

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 504**

51 Int. Cl.:

H04L 29/06 (2006.01)

H04L 29/08 (2006.01)

G01N 21/00 (2006.01)

G01N 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2015 E 15184642 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 2999190**

54 Título: **Prueba no destructiva remota**

30 Prioridad:

17.09.2014 GB 201416443

01.06.2015 GB 201509435

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

30.12.2020

73 Titular/es:

DOLPHITECH AS (100.0%)

Studievegen 16

2815 Gjøvik, NO

72 Inventor/es:

SKOGLUND, ESKIL y

ENDRERUD, JAN OLAV

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 800 504 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

Prueba no destructiva remota

Esta invención se refiere a un aparato y método de inspección y en particular a un aparato y método de inspección para inspeccionar de forma no destructiva la estructura subsuperficial de un objeto de prueba.

5 El término "prueba no destructiva" incluye un número de técnicas que pueden usarse para evaluar las propiedades de un material, componente o sistema sin provocar daños. Estas técnicas se usan particularmente en las industrias automovilística y aeroespacial para evaluar daño subsuperficial o defectos de material. Es vital que este trabajo se efectúe con altos niveles de calidad en la industria aeroespacial particularmente, ya que daños que no son visibles en la superficie externa de la aeronave pueden comprometer, sin embargo, su integridad estructural en el aire. Por esta razón las autoridades aeroespaciales aplican condiciones estrictas a quienes están autorizados para inspeccionar aeronaves y declarar las mismas para volar. Sin embargo, una aeronave a menudo tiene que inspeccionarse en una ubicación en la que no hay ningún individuo que está lo suficientemente cualificado para llevar a cabo esa inspección.

10 El documento US 2014/0139658 describe un sistema y método de inspección visual remoto. Un aparato de inspección de boroscopio puede transmitir datos de imágenes fijas y de vídeo en directo de una inspección en marcha a través de una red. Un boroscopio puede tener un tubo alargado con un dispositivo de captura de imágenes en un extremo, estando el otro extremo conectado a una estación de procesamiento. La estación de procesamiento puede transmitir vídeo digital el directo capturado por el dispositivo de captura de imágenes a través de una red. Como alternativa, la estación de procesamiento puede visualizar imágenes digitales capturadas en un visualizador y transmitir las imágenes digitales capturadas en directo a través de una red.

15 El documento US 2001/0037366 describe un sistema y método para proporcionar comunicaciones de experto remoto durante un procedimiento médico.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un aparato de inspección según la reivindicación 1.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un método según la reivindicación 10.

La presente invención se describirá ahora a modo de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos:

25 La Figura 1 muestra un aparato de inspección en un sitio de inspección y en un sitio remoto;

La Figura 2 muestra un ejemplo de un método de operación de un aparato de inspección;

La Figura 3 muestra un ejemplo de un método para operar un aparato de inspección remoto;

La Figura 4 muestra un ejemplo de un método para proporcionar una guía visual a un no experto que opera un dispositivo de inspección;

30 La Figura 5 muestra un ejemplo de una guía visual en un dispositivo de inspección;

La Figura 6 muestra un ejemplo de un método para mejorar el conocimiento de la situación durante una inspección;

La Figura 7 muestra un ejemplo de un aparato para mejorar el conocimiento de la situación durante una inspección;

La Figura 8 muestra un ejemplo de un aparato para mejorar el conocimiento de la situación durante una inspección;

La Figura 9 muestra una vista general de un sistema de inspección de ejemplo;

35 La Figura 10 muestra una vista general de un sistema de inspección de ejemplo;

La Figura 11 muestra un ejemplo de un directorio;

La Figura 12 muestra un ejemplo de un método para obtener información de contacto del experto;

La Figura 13 muestra un ejemplo de un aparato de inspección y un sistema de posicionamiento; y

La Figura 14 muestra un ejemplo de un método para configurar un dispositivo de inspección.

40 Un ejemplo de un aparato para inspeccionar un objeto de prueba remotamente se muestra en la Figura 1. El aparato se forma de dos partes: una primera parte 101 ubicada en un sitio de inspección 102 y una segunda parte 103 ubicada en un sitio remoto 104. La primera parte del aparato de inspección comprende un dispositivo de inspección 105. El dispositivo de inspección es capaz de recopilar adecuadamente información acerca de una diversidad de diferentes materiales, incluyendo metales, plásticos, compuestos, fibra de carbono, etc.

45 El dispositivo de inspección es capaz de ser operado preferiblemente por un no experto. En este escenario un "no experto" puede ser alguien que no está autorizado a realizar procedimientos de inspección en un objeto de prueba

particular sin supervisión. Por ejemplo, el objeto de prueba en este ejemplo es el aeroplano 112, y el no experto puede ser un mecánico local que no ha sido certificado por los propietarios del aeroplano como autorizado para llevar a cabo decisiones de reparación con respecto al aeroplano. El experto habitualmente será alguien que tiene la autorización apropiada. El experto, por lo tanto, es capaz de tomar decisiones sobre la base de los datos de inspección. Esas decisiones podrían incluir si un aeroplano es apto para volar, por ejemplo, o si necesita repararse, en cuyo caso el experto puede decidir qué tipo de reparación es apropiada. El experto a menudo no estará en el mismo sitio que el aeroplano. Por lo tanto, puede considerarse que el experto se ubica remotamente: el experto se ubica a una distancia suficiente del objeto de prueba de forma que él mismo no puede llevar a cabo la inspección física y depende del no experto para recopilar los datos de inspección necesarios. Por lo tanto, es probable que los datos de inspección tengan que transferirse desde el sitio de inspección a la ubicación del experto remoto a través de un enlace de comunicación. Este enlace puede ser por cable o inalámbrico.

Cuando se opera, el dispositivo de inspección 105 recopila datos que indican la condición del objeto de prueba. Estos datos pueden ser representativos de una estructura de material del objeto de prueba por debajo de su superficie. El dispositivo de inspección es capaz de realizar pruebas no destructivas, es decir, evaluar el material bajo prueba sin provocar daños. Técnicas de prueba no destructivas adecuadas incluyen partícula magnética, líquido penetrante, prueba de corriente inducida e interferometría de baja coherencia. En una realización preferida el dispositivo de inspección usa ultrasonido para recopilar información acerca del objeto de prueba. Por ejemplo, el dispositivo de inspección puede configurarse para disparar una serie de impulsos de ultrasonido al objeto de prueba y recibir de vuelta reflejos de esos impulsos desde el objeto de prueba. Los impulsos reflejados pueden usarse para hacer inferencias acerca de la estructura subsuperficial del objeto de prueba y particularmente acerca de problemas tales como huecos, delaminación y daños de impacto, alguno de los cuales puede no ser visible en la superficie. En una realización preferida, se usan datos de inspección generados por el dispositivo de inspección para generar imágenes del objeto de prueba. Estas imágenes pueden incluir uno o más de escáneres A, escáneres B, escáneres C y representaciones 3D.

Los datos recopilados por el dispositivo de inspección normalmente tendrán que procesarse antes de que puedan usarse para formar otras imágenes u otra salida útil. Este procesamiento podría realizarse en el sitio de inspección o en el sitio remoto. Podría realizarse en el propio dispositivo de inspección o en un dispositivo informático asociado (no mostrado). El procesamiento requerido puede incluir uno o más de filtrado, promedio de tiempo, determinación de umbrales, estimación de envolvente de señal, normalización, generación de imágenes, etc. Para los propósitos de esta descripción no importa exactamente qué procesamiento se realiza en los datos recopilados por el dispositivo de inspección ni dónde se procesan los datos. Debería entenderse que el término "datos de inspección" se usa en este documento para referirse en general a cualesquiera datos que se originan con el dispositivo de inspección, independientemente de qué forma toman esos datos o si se han procesado después de capturarse por el dispositivo de inspección.

Puede proporcionarse una interfaz de usuario al aparato en el sitio de inspección, tal como un visualizador, que el no experto puede usar para ver imágenes generadas por el dispositivo de inspección. Esta interfaz de usuario no se muestra en la Figura 1. Una interfaz de usuario se muestra siendo parte del aparato de inspección 104 en el sitio remoto. En este ejemplo la interfaz de usuario toma la forma de un teclado 117 y un visualizador 114, ambos de los cuales podrían formar parte de un PC u otro dispositivo informático. La interfaz de usuario se configura preferiblemente para presentar datos de inspección recopilados por el dispositivo de inspección al experto remoto. En un ejemplo esta presentación toma la forma de una imagen o video mostrado en un visualizador, pero podría usarse cualquier otra forma adecuada de presentación.

En la disposición de la Figura 1 los aparatos de inspección en los sitios de inspección y remoto se configuran para intercambiar datos a través de un enlace inalámbrico. En otros ejemplos la conexión entre los dos sitios será a través de un alambre. Igualmente, el enlace podría ser una combinación de alámbrico e inalámbrico, p. ej. el aparato de inspección podría comunicarse inalámbricamente con un encaminador, que encamina datos al sitio remoto a través de la internet. Ambos aparatos incluyen un respectivo comunicador 106, 115. En el aparato en el sitio de inspección el comunicador 106 comprende una unidad de comunicación 109 que se conecta para recibir datos de inspección desde el dispositivo de inspección 105. La unidad de comunicación también se conecta a una antena 111. La unidad de comunicación puede configurarse para comunicar datos de acuerdo con cualquier protocolo adecuado. En este ejemplo la unidad de comunicación se configura para comunicación inalámbrica, por tanto, un protocolo adecuado podría ser WiFi, Bluetooth, LTE, GSM etc., posiblemente utilizando el protocolo de Comunicaciones Web en Tiempo Real (Web RTC) o similar. WebRTC se describe en más detalle a continuación. El comunicador 115 en el sitio de inspección se dispone de forma similar, comprendiendo la antena 113 y la unidad de comunicación 116.

