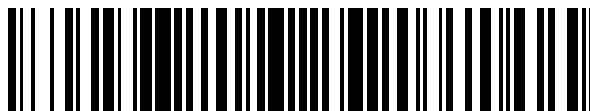


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 890 302**

21 Número de solicitud: 202030677

51 Int. Cl.:

G05B 19/401 (2006.01)
G01B 21/20 (2006.01)
B23Q 17/20 (2006.01)
G01B 11/25 (2006.01)
B23Q 17/24 (2006.01)
G06F 17/00 (2009.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

02.07.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

18.01.2022

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

26.01.2023

Fecha de concesión:

28.02.2023

45 Fecha de publicación de la concesión:

07.03.2023

73 Titular/es:

IDEKO S.COOP. (100.0%)
Pol. Industrial de Arriaga, 2
20870 ELGOIBAR (Gipuzkoa) ES

72 Inventor/es:

PUERTO MANRIQUE, Pablo;
LEIZEA ALONSO, Ibai y
MENDIKUTE GARATE, Alberto

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

54 Título: **SISTEMA Y PROCESO PARA EL CONTROL DE LA INCERTIDUMBRE DE UN MEDIDOR FOTOGRAMÉTRICO**

57 Resumen:

Sistema y proceso para aplicarlo que le permite al usuario predecir y controlar la incertidumbre de una manera sencilla, rápida y segura, de un medidor fotogramétrico, de los utilizados en la medición y aún más concretamente de los utilizados para medir grandes piezas antes de su mecanizado o en otras aplicaciones en las que sea necesario esa medición de grandes piezas. Consistente en la creación, mediante el correspondiente software, de una figura geométrica "F", el programa calculando, respecto a una fotografía o fotografías tomadas por el usuario de, al menos, un marcador (2) dispuesto sobre la pieza (1) a medir, mostrando en la correspondiente pantalla dicha figura geométrica "F" de acuerdo con dicho cálculo, lo que le permite al usuario conocer el grado de precisión correspondiente al marcador (2) fotografiado y controlar así la incertidumbre del medidor fotogramétrico.

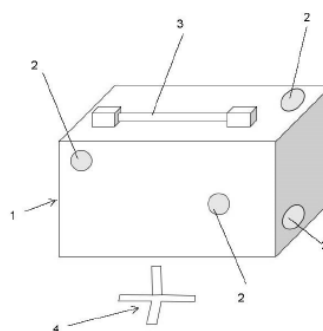


FIG. 1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 890 302 B2

DESCRIPCIÓN**SISTEMA Y PROCESO PARA EL CONTROL DE LA INCERTIDUMBRE DE UN
MEDIDOR FOTOGRAMÉTRICO**

5

Sector de la técnica

La presente invención está relacionada con las aplicaciones de metrología en la industria y más concretamente con los sistemas de fotogrametría, utilizados en la medición y aún más
10 concretamente con los sistemas de fotogrametría utilizados para medir grandes piezas antes de su mecanizado o en otras aplicaciones en las que sea preciso contar con tales mediciones.

Siendo el mecanizado de grandes piezas una de las principales aplicaciones para los sistemas de fotogrametría, vamos a referirnos a esta aplicación sin que ello deba entenderse en sentido
15 limitativo.

Estado de la técnica

Las piezas de gran longitud y, por consiguiente, gran volumen, pueden haberse conformado, por ejemplo, en un proceso de fundición o de soldadura y suele ser necesario llevar a cabo
20 sobre ellas un posterior proceso de mecanizado. Pues bien, estas grandes piezas pueden presentar, en alguna de sus partes, por ejemplo, una ausencia de material y es necesario añadir el material que falta, pero esto hay que hacerlo antes de empezar el mecanizado porque si no, parar la máquina durante el mecanizado, supone una gran pérdida de tiempo de
25 trabajo de la máquina. Otra posible casuística es el control de calidad geométrico y dimensional de las piezas.

Por ello, en entornos industriales, existe la necesidad de llevar a cabo la medición y el alineamiento de piezas industriales que son consideradas de alto rango y que vayan a ser
30 mecanizadas. La medición y la previa alineación de la pieza es necesaria para, entre otras razones, garantizar que hay suficiente sobre material en todas las superficies a mecanizar; para calcular la alineación en bruto de la pieza y conseguir un reparto óptimo de sobre material, y para colocar y ajustar la pieza en la máquina. Estas piezas en bruto, a menudo, no tienen ninguna referencia confiable de superficie o característica que se pueda utilizar para la
35 alineación en la máquina. Sin embargo, la alineación inicial de la pieza en la máquina es

crítica, ya que una alineación incorrecta dará lugar a un mecanizado de baja calidad que se asocia con estropear la pieza o con un costoso proceso de recuperación. La alineación no es la única aplicación a contemplar, existen otras aplicaciones como dilataciones de pieza, ensamblajes de pieza que también guardan relación con la presente invención, si bien y solo a efectos de sencillez descriptiva nos referimos a la medición y alineamiento.

Para llevar a cabo la medición y la alineación de este tipo de piezas, se pueden emplear diferentes sistemas de medición y entre ellos la fotogrametría. La solicitante de la presente invención es titular de la Patente Europea EP2570236, que recoge un proceso de fotogrametría, para piezas de alto rango.

En estos sistemas de medición, las imágenes de la cámara se calculan conjuntamente y el usuario se ha de mover alrededor de toda la pieza para ir obteniendo las fotografías que servirán para finalmente obtener las medidas concretas de la pieza de alto rango.

En el desarrollo actual de estos sistemas de fotogrametría se utilizan cámaras digitales convencionales y se procede a la disposición, en relación con los puntos de medida sobre la pieza que se desea medir, de unos elementos de medición que identificaremos a partir de ahora como marcadores y que pueden estar formados por unas pegatinas retro reflectantes con unos códigos identificativos o sin ellos. Además de estos marcadores se utilizan unos elementos auxiliares formados por unas barras calibradas de escalas, que identificaremos como barras de escalas, y unas semiesferas multi código, que identificaremos como semiesferas.

Con los elementos de medición (marcadores) y auxiliares (barras y en su caso semiesferas) ya debidamente colocados, el usuario debe sacar unas fotografías de cada marcador, desplazándose la persona que toma esas fotografías alrededor de la pieza a medir. La trazabilidad de la medición es proporcionada por las barras de escala presentes en la escena y por la calibración de la cámara como instrumento de medida.

Estas fotografías se introducen en el correspondiente programa, con el que se va a desarrollar el proceso de fotogrametría, lo que lleva en la práctica a una revisión iterativa que requiere mucho tiempo y depende del usuario que debe volver a procesar los procedimientos hasta que se tome un conjunto adecuado de imágenes, lo que limita su potencial de rapidez.

Además, surge una problemática importante que afecta a los resultados finalmente obtenidos y, en definitiva, a la fiabilidad y credibilidad del proceso de fotogrametría para estas aplicaciones en grandes piezas. En efecto el problema es que, por más que se instruye al usuario final y se le dan tutorías al efecto, éste no toma las fotografías de cada marcador con la orientación y/o distancia adecuada, todo lo cual se traduce en unos resultados que no son satisfactorios.

