

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 131**

51 Int. Cl.:  
**B29C 70/38** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08171825 .6**
- 96 Fecha de presentación: **16.12.2008**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2072224**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.06.2009**

54 Título: **Verificación de corte de estopas para colocar fibras automáticamente**

30 Prioridad:  
**17.12.2007 US 957649**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**05.06.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**05.06.2012**

73 Titular/es:  
**The Boeing Company  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:  
**Engelbart, Roger W y  
Hannebaum, Reed**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 382 131 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**

Verificación de corte de estopas para colocar fibras automáticamente.

5 **CAMPO TÉCNICO**

Esta descripción se refiere en general a un equipo para colocar automáticamente estopas de material compuesto sobre una forma, y se refiere más particularmente a un método y a un aparato para determinar si las inconsistencias en la colocación de estopas están relacionadas con la operación de dispositivos de corte automatizados usados para cortar las estopas a la longitud deseada cuando están siendo colocadas.

10

**ANTECEDENTES**

Un método para usar luz para indicar lugares defectuosos en una estructura de material compuesto es conocido, por ejemplo, por el documento WO 2005/101144A2. Un método para integrar funciones de codificación en máquinas de colocación de material es conocido, por ejemplo, por la patente americana US 2007/0096019A1. Generalmente, partes y estructuras de materiales compuestos tales como las usadas en las industrias automovilística, naval y aeroespacial pueden ser fabricadas usando máquinas automatizadas de aplicación de materiales compuestos. Por ejemplo, máquinas de colocación automática de fibras (AFP) pueden ser usadas para producir partes de materiales compuestos generalmente cilíndricas o tubulares envolviendo bandas de cintas de material compuesto con aberturas relativamente estrechas o "estopas", colimadas en una banda más ancha alrededor de una herramienta de fabricación rotatoria, tal como un mandril. Las máquinas de AFP son operadas típicamente por controladores NC (de control numérico) o CNC (de control numérico por ordenador) que controlan el movimiento de las cabezas de aplicación y las funciones auxiliares, incluyendo la colocación y el corte de estopas de fibras "al aire".

15

20

25

30

En una aplicación de máquina de AFP típica, se impulsan hacia fuera estopas de fibra de carbono-epoxy desde carretes de almacenamiento o desde nasas de un alojamiento para nasas refrigerado a través de un conjunto de guías. Desde las guías, las estopas entran en un conjunto de dispositivos de corte donde son cortadas a la longitud correcta mediante cuchillas cuando la capa de material, también llamada una pasada de estopa, es dispuesta sobre un sustrato. El sustrato puede comprender una herramienta, un mandril o una o más capas subyacentes de material compuesto que han sido dispuestas y compactadas previamente. Cada estopa tiene una cuchilla de corte dedicada, sin embargo, el número de cuchillas puede variar dependiendo del número de estopas y del ancho de cada estopa. Cuando las estopas emergen del conjunto de dispositivos de corte, pasan por un rodillo de compactación que aplica y comprime las estopas sobre la superficie del sustrato. Se puede aplicar calor a la estopa inmediatamente antes de que sea dispuesta sobre el sustrato para aumentar la adhesividad de la resina. Se mantiene en todo momento la tensión en las estopas para asistir a que sean impulsadas a través de la máquina de AFP.

35

40

45

Cuando se está colocando una banda de estopa es posible que falte una o más estopas en la banda debido a cualquiera de diversas causas. Por ejemplo, a una nasa puede acabársele el material de estopa, o la estopa puede haberse roto sometida a tensión, dejando que el segmento libre sea colocado como un segmento parcial, o puede desprenderse totalmente del sustrato. También, la estopa puede atascarse durante el tránsito a través de la máquina de AFP, impidiendo que sea aplicada al sustrato. También es posible que la cuchilla de corte pueda ser hecha actuar prematuramente, causando que la estopa sea cortada corta. En algunas aplicaciones, las bandas de estopa pueden ser estrechas por diseño, lo que requiere que una o más estopas sean despegadas o cortadas cortas intencionadamente. En otras aplicaciones, una banda de corte puede aumentar su anchura desde una región estrecha a otra ancha, lo que requiere la adición de estopas que hayan sido cortadas previamente y a las que se les ha impedido el desplazamiento. Cuando ocurre un suceso del tipo explicado anteriormente, o si una estopa está mal colocada, resulta importante determinar la causa, de preferencia en tiempo casi real.

50

55

En el proceso de inspección por visión como el descrito en el documento WO-A-2005/101144, se han previsto sistemas para detectar las estopas que faltan y/o están mal colocadas. Estos sistemas de inspección pueden basarse en la observación remota de la superficie del sustrato usando una tecnología de visión de máquina que puede incorporar técnicas de análisis de imagen automatizadas para identificar inconsistencias. Los sistemas pueden incluir cámaras para controlar la disposición de las estopas para descubrir posibles rupturas o atascos. Sin embargo, ninguno de estos sistemas anteriores puede ser efectivo determinando rápidamente si las cuchillas de corte están operando apropiadamente, o si las inconsistencias en la colocación de las estopas están relacionadas con la operación de las cuchillas de corte.

60

De acuerdo con lo anterior, existe una necesidad de un sistema que controle directamente la operación de la cuchilla de corte y correlacione las estopas que faltan y las estopas mal colocadas con la operación de la cuchilla de corte. Las realizaciones de la descripción pretende satisfacer esta necesidad.

**SUMARIO**

Las realizaciones de la descripción proporcionan control directo de la operación de la cuchilla de corte de una manera que permite que un operador determine, casi en tiempo real, si las cuchillas de corte están operando normalmente, y si las inconsistencias en la colocación de las estopas están relacionadas con la operación de las cuchillas de corte. La operación de las cuchillas de corte es controlada continua y directamente para que los malos

