de al menos dos componentes de una pieza, así como sistema de ensamblaje

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la detección de cuerpos extraños, especialmente de inclusiones, partículas y/o impurezas, en el ensamblaje de dos componentes separados por rotura para dar una pieza en una superficie de separación. La presente solicitud se refiere además a un sistema de ensamblaje para la realización del procedimiento mencionado, así como a un dispositivo de atornillado con un controlador de atornillado, que realiza el procedimiento mencionado.

10 Antecedentes de la invención

En el ensamblaje de dos componentes de una pieza puede ser desventajoso, por una parte, en lo referente a la resistencia de la conexión de ensamblaje y, por otra parte, en lo referente a otras etapas de montaje posteriores, que entre los dos componentes que van a ensamblarse de la pieza estén presentes cuerpos extraños, especialmente inclusiones, partículas y/o impurezas.

15 Esto es especialmente de importancia en la zona de ensamblaje de la tapa y del vástago de una biela rota (biela fracturada) o en el ensamblaje de la tapa y la parte inferior de una horquilla articulada en cruz rota, ya que especialmente en el procedimiento de separación por rotura pueden quedar cuerpos extraños, especialmente inclusiones o partículas, sobre las superficies de separación respectivas. En un caso posible, las partículas se desprenden mediante el primer atornillado o ensamblaje de ambos componentes de la superficie de separación, de manera que en una posterior etapa de procesamiento, por ejemplo, al volver a abrir la biela rota para el montaje final, por ejemplo, para conectarla con el cigüeñal, se caen de la biela. Sin embargo, cuando las partículas u otros cuerpos extraños se caen de las superficies de separación respectivas en el montaje final y quedan en el entorno de montaje respectivo, por ejemplo, en un motor, esto puede conducir a daños, especialmente en los rodamientos en el motor.

20 Por tanto, hasta la fecha se usaron diferentes procedimientos mediante los cuales pueden eliminarse los cuerpos extraños de las superficies de separación. A este respecto pueden mencionarse especialmente el cepillado, el soplado, el tratamiento con fluidos y/o la sacudida de los componentes respectivos. Luego se realiza visualmente un control final de las superficies de separación limpiadas, pero debido a las topografías muy diferentes inherentes al procedimiento no puede automatizarse.

30 Como otro estado de la técnica puede mencionarse el documento JP 2001-162548 A que da a conocer un procedimiento para la detección de cuerpos extraños en el ensamblaje de dos componentes para dar una pieza, que comprende las etapas

- Ensamblar los componentes
- Registrar la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje en el ensamblaje
- 35 - Comparar la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje con una curva característica de referencia
- Activar una etapa para eliminar los cuerpos extraños y/o para transmitir un mensaje en caso de que se establezca una desviación de la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje registrada en el ensamblaje de la curva característica de referencia.

40 Descripción

A partir de los antecedentes técnicos anteriormente expuestos se plantea como objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento para la detección de cuerpos extraños, especialmente de inclusiones, partículas o impurezas, en el ensamblaje de al menos dos componentes de una pieza que hace posible una detección más fidedigna de los cuerpos extraños respectivos, así como una automatización.

45 Otro objetivo es proporcionar un sistema de ensamblaje correspondiente para la realización del procedimiento.

Un procedimiento de este tipo para la detección de cuerpos extraños, especialmente de inclusiones, partículas y/o impurezas, en el ensamblaje de al menos dos componentes se propone en la reivindicación 1. Los componentes de la pieza se ensamblan especialmente mediante la aplicación de una fuerza de ensamblaje, registrándose una

curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje en el ensamblaje. Al menos algunos intervalos de esta curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje se comparan luego con una familia de curvas de referencia predeterminada y de manera correspondiente a la desviación respectiva se aprecia la presencia de un cuerpo extraño o se confirma la ausencia de un cuerpo extraño.

5 El procedimiento se basa en el conocimiento de que el desarrollo de la fuerza de ensamblaje durante la distancia de ensamblaje en el ensamblaje de ambos componentes depende de la calidad superficial respectiva, especialmente de la calidad de las superficies de separación de ambos componentes. Mediante experimentos por parte de la solicitante se descubrió que, especialmente en la zona de las piezas separadas por rotura en las superficies de separación, no sólo están presentes partículas sueltas, sino también partículas que todavía están unidas con el componente verdadero y que sólo se han curvado/doblado por el proceso de separación por rotura.
10 Estas partículas curvadas todavía unidas al componente se vuelven a doblar de nuevo parcialmente a su posición inicial en el primer ensamblaje de ambos componentes después de la separación por rotura y a este respecto pueden romperse completamente, de manera que al volver a abrir ambos componentes, por ejemplo, para asegurar una biela rota en el cigüeñal de un motor o de un compresor, se caen de la superficie de separación correspondiente.
15

La solicitante ha descubierto que la fuerza de ensamblaje que va a emplearse durante la distancia de ensamblaje guarda relación con la calidad superficial de las superficies de ensamblaje respectivas o superficies de separación de los componentes.

20 Así, cuando un cuerpo extraño, especialmente una partícula suelta desconchada o una partícula todavía unida a uno de los componentes, está presente sobre la superficie de separación respectiva, la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje transcurre al principio más plana, ya que una partícula individual siempre es menos rígida que toda la superficie de ensamblaje.

25 Sin embargo, en el ensamblaje de dos superficies de ensamblaje completamente libres de cuerpos extraños, la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje presenta un desarrollo en gran medida lineal con una pendiente esencialmente constante, al menos hasta el límite de fluencia. Por el contrario, en presencia de un cuerpo extraño sobre la superficie de ensamblaje, la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje transcurre inicialmente más plana y luego sube posteriormente más empinada, de manera que la pendiente en el intervalo de distancia inicial del proceso de ensamblaje es más pequeño que al final del proceso de ensamblaje.

30 Mediante el procedimiento propuesto ahora puede determinarse, debido a una comparación de la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje en el ensamblaje de ambas piezas con una familia de curvas de referencia, si las superficies de ensamblaje respectivas, especialmente las superficies de separación de ambas piezas ensambladas, estaban limpias o si aquí estaban presentes cuerpos extraños, especialmente inclusiones, partícula y/o impurezas sobre una o ambas de las superficies de ensamblaje, y de manera correspondiente la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje se desvía en el ensamblaje de la familia de curvas de referencia fijada. Si se establece una desviación de este tipo, entonces la pieza ensamblada puede someterse a un tratamiento separado mediante el cual se eliminan el cuerpo extraño.
35

Para comparar la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje determinada en el ensamblaje con la familia de curvas de referencia se determina al menos un primer gradiente de fuerza de ensamblaje y distancia en al menos un primer punto de medición, y al menos un segundo gradiente de fuerza de ensamblaje y distancia en un segundo punto de medición, que se diferencia del primer punto de medición.
40

Además, luego se forma el cociente a partir de los gradientes y el cociente se compara con un intervalo de valores de gradientes determinados resultantes de la familia de curvas de referencia, especialmente incluyendo un intervalo de tolerancia predeterminado. De esta manera puede simplificarse la comparación entre la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje medida en el actual proceso de ensamblaje y la familia de curvas de referencia, ya que aquí sólo debe compararse un valor unidimensional.
45

El establecimiento del primer punto de medición, así como del segundo punto de medición, puede o bien automatizarse (por ejemplo, después del 20 % de aumento de la máxima fuerza de ensamblaje y después del 80 % de aumento de la máxima fuerza de ensamblaje), o bien determinarse manualmente debido a experiencia previa.

