

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 674 146**

51 Int. Cl.:

G01B 11/04 (2006.01)

G01B 11/14 (2006.01)

G01B 11/25 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2012** **E 12275068 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018** **EP 2530427**

54 Título: **Indicador portátil y método para medir huecos de cinta**

30 Prioridad:

28.05.2011 US 201113118410

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

27.06.2018

73 Titular/es:

THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US

72 Inventor/es:

BENNISON, STEPHEN JOHN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 674 146 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

Indicador portátil y método para medir huecos de cinta

Campo técnico

- 5 La presente divulgación se refiere, en general, a la fabricación de estructuras de material compuesto formadas a partir de la deposición de tiras de cinta de material compuesto, y se trata, más específicamente, de un indicador portátil y un método para medir los huecos entre las tiras de cinta, especialmente después de que se haya reelaborado un área de una estructura.

Antecedentes

- 10 Las grandes estructuras de material compuesto pueden fabricarse usando máquinas de acumulación de cintas de material compuesto automatizadas (CTLM). Estas máquinas relativamente grandes y costosas usan un cabezal de colocación de cinta controlado por ordenador para deponer simultáneamente múltiples tiras de cinta preimpregnadas de material compuesto sobre un mandril u otra superficie. El cabezal coloca las tiras de cinta en una relación sustancialmente paralela y en contacto de borde a borde, sin embargo, pueden producirse pequeños huecos entre los bordes de las tiras adyacentes. Si estos huecos superan una tolerancia admisible, pueden influir en la calidad y/o el rendimiento de la estructura completa. Cuando los huecos superan la tolerancia permitida, puede ser necesario reelaborar estas áreas de la estructura con el fin de llevar la estructura dentro de las especificaciones de fabricación. Después de la reelaboración de las tiras de cinta, vuelven a inspeccionarse las áreas para garantizar que los huecos de cinta se encuentren dentro de las tolerancias especificadas.

- 20 En la actualidad, el proceso de inspección de huecos de cinta puede realizarse por un técnico que usa un indicador manual para tomar cada medición de hueco de cinta individual. Se requiere que el técnico recoloque manualmente el indicador en cada punto de medición a lo largo de una cinta reelaborada. En cada punto de medición, el técnico se arrodilla y hace una lectura de hueco visual. Esta técnica de medición manual es una tarea intensiva y puede ser poco práctica para su uso en estructuras a gran escala debido a la cantidad de mediciones que pueden ser necesarias y el tiempo requerido para completar las mediciones. Además, la precisión de las mediciones manuales puede estar sujeta al nivel de habilidad del técnico.

- 30 En la publicación de Estados Unidos US 2007/0271064, se describe una característica a identificar de una pieza de trabajo. Se obtienen datos bidimensionales de al menos una zona de una pieza de trabajo y datos tridimensionales de una parte de la zona de la pieza de trabajo, tal como iluminando al menos la zona con al menos una primera fuente de luz dispuesta en un primer ángulo de incidencia con respecto a un plano de la zona e iluminando la parte con una segunda fuente de luz, tal como al menos un láser, dispuesta en un segundo ángulo de incidencia mayor que el primer ángulo de incidencia. Una localización estimada de un atributo de una característica de la pieza de trabajo se determina a partir de los datos tridimensionales, y la característica se identifica analizando los datos bidimensionales en un área que rodea la localización estimada del atributo. Los atributos de las características pueden incluir sin limitación un punto a lo largo de una línea de un borde.

- 35 En la publicación internacional WO 2005/103608, se describe un aparato de medición de deformación de superficie, un sistema y un método para localizar y medir deformaciones de superficie relativamente pequeñas en la superficie exterior de aeronaves, submarinos y otras estructuras similares que están sujetas a cambios de presión sustanciales durante su funcionamiento. El aparato incluye una fuente de luz que genera una estrecha cortina de luz, un visor óptico y una disposición de montaje. La fuente de luz se fija a la disposición de montaje para proyectar una estrecha cortina de luz sobre la superficie a medir sustancialmente perpendicular al plano de la superficie. La disposición de montaje también tiene el visor óptico fijado a la misma y alineado de tal manera que el eje de visión nominal del visor se interseca sustancialmente con dicha superficie en una zona iluminada por dicha fuente de luz. La estrecha cortina de luz ilumina la superficie a medir y permite que el visor óptico vea los detalles de cualquier deformación de superficie. La disposición de montaje puede moverse de tal manera que el aparato puede moverse a lo largo de la superficie para proporcionar de este modo una imagen continua de cualquier deformación de superficie.

- 50 Los huecos de cinta también pueden medirse de forma automática usando un dispositivo de inspección de no contacto integrado en el cabezal de colocación de cinta de la CTML, sin embargo, esta solución puede requerir que la CTLM se retire de la línea de producción para realizar el proceso de inspección. El tiempo de inactividad de la máquina resultante puede reducir el rendimiento de la producción, y puede ser ineficiente cuando solo se requiere la inspección de una única tira de cinta reelaborada.

En consecuencia, existe la necesidad de un método y un aparato para medir huecos de cinta que sean precisos y eficientes en la realización de múltiples mediciones de huecos de cinta sobre grandes áreas de una estructura, y que no dependan excesivamente de la habilidad del operario.

Sumario

La invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas.

- Las realizaciones desveladas proporcionan un indicador portátil y un método relacionado para realizar rápidamente múltiples mediciones de huecos de cinta útiles en la inspección de las secciones reelaboradas de estructuras de material compuesto a gran escala. Las realizaciones pueden reducir los costes de mano de obra y evitar interrupciones en el flujo de producción. El indicador portátil permite la activación, adquisición y análisis automáticos de mediciones de huecos de cinta. El indicador emplea un sistema de dirección activa que se desplaza automáticamente a lo largo de los bordes de tira de cinta, permitiendo de este modo que el indicador se mueva rápidamente mientras se realizan mediciones de huecos continuas.
- De acuerdo con una realización desvelada, se proporciona un indicador de inspección de cintas. El indicador comprende un sistema de medición para medir un hueco entre tiras adyacentes de la cinta. El sistema de medición incluye al menos un sensor de no contacto para detectar el borde de al menos una de las tiras de cinta. El indicador comprende además un sistema de movimiento para mover el sistema de medición a lo largo de la superficie de las tiras de cinta. El indicador incluye además un bastidor en el que se monta el sistema de medición. El sistema de movimiento incluye unas ruedas que soportan el bastidor para el movimiento de rodadura a lo largo de la superficie de tira de cinta, y un sistema de dirección en el bastidor para dirigir al menos una rueda dirigible. El sistema de medición puede incluir dos proyectores de líneas de láser para proyectar líneas de láser a través de los bordes de dos tiras de cinta adyacentes, y dos sensores de no contacto para detectar los bordes de las tiras de cinta adyacentes. El sistema de dirección puede incluir un servomotor y un enganche acoplado entre el servomotor y la rueda dirigible.
- De acuerdo con otra realización desvelada, se proporciona un indicador portátil para inspeccionar la superficie de una estructura de material compuesto formada a partir de tiras de cinta de material compuesto. El indicador comprende un sistema de medición para medir un hueco entre tiras adyacentes de la cinta, y un sistema de movimiento adaptado para colocarse sobre la superficie de la estructura para mover el sistema de medición a lo largo de la superficie. El sistema de medición puede comprender sensores para detectar los bordes de las tiras de cinta adyacentes, y un ordenador para calcular el hueco en función de la localización de los bordes detectados. El sistema de medición puede incluir un par de proyectores de líneas de láser para proyectar líneas de láser a través de los bordes de las tiras de cinta adyacentes, y los sensores se colocan para detectar reflejos bidimensionales de las líneas de láser proyectadas desde la superficie de la estructura.
- De acuerdo con otra realización más, la invención se refiere a un indicador portátil para inspeccionar la superficie de una estructura de material compuesto, formada a partir de tiras de cinta de material compuesto, que comprende un sistema de medición para medir un hueco entre tiras adyacentes de la cinta, y un sistema de movimiento adaptado para colocarse en la superficie de la estructura para mover el sistema de medición a lo largo de la superficie.
- El sistema de medición puede incluir sensores para detectar los bordes de las tiras de cinta adyacentes y un ordenador acoplado a los sensores para calcular el hueco en función de la localización de los bordes detectados.
- En el indicador portátil descrito anteriormente, el sistema de medición puede incluir un par de proyectores de líneas de láser para proyectar líneas de láser a través de los bordes de las tiras de cinta adyacentes. Los sensores pueden colocarse para detectar reflejos 2-D de las líneas de láser proyectadas desde la superficie de la estructura.
- El indicador portátil descrito anteriormente puede comprender además un bastidor que tiene el sistema de medición montado en el mismo, y en el que el sistema de movimiento puede incluir elementos para soportar el bastidor sobre, y en movimiento a lo largo de, la superficie de la estructura.
- En el indicador portátil descrito anteriormente, el sistema de movimiento puede incluir un sistema de dirección activa para dirigir automáticamente el movimiento del indicador a lo largo de la superficie de tira de cinta.
- En el indicador portátil descrito anteriormente, el sistema de medición puede incluir un controlador para activar, adquirir y analizar automáticamente las mediciones de la característica.
- El indicador portátil descrito anteriormente puede comprender además un brazo acoplado con el bastidor y adaptado para engranarse por un operario para mover el bastidor a lo largo de la superficie.
- El indicador portátil descrito anteriormente puede comprender además un codificador para generar señales eléctricas relacionadas con la posición del sistema de medición a lo largo de la longitud de las tiras de cinta.
- De acuerdo con otra realización más, la invención se refiere a un sistema de indicador para medir automáticamente los huecos entre las tiras de cinta de material compuesto que forman una estructura de aeronave, comprende un