En una implementación preferida el experto es capaz de interactuar con el no experto. En este escenario es preferible que el experto sea capaz de supervisar la inspección en tiempo real, pero limitaciones prácticas tales como coste y restricciones de ancho de banda pueden hacer esto no realista. Para abordar esto, la unidad de comunicación 109 puede configurarse para dividir los datos que recibe desde el dispositivo de inspección en datos "en tiempo real" y datos "en tiempo no real". Este proceso se muestra en la Figura 2.

Primero la unidad de comunicación identifica qué datos deberían presentarse al experto remoto sustancialmente en tiempo real y cuáles pueden presentarse en tiempo no real (etapa S201). Los datos "en tiempo real" se transfieren

para que se presenten al aparato ubicado remotamente en un primer momento (etapa S202). El objetivo de esta transferencia es facilitar sustancialmente supervisión en tiempo real de la inspección por el experto. Por razones prácticas el "primer momento" no será exactamente el mismo que el momento en el que se capturan los datos por el dispositivo de inspección porque inevitablemente lleva algún tiempo procesar esos datos en una forma que puede presentarse al experto remoto y transferir datos entre los dos sitios. La presentación de los datos al experto remoto, por lo tanto, se produce preferiblemente en "sustancialmente tiempo real", de modo que los datos se presentan lo suficientemente rápido después de la captura de los datos de inspección para que el experto remoto sea capaz de emitir instrucciones/directrices significativas al experto que está manejando el dispositivo de inspección. Los datos restantes son datos "en tiempo no real". La unidad de comunicación transfiere los mismos para que se presenten al experto ubicado remotamente en un segundo momento (etapa S203). El segundo tiempo es preferiblemente posterior al primer momento, es decir, los datos en tiempo no real estarán disponibles para su supervisión por el experto remoto en un momento posterior que el "tiempo real". Se prevé que los datos en tiempo no real serán datos que el experto puede usar para obtener un entendimiento más detallado de la condición del objeto de prueba. Por ejemplo, los datos en tiempo no real pueden representar un tipo de imagen más complejo que los datos en tiempo real, tal como una representación 3D, o una serie de tiempo-datos, comparados con una imagen de escáner A.

Existen un número de diferentes opciones para que el aparato de inspección gestione la transferencia de datos de inspección al sitio remoto. Algunas de estas opciones se muestran en la Figura 2. Una opción es que la unidad de comunicación solo divida los datos de modo que los datos en tiempo real tienen menos bytes que los datos en tiempo no real, habilitando que se transfieran más rápidamente a través de un enlace de comunicación dado (etapa S204). Los datos en tiempo real pueden haberse sometido a un procesamiento adicional en comparación con los datos en tiempo no real (etapa S205). Por ejemplo, los datos en tiempo no real pueden ser datos "sin procesar", sometidos únicamente a una cantidad de mínima de procesamiento después de su captura por el dispositivo de inspección. El experto puede ser capaz de manipular estos datos en la ubicación remota, por tanto, los datos sin procesar pueden habilitar que el experto lleve a cabo un análisis más detallado del objeto de prueba del que es posible a partir de solo los datos en tiempo no real. Una unidad de procesamiento 120 puede proporcionarse en el aparato remoto para este propósito. Otras opciones implican la unidad de comunicación priorizando la transferencia de datos en tiempo real. Por ejemplo, otra opción es que la unidad de comunicación transfiera los datos en tiempo no real después de los datos en tiempo real (etapa S206). Por ejemplo, los datos en tiempo no real pueden transferirse únicamente cuando el dispositivo de inspección cesa de capturar nuevos datos. El aparato de inspección puede comprender una memoria intermedia configurada para almacenar datos en tiempo no real antes de que se transfieran (esta memoria intermedia se representa mediante la memoria 107 en la Figura 1). La unidad de comunicación también podría transferir los datos en tiempo real a una tasa de datos mayor que los datos en tiempo no real (etapa S207). Esto podría liberar alguna capacidad en el enlace de comunicación para otros datos (p. ej. datos en tiempo real). Todas las opciones anteriores habilitarían que los datos en tiempo real y en tiempo no real se transfieran a través del mismo enlace de comunicación, pero los dos tipos de datos podrían transferirse igualmente a través de diferentes enlaces de comunicación. Por ejemplo, la unidad de comunicación puede transferir los datos en tiempo real a través de un enlace de comunicación de mayor capacidad que los datos en tiempo no real (etapa S208). Debería entenderse que la unidad de comunicación podría combinar fácilmente dos o más de los métodos mostrados en S204 a S208 en la Figura 2, así como implementar los mismos individualmente.

El aparato de inspección en el sitio remoto también puede tener una función que desempeñar en cómo se presentan los datos de inspección al experto remoto. El aparato de inspección remoto mostrado en la Figura 1 incluye una unidad de división 119. Como se muestra en la Figura 3, cuando la unidad de comunicación 116 recibe datos de inspección desde el sitio de inspección, la unidad de división puede reconocer datos en tiempo no real y/o en tiempo real en esos datos de inspección (etapas S301 y S302). Puede provocar, a continuación, que los datos en tiempo real se presenten al experto en un primer momento (etapa S303). Adecuadamente esta presentación se produce directamente tras la unidad de división reconociendo los datos en tiempo real de modo que se presentan sin retardo innecesario. Los datos en tiempo no real se presentan preferiblemente en un momento posterior (etapa S304). Los datos en tiempo no real pueden almacenarse en memoria intermedia mientras tanto (p. ej. usando la memoria 117 mostrada en la Figura 1). En algunas implementaciones los datos en tiempo no real pueden presentarse únicamente al experto cuando el experto solicita los mismos (etapa S305).

Como se ha mencionado anteriormente, los datos en tiempo no real pueden proporcionarse para facilitar un análisis más profundo de los datos de inspección por el experto. Una opción es que el experto manipule los datos en tiempo no real para observar diferentes aspectos del objeto de prueba. El experto podría ajustar, por ejemplo, las puertas de tiempo o cambiar el filtro aplicado a los datos para revelar diferentes secciones/aspectos de la condición del objeto de prueba. El experto es capaz, por lo tanto, de aplicar procesamiento adicional a los datos en tiempo no real, que pueden haberse distribuido originalmente al aparato de inspección remoto en un estado sustancialmente (sin procesar) no procesado. Una ventaja del enfoque descrito anteriormente, en el que los datos se dividen datos en tiempo real y en tiempo no real, es que facilita esta clase de análisis detallado por el experto remoto sin obstaculizar la supervisión en tiempo real que hace posible una interacción significativa entre el experto y el no experto.

Volviendo a la Figura 1, puede ser ventajoso si el experto y no experto pueden intercambiar información que ayudará al experto a supervisar el proceso de inspección además de datos de inspección. Por ejemplo, el aparato de inspección preferiblemente incluye un medio para capturar vídeo y sonido de modo que el experto puede: (i) observar al no experto realizar la inspección; y (ii) ofrecer consejo y emitir instrucciones a través de un enlace de voz bidireccional. El aparato

en la Figura 1, por lo tanto, incluye una cámara de vídeo 104 y una disposición de micrófono/altavoz 103. Una correspondiente disposición de micrófono/altavoz 118 forma parte del aparato remoto. La disposición mostrada en la Figura 1, por lo tanto, prevé tres diferentes tipos de datos que se intercambian entre los dos sitios: datos de inspección relacionados con el objeto de prueba, datos de audio y datos de vídeo. Estos diferentes tipos de datos podrían transmitirse juntos o de forma separada, a través de un enlace apropiado. En un ejemplo, la disposición de micrófono/altavoz podría proporcionarse por un teléfono móvil, transmitiéndose los datos de vídeo y de inspección proporcionados de forma separada. En otro ejemplo los tres tipos de datos podrían transmitirse usando el protocolo de WebRTC, que soporta la transferencia de audio, vídeo y datos simultáneamente.

Los aparatos en los dos sitios se conectan preferiblemente a través de un acuerdo entre pares. Otra opción es que se use una arquitectura de servidor, pero este tipo de disposición probablemente es más adecuada para conectar "observadores" a la inspección. Por tanto, por ejemplo, el ordenador del experto remoto puede ser capaz de proporcionar múltiples canales que pueden usar observadores para seguir la inspección. En la mayoría de implementaciones es improbable que los observadores ejerciten algún control sobre el proceso de inspección. Los observadores podrían ser, por ejemplo, miembros de una compañía de seguros que asegura el aeroplano 112, miembros de una autoridad local responsable de la certificación de expertos, inspectores de menor antigüedad que se están formando para certificarse, etc.

Así como interactuar con el no experto, p. ej. a través del enlace de voz bidireccional, el aparato preferiblemente habilita que el experto ejercite un control más directo sobre el proceso de inspección. La cámara 104, por ejemplo, es preferiblemente un dispositivo PTZ (Panorámico-Cabeceo-Ampliación) configurado para producir una transmisión en directo de imágenes de vídeo bajo el control del experto. Esto habilita que el experto observe al no experto efectuar la inspección.

El experto también puede ser capaz de controlar ajustes en el dispositivo de inspección. Ejemplos de tales ajustes podrían incluir formas de impulsos o puertas de tiempo. También puede ser ventajoso que el experto tenga un grado de control sobre dónde se coloca el dispositivo de inspección en el objeto de prueba. Si el dispositivo de inspección estuviera bajo el control de un robot, tal control sería sencillo, pero los robots con caros y aún tienen capacidades limitadas. El experto tiene la capacidad de ordenar al no experto a través del enlace de comunicación bidireccional, pero esto no determina con precisión una ubicación en el objeto de prueba donde el experto desea que se sitúe el dispositivo de inspección.

Un ejemplo de un método para abordar este problema se muestra en la Figura 4. El método comprende proporcionar una guía visual al aparato de inspección con (etapa S401). A continuación, se recibe una entrada de control del experto remoto (etapa S402) y la guía visual se usa para traducir esta entrada de control en una indicación visual para el no experto acerca de dónde situar el dispositivo de inspección (etapa S403). A menudo esto tomará la forma de una dirección en la que el experto quiere que el no experto mueva el dispositivo de inspección.