Es decir que las reglas ya existen y son conocidas, pero hasta ahora, debido a la dificultad de poderlas seguir en piezas de gran volumen o de alta complejidad, el usuario final no las cumple y ello se traduce en resultados no satisfactorios. A la vista de esta problemática, resulta necesaria una solución y este es el objeto de la presente invención.

Objeto de la invención

El objeto de la presente invención es un sistema y el proceso para aplicarlo que le permite al usuario predecir y controlar la incertidumbre de un medidor fotogramétrico de una manera sencilla, rápida y segura. Si los usuarios siguieran las reglas siempre no tendría sentido la presente invención. Sin embargo, debido a la dificultad de poderlas seguir, en piezas de gran volumen o de alta complejidad, la innovación radica en ofrecerle al usuario un sistema para que pueda cumplirlas y, sobre todo, conozca, prácticamente de una manera inmediata, la incertidumbre de los resultados.

Con la finalidad de cumplir este objetivo y solucionar los problemas técnicos comentados hasta el momento, además de aportar ventajas adicionales que se pueden derivar más adelante, la presente invención proporciona el siguiente sistema y su proceso de aplicación:

En primer lugar se parte de un trabajo a realizar por parte del usuario, trabajo este que forma parte del estado de la técnica y que no es el objeto de la invención. Este trabajo consiste en que el usuario prepara un CAD en 3D, para definir las diferentes zonas de la pieza a medir y se introducen estos dibujos en un software preparado al efecto que automáticamente le va a indicar los puntos idóneos en los que debe colocar los marcadores y elementos auxiliares.

Además, el usuario establece cual es el grado de precisión que él requiere para ese concreto trabajo. Para ello parte de un dato que es la "precisión del equipo". Este valor lo obtiene aplicando una fórmula en la que se introducen los datos proporcionados por el fabricante del

sistema fotogramétrico que va a utilizar y la longitud de la pieza. La cámara fotográfica que va a utilizar puede ser una cámara convencional. Con la “precisión del equipo” el usuario puede optar por un grado de precisión comprendido en una horquilla, en la que el valor de máxima precisión es el de la “precisión del equipo” y el valor de mínima precisión es un valor por encima del cual no se obtienen resultados satisfactorios.

El grado de precisión que establece así el usuario debe estar comprendido dentro de esa horquilla y se identificará como grado de “precisión requerida”.

A partir de aquí, se entra en lo que realmente constituye el objeto de la presente invención, según la cual y en una primera fase, el usuario, con su cámara de fotos, saca, al menos, dos fotos consecutivas de un mismo marcador, en lo que puede considerarse un proceso previo. Las saca desde unas posiciones escogidas según su criterio, eso sí basándose en unas reglas generales preexistentes que dispone el usuario. Las dos fotos están sacadas desde puntos diferentes y con diferente orientación.

Estas dos fotos son introducidas en un software de un hardware que puede ser incluso un PC personal. Este software, con las dos primeras fotos necesarias para resolver un marcador, calcula una figura geométrica para el cálculo de la incertidumbre en proceso y muestra en pantalla esa figura geométrica, justo después de la toma de imagen.

Esta figura geométrica debe tener, al menos, dos ejes, uno mayor y uno menor. Esta figura geométrica preferentemente es una elipse si se ve en dos dimensiones y un elipsoide si se viera en tres dimensiones, pero pudiera ser cualquier figura geométrica que tenga dos ejes, como puede ser una figura ahusada/huso, un rombo/romboide, etc. La figura geométrica que por sencillez de descripción vamos a identificar a partir de ahora como la elipse, sin que ello sea limitativo, representa las probabilidades de dónde y cómo se ha resuelto ese marcador. Durante la toma de imágenes se pueden resolver varios marcadores a la vez, pero la regla se aplica individualmente a cada marcador.

En la elipse de cada marcador se debe cumplir la regla de que la proporción entre su eje mayor y el eje menor se corresponda con la proporción entre la “precisión requerida” y la “precisión del equipo”, no debiendo superar el valor de esta proporción.

Además se debe cumplir una segunda regla que se sustenta en el tamaño de la figura geométrica obtenida. Según esta segunda regla la medida de cada semieje de la figura

geométrica no debe superar el valor de la “precisión requerida”.

De cumplirse estas dos reglas el programa establece que se ha alcanzado el grado de precisión requerido y proporciona al usuario una información al respecto que puede ser óptica,
5 acústica o combinación de ambas; de manera que, por ejemplo y como una opción preferente no limitativa, identifica con un código de colores el nivel de cumplimiento del grado de precisión requerido.

Si se ha alcanzado el grado de precisión requerido por el usuario (relación de ejes de la elipse
10 y tamaño de la figura geométrica) esta primera fase y el proceso quedan concluidos.

Si no se alcanzara en la primera fase el grado de precisión requerido, se pasa a la segunda fase, en la que el usuario saca, al menos, una nueva foto, desde otra posición escogida según su criterio, eso sí basándose en unas reglas generales pre existentes que ya dispone el
15 usuario.

Una vez tomada esta fotografía, dentro de la segunda fase, el software calcula de nuevo la elipse y la muestra en pantalla. Si se cumple con el grado de precisión requerido, se finalizaría el proceso para ese marcador. Si no es así, el usuario debe posicionarse con el eje focal de
20 la cámara lo más próximo posible a la perpendicularidad respecto del eje mayor de la nueva elipse y realizar una nueva fotografía, repitiéndose todo el proceso, hacia alcanzar la “precisión requerida”.

Es prácticamente imposible cumplir con el ángulo preciso, pero esto no es lo importante, lo
25 importante es comprobar cómo vamos acercándonos al grado de precisión requerido hasta alcanzarlo. Por ello, se continúa tomando fotografías hasta llegar al grado de “precisión requerida”. De acuerdo con ello puede afirmarse que no se controla si se ha sacado la foto desde la posición indicada, si no la contribución a la reducción de la incertidumbre.

El proceso tiene un carácter iterativo, es decir se trata de resolver un problema mediante
30 aproximaciones sucesivas a la solución, empezando desde una estimación inicial.

Una vez que hemos alcanzado el grado de “precisión requerida”, para un concreto marcador, se pasa al siguiente. Si en una fotografía salen varios marcadores, pueden resolverse varios
35 marcadores a la vez; de manera que el software va eliminando del proceso a aquellos

marcadores que van cumpliendo con el grado de “precisión requerida”, dándolos por buenos.

Se ha previsto la posibilidad de que el propio software vaya desechando las fotografías que no sean buenas o que ofrezca indicadores para que el usuario las pueda rechazar. Como una alternativa todas las fotografías entran en el programa y este discrimina que fotografías son mejores, en lo que se indica como fotografías de más “peso”, y trabaja más sobre estas que sobre el resto, haciendo una media ponderada de todas ellas.

Descripción de las figuras

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente la medición de una gran pieza (1).