65

- funcionamientos puedan ser anunciados inmediatamente a un operador, o ser usados para interrumpir o modificar la operación de la máquina de AFP. Se graban imágenes de las estopas cuando son colocadas sobre la superficie del sustrato. Estas imágenes son correlacionadas a continuación con la operación de las cuchillas de corte para que un operador pueda asociar visualmente con rapidez una inconsistencia en la colocación de las estopas con la operación de una cuchilla de corte responsable de la inconsistencia de la colocación de la estopa.
- De acuerdo con la reivindicación 1, se proporciona un método para controlar la operación de los dispositivos de corte usados para cortar automáticamente estopas de fibra a la longitud deseada con una máquina de colocación automática de fibras. El método puede comprender grabar una imagen de al menos una porción de una hilera de estopas colocadas por la máquina; grabar el momento en que cada una de los dispositivos de corte es hecho actuar para cortar una estopa a la longitud deseada durante la colocación de la estopa; usar la imagen grabada para detectar si existen inconsistencias en la colocación de la estopa; y, determinar si un dispositivo de corte es responsable de las inconsistencias detectadas correlacionando el momento que ha sido grabado con las inconsistencias detectadas. La detección de inconsistencias puede incluir medir características en la imagen grabada que puedan representar inconsistencias. Los resultados de la medida de características pueden ser comparados con un conjunto de estándares de referencia para determinar si los resultados revelan inconsistencias. El método puede comprender además clasificar las inconsistencias detectadas, y anunciar un malfuncionamiento de la operación de un dispositivo de corte basándose en la clasificación de las inconsistencias.
- Se proporciona un sistema para controlar la operación de los dispositivos de corte usados para cortar estopas en una máquina de colocación de fibras. El sistema puede comprender medios de grabación de imágenes para grabar imágenes de estopas colocadas por la máquina; medios para detectar inconsistencias en la colocación de estopas usando las imágenes grabadas; y, medios para correlacionar inconsistencias con la operación de los dispositivos de corte. El método puede comprender además medios para detectar la actuación de cada uno de los dispositivos de corte y para producir señales de regulación que representen respectivamente los momentos en los que los dispositivos de corte son hechos actuar para cortar las estopas a la longitud deseada. Los medios para grabar imágenes pueden incluir medios para iluminar estopas que han sido colocadas, y al menos una cámara para grabar una serie de imágenes de las estopas a lo largo del tiempo cuando las estopas están siendo colocadas. Los medios de iluminación pueden incluir al menos un láser, y los medios de correlación pueden incluir un ordenador programado que emplee un programa de análisis de imagen. El sistema puede incluir además una interfaz de usuario que incluya una presentación para mostrar las imágenes grabadas por los medios de grabación de imágenes, y una pluralidad de indicadores visuales para indicar respectivamente la operación de los dispositivos de corte.
- Se proporciona un método para controlar la operación de un actuador usado en una máquina automática de colocación de fibras para tratar estopas de fibra, que comprende: grabar datos relacionados con el tiempo que reflejen la operación del actuador; grabar una imagen de cada estopa cuando la estopa es colocada; y, asociar los datos grabados con las imágenes grabadas.
- El paso de grabar los datos relacionados con el tiempo incluye: generar una señal de regulación cuando el actuador es hecho funcionar para tratar una estopa, enviar la señal de regulación a un procesador para tratar la señal de regulación, y retrasar el tratamiento de la señal de regulación durante un periodo de tiempo suficiente para permitir que la estopa sea colocada.
- Se puede proporcionar un subconjunto de avión fabricado por una máquina de colocación automática de fibras que tenga un actuador controlado por el ingenioso método.
- El paso de asociar los datos grabados puede incluir que se sitúe cada una de las imágenes grabadas adyacente a un indicación visual para saber si el actuador ha funcionado apropiadamente.
- El paso de grabar datos relacionados con el tiempo puede incluir que se grabe el momento en que el actuador es hecho funcionar para tratar la estopa, grabar una imagen incluye grabar una serie de imágenes de las estopas, y asociar los datos grabados incluye mostrar las imágenes grabadas adyacentes a una indicación visual que representa la operación del actuador.
- El método puede comprender además: analizar las imágenes grabadas, y determinar si existe una inconsistencia en la colocación de una estopa que esté relacionada con la operación del actuador.
- El paso de analizar las imágenes puede incluir medir características de las imágenes grabadas que puedan representar inconsistencias en la colocación de las estopas.
- El método de controlar la operación de los dispositivos de corte usado para cortar automáticamente estopas a la longitud deseada puede comprender: grabar una imagen de al menos una porción de una hilera de estopas colocadas por la máquina; grabar el momento en que cada uno de los dispositivos de corte es hecho actuar para cortar las estopas a la longitud deseada durante la colocación de las estopas; usar la imagen grabada para detectar

- si existe una inconsistencia en la colocación de una estopa; y determinar si un dispositivo de corte es responsable de la inconsistencia detectada correlacionando el momento grabado con la inconsistencia detectada.
- 5 Se prefiere que el paso de usar la imagen incluya correlacionar los momentos grabados con las estopas de la hilera.
- Se puede proporcionar un subconjunto para un vehículo manufacturado que usa una máquina de colocación automática de fibras que tiene dispositivos de corte de estopas controlados por el método del invento presente.
- 10 El paso de usar la imagen puede incluir que se midan características de la imagen grabada que puedan representar una inconsistencia.
- De preferencia, el paso de usar la imagen incluye comparar los resultados de la medida de características con un conjunto de estándares de referencia.
- 15 De preferencia, el método comprende además: clasificar inconsistencias detectadas; y anunciar un malfuncionamiento de la operación de un dispositivo de corte basándose en la clasificación de las inconsistencias.
- De preferencia, el método comprende además: asociar visualmente cada una de las estopas de la imagen grabada con el estado operativo del dispositivo de corte usado para cortar la estopa a la longitud deseada.
- 20 De preferencia, el método comprende además: presentar visualmente la imagen grabada; y presentar visualmente el estado operativo de cada uno de los dispositivos de corte respectivamente adyacentes a las estopas de las imágenes mostradas.
- 25 Un sistema para controlar la operación de los dispositivos de corte usados para cortar estopas a la longitud deseada de una máquina de colocación de fibras, puede comprender: medios de grabación de imágenes para grabar imágenes de estopas colocadas por la máquina; medios para detectar inconsistencias en la colocación de estopas usando las imágenes grabadas; y medios para correlacionar inconsistencias con la operación de los dispositivos de corte.
- 30 De preferencia, el sistema comprende medios para detectar la actuación de cada uno de los dispositivos de corte y para producir señales de tiempo que representen respectivamente los momentos en los que los dispositivos de corte son hechos actuar para cortar las estopas a la longitud deseada.
- 35 De preferencia, los medios de grabación de imagen incluyen: medios para iluminar estopas que han sido colocadas, y al menos una cámara para grabar a lo largo del tiempo una serie de imágenes de las estopas que han sido colocadas.
- 40 De preferencia, los medios de iluminación incluyen al menos un láser.
- Más preferentemente, los medios de correlación incluyen un ordenador programado.
- 45 De preferencia, el sistema comprende una interfaz de usuario que incluye una presentación para mostrar las imágenes grabadas por los medios de grabación de imágenes.
- De preferencia, la interfaz de usuario incluye además una pluralidad de indicadores visuales para indicar respectivamente la operación de los dispositivos de corte, los indicadores visuales están alineados en relación visualmente asociable con la estopas de la imagen mostrada, de esta manera una estopa que tenga una inconsistencia puede ser asociada con la operación del dispositivo de corte usado para cortar la estopa que tiene la inconsistencia.
- 50 De preferencia, los medios de correlación incluyen un programa de análisis de imagen.
- 55 Un sistema para controlar la operación de los dispositivos de corte usados para cortar estopas a la longitud deseada en una máquina de colocación de fibras automatizada, que comprende: un dispositivo para detectar la actuación de cada uno de los dispositivos de corte y para generar señales de regulación que representen respectivamente la actuación de los dispositivos de corte; un controlador para recibir y codificar las señales de regulación; un dispositivo de retardo de tiempo para retardar el envío de las señales de tiempo del dispositivo de detección al controlador; un sistema de iluminación para iluminar estopas que han sido colocadas; un sistema de grabación para grabar imágenes de las estopas iluminadas; un ordenador programado, que incluye un programa de análisis de imagen para analizar las imágenes grabadas y para detectar inconsistencias en las estopas colocadas, el ordenador programado opera correlacionando inconsistencias detectadas de las estopas colocadas con la operación de los dispositivos de corte usados para cortar las estopas que tienen las inconsistencias; y una presentación para mostrar visualmente estopas colocadas que tengan inconsistencias con una indicación de correlación del estado operativo de los dispositivos de corte.
- 60
- 65

