

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 471 455**

51 Int. Cl.:

**G05B 19/418** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2009** **E 09151025 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2014** **EP 2085849**

54 Título: **Método y sistema para fabricar un artículo utilizando herramientas de mano portátiles**

30 Prioridad:

**30.01.2008 US 22230**

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

**26.06.2014**

73 Titular/es:

**DEERE & COMPANY (50.0%)**  
**One John Deere Place**  
**Moline, IL 61265, US y**  
**IOWA STATE UNIVERSITY RESEARCH**  
**FOUNDATION, INC. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MEYER, THOMAS J.;**  
**HILBY, MICHAEL J.;**  
**MEYERS, MICHAEL J.;**  
**STOYTCHEV, ALEXANDER;**  
**WINER, ELIOT;**  
**MARTINEZ, MARISOL;**  
**MILLER, MATTHEW A.;**  
**WONG, PETER W. y**  
**SINAPOV, JIVKO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 471 455 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**

Método y sistema para fabricar un artículo utilizando herramientas de mano portátiles

5 La presente invención se refiere a un método y a un sistema para fabricar un artículo y, más particularmente, a un método y a un sistema para evitar errores al utilizar herramientas de mano portátiles durante la fabricación de un artículo.

Durante la fabricación de un artículo, es necesario a menudo que un trabajador utilice una herramienta de mano para llevar a cabo diversas etapas de fabricación, tales como el montaje, la soldadura, el pintado, etc. El artículo puede tener la forma de un conjunto o un conjunto parcial, tal como una transmisión, un bastidor de una máquina, una cabina de operario, un encapsulado electrónico, etc.

10 En el entorno de fabricación, un trabajador que utiliza una herramienta de mano no puede repetir de modo consistente el mismo trabajo de un conjunto a otro conjunto. Por ejemplo, las líneas de montaje requieren a menudo que muchos elementos de sujeción roscados sean montados utilizando una pistola de par de apriete en una única estación de trabajo. Los sistemas de control conocidos pueden contar el número de veces que la pistola de par de apriete alcanza el valor requerido de par, pero no pueden determinar si todos los elementos de sujeción fueron apretados, o si alguno fue apretado dos veces, o si los elementos de sujeción fueron apretados en una secuencia específica.

20 El documento US 2002/0038159 A1 describe una herramienta de tratamiento y un dispositivo de tratamiento para tratar una pieza de trabajo que está situada en una zona de tratamiento predeterminada, en una pluralidad de puntos de tratamiento. Un dispositivo de reconocimiento reconoce los puntos de tratamiento individuales sobre la pieza de trabajo o determina una posición relativa entre la herramienta de tratamiento y la pieza de trabajo. Los puntos de tratamiento para una pieza de trabajo respectiva se aprenden en una operación de aprendizaje y se almacenan en una memoria.

25 El documento US 2002/0032956 A1 describe un sistema de montaje en el que están dispuestos puntos objetivo sobre la pieza de trabajo, y se identifican las posiciones en las que se han de montar los elementos de sujeción. Se detecta la posición de la herramienta y se supervisa el par de sujeción.

Lo que se necesita en la técnica es un método y un sistema que no solamente pueda determinar si una tarea de fabricación se llevó a cabo en la posición correcta y/o en la secuencia correcta, sino que identifique el artículo particular que se está fabricando basándose en el seguimiento de las posiciones reales y las actividades de la herramienta en cada posición real.

30 Este objeto se consigue con la materia sustantiva de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes enumeran realizaciones ventajosas de la invención.

35 La invención, en una de sus formas, está dirigida a un método para fabricar un artículo que tiene múltiples posiciones definidas, con actividades de una herramienta correspondientes en cada posición definida, que comprende las etapas de establecer una posición definida para que se produzca una actividad de la herramienta; determinar una posición real de la herramienta; comparar dicha posición real de la herramienta con dicha posición definida; comprobar un suceso de dicha actividad de la herramienta en dicha posición real; verificar si dicha actividad de la herramienta se produjo en dicha posición definida; repetir para las posiciones definidas restantes cada una de dichas etapas de establecer, determinar, comparar, comprobar y verificar; almacenar datos para cada una de dicha posición definida, dicha posición real correspondiente y dicha actividad correspondiente de la herramienta; seguir dichas posiciones reales basándose en dichos datos almacenados y/o dichas actividades de la herramienta basándose en dichos datos almacenados; e identificar el artículo basándose en dichos datos almacenados.