La figura 2 es una vista como la anterior pero ahora de una gran pieza (1) mayor y más compleja que la de la figura 1.

La figura 3 es un flujograma del proceso objeto de la presente invención.

La figura 4 muestra esquemáticamente como debe evolucionar la figura geométrica “F” para terminar cumpliendo con las dos reglas que establece la presente invención.

La figura 5 es la vista de un esquema que muestra cómo se va cambiando la orientación del eje focal de la cámara “C” respecto del eje mayor (A1) de la figura geométrica “F”, durante la segunda fase.

La figura 6 es también una vista en esquema que muestra a la cámara “C” dispuesta con su eje focal (6) según un ángulo “ α ” de prácticamente 90° respecto del eje mayor (A1) de la figura geométrica “F”.

Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un sistema y al proceso para aplicarlo que le permite al usuario predecir y controlar la incertidumbre de una manera sencilla, rápida y segura, de un medidor fotogramétrico, de los utilizados en la medición y aún más concretamente de los utilizados para medir grandes piezas antes de su mecanizado o en otras aplicaciones en las

que sea necesario esa medición de grandes piezas.

En primer lugar, se parte de un trabajo a realizar por parte del usuario, trabajo este que forma parte del estado de la técnica y que no es el objeto de la invención. Este trabajo consiste en que el usuario prepara un CAD en 3D, para definir las diferentes zonas de la pieza (1) a medir y se introducen estos dibujos en un software preparado al efecto que automáticamente le va a indicar los puntos idóneos en los que debe colocar los correspondientes marcadores (2) y elementos auxiliares (3 y 5).

El usuario establece seguidamente cual es el grado de precisión que él requiere para ese concreto trabajo. Para ello parte de un dato que es la "precisión del equipo". Este valor lo obtiene aplicando una fórmula en la que se introducen los datos proporcionados por el fabricante del sistema fotogramétrico que va a utilizar y la longitud de la pieza. La cámara fotográfica que va a utilizar puede ser una cámara convencional.

El objeto de la presente invención es aplicable para cualquier sistema fotogramétrico, si bien y como un posible ejemplo no limitativo de realización práctica en esta descripción se parte de su aplicación al sistema fotogramétrico conocido bajo la Marca "VSet" propiedad de la solicitante de esta invención.

También y como un ejemplo no limitativo de realización práctica se ha utilizado el sistema "VSet" con una cámara fotográfica de la Marca Nikon Modelo D500 que incluye una lente "Nikon AF Nikkor 24mm. f/2.8D".

Para calcular la "precisión del equipo" se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{"Precisión del equipo"} = V1 + V2 \times L / 1.000$$

En donde:

V1 es el valor en micras (μm) que refleja el valor mínimo del error que se puede cometer.

V2 es un valor que depende de la longitud de las piezas a medir y se expresa en micras por metro ($\mu\text{m.} / \text{m}$).

L es la longitud máxima en mm de la pieza a medir.

Con el sistema "VSet" y la precitada cámara se ha llegado experimentalmente que para piezas de hasta 15 metros de longitud los valores de "V1" y "V2" son:

V1 = 50 micras.

V2 = 20 micras/metro.

- 5 De acuerdo con todo ello, por ejemplo, para una pieza de dos metros de longitud, la “precisión del equipo” sería:

$$\text{“Precisión del equipo”} = 50 + 20 \times 2.000 / 1.000 = 90 \mu\text{m}.$$

- 10 En el caso de una pieza de 10 metros de longitud el valor de la “precisión del equipo” sería:

$$\text{“Precisión del equipo”} = 50 + 20 \times 10.000 / 1.000 = 250 \mu\text{m}.$$

- 15 Con la “precisión del equipo” así conocida el usuario puede optar por un grado de precisión que se identificara como grado de “precisión requerida” que debe de estar comprendido en una horquilla, en la que el valor de máxima precisión es el de la “precisión del equipo” y el valor de mínima precisión es un valor por encima del cual no se obtienen resultados satisfactorios, este valor de mínima precisión se ha establecido en mil micras (1.000 μm .).

- 20 En la figura 1 se representa una gran pieza a medir, identificada con la referencia numérica (1). En esta pieza (1) el usuario, siguiendo unas normas y pautas preestablecidas, coloca sobre ella una serie de marcadores (2) que pueden estar formados por unas pegatinas retro reflectantes con unos códigos identificativos. Además de estos marcadores (2) se utiliza un elemento auxiliar que en este caso es una barra calibrada de escalas (3) y se dispone en el
25 suelo una cruceta (4) que muestra la dirección de tres ejes cartesianos y que tiene la misión de dotar de un origen a la medida, ayudando al usuario a orientar debidamente el eje focal (6) de su cámara, identificada en las figuras 5 y 6 con la letra “C”.

- En la figura 2 se representa otro ejemplo de aplicación, en este caso en relación con una pieza
30 (1) más grande y compleja que la anterior. En este caso de nuevo se dispone sobre la pieza (1) los correspondientes marcadores (2) y como elementos auxiliares, además de dos barra calibradas (3), se utilizan en este caso unas semiesferas multi código (5) que se identificarán como semiesferas (5), las cuales pueden ir dispuestas sobre la pieza (1) y/o en el suelo alrededor de ella.

El uso de los marcadores (2) y de los elementos auxiliares formados por las barras calibradas (3) y las semiesferas (5); así como su disposición respecto de la pieza (1) es algo totalmente convencional dentro de los sistemas de fotogrametría, como el "VSet".

5 A partir de aquí, se entra en lo que esencialmente constituye el objeto de la presente invención, según la cual y en una primera fase, el usuario, con su cámara de fotos "C", se desplaza alrededor de la pieza (1), en lo que es el inicio del proceso/sistema y que se representa como paso (I) en el flujograma de la figura 3.

10 Desde dos posiciones escogidas por el usuario, este toma, al menos, dos fotos consecutivas de un mismo marcador (2), en lo que puede considerarse un proceso previo. Las toma desde unas posiciones escogidas según su criterio, eso sí basándose en unas reglas generales preexistentes que dispone el usuario. Las dos fotos están sacadas desde puntos diferentes y con diferente orientación, pero siempre teniendo como objetivo un mismo marcador (2) que
15 es el que se pretende resolver. Este paso es el indicado por el cuadro (II) de la figura 3.

Las dos fotos de un mismo marcador (2) son introducidas en un software de un hardware que puede ser incluso un PC personal. Este software, con las dos primeras fotos necesarias para resolver ese marcador (2), calcula una figura geométrica, identificada con la letra "F" en la
20 figura 4, para el cálculo de la incertidumbre en proceso y muestra en pantalla esa figura geométrica "F", justo después de la toma de esas dos fotografías, en lo que constituye el paso indicado por el cuadro (III) del flujograma de la figura 3.