50 En una variante preferida, la fuerza de ensamblaje entre dos componentes, especialmente entre dos componentes de una pieza separada por rotura como la tapa y el vástago de una biela rota o la tapa y la parte inferior de una horquilla articulada en cruz rota, se aplica mediante atornillado. En el atornillado se registra luego como curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje una curva característica del par de giro/ángulo de giro. De manera correspondiente, a partir de la curva característica del par de giro/ángulo de giro puede registrarse de nuevo un primer gradiente en un primer punto de medición y un segundo gradiente en un segundo punto de medición, y el

cociente formado a partir de estos dos gradientes puede compararse con un intervalo de valores predeterminado.

En otra variante, la fuerza de ensamblaje puede aplicarse mediante un dispositivo de compresión, midiéndose la distancia en la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje, especialmente con respecto a la superficie de ensamblaje.

5 La familia de curvas de referencia o el intervalo de valores determinado a partir de esta familia de curvas de referencia se determina ventajosamente mediante mediciones en el mismo tipo de pieza, sin la presencia de cuerpos extraños. A este respecto, la familia de curvas de referencia, y especialmente el intervalo de valores predeterminado, puede comprender un intervalo de tolerancia que sobrepasa las curvas o valores empíricamente determinados. De esta manera puede conseguirse que para cada tipo de pieza, por ejemplo, para bielas rotas de
10 distinto tamaño u horquillas articulada en cruz rotas de distinto tamaño, pueda establecerse respectivamente una familia de curvas de referencia óptima o un intervalo de valores predeterminado óptimo, de manera que pueda realizarse una detección fidedigna de cuerpos extraños.

En otra manifestación ventajosa del procedimiento, la fuerza de ensamblaje se aplica a los tornillos mediante un dispositivo de atornillado que unirá de nuevo entre sí los componentes de la pieza separada por rotura. A este
15 respecto, el dispositivo de atornillado transmite una curva característica del par de giro/ángulo de giro a un dispositivo de evaluación que, a su vez, asume la valoración de si en la superficie de ensamblaje, especialmente la superficie de separación, de los componentes atornillados el uno con el otro está presente un cuerpo extraño.

En otra etapa de procedimiento preferida, cuando la valoración da que la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje medida en el actual proceso de ensamblaje se encuentra fuera del intervalo fijado por la familia de
20 curvas de referencia, la conexión de ensamblaje puede desatornillarse de nuevo, eliminarse los cuerpos extraños en la superficie de ensamblaje respectiva y ensamblarse luego de nuevo los dos componentes, ventajosamente aplicando de nuevo el procedimiento de detección ya descrito. Mediante esto puede conseguirse que ninguna pieza abandone la estación de ensamblaje que todavía está contaminada en su superficie de ensamblaje con un cuerpo extraño.

25 La realización repetida del procedimiento de desatornillado de la conexión de ensamblaje y el volver a ensamblar realizando el procedimiento de detección tiene como consecuencia que puedan detectarse especialmente todos los cuerpos extraños relevantes. Evidentemente también existe la posibilidad de desechar los componentes que van a ensamblarse o la pieza después de algunas etapas de iteración.

30 Los cuerpos extraños establecidos en el procedimiento de detección pueden eliminarse mediante sacudida de los componentes, soplado, cepillado, tratamiento con fluidos o eliminación manual.

El gradiente se determina preferiblemente al principio y al final de la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje respectiva, y especialmente la curva característica del par de giro/ángulo de giro. Mediante esto puede establecerse de forma especialmente fidedigna si la curva característica medida respectiva se desvía del desarrollo
35 cuasi lineal típico en una superficie de ensamblaje limpia y adopta un desarrollo más plano en el intervalo inferior y más empinado en el intervalo superior, es decir, una curva característica cuasi pendiente.

Como componentes de una pieza que va a ensamblarse se prevén aquí especialmente el vástago y la tapa de una biela separada por rotura o la tapa y la zona de horquilla de una horquilla articulada en cruz separada por rotura.

40 Resulta un desarrollo especialmente eficiente del proceso de ensamblaje cuando inicialmente se sacuden los dos componentes, luego se ensamblan los dos componentes entre sí, especialmente se atornillan el uno con el otro, usando el procedimiento de detección correspondiente, y en caso de detección de un cuerpo extraño se desatornilla la conexión de ensamblaje, se sacuden de nuevo los dos componentes y después se ensamblan de nuevo entre sí.

El objetivo anteriormente mencionado se alcanza además mediante un sistema de ensamblaje según la reivindicación 10 para la realización del procedimiento como ya se describió, comprendiendo el sistema de
45 ensamblaje un dispositivo de ensamblaje que registra una curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje y un dispositivo de evaluación que evalúa la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje que ha sido registrada por el dispositivo de ensamblaje. A este respecto, el dispositivo de evaluación compara la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje registrada con una familia de curvas de referencia fijada y en el caso de una desviación de la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje registrada activa una acción correspondiente y transmite especialmente un mensaje y/o introduce una etapa de procesamiento separada. En el
50 sistema de ensamblaje se usa como dispositivo de ensamblaje preferiblemente un dispositivo de atornillado según la reivindicación 12 que como curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje registra una curva

característica del par de giro/ángulo de giro y la transmite al dispositivo de evaluación.

5 El dispositivo de evaluación del sistema de ensamblaje determina según la invención a partir de la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje un primer gradiente en un primer punto de medición y un segundo gradiente en un segundo punto de medición, determina el cociente de los gradientes y compara este cociente con un intervalo de valores predeterminado para transmitir una señal de detección de cuerpos extraños en caso de una desviación de este intervalo de valores.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se tratan mediante los dibujos adjuntos diferentes curvas características a modo de ejemplo mediante las cuales se describe el procedimiento de detección.

