

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 008 484**

51 Int. Cl.:

B25B 23/00 (2006.01)
B25B 23/14 (2006.01)
G01L 25/00 (2006.01)
B25H 3/00 (2006.01)
B25H 3/02 (2006.01)
G06Q 10/087 (2013.01)
G06Q 50/04 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.09.2018** **PCT/US2018/053105**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.04.2019** **WO19070501**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2018** **E 18786615 (7)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2025** **EP 3691833**

54 Título: **Monitorización del estado de calibración de herramientas en sistemas de control de herramientas automatizados**

30 Prioridad:

03.10.2017 US 201762567510 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.03.2025

73 Titular/es:

SNAP-ON INCORPORATED (100.00%)
2801 80th Street
Kenosha, Wisconsin 53141, US

72 Inventor/es:

FLY, DAVID C.;
LIPSEY, MATTHEW J.;
PHILLIPS, PRESTON C.;
NEWPORT, JASON;
LOBO, ANDREW R.;
CHWAN, JOSEPH;
ROGERS, FREDERICK J.;
RYAN, SEAN W. y
KASSOUF, THOMAS L.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 008 484 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

Monitorización del estado de calibración de herramientas en sistemas de control de herramientas automatizados

Campo técnico

5 La presente materia objeto se refiere a técnicas y equipos para monitorizar los estados de calibración de herramientas en sistemas de control de herramientas automatizados.

Antecedentes de la invención

Las llaves dinamométricas se han utilizado desde hace mucho tiempo en la industria para apretar con precisión los elementos de fijación en las operaciones de montaje, mantenimiento y reparación. Esto es especialmente cierto en la industria aeroespacial, en la que se requiere el uso de llaves dinamométricas, siendo este uso controlado firmemente.

10 En la industria aeroespacial y en otras industrias, los usuarios requieren que las llaves dinamométricas sean calibradas regularmente. En general, la calibración implica que el usuario realice una prueba de par de una herramienta, que el usuario registre el resultado de la prueba de par en un registro para crear un registro de calibración de herramienta para referencia futura, y que el usuario determine si la herramienta debe usarse dependiendo del resultado de la prueba de par. Los procedimientos utilizados para la calibración de herramienta y registro son generalmente realizados por el usuario manualmente, y tanto la calibración como el registro están por tanto sujetos a errores humanos. Por ejemplo, si un resultado de prueba de par se registra incorrectamente o se usa un rango objetivo incorrecto, una llave dinamométrica que tiene un valor de calibración incorrecto puede continuar usándose para la aplicación de par y apriete de elementos de fijación a pesar de que la herramienta aplica una carga de par desconocida y potencialmente incorrecta en los elementos de fijación. Cuando se descubre esta condición, cada junta de elemento de fijación a la que se ha aplicado un par por parte de la llave fuera de calibración (por ejemplo, cada junta de elemento de fijación a la que se ha aplicado un par desde la última operación de calibración registrada con precisión de la llave) es sospechosa y generalmente debe comprobarse y volver a recibir la aplicación de par.

25 El documento de solicitud internacional de patente PCT nº WO 2012/117032 A1 describe un método para calibrar y probar herramientas por medio de un dispositivo de calibración, para gestionar los datos de calibración y/o la prueba y para optimizar un proceso de calibración.

El documento de patente de Alemania nº DE 10 2011 001076 A1 describe un método para leer y gestionar datos de herramientas para la gestión de herramientas en taller para el mantenimiento de aeronaves, implicando el método almacenar y gestionar datos específicos de herramienta y de identificación para detectar información de estado y/o ausencia de herramienta.

30 El documento de patente de EE.UU. nº US 2013/187759 A1 describe una herramienta de producción que tiene una inclusión dieléctrica, y un dispositivo RFID montado dentro de la inclusión dieléctrica.

El documento de solicitud internacional de patente PCT nº WO 2016/023081 A1 describe un dispositivo de almacenamiento que incluye al menos una ubicación de almacenamiento de artículo, y al menos un sensor para detectar un parámetro indicativo de la presencia o ausencia de un artículo en la al menos una ubicación de almacenamiento de artículo.

35 Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema configurado para monitorizar automáticamente el estado de calibración de herramientas y para controlar la entrada de herramienta y salida de herramienta de dichas herramientas desde un sistema de control de herramienta automatizado en base al estado de calibración.

Compendio

40 Las enseñanzas de la presente memoria atenúan uno o más de los problemas indicados anteriormente para monitorizar automáticamente el estado de calibración de herramientas o de otros objetos de inventario usando un sistema de monitorización de calibración automatizado.

Según un aspecto de la invención, se describe un sistema de monitorización de calibración automatizado según la reivindicación 1.

45 El sistema de monitorización de calibración automatizado puede incluir además un dispositivo de medición de calibración conectado comunicativamente al procesador y configurado para realizar una medición de calibración del artículo de inventario calibrado para obtener la medición de calibración. El dispositivo de medición de calibración puede comunicar la medición de calibración obtenida al procesador.

50 El artículo de inventario calibrado puede ser una llave dinamométrica, y el instrumento de medición de calibración puede ser un medidor de par.

El procesador puede estar configurado además para, después de que el artículo de inventario calibrado es emitido o devuelto al sistema de monitorización de calibración automatizado, transmitir un valor objetivo de calibración para el

artículo de inventario calibrado al dispositivo de medición de calibración. El procesador puede recibir la medición de calibración obtenida desde el dispositivo de medición de calibración después de la transmisión del valor objetivo de calibración.

5 El valor de parámetro de calibración almacenado en la base de datos puede incluir un rango aceptable de valores de parámetro de calibración almacenados en la base de datos, y el procesador puede autorizar selectivamente la emisión o retorno del artículo de inventario calibrado cuando la medición de calibración está dentro del rango aceptable de valores de parámetro de calibración.

10 El sistema de monitorización de calibración automatizado puede incluir además un dispositivo de detección configurado para detectar información usada por el procesador para determinar la presencia o ausencia de artículos de inventario en la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento. El procesador puede estar configurado para determinar la presencia del artículo de inventario calibrado en una ubicación de almacenamiento de entre la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento en base a la información detectada por el dispositivo de detección.

15 El dispositivo de detección puede incluir un sensor de imagen configurado para capturar imágenes de ubicaciones de almacenamiento del sistema de monitorización de calibración automatizado, y el procesador puede estar configurado para determinar la presencia del artículo de inventario calibrado determinando si el artículo de inventario calibrado está presente en una imagen capturada por el sensor de imagen.

20 Cada artículo de inventario asociado con el sistema de monitorización de calibración automatizado puede tener una etiqueta que identifica de forma única el artículo de inventario, y el procesador puede estar configurado para identificar de forma única un artículo de inventario presente en una ubicación de almacenamiento de entre la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento reconociendo la etiqueta que identifica de forma única el artículo de inventario en la información detectada por el dispositivo de detección.

25 Cada artículo de inventario asociado con el sistema de control de inventario automatizado puede tener una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) que identifica de forma única el artículo de inventario, y el sistema de control de inventario automatizado puede incluir además un sensor de RFID configurado para leer etiquetas RFID de artículos de inventario ubicados dentro de la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento.

La base de datos puede almacenar registros de órdenes de trabajo asociadas con emisiones previas del artículo de inventario calibrado, y la base de datos puede almacenar registros de mediciones de calibración previas del artículo de inventario calibrado.

30 El procesador puede estar configurado para, al determinar que la medición de calibración comparada del artículo de inventario calibrado es inconsistente con el valor de parámetro de calibración para el artículo de inventario calibrado, recuperar de la base de datos todos los registros de órdenes de trabajo asociadas con el artículo de inventario calibrado y correspondientes a las emisiones del artículo de inventario calibrado después del último registro almacenado de una medición de calibración previa del artículo de inventario calibrado.

Según un aspecto adicional de la invención, se divulga un método según la reivindicación 12.

35 El sistema de monitorización de calibración automatizado puede autorizar selectivamente la emisión o retorno del artículo de inventario calibrado desde una ubicación de almacenamiento del sistema de monitorización de calibración automatizado de acuerdo a un resultado de la determinación.

40 El método puede incluir, además, antes de la determinación, recibir, desde un dispositivo de medición de calibración conectado comunicativamente al sistema de monitorización de calibración automatizado y configurado para realizar una medición de calibración del artículo de inventario calibrado, la medición de calibración del artículo de inventario calibrado.

El artículo de inventario calibrado puede ser una llave dinamométrica, y el instrumento de medición de calibración puede ser un medidor de par.

45 El método puede incluir además transmitir un valor objetivo de calibración para el artículo de inventario calibrado al dispositivo de medición de calibración, en el que el sistema de monitorización de calibración automatizado recibe la medición de calibración desde el dispositivo de medición de calibración después de la transmisión del valor objetivo de calibración.

50 Cada artículo de inventario asociado con el sistema de monitorización de calibración automatizado puede tener una etiqueta que identifica de forma única el artículo de inventario, y el sistema de monitorización de calibración automatizado puede estar configurado para identificar de forma única el artículo de inventario calibrado reconociendo la etiqueta que identifica de forma única el artículo de inventario calibrado en la información detectada por el sensor.

Cada artículo de inventario asociado con el sistema de control de inventario automatizado puede tener una etiqueta visible que identifica de forma única el artículo de inventario, y el sistema de control de inventario automatizado puede

identificar el artículo de inventario calibrado identificando la etiqueta visible del artículo de inventario calibrado en una imagen capturada por un dispositivo de detección de imagen del sistema de control de inventario automatizado.

5 Cada artículo de inventario asociado con el sistema de control de inventario automatizado puede tener una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) que identifica de forma única el artículo de inventario, y el sistema de control de inventario automatizado puede identificar el artículo de inventario calibrado leyendo la etiqueta RFID del artículo de inventario calibrado.

10 Ventajas adicionales y características novedosas se expondrán en parte en la descripción que sigue, y en parte resultarán evidentes para los expertos en la técnica tras el análisis de lo que sigue y los dibujos adjuntos, o pueden aprenderse mediante la producción o puesta en práctica de los ejemplos. Las ventajas de las presentes enseñanzas pueden realizarse y alcanzarse mediante la práctica o uso de diversos aspectos de las metodologías, instrumentos y combinaciones expuestos en los ejemplos detallados analizados a continuación.

Breve descripción de los dibujos

15 Las figuras de los dibujos representan una o más implementaciones de acuerdo con las presentes enseñanzas, a modo de ejemplo solamente, no a modo de limitación. En las figuras, los números de referencia iguales se refieren a elementos iguales o similares.

La FIG. 1A es un diagrama de bloques funcional de un dispositivo de monitorización de calibración automatizado que puede soportar los servicios de monitorización de calibración descritos en la presente memoria.

La FIG. 1B es un diagrama de bloques funcional de un sistema de monitorización de calibración automatizado que puede soportar los servicios de monitorización de calibración descritos en la presente memoria.

20 La FIG. 2A es una vista en perspectiva de un sistema de control de herramienta automatizado que puede soportar los servicios de monitorización de calibración descritos en la presente memoria.

La FIG. 2B es una vista superior de un cajón abierto del sistema de control de herramienta automatizado mostrado en la FIG. 2A.

25 Las FIGS. 2C, 2D y 2E muestran diversas etiquetas ilustrativas que pueden usarse para identificar de forma única artículos de inventario en el sistema de control de herramienta automatizado mostrado en la FIG. 2A y en otros dispositivos de monitorización de calibración automatizados.

Las FIGS. 3A-3E muestran diagramas de flujo simplificados que ilustran métodos implicados en el soporte de servicios de monitorización de calibración automatizados por medio de dispositivos y/o sistemas de monitorización de calibración automatizados como los mostrados en las FIGS. 1A y 1B.

30 Las FIGS. 4A-4D muestran diagramas de bloques funcionales simplificados que muestran el flujo de información implicado en la provisión de los servicios de monitorización de calibración entre componentes de los dispositivos y/o sistemas de monitorización de calibración automatizados como los mostrados en las FIGS. 1A y 1B.

35 La FIG. 5 es un diagrama de bloques funcional simplificado de un ordenador que puede estar configurado como un servidor o anfitrión, por ejemplo, para funcionar como el servidor de calibración o servidor de control de inventario que soporta las bases de datos del sistema de monitorización de calibración automatizado de la FIG. 1B.

Descripción detallada

40 En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos a modo de ejemplo al objeto de proporcionar una comprensión exhaustiva de las enseñanzas relevantes. Sin embargo, debería ser evidente para los expertos en la técnica que las presentes enseñanzas pueden ser puestas en práctica sin dichos detalles. En otros casos, se han descrito métodos, procedimientos, componentes y/o circuitos bien conocidos a un nivel relativamente alto, sin detalle, al objeto de evitar oscurecer innecesariamente aspectos de las presentes enseñanzas.

45 Los diferentes sistemas y métodos descritos en la presente memoria se refieren a la monitorización automatizada del estado de calibración de herramientas en sistemas de control de herramientas automatizados.

50 La monitorización automatizada del estado de calibración de herramientas se realiza usando un instrumento o dispositivo de medición de calibración tal como un medidor de par electrónico. El dispositivo de medición de calibración se conecta comunicativamente con un dispositivo de monitorización de calibración automatizado, tal como un sistema de control de inventario automatizado, que almacena dispositivos calibrados tales como llaves dinamométricas calibradas y otras herramientas calibradas, y monitoriza las emisiones/retiradas de herramientas y los retornos al sistema. El dispositivo de medición de calibración se comunica adicionalmente con una base de datos de calibración que almacena valores de calibración para las herramientas. El dispositivo de monitorización de calibración automatizado está configurado para identificar de forma única herramientas (y otros objetos, a los que se hace

referencia en general como artículos de inventario) almacenadas en el mismo, y para permitir selectivamente la emisión de herramientas/objetos/artículos de inventario individuales desde el almacenamiento y/o el retorno de las herramientas/objetos al almacenamiento en base al resultado de una medición de calibración tal como una medición de par de las herramientas/objetos. En funcionamiento, el dispositivo de medición de calibración, tal como el medidor de par electrónico, recibe una identificación única de una herramienta/objeto del dispositivo de monitorización de calibración automatizado, recupera un valor de calibración para la herramienta/objeto identificado de la base de datos de calibración, y realiza una medición de calibración en base al valor de calibración recuperado. A su vez, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado determina si la medición de calibración está dentro de un rango aceptable para la herramienta/objeto, y permite selectivamente la emisión de la herramienta/objeto desde el dispositivo de monitorización de calibración automatizado y/o el retorno de la herramienta/objeto al dispositivo de monitorización de calibración automatizado en base al resultado de la determinación (por ejemplo, basándose en la determinación de que la herramienta/objeto está calibrado con precisión).