La figura geométrica "F" debe tener, al menos, dos ejes, uno mayor (A1) y uno menor (A2).
25 Esta figura geométrica "F" preferentemente es una elipse, si se ve en dos dimensiones, y un elipsoide, si se viera en tres dimensiones, pero pudiera ser cualquier figura geométrica que tenga dos ejes, como puede ser una figura ahusada/huso, un rombo/romboide, etc. La figura geométrica "F" representa las probabilidades de dónde y cómo se ha resuelto ese marcador (2) fotografiado en el paso (II). Durante la toma de imágenes puede resolver varios
30 marcadores (2) a la vez, pero las reglas se aplican individualmente a cada marcador (2).

En la figura geométrica "F" de cada marcador (2) se debe cumplir la regla de que la proporción entre su eje mayor (A1) y el eje menor (A2) se corresponda con la proporción entre la "precisión requerida" y la "precisión del equipo"; de manera que aquella proporción nunca
35 debe superar el valor de esta.

Además, se debe cumplir una segunda regla que se sustenta en el tamaño de la figura geométrica obtenida. Según esta segunda regla, la medida de cada semieje del eje mayor (A1) y del eje menor (A2) de la figura geométrica "F" no debe superar el valor de la "precisión requerida".

De cumplirse estas dos reglas, el programa establece que se ha alcanzado el grado de "precisión requerida" por el usuario y le proporciona a este una información al respecto que puede ser óptica, acústica o combinación de ambas; de manera que, por ejemplo y como una opción preferente no limitativa, identifica con un código de colores el nivel de cumplimiento del grado de precisión requerido. Este paso se indica con el cuadro (IV) del flujograma de la figura 3.

Si se ha alcanzado el grado de "precisión requerida" por el usuario esta primera fase y el proceso quedan concluidos, tal y como se indica con el paso (V) de la figura 3.

Si no se alcanzara en la primera fase el grado de precisión requerido, se pasa a la segunda fase, en la que el usuario saca, al menos, una nueva foto, también del mismo marcador (2) a resolver, desde otra posición escogida según su criterio, eso sí, basándose en unas reglas generales pre existentes que ya dispone el usuario. Esto se representa por el cuadro (VI) del flujograma de la figura 3

Una vez tomada esta fotografía de esta segunda fase se introduce esta nueva foto en el software. en lo que constituye el paso indicado por el cuadro (III) del flujograma de la figura 3 y el software calcula de nuevo la figura geométrica "F" y la muestra en pantalla.

Si se cumple con el grado de "precisión requerida", se finalizaría el proceso. Si no es así, el usuario debe posicionarse con el eje focal (6) de la cámara "C" lo más próximo posible a la perpendicularidad respecto del eje mayor (A1) de la nueva figura geométrica "F" y realiza una nueva fotografía, repitiéndose todo el proceso. Esto se indica en los esquemas de las figuras 5 y 6. En la figura 5 se representa como en la segunda fase el usuario saca una fotografía desde la posición indicada con la referencia numérica (7) y una vez introducida esta fotografía en el software, paso (III) del flujograma de la figura 3, éste muestra una figura geométrica "F" en la que se aprecia que el eje focal (6) de la cámara "C" no forma un ángulo de 90° con el eje mayor (A1) de la figura geométrica "F" y no se ha alcanzado el grado de "precisión

requerida”, por lo que el usuario se desplaza con su cámara “C” hasta una nueva posición, indicada con la referencia numérica (8), en la que el eje focal (6) de la cámara “C” forma ahora un ángulo “ α ” con el eje mayor (A1) que está muy próximo a los 90°.

- 5 Desde esta nueva posición toma una segunda fotografía, de nuevo del mismo marcador (2) a resolver, que introducida en el software, paso (III) del flujograma de la figura 3, éste resuelve ese marcador (2) y muestra una nueva figura geométrica “F”, tal y como se representa en la figura 6, en este caso el eje focal (6) de la cámara “C” si forma un ángulo “ α ” con el eje mayor (A1) que o coincide o está muy próximo al valor de los 90° y la figura geométrica “F” resuelta
10 si cumple con las dos precitadas reglas y, por consiguiente, con el grado de “precisión requerida”.

Si con esta segunda fotografía de esta segunda fase, tampoco se consiguiera el grado de “precisión requerida” por el usuario, se debería tomar una tercera fotografía, de nuevo del mismo marcador (2) y repetir el proceso, continuando así hasta alcanzar, para cada marcador
15 (2), el grado de “precisión requerida”.

En la figura 4 se representa esquemáticamente como la figura geométrica “F” resuelta para un marcador (2) dentro de la segunda fase, adopta inicialmente una forma en elipse con un
20 eje mayor (A1) y un eje menor (A2) que, vamos a suponer, no cumple con la regla de que, la proporción entre el eje mayor (A1) y el eje menor (A2) se corresponda con la proporción entre la “precisión requerida” y la “precisión del equipo” y por lo tanto, debe tomarse una nueva fotografía que una vez resuelta muestra en pantalla una figura geométrica “F” que ahora se acerca o es un círculo en el que sí se cumple la primera regla de que la proporción entre el
25 eje mayor (A1) y el eje menor (A2) se corresponda con la proporción entre la “precisión requerida” y la “precisión del equipo”, no superando este valor, pero ahora todavía esa figura geométrica “F” es muy grande; de manera que no se cumple con la segunda regla que se sustenta en el tamaño de la figura geométrica “F” obtenida. Según esta segunda regla la medida de cada semieje del eje mayor (A1) y del eje menor (A2) de la figura geométrica “F”
30 no debe superar el valor de la “precisión requerida”.

Al no cumplir con esta segunda regla se debe tomar una nueva fotografía que una vez resuelta por el software muestra en pantalla la tercera figura que de nuevo es una figura circular, pero en la que ahora sí se cumplen las dos reglas técnicas, la de la proporción entre los ejes (A1 y
35 A2) y el tamaño de la figura geométrica “F” con lo que el proceso se da por satisfactoriamente

concluido.

Es prácticamente imposible cumplir con el ángulo “α” preciso, pero esto no es lo importante, lo importante es comprobar cómo vamos acercándonos al grado de precisión requerido hasta
5 alcanzarlo. Por ello, se continúa tomando fotografías hasta llegar al grado de precisión requerido. De acuerdo con ello puede afirmarse que no se controla si se ha sacado la foto desde la posición indicada, si no la contribución a la reducción de la incertidumbre.

El proceso tiene un carácter iterativo, es decir se trata de resolver un problema, mediante
10 aproximaciones sucesivas a la solución, empezando desde una estimación inicial. El programa utiliza un método de cálculo durante el proceso que puede ser analítico, puede ser según el método Montecarlo o cualquier método de cálculo que fuera factible de aplicar

Una vez que hemos alcanzado el grado de precisión requerido para un concreto marcador
15 (2), se pasa al siguiente. Si en una fotografía salen varios marcadores (2), pueden resolverse varios marcadores a la vez; de manera que el software va eliminando del proceso a aquellos marcadores (2) que van cumpliendo con el grado de “precisión requerida”, dándolos por buenos.

Se ha previsto la posibilidad de que el propio software vaya desechando las fotografías que
20 no sean buenas o que ofrezca indicadores para que el usuario las pueda rechazar. Como una alternativa todas las fotografías entran en el programa y este discrimina que fotografías son mejores, en lo que se indica como fotografías de más “peso”, y trabaja más sobre estas que sobre el resto, haciendo una media ponderada de todas ellas.