Existen un número de diferentes opciones para implementar la guía visual. En un ejemplo, la guía visual incluye alguna forma de dispositivo de proyección. Adecuadamente el dispositivo de proyección proyecta la indicación visual para el no experto en el objeto de prueba. Un ejemplo de un dispositivo de este tipo se muestra en la Figura 1. En este ejemplo la guía visual es un apuntador láser 106 acoplado a la cámara 104. Esta es una disposición conveniente porque: (i) el experto remoto ya tiene control de la dirección en la que apunta la cámara; y (ii) ya que la cámara y el láser están acoplados, apuntarán en la misma dirección, significando que el experto debería ser capaz de ver la proyección del láser en la superficie del objeto de prueba en el flujo de vídeo en directo. También son posibles otras disposiciones, y el dispositivo de proyección podría controlarse de forma separada de la cámara. En la Figura 5 se muestra otra opción para la guía visual. En este ejemplo el dispositivo de inspección está provisto de un número de guías visuales 501 en su superficie posterior 502. En este ejemplo las guías visuales toman la forma de una serie de flechas que pueden iluminarse por el experto. El experto puede usar las teclas de flecha en su teclado, por ejemplo, o una palanca de mando, para iluminar las flechas apropiadas en la parte posterior del dispositivo de inspección.

En la Figura 6 se muestra aun adicionalmente un ejemplo de un método para mejorar el procedimiento de inspección. En la Figura 6, un dispositivo de inspección genera datos de inspección representativos de la estructura de un material comprendido en un objeto de prueba (etapa S601). Adecuadamente el dispositivo de inspección es capaz de "mirar" por debajo de la superficie del objeto de modo que el experto puede detectar defectos subsuperficiales y daños en el material. Estos datos se usan adecuadamente para generar una representación visual de la estructura de material (etapa S602). Como se ha mencionado anteriormente, una representación visual podría ser un escáner A, un escáner B, un escáner C o una imagen 3D. La representación visual se genera adecuadamente por alguna forma de generador de imágenes. El generador de imágenes podría comprenderse dentro del dispositivo de inspección o podría formar parte de un dispositivo informático separado (no mostrado en la Figura 1). Un dispositivo de proyección, a continuación, proyecta la imagen de la estructura de material en o bien el objeto de prueba o bien una representación visual de ese objeto de prueba (etapa S603).

Un ejemplo de un dispositivo de proyección de este tipo se muestra en la Figura 7. En la Figura 7 el dispositivo de proyección es un proyector de vídeo 701. Se conecta a un generador de imágenes 702, que se conecta a su vez a un dispositivo de inspección 703. El objeto de prueba en este ejemplo es un coche 704. El generador de imágenes se configura adecuadamente para proporcionar el proyector de vídeo con una o más imágenes generadas a partir de los

datos de inspección. El generador de vídeo se configura, a continuación, para proyectar estas en la superficie del coche 705. Esto proporciona conocimiento de la situación mejorado tanto para el experto como el no experto.

Preferiblemente las imágenes de inspección se proyectan en la misma parte de la superficie del objeto de prueba a partir de la cual se generaron las imágenes de inspección. El dispositivo de proyección preferiblemente se puede mover de modo que esto puede conseguirse. Se prefiere que el proyector de vídeo se mueva automáticamente en la posición correcta, ya que es probable que esto sea más preciso que basarse en el no experto proyectando las imágenes de inspección en la parte correcta la superficie del objeto de prueba. Esto puede conseguirse proporcionando un sistema de posicionamiento como parte del aparato de inspección, que es capaz de ubicar el dispositivo de inspección dentro del sistema de posicionamiento y particularmente su ubicación en relación con diferentes partes del objeto de prueba. El sistema de posicionamiento puede comprender una serie de sensores. Estos sensores pueden, por ejemplo, configurarse para recibir transmisiones de posicionamiento de corto alcance desde el dispositivo de inspección. En otras implementaciones el dispositivo de inspección podría tener la capacidad de determinar sus propios datos de posición, orientación y profundidad.

En la Figura 8 se muestra otro ejemplo de un dispositivo de proyección. En este ejemplo el dispositivo de proyección es un dispositivo informático de mano 801. En lugar de proyectar imágenes de proyección en la superficie del propio objeto de prueba, en este ejemplo las imágenes se proyectan en una representación visual del objeto de prueba. El dispositivo informático de mano puede comprender una cámara 802, de modo que la representación visual del objeto de prueba (car 804) es una imagen de vídeo 803 de ese objeto. En otro ejemplo la representación visual podría ser un modelo de CAD 3D del objeto de prueba. El dispositivo de proyección podría incluir una memoria que almacena muchos de tales modelos de CAD, el modelo apropiado de los cuales puede recuperarse en dependencia de un número de tipo o modelo introducido por el usuario. Un sistema de este tipo también puede usar información recopilada por un sistema de posicionamiento para colocar las imágenes de inspección en la sección apropiada del modelo de CAD o imagen de vídeo. Otra opción es que el dispositivo portátil incorpore uno o más de sensores de posición, orientación y profundidad y/o cámara de seguimiento de movimiento de modo que puede determinar su propia posición relativa al objeto de prueba (que puede ser útil si las imágenes de inspección se están proyectando en un flujo de vídeo del objeto de prueba, por ejemplo). Una ventaja de este enfoque es que el dispositivo de proyección también puede usarse remotamente si los datos apropiados se comunican al mismo. Por ejemplo, el dispositivo de proyección podría implementarse en un PC del experto remoto.

Otra forma en la que puede mejorarse el procedimiento de inspección es incorporando la estructura subyacente del objeto de prueba en la inspección. Por ejemplo, puede haber algunas partes de un objeto de prueba en las que el daño es menos significativo que en otras. El daño de impacto en el material de un aeroplano puede ser menos significativo si está en una parte del aeroplano que se refuerza significativamente, por ejemplo. A la inversa puede haber algunas partes de un aeroplano que son inherentemente más débiles debido a la estructura subyacente del aeroplano. Puede ser beneficioso incorporar la estructura subyacente de objetos de prueba en cualquiera de los ejemplos de proyección descritos anteriormente. Otra opción es que se destaquen áreas de daño y/o reparación anterior. Por ejemplo, parte de la estructura interna del objeto de prueba puede proyectarse en la sección correspondiente de su superficie, o bien sola o bien en combinación con una o más imágenes de inspección. De forma similar la estructura interna de un objeto de prueba puede proyectarse en un flujo de vídeo o modelo de CAD del exterior del objeto de prueba. El mismo enfoque puede tomarse con proyecciones que destacan áreas de daño y/o reparación anterior. De nuevo, estas nuevas imágenes pueden combinarse con las imágenes de inspección. Las imágenes la estructura subyacente del objeto preferiblemente se generan previamente y pueden almacenarse en el aparato de inspección en un número de tipo o modelo que corresponde al objeto de prueba particular. Registros de daño y/o reparación anterior pueden estar disponibles de un registro de inspección relacionado con el objeto particular que se inspecciona.

En la Figura 9 se muestra una vista general de un sistema de inspección. La visión general incorpora algunos de los ejemplos de proyección descritos anteriormente. En la Figura 9 el sistema se ilustra para una implementación en la que un experto remoto está supervisando a un no experto en el sitio. Debería entenderse, sin embargo, que los ejemplos de proyección descritos anteriormente pueden implementarse igualmente ventajosamente en un escenario de inspección sencillo en el que la inspección se realiza solo en el sitio, sin supervisión remota.

En la Figura 10 se muestra una visión general adicional de un sistema de inspección. La ilustración ilustra la transferencia de datos entre el sitio de inspección y el sitio remoto. También ilustra el tipo de información que puede proporcionarse, generarse y almacenarse como parte de un proceso de inspección típico. Un ejemplo de información que puede proporcionarse al no experto y/o el experto incluye los procedimientos de inspección almacenados en la memoria 1001. Ejemplos de información que puede generarse como parte del proceso de inspección incluyen resultados de inspección (p. ej. cualquier decisión de reparación que se ha hecho), informes de inspección, imágenes de inspección y datos sin procesar. Estos se muestran como almacenados en la memoria 1002 en la Figura 10. También puede mantenerse un registro de inspección y este puede incluir audio e imágenes de vídeo de la inspección (véase la memoria 1003). Un catálogo de expertos y operadores 1004 también puede formar parte del sistema de inspección. En la Figura 10, este catálogo se representa mediante la memoria 1004.

El catálogo de expertos y operadores mostrados en la Figura 10 puede implementarse por un directorio, tal como el mostrado en la Figura 11. La función del directorio es ayudar en la conexión de un inspector no experto con un experto

ubicado remotamente. El directorio comprende una unidad de comunicación 1101, una memoria 1102 y una unidad de selección 1103. La memoria se configura preferiblemente para almacenar una base de datos de expertos, junto con sus credenciales. Estas credenciales pueden incluir, por ejemplo, las cualificaciones del experto, una lista de empresas o autoridades por las que están certificados, tipos de objetos para los que están cualificados a inspeccionar (p. ej. aeronave o coches de tipos específicos), experiencia anterior con estructuras y objetos de prueba pertinentes, etc. La base de datos también puede almacenar otra información pertinente, tal como la disponibilidad actual de los expertos, zona horaria, horas de trabajo normales, etc. La base de datos preferiblemente también incluye información de contacto para cada experto.

En la Figura 12 se muestra un ejemplo de un proceso para usar el directorio. En la etapa S1201 se almacena información de contacto para una pluralidad de expertos. En la etapa S1202 la unidad de comunicación recibe una petición para un experto. Esa petición puede haberse enviado por un aparato de inspección automáticamente, semi automáticamente o en respuesta una entrada manual. En la etapa S1203, la unidad de selección extrae, de la petición, uno o más criterios que especifican el tipo de experto que se requiere. La unidad de selección se configura preferiblemente para extraer, de la petición, criterios que incluyen uno o más de: una ubicación del aparato de inspección, un tipo de objeto de prueba que se inspecciona por el aparato de inspección, un propietario del objeto de prueba que se inspecciona por el aparato de inspección y cualquier requisito legal que regula la inspección del objeto de prueba. La unidad de selección busca en la memoria uno o más expertos que cumplen con los criterios (etapa S1204). Adecuadamente la unidad de selección prioriza algunos criterios sobre otros. Por ejemplo, preferiblemente la unidad de selección únicamente selecciona expertos que tienen las credenciales necesarias para la inspección.