En un ejemplo, la herramienta/objeto es una llave dinamométrica calibrada que está diseñada para aplicar un valor de par máximo precalibrado almacenado en la base de datos de calibración. En el ejemplo, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado identifica de forma única la llave dinamométrica basándose en una etiqueta o identificador aplicado a la misma, y detecta que un usuario ha retirado la llave dinamométrica del dispositivo de monitorización de calibración automatizado. En base a la detección, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado solicita a un usuario que pruebe una calibración actual de la llave dinamométrica y, con fines de medición, comunique el valor de calibración de la llave dinamométrica a un medidor de par electrónico. Tras realizar la medición de par en la llave dinamométrica en base al valor de calibración comunicado, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado determina si la medición cae dentro de un rango aceptable alrededor del valor de calibración y permite emitir la llave dinamométrica desde el dispositivo de monitorización de calibración automatizado. Sin embargo, si la medición cae fuera del rango aceptable alrededor del valor de calibración, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado alerta al usuario y pide al usuario que devuelva la llave dinamométrica al dispositivo de monitorización de calibración automatizado para su recalibración.

En general, las herramientas u otros objetos de inventario almacenados en el dispositivo de monitorización de calibración automatizado son identificables individualmente por el dispositivo de monitorización de calibración automatizado. Para ello, las herramientas/objetos pueden tener etiquetas u otros identificadores aplicados a los mismos para permitir identificar de forma única/individual herramientas/objetos que visualmente parecen similares entre sí (por ejemplo, dos llaves dinamométricas visualmente idénticas). Las etiquetas o identificadores pueden codificar el número de serie de la herramienta u otro identificador único, y permitir que el estado de calibración de cada herramienta/objeto se monitoree y registre individualmente en asociación con el identificador único de la herramienta/objeto. La calibración de cada herramienta/objeto puede monitorizarse entonces tras cada emisión o retorno de la herramienta/objeto desde/hacia el dispositivo de monitorización de calibración automatizado, y/o de forma preprogramada, de forma periódica basándose en una serie de emisiones/retornos desde una medición de calibración previa, o similares.

Cada emisión y/o retorno de la herramienta/objeto puede asociarse además con una orden de trabajo u orden de servicio, y el valor de medición de calibración registrado más recientemente de la herramienta/objeto puede asociarse con cada operación (por ejemplo, el apriete de cada tornillo o elemento de fijación) realizada como parte de la orden de trabajo u orden de servicio. De esta manera, se crea un registro con fines de auditoría de todas las operaciones realizadas por una herramienta/objeto entre mediciones de calibración en caso de que se determine que la herramienta/objeto se ha salido fuera de calibración durante una siguiente operación de medición de calibración.

Se hace referencia en detalle ahora a los ejemplos ilustrados en los dibujos adjuntos y analizados a continuación.

La FIG. 1A es un diagrama de bloques que muestra componentes de un dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100, tal como el sistema de control de herramienta automatizado 200 que funciona como un dispositivo de monitorización de calibración mostrado ilustrativamente en la FIG. 2A. El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede usarse como parte de un sistema de monitorización de calibración automatizado 190 tal como el mostrado en el diagrama de bloques de la FIG. 1B.

Como se muestra en la FIG. 1A, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 incluye unas ubicaciones de almacenamiento 130 para almacenar objetos/herramientas en las mismas, y uno o más subsistema(s) de detección 150 para determinar el estado de inventario de objetos/herramientas en el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100. Adicionalmente, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede incluir uno o más de entre una interfaz de usuario 105, un dispositivo de control de acceso 106 y una interfaz de red 108. El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 también puede incluir una interfaz de comunicación directa por cable o inalámbrica, tal como una interfaz de comunicación bluetooth para comunicarse directamente con un dispositivo de calibración 160 o con otro dispositivo de monitorización de calibración automatizado.

Las ubicaciones de almacenamiento 130 se proporcionan dentro de un cuerpo del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100, dentro del cual las herramientas/objetos pueden almacenarse de forma segura. Las

ubicaciones de almacenamiento 130 pueden incluir uno o más cajones de almacenamiento (véase, por ejemplo, 230 en las FIGS. 2A-2C), estanterías, puertas de armario o similares.

La interfaz de usuario 105 puede incluir uno o más dispositivos de entrada/salida de usuario, tal como una pantalla (por ejemplo, una pantalla táctil), un teclado, un ratón o un panel táctil, un altavoz y/o micrófono, o similares. La interfaz de usuario 105 se puede usar para emitir información a un usuario del dispositivo 100 (por ejemplo, a través de una pantalla) y/o para recibir entrada y selecciones del usuario (por ejemplo, a través de un dispositivo de entrada táctil).

El dispositivo de control de acceso 106 puede incluir uno o más de entre un lector de tarjetas (por ejemplo, un lector de tarjetas de identificación), un escáner de iris o similares, para recibir información de identificación de un usuario que busca acceso al dispositivo 100. El dispositivo de control de acceso 106 también puede incluir una alarma usada para emitir alertas como respuesta a la detección de intentos de acceso no autorizados, y un mecanismo de bloqueo usado para cerrar o bloquear de forma segura el acceso a las ubicaciones de almacenamiento 130 cuando ningún usuario autorizado está registrado en el dispositivo 100.

La interfaz de red 108 permite que el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 se comuniquen a través de una o más redes cableadas o inalámbricas con otros dispositivos de monitorización de calibración automatizados en red (por ejemplo, 100a-100n en la FIG. 1B), dispositivo(s) de calibración (por ejemplo, 160a-160m en la FIG. 1B), una base de datos de calibración 170, una base de datos de control de inventario automatizado (por ejemplo, 180 en la FIG. 1B) y/u otros componentes de un sistema de monitorización de calibración automatizado en red 190 (véase la FIG. 1B) que pueden usarse para monitorizar la calibración y los estados de inventario de objetos/herramientas a través de múltiples dispositivos de monitorización de calibración automatizados 100.

El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 está configurado además para incluir o interactuar con un dispositivo de calibración 160 (por ejemplo, un dispositivo de medición de calibración) y con una base de datos de calibración 170. Como se muestra en líneas discontinuas en la FIG. 1A, el dispositivo de calibración 160 y la base de datos de calibración 170 pueden estar ubicados dentro del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 y pueden interactuar directamente con el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100. Alternativamente, el dispositivo de calibración 160 y la base de datos de calibración 170 pueden estar ubicados de forma separada con respecto al dispositivo de monitorización de calibración automatizado 160 y estar conectados comunicativamente con el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 a través de un enlace y/o red de comunicación por cable o inalámbrica (véase, por ejemplo, la FIG. 1B).

Como se describe con más detalle a continuación, el dispositivo de calibración 160 puede usarse para medir un estado de calibración de una herramienta/objeto. En algunos ejemplos, el dispositivo de calibración 160 puede adoptar la forma de un medidor de par u otro dispositivo de medición de par configurado para medir un par de salida de una llave dinamométrica. Por ejemplo, el dispositivo de calibración 160 puede ser un medidor de par electrónico tal como un medidor de par que incluye un transductor de par piezoeléctrico montado en un bastidor y operativo para tomar lecturas de par y comunicar las lecturas de par al dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100. El dispositivo de calibración 160 incluye opcionalmente una pantalla para mostrar las mediciones de calibración (por ejemplo, lecturas de par) a los usuarios. En diferentes ejemplos, los transductores de par de un dispositivo de calibración 160 pueden dimensionarse para medir diversas cargas de par aplicadas. Adicionalmente, el dispositivo de calibración 160 puede conectarse comunicativamente con el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 o con una red para permitir que los datos de medición de calibración se transfieran a través de interfaces y enlaces de comunicación cableados o inalámbricos.

Aunque la descripción anterior ha detallado un ejemplo de una llave dinamométrica calibrada y un medidor de par asociado como una herramienta/objeto y un dispositivo de calibración 160 asociado con la misma, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede usarse con otros tipos de herramientas calibradas. Como ejemplo, la llave dinamométrica calibrada puede tener un valor de calibración de par y/o un valor de calibración de ángulo asociados para su medición por el dispositivo de calibración 160. Como otro ejemplo, la herramienta calibrada puede ser un destornillador de par que tiene un valor de calibración de par asociado y/o un valor de calibración de ángulo para su medición por el dispositivo de calibración 160. Como ejemplo adicional, se puede usar un calibre de precisión para mediciones precisas de distancia/anchura/longitud, y puede tener su calibración medida y monitorizada por utilización de un dispositivo de calibración 160 tal como una herramienta de medición de precisión. Como otro ejemplo, un multímetro digital usado para mediciones eléctricas puede usarse para mediciones precisas de tensión, corriente y resistencia, y puede tener su calibración medida y monitorizada por utilización de un dispositivo de calibración 160 tal como un medidor de tensión/corriente/resistencia de precisión.

El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 incluye además un sistema de procesamiento de datos 140, tal como un ordenador, para controlar el funcionamiento del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100. Con fines de control de inventario, el sistema de procesamiento de datos 140 procesa datos de detección recibidos desde el subsistema(s) de detección 150 y determina condiciones de inventario de objetos/herramientas y ubicaciones de almacenamiento 130 en base a los datos de detección. En un ejemplo, el sistema de procesamiento de datos 140 procesa imágenes capturadas por una cámara u otro dispositivo de detección de imágenes y/o señales recibidas por sensores de RFID. El sistema de procesamiento de datos 140 incluye uno o más procesadores 142 (por ejemplo, microprocesadores) y una memoria 144 (incluyendo memoria no transitoria,

memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM) o similares). La memoria 144 incluye una memoria de programa que almacena instrucciones de programa para hacer que el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 realice la monitorización de calibración y funciones de control de inventario tales como las descritas en la presente memoria. La memoria 144 también incluye una base de datos de información de objeto/herramienta, que puede incluir identificadores de objeto/herramienta, imágenes de objeto/herramienta, información de etiqueta de objeto/herramienta (por ejemplo, para etiquetas RFID o de código de barras), estado de inventario de objeto/herramienta e información de estado de calibración, y similares. Las instrucciones de programa hacen además que el dispositivo 100 se comuniquen con el dispositivo(s) de calibración 160 para obtener mediciones de calibración para objetos/herramientas, tal y como se describe con más detalle a continuación.

Los componentes del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 de la FIG. 1A están conectados comunicativamente entre sí, por ejemplo, a través de un bus de comunicación u otros enlaces de comunicación. El sistema de procesamiento de datos 140 funciona como una unidad central de procesamiento (CPU) para ejecutar instrucciones de programa, tal como unas instrucciones de programa almacenadas en un medio de almacenamiento legible por máquina no transitorio (por ejemplo, la memoria 144), para controlar el funcionamiento del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100. Adicionalmente, el subsistema(s) de detección 150 y el dispositivo(s) de calibración 160 pueden incluir microprocesadores operativos para ejecutar instrucciones de programa y realizar funciones relacionadas con las operaciones de detección/monitorización/medición.

El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 también puede estar en comunicación a través de la interfaz de red 108 con redes de área local y/o de área amplia cableadas y/o inalámbricas (por ejemplo, internet). Por ejemplo, como se muestra en el sistema de monitorización de calibración automatizado 190 de la FIG. 1B, el sistema de monitorización 190 puede incluir múltiples dispositivos de monitorización de calibración automatizados 100a-100n. Cada dispositivo de monitorización de calibración automatizado (por ejemplo, 100a) puede estar en comunicación con otros uno o más dispositivo(s) de monitorización de calibración automatizado (por ejemplo, 100n) y/o con otros elementos que forman un sistema de monitorización de calibración automatizado 190, tal como los dispositivo(s) de calibración 160a-160m, la base de datos de calibración 170 (incluyendo, por ejemplo, un servidor de calibración que almacena la base de datos de calibración), y una base de datos de control de inventario automatizado 180 (incluyendo, por ejemplo, un servidor de control de inventario que almacena la base de datos de control de inventario). En este caso, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100a puede comunicarse con los otros sistemas y/o servidores a través de la red(s), y puede intercambiar información sobre mediciones de calibración, condiciones de inventario, objetos/herramientas almacenados y datos de operación con esos sistemas y/o servidores. El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100a puede comunicarse alternativa o adicionalmente de forma directa con algunos de los componentes del sistema 190, por ejemplo, a través de enlaces directos cableados o inalámbricos (por ejemplo, bluetooth) con los dispositivos de calibración 160a-160m o con otros componentes.

El sistema de monitorización de calibración en red mostrado en la FIG. 1B puede usar la Windows Communication Foundation (WCF) o tecnología similar para crear un "servicio de red" usado para permitir comunicaciones entre dispositivos y bases de datos. Específicamente, las comunicaciones entre dispositivos y bases de datos pueden usar un protocolo común y un formato de información, tal como protocolos y formatos compatibles con WCF, para almacenar y hacer posible un intercambio fácil de inventario, calibración y otra información entre dispositivos y servidores.