10 A este respecto muestran:

- La Figura 1 una curva característica del par de giro/ángulo de giro en el primer atornillado de una superficie de ensamblaje limpia;
- La Figura 2 una curva característica del par de giro/ángulo de giro de la superficie de ensamblaje en la que se basa la Figura 1 en el quinto atornillado;
- 15 La Figura 3 una curva característica del par de giro/ángulo de giro de una superficie de ensamblaje sobre la que se ha aplicado una partícula de 0,46 g de peso en el primer atornillado;
- La Figura 4 una curva característica del par de giro/ángulo de giro de la superficie de ensamblaje en la que se basa la Figura 3 con la partícula de 0,46 g de peso en el cuarto atornillado;
- 20 La Figura 5 una curva característica del par de giro/ángulo de giro con una superficie de ensamblaje sobre la que se ha aplicado una partícula de 0,17 g de peso en el primer atornillado;
- La Figura 6 una curva característica del par de giro/ángulo de giro de la superficie de ensamblaje en la que se basa la Figura 5 con la partícula de 0,17 g de peso en el cuarto atornillado;
- La Figura 7 una curva característica del par de giro/ángulo de giro de una superficie de ensamblaje con una partícula de 0,02 g de peso en el primer atornillado;
- 25 La Figura 8 una curva característica del par de giro/ángulo de giro de la superficie de ensamblaje en la que se basa la Figura 7 con la partícula de 0,02 g de peso en el cuarto atornillado;
- La Figura 9 a modo de ejemplo mediante un ejemplo implementado el desarrollo del par y gradiente en el ensamblaje de dos componentes en presencia de una partícula de 0,16 g de peso, así como en la superficie de ensamblaje limpia;
- 30 La Figura 10 el desarrollo de gradiente con el par de giro en el ejemplo en el que sea basa la Figura 9 con una partícula de 0,16 g de peso y con superficie de ensamblaje limpia; y
- La Figura 11 a modo de ejemplo una pieza en forma de una biela rota con dos componentes, concretamente el vástago y la tapa.

Descripción detallada de los ejemplos de realización

35 A continuación se describe en varios ejemplos el procedimiento para la detección de cuerpos extraños, especialmente de inclusiones, partículas y/o impurezas, en el ensamblaje de al menos dos componentes de una pieza. A este respecto, números de referencia iguales en las figuras respectivas designan elementos iguales o similares para evitar una descripción repetida de los elementos respectivos.

40 El procedimiento se basa en el conocimiento de que el desarrollo de la fuerza de ensamblaje en el ensamblaje de dos componentes de una pieza durante la distancia de ensamblaje presenta rasgos característicos que dependen de la calidad y del estado de la superficie de ensamblaje respectiva. Especialmente se apreció que la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje en una superficie de ensamblaje limpia, es decir, una superficie de ensamblaje sin cuerpos extraños como partículas, inclusiones y/o impurezas, conduce a una curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje esencialmente lineal con una pendiente esencialmente constante.

45 Una curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje de este tipo en superficies de ensamblaje limpias se muestra a continuación en las Figuras 1 y 2, en las que como fuerza de ensamblaje está representado el par de

giro aplicado por un dispositivo de atornillado sobre un atornillado de los componentes que van a ensamblarse, y como distancia o distancia de ensamblaje está representado el ángulo de giro respectivo del atornillado.

La curva característica del par de giro/ángulo de giro mostrada en las Figuras 1 y 2 se alcanza en el ensamblaje de dos componentes de una pieza mediante la unión roscada en una superficie de ensamblaje limpia.

5 A este respecto, la Figura 1 muestra la línea 1 característica del par de giro/ángulo de giro, estando representado sobre el eje X el ángulo de giro en grados y sobre el eje Y el par de giro en Nm.

10 Se aprecia claramente que la curva característica del par de giro/ángulo de giro presenta en un primer intervalo a una pendiente esencialmente constante y está diseñada esencialmente lineal. La curva característica del par de giro/ángulo de giro muestra este comportamiento esencialmente hasta el límite de fluencia indicado con el símbolo de referencia c de los tornillos usados para el atornillado de ambos componentes. En el límite de fluencia c, el par de giro aplicado alcanza su máximo. A partir del límite de fluencia c, en el intervalo b puede detectarse otro comportamiento que resulta de la fluencia del atornillado, pero que inicialmente no desempeña ninguna función en las posteriores consideraciones.

15 La Figura 2 muestra una línea 1' característica del par de giro/ángulo de giro que está registrada en la misma superficie de ensamblaje que la curva característica del par de giro/ángulo de giro de la Figura 1. No obstante, la superficie de ensamblaje en la Figura 2 ya se atornilló cuatro veces, de manera que la Figura 2 muestra la curva característica del par de giro/ángulo de giro en el quinto atornillado.

20 En este quinto atornillado también puede encontrarse de nuevo, al menos en el intervalo a de la curva característica del par de giro/ángulo de giro, concretamente antes del límite de fluencia c, un desarrollo esencialmente lineal de la curva característica y la pendiente es esencialmente constante durante todo el intervalo de ángulos de giro.

25 A partir de la comparación de la Figura 1 y Figura 2 puede apreciarse que en una superficie de ensamblaje limpia las curvas características del par de giro/ángulo de giro es esencialmente similar entre sí y es especialmente esencialmente lineal en la primera sección inferior a hasta el límite de fluencia c y presenta esencialmente una pendiente constante. Sólo el principio del límite de fluencia c se desplaza al atornillar varias veces en la dirección de ángulo de giro más pequeño y par de giro más pequeño. Pero en el presente caso esto también puede depender de las condiciones experimentales, por ejemplo, también de un alargamiento del tornillo que se utilizó para unir entre sí cinco veces ambos componentes, o de un cambio de la rosca correspondiente en los componentes.

30 En la Figura 1 se registran respectivamente los gradientes dP/dA en dos puntos de medición diferentes que están designados con el símbolo de referencia 2 y 3. En el primer punto de medición 2 está representado el gradiente dP_i/dA_i inferior y en el segundo punto de medición 3 el gradiente dP_s/dA_s superior. A este respecto, el gradiente dP_s/dA_s superior se encuentra en una sección superior de la sección lineal a de la línea 1 característica del par de giro/ángulo de giro, y el gradiente dP_i/dA_i inferior en una sección inferior de la línea a característica del par de giro/ángulo de giro.

35 Debe apreciarse que el gradiente en el punto de medición 2 es algo mayor que el gradiente en el punto de medición 3. De manera correspondiente, a partir de ambos gradientes puede formarse un cociente del siguiente modo:

$$\text{Cociente} = \text{Gradiente superior} / \text{Gradiente inferior}$$

En el presente caso de superficie de ensamblaje limpia en la que se basa la curva característica del par de giro/ángulo de giro de la Figura 1, este cociente es aproximadamente 1.

40 En la Figura 2 también pueden calcularse los gradientes correspondientes y el cociente correspondiente, determinándose también en este cálculo el cociente de aproximadamente 1.