indicador portátil que puede moverse a lo largo de las tiras de cinta, que incluye un bastidor, ruedas en el bastidor para hacer rodar el bastidor a lo largo de las tiras de cinta, incluyendo un par de ruedas delanteras y una rueda trasera dirigitible montada de manera pivotante en el bastidor detrás de las ruedas delanteras, un motor servocontrolado en el bastidor para dirigir la rueda trasera, un enganche que acopla la rueda delantera con el servomotor, un par de escáneres láser montados en el bastidor, incluyendo cada uno de los escáneres láser un proyector de líneas de láser para proyectar una línea de láser a través de los bordes de las tiras de cinta, y un sensor 2-D para detectar un reflejo 2-D de las líneas de láser proyectadas, una pantalla de a bordo montada en el bastidor para visualizar una imagen que representa el hueco de cinta, un generador de líneas de láser para proyectar una línea sobre la cinta que puede usarse para alinear inicialmente el bastidor con las tiras de cinta, un brazo adaptado para engranarse por una persona para empujar o tirar del indicador a lo largo de las tiras de cinta, un dispositivo láser para alinear el indicador en las tiras de cinta, de tal manera que los bordes de las tiras de cinta estén dentro del campo de visión de los sensores 2-D, y un controlador acoplado con el indicador para entregar señales de dirección al servomotor, para calcular los huecos de cinta en cada una de una pluralidad de localizaciones a lo largo de la tira de cinta y para asociar los huecos de cinta calculados con las posiciones a lo largo de las tiras de cinta. De acuerdo con otra realización más, se proporciona un método para medir un hueco entre las tiras de cinta de material compuesto que forman una estructura de material compuesto. Se coloca un indicador en la superficie de la estructura y se mueve a lo largo de la superficie. Se usa un sistema de medición en el indicador para medir los huecos entre las tiras de cinta a medida que el indicador se mueve a lo largo de la superficie.

De acuerdo con otra realización más, la invención se refiere a un método para medir los huecos entre las tiras de cinta de material compuesto que forman una estructura de aeronave, que comprende colocar un indicador con ruedas en la superficie de la estructura, hacer rodar el indicador a lo largo de la superficie de la estructura, usar una rueda en el indicador para accionar un codificador rotatorio, usar el codificador rotatorio para producir señales que representan la posición del indicador en su movimiento a lo largo de la superficie, proyectar un par de líneas de láser sobre la superficie y, respectivamente, a través de dos bordes de una tira de cinta, detectar un reflejo 2-D de las líneas de láser usando un par de sensores de no contacto en el indicador, incluyendo la detección de los bordes de las tiras de cinta, usar un ordenador para calcular el hueco entre las tiras de cinta en cada una de una pluralidad de posiciones en la superficie de la estructura, asociar los huecos calculados con las posiciones del indicador representadas por las señales producidas por el codificador rotatorio, generar señales de dirección de indicador de dirección basadas en los bordes detectados por los sensores de no contacto, usar un servomotor para dirigir una de las ruedas en el indicador, y usar las señales de dirección para controlar el servomotor.

Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones desveladas serán más evidentes a partir de la siguiente descripción de las realizaciones, cuando se ve de acuerdo con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de las ilustraciones

La figura 1 es una ilustración de una vista en perspectiva de la estructura de material compuesto que se inspecciona mediante un indicador portátil de acuerdo con las realizaciones desveladas.

La figura 2 es una ilustración de una vista ampliada del área señalada como "figura 2" en la figura 1.

La figura 3 es una ilustración de una vista en perspectiva de tres tiras de cinta adyacentes que muestran el perfil 2-D de las líneas de láser proyectadas a través de bordes de cinta adyacentes.

La figura 4 es una ilustración de una captura de pantalla de ordenador que ilustra gráficamente una medición de hueco de cinta.

La figura 5 es un diagrama de bloques funcional del indicador portátil y los componentes de control relacionados.

La figura 6 es una ilustración de una vista en perspectiva de una realización del indicador portátil.

La figura 7 es una ilustración de una vista en planta del indicador mostrado en la figura 6.

La figura 8 es una ilustración de una vista en perspectiva de otra realización del indicador portátil que incluye una pantalla de visualización de a bordo.

La figura 9 es una ilustración de una vista en perspectiva de una realización adicional del indicador portátil.

La figura 10 es una ilustración de una vista en perspectiva que muestra cómo el indicador portátil se alinea inicialmente en una superficie de cinta usando una línea de láser proyectada.

La figura 11 es una ilustración de un diagrama de bloques de los componentes eléctricos del indicador portátil y un controlador remoto.

La figura 12 es una ilustración de un diagrama de flujo de un método para medir huecos de cinta usando el indicador portátil.

5 La figura 13 es una ilustración de un diagrama de flujo de la producción de aeronaves y la metodología de servicio.

La figura 14 es una ilustración de un diagrama de bloques de una aeronave.

Descripción detallada

10 Haciendo referencia en primer lugar a las figuras 1 y 2, una estructura de material compuesto 24 se fabrica colocando múltiples tiras, sustancialmente paralelas, de cinta de material compuesto 26, algunas veces también denominadas en el presente documento tiras de cinta, que forman una superficie de material compuesto 22. En el ejemplo ilustrado, la estructura de material compuesto 24 comprende un ala de aeronave, y la superficie 22 comprende el revestimiento exterior del ala, sin embargo, las realizaciones desveladas pueden usarse en relación con otras estructuras de material compuesto que se forman a partir de tiras de cinta preimpregnadas de material compuesto 26. Las tiras de cinta 26 pueden comprender grupos de haces de material compuesto o materiales que no sean compuestos.

20 Como se ve mejor en la figura 2, las tiras de cinta paralelas 26 están colocadas sustancialmente en contacto de borde a borde entre sí. En una o más áreas de la estructura de material compuesto 24, pueden estar presentes unos huecos 28 entre las tiras de cinta adyacentes 26. En el caso de que la anchura "W" de un hueco 28 supere una tolerancia preseleccionada, puede ser necesario reelaborar las tiras de cinta 26. Por ejemplo, una o más de las tiras de cinta 26 pueden levantarse, y recolocarse con el fin de reducir el tamaño de un hueco 28. Después de este proceso de reelaboración, la superficie 22 vuelve a inspeccionarse para determinar si los huecos 28, si están presentes, se encuentran dentro del intervalo de tolerancia deseado.