De acuerdo con todo ello se va a indicar seguidamente un ejemplo no limitativo de realización
práctica, partiendo de la medición de la pieza (1) representada en la figura 1 la cual, vamos a suponer que tiene una longitud “L” de dos metros.

De acuerdo con la fórmula comentada:

$$\text{“Precisión del equipo”} = V1 + V2 \times L/1.000$$

En este caso la “precisión del equipo” sería de noventa micras (90 μm).

De acuerdo con todo ello, el grado de precisión que puede pedir el usuario (grado de “precisión requerida”) debe estar comprendido entre 90 μm . y 1.000 μm . Dentro de esa horquilla el usuario puede requerir el grado de precisión (“precisión requerida”) que estime conveniente. A modo de ejemplo no limitativo la “precisión requerida” podría ser de 270 micras (270 μm) al estar este valor comprendido entre 90 μm . y 1.000 μm .

Partiendo de estos valores, para que la figura geométrica “F” cumpla la primera regla que establece que la proporción entre los ejes (A1) y (A2).se corresponda con la proporción entre la “precisión requerida” y la “precisión del equipo” o que no la supere.

En este caso la proporción entre la “precisión requerida” y la “precisión del equipo” es de $270 \mu\text{m} / 90 \mu\text{m} = 3$

De acuerdo con ello la proporción entre los ejes (A1) y (A2) debería ser de tres o de un valor inferior a tres, pero nunca superior a tres para poder cumplir con esta primera regla.

En cuanto a la segunda regla relativa al tamaño de la figura geométrica “F”, se debe cumplir que la medida de cada semieje del eje mayor (A1) y del eje menor (A2) de la figura geométrica “F” no debe superar el valor de la “precisión requerida”, es decir en este caso doscientas setenta micras (270 μm).

De esta manera y si se cumplen estas dos reglas técnicas se habrá alcanzado el grado de “precisión requerida” para el marcador (2) a resolver y se podrá pasar a un nuevo marcador (2) y si no se cumplen estas dos reglas simultáneamente se deberá continuar con el proceso en el mismo marcador (2) hasta lograr que se cumplan.

REIVINDICACIONES

1. Proceso para el control de la incertidumbre de un medidor fotogramétrico, utilizado en la medición de grandes piezas, caracterizado porque en una primera fase el usuario, con su cámara de fotos "C", saca, al menos, dos fotos consecutivas de un mismo marcador ((2), desde unas posiciones escogidas según su criterio y conocimiento de normas; y porque estas dos fotos tomadas desde puntos diferentes y con diferente orientación, son introducidas en un software que calcula de manera analítica una figura geométrica "F" de al menos, un eje mayor (A1) y un eje menor (A2), para resolver ese marcador (2); de manera que si esa figura geométrica "F" cumple con la regla de que la proporción entre el eje mayor (A1) y el eje menor (A2) no supere el valor de la proporción entre una "precisión requerida" por el usuario y la "precisión del equipo", y cumple con la regla de que la medida de los semiejes de dicho eje mayor (A1) y del eje menor (A2) no debe superar el valor de la "precisión requerida", se da por concluido el proceso; si no se alcanzara en la primera fase el grado de precisión requerido, se pasa a una segunda fase, en la que el usuario saca, al menos, una nueva foto, desde otra posición escogida según su criterio y conocimiento de las normas, y una vez tomada esta fotografía de esta segunda fase, el software calcula la nueva figura geométrica "F" y la muestra en una pantalla; de manera que si se cumple con el grado de "precisión requerida", finaliza el proceso y de no ser así, el usuario debe posicionarse de nuevo en otra posición diferente y tomar una nueva fotografía repitiéndose todo el proceso hasta alcanzar el grado de "precisión requerida", en un proceso iterativo.

2. Proceso para el control de la incertidumbre de un medidor fotogramétrico, de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque si con la primera fotografía de la segunda fase no se alcanza el grado de "precisión requerida" para un marcador (2), el usuario debe tomar una segunda fotografía, con el eje focal (6) de la cámara "C" lo más próximo posible a la perpendicularidad respecto del eje mayor (A1) de la figura geométrica "F" que aparezca en pantalla correspondiente a la primera fotografía de la segunda fase.

3. Proceso para el control de la incertidumbre de un medidor fotogramétrico, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la toma de fotografías de la segunda fase debe repetirse según un proceso iterativo hasta alcanzar el grado de "precisión requerida" y, en cada nueva fotografía debe disponerse la cámara "C" con su eje focal (6) lo más próximo posible a la perpendicularidad respecto del eje mayor (A1) de la figura geométrica "F" que aparezca en pantalla correspondiente a la fotografía anterior.

4. Proceso para el control de la incertidumbre de un medidor fotogramétrico, de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque tanto en la primera fase, como en la segunda fase, en cada fotografía se fotografían varios marcadores (2), resolviéndose varios marcadores (2) a la vez; de manera que el software elimina del proceso a aquellos marcadores (2) que cumplan con el grado de “precisión requerida” dando por correcta la resolución de dichos marcadores (2).
5. Proceso para el control de la incertidumbre de un medidor fotogramétrico, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se ha previsto que cuando el software establece que se ha alcanzado el grado de “precisión requerida”, para un marcador (2), proporcione al usuario una información óptica, acústica o combinación de ambas.
6. Proceso para el control de la incertidumbre de un medidor fotogramétrico, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque mediante el software se procesan todas las fotografías que entran en el programa y se trabaja sobre las fotografías de mayor peso, si bien se realiza una medida ponderada de todas las fotografías.
7. Proceso para el control de la incertidumbre de un medidor fotogramétrico, de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque mediante el software se desechan las fotografías de peor calidad o se ofrecen indicadores para que el usuario las rechace.
8. Sistema para el control de la incertidumbre de un medidor fotogramétrico que realiza un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende la cámara de fotos “C”, al menos un marcador (2) en una pieza a medir, un software que calcula la figura geométrica “F”, y la pantalla donde se muestra la figura geométrica “F” calculada por el software.
9. Sistema según reivindicación anterior caracterizado por que comprende al menos un indicador óptico y/o acústico que muestra al usuario que se ha alcanzado el grado de “precisión requerida” para cada marcador (2).