45 Las Figuras 3 y 4 muestran la curva característica del par de giro/ángulo de giro en el ensamblaje de dos componentes, entre cuyas superficies de ensamblaje se encuentra una partícula con una masa de 0,46 g, mostrando la Figura 3 la curva característica en el primer atornillado y la Figura 4 la curva característica en el cuarto atornillado.

De nuevo aquí también puede apreciarse que la curva característica en el primer atornillado (Figura 3) y la curva característica en el cuarto atornillado (Figura 4) son esencialmente similares entre sí, pero que se desvían claramente de la característica de las curvas características del par de giro/ángulo de giro de las Figuras 1 y 2.

50 Las curvas características del par de giro/ángulo de giro de las Figuras 3 y 4 son especialmente respectivamente en el intervalo inferior más planas que en el intervalo superior. Esto puede explicarse, entre otras cosas, porque,

5 cuando una partícula se encuentra sobre las superficies de ensamblaje entre ambos componentes, la curva característica del par de giro/ángulo de giro debe transcurrir al principio más plana, ya que una partícula es claramente menos rígida que toda la superficie de ensamblaje. De manera correspondiente, la curva característica al principio es más plana que en el intervalo superior, en el que la influencia de toda la superficie de ensamblaje siempre es mayor y la influencia de la partícula individual siempre será más pequeña.

En este contexto también es interesante el conocimiento de que este comportamiento es esencialmente independiente del número de atornillados o ensamblajes realizados sucesivamente varias veces, al menos hasta el cuarto atornillado, que está mostrado en la Figura 4.

10 En estas figuras, el comportamiento de las curvas características del par de giro/ángulo de giro también es de forma que las curvas características son esencialmente similares entre sí en el intervalo a, a' hasta el límite de fluencia c. En el intervalo del límite de fluencia y después, es decir, en las zonas c y b, el comportamiento también es similar, pero inicialmente no desempeña ninguna función en relación con el presente procedimiento.

15 En la Figura 3 se marcan de nuevo el triángulo del gradiente dP_i/dA_i en la primera posición de medición 2 y el triángulo del gradiente dP_s/dA_s en la segunda posición de medición 3 y se calculan los gradientes y a partir de los gradientes los cocientes del gradiente superior entre el gradiente inferior, así se obtiene aquí un valor que se encuentra claramente por encima 1. Evidentemente, el cociente también puede formarse a partir del valor de medición inferior en la posición de medición 2 entre el valor de medición superior en la posición de medición 3, de manera que aquí resultaría un cociente que es claramente inferior a 1. Ahora es esencial que el valor del cociente se desvíe claramente de 1, es decir, el valor de referencia derivado de la familia de curvas de referencia representada en las Figuras 1 y 2.

Desarrollos similares resultan de las Figuras 5 y 6, en las que se muestra el ensamblaje de dos componentes en presencia de la partícula con 0,17 g de masa en la superficie de ensamblaje, estando mostrado en la Figura 5 el primer atornillado y en la Figura 6 el cuarto atornillado.

25 Sin embargo, las curvas características del par de giro/ángulo de giro son de nuevo similares entre la Figura 5 y la Figura 6. Aquí también puede apreciarse especialmente que la curva característica del par de giro/ángulo de giro en el intervalo inferior transcurre esencialmente más plana que en su intervalo superior. De manera correspondiente, el cociente del gradiente superior y el gradiente inferior se desvía de nuevo esencialmente de 1.

30 Las Figuras 7 y 8 muestran de nuevo el ensamblaje de dos componentes, esta vez en presencia de una partícula con una masa de 0,02 g, mostrándose en la Figura 7 la curva característica en el primer atornillado y en la Figura 8 la curva característica en el cuarto atornillado. De nuevo puede apreciarse claramente que en el intervalo inferior la curva transcurre esencialmente más plana que en su intervalo superior.

35 Para poder recoger más claramente los términos "intervalo inferior" e "intervalo superior" y para hacerlos automatizadamente determinables puede preverse, por ejemplo, que el punto de medición inferior se fije después del 20 % del par de giro aplicado máximo, o la fuerza de ensamblaje aplicada máxima, y el punto de medición superior después del 80 % de la fuerza de ensamblaje aplicada máxima. Evidentemente, también son posibles otras posibilidades para fijar los puntos de medición respectivos. Al menos es fácilmente automatizable un procedimiento en el que los puntos de medición para los gradientes respectivos se llevan a la posición, que pueden determinarse por sí mismos automáticamente a partir de la curva característica conociendo los parámetros respectivos.

40 A partir de las diferentes curvas característica del par de giro/ángulo de giro anteriormente representadas, por una parte un proceso de ensamblaje en superficie de ensamblaje limpia (Figuras 1 y 2) y, por otra parte, procesos de ensamblaje con pequeñas partículas incorporadas sobre la superficie de ensamblaje respectiva (Figuras 3 a 8), puede apreciarse que mediante una sencilla comparación de las curvas características respectivas con una familia de curvas de referencia fijada puede descubrirse si una partícula está presente o no sobre la superficie de ensamblaje respectiva.

Una familia de curvas de referencia de este tipo puede determinarse, por ejemplo, mediante trabajo experimental en diferentes piezas del mismo tipo, debiendo asegurarse que las superficies de ensamblaje respectivas estén absolutamente limpias.

50 Para simplificar el cálculo interno también pueden establecerse sólo dos puntos de medición 2, 3 diferentes, por ejemplo, en el intervalo del 20 % inferior de la curva característica y en el intervalo del 80 % superior de la curva característica hasta la fuerza de ensamblaje aplicada máxima respectiva, se calculan respectivamente las pendientes/gradientes en los puntos de medición correspondientes y a partir de éstos se forma un cociente. Si el cociente es próximo a 1, con alta probabilidad no está presente ningún cuerpo extraño en la superficie de

ensamblaje. Si el cociente es esencialmente inferior a 1 o esencialmente superior a 1, entonces con alta probabilidad está presente un cuerpo extraño sobre una de las superficies de ensamblaje. Como familia de curvas de referencia también sirve aquí una familia de curvas que tiene esencialmente la misma pendiente durante el intervalo considerado.

5 Un dispositivo de evaluación en el que se introduce el conjunto de datos medido o determinado por el dispositivo de ensamblaje respectivo de la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje o de la curva característica del par de giro/ángulo de giro puede determinar ahora mediante el cálculo del cociente respectivo a partir de los gradientes superior e inferior si sobre la superficie de ensamblaje se encuentran cuerpos extraños o si la superficie de ensamblaje está limpia. Si la superficie de ensamblaje está limpia, la pieza ensamblada puede transferirse a la siguiente estación. Si en la superficie de ensamblaje está presente un cuerpo extraño, especialmente una partícula, entonces el dispositivo de evaluación correspondiente puede someter la pieza ensamblada a otro tratamiento o transmitir un mensaje correspondiente.