45 La invención, en otra de sus formas, está dirigida a un sistema para fabricar un artículo que tiene múltiples posiciones definidas, con actividades de una herramienta correspondientes en cada posición definida. El sistema comprende una memoria configurada para almacenar las posiciones definidas a efectos de que se produzca una actividad de la herramienta; un detector de posiciones para detectar una posición real de dicha herramienta; y un procesador eléctrico en comunicación con cada uno de dicha memoria y dicho detector de posiciones, estando dicho procesador eléctrico configurado para comparar dicha posición real de la herramienta con dicha posición definida,

comprobar un suceso de dicha actividad de la herramienta en dicha posición real; y verificar si dicha actividad de la herramienta se produjo en dicha posición definida. La memoria está configurada para almacenar una pluralidad de posiciones definidas para que se produzcan dichas actividades de la herramienta respectivas. El detector de posiciones está configurado para detectar una pluralidad de posiciones reales de dicha herramienta. El procesador eléctrico está configurado para comparar dichas posiciones reales de la herramienta con dichas posiciones definidas respectivas, comprobar un suceso de dicha actividad de la herramienta en cada posición real citada, y verificar si cada actividad citada de la herramienta se produjo en dicha posición definida respectiva. El procesador eléctrico está configurado para seguir dichas posiciones reales basándose en dichos datos almacenados y/o dichas actividades de la herramienta basándose en dichos datos almacenados. El procesador eléctrico está configurado para identificar el artículo basándose en datos almacenados para cada una de dicha posición definida, dicha posición real correspondiente y dicha actividad correspondiente de la herramienta.

A continuación, la invención se describirá con más detalle basándose en los dibujos, en los que:

la figura 1 es una ilustración esquemática de una realización de un sistema de la presente invención para fabricar un artículo; y

la figura 2 es un diagrama de flujo de una realización del método de la presente invención para fabricar un artículo, que se puede llevar a cabo utilizando el sistema mostrado en la figura 1.

Haciendo referencia a continuación a los dibujos, y más particularmente a la figura 1, se muestra una realización de un sistema 10 para fabricar un artículo 12. El artículo 12 puede ser cualquier tipo de artículo fabricado que esté montado, soldado, pintado, etc. Por ejemplo, el artículo 12 podría ser una transmisión, un bastidor de una máquina, etc. Para facilitar la ilustración, el artículo 12 se muestra simplemente como un bloque tridimensional con dimensiones en las direcciones X, Y y Z. Se apreciará que el tamaño y la forma exactos del artículo 12 pueden variar.

Para un proceso de fabricación dado, se supone que el artículo 12 tiene varias posiciones 14 definidas, correspondientes a las actividades de una herramienta a llevar a cabo utilizando la herramienta 16. En la realización mostrada en la figura 1, se supone que la herramienta 16 es una pistola de par de apriete y se supone que las posiciones definidas 14 son las posiciones de aberturas roscadas en el artículo 12 para recibir elementos de sujeción roscados, tales como pernos. En caso de una operación de soldadura por puntos, las posiciones definidas 14 podrían corresponderse a las posiciones de soldadura por puntos. Igualmente, en caso de una operación de soldadura o pintado que requiera el movimiento de una pistola, las posiciones definidas 14 se podrían utilizar para representar los puntos de comienzo y/o terminación de un movimiento predefinido de la pistola.