Si un experto no está disponible en la actualidad, la unidad de selección puede seleccionarle de todos modos si no hay disponibles otros expertos apropiadamente cualificados. Esto es particularmente aplicable si la base de datos indica cuándo un experto que no está disponible en la actualidad es probable que esté disponible de nuevo, y esa información indica que el experto que tiene las cualificaciones apropiadas es probable que esté disponible dentro de un periodo de tiempo predeterminado. La unidad de selección puede devolver detalles de contacto para los expertos seleccionados (etapa S1205) o, en una realización preferida, conectar el aparato de inspección solicitante a un experto apropiado automáticamente (etapa S1206).

En una realización preferida, el aparato de inspección puede enviar la petición de un experto sin que el usuario tenga que solicitarlo expresamente. Por ejemplo, si el usuario solicita al aparato de inspección un procedimiento de inspección remoto, que puede desencadenar que el aparato de inspección solicite automáticamente los detalles de experto, procedimientos de inspección apropiados, etc. de otras partes del sistema. Puede requerirse únicamente que el usuario introduzca información básica tal como el número de tipo o modelo del objeto a probarse. En un ejemplo, si el directorio devuelve información de contacto de uno o más expertos al aparato de inspección, el aparato de inspección puede automáticamente seleccionar un experto y efectuar la conexión. Esto puede provocar que se envíe una petición de conexión al aparato de inspección remoto, que el experto remoto puede elegir aceptar o no.

En uno de los ejemplos descritos anteriormente, el aparato de inspección puede implementarse junto con un sistema de posicionamiento. Proporcionar un sistema de posicionamiento a un aparato de inspección puede tener también otros usos, tales como determinar la posición del dispositivo de inspección relativa al objeto de prueba. En la Figura 13 se muestra una ilustración de un sistema de este tipo. El aparato de inspección, mostrado en general en 1301, comprende el dispositivo de inspección 1302 y una base de datos 1303. La base de datos 1302 puede configurarse para almacenar datos de configuración y/o registros de objetos de prueba. El aparato de inspección 1301 también comprende una unidad de determinación de posición 1307 que se configura para usar información recopilada por el sistema de posicionamiento para determinar la posición del dispositivo de inspección 1302 relativa al objeto de prueba 1308. El aparato de inspección también comprende una unidad de configuración 1306 que se configura para seleccionar datos de configuración apropiados de la base de datos 1303 y usar los mismos para configurar el dispositivo de inspección 1302. La unidad de configuración también puede usar información de la base de datos para generar datos de configuración donde se necesite, opcionalmente en conjunto con entrada de usuario y/o resultados de inspección anteriores.

La base de datos 1303, unidad de configuración 1306 y unidad de determinación de posición 1307 se muestran en la Figura 13 como que se comprenden en un alojamiento separado del dispositivo de inspección. Podrían, por ejemplo, implementarse por cualquier dispositivo informático, p. ej. un PC, portátil, servidor, etc. También podrían implementarse junto con otras unidades funcionales, p. ej. como parte del comunicador 106 mostrado en la Figura 1. El dispositivo informático se configura preferiblemente para comunicarse con el dispositivo de inspección (y el sistema de posicionamiento) a través de una conexión por cable o inalámbrica. En otras implementaciones estas unidades funcionales podrían implementarse dentro del dispositivo de inspección 1302.

El aparato de inspección se muestra en la Figura 13 junto con el sistema de posicionamiento 1304, que comprende los sensores 1305. La Figura 13 muestra un ejemplo de un sistema de posicionamiento de tiempo de vuelo en el que la posición de un objeto se determina midiendo el tiempo que tardan las señales en viajar entre un transmisor y un receptor. El transmisor puede comprenderse en el dispositivo de inspección 1302 y los receptores comprenderse en sensores 1305 o viceversa. Habitualmente se requieren tres mediciones de tiempo para determinar la posición en tres dimensiones de un objeto. Otra opción es un sistema de exploración espacial, que usa balizas y sensores. El sensor puede estar en el dispositivo de inspección y la baliza en el objeto de prueba o en cualquier otro sitio en el entorno de

prueba o viceversa. Este tipo de sistema de posicionamiento mide el ángulo entre la baliza y el sensor para determinar la posición del dispositivo de inspección. En otro ejemplo el dispositivo de inspección puede comprender un sistema de detección inercial tal como uno que mide rotación y/o posición con un giroscopio y/o acelerómetro. Este tipo de sistema puede no requerir ningún sensor o referencia externa. Un sistema de detección inercial determinará normalmente la posición del dispositivo de inspección relativa a una posición de inicio conocida, que podría ser un punto fijo en un objeto de prueba, tal como la aleta de cola de un aeroplano. El sistema de posicionamiento puede usar una o más de señales ópticas, señales ultrasónicas u ondas de radio. El sistema de posicionamiento también podría ser un sistema híbrido que usa una combinación de dos o más diferentes tecnologías de posicionamiento.

El aparato de inspección puede configurarse para usar información acerca de la posición del dispositivo de inspección relativa al objeto de prueba para proporcionar al dispositivo de inspección datos de configuración apropiados a la parte particular del objeto de prueba que el dispositivo de inspección asume, desde la posición del dispositivo de inspección, que está a punto de inspeccionarse. Los datos de configuración son información que el dispositivo de inspección puede usar para configurarse a sí mismo de la forma más apropiada para esa parte del objeto de prueba. El objetivo es configurar automáticamente el dispositivo de inspección a la parte del objeto de prueba que se prueba, de modo que genera la información más precisa posible acerca de la condición del objeto de prueba y la estructura de material por debajo de su superficie. Factores que pueden afectar a cómo debería configurarse el dispositivo de inspección incluyen el material de la parte a inspeccionarse, a qué distancia por debajo de la superficie del objeto está la parte a inspeccionarse, qué nivel de detalle se requiere (que puede depender, por ejemplo, de si esa parte del objeto de prueba se ha reparado anteriormente) etc. Datos de configuración podrían incluir, por ejemplo, uno o más de: rutinas de software, ajustes de control, información de establecimiento, parámetros operacionales etc. Más específicamente, datos de configuración podrían incluir formas de impulsos, ajustes de tiempo de puerta, tiempos de impulsos, amplitudes de impulsos, etc.

El dispositivo de aparato de inspección tiene acceso adecuadamente a información que detalla qué datos de configuración son aplicables a qué parte particular de un objeto de prueba. En la disposición de la Figura 13, por ejemplo, esa información se almacena en base de datos 1303. En otras disposiciones la base de datos puede almacenarse en cualquier otro sitio, y el aparato de inspección puede acceder a la misma remotamente a través de una conexión por cable o inalámbrica.

La información preferiblemente se genera previamente, de modo que toda la inspección que tiene que hacer el aparato es acceder a un registro que proporciona los datos de configuración apropiados para esa parte particular. Como alternativa, podrían generarse datos de configuración por el aparato de inspección durante el procedimiento de inspección. Por ejemplo, el aparato de inspección puede tener acceso a una base de datos de objetos de prueba, sus respectivas partes y las cualidades pertinentes de cada una y tener la capacidad de seleccionar datos de configuración apropiados para cada parte, por consiguiente. Cualidades pertinentes pueden incluir información tal como tipo de parte, número de parte, estructura de parte, material, etc. Este tipo de información generalmente será aplicable a través de una clase particular de objetos de prueba (p. ej. una marca particular y modelos de coche o aeroplano). Otras cualidades en la base de datos pueden ser específicas a un objeto de prueba particular. Por ejemplo, registros de mantenimiento para ese objeto de prueba particular, que pueden incluir detalles de daños o reparaciones anteriores.

El aparato de inspección también puede configurarse para seleccionar datos de configuración apropiados para el dispositivo de inspección dependiendo de una entrada de usuario (p. ej. entrada desde el inspector y/o un experto remoto) y/o datos de configuración generados por el dispositivo de inspección antes en la inspección.

El aparato de inspección puede configurarse para suministrar al usuario una lista de posibles partes a inspeccionarse dependiente de la posición del dispositivo de inspección relativa al objeto de prueba. El usuario puede seleccionar a continuación cuál de las partes quiere inspeccionar. Esto puede ser aplicable particularmente a objetos de prueba complejos en los que puede encontrarse más de un objetivo de inspección potencial por debajo de una posición particular en la superficie del objeto. Cada objetivo de inspección potencial puede asociarse con su propia configuración óptima del dispositivo de inspección. El mismo mecanismo también puede usarse si la precisión con la que el aparato de inspección es capaz de ubicar el dispositivo de inspección significa que su posición calculada puede asociarse con varias diferentes partes del objeto de prueba.