El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede adoptar la forma de un sistema de control de herramienta automatizado 200, tal como el mostrado en la FIG. 2A, que hace posible la monitorización del estado de calibración de herramienta (por ejemplo, el estado de calibración de par). El sistema de control de herramienta automatizado 200, tal y como se representa, adopta la forma de una caja de herramientas de control de herramienta automatizado (ATC), pero puede adoptar más en general la forma de un casillero ATC, una cuna de herramienta ATC o similares. El sistema de control de herramienta automatizado 200 está conectado a través de un enlace de comunicación directa cableado o inalámbrico, o a través de una red cableada o inalámbrica, a un dispositivo de calibración de par 207, tal como un dispositivo piezoeléctrico de prueba/medición de par que funciona como un dispositivo de calibración 160. El dispositivo de calibración de par 207 puede estar montado en el sistema de control de herramienta automatizado 200, como se muestra ilustrativamente en la FIG. 2A, o proporcionarse por separado o de forma remota con respecto al mismo.

A pesar de que no se muestra en la FIG. 2A, el sistema de control de herramienta automatizado 200 incluye una base de datos (por ejemplo, una base de datos de objetos almacenada en la memoria 144 y/o una base de datos de calibración 170 y una base de datos de control de inventario 180) para almacenamiento y recuperación de datos relacionados con herramientas, incluyendo datos de calibración y uso de herramienta de par. La base de datos puede ser local para el sistema de control de herramienta automatizado 200 (véase, por ejemplo, la FIG. 1A) o estar conectado comunicativamente a la misma a través de una interfaz de red (véanse, por ejemplo, las FIGS. 1A y 1B).

El sistema de control de herramienta automatizado 200 es un ejemplo de un sistema de control de inventario altamente automatizado que utiliza una o más tecnologías de detección para identificar las condiciones de inventario de herramientas y otros objetos en la unidad de almacenamiento. El término condición de inventario, tal y como se usa a lo largo de esta invención, significa información relacionada con una condición de existencia/presencia o de no existencia/ausencia de objetos en el sistema de almacenamiento, y/o información sobre la emisión y retorno de objetos

desde/hacia el sistema de control de herramienta 200 y ubicaciones de almacenamiento 130 del mismo. En diferentes ejemplos, las condiciones de inventario se determinan usando formación de imágenes de máquina, detección de radiofrecuencia (RF) y/u otras metodologías de detección usadas por el sistema de control de herramienta 200 para identificar condiciones de inventario de objetos configurados para su almacenamiento en el mismo.

- 5 Como se muestra en la FIG. 2A, el sistema de control de herramientas 200 incluye una interfaz de usuario 205, un dispositivo de control de acceso 206, tal como un lector de tarjetas, para verificar la identidad y los niveles de autorización de un usuario que pretende acceder al sistema de control de herramienta 200, y múltiples cajones de almacenamiento de herramientas 230 para almacenar herramientas. En lugar de cajones 230, el sistema de almacenamiento puede incluir estanterías, compartimentos, bandejas, contenedores u otros dispositivos de almacenamiento de objetos desde los cuales se emiten y/o devuelven herramientas u objetos, o que contienen el dispositivo de almacenamiento desde el cual se emiten y/o devuelven los objetos. En ejemplos adicionales, el sistema de almacenamiento incluye ganchos de almacenamiento, colgadores, cajas de herramientas con cajones, casilleros, armarios con estanterías y/o puertas, cajas de seguridad, cajas, armarios, máquinas expendedoras, barriles, jaulas y otros medios de almacenamiento de material.
- 10 La interfaz de usuario 205 es un dispositivo de entrada y/o salida del sistema de control de herramientas 200, configurado para mostrar información a un usuario que incluye información de calibración y medición de herramientas. El dispositivo de control de acceso 206 se usa para limitar o permitir el acceso de los usuarios a los cajones de almacenamiento de herramientas 230. El dispositivo de control de acceso 206, mediante el uso de uno o más dispositivos o mecanismos de bloqueo controlados electrónicamente, mantiene algunos o todos los cajones de almacenamiento 230 bloqueados en una posición cerrada hasta que el dispositivo de control de acceso 206 autentica y autoriza a un usuario a acceder al sistema de almacenamiento. El dispositivo de control de acceso 206 incluye además un procesador y software para identificar electrónicamente a un usuario que solicita acceso al área segura o al dispositivo de almacenamiento de objetos y para determinar el nivel de acceso que debería concederse o denegarse al usuario identificado. Si el dispositivo de control de acceso 206 determina que un usuario está autorizado para acceder al sistema de control 200, desbloquea algunos o todos los cajones de almacenamiento 230, dependiendo del nivel de autorización del usuario, permitiendo que el usuario retire o sustituya herramientas. En particular, el dispositivo de control de acceso 206 puede identificar niveles de acceso autorizados predeterminados al sistema (por ejemplo, un nivel de acceso completo que proporciona acceso a todos los cajones 230, un nivel de acceso parcial que proporciona acceso sólo a un cajón(es) 230 particular, o similares), y permitir o denegar el acceso físico por parte del usuario al espacio tridimensional o a los dispositivos de almacenamiento de objetos en base a esos niveles de acceso autorizados predeterminados. El dispositivo de control de acceso 206 también puede usarse para denegar a un usuario acceder a cajones 230 que almacenan herramientas que se identifican como que están fuera de calibración, y/o para denegar a un usuario acceder a herramientas almacenadas hasta que una herramienta identificada como que está fuera de calibración es devuelta a una ubicación de almacenamiento apropiada.
- 35 El sistema de control de herramientas 200 incluye uno o más subsistemas de detección diferentes. En un ejemplo ilustrativo, el sistema de almacenamiento de herramientas 200 incluye un subsistema de detección basado en imágenes configurado para capturar imágenes de contenidos o ubicaciones de almacenamiento del sistema usando una o más cámaras. El subsistema de detección de imágenes está configurado además para procesar las imágenes para identificar las herramientas/objetos presentes en las mismas o ausentes de las mismas, y para determinar condiciones de inventario en base a los datos de imagen procesados. El subsistema de detección de imágenes puede incluir una o más cámaras basadas en lentes, cámaras CCD, cámaras CMOS, cámaras de vídeo, u otros tipos de dispositivos que capturen imágenes.
- 40 El sistema de control de herramientas 200 puede incluir adicional o alternativamente un subsistema de detección de RFID que incluye una o más antenas de RFID, transceptores de RFID y procesadores de RFID. El subsistema de detección de RFID está configurado para emitir señales de detección de RF a través de los transceptores y antenas de RFID cuando se realiza un escaneo basado en RF del sistema de control de inventario 200, para recibir señales de RFID detectadas por las antenas y transceptores de RFID procedentes de etiquetas RFID montadas o incorporadas en herramientas u otros artículos de inventario en respuesta a la emisión de las señales de detección de RF, y para procesar las señales de RFID recibidas para identificar herramientas individuales o artículos de inventario. Específicamente, las señales de RFID recibidas pueden procesarse para extraer datos de identificación de etiquetas incluidos en las señales de RFID devueltas, y para identificar herramientas individuales o artículos de inventario ubicados en el sistema de control de herramienta 200 en base a una asociación entre los datos de identificación de etiquetas y los datos de herramientas almacenados por el sistema.

- 45 La FIG. 2B muestra una vista detallada de un cajón ilustrativo 230 del sistema de control 200 en una posición abierta. El cajón de almacenamiento 230 incluye una base de espuma 280 que tiene una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento, tal como recortes de herramienta 281, para almacenar herramientas. Cada recorte está específicamente contorneado y conformado para recibir de forma ajustada una herramienta con una forma correspondiente. Las herramientas pueden fijarse en cada ubicación de almacenamiento usando ganchos, velcro, sujeciones, presión de la espuma, etc.
- 60 En general, cada cajón de almacenamiento 230 incluye múltiples ubicaciones de almacenamiento para almacenar diferentes tipos de herramientas. Tal y como se usa a lo largo de esta invención, una ubicación de almacenamiento

es una ubicación en un sistema de almacenamiento para almacenar o fijar objetos. En algunas realizaciones, cada herramienta tiene una ubicación de almacenamiento específica designada previamente en el sistema de almacenamiento de herramientas. En otras realizaciones, múltiples ubicaciones de almacenamiento pueden tener formas similares (o idénticas), y varias herramientas de forma similar se pueden colocar por tanto en cualquiera de las múltiples ubicaciones de almacenamiento.

Como se muestra en la FIG. 2B, una o más herramientas del cajón 230 pueden tener identificadores únicos tal como las etiquetas de identificación 231a y 231b montadas o fijadas sobre las mismas, o dentro de las mismas. Las etiquetas de identificación pueden ser etiquetas RFID, etiquetas de código de barras, o similares. En el caso de etiquetas RFID, las etiquetas RFID pueden estar situadas sobre una superficie de las herramientas y, por tanto, pueden ser visibles para los usuarios, tal como la etiqueta 231a, o las etiquetas RFID pueden situarse dentro de la herramienta, o pueden no ser visibles de otro modo para los usuarios, tal como la etiqueta 231b. En general, las etiquetas de código de barras se situarían sobre una superficie de las herramientas, tal como la etiqueta 231a.

Como se muestra ilustrativamente en las FIGS. 2C-2E, las etiquetas situadas sobre herramientas pueden ser visibles, y cada etiqueta puede codificar el identificador único de la herramienta sobre la que está situada. Las etiquetas visibles pueden situarse sobre las herramientas al objeto de que sean visibles para el sistema de detección de imágenes del sistema de almacenamiento de herramientas 200. Por ejemplo, las etiquetas pueden incluir una etiqueta 231c que tiene un patrón visible sobre la misma para su reconocimiento por un subsistema de detección basado en imágenes (figuras 2C y 2D) o una etiqueta 231d dispuesta sobre o dentro de una herramienta y que tiene un código legible por RFID (u otro código legible por vía inalámbrica) codificado en la misma (figura 2E). También se pueden usar etiquetas de combinación que incluyen códigos tanto visibles como legibles por RFID. Una o más de entre la base de datos de control de inventario 180, la base de datos de calibración 170 y la base de datos de objetos (almacenada en la memoria 144) almacena el identificador único de cada etiqueta en asociación con información del objeto/herramienta asociado, de manera que la información de cada objeto/herramienta puede recuperarse de la base(s) de datos en base al identificador de la etiqueta de herramienta.

Las etiquetas pueden estar hechas de un policarbonato, poliéster u otro material adecuado, y pueden tener un refuerzo adhesivo al objeto de adherirse a las herramientas sobre las que están montadas. En un ejemplo, la información codificada en las etiquetas se codifica usando bandas o franjas de diferentes colores, tal como las mostradas en el ejemplo ilustrativo de la FIG. 2C (en el que se muestran bandas blancas, moradas, rojas, negras, azul oscuro, azul claro, verdes y amarillas). Se pueden usar colores primarios y/o colores mezclados. Cada franja de color sobre la etiqueta equivale a un número (o carácter alfanumérico) y la combinación de colores crea un código. En la realización representada en la FIG. 2C, todas las bandas tienen la misma longitud y anchura; en otras realizaciones, las bandas adyacentes pueden tener diferentes longitudes y/o anchuras.

En implementaciones en las que el subsistema de detección 150 incluye un subsistema de detección basado en RF, el subsistema de detección de RF puede estar configurado para detectar etiquetas RFID de herramientas ubicadas en todas las ubicaciones de almacenamiento 130 y cajones de almacenamiento 230 del sistema 100/200, o puede estar configurado para detectar etiquetas RFID de herramientas ubicadas en un subconjunto particular de las ubicaciones de almacenamiento 130 o cajones 230 del sistema 100/200. En un ejemplo, el subsistema de detección de RF está configurado para detectar etiquetas RFID de herramientas ubicadas sólo en los cajones más superiores y más inferiores 230 del sistema 200, y el subsistema de detección de RF incluye antenas de RFID dispuestas directamente por encima de los cajones más superiores y más inferiores 230 dentro del sistema 200 para detectar etiquetas RFID de herramientas ubicadas en esos cajones. También se pueden usar otras configuraciones de antenas de RFID.

Como se ha descrito anteriormente, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 está configurado para monitorizar estados de calibración de objetos de almacenamiento tales como herramientas. El funcionamiento del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 se describirá ahora en relación con las FIGS. 3A-3E, las cuales muestran diagramas de flujo simplificados que describen las operaciones implicadas en monitorizar automáticamente el estado de calibración de objetos de inventario tales como herramientas.

La FIG. 3A muestra un diagrama de flujo simplificado de un método 300 para monitorizar automáticamente el estado de calibración de objetos/herramientas. Como se muestra en la FIG. 3A, el método incluye detectar un cambio en una condición de inventario de al menos un objeto/herramienta en la etapa 301. Por ejemplo, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 detecta, usando su subsistema de detección 150, que el estado de inventario de uno o más objetos/herramientas ha cambiado. En un ejemplo, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede detectar que un objeto/herramienta que fue almacenado previamente en una ubicación de almacenamiento 130 del dispositivo 100 ha sido retirado o emitido desde la ubicación de almacenamiento. En otro ejemplo, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede detectar que un objeto/herramienta que no fue almacenado previamente en el dispositivo 100 ha sido colocado o devuelto a una ubicación de almacenamiento 130 del dispositivo 100. En un ejemplo adicional, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede detectar que un objeto/herramienta ha entrado en un rango de detección y medición del subsistema de detección 150, por ejemplo, como resultado de que el objeto/herramienta haya sido colocado dentro de un rango de lectura de RF de sensores de RF del subsistema de detección 150. Por ejemplo, un sensor de RFID situado adyacente al dispositivo de calibración 160 puede detectar una etiqueta RFID de un objeto/herramienta dentro de su rango de detección y hacer que se satisfaga de esta forma la etapa 301.

En respuesta a la detección de la etapa 301, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 procede a verificar el estado de calibración de objeto del objeto/herramienta en la etapa 305. La verificación del estado de calibración se describirá con más detalle en relación con las FIGS. 3C-3E, a continuación. En general, sin embargo, la verificación puede implicar realizar una medición de la calibración del objeto/herramienta usando el dispositivo de calibración 160 y determinar si la medición está dentro de un rango de calibración para el objeto/herramienta. Por ejemplo, la verificación puede implicar realizar una medición de calibración de par en una herramienta tal como una llave dinamométrica calibrada usando un medidor de par electrónico, y determinar si la medición de par resultante está dentro de un rango aceptable para la llave.