Como se ha indicado anteriormente, se supone que la herramienta 16 es una pistola de par de apriete en la realización mostrada en la figura 1. Con este propósito, aunque la herramienta 16 se muestra en forma simplificada de bloque, se apreciará que la forma exterior se aproxima mucho más a una pistola de par de apriete típica. La pistola de par de apriete 16 incluye un casquillo adaptador 18 accionado a rotación, que se aplica, a su vez, con la cabeza de un perno roscado (no mostrado) y acciona el mismo, colocado en un agujero roscado respectivo en una posición definida 14 correspondiente. La pistola de par de apriete 16 está acoplada con una fuente adecuada de energía, tal como a través de un conducto de aire 20 conectado a un suministro de aire (no mostrado) a distancia. Se apreciará que la pistola de par de apriete 16 podría estar accionada eléctricamente, en cuyo caso el número de referencia 20 podría corresponder a un cable eléctrico acoplado con suministro de energía eléctrica.

La herramienta 16 podría tener asimismo la forma de otros tipos de herramientas de mano portátiles, tales como una llave dinamométrica, una pistola para soldar, una pistola para pintar, una pistola de impulsos, una herramienta neumática o una herramienta precintadora.

La herramienta 16 incluye asimismo uno o más objetivos ópticos 22 que están colocados en posiciones exteriores correspondientes. En la realización mostrada, la herramienta 16 incluye un único objetivo óptico en forma de un objetivo activo que emite un tipo particular de luz. En lugar de ser un objetivo activo que requiere una fuente de energía eléctrica (por ejemplo, la energía de una batería), es posible asimismo que el objetivo 22 pueda ser un objetivo pasivo, tal como varias bolas reflectoras, una tira reflectora, un saliente con una forma predefinida, etc.

Un circuito eléctrico 24 incluye un procesador eléctrico 26, una memoria 28, una o más cámaras 30 y una realimentación 31. El procesador eléctrico 26 es preferentemente un microprocesador que está acoplado con cada

una de la memoria 28 y de la cámara o cámaras 30. El procesador eléctrico 26 está cableado físicamente con cada una de la memoria 28 y de la cámara 30 en la realización ilustrada, pero podría estar asimismo acoplado por conexiones inalámbricas, etc.

5 La memoria 28 es cualquier tipo adecuado de memoria capaz de almacenar a largo plazo datos que se proporcionan al procesador eléctrico 26. Por ejemplo, la memoria 28 se puede utilizar para almacenar las coordenadas de las posiciones definidas 14 sobre el artículo 12.

10 La cámara 30 se utiliza para detectar la posición real del objetivo óptico 22 sobre la herramienta 16, y proporciona al procesador eléctrico 26 señales de salida correspondientes. En la realización mostrada, se supone que la cámara 30 es una cámara de infrarrojos (IR) que detecta la luz que se transmite desde el objetivo óptico 22. Preferentemente, se utilizan múltiples cámaras en lugares diferentes, asociadas a la estación de trabajo en la que está situado el artículo 12, de manera que el objetivo óptico 22 puede estar situado con más precisión con relación a unas coordenadas conocidas.

La realimentación 31 es una representación esquemática de algún tipo de realimentación que se proporciona a un operario o montador durante el proceso de fabricación, descrito con más detalle en lo que sigue.

15 Haciendo referencia a continuación a la figura 2, se describirá con mayor detalle una realización del método de la presente invención para fabricar un artículo. Inicialmente, dichas una o más posiciones definidas para llevar a cabo una actividad de la herramienta se establecen utilizando datos almacenados en la memoria 28 (bloque 40). Si el artículo 12 está colocado con precisión en una posición y orientación conocidas dentro de la estación de trabajo, entonces, es posible que las posiciones definidas puedan ser simplemente coordenadas tridimensionales absolutas con relación a unas coordenadas conocidas. Alternativamente, es posible establecer las posiciones definidas 14 con relación a un modelo tridimensional del artículo 12 dentro de la estación de trabajo. Este enfoque puede permitir una referenciación más dinámica de las posiciones definidas 14 para una actividad dada de la herramienta con relación al tamaño, la forma, la posición y la orientación exactas del artículo 12 dentro de la estación de trabajo (es decir, más bien una determinación relativa, en lugar de absoluta, de las posiciones definidas 14 en el artículo 12).