15 En una implementación del procedimiento resultan los desarrollos del par y gradiente mostrados en la Figura 9. A este respecto, la línea 40 continua muestra el desarrollo del par en el ensamblaje sin cuerpo extraño, la curva 42 el desarrollo del par en el ensamblaje de ambos componentes en presencia de una partícula de 0,16 g de masa, la curva 44 el desarrollo del gradiente en una superficie de ensamblaje limpia y la curva 46 el desarrollo del gradiente en presencia de la partícula de 0,16 g de masa.

20 La implementación muestra claramente que en la superficie 40 de ensamblaje limpia resulta un desarrollo 44 del gradiente completamente distinto que en presencia de una partícula sobre la superficie de ensamblaje. De manera correspondiente, a partir de este desarrollo del par o del gradiente de la Figura 9 puede determinarse la presencia de una partícula o la presencia de una superficie de ensamblaje limpia.

25 La Figura 10 muestra además el desarrollo del gradiente con el par de giro, mostrando la curva 50 el desarrollo del gradiente con el par de giro en superficie de ensamblaje limpia y la curva 52 el desarrollo del gradiente con el par de giro en una superficie de ensamblaje provista de una partícula de 0,16 g de peso. Aquí también se aprecia claramente que la curva 50 transcurre esencialmente en un intervalo muy estrecho entre 1,5 y 2,0 Nm/°, mientras que la curva 52 varía claramente entre 0 y 3,0 Nm/°. A partir de esto también puede deducirse la presencia o la no presencia de un cuerpo extraño sobre la superficie de ensamblaje.

30 En relación con la Figura 10 puede señalarse que el alto valor del gradiente al principio se atribuye a un valor inicial en el controlador correspondiente del dispositivo de atornillado correspondiente, habiéndose ajustado como valor inicial 60 Nm, por lo que la diferencia de arranque fue grande y, debido al aviso ajustado por encima de 10°, el alto valor se ha extendido durante varios Newton-metro.

35 La Figura 11 muestra esquemáticamente una biela 6 rota con un vástago 60 y una tapa 62. En la superficie 64 de ensamblaje, que al mismo tiempo representa la superficie de separación en la separación por rotura, pueden darse los problemas anteriormente descritos en lo referente a la presencia de cuerpos extraños, inclusiones, partículas o impurezas en la separación por rotura. Especialmente puede pasar que las partículas se curven en la superficie de separación, pero que queden colgadas en la superficie de separación, de manera que se vuelven a doblar en el ensamblaje de la tapa 62 con el vástago 60 en la superficie 64 de ensamblaje mediante tornillos 66 y quizás se desprendan completamente de la superficie de separación sólo en el segundo o tercer desatornillado de la tapa 62 del vástago 60, de manera que podrían eliminarse mediante sacudida o soplado. El procedimiento anteriormente descrito hace posible establecer ahora si aquellas partículas fijamente colgantes están presentes. Esta detección puede realizarse durante el ensamblaje, también durante el giro de los tornillos 66 para el ensamblaje de la tapa 62 sobre vástago 60.

45 En total, de esta manera resulta un procedimiento que, durante el ensamblaje de la tapa con el vástago, por ejemplo, de una biela rota o de cualquier otra pieza separada por rotura u otra pieza, hace posible establecer si sobre la superficie de ensamblaje o en la superficie de ensamblaje se encuentran cuerpos extraños, especialmente inclusiones, partículas, impurezas u otros cuerpos extraños. De manera correspondiente, basándose en esta detección pueden tomarse medidas mediante las cuales pueden eliminarse los cuerpos extraños correspondientes de la superficie de ensamblaje o, en caso de fracasar las medidas, la pieza correspondiente puede desecharse. De esta manera puede asegurarse una calidad muy alta de las conexiones de ensamblaje y al mismo tiempo evitarse que al abrir una conexión de ensamblaje de este tipo y el posterior ensamblaje de nuevo, por ejemplo, para aplicar una biela rota sobre un cigüeñal, se liberen partículas que, por ejemplo, podrían ocasionar daños en un motor.

50 De manera correspondiente, el procedimiento de detección puede desencadenar medidas en la detección de un cuerpo extraño, inclusión, partícula o una impureza correspondiente.

Por ejemplo, puede emitirse un mensaje correspondiente, de manera que los componentes de la pieza se

5 desatornillen de nuevo y el cuerpo extraño se elimine manualmente de la superficie de ensamblaje. En otra variante, el procedimiento puede someter la pieza a un tratamiento separado, por ejemplo, un desatornillado automático de los componentes, posterior eliminación de los cuerpos extraños, por ejemplo, mediante sacudida de los componentes, choque de los componentes entre sí, soplado de la superficie de ensamblaje con aire a presión u otro tratamiento con fluidos, cepillado u otro proceso mecánico para eliminar los cuerpos extraños de las superficies de ensamblaje, y volver a ensamblar ambos componentes para dar la pieza.

10 A este respecto, la fuerza de ensamblaje se aplica preferiblemente a los tornillos mediante un destornillador u otro dispositivo de atornillado que asuma el ensamblaje de ambos componentes de la pieza. A este respecto, el destornillador puede transmitir la curva característica del par de giro/ángulo de giro a un dispositivo de evaluación que luego asume la correspondiente evaluación de la curva característica del par de giro/ángulo de giro.

15 En otra variante, la fuerza de ensamblaje puede aplicarse mediante un dispositivo de compresión sobre ambos componentes, ejerciendo el dispositivo de compresión la fuerza de ensamblaje aplicada y midiendo la distancia de ensamblaje recorrida con respecto a la superficie de ensamblaje. De esta manera, en el ensamblaje mediante un dispositivo de compresión puede establecerse igualmente si sobre la superficie de ensamblaje se encuentra un cuerpo extraño, especialmente una inclusión, una partícula, un contaminante o cualquier otro cuerpo extraño, o si se trata de una superficie de ensamblaje limpia.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la detección de cuerpos extraños, especialmente de inclusiones, partículas y/o impurezas, en el ensamblaje de dos componentes separados por rotura (60, 62) para dar una pieza (6) en una superficie de separación, con las etapas de:

- 5 - Ensamblar los componentes mediante la aplicación de una fuerza de ensamblaje;
- Registrar la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje en el ensamblaje;
- Comparar la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje con una familia de curvas características de referencia, especialmente incluyendo un intervalo de tolerancia, determinándose en la comparación en un primer punto de medición (2) un primer gradiente de fuerza/distancia de ensamblaje (dPi/dAi) y determinándose en un segundo punto de medición (3) un segundo gradiente de fuerza/distancia de ensamblaje (dPs/dAs), luego se forma un cociente a partir de los gradientes y el cociente se compara con un intervalo de valores de referencia determinado a partir de la familia de curvas de referencia;
- 10 - Activar una etapa para eliminar los cuerpos extraños y/o para transmitir un mensaje en caso de que se establezca una desviación de la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje registrada en el ensamblaje de la familia de curvas características de referencia, especialmente incluyendo el intervalo de tolerancia.
- 15

2.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la fuerza de ensamblaje entre dos componentes se aplica mediante atornillado y como curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje se registra una curva característica del par de giro/ángulo de giro.