25 De acuerdo con las realizaciones desveladas, puede emplearse un indicador portátil 20 para realizar el proceso de inspección de huecos y, en particular, para medir y registrar automáticamente la anchura "W" de los huecos 28 en las áreas donde se ha reelaborado la superficie 22. El proceso de inspección puede realizarse por un técnico que mueve el indicador 20 a lo largo de la superficie de tira de cinta 22 en una dirección 30 paralela a las tiras de cinta 26 en cada una de las áreas reelaboradas. El indicador 20 puede incluir un brazo y/o mango 34 que permite al técnico empujar o tirar continuamente del indicador 20 a lo largo de la superficie 22 mientras el indicador 20 se dirige por sí mismo usando un borde 27 de una de las tiras de cinta 26 como guía. El indicador 20 realiza mediciones sucesivas de huecos por rodadura a intervalos predeterminados usando un sistema de medición que proyecta unas líneas de láser 38 sobre la superficie 22 que atraviesan los bordes 27 de las tiras de cinta adyacentes 26. Las líneas de láser incidentes 38 forman un perfil 2-D localizado que se refleja, detecta y usa por un controlador 36 para calcular las mediciones de hueco. El controlador 36 puede acoplarse al indicador 20 o por cableado 23 o de forma inalámbrica. El controlador 36 puede ser estacionario o puede llevarse por el técnico a medida que se realizan automáticamente las mediciones de hueco continuas. En el caso de una estructura de material compuesto a gran escala 24, puede ser posible realizar mediciones de hueco de cinta usando el indicador de huecos portátil desvelado 20 en un área de la estructura 24 mientras que las tiras de cinta de material compuesto 26 se colocan en otra área de la estructura 24.

40 Haciendo referencia a la figura 3, las líneas de láser 38 proyectadas sobre la superficie de cinta 22 se extienden transversalmente a través y hacia abajo en los huecos 28 en ambos lados de una tira de cinta específica 26b, y se reflejan como perfiles de superficie 2-D que representan los huecos 28. En el ejemplo ilustrado, un hueco 28 está presente entre las tiras de cinta adyacentes 26a, 26b así como entre las tiras de cinta adyacentes 26b, 26c. Los perfiles de superficie 2-D se detectan y se envían al controlador 36 que calcula la anchura "W" del hueco 28 en posiciones sucesivas "P" a medida que el indicador 20 se mueve continuamente en la dirección 30, correspondiente a la dirección en que se ha colocado la cinta 26.

50 La figura 4 ilustra una pantalla 37 que forma parte del controlador 36 que puede usarse por un técnico para ver la información de hueco de cinta, o bien en tiempo real o después de que se hayan realizado y registrado las mediciones de hueco. El lado derecho de la pantalla 37 muestra el número de capas 41, el número de huecos 43 y la posición 45 a lo largo de una tira de cinta 26 donde se mide el hueco. También puede seleccionarse el intervalo de activación 47, entre las posiciones 45 donde se realizan las mediciones de hueco. El lado izquierdo de la pantalla 37 muestra una gráfica 44 en la que se visualiza un hueco medido en 46 en dos dimensiones, correspondiente al perfil de superficie 2-D a lo largo de las líneas de láser 38. Estas dos dimensiones comprenden la profundidad del hueco mostrado en la ordenada 42, y su anchura y posición lateral mostradas en la abscisa 40.

La figura 5 es un diagrama de bloques funcional del indicador portátil 20 a nivel del sistema. El indicador 20 incluye un bastidor 48 provisto de un sistema de movimiento 59 que permite que el bastidor 48 se mueva a lo largo de la superficie de tira de cinta 22. Un sistema de medición de huecos 57 mide el hueco 28 entre las tiras de cinta adyacentes 26 (figura 2) a intervalos preseleccionados a medida que el bastidor 48 se mueve a lo largo de la superficie 22, continuamente a lo largo de la trayectoria de las tiras de cinta 26. En otras realizaciones, el hueco 28 puede medirse continuamente, en lugar de a intervalos de tiempo o distancia recorrida. Un sistema de dirección 55 proporciona una dirección activa y automática del indicador a medida que se mueve a lo largo de la superficie de cinta 22.

La atención se dirige ahora a las figuras 6 y 7 que ilustran detalles adicionales del indicador portátil 20. El indicador 20 incluye un bastidor generalmente rectangular 48 que tiene una extensión trasera 39. El sistema de movimiento 59 comprende un par de ruedas 50 montadas en el extremo delantero 51 del bastidor 48, y una rueda dirigible trasera 52. La rueda dirigible 52 se monta en una columna de dirección 62 montada de manera pivotante en la extensión de bastidor trasera 39. La columna de dirección 62 puede pivotar alrededor de un eje 53 que se extiende generalmente en perpendicular a la superficie de cinta 22. Las ruedas 50, 52 permiten que el bastidor 48 ruede a través de la superficie 22 durante el proceso de medición de hueco de cinta. Pueden emplearse más o menos de tres ruedas 50, 52 para soportar el bastidor 48 para el movimiento a lo largo de la superficie de cinta 22. Además, el sistema de movimiento 59 puede comprender cualquiera de diversos tipos de mecanismos y estructuras diferentes que permiten que el indicador 20 se mueva a lo largo de la superficie de cinta 22. Por ejemplo, y sin limitación, el sistema de movimiento 59 puede comprender otras formas de elementos, tales como patines, esquís o pistas que soportan el bastidor 48 en la superficie de tira de cinta 22 y permiten que el indicador 20 atraviese contornos simples o complejos en la superficie 22.

El sistema de dirección 55 (figura 5) incluye un servomotor eléctrico 56 montado en la extensión de bastidor trasera 39. El servo 56 hace rotar un disco 58 que está conectado por un enganche de dirección 60 a un brazo de dirección 61 en la columna de dirección 62. El movimiento rotatorio del disco 58 se transfiere a través del enganche 60 y el brazo 61 para hacer rotar la columna de dirección 62 y la rueda trasera 52. Un par de escáneres de línea de láser 2-D 64, 66, que pueden comprender artículos disponibles en el mercado, se montan en una relación lado a lado en el bastidor 48. Cada uno de los escáneres de línea de láser 64, 66 incluye un proyector de línea de láser 67 y un sensor óptico de no contacto correspondiente 2-D 69 que detecta los reflejos 2-D de las líneas 38 en la superficie 22. Estos reflejos 2-D detectados se convierten en señales eléctricas por los sensores ópticos 69 que se usan por el controlador 36 para calcular los huecos de cinta.

Como se muestra en la figura 7, un sensor de posición en forma de un codificador rotatorio 68, o un dispositivo similar, está acoplado con una de las ruedas delanteras 50 y funciona para producir señales de salida que representan la posición lineal del indicador 20 a medida que se mueve a lo largo de la trayectoria de las cintas 26. Aunque no se muestran en las figuras 6 o 7, un brazo 32 y/o un mango 34 mostrados en la figura 1, pueden unirse al bastidor 48 con el fin de permitir que un técnico haga rodar el indicador 20 a lo largo de la superficie de cinta 22. En otras realizaciones, es posible que el movimiento del indicador 20 pueda autopropulsarse, accionado por un motor a bordo (no mostrado).

La figura 8 ilustra una alternativa de la realización del indicador portátil 20 similar a la mostrada en las figuras 6 y 7 excepto que se monta una pantalla de visualización local 70 en el bastidor 48 que proporciona al técnico una visualización, similar a la mostrada en la figura 4, del hueco de cinta 28 que se está midiendo, junto con la posición del indicador 20.

La figura 9 ilustra otra realización del indicador portátil 20, similar a la mostrada en las figuras 6-8. En esta realización, la pantalla de visualización local 70 se monta en una sujeción de soporte 72 unida al bastidor 48. Un brazo de empuje 32, unido al soporte 72, proporciona al técnico un medio para mover el indicador 20 a lo largo de la superficie de cinta 22. El brazo 32 puede acoplarse mediante una junta de rótula 74 a una parte de brazo superior 78 de manera que cuando el técnico empuja contra el brazo 32, se ejerce una mínima fuerza lateral sobre el indicador 20 que podría influir en la dirección. Un generador de líneas de láser 80 se monta en la parte delantera 52 del bastidor 48 y se orienta para proyectar una línea 82 sobre la superficie de cinta 22. La línea 82 puede usarse para alinear el indicador 20 con una de las tiras de cinta 26 como se muestra en la figura 10, de manera que los bordes 27 de las tiras de cinta 26 estén dentro del campo de visión de los escáneres láser 64, 66 al comienzo de un ciclo de medición de huecos.

La atención se dirige ahora a la figura 11 que ilustra ampliamente varios de los componentes electrónicos del indicador portátil 20 y el controlador 36. Como se ha expuesto anteriormente, el indicador portátil 20 incluye un servomotor de dirección 56 que controla la rueda trasera 52, un par de escáneres de líneas de láser 64, 66 y un codificador rotatorio 68. El indicador portátil 20 puede incluir opcionalmente una palanca de mando y/o un botón pulsador eléctrico 84 que puede usarse para controlar la dirección o iniciar un ciclo de medición de hueco de cinta. Además, como se ha expuesto anteriormente, el indicador portátil 20 puede incluir una pantalla de visualización a bordo opcional 70 y un generador de líneas de láser 80. La pantalla de visualización a bordo 70 puede visualizar información similar a la que puede visualizarse en un ordenador portátil de pantalla táctil 86 que forma parte del

controlador 36 expuesto a continuación.