25 En la realización mostrada, una representación tridimensional del artículo 12 se genera y se almacena en una biblioteca de dibujo asistido por ordenador (CAD) dentro de la memoria 28. Cada posición definida 14 está correlacionada con un punto correspondiente en la representación tridimensional del artículo 12. Las coordenadas tridimensionales de cada punto correlacionado se almacenan igualmente en la memoria 28. De manera adicional, se asigna una actividad definida de la herramienta para cada punto correlacionado en la representación tridimensional del artículo 12. Las actividades de la herramienta asignadas para cada punto correlacionado se almacenan igualmente en la memoria 28. Por consiguiente, las posiciones definidas 14 recubren en esencia la representación tridimensional del artículo 12, y cada posición definida tiene una actividad definida correspondiente de la herramienta.

35 En lugar de utilizar una biblioteca CAD o una técnica de análisis numérico para establecer las posiciones definidas 14 de una actividad de la herramienta, es posible asimismo establecer empíricamente dichas posiciones definidas 14. En particular, la posición o posiciones de la herramienta 16 se pueden seguir durante una etapa inicial de recopilación de datos y se pueden correlacionar con el suceso de actividades de la herramienta para establecer las posiciones definidas 14 que se almacenan en la memoria 28. En caso de una actividad móvil de la herramienta, tal como soldadura o pintado, se puede utilizar un conjunto de posiciones definidas detectadas 14 para definir la actividad de la herramienta.

45 El procesador eléctrico 26 utiliza las señales de salida procedentes de la cámara 30 para determinar la posición real de la herramienta 16 (bloque 42). La posición real se compara con una posición definida correspondiente para una actividad dada de la herramienta (bloque 44). El procesador eléctrico 26 comprueba a continuación si la actividad prescrita de la herramienta se produjo en la posición real (bloque 46). Por ejemplo, en caso de una pistola de par de apriete, es posible detectar si el par que se aplica a la cabeza del perno alcanza un valor predefinido del par. Esta información se puede enviar por una conexión alámbrica o inalámbrica al procesador eléctrico 26. La actividad prescrita de la herramienta debe producirse, y la posición real debe concordar con la posición definida, a fin de que se verifique la actividad de la herramienta (bloque 48).

50 En el bloque de decisión 50, se realiza la determinación de si se ha de proporcionar realimentación a un operario en caso de que el proceso de fabricación no haya avanzando como se esperaba. Más particularmente, si la actividad de la herramienta no corresponde a la actividad prescrita de la herramienta, y la posición real no concuerda con la

5 posición definida, entonces, se proporciona realimentación a un operario (bloque 52). Por ejemplo, el procesador eléctrico 26 puede controlar el proceso de fabricación para detener la herramienta 16, no permitir que el artículo 12 avance hasta la siguiente estación de trabajo, activar una luz de aviso observable por el operario y/o generar un informe escrito. La realimentación puede ser positiva o negativa. Por ejemplo, un monitor puede estar colocado delante de un operario con un modelo del conjunto que tiene componentes que cambian a un color diferente cuando la actividad se ha completado para ese componente. Esto proporciona al operario la realimentación visual sobre lo que queda por completar, o muestra lo siguiente en la secuencia, si se requiere una secuencia. Por supuesto, son posibles asimismo otros tipos de realimentación.

10 Por otro lado, si la actividad de la herramienta no corresponde a la actividad esperada de la herramienta y la posición real concuerda con la posición definida, entonces, no hay necesidad de proporcionar realimentación a un operario (línea 54).

15 En el bloque de decisión 56, se realiza la determinación de si la herramienta 16 se debería desplazar hasta posiciones definidas 14 adicionales para más actividades de dicha herramienta. Si es así, entonces, el control realiza un bucle hasta el bloque 42 y se repite la lógica de control. Por otro lado, si existe solamente una única posición definida para una actividad de la herramienta o la herramienta 16 está en la posición definida correspondiente a una última actividad de la herramienta, entonces, la lógica de control simplemente finaliza.

20 Para un artículo que tiene múltiples posiciones definidas, con actividades de la herramienta correspondientes en cada posición definida, es posible seguir las posiciones reales y/o las actividades de la herramienta en cada posición real para diversos objetivos. Por ejemplo, un objetivo para seguir las posiciones reales y las actividades de la herramienta en cada posición real es identificar el artículo 12 particular que se está fabricando. Esto permite que el procesador eléctrico 26 conozca la secuencia de las posiciones definidas restantes y de las actividades de la herramienta correspondientes que se han de producir después de se identifique el artículo 12. Si un operario no realiza la siguiente actividad esperada de la herramienta para un artículo 12 dado, se puede proporcionar a continuación, en el bloque 52, realimentación al operario.