La FIG. 3B muestra un diagrama de flujo simplificado del método 301 para detectar el cambio en la condición de inventario. Se ha de observar que el método 301 puede iniciarse como resultado de detectar un cambio en la condición de inventario de una herramienta/objeto por parte del subsistema de detección 150 del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100. En general, el cambio puede detectarse como parte de la realización de un escaneo para objetos/herramientas en el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 usando el subsistema de detección 150 al objeto de identificar objetos/herramientas que pueden haber sido emitidos o devueltos al dispositivo 100. El escaneo puede ser activado automáticamente por el dispositivo, por ejemplo, de forma periódica. El escaneo puede ser activado por un usuario, por ejemplo, como respuesta a que el usuario seleccione una opción de calibración en la interfaz de usuario 105 del dispositivo 100. El escaneo también puede ser activado en respuesta a la detección de que un usuario se ha registrado en el dispositivo 100 (por ejemplo, usando el dispositivo de control de acceso 106), que un cajón 230, puerta o cierre del dispositivo 100 ha sido abierto o cerrado (o se está abriendo o cerrando), que se haya recibido una solicitud de escaneo a través de la interfaz de red 108 (por ejemplo, desde un servidor de monitorización de calibración central), o similares.

Como se muestra en la FIG. 3B, el método 301 incluye la realización de un escaneo de la condición de inventario del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 usando el subsistema de detección 150 en la etapa 302, y procesar las señales de detección procedentes del subsistema de detección 150. Por ejemplo, en el caso de un subsistema de detección basado en imágenes, una o más imágenes de las ubicaciones de almacenamiento 130 pueden capturarse y ser procesadas por el sistema de procesamiento de datos 140 para identificar objetos/herramientas actualmente ubicadas en las ubicaciones de almacenamiento. En el caso de un subsistema de detección basado en RFID, el sistema de procesamiento de datos 140 puede realizar y procesar uno o más escaneos de RF del dispositivo 100 para identificar códigos de etiquetas RFID actualmente ubicadas dentro del rango de RF de las antenas de detección de RF.

A su vez, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 procede en la etapa 304 a identificar objetos/herramientas que están sujetos a un cambio en la condición de inventario en base al resultado del escaneo (de la etapa 302) y a un registro previo de las condiciones de inventario para el dispositivo 100. Por ejemplo, el sistema de procesamiento de datos 140 puede comparar una lista de objetos/herramientas identificados como presentes en el dispositivo 100 como resultado del escaneo con una lista de objetos/herramientas previamente registrados como presentes en el dispositivo 100 para identificar cualquier objeto/herramienta sujeto a un cambio en el estado de inventario. La etapa 304 puede dar como resultado que el dispositivo 100 identifique uno o más objetos que están sujetos a un cambio en la condición de inventario, tal como uno o más objetos que se determina que han sido devueltos al dispositivo 100, emitidos desde el dispositivo 100.

En respuesta a la identificación del objeto(s) en la etapa 304, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 procede a verificar el estado de calibración de objeto del objeto/herramienta en la etapa 305, tal y como se describe con más detalle a continuación en relación con las FIGS. 3C-3E.

La FIG. 3C muestra un diagrama de flujo simplificado del método 305 para verificar el estado de calibración del objeto identificado. El método puede incluir que el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 active en la etapa 306 la toma de una medición de calibración del objeto(s) identificado en la etapa 304 y, en base al resultado de la medición de calibración, determine un estado de calibración actualizado de cada objeto en la etapa 314. Las etapas 306 y 314 se describen con más detalle en relación con las FIGS. 3D y 3E, a continuación. Se ha de observar que en los casos en los que se identifican múltiples objetos/herramientas en la etapa 304, la etapa 305 puede repetirse para cada objeto/herramienta identificado.

La FIG. 3D muestra un diagrama de flujo simplificado del método 306 para activar la toma de una medición de calibración. Según el método 306, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 determina en la etapa 307 si el objeto identificado en la etapa 304 es un objeto calibrado que está sujeto a calibración. Para realizar la determinación, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede consultar la base de datos de información de objetos almacenada en la memoria 144 y determinar si el objeto se identifica como un objeto calibrado en la misma. Adicional o alternativamente, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede consultar la base de datos de calibración 170 o la base de datos de control de inventario 180 para determinar si el objeto se identifica en la misma como un objeto calibrado. Si el objeto no está sujeto a calibración, entonces se devuelve el control a la etapa 301. Alternativamente, en casos en los que se identifican múltiples objetos en la etapa 304, el control se devuelve a la etapa 305 para activar la medición de calibración de un objeto identificado siguiente.

En los casos en los que el objeto se identifica como sujeto a calibración, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 avanza a la etapa 309 en la que se recupera al menos un valor(es) de parámetro de calibración para el objeto identificado de la base de datos de calibración 170. El valor(es) de parámetro de calibración para el objeto identificado incluye típicamente un valor objetivo de calibración y un rango de calibración de valores de calibración aceptables. El valor(es) de parámetro de calibración puede incluir adicionalmente información sobre la última calibración realizada en el objeto, tal como el momento de la última calibración, un tiempo transcurrido desde la última calibración, un número de emisiones y/o retornos desde la última calibración, un número de operaciones desde la última calibración, o similares.

En la etapa 311, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 determina opcionalmente si se necesita una medición de calibración del objeto y, en los casos en los que se determina que no se necesita calibración, el control se devuelve a la etapa 301, o a la etapa 305 en los casos en los que se identifican múltiples objetos en la etapa 304. En general, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 determinará por defecto que se necesita una medición de calibración en la etapa 311, de manera que el control avanzará a la etapa 313. Sin embargo, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede determinar que no se necesita una medición de calibración en casos en los que se haya realizado recientemente una medición de calibración en el objeto y/o en casos en los que el objeto fue identificado como que estaba fuera de calibración en base a una medición previa. El dispositivo 100 determina que se ha realizado recientemente una calibración en base al momento de la última calibración (por ejemplo, si la última medición de calibración fue realizada hace menos de un tiempo umbral predeterminado t con respecto al momento actual, tal como hace menos de 1 hora, 1 día o 1 semana antes del momento actual), un tiempo transcurrido desde la última calibración (por ejemplo, si el tiempo transcurrido es menor que el tiempo umbral predeterminado), un número de emisiones y/o retornos desde la última calibración (por ejemplo, si el número de emisiones desde la última calibración es menor que un número umbral predeterminado, tal como menor que 2 emisiones), un número de operaciones desde la última calibración (por ejemplo, si el número de operaciones que implican el objeto desde la última calibración es menor que un número umbral predeterminado, tal como menor que 10 operaciones de fijación), o similar.

En la etapa 313, se realiza la medición de calibración del objeto. La medición de calibración puede incluir que el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 proporcione unas instrucciones a un usuario a través de la interfaz de usuario 105 para realizar la medición de calibración. La medición puede incluir además que el dispositivo 100 proporcione al dispositivo de calibración 160 el valor objetivo de calibración para el objeto a fin de permitir que el dispositivo de calibración 160 realice la medición basándose en el valor objetivo. En respuesta a la realización de la medición, el dispositivo de calibración 160 devuelve al dispositivo 100 un valor de medición de calibración correspondiente a la calibración medida del objeto.

La FIG. 3E muestra un diagrama de flujo simplificado del método 314 para determinar el estado de calibración del objeto. Según el método 314, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 recibe el valor de medición de calibración para el objeto, obtenido en la etapa 313, desde el dispositivo de calibración 160. El dispositivo 100 procede en la etapa 315 a comparar el valor de medición de calibración con el rango de calibración de valores aceptables para determinar si el valor de medición cae dentro del rango de valores aceptables para el objeto. Si el valor de medición de calibración cae dentro del rango de calibración de valores aceptables, el dispositivo 100 determina que el objeto está en calibración; alternatively, si el valor de medición de calibración cae fuera del rango de calibración de valores aceptables, el dispositivo 100 determina que el objeto está fuera de calibración.

El dispositivo procede en la etapa 317 a actualizar el estado de calibración (en calibración, o fuera de calibración) para el objeto en la base de datos de calibración 170 y/o en la base de datos de control de inventario (por ejemplo, 180, o almacenada en la memoria 144). La base de datos de calibración 170 puede actualizarse adicionalmente para almacenar el valor de medición de calibración y otros datos relacionados con la medición de calibración de la etapa 313 (por ejemplo, fecha/hora de medición de calibración, valor objetivo de calibración usado, identidad del dispositivo de calibración 160 usado para la medición, etc.).

A su vez, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede habilitar o deshabilitar la emisión y/o el retorno de objetos/herramientas en base al estado de calibración de objeto actualizado en la etapa 319. Por ejemplo, tras determinar que el objeto/herramienta está en calibración, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede habilitar o autorizar la emisión y/o el retorno del objeto/herramienta desde/hacia las ubicaciones de almacenamiento del dispositivo 100. Alternativamente, tras determinar que el objeto/herramienta está fuera de calibración, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede deshabilitar o bloquear la emisión del objeto/herramienta desde el dispositivo 100 y puede solicitar que el objeto/herramienta se devuelva rápidamente al dispositivo 100.

El análisis anterior se ha centrado en situaciones en las que se emiten uno o más objetos/herramientas calibrados (por ejemplo, una herramienta de par tal como una llave dinamométrica). El sistema puede manejar situaciones en las que se emite un único objeto/herramienta suponiendo que la única herramienta emitida es la única herramienta disponible para la medición de calibración y asociando que todos los datos relacionados con la medición de calibración y los resultados recibidos desde el dispositivo de calibración 160 pertenecen al único objeto/herramienta que se emite o devuelve.

En los casos en los que se emiten o devuelven múltiples objetos/herramientas al mismo tiempo, hay varias opciones que pueden ser presentadas por el sistema. Una opción es proporcionar al usuario una elección. El sistema muestra a través de la interfaz de usuario 105 una lista de objetos/herramientas calibrados que se emiten o devuelven y el usuario selecciona uno para la medición de calibración actual y procede a realizar la medición de calibración en el objeto/herramienta seleccionado. Una vez que se completa la medición de calibración del objeto/herramienta seleccionado, el objeto/herramienta desaparece de la pantalla de visualización y se da al usuario la oportunidad de seleccionar un siguiente objeto/herramienta para calibración.

Una alternativa prevé que el sistema seleccione qué objeto/herramienta debe someterse a la medición de calibración y muestra los datos del objeto/herramienta seleccionado por el sistema en la pantalla de visualización. Se pide entonces al usuario que proporcione el objeto/herramienta seleccionado al dispositivo de calibración 160 para la medición de calibración. Después de que se prueba esta herramienta, el sistema selecciona un siguiente objeto/herramienta y se muestra la identificación para el siguiente objeto/herramienta. El proceso se repite hasta que todos los objetos/herramientas que se emiten y devuelven son sometidos a la medición de calibración.

Una alternativa adicional proporciona un subsistema de detección 150 en el dispositivo de calibración 160, o adyacente a él, para permitir que el dispositivo de calibración (por ejemplo, un dispositivo de prueba de par) detecte e identifique directamente el identificador único fijado a un objeto/herramienta proporcionado en el mismo para calibración. Por ejemplo, un sensor de RFID proporcionado adyacente al dispositivo de calibración 160 y que tiene un corto rango de lectura RFID (por ejemplo, hasta 20 centímetros delante del dispositivo de calibración 160) puede usarse para identificar automáticamente objetos/herramientas con etiquetas RFID que están ubicadas en posición muy próxima al dispositivo de calibración 160. El dispositivo de calibración 160 puede entonces informar de los valores de calibración medidos junto con la identidad del objeto/herramienta detectado en posición muy próxima al sistema de monitorización de calibración automatizado.

Un propósito de los sistemas y métodos descritos en la presente memoria es proporcionar un proceso eficiente para permitir la monitorización automatizada de la calibración de herramientas utilizando, por ejemplo, un sistema de control de herramienta automatizado que actúa de forma conjunta con un dispositivo de calibración tal como un dispositivo de medición de par. Como se detalla, se hace posible una serie de eficiencias y funcionalidades avanzadas por medio del uso combinado de los dispositivos que ejecutan unas funciones avanzadas habilitadas por medio de la programación de un software ejecutado en procesadores del sistema.

Los sistemas y el método descritos anteriormente hacen uso de bases de datos que almacenan datos de calibración para objetos/herramientas. El sistema de monitorización de calibración 190 puede incluir almacenamientos de datos o bases de datos individuales en dispositivos de monitorización de calibración individuales 100a-100n y/o una o más bases de datos maestras centralizadas que residen en uno o más servidores centrales. En general, los datos relacionados con la calibración para cada uno de los objetos, herramientas y otros artículos de inventario calibrados se almacenan previamente en la base de datos de calibración 170 y/o se precargan en la memoria 144 de un dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 para su uso en la monitorización del estado de calibración, tal y como se ha descrito anteriormente.

En general, los datos de calibración de las herramientas almacenados en la base de datos de calibración 170 incluyen una o más de las entradas de datos mostradas en la tabla 1 siguiente:

ID de objeto/herramienta	Descripción de objeto/herramienta	Valor objetivo de calibración	Rango aceptable de calibración	Último valor de medición de calibración	Última marca de tiempo de calibración
X450-400	ATECH3F250 Llave dinamométrica	135,58 N·m (100 ft-lb)	132,87-138,29 N·m (98-102 ft-lb)	135,58 N·m (100 ft-lb)	09/20/2017 12:00:00 GMT
...	...	...	...	...	...