Un método para controlar la operación de los dispositivos de corte usados para cortar estopas de fibra a la longitud deseada con una máquina de colocación de fibras automática, puede comprender; iluminar hileras de estopas colocadas por la máquina; grabar imágenes de las estopas iluminadas; detectar cuándo cada uno de los dispositivos de corte es hecho actuar para cortar una estopa; generar señales de regulación que representen los momentos respectivos en los que los dispositivos de corte son hechos actuar; detectar inconsistencias de la colocación de estopas usando las imágenes grabadas, incluir características de medición de las imágenes grabadas que puedan representar una inconsistencia, y comparar los resultados de la medición de características con un conjunto de estándares de referencia; correlacionar las inconsistencias detectadas con la actuación de los dispositivos de corte usando las señales de regulación generadas; presentar visualmente la imagen grabada; y presentar visualmente el estado operativo de cada uno de los dispositivos de corte adyacentes respectivamente a las estopas de la imagen mostrada.

Debe entenderse que las características mencionadas anteriormente y aquellas que todavía se explicarán a continuación pueden ser usadas no solamente en las combinaciones respectivas indicadas, sino también en otras combinaciones o aisladas, sin apartarse del ámbito del invento presente como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Otras características, beneficios y ventajas de las realizaciones descritas se harán aparentes a partir de la descripción siguiente de realizaciones, cuando sean analizadas de acuerdo con los dibujos y reivindicaciones adjuntos.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

La Figura 1 es una vista lateral, esquemática de una operación de colocación de fibras automatizada, que incluye un sistema para controlar la operación de las cuchillas de corte.

La Figura 2 es una vista desde el fondo de una máquina de AFP, que muestra mejor componentes de un sistema de visión de la máquina.

La Figura 3 es una vista en perspectiva de una cabeza de AFP colocando estopas en un sustrato.

La Figura 4 es una vista en perspectiva que muestra un conjunto de dispositivos de corte en una posición abierta e ilustrando cuchillas individuales para cortar las estopas.

La Figura 5 es una vista en planta de una imagen grabada mostrando una estopa faltante y una inconsistencia en la colocación de estopas.

La Figura 6 es una vista similar a la Figura 5, pero mostrando otras inconsistencias en la colocación de estopas.

La Figura 7 es una vista en planta de una porción de una banda de estopas mostrando el uso de luz de láser reflejada para revelar inconsistencias en la colocación de estopas.

La Figura 8 es una ilustración de bloques y esquemática combinada de un sistema para controlar la operación de cuchillas de corte.

La Figura 9 es una vista de una captura de una presentación de la interfaz de operador.

La Figura 10 es una vista similar a la Figura 9 pero ilustrando la presentación de dos bandas de estopas en un sistema de visión de máquina de canal dual.

La Figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra un método para controlar la operación del actuador.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un método para controlar la operación de la cuchilla de corte.

La Figura 13 es un diagrama de flujo de la producción de un avión y de la metodología del servicio.

La Figura 14 es un diagrama de bloques de un avión.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Haciendo referencia a las Figuras 1 – 7, una máquina de colocación de fibras automática (AFP) 20 puede estar montada en un brazo robótico (no mostrado) para moverse sobre un sustrato 32 que puede comprender una herramienta o mandril. La máquina de AFP 20 puede incluir una pluralidad de nasas 24 en la que cada una contiene una longitud de cinta relativamente estrecha de material compuesto, tal como estopa de epoxy de fibra de carbono 22. Cada una de las estopas 22 pasa a través de guías 26 que mantienen las estopas 22 alineadas paralelamente cuando son alimentadas a través de un conjunto de dispositivos de corte 34. El conjunto de dispositivos de corte 34 incluye una pluralidad de cuchillas de corte alternante 36 controladas por los correspondientes actuadores operados eléctricamente 38, que pueden comprender, por ejemplo, sin limitación, solenoides eléctricos. Los actuadores 38 fuerzan las cuchillas 36 a través de las estopas 22 cuando la máquina de AFP 20 se mueve sobre el sustrato 32. Las estopas 22 pueden pasar sobre uno o más rodillos de guía 28 que alimentan la estopa 22 a un estrechamiento 33 entre un rodillo de compactación 30 y el sustrato 32. Cuando la máquina de AFP 20 se mueve a lo largo del sustrato 32, el rodillo 30 impulsa la estopa 22 contra el sustrato 32, compactando de esta manera la estopa 22 cuando ésta es colocada. Las cuchillas de corte 36 cortan las estopas a la longitud deseada, “al aire”. Una sola pasada de la máquina de AFP 20 sobre el sustrato 32 coloca simultáneamente una banda 50 (Figura 5) de estopas paralelas 22 que puede formar una pasada única de una capa dada.

Un sistema de visión de máquina 39 está montado en la máquina de AFP 20 y funciona detectando inconsistencias en la colocación de las estopas 22. Tal como se usa aquí, la expresión “inconsistencias” significa estopas mal

colocadas, estopas faltantes y/o FOD (objetos extraños y residuos). El sistema de visión 39 puede incluir uno o más láseres 40, una o más cámaras digitales 42 y una o más lámparas 44 que proporcionan una fuente de iluminación superficial general. El sistema de visión 39 puede estar montado en un bastidor 46 que forma parte de una cabeza 35 de una máquina de AFP 20 (véase la Figura 3). En la realización mostrada, un par de láseres separados lateralmente 40 proporciona una línea de iluminación 58 (Figura 7) a lo largo de la banda de estopas 50. Un par de cámaras digitales 42 puede grabar imágenes digitales de la misma zona de la banda 50 para crear una imagen tridimensional, o alternativamente puede grabar imágenes separadas de dos secciones adyacentes de la banda 50. De preferencia, las cámaras 42 están orientadas para visualizar al menos una porción de la banda de estopas 50 que está todo lo cerca que sea posible del rodillo de compactación 30. Las cámaras 42 funcionan grabando una serie de imágenes sucesivas de las estopas 22, empezando en el punto en el que las estopas 22 son llevadas a entrar en contacto por primera vez con el sustrato 32, y terminan después de que las estopas 22 hayan sido cortadas y totalmente colocadas.

Las Figuras 5 y 6 ilustran cada una imagen de la banda de estopas 50 grabada por las cámaras 42 bajo la iluminación general proporcionada por la lámpara 44. Como se aprecia en la Figura 5, una estopa faltante o suelta 54 es claramente visible, mientras que en la Figura 6, hay separaciones 52 presentes entre algunas de las estopas adyacentes 22 lo que representa una colocación impropia de las estopas. En la Figura 7, una estopa suelta 54 puede ser detectada como una desviación 60 de la línea de láser reflejada 58. Adicionalmente, puede verse una inconsistencia en la forma de FOD 62 como una interrupción de la línea de láser reflejada 58.