En la Figura 14 se muestra un ejemplo de un método para configurar el dispositivo de inspección de esta forma. El proceso de posicionamiento puede desencadenarse opcionalmente por una entrada de usuario (etapa 1401), p. ej. por un usuario que presiona un botón en el dispositivo de inspección cuando está en posición. El método comprende el sistema de posicionamiento recopilando, a continuación, datos de posición asociados con el dispositivo de inspección (etapa 1402). Esto puede incluir recopilar datos de diversos sensores colocados por todo el entorno de prueba o en el propio dispositivo de inspección, de acuerdo con el sistema de posicionamiento particular que se está usando. Estos datos se usan, a continuación, para determinar una posición del dispositivo de inspección relativa al objeto de prueba como un todo (etapa 1403). Esta etapa se realiza adecuadamente usando los datos de posición recopilados en la etapa anterior. El propio cálculo de posición puede realizarse por el sistema de posicionamiento, el aparato de inspección o puede dividirse entre los dos. El aparato de inspección preferiblemente tiene los planes, dimensiones, configuraciones, etc. del objeto de prueba disponible para el mismo en su base de datos de modo que puede determinarse la posición del dispositivo de inspección relativa al objeto. Por lo tanto, es probable que el dispositivo de inspección esté mejor situado para determinar la posición del dispositivo de inspección relativa al objeto

de prueba, aunque en algunas implementaciones podría pasar los planos de objeto de prueba apropiados al sistema de posicionamiento para que realice el cálculo. Esto habilita una lista de uno o más posibles objetivos de inspección a identificar (etapa 1404). Esta lista puede, por ejemplo, tomar la forma de una lista de partes. Si se identifica más de un objetivo posible (etapa 1405) y se asocian con diferentes configuraciones (etapa 1406), a continuación, el usuario puede seleccionar cuál de las opciones disponibles quiere inspeccionar (etapa 1407). Estas etapas son opcionales, como en algunas implementaciones únicamente se identificará un objetivo de inspección. Los datos de configuración apropiados se seleccionan, a continuación, y proporcionan al dispositivo de inspección para que pueda configurarse a sí mismo de acuerdo con esos datos de configuración (etapa 1405). El dispositivo de inspección se configura a sí mismo de acuerdo con los datos de configuración (etapa 1405). La inspección puede comenzarse, a continuación, usando el dispositivo de inspección apropiadamente configurado (etapa 1406).

Las funciones descritas anteriormente, tal como del almacenamiento de la base de datos, cálculo de posiciones, identificación de posibles objetivos de inspección y selección de datos de configuración apropiados etc., pueden realizarse en cualquier sitio en el aparato de inspección, incluyendo en el propio dispositivo de inspección. Se espera, sin embargo, que en la mayoría de implementaciones una o más de estas funciones se realizarán en un dispositivo informático ubicado en un alojamiento separado del dispositivo de inspección (como se muestra en la Figura 13).

En algunas implementaciones el entorno de prueba puede configurarse para ayudar al usuario en la colocación del objeto de prueba en una ubicación predeterminada y con una orientación predeterminada para ayudar con los cálculos de posición. Por ejemplo, esto puede tomar la forma de marcas en el suelo de un área de estacionamiento de inspección para marcar cómo debería aparcarse un aeroplano/coche para la inspección.

Una ventaja de usar información de un sistema de posicionamiento de la forma descrita anteriormente es que habilita que el dispositivo de inspección se configure automáticamente para la inspección. Por lo tanto, no se requiere necesariamente la entrada de un experto remoto para configurar el dispositivo de inspección apropiadamente para un inspector no capacitado, aunque un experto remoto puede aún participar en la inspección.

Las estructuras mostradas en las figuras en este documento se conciben para corresponder a un número de bloques funcionales en un aparato. Esto es únicamente para propósitos de ilustración. Las figuras no pretenden definir una división estricta entre diferentes partes de hardware en un chip o entre diferentes programas, procedimientos o funciones en software. En algunas realizaciones, algunos o todos los procedimientos descritos en este documento pueden realizarse total o parcialmente en hardware. En algunas implementaciones, la unidad de comunicación, unidad de división, generador de imágenes, dispositivo de proyección y unidad de selección pueden implementarse por un procesador que actúa en control de software. Cualquier tal software se almacena preferiblemente en un medio legible por ordenador no transitorio, tal como una memoria (RAM, memoria caché, FLASH, ROM, disco duro, etc.) u otros medios de almacenamiento (lápiz USB, FLASH, ROM, CD, disco, etc.). Cualquiera de las unidades funcionales descritas en este documento, y el directorio en particular, podría implementarse como parte de la nube.

En vista de la descripción anterior será evidente para un experto en la técnica que pueden hacerse diversas modificaciones. La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de inspección (101, 103) para habilitar que una persona ubicada remotamente supervise una inspección por otra persona, comprendiendo el aparato:
- 5 un dispositivo de inspección (105);
y una unidad de comunicación (109);
configurándose el dispositivo de inspección (105) para generar datos de inspección indicativos de una estructura de material subsuperficial de un objeto de prueba (112); y
configurándose la unidad de comunicación (109) para:
- 10 dividir los datos de inspección en primeros datos para transferencia en sustancialmente tiempo real y segundos datos que comprenden datos indicativos de una representación más detallada de la condición del objeto que los primeros datos, con lo que los segundos datos habilitan un análisis más profundo de la inspección que los primeros datos;
transferir los primeros datos para que se presenten a la persona ubicada remotamente en un primer momento para habilitar sustancialmente supervisión en tiempo real de la inspección por la persona ubicada remotamente;
- 15 y
transferir los segundos datos para que se presenten a la persona ubicada remotamente en un segundo momento, que es posterior al primer momento, para habilitar supervisión en tiempo no real de la inspección por la persona ubicada remotamente;
- 20 en donde el dispositivo de inspección (105) es capaz de generar datos indicativos de una estructura interior del objeto (112), sin dañar dicho objeto, y
en donde el dispositivo de inspección (105) se configura para usar una técnica de prueba no destructiva a partir de una o más de partícula magnética, líquido penetrante, prueba de corriente inducida, interferometría de baja coherencia y ultrasonido.
- 25 2. Un aparato de inspección (101, 103) según la reivindicación 1, configurándose la unidad de comunicación (109) para dividir los datos de inspección de tal forma que los primeros datos comprenden menos bytes que los segundos datos.
3. Un aparato de inspección (101, 103) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, configurándose la unidad de comunicación (109) para dividir los datos de inspección de tal forma que los primeros datos se han sometido a más procesamiento que los segundos datos.
- 30 4. Un aparato de inspección (101, 103) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, configurándose la unidad de comunicación (109) para dividir los datos de inspección de tal forma que los segundos datos son datos sin procesar.
5. Un aparato de inspección (101, 103) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la unidad de comunicación (109) se configura para transferir los segundos datos después de que el dispositivo de inspección (105) cesa de capturar nuevos datos.
- 35 6. Un aparato de inspección (101, 103) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, representando los segundos datos un tipo de imagen más complejo que los primeros datos.
7. Un aparato de inspección (101, 103) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, configurándose la unidad de comunicación (109) para transferir los primeros datos antes que los segundos datos y/o transferir los primeros datos a una tasa de datos mayor que los segundos datos.
- 40 8. Un aparato de inspección (101, 103) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, configurándose la unidad de comunicación (109) para transferir los primeros datos a través de un enlace de comunicación de mayor capacidad que los segundos datos.
9. Un aparato de inspección (101, 103) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, configurándose la unidad de comunicación (109) para:
- 45 recibir una petición del experto ubicado remotamente para los segundos datos;
recuperar los datos solicitados de una memoria intermedia (107); y
transferir los datos solicitados al experto ubicado remotamente.
10. Un método para habilitar que una persona ubicada remotamente supervise una inspección por otra persona, comprendiendo el método:
- 50 generar, por un dispositivo de inspección (105), datos de inspección indicativos de una condición de un objeto de prueba (112) sin dañar el objeto de prueba; siendo los datos de inspección generados indicativos de una estructura de material subsuperficial del objeto de prueba; y
- el método comprende:

- 5 dividir, por una unidad de comunicación (109), los datos de inspección en primeros datos para transferencia en sustancialmente tiempo real y segundos datos que comprenden datos indicativos de una representación más detallada de la condición del objeto que los primeros datos, con lo que los segundos datos habilitan un análisis más profundo de la inspección que los primeros datos;
- 5 transferir, por la unidad de comunicación (109), los primeros datos para que se presenten a la persona ubicada remotamente en un primer momento para habilitar sustancialmente supervisión en tiempo real de la inspección por la persona ubicada remotamente; y
- 10 transferir, por la unidad de comunicación (109), los segundos datos para que se presenten a la persona ubicada remotamente en un segundo momento, que es posterior al primer momento, para habilitar supervisión en tiempo no real de la inspección por la persona ubicada remotamente;
- en donde el método comprende generar, por el dispositivo de inspección (105), los datos de inspección usando una técnica de prueba no destructiva a partir de una o más de partícula magnética, líquido penetrante, prueba de corriente inducida, interferometría de baja coherencia y ultrasonido.
- 15 11. Un método según la reivindicación 10, en el que la etapa de dividir los datos de inspección en primeros y segundos datos comprende dividir los datos de inspección de tal forma que los primeros datos se han sometido a más procesamiento que los segundos datos.
- 20 12. Un método según la reivindicación 10 o la reivindicación 11, que comprende uno o más de: transferir los primeros datos a una tasa de datos mayor que los segundos datos, transferir los primeros datos a través de un enlace de comunicación de mayor capacidad que los segundos datos, y transferir los segundos datos después de que el dispositivo de inspección (105) cesa de capturar nuevos datos.
- 25 13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende:
recibir una petición del experto ubicado remotamente para los segundos datos;
recuperar los datos solicitados de una memoria intermedia (107); y
transferir los datos solicitados al experto ubicado remotamente.