El controlador 36 incluye, en general, un ordenador 86 que puede comprender un ordenador personal en forma de ordenador portátil de pantalla táctil, que se conecta a través de un concentrador USB a la pantalla de visualización remota 70. El ordenador 86 genera y envía señales de dirección a través del concentrador USB 88 y un servoadaptador serie 92 al servomotor de dirección 56. Las señales generadas por la palanca de mando y/o el botón pulsador 84 se envían al ordenador 86 a través de un control de palanca de mando 94 y el concentrador USB 88. Las señales en cuadratura desarrolladas por el codificador rotatorio 68 se entregan a través de un adaptador serie en cuadratura 96 y el concentrador USB 88 al ordenador 86. El ordenador 86 puede usarse para controlar el generador de líneas de láser 80. Las señales desarrolladas por los sensores ópticos 69 que forman parte de los escáneres de líneas de láser 2-D 64, 66 se entregan al ordenador 86 a través de un controlador de sensor de líneas 2-D 90. En este caso, cabe señalar que aunque el controlador 36 se representa separado del indicador 20 en la realización desvelada, pueden montarse uno o más componentes del controlador 36 a bordo del indicador 20 en otras realizaciones.

La atención se dirige ahora a la figura 12 que ilustra las etapas generales de un método para medir los huecos de cinta 28 usando el indicador portátil 20 descrito anteriormente. Comenzando en 100, el indicador 20 se coloca sobre la superficie de cinta 22 y en 102 el generador de líneas de láser 80 puede usarse para alinear el indicador 20 a lo largo de las tiras de cinta 26. A continuación, en la etapa 104, el número de capas y el número de huecos se introducen en el ordenador 86 usando o bien la pantalla a bordo remota 70 o la pantalla táctil en el ordenador 86 que forma parte del controlador 36. A continuación, en 106, se establece el intervalo en el que se activan las mediciones de hueco y se selecciona un intervalo de especificación en 108. El intervalo de especificación seleccionado en 108 establece los criterios para clasificar o bien el tipo o la gravedad del hueco de cinta que se está midiendo. El intervalo de especificación puede corresponder a tolerancias de fabricación preestablecidas. En 110, el indicador portátil 20 se mueve a lo largo de la superficie de cinta 22 por un técnico que usa el brazo manual 32 (figura 9) para empujar el indicador 20 hacia delante, en la dirección 30 (figura 3) en la que se colocaron inicialmente las tiras de cinta 26. Como alternativa, como se ha mencionado anteriormente, el indicador 20 puede autopropulsarse.

En 112, la posición de desplazamiento del indicador 20 se detecta usando el codificador rotatorio accionado por rueda 68. En 114, las posiciones de los bordes 27 de las tiras de cinta 26 se detectan en los intervalos activados usando los escáneres de líneas de láser 64, 66. En 116, la información de borde de cinta detectada en 114 se usa para controlar activamente la dirección del indicador 20. En 117, la información de borde de cinta detectada se envía como datos desde el sistema de medición 57 al controlador 36, y en 118, la información de borde de cinta detectada se usa para calcular el hueco de cinta 28. Los cálculos de hueco de cinta se asocian con la posición de desplazamiento del indicador 20 en la etapa 120. Los huecos de cinta calculados se almacenan en 122 junto con las posiciones de desplazamiento asociadas del indicador 20, y se visualizan en 124 o bien en tiempo real o en modo de reproducción y revisión.

Las realizaciones de la divulgación pueden encontrar uso en una diversidad de aplicaciones potenciales, especialmente en la industria del transporte, incluyendo por ejemplo, aplicaciones aeroespaciales, navales y automovilísticas, así como en otras industrias donde es necesario medir los huecos entre las tiras de material. Por lo tanto, haciendo referencia ahora a las figuras 13 y 14, las realizaciones de la divulgación pueden usarse en el contexto de un método de fabricación y servicio de aeronaves 126 como se muestra en la figura 13 y una aeronave 128 como se muestra en la figura 14. Las aplicaciones aeronáuticas de las realizaciones desveladas pueden incluir, por ejemplo, sin limitación, elementos compuestos tales como revestimientos de fuselaje, revestimientos de ala, superficies de control, escotillas, paneles de suelo, paneles de puerta, paneles de acceso y empenajes, por nombrar unos cuantos. Durante la producción, el método a modo de ejemplo 126 puede incluir la especificación y el diseño 130 de la aeronave 126 y la adquisición de material 132. Durante la producción, tiene lugar la fabricación de componente y subconjunto 134 y la integración de sistema 136 de la aeronave 126. A continuación, la aeronave 126 puede pasar por la certificación y entrega 138 con el fin de ponerse en servicio 140. Mientras está en servicio por un cliente, la aeronave 126 está programada para el mantenimiento y servicio de rutina 142 (que también puede incluir modificación, reconfiguración, reacondicionamiento, etc.).

Cada uno de los procesos del método 126 puede realizarse o llevarse a cabo por un integrador de sistemas, un tercero, y/o un operario (por ejemplo, un cliente). Para los fines de la presente descripción, un integrador de sistemas puede incluir, sin limitación, cualquier número de fabricantes de aeronaves y subcontratistas de sistemas principales; un tercero puede incluir, sin limitación, cualquier número de vendedores, subcontratistas y proveedores; y un operario puede ser una aerolínea, una empresa de leasing, una institución militar, una organización de servicios, etc.

Como se muestra en la figura 14, la aeronave 128 producida por el método a modo de ejemplo 126 puede incluir un fuselaje 144 con una pluralidad de sistemas 146 y un interior 148. Ejemplos de sistemas de alto nivel 146 incluyen uno o más de un sistema de propulsión 150, un sistema eléctrico 152, un sistema hidráulico 154, y un sistema ambiental 156. Se puede incluir cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo aeroespacial, los principios de la divulgación pueden aplicarse a otras industrias, tales como las industrias marítima y

automovilística.

5 Los sistemas y métodos incorporados en el presente documento pueden emplearse durante una cualquiera o más de las etapas del método de producción y servicio 126. Por ejemplo, los componentes o subconjuntos correspondientes al proceso de producción 134 pueden fabricarse o manufacturarse de manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras la aeronave 128 está en servicio. Además, una o más realizaciones de aparato, realizaciones de método, o una combinación de las mismas, pueden utilizarse durante las etapas de producción 134 y 136, por ejemplo, facilitando sustancialmente el ensamblaje o reduciendo el coste de una aeronave 128. De manera similar, una o más de las realizaciones de aparato, realizaciones de método, o una combinación de las mismas pueden utilizarse mientras la aeronave 128 está en servicio, por ejemplo y sin limitación, para el mantenimiento y servicio 132.

Aunque las realizaciones de la presente divulgación se han descrito con respecto a ciertas realizaciones a modo de ejemplo, debe entenderse que las realizaciones específicas son con fines de ilustración y no de limitación, ya que a los expertos en la materia se les ocurrirán otras variaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un indicador de inspección de huecos de cinta (20), que comprende:

un sistema de medición (57) para medir un hueco (28) entre unas tiras de cinta adyacentes (26), que incluye un sensor de no contacto (69) para detectar un borde (27) de al menos una de las tiras de cinta;
- 5 un sistema de movimiento (59) para mover el sistema de medición a lo largo de una superficie (22) de las tiras de cinta, comprendiendo el sistema de movimiento un sistema de dirección activa (55) adaptado para dirigir automáticamente el movimiento del indicador de inspección de huecos de cinta a lo largo de la superficie de las tiras de cinta, controlándose el sistema de dirección en función de una localización del borde.
- 10 2. El indicador de inspección de huecos de cinta de la reivindicación 1, que comprende además un bastidor (48), estando el sistema de medición montado en el bastidor.
3. El indicador de inspección de huecos de cinta de la reivindicación 2, en el que:

el sistema de movimiento incluye unas ruedas (50) que soportan el bastidor para un movimiento de rodadura a lo largo de la superficie de las tiras de cinta, y

el sistema de dirección incluye un servomotor (56) acoplado con al menos una de las ruedas para dirigir la rueda.
- 15 4. El indicador de inspección de huecos de cinta de la reivindicación 3, que comprende además:

un controlador para controlar el funcionamiento del servomotor en función de la localización del borde.
5. El indicador de inspección de huecos de cinta de la reivindicación 1, en el que el sistema de medición incluye dos de los sensores de no contacto para detectar los bordes de dos tiras de cinta adyacentes.
6. El indicador de inspección de huecos de cinta de la reivindicación 5, en el que:

20 el sistema de medición incluye un par de proyectores de líneas de láser (67) para proyectar respectivamente líneas de láser a través de los bordes de las tiras de cinta adyacentes, y

los sensores de no contacto son operativos para detectar un perfil 2-D de las líneas de láser reflejadas desde la superficie de las tiras de cinta.
7. El indicador de inspección de huecos de cinta de la reivindicación 1, que comprende además:

25 un sensor de posición (68) para detectar la posición del sistema de medición a medida que el sistema de medición se mueve a lo largo de la superficie de las tiras de cinta.
8. El indicador de inspección de huecos de cinta de la reivindicación 1, que comprende además:

un controlador (36) para calcular el hueco en función del borde detectado de la tira de cinta y para controlar el sistema de movimiento.
- 30 9. Un método para medir un hueco entre tiras de cinta de material compuesto que forman una estructura de material compuesto, que comprende:

colocar un indicador en una superficie de la estructura;

mover el indicador a lo largo de la superficie de la estructura;

35 usar un sistema de medición en el indicador para medir los huecos entre las tiras de cinta a medida que el indicador se mueve a lo largo de la superficie, en el que usar el sistema de medición para medir los huecos comprende detectar una posición de los bordes de las tiras adyacentes de las tiras de cinta a medida que el indicador se mueve a lo largo de la superficie, y en el que mover el indicador a lo largo de la superficie comprende dirigir automáticamente el indicador, usando un sistema de dirección activa, en función de la posición detectada de los bordes de las tiras adyacentes.

10. El método de la reivindicación 9, en el que mover el indicador a lo largo de la superficie de la estructura comprende además:

hacer rodar un bastidor a lo largo de la superficie, y

dirigir automáticamente el movimiento del bastidor.

5 11. El método de la reivindicación 9, en el que usar el sistema de medición para medir los huecos comprende además:

calcular los huecos entre las tiras adyacentes en función de la posición detectada de los bordes de tira de cinta.

12. El método de la reivindicación 11, que comprende además:

detectar una posición del indicador a medida que el indicador se mueve a lo largo de la superficie; y

10 correlacionar los huecos calculados con las posiciones registradas del indicador.

13. El método de la reivindicación 12, en el que detectar la posición del indicador se realiza:

usando una rueda de engrane superficial para accionar un codificador rotatorio, y

usando el codificador rotatorio para generar señales relacionadas con la posición del indicador en la superficie.

14. El método de la reivindicación 11, en el que detectar la posición de los bordes incluye:

15 proyectar una línea de luz sobre la superficie y a través de los bordes de las tiras adyacentes, y

detectar un reflejo 2-D de la línea de luz.

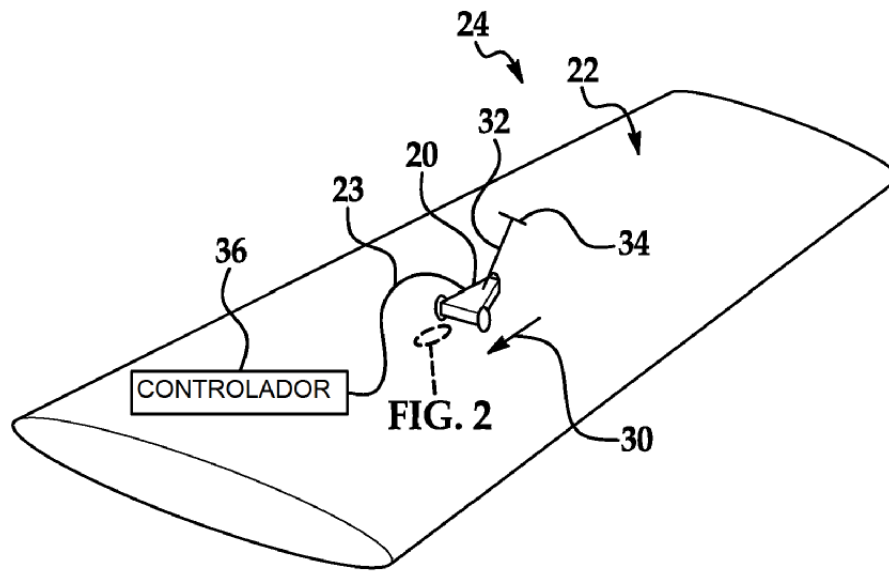


FIG. 1

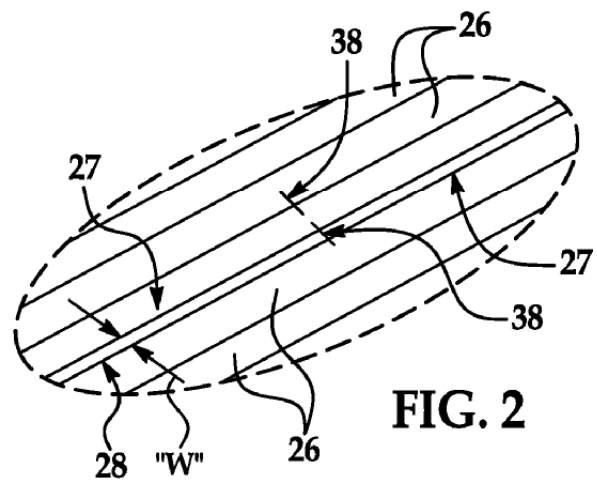


FIG. 2

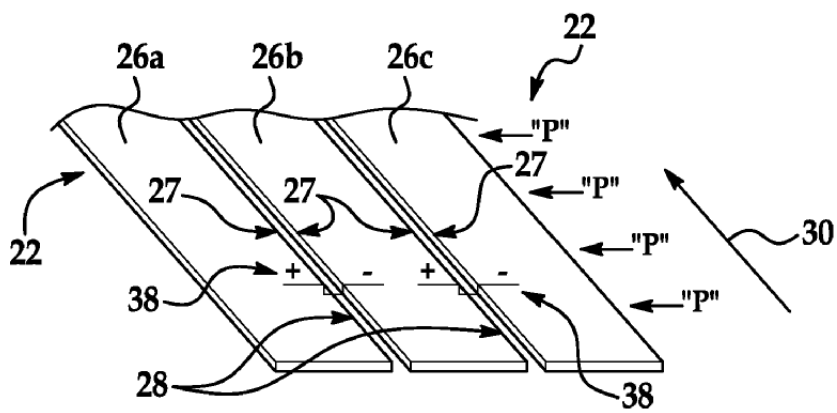
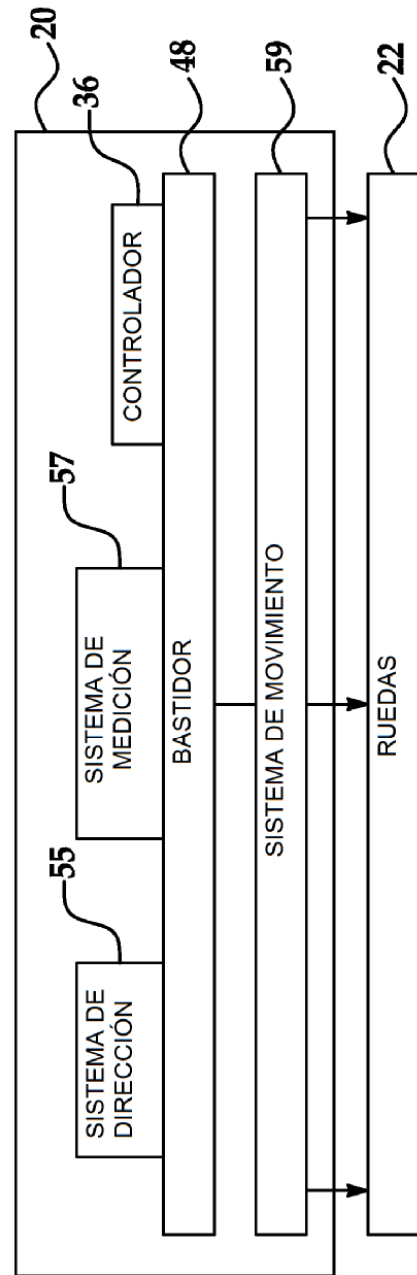
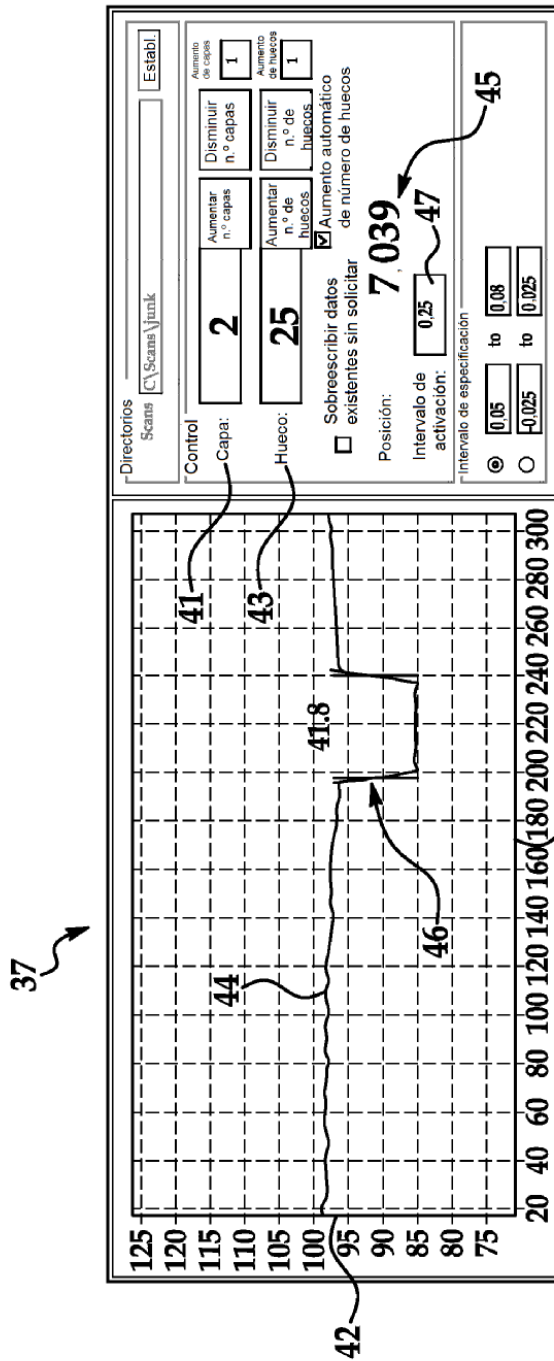