Se hace referencia ahora a la Figura 8 que muestra componentes adicionales del sistema. Una interfaz de usuario 68 que incluye un ordenador programado 72 recoge información del conjunto de dispositivos de corte 34 y del sistema de visión 39 de la máquina y funciona detectando e informando de estopas faltantes o mal colocadas y/o de FOD en la colocación de las estopas 22 que pueden estar relacionadas con, o causadas por, el conjunto de dispositivos de corte 34. Cada uno de los actuadores de solenoide 38 está conectado a un panel de control 64 adyacente a la máquina de AFP 20. El panel de control 64 recoge señales eléctricas usadas para activar los actuadores 38, y envía estas señales a un PLC (controlador lógico programable) 66. El panel de control 64 puede introducir un retraso de tiempo antes de que las señales del actuador sean enviadas al PLC 66. La duración de este retraso temporal depende de la aplicación, sin embargo debería ser suficiente para permitir que el extremo de corte de una estopa 22 pase por la máquina de AFP 20, incluyendo el rodillo de compactación 30. De esta manera, pueden grabarse imágenes de la banda de estopas 50 inmediatamente después de que haya sido dispuesta a lo largo de toda su longitud. En una realización, las señales de regulación son retrasadas un lapso de tiempo para permitir que diez centímetros de material pasen a través de la máquina de AFP 20 después de la actuación de las cuchillas de corte 36.

Las señales enviadas desde el panel de control 64 al PLC 66 comprenden efectivamente señales de regulación de "on/off", conexión/desconexión, que controlan los actuadores 38, y por tanto representan datos relacionados con el tiempo que reflejan la operación de las cuchillas de corte 36. El PLC 66 funciona codificando las señales de tiempo del actuador antes de que sean enviadas al ordenador 72, de manera que cada señal pueda ser asociada a una cuchilla de corte particular 36.

La interfaz de usuario 68 puede incluir una presentación 70 para mostrar las imágenes grabadas por el sistema de visión 39, así como pantallas que permitan al usuario cambiar parámetros y criterios del sistema. En las Figuras 9 y 10 se muestran respectivamente dos presentaciones de pantallas de presentación típicas 74, 74a. La interfaz de usuario 68 muestra en tiempo real, la zona sometida a inspección, el estado de pasa/fallo de la operación de los dispositivos de corte y el criterio que está siendo empleado en la inspección, y los indicadores de operación de las cuchillas de corte.

El ordenador 72 puede incluir software para grabar el número de capa y el número de pasada en los registros de inspección o libros de calidad. El número esperado de capas y pasadas por capa puede ser introducido por un operador por medio de la interfaz de usuario 68. El ordenador 72 puede incluir también un programa de análisis de imagen 73 que incluya rutinas de tratamiento de imágenes estándares tales como, sin intención de limitar, detección de bordes. Un programa de análisis de imagen adecuado está comercialmente disponible en la forma de un paquete conocido como Matrox Image Library. El programa de análisis de imagen 73 analiza las imágenes grabadas según el tamaño, dimensiones y características, y documenta las indicaciones rechazadas.

Imágenes de la banda de estopas 50 grabadas por el sistema de visión de la máquina 39 son enviadas en forma digital al ordenador 72 donde son correlacionadas con las señales de regulación de los dispositivos de corte enviadas por el PLC 66. Como se explica a continuación, el ordenador 72 funciona analizando las imágenes grabadas y detectando estopas faltantes, estopas mal situadas y/o FOD. El ordenador 72 determina a continuación, basándose en las señales de regulación correlacionadas, si cualquiera de las inconsistencias está relacionada con la operación de las cuchillas de corte 36. Si las inconsistencias no pueden ser correlacionadas con la regulación de la operación de las cuchillas de corte, entonces las cuchillas de corte 36 pueden ser descartadas como causa probable de las inconsistencias.

5 Cuando una separación 52 ó una estopa suelta 54 es detectada en la imagen grabada, entonces el programa de análisis de imagen 73 aplica una “regla” a la imagen para medir la anchura de la separación u otra característica que represente una posible inconsistencia. La anchura medida es comparada con un criterio, tal como un valor máximo permisible de anchura de separación que el operador puede introducir usando la interfaz de usuario 68. Si el valor medido excede el valor del criterio, entonces se considera que la característica está fuera de tolerancia lo que puede ser introducido a continuación en un fichero de calidad o informe de calidad. En el caso de que la anchura medida de la separación sea igual o casi igual a la anchura total de una estopa 22, entonces la entrada al fichero de calidad puede ser considerada como una estopa suelta. Si la estopa suelta es correlacionada con un dispositivo de corte, entonces la correlación del dispositivo de corte puede ser introducida también en el fichero de calidad para establecer un historial de operación documentado.

10 Haciendo ahora referencia particular a la Figura 9, la presentación de pantalla 74 del ordenador 72 puede incluir una serie de entradas de control 84 que permitan a un usuario introducir y cambiar parámetros, tales como el criterio de aceptación y el tamaño del recuadro de imagen. Un indicador de “pasa/fallo” 82 puede estar dispuesto en la pantalla 74 el cual puede brillar en tiempo real cuando son detectadas y medidas separaciones y estopas sueltas. Puede disponerse un grupo 78 de indicadores de estado coloreados 80 para indicar el estado operativo de las cuchillas de corte 36. Hay dispuesto un indicador de estado 80 para cada una de las cuchillas de corte 36. Los indicadores 80 simulan efectivamente luces de indicador y pueden tener un color cambiante, por ejemplo, pueden cambiar entre el rojo y el verde. En la realización mostrada, los indicadores verdes 80 representan una operación satisfactoria de una cuchilla de corte 36, mientras que un indicador rojo 80a representa un malfuncionamiento de la cuchilla de corte correspondiente 36.

15 El grupo 78 de indicadores 80 está dispuesto por encima de una presentación 76 de la imagen de la banda de estopas 50. En el ejemplo ilustrado en la Figura 9, la presentación 76 muestra una separación 52 en una de las estopas 22, y una estopa suelta 54. Los indicadores de estado 80 están dispuestos de tal manera que están alineados verticalmente con respecto a la posición de las estopas 22. Así, el indicador 80a está alineado verticalmente inmediatamente por encima de la posición de la estopa suelta 54, indicando de esta manera a un operador que la estopa suelta 54 puede haber sido causada por la operación de una cuchilla de corte 36 correspondiente. De lo antedicho, puede apreciarse que cualquier imagen de una estopa faltante 22 está acompañada de una indicación 80 de operación de cuchilla de corte, ya sea eliminando o confirmando de esta manera la operación de la cuchilla como la causa de la estopa faltante. De acuerdo con lo anterior, la operación de las cuchillas de corte es controlada en tiempo real permitiendo que un operador rastree rápidamente los problemas del proceso de manufacturación.