Con más detalle, la base de datos de calibración 170 puede almacenar los siguientes datos para cada herramienta/objeto de calibración:

- un código identificador de dispositivo, tal como un ID de herramienta único y/o el código incluido en una etiqueta fijada al objeto/herramienta;
- una descripción del objeto/herramienta;
- un valor objetivo de calibración para el objeto/herramienta, correspondiente al valor de calibración al que debe calibrarse el objeto/herramienta. El valor objetivo de calibración puede proporcionarse como un único valor objetivo o como un perfil de calibración objetivo que incluye una pluralidad de valores objetivo, asociados cada uno de ellos con unos criterios de prueba aplicados (por ejemplo, una carga aplicada diferente, tal como 40, 80, 120, 160 y 200 N·m). Cuando se usa un perfil de calibración objetivo, la medición de calibración incluye medir la calibración del

objeto/herramienta a medida que cada uno de los criterios de prueba se aplica secuencialmente al mismo, y notificar la medición obtenida para cada criterio de prueba;

5 d) un rango aceptable de objetivo de calibración, correspondiente a un rango de valores de calibración dentro del cual se considera que el objeto/herramienta está en calibración. El rango aceptable objetivo puede expresarse como un rango de valores de calibración y/o como un porcentaje de desviación con respecto al valor objetivo de calibración (por ejemplo, +/- 0,5 %);

e) uno o más valores de medición de calibración anteriores, correspondientes al último valor/nivel de medición de calibración registrado y, opcionalmente, a valores/niveles de medición de calibración registrados anteriores adicionales;

10 f) marca(s) de tiempo (por ejemplo, fecha(s) y hora(s)) de cada uno de los uno o más valores de medición de calibración anteriores;

g) opcionalmente, identidad de dispositivo de calibración (por ejemplo, ID de transductor y, opcionalmente, clasificación de capacidad) del dispositivo de calibración 160 usado para cada uno del uno o más valores de medición de calibración anteriores;

15 h) cuando sea apropiado, la base de datos también puede almacenar: (i) unidades de medición para cada valor objetivo de calibración, rango y medición de calibración previa, (ii) una desviación o desplazamiento angular (por ejemplo, para cada medición de calibración previa, una desviación o una medición angular del desplazamiento alcanzado durante la prueba de calibración) o una medida de ajuste de curva de calibración, (iii) presión y/o temperatura de aire (por ejemplo, para cada medición de calibración previa), o similares.

20 Además, la base de datos de calibración 170 puede almacenar datos de calibración adicionales que incluyen un intervalo o programa de calibración de objeto/herramienta (por ejemplo, que indica un intervalo máximo entre calibraciones de la instrucción), que puede incluir una fecha de calibración siguiente (por ejemplo, calculada en base al programa de calibración del objeto y la fecha de la última medición de calibración) que puede registrarse por fecha o por intervalo de tiempo (por ejemplo, medido en minutos, horas, días, semanas o similar), por número de usos, por
25 número de días o similar. El intervalo o programa de calibración, cuando se almacena, puede ser específico para cada herramienta/objeto de manera que se almacena un programa diferente para cada herramienta; específico para una categoría de herramienta/objeto de forma que se almacena un mismo programa para cada categoría de herramienta mientras que se almacenan programas diferentes para diferentes categorías de herramienta; o el mismo para todas las herramientas/objetos.

30 La base de datos de calibración 170 puede almacenar datos de calibración adicionales que incluyen datos de calibración de objeto, que incluyen rangos de nivel de par máximo y/o mínimo aceptables a diversas cargas, y/o rangos de desplazamiento angular de par máximo y/o mínimo aceptables a diversas cargas (por ejemplo, en el caso de que las herramientas/objetos sean llaves dinamométricas calibradas).

35 La base de datos de calibración 170 puede almacenar datos de calibración adicionales que incluyen datos de proceso, que pueden incluir (a) datos de proceso de calibración y prueba según la norma ISO 6789-2:2017; (b) pruebas de conformidad según la norma ISO 6789-1:2017; (c) pruebas de incertidumbre según la norma ISO 6789-2:2017; (d) valores del 20 %, 60 %, 100 % de par máximo para cada herramienta/objeto; (e) número de puntos de prueba requeridos; (f) un valor de par objetivo; y/o (g) límites superior e inferior.

40 Una de entre la base de datos de calibración 170, la base de datos de control de inventario 180 y/o la memoria 144 del dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede almacenar adicionalmente datos asociados con cada objeto/herramienta, incluyendo datos que identifican el objeto/herramienta (tal como un número de pieza, una descripción u otro identificador único), una ubicación de almacenamiento para el objeto/herramienta dentro del dispositivo 100, un fabricante o proveedor, objetos/herramientas/piezas relacionados o similares.

45 Los datos asociados al dispositivo de par específico y relacionados con la calibración del dispositivo pueden incluir intervalos de calibración, calibración programada, última calibración, perfil de par óptimo, par aplicado y desplazamiento angular resultante, valores de par calibrados, criterios de paso/fallo, o similares.

50 A continuación se describirá una variedad de configuraciones del dispositivo de monitorización de calibración automatizado (ACM) 100 en combinación con el dispositivo de calibración 160 (por ejemplo, un medidor de par), la base de datos de calibración 170, la base de datos de control de inventario (CI) 180 y el objeto/herramienta 401 sometido a medición y prueba de calibración.

55 Las FIGS. 4A-4D muestran diversas configuraciones de conexión de sistema que pueden usarse en los sistemas de monitorización de calibración automatizados descritos anteriormente. En la FIG. 4A, se usa una primera configuración en la que el objeto/herramienta 401 sometido a medición de calibración no está configurado para transferencia o comunicación electrónica de datos (o no se usa la funcionalidad de transferencia o comunicación de datos electrónica del objeto/herramienta). En este caso, el dispositivo de calibración 160 puede ubicarse junto con el dispositivo ACM 100 y conectarse comunicativamente al dispositivo ACM para la comunicación de las mediciones de calibración. A su

vez, el dispositivo ACM 100 (por ejemplo, una caja de herramientas 200 del sistema de control de herramienta) está conectado comunicativamente a las bases de datos de calibración y/o de control de inventario 170/180 en red para fines de intercambio de información.

La FIG. 4B muestra una segunda configuración en la que el objeto/herramienta calibrado 401 está configurado para la transferencia de datos electrónica y está conectado comunicativamente al dispositivo de calibración 160 (por ejemplo, un medidor de par). El dispositivo de calibración 160 está de nuevo conectado comunicativamente al dispositivo ACM 100. A su vez, el dispositivo ACM 100 está conectado comunicativamente a las bases de datos de calibración y/o de control de inventario 170/180 en red con fines de intercambio de información.

La FIG. 4C muestra una tercera configuración en la que el objeto/herramienta calibrado 401 no está configurado para la transferencia de datos electrónica (o no se usa la funcionalidad de transferencia de datos electrónica del objeto/herramienta de calibración). En este caso, el dispositivo de calibración 160 puede estar ubicado en el dispositivo ACM 100 o en posición remota con respecto al dispositivo ACM 100, y está conectado comunicativamente a las bases de datos de calibración y/o de control de inventario 170/180 en red para fines de intercambio de información. El dispositivo ACM 100 y el dispositivo de calibración 160 están ambos conectados por tanto de forma independiente a las bases de datos de calibración y/o de control de inventario 170/180 en red con fines de intercambio de información.

La FIG. 4D muestra una cuarta configuración en la que el objeto/herramienta calibrado 401 está configurado para la transferencia de datos electrónica. El objeto/herramienta calibrado 401 y el dispositivo de calibración 160 pueden estar ubicados en el dispositivo ACM 100 o pueden estar en posición remota con respecto al dispositivo ACM 100. El objeto/herramienta calibrado 401, el dispositivo ACM 100 y el dispositivo de calibración 160 están todos conectados comunicativamente a las bases de datos de calibración y/o de control de inventario 170/180 en red con fines de intercambio de información.

A pesar de que el sistema de control de inventario analizado en relación con la FIG. 2A adopta la forma de una caja de herramientas, las herramientas calibradas que incluyen dispositivos de par se almacenan en un repositorio central (por ejemplo, una cuna de herramienta) en muchos entornos de trabajo, y las herramientas se emiten desde el repositorio central a técnicos para su uso en ubicaciones de trabajo dispares o remotas. En dichos entornos, se puede proporcionar un dispositivo de calibración 160 dentro de una cuna de herramienta o en el punto de emisión (por ejemplo, entrada y salida) de la cuna de herramienta para permitir que se realicen mediciones de calibración en el momento de la entrada o salida con respecto a la cuna de herramienta. Cuando un objeto/herramienta equipado con un identificador único es escaneado para ser emitido desde el sistema de control de herramienta automatizado (por ejemplo, para ser emitido en un portal de emisión de cuna de herramienta), el sistema de monitorización de calibración identifica automáticamente el objeto/herramienta y recupera datos de calibración asociados con el objeto/herramienta. El sistema también proporciona una alerta al usuario de que el objeto/herramienta debe tener su calibración medida antes de la emisión.

Los dispositivos de calibración 160 tales como los medidores de par electrónicos pueden estar equipados con la capacidad de medir o probar la calibración de herramientas (tales como dispositivos de par) usando criterios de paso/fallo de entrada manual, y mostrar los resultados. Versiones más avanzadas de las herramientas de calibración pueden transferir eléctricamente datos de medición de par a paquetes software para su análisis. La transferencia y el análisis pueden realizarse localmente en el dispositivo de calibración, o los datos pueden ser transferidos a otro dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de monitorización de calibración automatizado) a través de una red. En cualquier caso, sin embargo, el dispositivo de calibración no tenía previamente la capacidad de identificar automáticamente objetos/herramientas/dispositivos específicos y de asociar criterios de paso/fallo o datos de prueba al sistema para el objeto/herramienta/dispositivo identificado específico. Por ejemplo, anteriormente, la identidad del objeto/herramienta/dispositivo que había de ser probado tenía que ser introducida manualmente en el dispositivo de calibración por un usuario.

Por el contrario, en el sistema de monitorización de calibración automatizado descrito en la presente memoria, el dispositivo de calibración 160 (por ejemplo, un medidor de par) está configurado con capacidades de procesamiento de datos y almacenamiento de datos, software informático, capacidades de comunicaciones de red cableadas y/o inalámbricas, una interfaz de usuario y los medios para introducir automáticamente datos. El dispositivo de calibración 160 puede ser alimentado por una fuente de alimentación de CA, por baterías, o por una combinación de baterías y/o alimentación de CA. La interfaz de usuario puede ser una pantalla LED, una pantalla o monitor LCD, u otras tecnologías utilizadas actualmente para mostrar información. La interfaz de entrada de datos para el dispositivo de calibración 160 puede incluir capacidades de comunicaciones cableadas o inalámbricas, teclados, teclados numéricos, ratones, RFID, escáneres ópticos (de código de barras), cámaras o similares.

En base a las funcionalidades descritas anteriormente, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado puede usarse con fines de auditoría. En particular, si un objeto/herramienta (por ejemplo, un dispositivo de par) no pasa la prueba de medición de calibración cuando se devuelve al sistema de monitorización de calibración automatizado, el sistema puede recuperar de la memoria datos que indican la ubicación de trabajo y/o la orden de trabajo bajo la que se emitió el objeto/herramienta. En dichos casos, el sistema puede producir un informe que indica que el objeto/herramienta no ha pasado la prueba de medición de calibración e identificar la ubicación de trabajo y/o la orden de trabajo bajo la cual se emitió por última vez el objeto/herramienta. El informe puede distribuirse

automáticamente por correo electrónico o mensaje de texto a individuos apropiados identificados por el administrador del sistema. Con fines de auditoría, el informe también puede indicar todas las ubicaciones de trabajo y/u órdenes de trabajo a las que se emitió el objeto/herramienta desde la última medición en calibración de la herramienta.

Si la orden de trabajo contiene enrutamientos o información que describe los productos en los que se usó el objeto/herramienta (por ejemplo, una lista de elementos de fijación a los que se ha aplicado un par como parte de la orden de trabajo), el sistema también puede enumerar en el informe cada uno de los productos (por ejemplo, elementos de fijación individuales) que pueden haber sido trabajados de forma inapropiada desde que el objeto/herramienta se emitió por última vez y pasó una prueba de medición de calibración. El sistema también puede crear un informe de validación que muestra todos los objetos/herramientas calibrados emitidos para una ubicación de trabajo u orden de trabajo y sus valores de prueba de medición de calibración registrados y otros datos pertinentes.

Como se ha detallado anteriormente, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 es operativo para solicitar mediciones de calibración (por ejemplo, mediciones de par) desde un dispositivo de calibración 160 y validar el estado de calibración de herramientas u otros objetos de inventario almacenados en el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100. Las herramientas/objetos generalmente tienen identificadores únicos asociados con los mismos, y asociados con etiquetas dispuestas sobre las herramientas/objetos, y los identificadores y dispositivos de herramientas/objetos asociados se identifican en base(s) de datos de control de inventario y/o de calibración como herramientas/objetos para los que se va a monitorizar la calibración. El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede de esta forma reconocer herramientas/objetos calibrados mediante el reconocimiento de los identificadores únicos fijados a las herramientas/objetos cuando las herramientas/objetos se emiten o devuelven al sistema. Las herramientas/objetos tienen además unos datos de calibración, incluyendo valores de calibración objetivo, almacenados y asociados con los mismos en la base(s) de datos. El sistema de monitorización de calibración automatizado puede requerir, por tanto, que se realice una medición o prueba de calibración en una herramienta/objeto para confirmar si la herramienta/objeto calibrado está exactamente en calibración antes y/o después de cada uso del objeto. Los parámetros de la monitorización de calibración (usados para determinar si la herramienta está en calibración o fuera de calibración) pueden ser determinados por un usuario, pero generalmente se recuperan de la base de datos de calibración como valores objetivo de calibración asociados en la base de datos con el identificador único de las herramientas/objetos.

El dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 y el sistema de control de herramienta 200 (y el software asociado con los mismos y ejecutado en procesador(es) del sistema) se programan de este modo para comparar datos de calibración tales como datos de par para una herramienta obtenidos del dispositivo de medición de calibración (por ejemplo, medidor de par) con uno o más valores objetivo de calibración para la herramienta, tal como valores de calibración que están asociados con un identificador único de la herramienta y que se almacenan en una o más de la base(s) de datos de control de inventario y de calibración. Basándose en la comparación, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede determinar si la herramienta satisface los requisitos de calibración establecidos por los valores de calibración. Si no se satisfacen los requisitos de calibración, el dispositivo de monitorización de calibración automatizado 100 puede identificar la herramienta como que está fuera de calibración y puede emitir una alerta a cualquier usuario que busque emitir o comprobar la herramienta desde el sistema 100. El sistema de monitorización de calibración automatizado 100 puede permitir así la emisión y el retorno de la herramienta/objeto calibrado si los resultados de la medición de calibración caen dentro de un rango de calibración aceptable almacenado para cada herramienta/objeto en la base de datos de calibración.

Tras la emisión de un objeto/herramienta desde el sistema de monitorización de calibración automatizado, el sistema de monitorización de calibración automatizado puede evitar la emisión del objeto/herramienta calibrado si el valor de medición de calibración no coincide o cae dentro del rango aceptable de valores de calibración para la herramienta/objeto. Por ejemplo, el sistema puede emitir instrucciones audibles y visuales para devolver la herramienta/objeto que no cumpla los criterios de prueba de calibración a una ubicación de almacenamiento apropiada en el dispositivo. El sistema puede emitir alternativa o adicionalmente instrucciones audibles y visuales para transferir la herramienta/objeto que no cumple los criterios de prueba de calibración a una ubicación apropiada en la que se producen los procesos de reparación y recalibración. Como parte de este proceso, el sistema de monitorización de calibración automatizado puede emitir alertas de estado a los usuarios, administradores del sistema, personal de laboratorio de calibración o similares cuando la herramienta/objeto probado no cumple los criterios de calibración almacenados previamente en la base de datos de calibración al objeto de permitir que las partes puestas en alerta respondan adecuadamente a la situación (por ejemplo, recalibrando el objeto, señalando órdenes de trabajo asociadas con la calibración inapropiada, o similares).

Tras el retorno de un objeto/herramienta al sistema de monitorización de calibración automatizado, el sistema puede requerir que el objeto/herramienta se devuelva a su ubicación de almacenamiento apropiada dentro del dispositivo de almacenamiento si los resultados de la medición de calibración no cumplen los requisitos de calibración aceptables cuando el objeto/herramienta se devuelve al dispositivo de almacenamiento después de su uso. Alternativamente, el sistema puede requerir que el objeto/herramienta sea transferido a un laboratorio de calibración apropiado si los resultados de la medición de calibración no cumplen con el requisito de calibración. De nuevo, el sistema de monitorización de calibración automatizado puede emitir alertas de estado a usuarios, administradores del sistema, personal de laboratorio de calibración o similares cuando el objeto/herramienta probado no cumple los criterios de medición de calibración almacenados previamente en la base de datos de calibración al objeto de permitir que las

partes puestas en alerta respondan apropiadamente a la situación (por ejemplo, recalibrando el objeto, señalando órdenes de trabajo asociadas con la calibración inapropiada, o similares).

El dispositivo de monitorización de calibración 100 utiliza una o más de diferentes tecnologías de detección para determinar la emisión/retorno o la presencia/ausencia de objetos con respecto a su almacenamiento. Por ejemplo, la emisión/retorno o la presencia/ausencia de objetos se puede detectar usando una o más de entre tecnología de detección basada en imágenes (por ejemplo, usando cámaras), tecnología de detección basada en RFID, interruptores o sensores individuales (por ejemplo, sensores de contacto, capacitivos, inductivos, de peso u otros), tal como tecnologías de detección usadas en cajas de herramientas de formación de imágenes de control de herramientas automatizado (ATC), taquillas ATC de RFID y/o sistemas de gestión de cunas de herramientas ATC. Detalles adicionales de las tecnologías de detección y de las metodologías de detección asociadas usadas en el control de inventario se describen en el documento de patente de EE.UU. nº 9.741.014, concedida el 22 de agosto de 2017.

Los identificadores únicos, tal como etiquetas codificadas en color, etiquetas RFID, códigos de barras, etc., pueden fijarse a objetos o herramientas de inventario que incluyen objetos/herramientas calibrados almacenados en el contenedor de almacenamiento del sistema de monitorización de calibración automatizado 100 y ser usados para identificar de forma única artículos (por ejemplo, al objeto de distinguir entre dos artículos que de otro modo no son distinguibles con la tecnología de detección del sistema, tal como dos herramientas visualmente idénticas que se detectan usando un sistema de formación de imágenes). Ejemplos de etiquetas de identificación que incluyen combinaciones de líneas de colores paralelas que forman secuencias de color únicas se analizan en relación con las FIGS. 2B-2E.

La FIG. 5 proporciona ilustraciones de diagrama de bloques funcional de una plataforma de hardware informático de propósito general que puede usarse como una red o plataforma informática central para implementar un servidor. La plataforma informática de la FIG. 5 puede usarse para implementar un servidor que soporta la base de datos de calibración 170 y/o la base de datos de control de inventario automatizado 180 y las funcionalidades asociadas que se describen en la presente memoria, y puede usarse para implementar un servidor de control de inventario o un servidor de monitorización de calibración que realiza una o más de las funcionalidades descritas en las FIGS. 3A-3E. La plataforma informática de la FIG. 5 también puede combinarse con elementos de interfaz de usuario para implementar un ordenador personal u otro tipo de estación de trabajo o dispositivo terminal, tal como para implementar funcionalidades informáticas dentro de un dispositivo de calibración 160 u objeto/herramienta 401. Se supone que los expertos en la técnica están familiarizados con la estructura, programación y funcionamiento general de dicho equipo informático y, por lo tanto, los dibujos deberían ser autoexplicativos.

Un servidor, por ejemplo el mostrado en la FIG. 5, incluye una interfaz de comunicación de datos para comunicación de datos por paquetes. El servidor también incluye una unidad central de procesamiento (CPU), en forma de uno o más procesadores, para ejecutar instrucciones de programa. La plataforma de servidor incluye típicamente un bus de comunicación interno, un almacenamiento de programas y un almacenamiento de datos para diversos archivos de datos que han de ser procesados y/o comunicados por el servidor, aunque el servidor a menudo recibe programación y datos a través de comunicaciones de red. Los elementos hardware, sistemas operativos y lenguajes de programación de dichos servidores son de naturaleza convencional, y se supone que los expertos en la técnica están adecuadamente familiarizados con ellos. Por supuesto, las funciones de servidor pueden implementarse de forma distribuida en varias plataformas similares, para distribuir la carga de procesamiento.

A menos que se indique lo contrario, todas las mediciones, valores, calificaciones, posiciones, magnitudes, tamaños y otras especificaciones que se exponen en esta especificación, incluido en las reivindicaciones que siguen, son aproximadas, no exactas. Se pretende que tengan un rango razonable que sea coherente con las funciones a las que se refieren y con lo que es habitual en la técnica a la que pertenecen.

El alcance de protección está limitado únicamente por las reivindicaciones que siguen a continuación. Se pretende que ese alcance, y así debe interpretarse, sea tan amplio como sea consistente con el significado ordinario del lenguaje que se usa en las reivindicaciones, cuando se interpreta a la luz de esta memoria descriptiva y de la historia de seguimiento que sigue, y que englobe todos los equivalentes estructurales y funcionales.

Excepto en lo que se ha indicado inmediatamente antes, nada de lo que se ha indicado o ilustrado pretende o debe interpretarse en el sentido de que da lugar a una especialización de ningún componente, etapa, característica, objeto, beneficio, ventaja o equivalente con respecto al público, independientemente de si se menciona o no en las reivindicaciones.

Se entenderá que los términos y expresiones usados en la presente memoria tienen el significado ordinario según lo supuesto para dichos términos y expresiones con respecto a sus respectivas áreas correspondientes de investigación y estudio, excepto cuando se hayan expuesto significados específicos de otro modo en la presente memoria. Los términos relacionales tal como primero y segundo y similares pueden usarse únicamente para distinguir una entidad o acción de otra, sin requerir o implicar necesariamente ninguna relación u orden real entre tales entidades o acciones. Los términos "comprende", "que comprende", o cualquier otra variación de los mismos, pretenden cubrir una inclusión no exclusiva, de modo que un proceso, método, artículo o aparato que comprende una lista de elementos no incluye sólo esos elementos, sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a dicho

proceso, método, artículo o aparato. Un elemento precedido de "un" o "una" no excluye, sin restricciones adicionales, la existencia de elementos idénticos adicionales en el proceso, método, artículo o aparato que comprende el elemento.

5 El resumen de la invención se proporciona para permitir que el lector determine rápidamente la naturaleza de la divulgación técnica. Se presenta con el entendimiento de que no se usará para interpretar o limitar el alcance o significado de las reivindicaciones. Además, en la descripción detallada anterior, se puede ver que diferentes características se agrupan en varias realizaciones con el propósito de simplificar la descripción. Este método de descripción no debe interpretarse como que refleja una intención de que las realizaciones reivindicadas requieran más características de las que se mencionan expresamente en cada reivindicación. En su lugar, como reflejan las reivindicaciones siguientes, la materia objeto de la invención se basa en menos de todas las características de una
10 única realización descrita. Por lo tanto, las reivindicaciones siguientes se incorporan en la descripción detallada, siendo independiente cada reivindicación como materia objeto reivindicada por separado.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de monitorización de calibración automatizado (190) que comprende:

una pluralidad de ubicaciones de almacenamiento (130) configuradas para almacenar artículos de inventario que incluyen un artículo de inventario calibrado;

5 una base de datos (170, 180) que almacena información sobre artículos de inventario, incluido el artículo de inventario calibrado, asociados con el sistema de monitorización de calibración automatizado (190) y configurados para el almacenamiento en la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento (130) del sistema de monitorización de calibración automatizado (190),

10 en la que la base de datos (170, 180) almacena además un valor de parámetro de calibración para el artículo de inventario calibrado; y

un procesador (142) configurado para, cuando el artículo de inventario calibrado es emitido o devuelto al sistema de monitorización de calibración automatizado (190), comparar una medición de calibración del artículo de inventario calibrado con el valor de parámetro de calibración para el artículo de inventario calibrado,

15 en el que el procesador (142) autoriza selectivamente la emisión o retorno de los artículos de inventario calibrados desde una ubicación de almacenamiento (130) del sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de acuerdo a un resultado de la comparación de la medición de calibración del artículo de inventario calibrado con el valor de parámetro de calibración para el artículo de inventario calibrado,

20 en el que, al determinar que el artículo de inventario calibrado está fuera de calibración, el sistema de monitorización de calibración automatizado (190) está configurado para deshabilitar o bloquear la emisión del artículo de inventario calibrado del sistema de monitorización de calibración automatizado (190).

2. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 1, que comprende además:

un dispositivo de medición de calibración conectado comunicativamente al procesador (142) y configurado para realizar una medición de calibración del artículo de inventario calibrado para obtener la medición de calibración,

en el que el dispositivo de medición de calibración comunica la medición de calibración obtenida al procesador (142).

25 3. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 2, en el que el artículo de inventario calibrado es una llave dinamométrica, y el instrumento de medición de calibración es un medidor de par.

4. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 2, en el que el procesador (142) está configurado además para:

30 una vez que el artículo de inventario calibrado se ha emitido o devuelto al sistema de monitorización de calibración automatizado (190), transmitir un valor objetivo de calibración para el artículo de inventario calibrado al dispositivo de medición de calibración,

en el que el procesador (142) recibe la medición de calibración obtenida del dispositivo de medición de calibración después de la transmisión del valor objetivo de calibración.

35 5. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 1, en el que el valor de parámetro de calibración almacenado en la base de datos (170, 180) incluye un rango aceptable de valores de parámetro de calibración almacenados en la base de datos (170, 180), y el procesador autoriza selectivamente la emisión o retorno del artículo de inventario calibrado cuando la medición de calibración está dentro del rango aceptable de valores de parámetro de calibración.

6. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 1, que comprende además:

40 un dispositivo de detección configurado para detectar información utilizada por el procesador (142) para determinar la presencia o ausencia de artículos de inventario en la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento (130),

en el que el procesador (142) está configurado para determinar la presencia del artículo de inventario calibrado en una ubicación de almacenamiento de la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento (130) en base a la información detectada por el dispositivo de detección.

45 7. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 6, en el que el dispositivo de detección incluye un sensor de imagen configurado para capturar imágenes de ubicaciones de almacenamiento (130) del sistema de monitorización de calibración automatizado (190), y

el procesador (142) está configurado para determinar la presencia del artículo de inventario calibrado por medio de la determinación de si el artículo de inventario calibrado está presente en una imagen capturada por el sensor de imagen.

8. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 6, en el que cada artículo de inventario asociado con el sistema de monitorización de calibración automatizado (190) tiene una etiqueta que identifica de forma única el artículo de inventario, y
- 5 el procesador (142) está configurado para identificar de forma única un artículo de inventario presente en una ubicación de almacenamiento de entre la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento (130) reconociendo la etiqueta que identifica de forma única el artículo de inventario en la información detectada por el dispositivo de detección.
9. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 8, en el que cada artículo de inventario asociado con el sistema de control de inventario automatizado (200) tiene una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) que identifica de forma única el artículo de inventario, y
- 10 el sistema de control de inventario automatizado (200) comprende además un sensor de RFID configurado para leer etiquetas RFID de artículos de inventario ubicados dentro de la pluralidad de ubicaciones de almacenamiento (130).
10. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 1, en el que la base de datos (170, 180) almacena registros de órdenes de trabajo asociadas con emisiones previas del artículo de inventario calibrado, y la base de datos (170, 180) almacena registros de mediciones de calibración previas del artículo de inventario calibrado.
- 15 11. El sistema de monitorización de calibración automatizado (190) de la reivindicación 10, en el que el procesador (142) está configurado para, al determinar que la medición de calibración comparada del artículo de inventario calibrado es inconsistente con el valor de parámetro de calibración para el artículo de inventario calibrado, recuperar de la base de datos (170, 180) todos los registros de órdenes de trabajo asociadas con el artículo de inventario calibrado y correspondientes a las emisiones del artículo de inventario calibrado después del último registro almacenado de una medición de calibración previa del artículo de inventario calibrado.
- 20 12. Un método para la monitorización automatizada de la calibración de artículos de inventario en un sistema de monitorización de calibración automatizado (190) que comprende:
- 25 identificar, usando un sensor del sistema de monitorización de calibración automatizado (190) configurado para detectar la presencia o ausencia de artículos de inventario, un artículo de inventario calibrado sujeto a monitorización de calibración;
- recuperar, de una base de datos (170, 180) conectada comunicativamente al sistema de monitorización de calibración automatizado (190) y que almacena valores de parámetro de calibración para cada uno de una pluralidad de artículos de inventario, un valor de parámetro de calibración para el artículo de inventario calibrado identificado; y
- 30 determinar un estado de calibración del artículo de inventario identificado calibrado en base a una comparación de una medición de calibración del artículo de inventario calibrado con el valor de parámetro de calibración recuperado para el artículo de inventario calibrado,
- en el que el sistema de monitorización de calibración automatizado autoriza selectivamente la emisión o retorno del artículo de inventario calibrado desde una ubicación de almacenamiento del sistema de monitorización de calibración automatizado de acuerdo a un resultado de la determinación,
- 35 en el que, al determinar que el artículo de inventario calibrado está fuera de calibración, se deshabilita o bloquea la emisión del artículo de inventario calibrado del sistema de monitorización de calibración automatizado (190).
13. El método de la reivindicación 12, que comprende además:
- 40 antes de la determinación, recibir, desde un dispositivo de medición de calibración conectado comunicativamente al sistema de monitorización de calibración automatizado (190) y configurado para realizar una medición de calibración del artículo de inventario calibrado, la medición de calibración del artículo de inventario calibrado.
14. El método de la reivindicación 13, en el que el artículo de inventario calibrado es una llave dinamométrica, y el instrumento de medición de calibración es un medidor de par.
15. El método de la reivindicación 13, que comprende además:
- 45 transmitir un valor objetivo de calibración para el artículo de inventario calibrado al dispositivo de medición de calibración,
- en el que el sistema de monitorización de calibración automatizado (190) recibe la medición de calibración desde el dispositivo de medición de calibración después de la transmisión del valor objetivo de calibración.
- 50 16. El método de la reivindicación 12, en el que cada artículo de inventario asociado con el sistema de monitorización de calibración automatizado (190) tiene una etiqueta que identifica de forma única el artículo de inventario, y

el sistema de monitorización de calibración automatizado (190) está configurado para identificar de forma única el artículo de inventario calibrado reconociendo la etiqueta que identifica de forma única el artículo de inventario calibrado en la información detectada por el sensor.

- 5 17. El método de la reivindicación 16, en el que cada artículo de inventario asociado con el sistema de control de inventario automatizado (200) tiene una etiqueta visible que identifica de forma única el artículo de inventario, y

el sistema de control de inventario automatizado (200) identifica el artículo de inventario calibrado identificando la etiqueta visible del artículo de inventario calibrado en una imagen capturada por un dispositivo de detección de imágenes del sistema de control de inventario automatizado (200).

- 10 18. El método de la reivindicación 16, en el que cada artículo de inventario asociado con el sistema de control de inventario automatizado (200) tiene una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) que identifica de forma única el artículo de inventario, y

el sistema de control de inventario automatizado (200) identifica el artículo de inventario calibrado leyendo la etiqueta RFID del artículo de inventario calibrado.