20 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la fuerza de ensamblaje se aplica a los tornillos mediante un dispositivo de atornillado y el dispositivo de atornillado transmite la curva característica del par de giro/ángulo de giro a un dispositivo de evaluación que compara la curva característica del par de giro/ángulo de giro con la familia de curvas característica de referencia.

25 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la fuerza de ensamblaje se aplica directamente sobre los componentes que van a ensamblarse mediante un dispositivo de compresión, especialmente una prensa de ensamblaje.

30 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el intervalo de valores predeterminado o la familia de curvas de referencia se determina mediante mediciones empíricas en el mismo tipo de pieza, estando la superficie de ensamblaje limpia de cuerpos extraños y comprendiendo la familia de curvas de referencia determinada o el valor de referencia determinado el intervalo de valores empíricamente determinado, así como un intervalo de tolerancia que lo supera.

6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la etapa de desatornillado de la etapa para eliminar el cuerpo extraño comprende las siguientes etapas adicionales:

- Desatornillar la conexión de ensamblaje,
- 35 - Eliminar el cuerpo extraño, y
- Ensamblar de nuevo usando el procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes.

7.- Procedimiento según la reivindicación 6, en el que el cuerpo extraño se elimina mediante sacudida de los componentes, choque de los componentes entre sí, soplado, cepillado, tratamiento con fluidos o una eliminación manual.

40 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el gradiente se determina al principio y al final de la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje, especialmente en el 20 % inferior de la fuerza de ensamblaje aplicada máxima, así como en el 80 % superior de la fuerza de ensamblaje aplicada máxima.

9.- Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la pieza a ensamblar es una biela rota o una horquilla articulada en cruz rota.

45 10.- Sistema de ensamblaje para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la pieza a ensamblar es una biela rota o una horquilla articulada en cruz rota, que comprende:

- un dispositivo de ensamblaje que transmite una curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje a

un dispositivo de evaluación;

- 5 - dispositivo de evaluación para comparar la curva característica de fuerza/distancia de ensamblaje que transmite el dispositivo de ensamblaje con una familia de curvas de referencia, determinándose en la comparación en un primer punto de medición (2) un primer gradiente de fuerza/distancia de ensamblaje (dP_i/dA_i) y determinándose en un segundo punto de medición (3) un segundo gradiente de fuerza/distancia de ensamblaje (dP_s/dA_s), luego se forma un cociente a partir de los gradientes y el cociente se compara con un intervalo de valores de referencia determinado a partir de la familia de curvas de referencia;
- dispositivo de transmisión para transmitir un mensaje o para transmitir una orden para eliminar el cuerpo extraño.
- 10 11.- Sistema de ensamblaje según la reivindicación 10, en el que como dispositivo de ensamblaje está previsto un dispositivo de atornillado.
- 12.- Dispositivo de atornillado con un controlador de atornillado que realiza el procedimiento según una de las reivindicaciones 2-9, a excepción de la reivindicación 4.