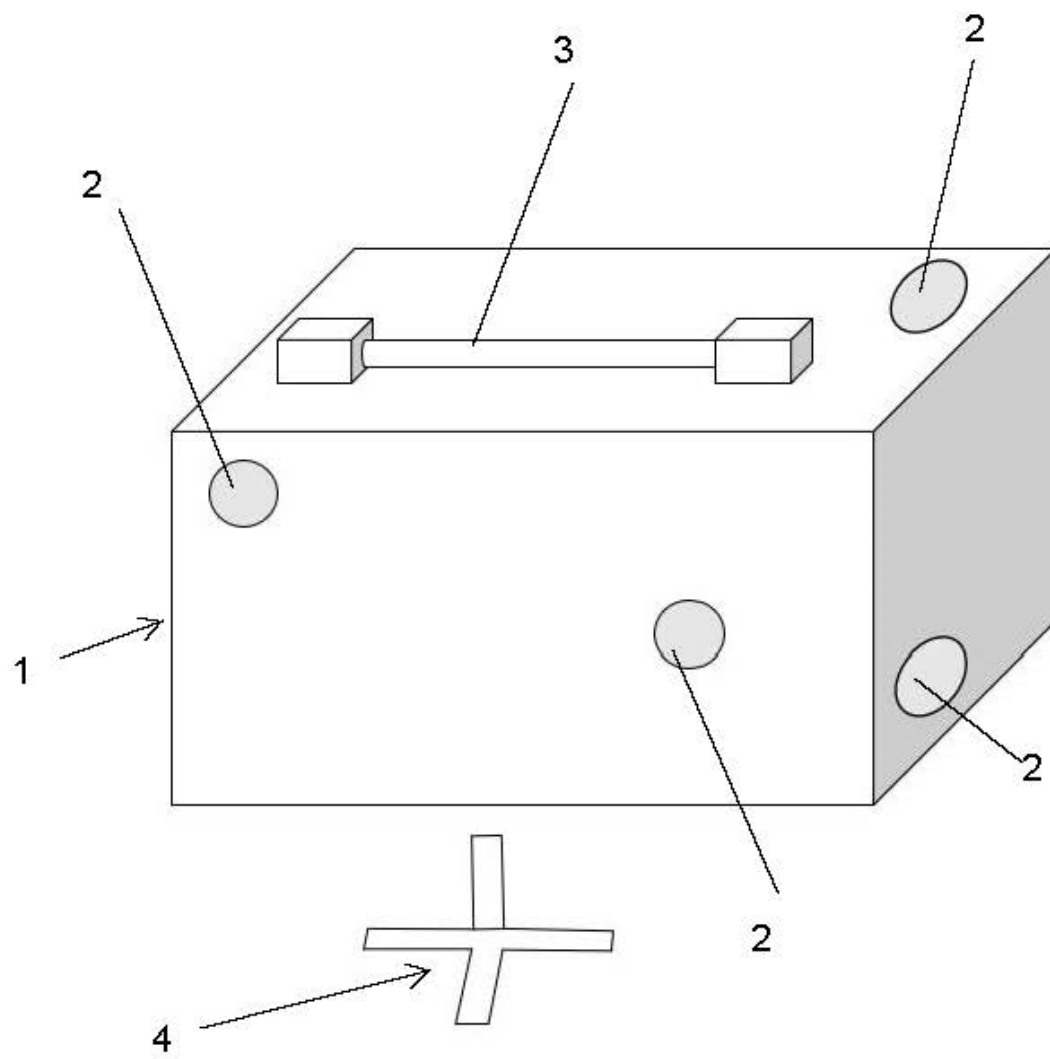


FIG. 1

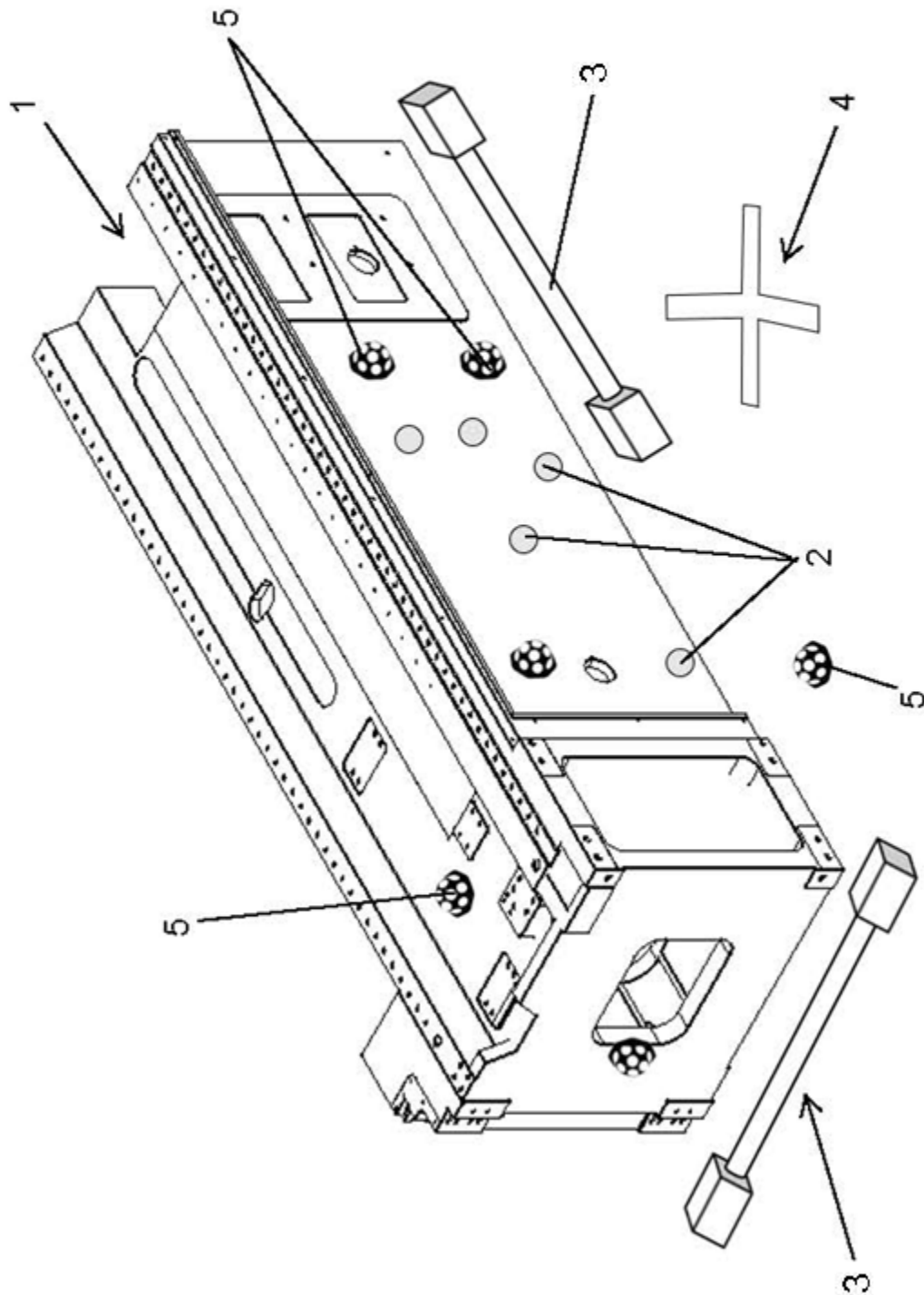


FIG. 2