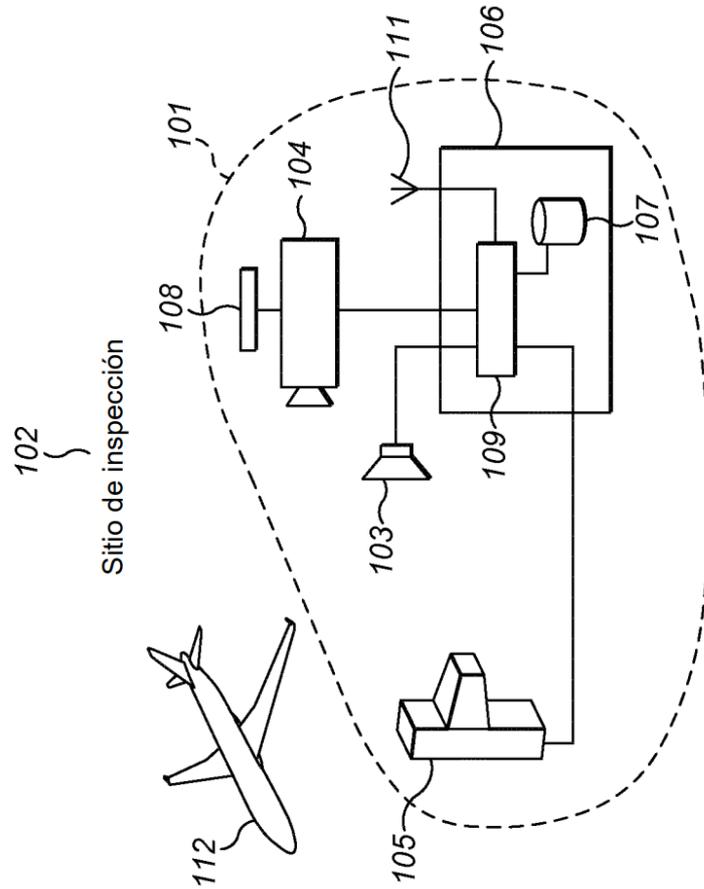
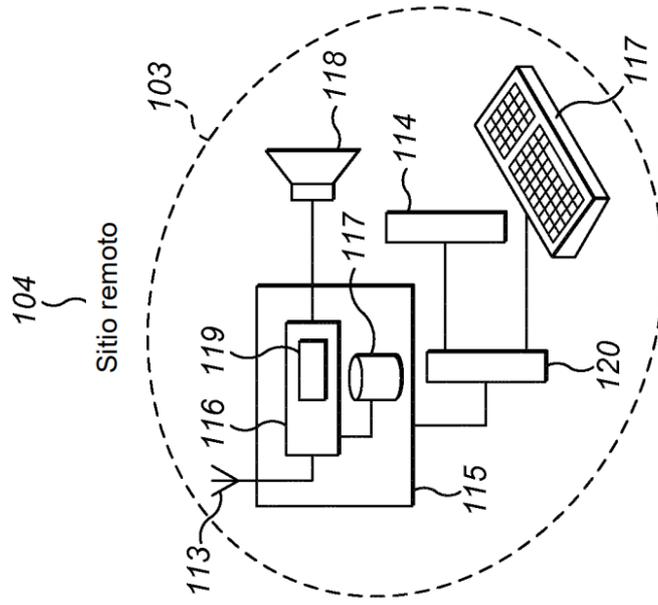