25 A partir de la descripción anterior, es evidente que el método y el sistema de la presente invención evitan dinámicamente los errores durante el proceso de fabricación mediante el seguimiento de la posición y del funcionamiento de la herramienta 16 con relación a un artículo 12 predeterminado o dinámicamente identificado.

30 En el sistema 10 para fabricar un artículo descrito anteriormente, un detector de posiciones detecta la posición de la herramienta 16 utilizando la cámara 30 y el objetivo óptico 22. Por consiguiente, el objetivo óptico 22 es, en esencia, un componente pasivo, cuya posición se detecta utilizando una o más cámaras 30. Las cámaras 30 son, por lo tanto, los componentes activos que proporcionan señales de salida al procesador eléctrico 26. Es posible asimismo configurar el sistema 10 con un detector de posiciones que tenga un componente activo sobre la herramienta 16, que proporcione una señal de salida al procesador eléctrico 26 para determinar la posición real de dicha herramienta 16. Por ejemplo, la herramienta 16 puede incluir un detector de posiciones en forma de un sensor activo que detecta su posición con relación a unas coordenadas fijas y transmite una señal inalámbrica al procesador eléctrico 26.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fabricar un artículo (12) que tiene múltiples posiciones definidas (14), con actividades de una herramienta correspondientes en cada posición definida (14), que comprende las etapas de:
- establecer una posición definida (14) para que se produzca una actividad de la herramienta;
- 5    determinar una posición real de la herramienta (16);
- comparar dicha posición real de la herramienta (16) con dicha posición definida (14);
- comprobar un suceso de dicha actividad de la herramienta (16) en dicha posición real;
- verificar si dicha actividad de la herramienta se produjo en dicha posición definida;
- 10    repetir para, al menos, otra de las posiciones definidas (14) cada una de dichas etapas de establecer, determinar, comparar, comprobar y verificar;
- almacenar datos para cada una de dicha posición definida (14), dicha posición real correspondiente y dicha actividad correspondiente de la herramienta;
- seguir dichas posiciones reales (14) basándose en dichos datos almacenados y/o dichas actividades de la herramienta basándose en dichos datos almacenados;
- 15    e identificar el artículo (12) basándose en dichos datos almacenados.
2. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 1, que incluye la etapa de poner en correlación cada posición definida citada con un punto en el artículo (12) identificado.
3. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 1, en el que dichas posiciones definidas se establecen utilizando uno de un modelo CAD, una técnica de análisis numérico y un análisis empírico.
- 20    4. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 1, que incluye las etapas de:
- generar una representación tridimensional del artículo (12) a montar;
- poner en correlación cada posición definida citada con un punto en dicha representación tridimensional;
- asignar una actividad definida de la herramienta a cada punto correlacionado en dicha representación tridimensional;
- y
- 25    comparar cada actividad definida citada de la herramienta en cada punto correlacionado con dicha actividad de la herramienta en dicha posición real.
5. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 1, que incluye la etapa de proporcionar realimentación a un operario dependiendo de dichas etapas de verificar si dichas actividades de la herramienta se produjeron en dichas posiciones definidas correspondientes.
- 30    6. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 5, en el que dicha realimentación incluye una de:

detener la herramienta;

no permitir que el artículo avance hasta la siguiente estación de trabajo;

activar una luz de aviso; y

generar un informe.

5 7. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de determinar una posición real de la herramienta (16) se lleva a cabo utilizando un objetivo óptico (22) en dicha herramienta (16) y, al menos, una cámara (30), determinando dicha al menos una cámara (30) una posición del objetivo óptico (22) con relación a unas coordenadas conocidas.

10 8. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 7, en el que dicho objetivo óptico (22) es uno de un objetivo activo y un objetivo inactivo.

9. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 1, en el que dicha herramienta (16) es una herramienta portátil de mano, por ejemplo, al menos, una de una pistola de par de apriete, una llave dinamométrica, una pistola para soldar, una pistola para pintar, una pistola de impulsos, una herramienta neumática y una herramienta precintadora.

15 10. El método para fabricar un artículo según la reivindicación 1, que incluye la etapa de proporcionar realimentación a un operario dependiendo de dicha etapa de verificar si dicha actividad de la herramienta se produjo en dicha posición definida, en el que dicha realimentación incluye preferentemente una de:

detener la herramienta;

no permitir que el artículo avance hasta la siguiente estación de trabajo;

20 activar una luz de aviso;

presentar el trabajo terminado en un modelo; y

generar un informe.

11. Un sistema (10) para fabricar un artículo (12), teniendo el artículo (12) múltiples posiciones definidas (14), con actividades de una herramienta correspondientes en cada posición definida (14), comprendiendo el sistema (10):

25 una memoria (28) configurada para almacenar las posiciones definidas (14) a efectos de que se produzcan las actividades de la herramienta;

un detector de posiciones para detectar una posición real de dicha herramienta (16); y

30 un procesador eléctrico (26) en comunicación con cada uno de dicha memoria (28) y dicho detector de posiciones, estando dicho procesador eléctrico (26) configurado para comparar dicha posición real de la herramienta (16) con dicha posición definida (14), comprobar un suceso de dicha actividad de la herramienta en dicha posición real; y verificar si dicha actividad de la herramienta se produjo en dicha posición definida,

dicho detector de posiciones está configurado para detectar una pluralidad de posiciones reales de dicha herramienta (16); y

dicho procesador eléctrico (26) está configurado para comparar dichas posiciones reales de la herramienta (16) con dichas posiciones definidas (14) respectivas, comprobar un suceso de dicha actividad de la herramienta en cada una de dichas posiciones reales, y verificar si cada actividad citada de la herramienta se produjo en dicha posición definida respectiva,

- 5 dicho procesador eléctrico (26) está configurado para seguir dichas posiciones reales (14) basándose en dichos datos almacenados y/o dichas actividades de la herramienta basándose en dichos datos almacenados;

en el que dicho procesador eléctrico (26) está configurado para identificar el artículo (12) basándose en datos almacenados para cada una de dicha posición definida (14), dicha posición real correspondiente y dicha actividad correspondiente de la herramienta.