FIG. 3



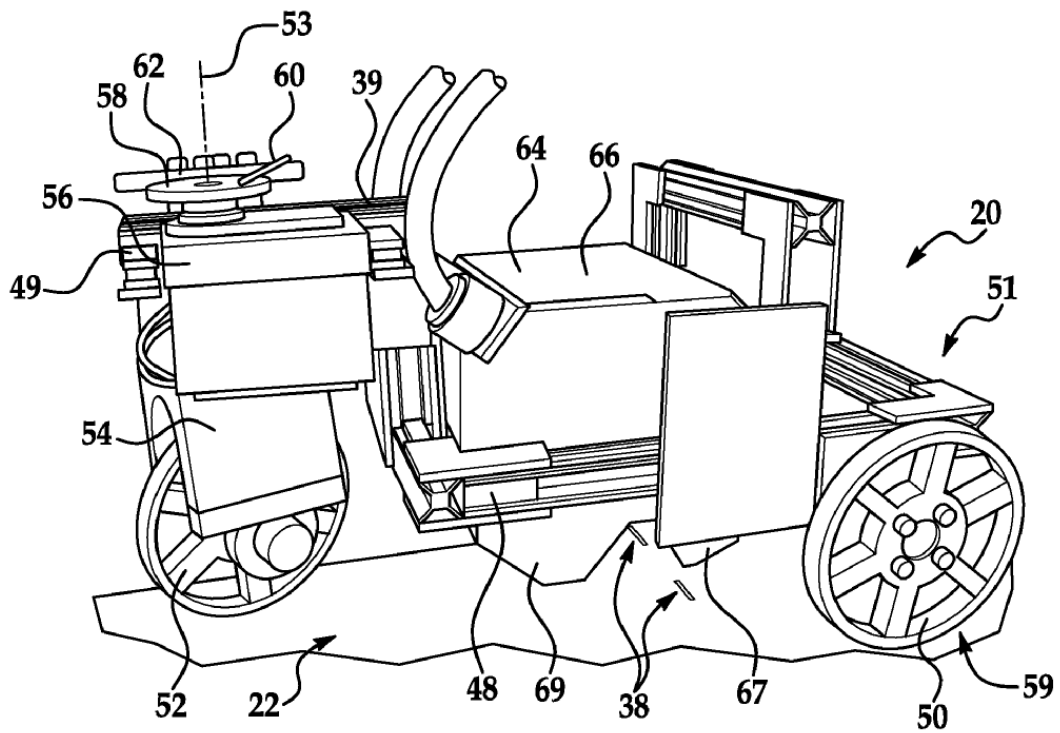


FIG. 6

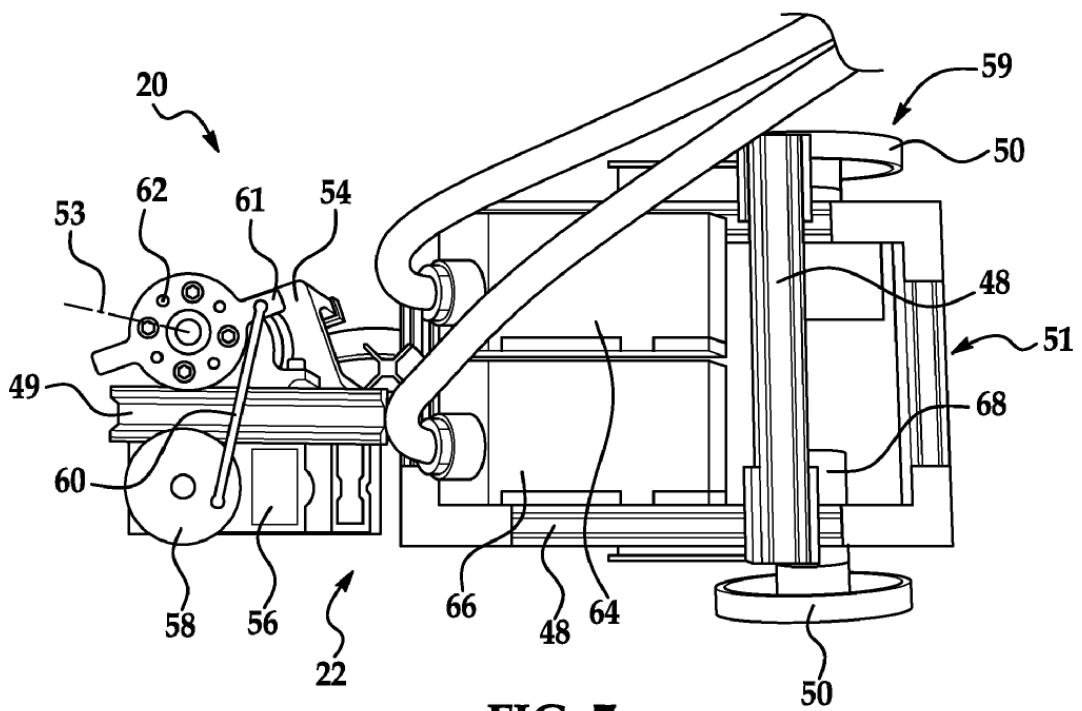


FIG. 7

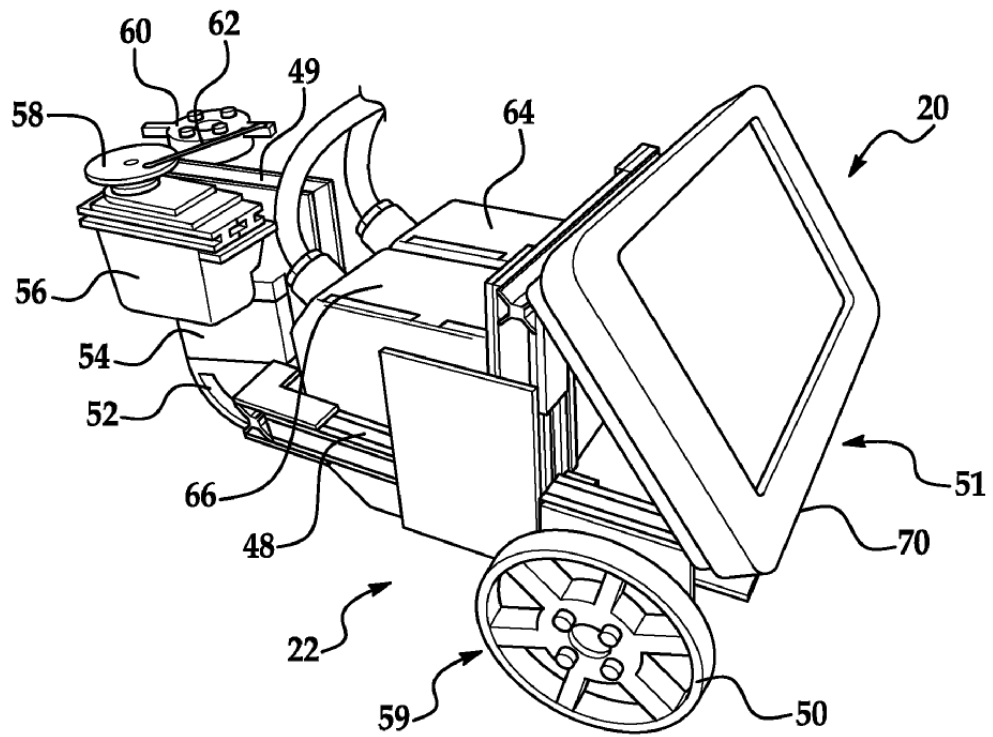