FIG. 1

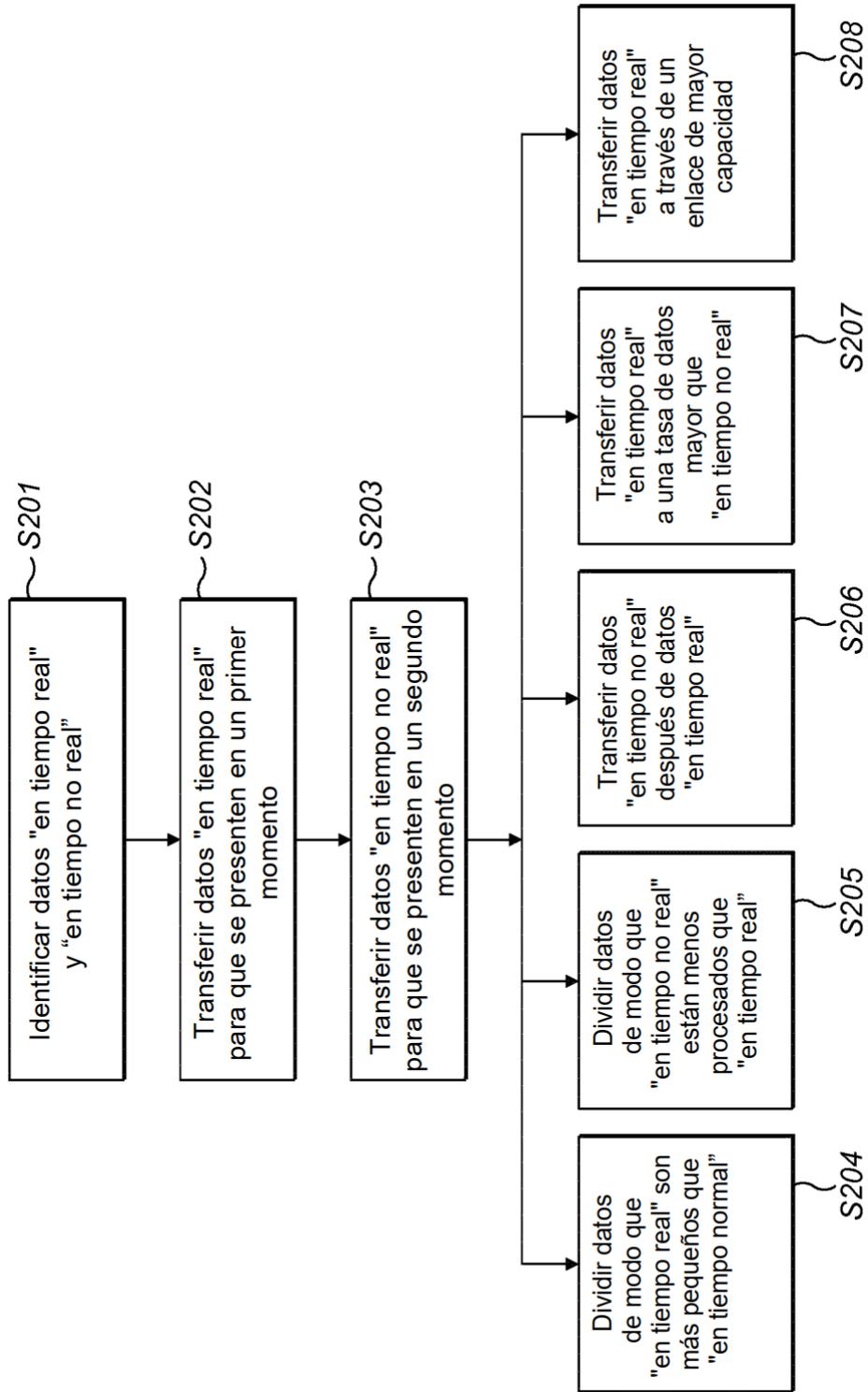


FIG. 2

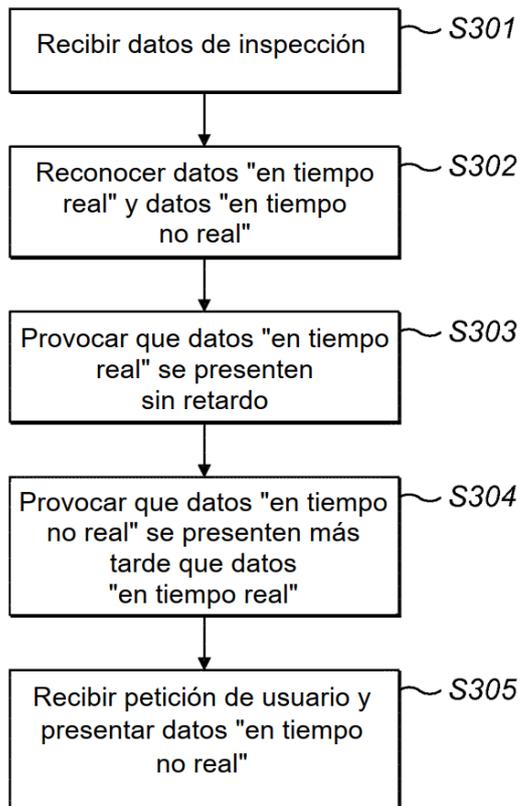


FIG. 3

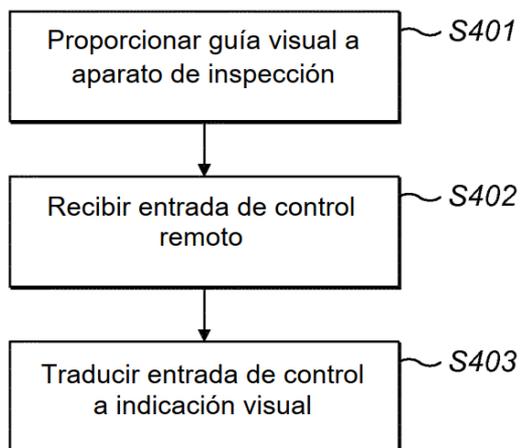


FIG. 4

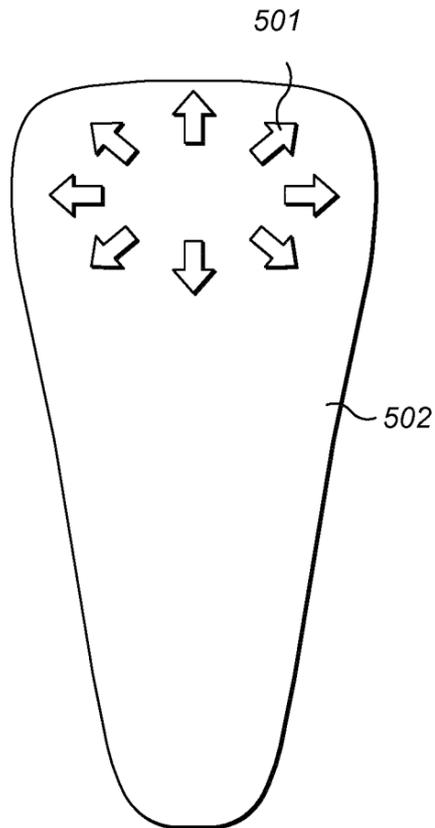


FIG. 5

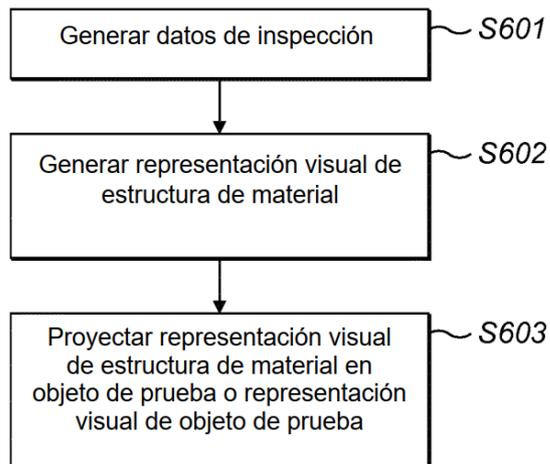


FIG. 6

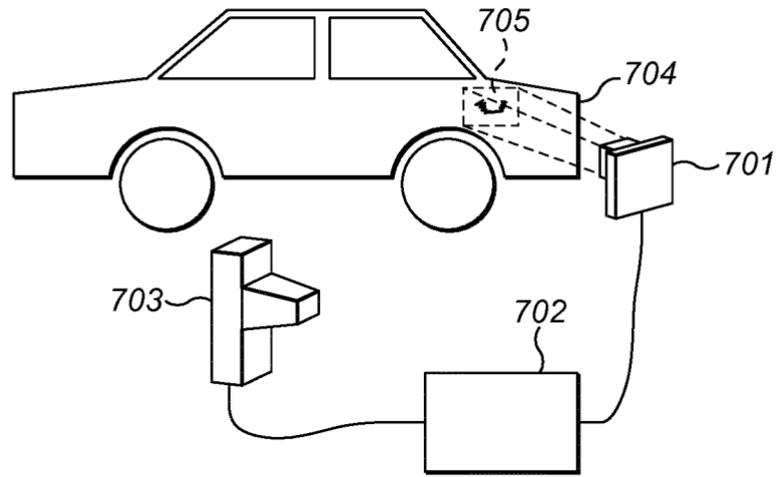


FIG. 7

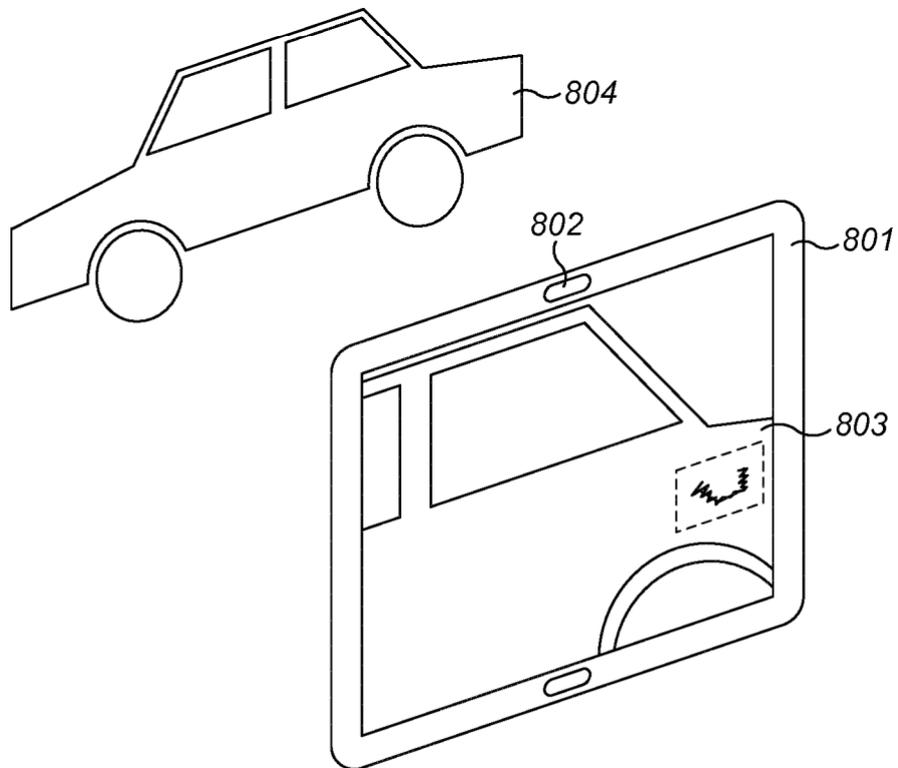