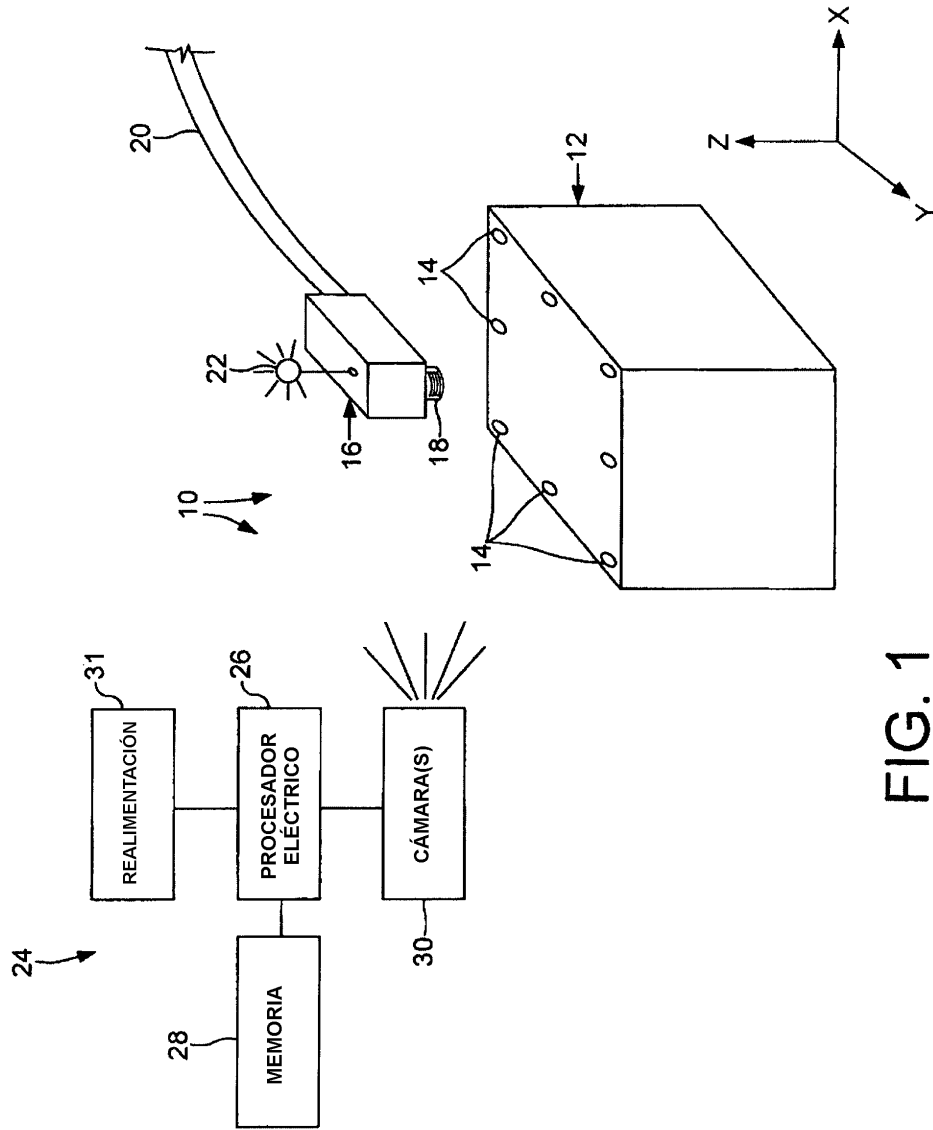


FIG. 1

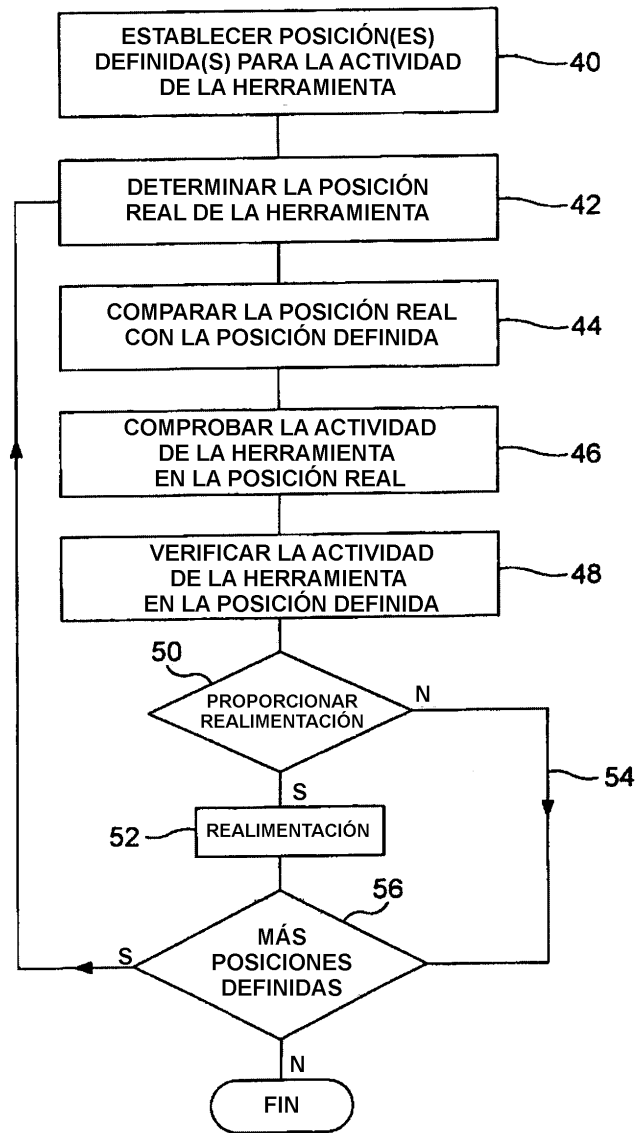


FIG. 2