FIG. 1A

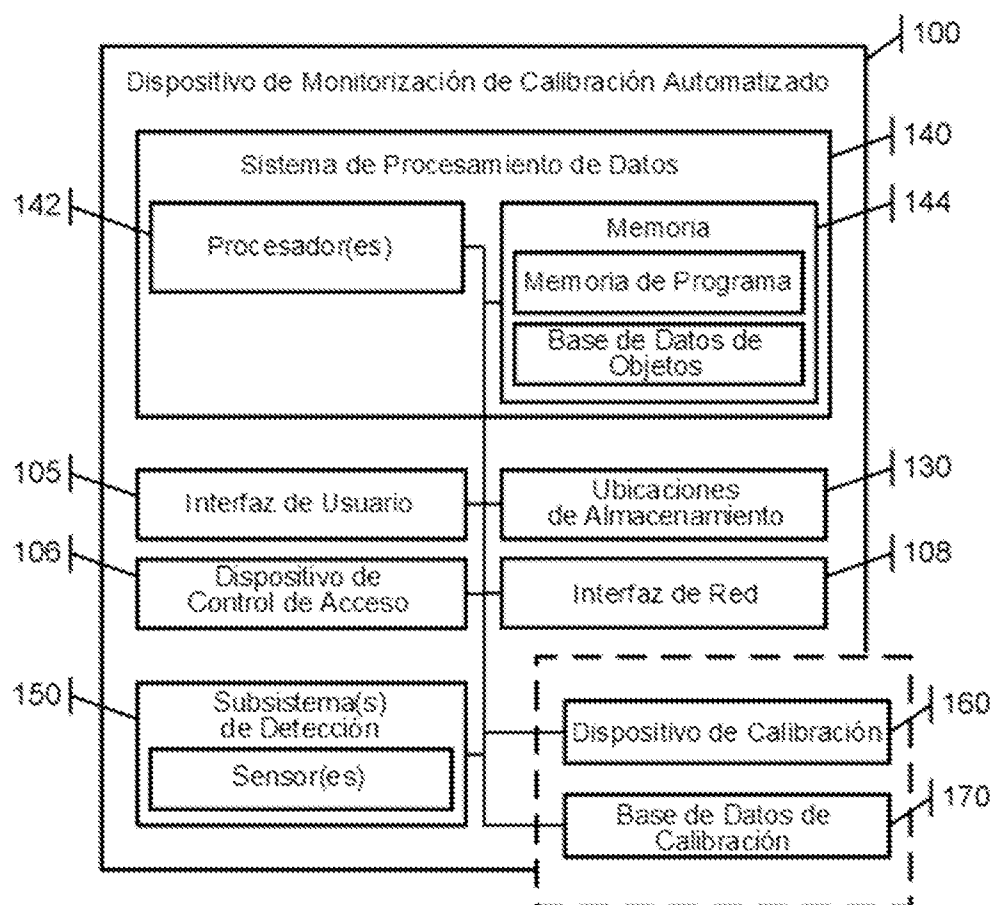


FIG. 1B

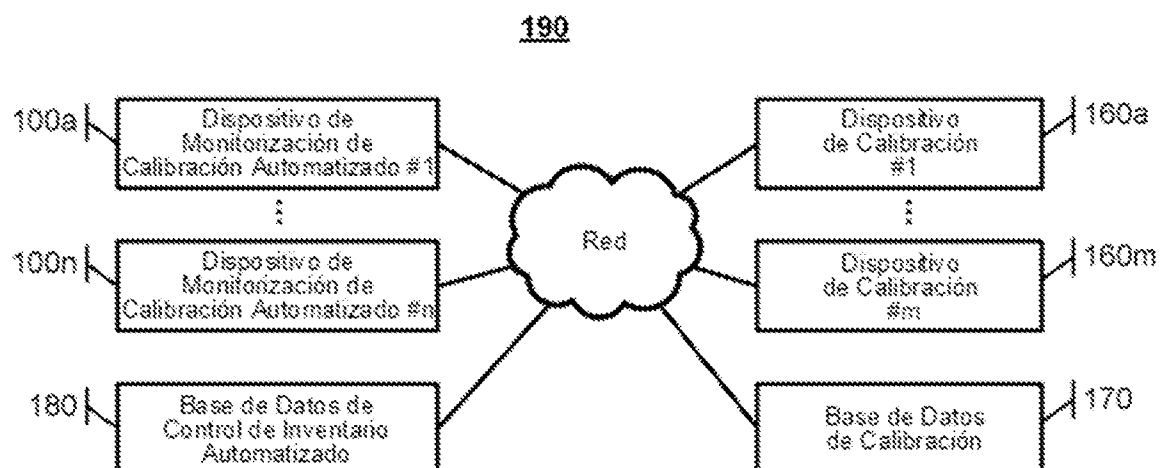


FIG. 2A

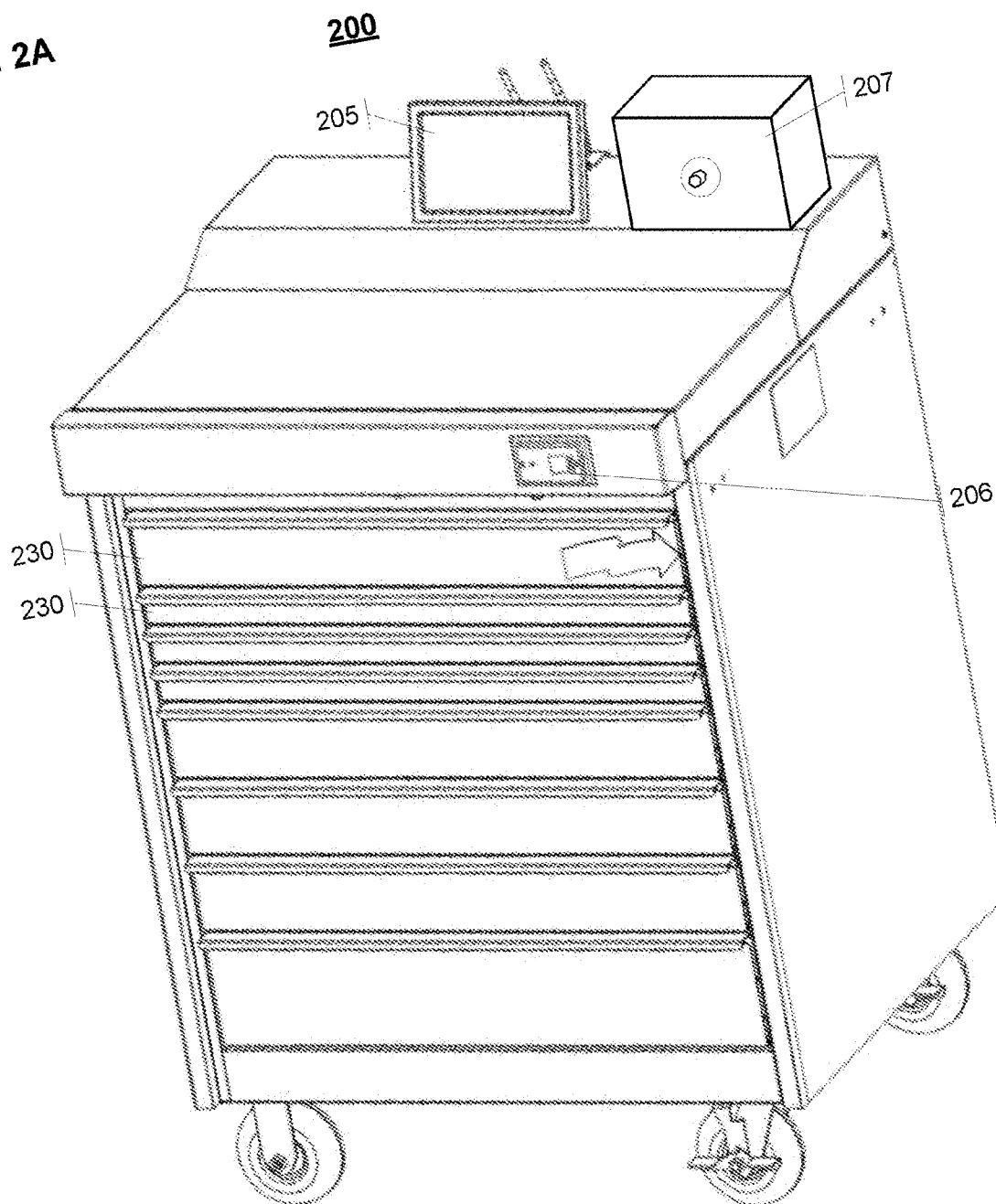


FIG. 2B

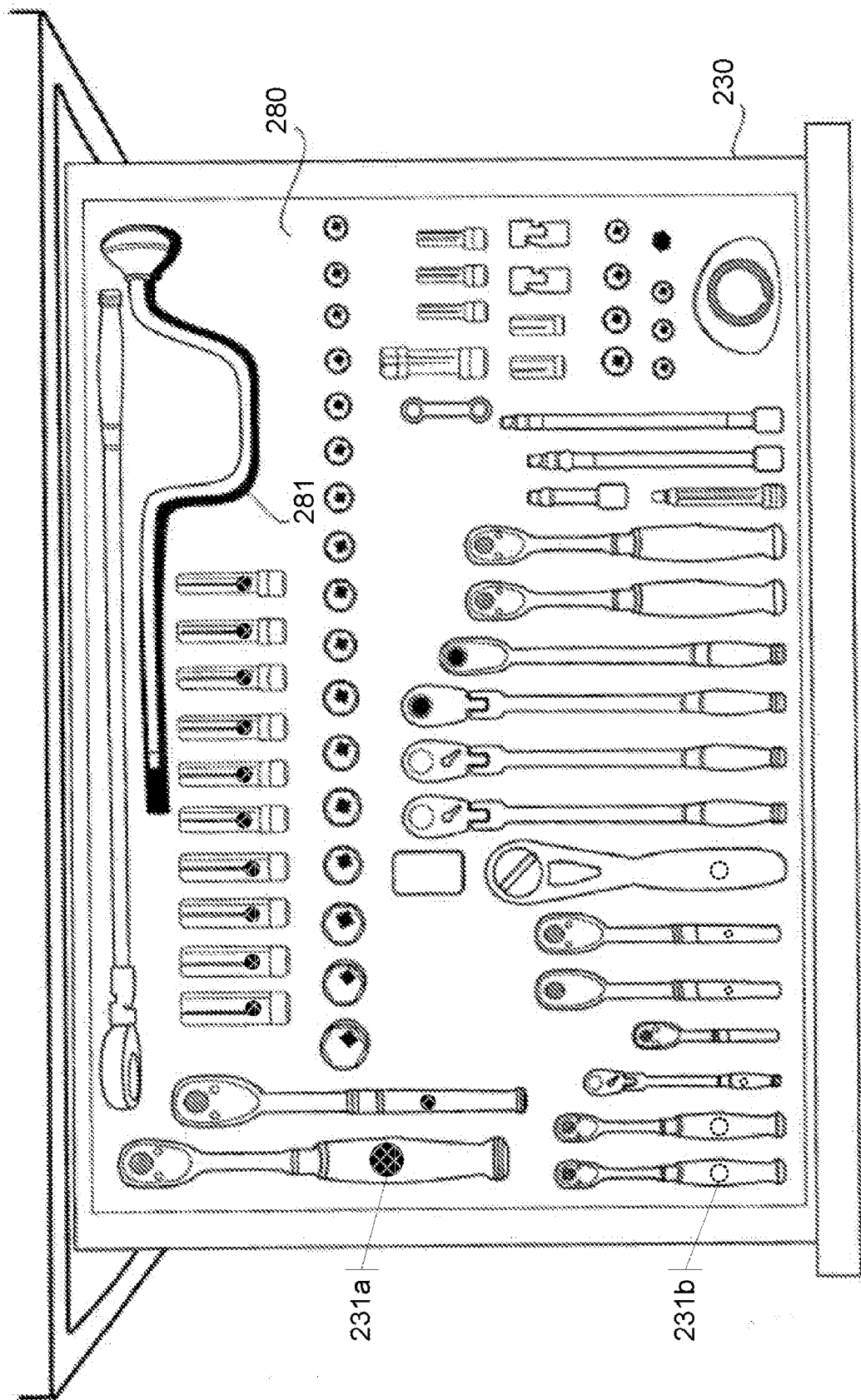


FIG. 2C

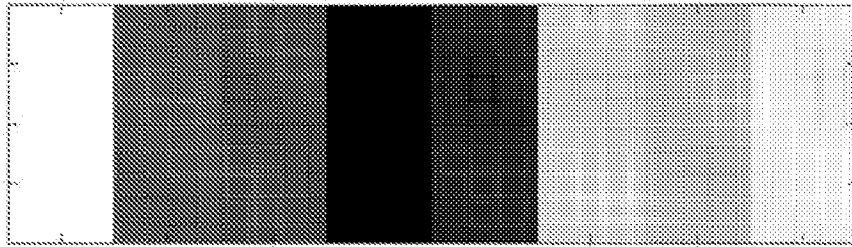


FIG. 2D

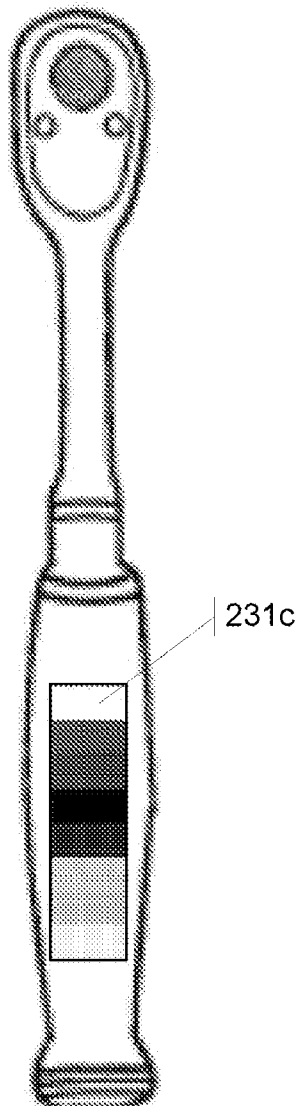


FIG. 2E

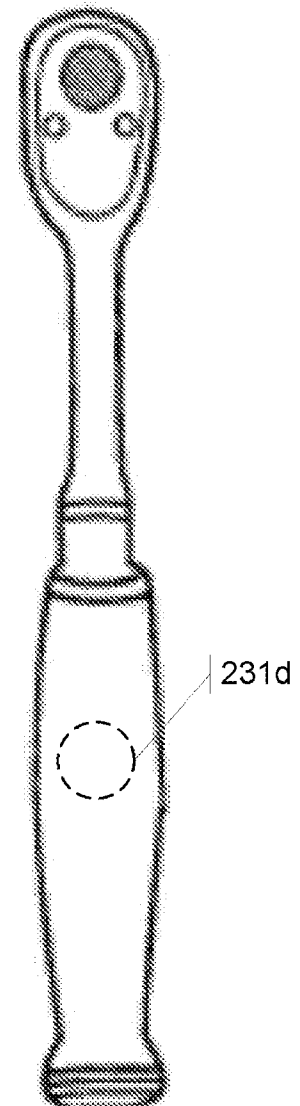


FIG. 3A

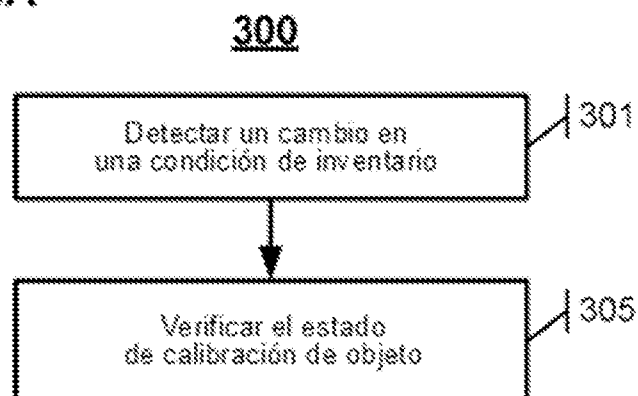


FIG. 3B

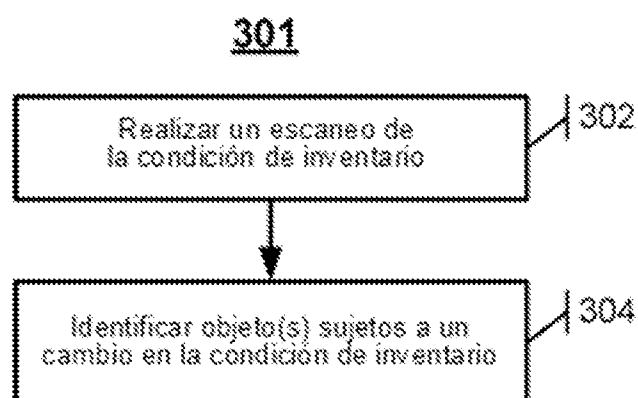


FIG. 3C

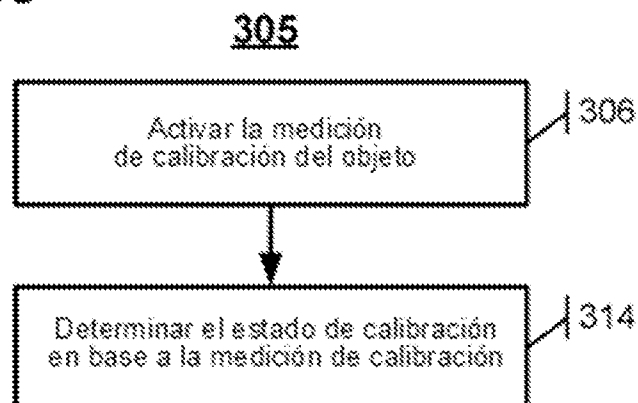


FIG. 3D

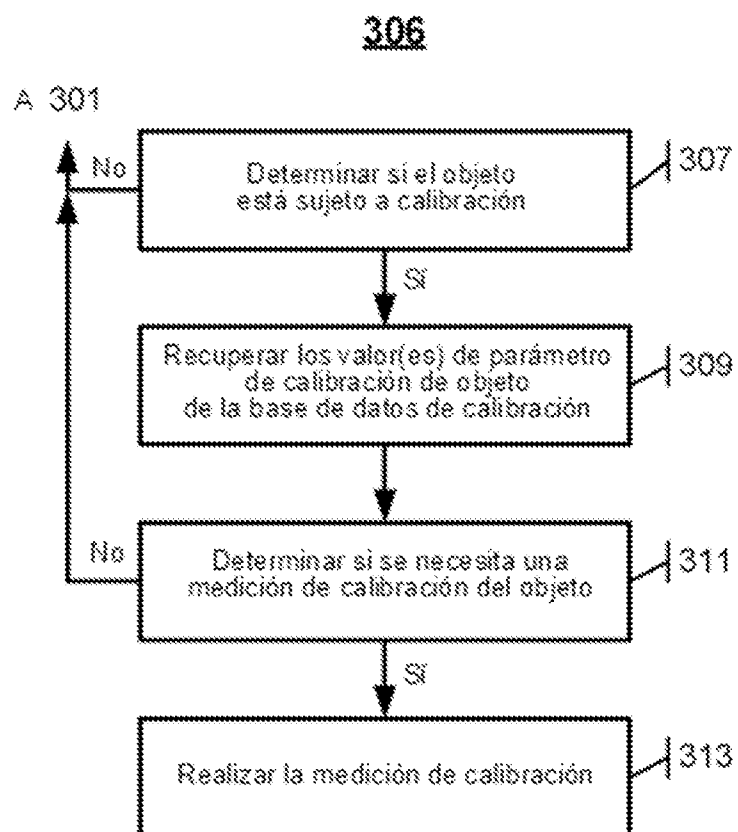


FIG. 3E

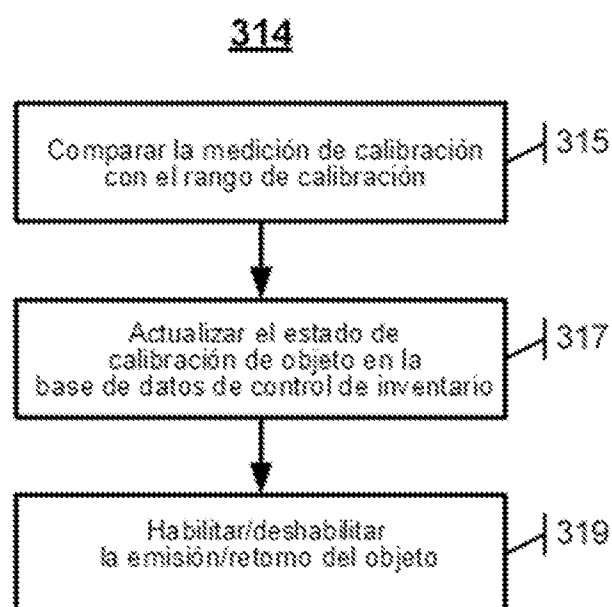


FIG. 4A

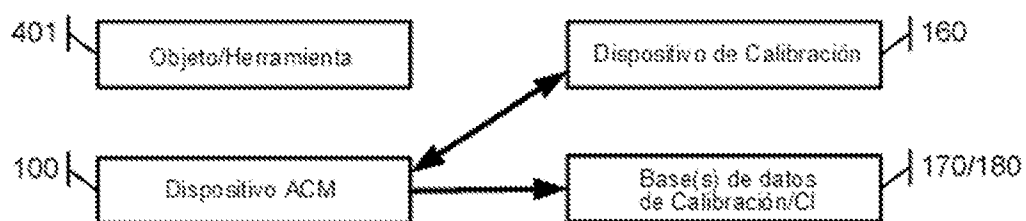


FIG. 4B

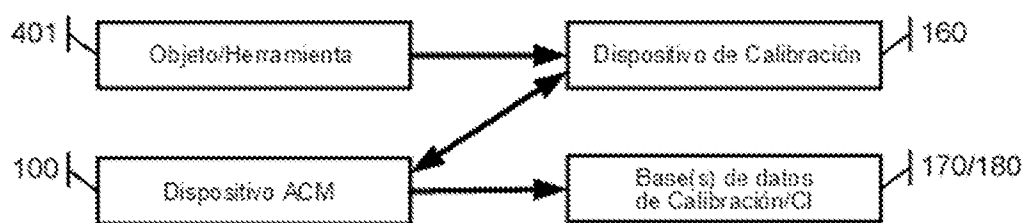


FIG. 4C

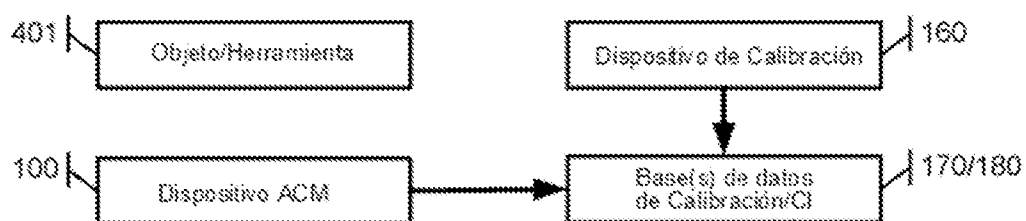


FIG. 4D

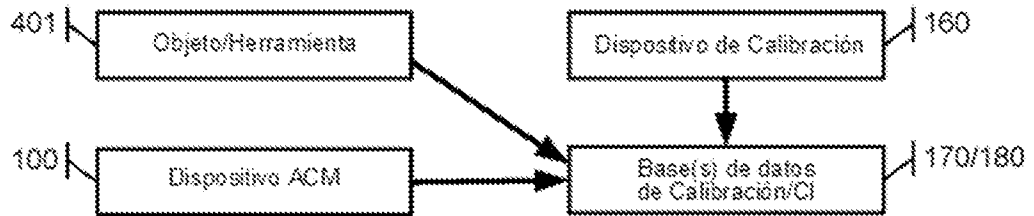


FIG. 5