FIG. 8

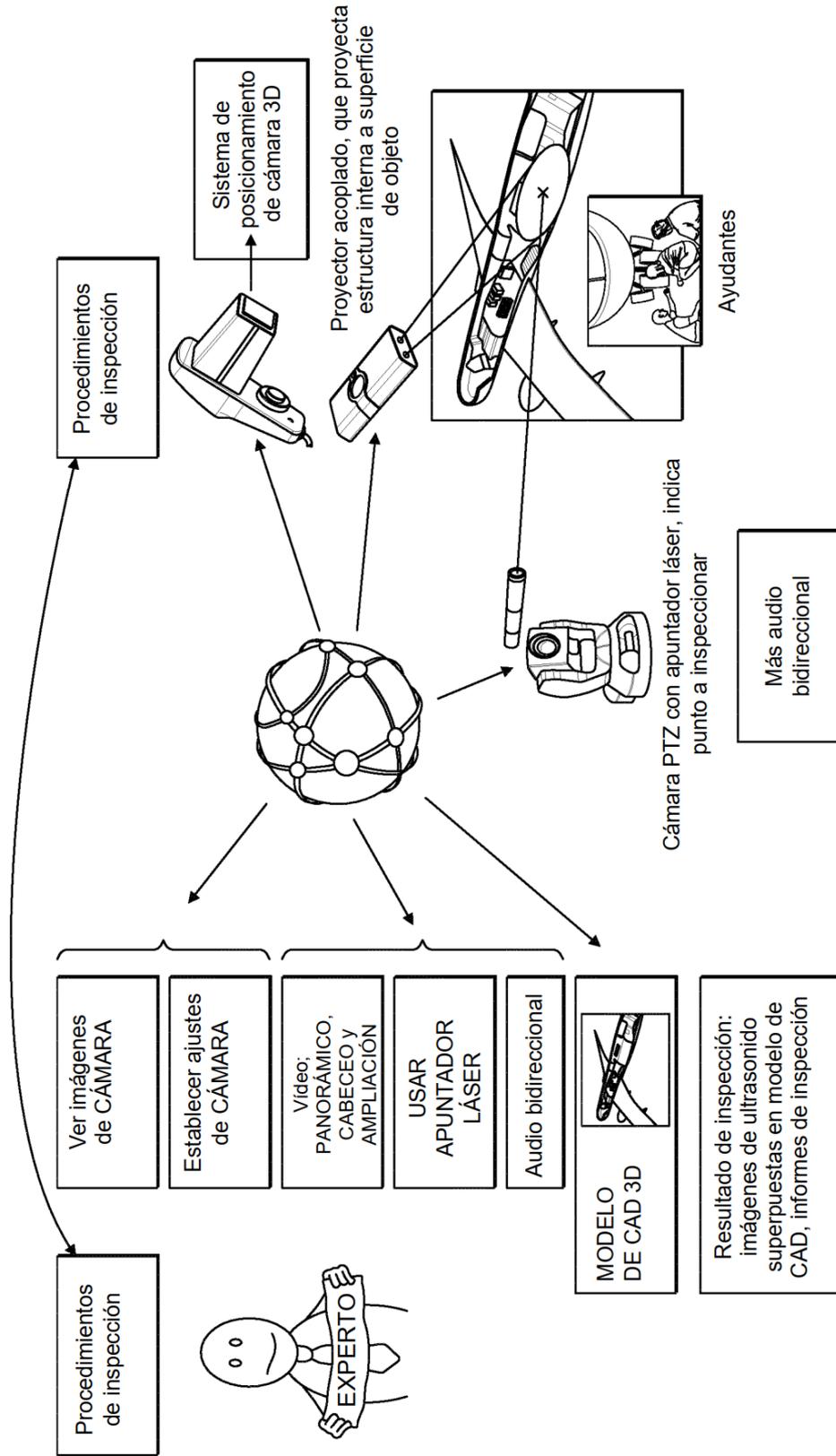


FIG. 9

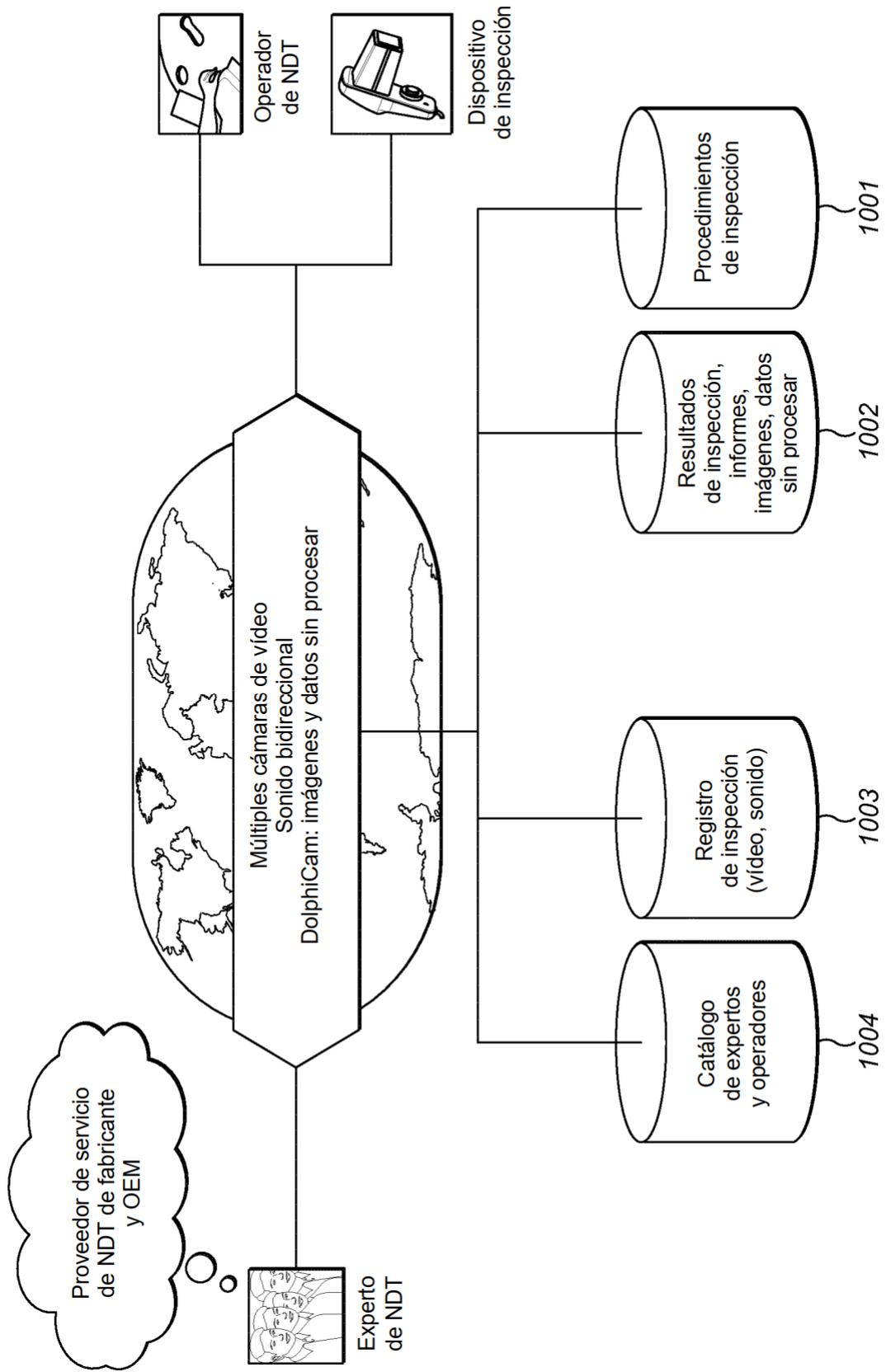


FIG. 10

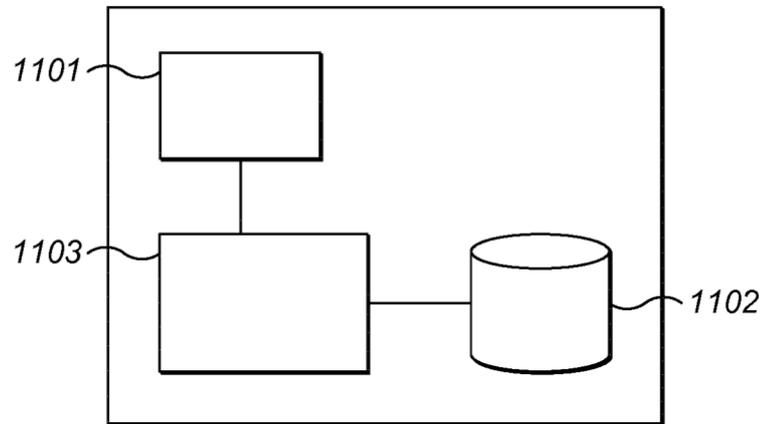


FIG. 11

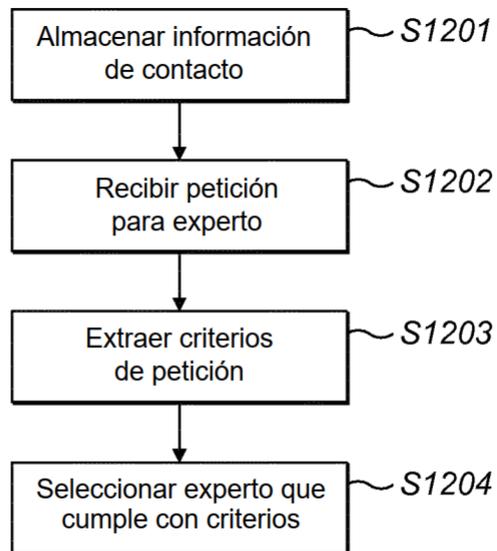


FIG. 12

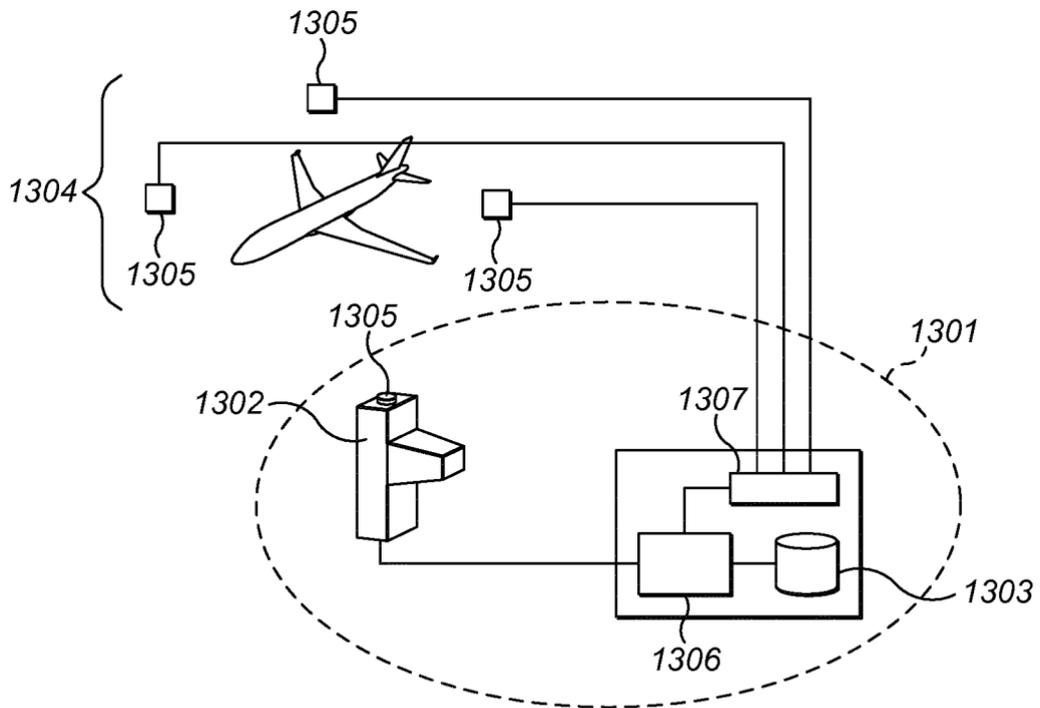


FIG. 13

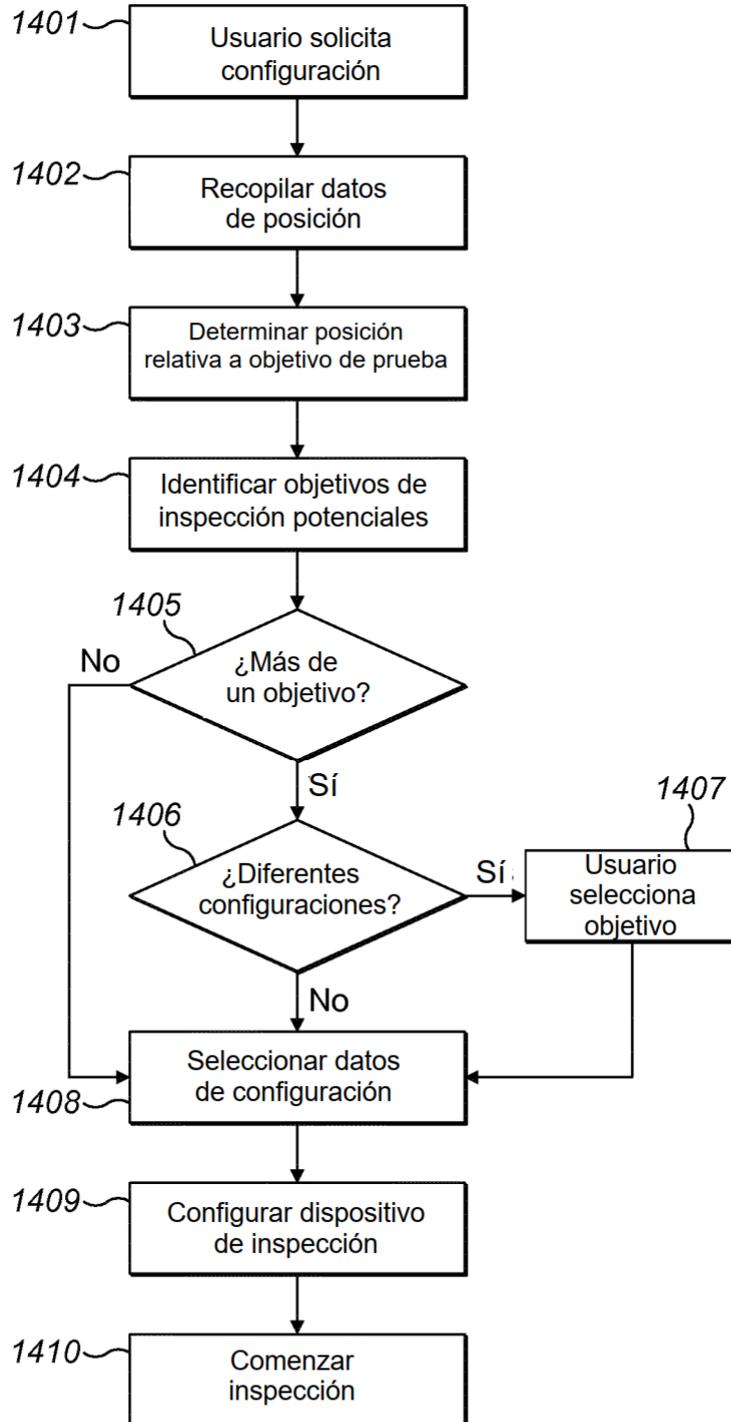


FIG. 14