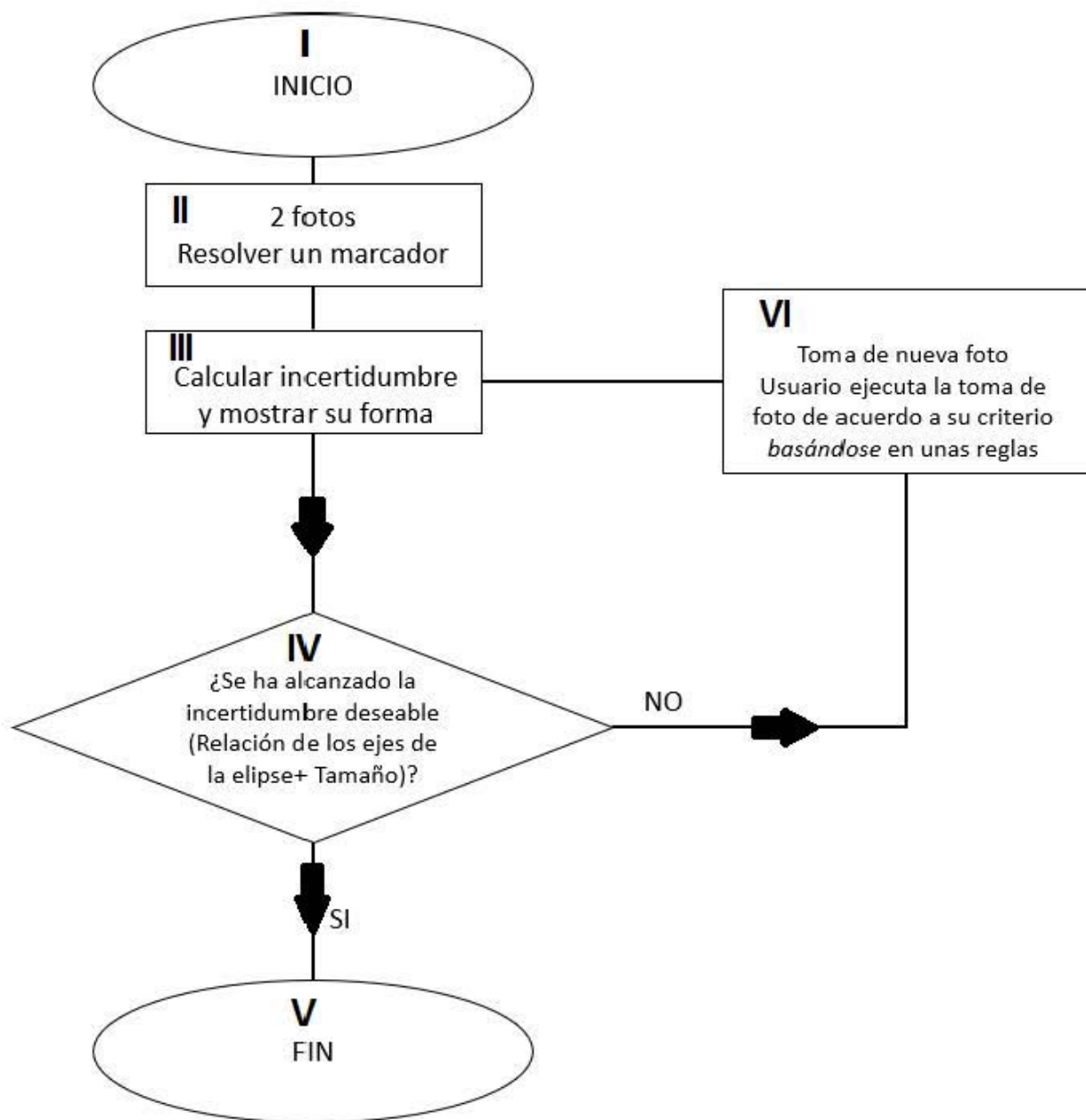


FIG. 3

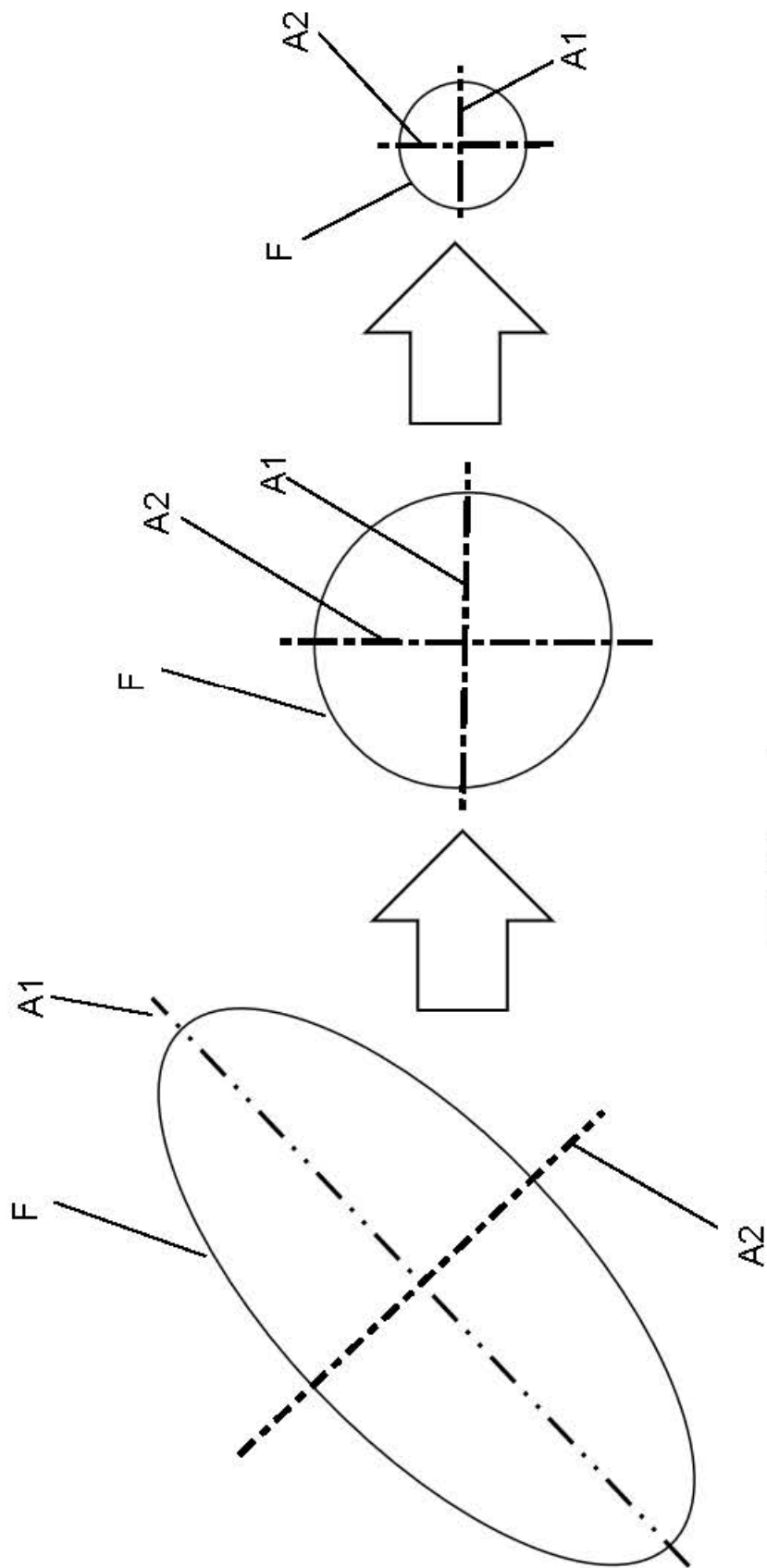


FIG. 4