20 La Figura 10 muestra una disposición de presentación de pantalla alternativa 74a en la que se muestran las imágenes grabadas por dos cámaras 42, que representan respectivamente diferentes zonas de la banda de estopas 50. Grupos de indicadores de estado 78a, 78b están asociados respectivamente a las imágenes 78a, 78b para que el operador pueda asociar visualmente una inconsistencia en la colocación de una estopa 22 particular con el estado operativo de la cuchilla de corte 36 correspondiente.

25 La Figura 11 es un diagrama de bloques general de un método para controlar la operación de los actuadores 38 para determinar si las inconsistencias en la colocación de estopas 22 puede estar relacionada con la operación de los actuadores 38. Empezando en el paso 83, los datos relacionados con el tiempo son grabados para que reflejen la operación del actuador 38. En el paso 85, una o más imágenes de cada estopa 22 son grabadas cuando la estopa 22 es colocada. En el paso 87, los datos relacionados con el tiempo son asociados con las imágenes grabadas.

30 Se hace referencia ahora a la Figura 12 que ilustra los pasos generales de un método para controlar la operación de las cuchillas de corte 36 y de correlacionarlas con posibles inconsistencias en la colocación de las estopas. Empezando en el paso 88, las cuchillas 36 son hechas actuar para cortar longitudes determinadas de las estopas 22. En el paso 90, las señales de regulación de on/off de los dispositivos de corte son detectadas en el panel de control 64 que introduce a continuación un retraso de tiempo en el paso 92 para permitir que las estopas cortadas 22 pasen completamente a través del rodillo de compactación 30. A continuación, en el paso 94, se envían las señales de tiempo desde el panel de control 64 al PLC 66 donde son codificadas y enviadas seguidamente al ordenador 72, como se muestra en el paso 96. Cuando se están realizando los pasos 88 - 96, el sistema de visión de máquina 39 graba, en el paso 98, imágenes sucesivas de las bandas de estopas 50 que muestran la colocación de las estopas 22 incluyendo inconsistencias tales como anchuras de separaciones fuera de tolerancia y estopas sueltas. Las señales de tiempo codificadas, así como las imágenes grabadas, son enviadas al ordenador 72 donde son correlacionadas como se muestra en el paso 100.

35 En el paso 102, el ordenador 72 puede grabar el número de capa y el número de pasada, y en el paso 104, se realiza un análisis de imagen para identificar inconsistencias potenciales en la colocación de estopas. Si en el paso 106 se detectan inconsistencias potenciales, entonces las inconsistencias son medidas en el paso 108. En el paso 110 la medida de inconsistencia es comparada con los estándares de referencia. En el paso 112, según los resultados de la comparación del paso 110, la inconsistencia es clasificada de acuerdo con los resultados de la comparación. Si las inconsistencias cumplen el criterio de una inconsistencia, entonces las inconsistencias se

graban en un fichero de calidad como se muestra en el paso 114 y en el paso 116 se pueden presentar al operador los resultados de la clasificación de la inconsistencia.

5 Debe entenderse aquí que aunque el sistema ha sido descrito en conexión con el control de la operación de las cuchillas de corte, pueden emplearse realizaciones para controlar la operación de otros actuadores o dispositivos de actuación usados para tratar estopas en la AFP. Por ejemplo, el sistema puede emplear actuadores que operen rodillos de agregación o rodillos de compresión, cada uno de los cuales puede afectar la precisión de la colocación de la estopa. Las posibles inconsistencias en la colocación de las estopas que son grabadas por las cámaras 42 pueden ser correlacionadas con la regulación de las señales on/off de dichos actuadores.

10 Realizaciones de la descripción pueden encontrar uso en una variedad de aplicaciones potenciales, particularmente en la industria del transporte, incluyendo por ejemplo, aplicaciones aeroespaciales y automovilísticas. Así, haciendo referencia ahora a las Figuras 13 y 14, pueden usarse realizaciones de la descripción en el contexto del método de fabricación y servicio de un avión 118 como se muestra en la Figura 13 y en un avión 120 como se muestra en la  
 15 Figura 14. Las aplicaciones para aviones de las realizaciones descritas pueden incluir, por ejemplo, sin intención de limitar, miembros reforzados con material compuesto tales como superficies de fuselaje, superficies de alas, superficies de control, portezuelas, paneles de suelo, paneles de puertas, paneles de acceso y empenajes, para mencionar sólo unos pocos. Durante la preproducción, el método ejemplar 118 puede incluir la memoria y el diseño 122 del avión 120 y el acopio de material 124. Durante la producción, se realiza la fabricación de componentes y subconjuntos 126 y la integración de sistemas 128 del avión 120. Posteriormente, el avión 120 puede pasar por la  
 20 certificación y distribución 130 para ser puesto en servicio 132. Mientras está en servicio con un comprador, el avión 120 tiene programado el mantenimiento y el servicio 134 (que puede incluir también, modificación, reconfiguración, reforma y otros servicios).

25 Cada uno de los procesos del método 118 puede ser realizado o llevado a cabo por un integrador del sistema, una tercera entidad, y/o un operador (por ejemplo, un comprador). Para esta descripción, un integrador del sistema puede incluir sin limitación cualquier número de fabricantes de aviones y subcontratistas de sistemas mayores; una tercera entidad puede incluir sin limitación cualquier número de vendedores, subcontratistas, y suministradores; y un operador puede ser una línea aérea, compañía de "leasing" o arrendamiento, entidad militar, organización de  
 30 servicios y otros similares.

Como se muestra en la Figura 14, el avión 120 producido por el método ejemplar 118 puede incluir una célula de avión 136 con una pluralidad de sistemas 138 y un interior 140. Ejemplos de sistemas de alto nivel 138 incluyen uno  
 35 o más de un sistema de propulsión 142, un sistema eléctrico 146, un sistema hidráulico 144, y un sistema medioambiental 148. Puede incluirse cualquier número de otros sistemas. Aunque se muestra un ejemplo de la industria aeroespacial, los principios de la descripción pueden ser aplicados a otras industrias, tales como la automovilística.

40 Pueden emplearse aparatos y métodos explicados aquí durante una o más de las etapas del método de producción y servicio 118. Por ejemplo, componentes o subconjuntos que se correspondan con el proceso de producción 126 pueden ser fabricados o manufacturados de una manera similar a los componentes o subconjuntos producidos mientras el avión 120 está en servicio. También, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de éstas pueden ser utilizadas durante las etapas de producción 126 y 128, por ejemplo,  
 45 acelerando sustancialmente el montaje o reduciendo el coste de un avión 120. De manera similar, una o más realizaciones del aparato, realizaciones del método, o una combinación de éstas puede ser utilizadas mientras el avión 120 está en servicio, por ejemplo, y sin intención de limitar, para mantenimiento y servicio 134.