FIG. 8

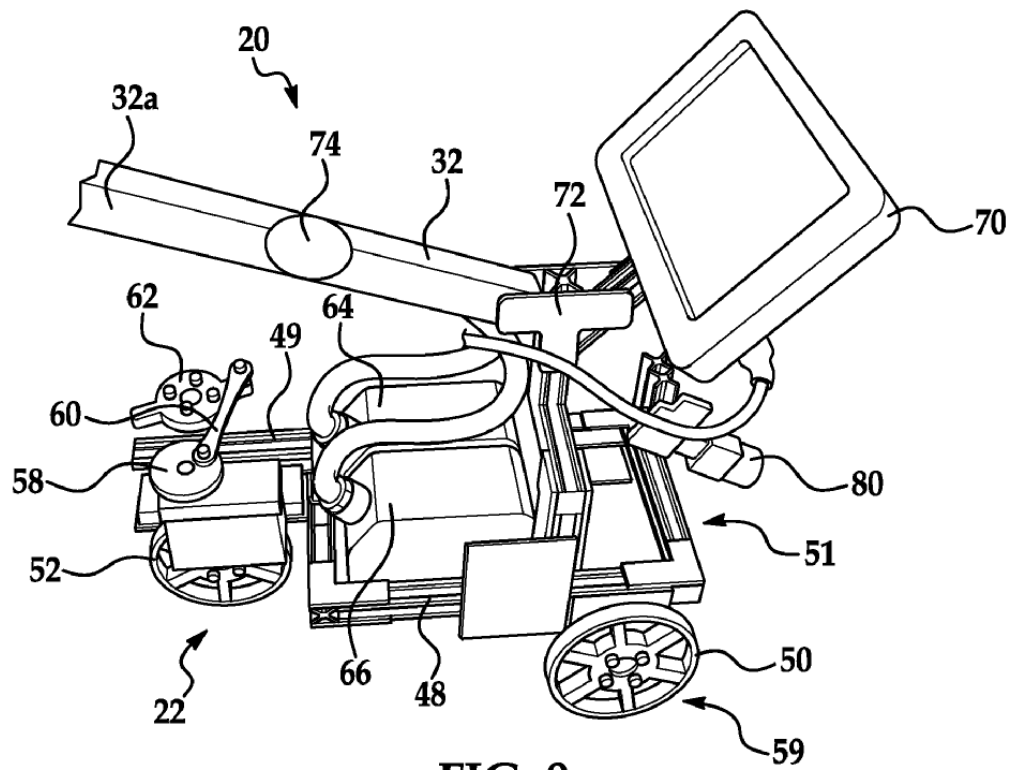


FIG. 9

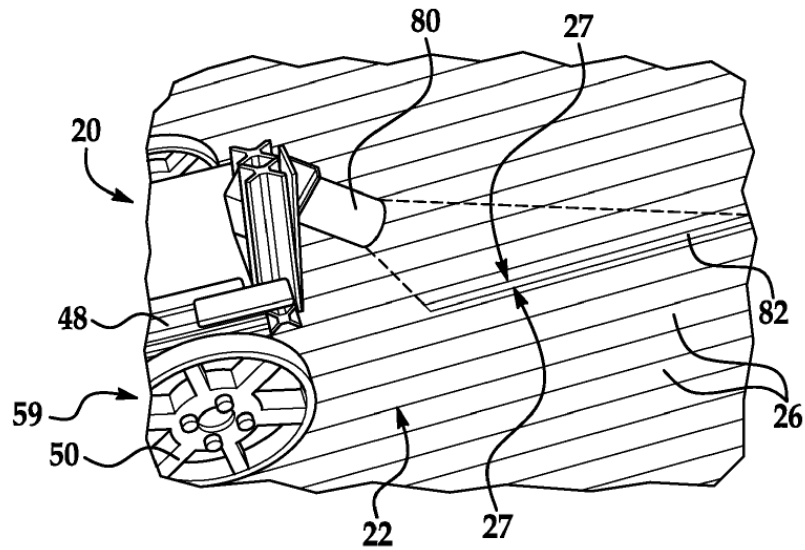


FIG. 10

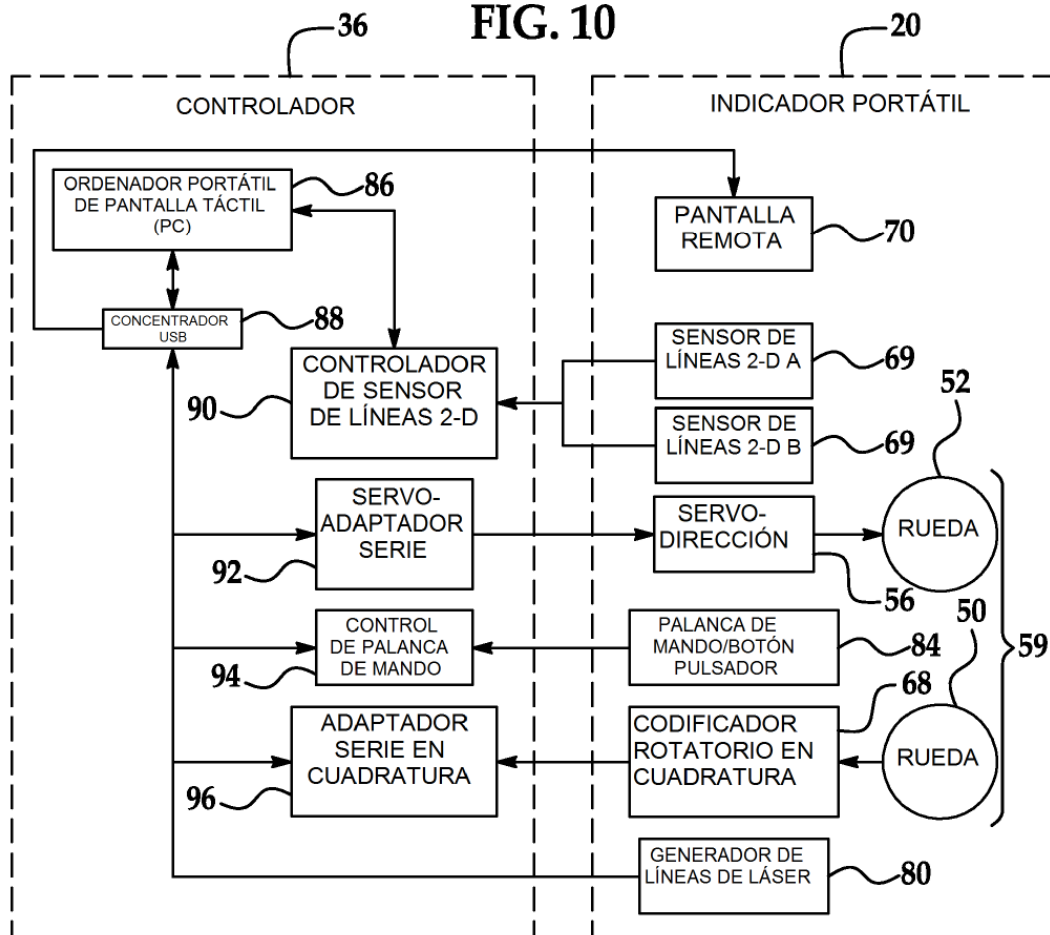


FIG. 11