Fig. 1

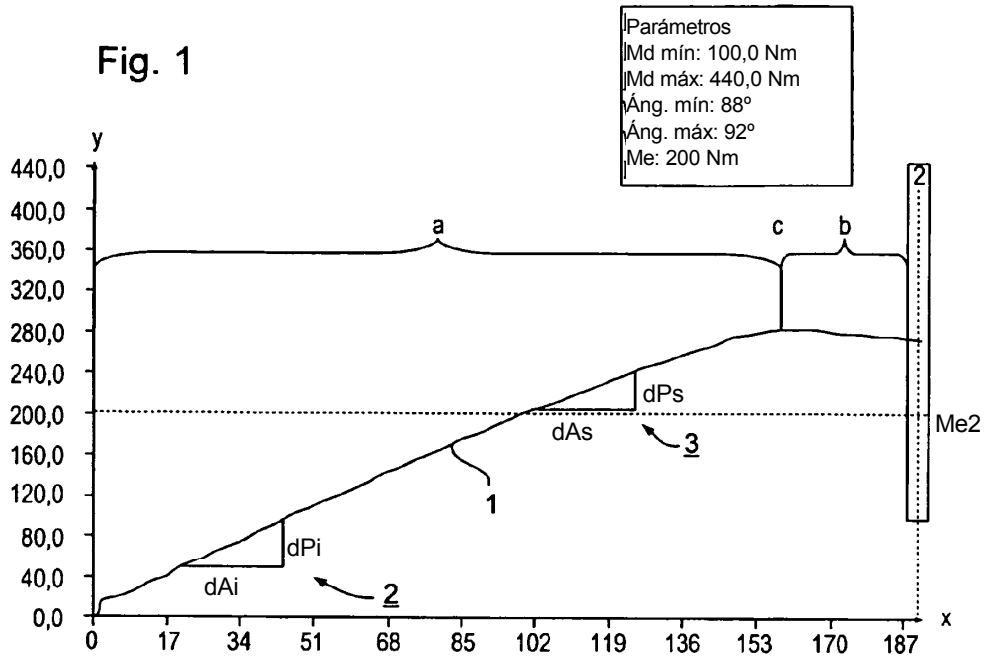


Fig. 2

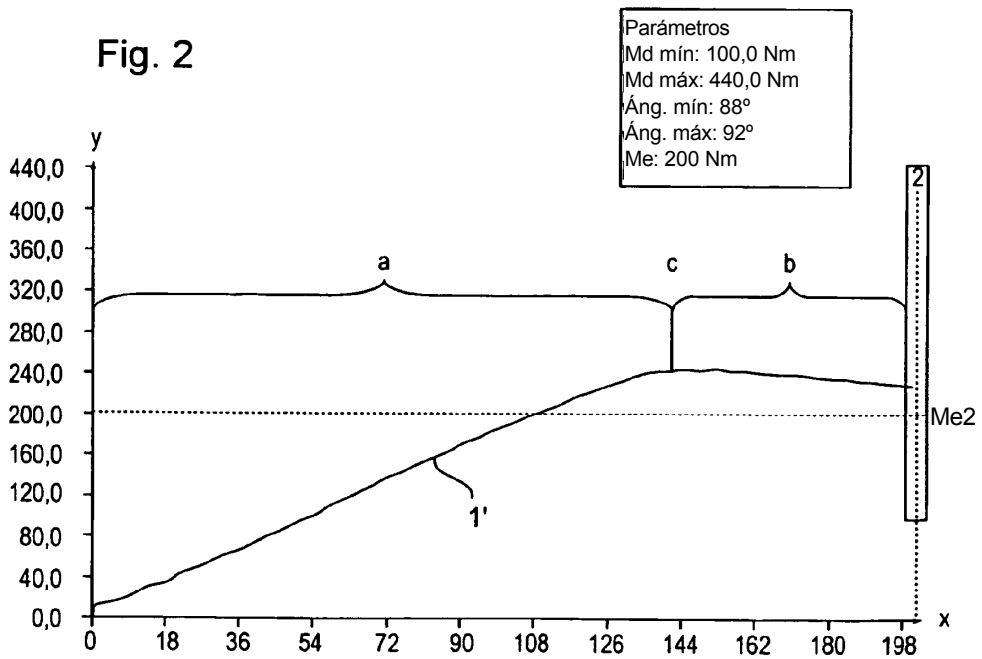


Fig. 3

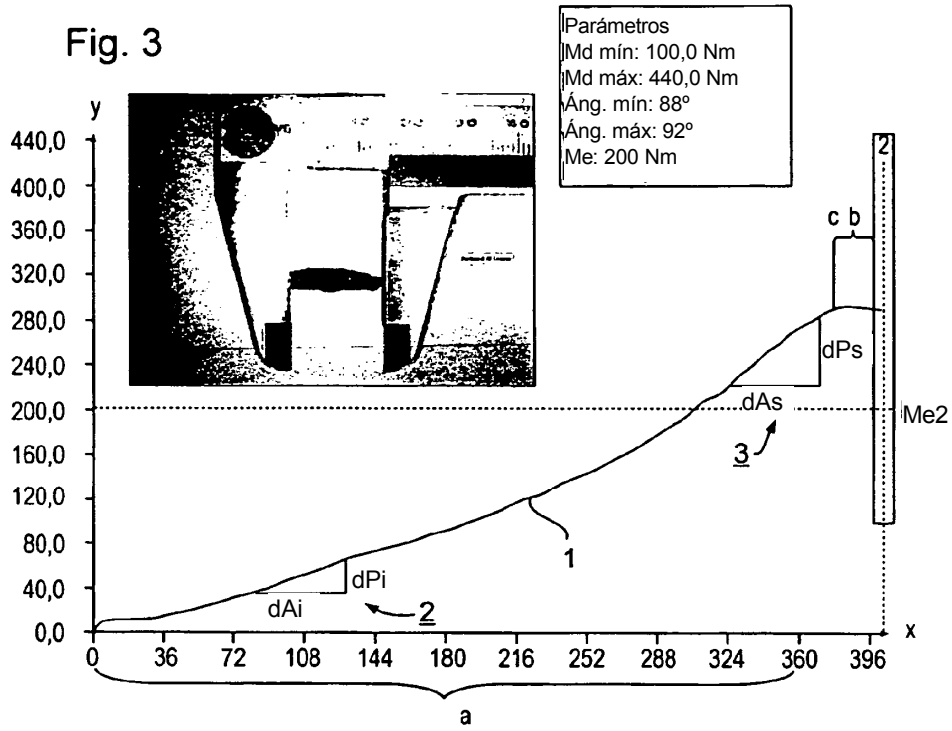


Fig. 4