Aunque las realizaciones de esta descripción han sido explicadas con respecto a ciertas realizaciones ejemplares,  
 50 debe entenderse que las realizaciones específicas tienen como objeto la ilustración y no la limitación, ya que a las personas expertas en la técnica se les ocurrirán variaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para controlar la operación de los dispositivos de corte usados para cortar estopas de fibra a la longitud deseada automáticamente para ser usado en una máquina automática de colocación de fibras, que comprende:
- 10 grabar una imagen de al menos una porción de una hilera de estopas colocadas por la máquina;  
grabar el momento en que cada uno de los dispositivos de corte es hecho actuar para cortar las estopas a la longitud deseada durante la colocación de las estopas;  
usar la imagen grabada para detectar si existe una inconsistencia en la colocación de una estopa; y,  
determinar si un dispositivo de corte es responsable de la inconsistencia detectada correlacionando el momento grabado con la inconsistencia detectada.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, en el que usar la imagen incluye correlacionar los momentos grabados con las estopas de la hilera.
3. El método de la reivindicación 1 ó 2, en el que usar la imagen incluye características de medida de la imagen grabada que puedan representar una inconsistencia.
- 20 4. El método de la reivindicación 3, en el que usar la imagen incluye comparar los resultados de la medida de la característica con un conjunto de estándares de referencia.
5. El método de la reivindicación 1, 2, 3 ó 4, que comprende además:
- 25 clasificar las inconsistencias detectadas; y,  
anunciar un malfuncionamiento en la operación de una cuchilla basándose en la clasificación de las inconsistencias.
- 30 6. El método de la reivindicación 1, 2, 3, 4 ó 5, que comprende además:
- asociar visualmente cada una de las estopas de la imagen grabada con el estado operativo del dispositivo de corte usado para cortar la estopa a la longitud deseada.
- 35 7. El método de la reivindicación 1, 2, 3, 4, 5 ó 6, que comprende además:
- presentar visualmente la imagen grabada; y,  
presentar visualmente el estado operativo de cada uno de los dispositivos de corte adyacentes a las estopas respectivas de la imagen presentada.