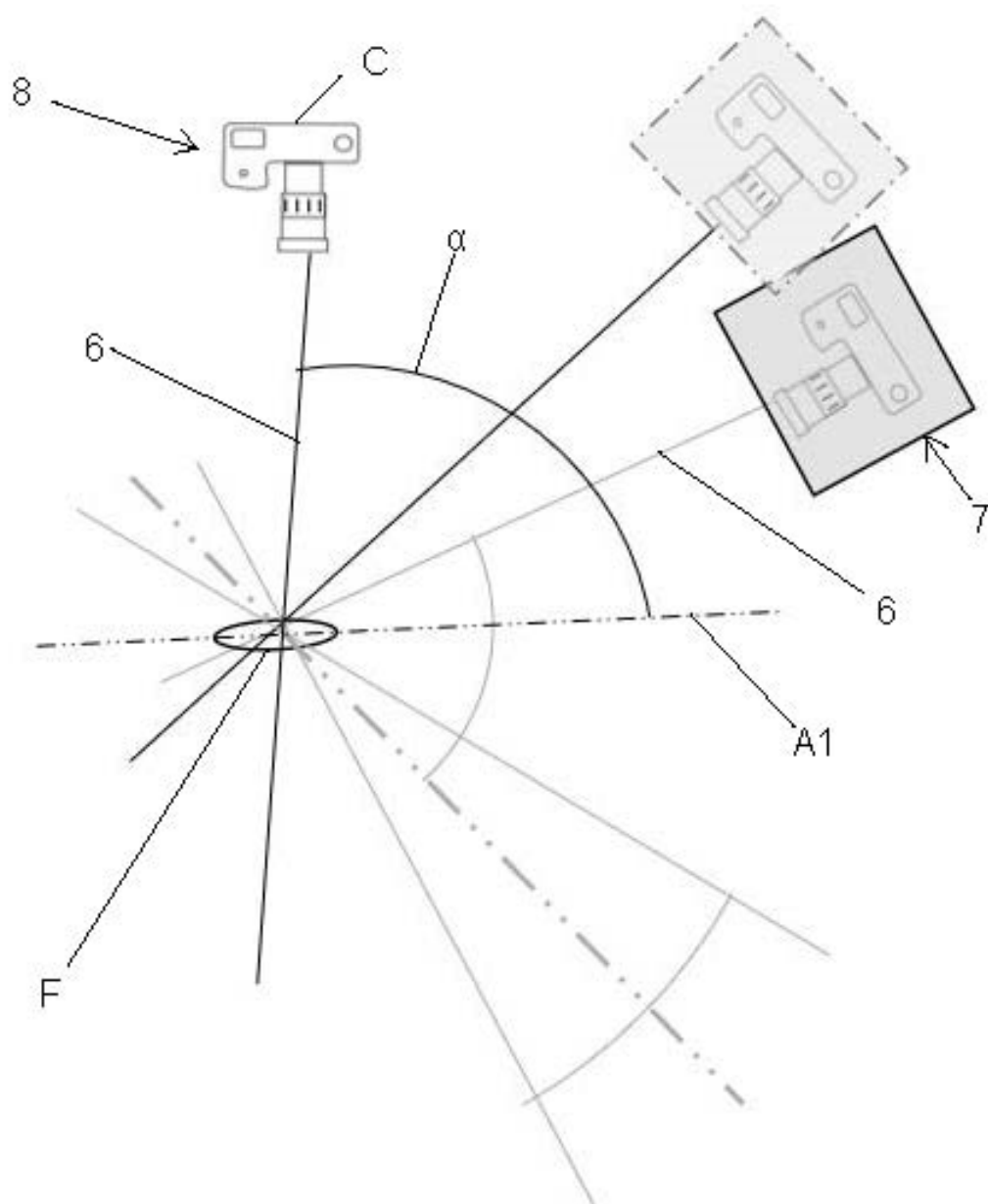


FIG. 5

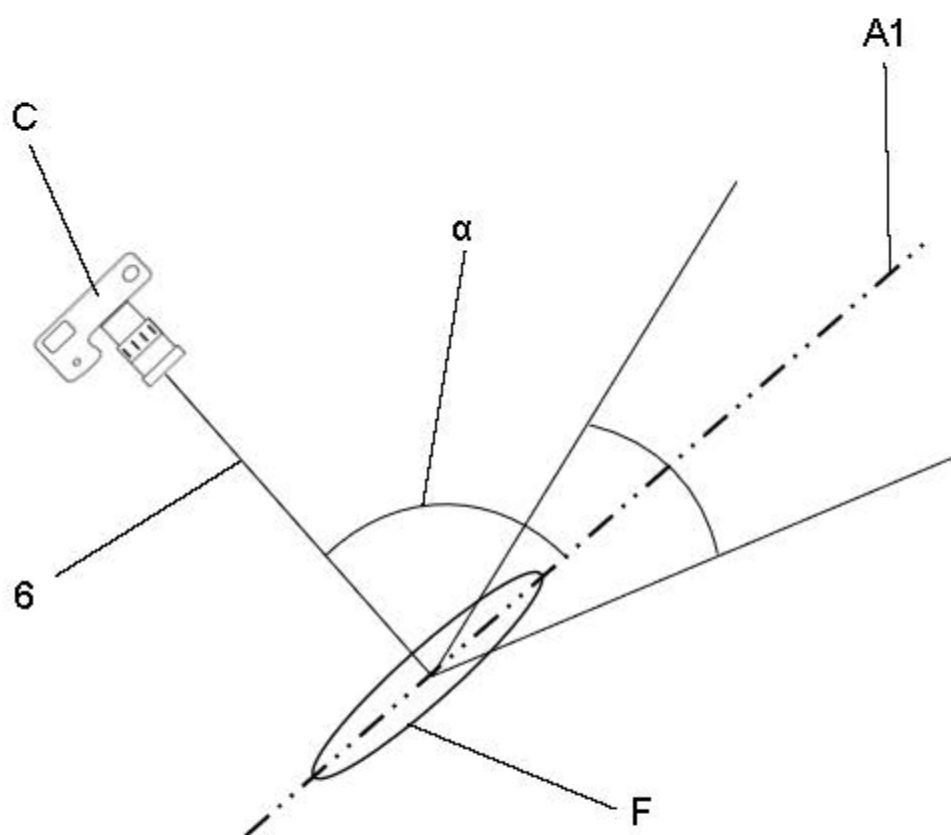


FIG. 6