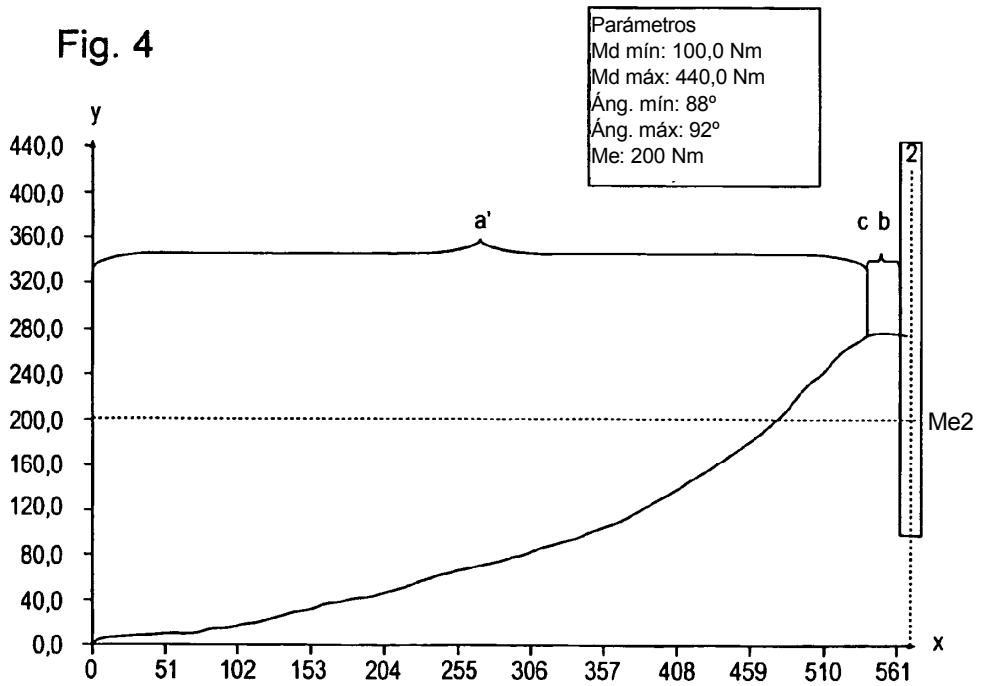


Fig. 5

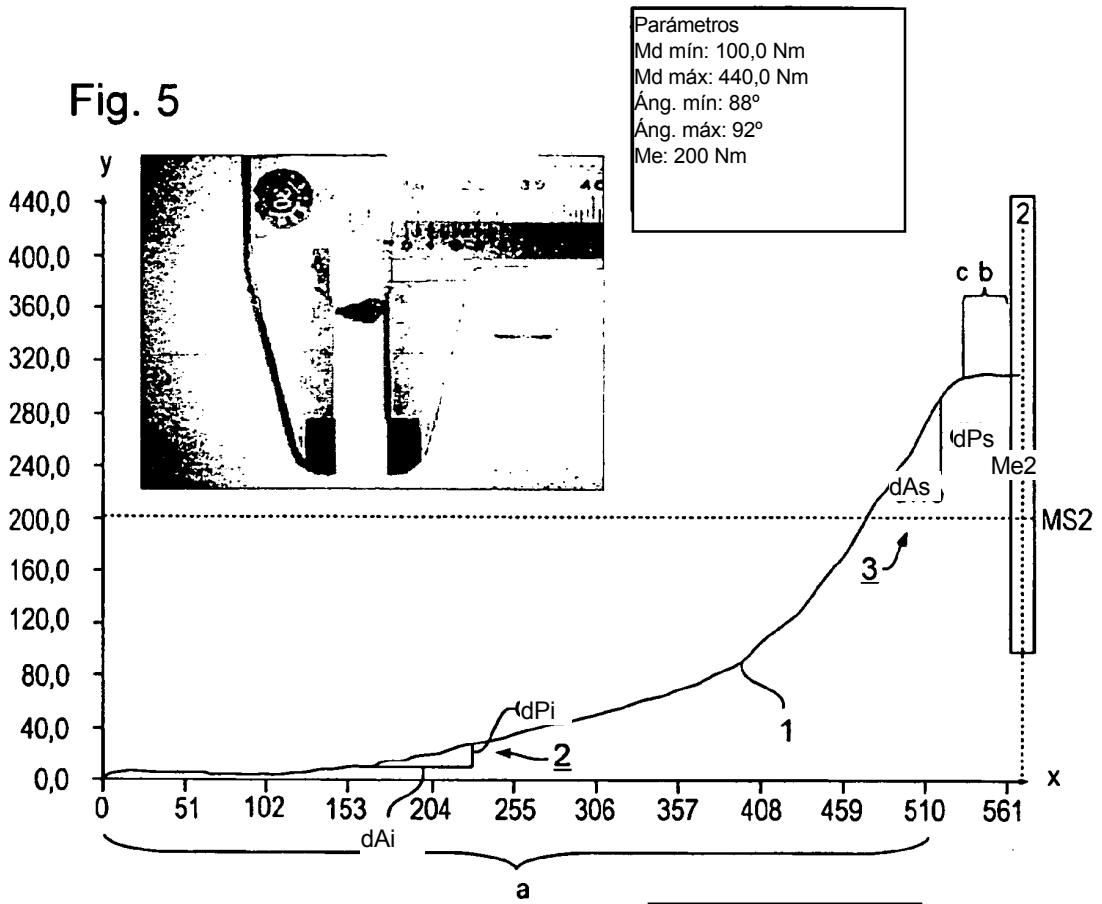


Fig. 6

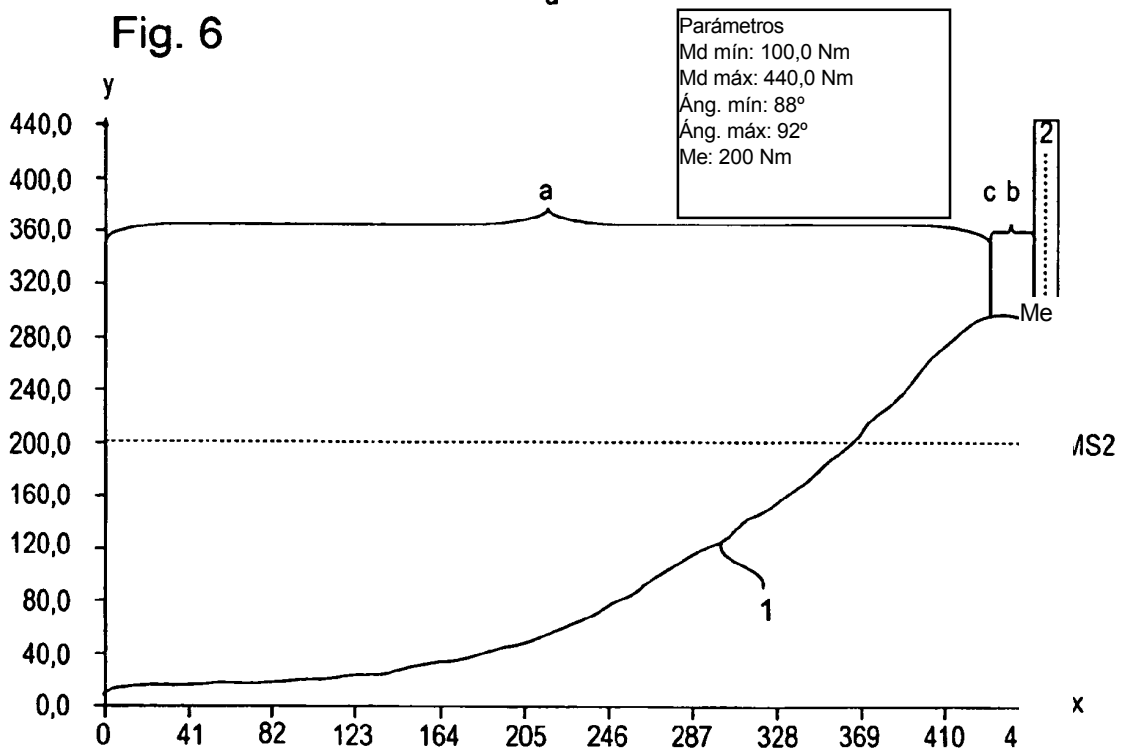


Fig. 7

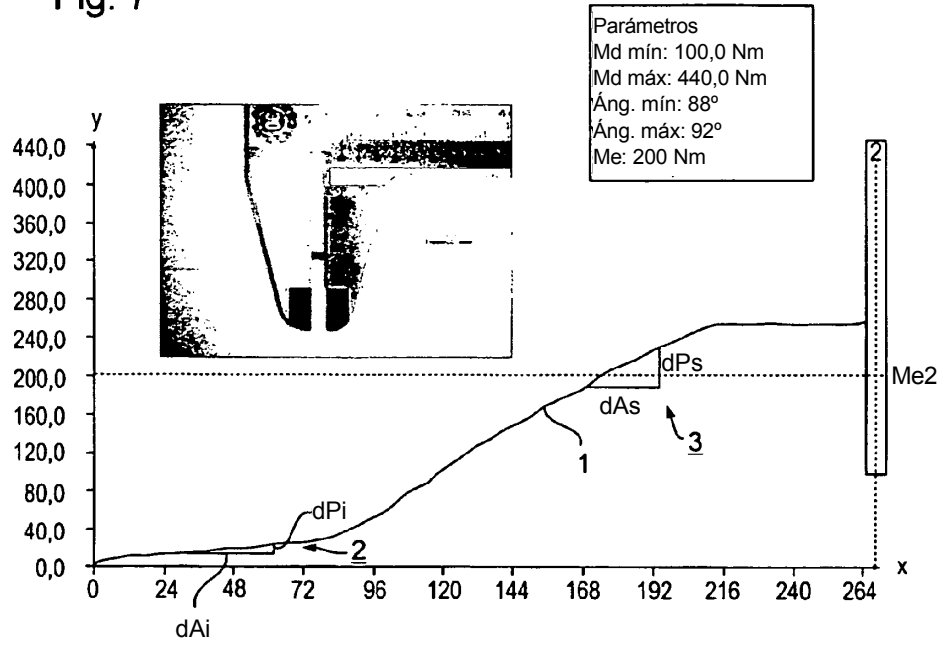


Fig. 8