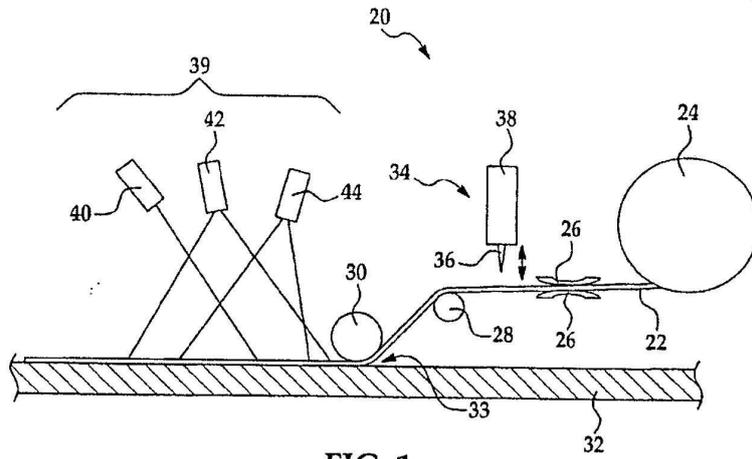


FIG. 1

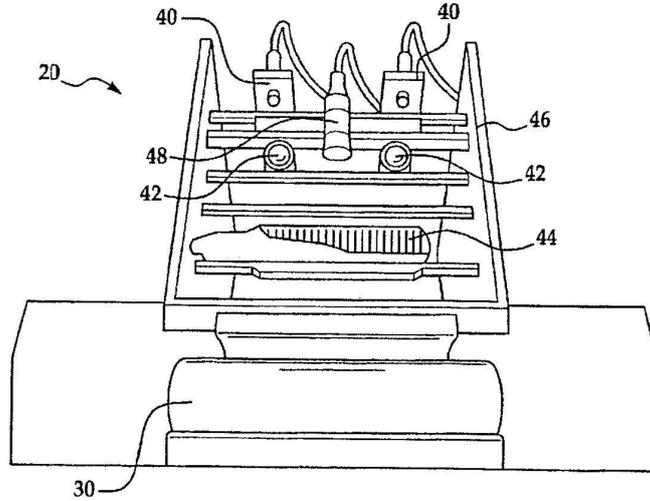


FIG. 2

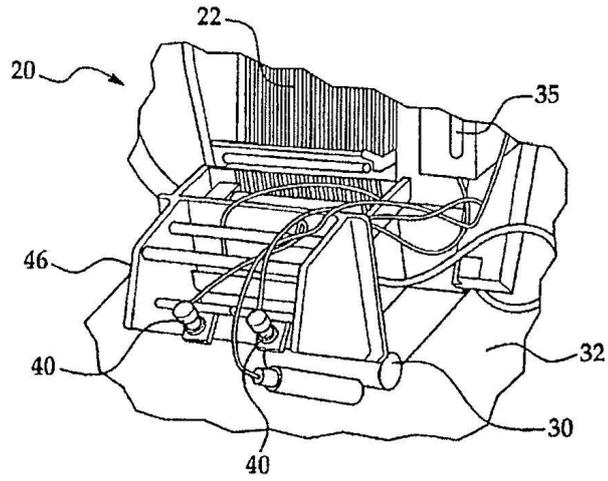


FIG. 3

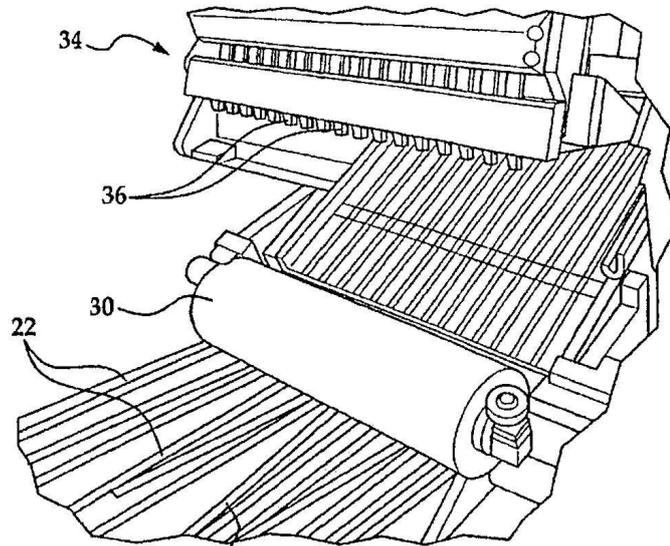


FIG. 4

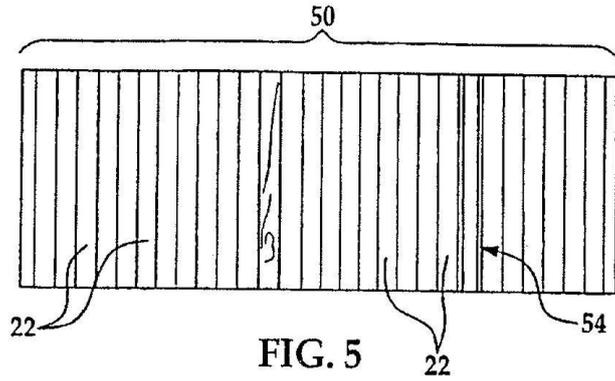


FIG. 5

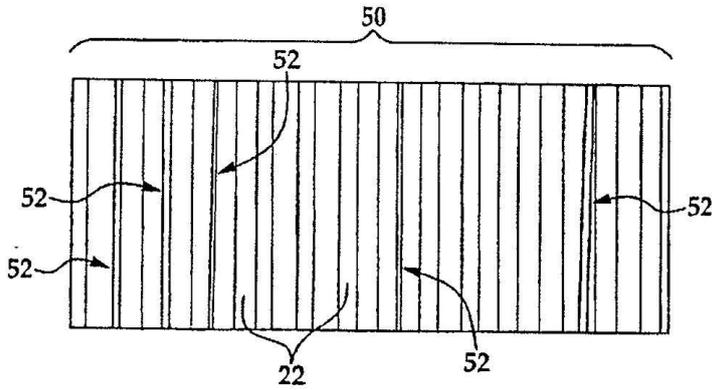


FIG. 6

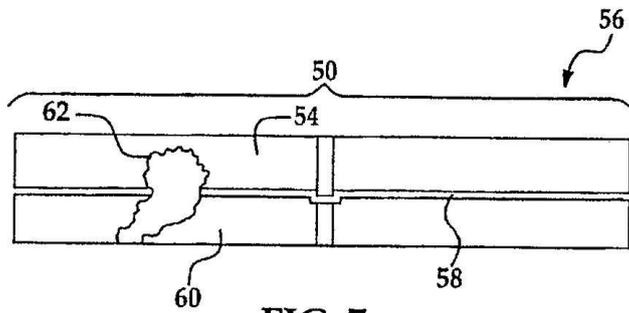


FIG. 7

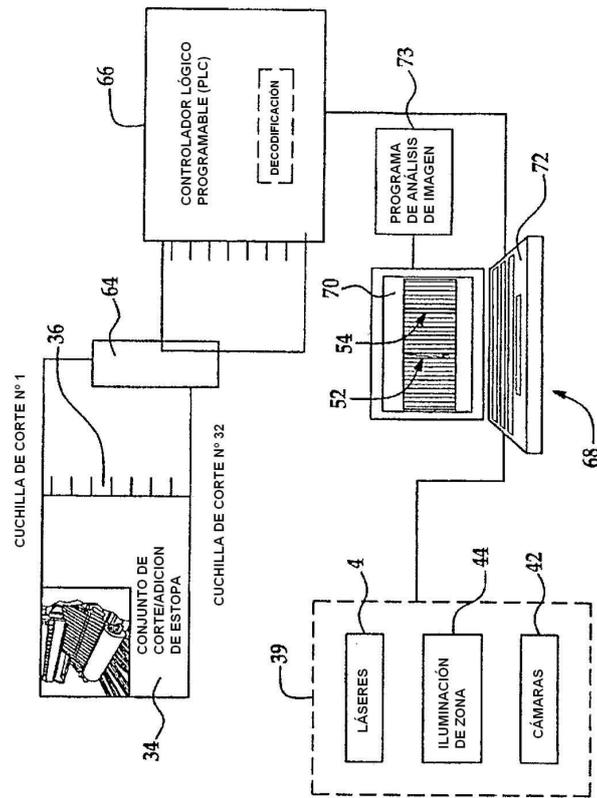


FIG. 8

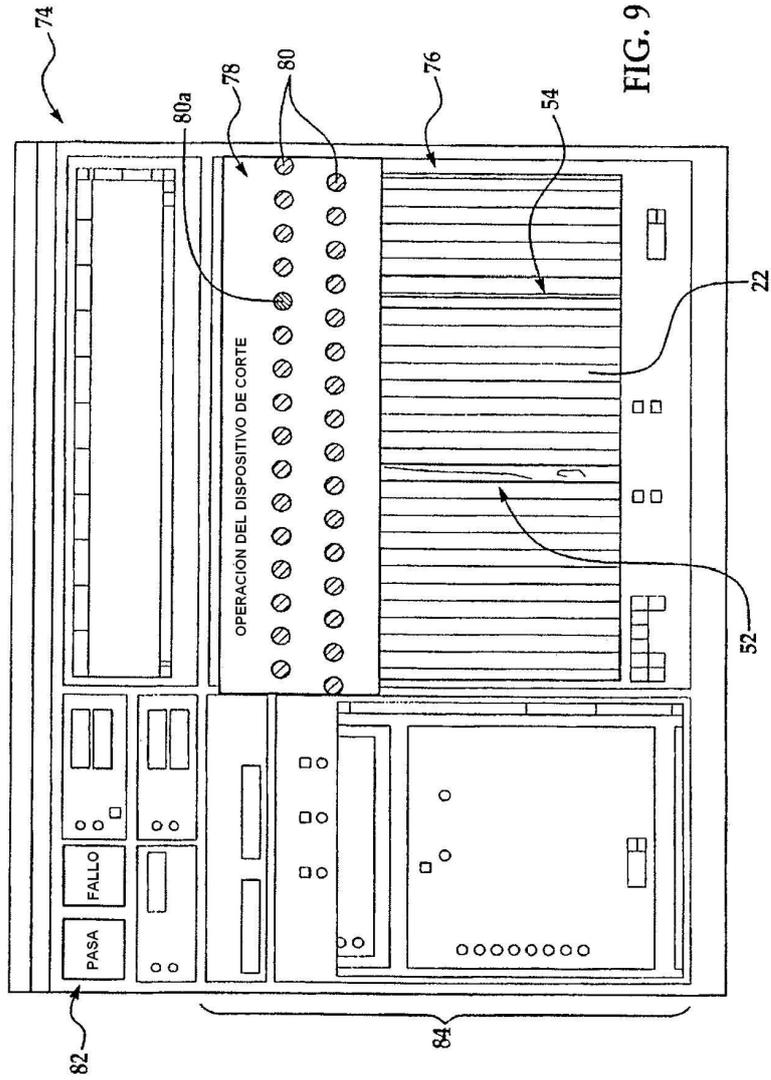
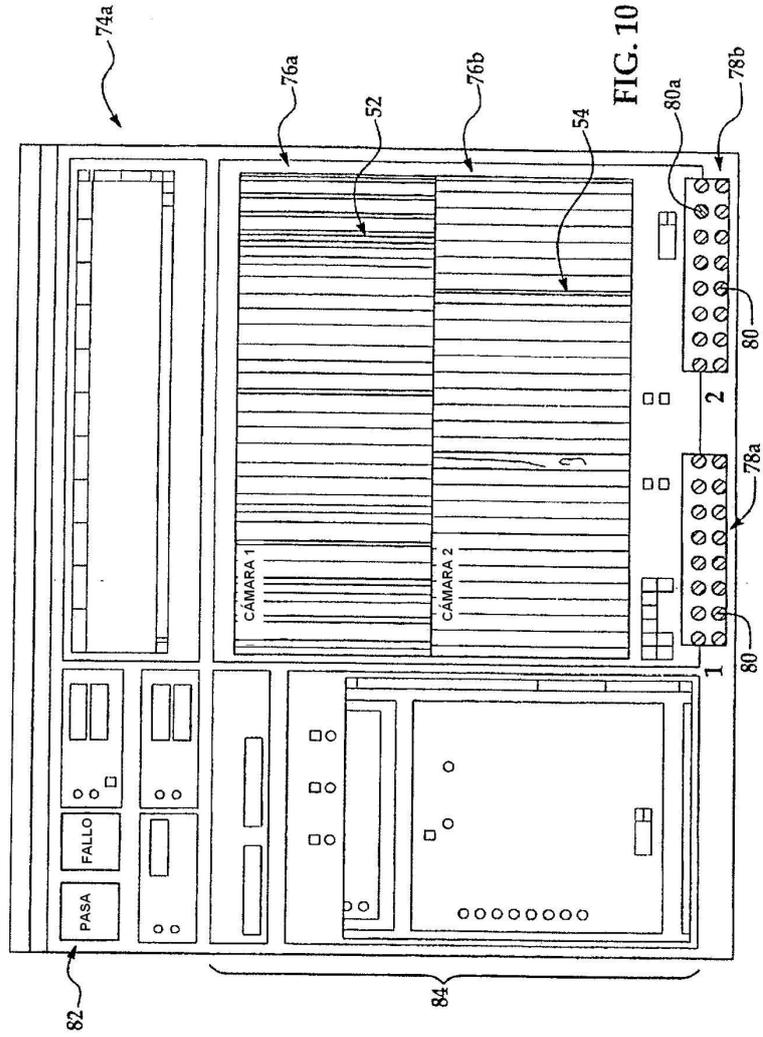