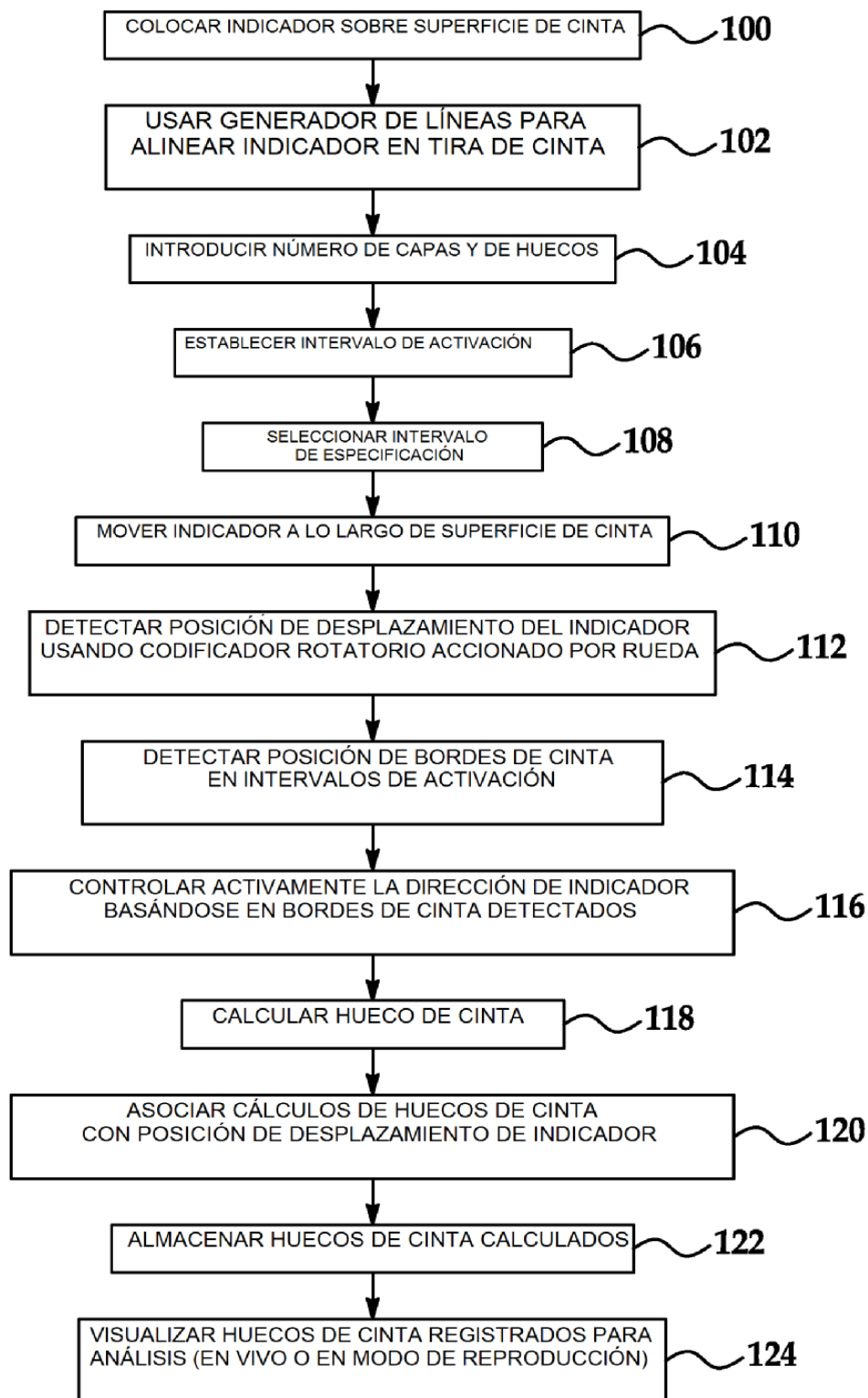


FIG. 12

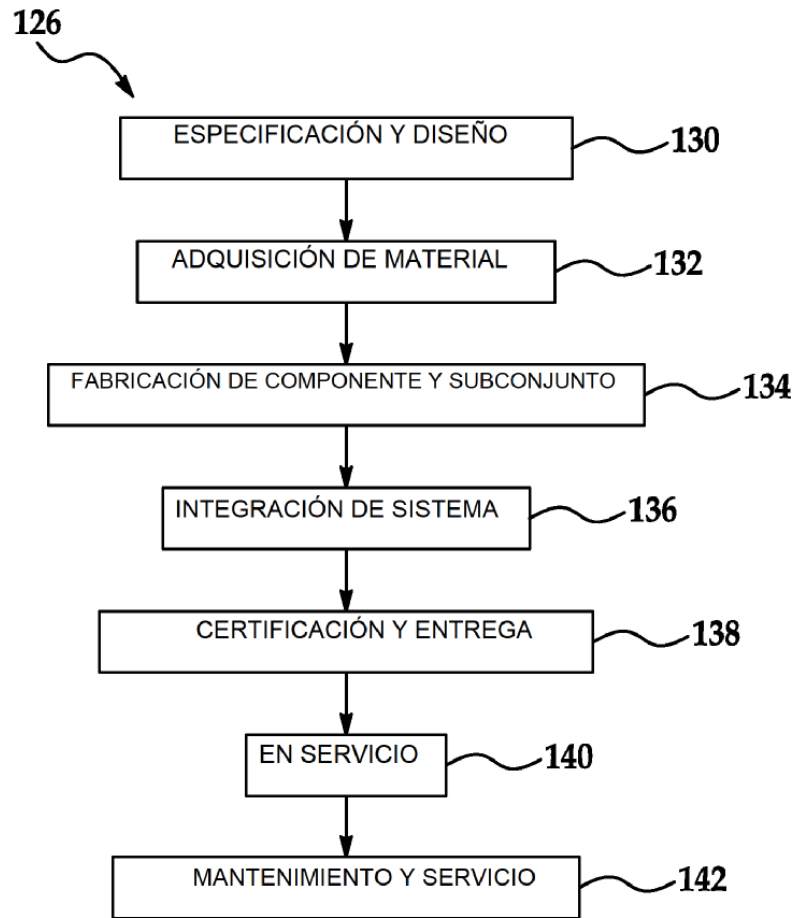


FIG. 13

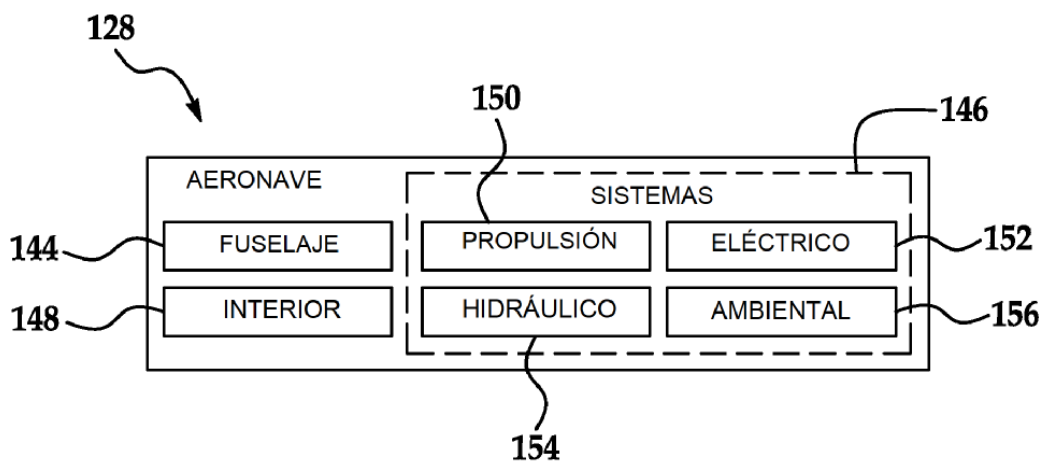


FIG. 14