FIG. 9



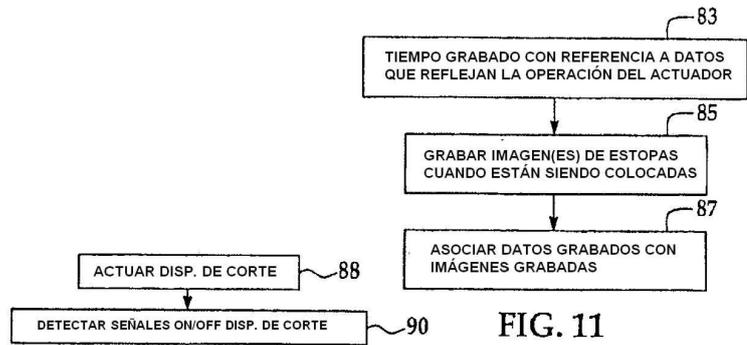


FIG. 11

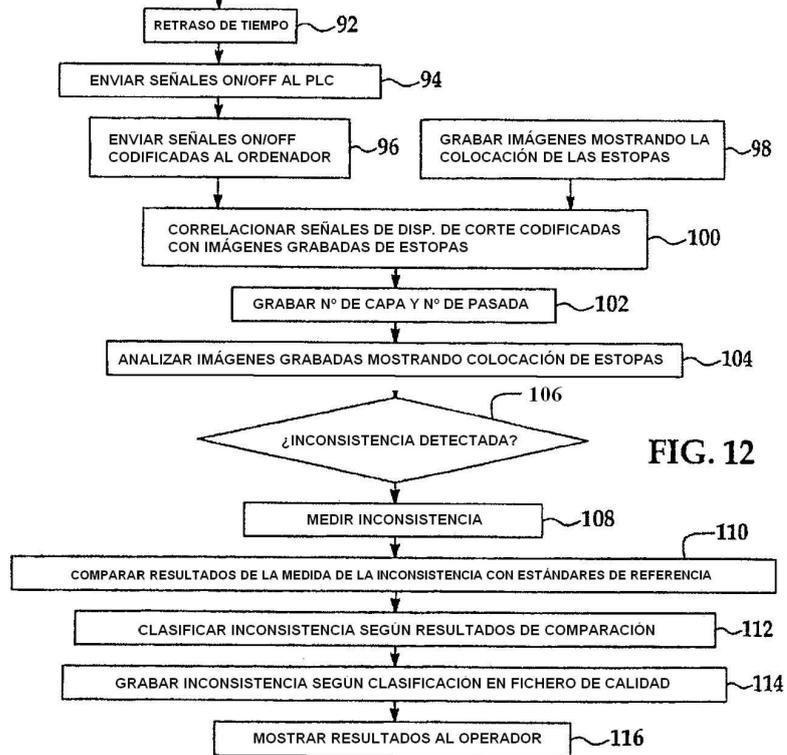


FIG. 12

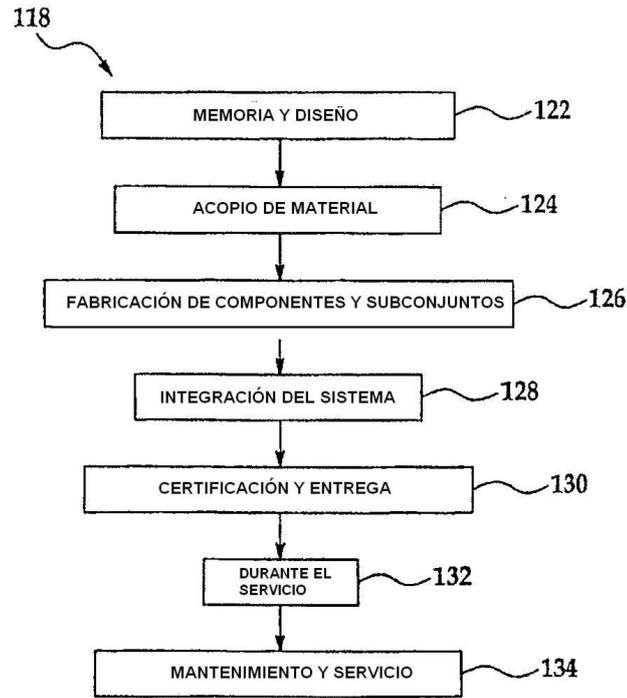


FIG. 13

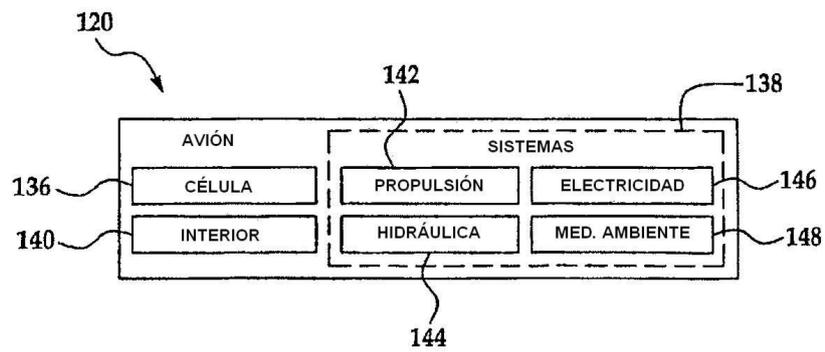


FIG. 14