

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 634**

51 Int. Cl.:

B64F 5/00 (2006.01)

B23P 19/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2012 E 12824725 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2812249**

54 Título: **Sistema automatizado para unir partes de un chasis y método asociado**

30 Prioridad:

09.02.2012 IT TO20120111

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

14.09.2016

73 Titular/es:

**LEONARDO S.P.A. (100.0%)
Piazza Monte Grappa, 4
00195 Roma, IT**

72 Inventor/es:

**ATTUCCI, FRANCESCO;
NAVARRA, GIUSEPPE;
MAGRI, FRANCO y
ACQUATI, RENATO**

74 Agente/Representante:

LOZANO GANDIA, José

ES 2 582 634 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).

SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UNIR PARTES DE UN CHASIS Y MÉTODO ASOCIADO**DESCRIPCIÓN**

- 5 La presente invención se refiere a un sistema automatizado para unir de manera estructural al menos dos partes principales que componen el chasis de un vehículo o el fuselaje de una aeronave o el casco de un barco. Dicho sistema puede manejar de manera automática y continua todas las etapas del método asociado para unir las partes. Dicho sistema puede manejar toda la cadena cinemática/mecánica para fabricar dicho vehículo o aeronave o barco.
- 10 El método asociado de montaje se refiere a las etapas llevadas a cabo por el sistema para montar un chasis o fuselaje o partes de casco, cuyas etapas se llevan a cabo de forma automática y son altamente reproducibles.
- Preferiblemente, dicho sistema y el método asociado pueden aplicarse para fabricar fuselajes de aeronave uniendo al menos dos secciones de fuselaje.
- 15 Se conoce que montar las secciones de un fuselaje de aeronave es una tarea muy compleja que requiere mucho control con el fin de crear una aeronave que pueda pasar las pruebas de resistencia de vuelo. De hecho, si tales secciones no se ensamblan correctamente, la aeronave resultante sufrirá problemas de estabilidad y aerodinámicos, que pueden poner en peligro la utilización de la aeronave montada de este modo.
- 20 Se conocen sistemas para unir al menos dos secciones de fuselaje que comprenden una pluralidad de sensores adaptados para facilitar las etapas de colocar, mover y unir dichas secciones, que se llevan a cabo por personal de montaje. De hecho, la mayoría de las etapas de los métodos para fabricar una aeronave descritos en la técnica anterior se llevan a cabo por personal humano con la ayuda de dispositivos electromecánicos y sensores de diversa naturaleza.
- 25 Por este motivo, cuando se fabrica una aeronave, pueden cometerse errores debido al componente humano mientras se ejecuta una o más etapas del método para montar y unir las secciones de aeronave.
- 30 Se conocen dispositivos automáticos que están adaptados para llevar a cabo una o más etapas del método para fabricar una aeronave; dichos dispositivos se supervisan por un operario de montaje. Por tanto, con el fin de unir secciones de una aeronave, el operario tendrá que supervisar una pluralidad de dispositivos automáticos. Fabricar una aeronave cumpliendo las normas de montaje depende en gran medida de las habilidades del operario de montaje, que se encarga de coordinar los diversos dispositivos y posiblemente también de supervisar cualquier operación ejecutada de forma manual.
- 35 Un método de este tipo se vuelve muy costoso, puesto que requiere el uso de muchos dispositivos electromecánicos que deben hacerse actuar conjuntamente unos con otros, y también debido al gran número de operaciones manuales implicadas. Además, un método de este tipo también es costoso en términos de tiempo de producción por aeronave, puesto que las diversas etapas deben supervisarse por la persona a cargo, aunque con la ayuda de sensores de diversas clases, que deben supervisar cada aspecto crítico del proceso de producción de aeronaves.
- 40 Finalmente, este tipo de método, cuya implementación requiere un componente humano, introduce una variable indeterminada que hace que el método sea difícil de reproducir y que, en términos probabilísticos, provoca una alta incertidumbre con respecto al resultado del mismo. Dicha incertidumbre implica unos costes promedios aumentados de la producción de aeronaves.
- 45 Debe también destacarse que cada dispositivo electromecánico usado para implementar el método introduce una incertidumbre intrínseca en las operaciones que está adaptado para realizar; dicha incertidumbre se suma a las incertidumbres de los otros dispositivos electromecánicos, ya que los sistemas conocidos en la técnica no incluyen un sistema de control central que pueda coordinar tales dispositivos electromecánicos para eliminar cualquier error para reducir la incertidumbre de todo el sistema y, como consecuencia, del método de fabricación.
- 50 Los errores de unión se deben también a factores físicos intrínsecos, tales como la expansión térmica o mecánica de piezas de metal, dependiendo de la temperatura y humedad presentes en el sitio en el que se está llevando a cabo el proceso de montaje.
- 55 También se conoce que las comprobaciones se hacen en la unión por medio de mediciones de láser tomadas en instantes discretos mientras se ejecuta el método de unión.
- 60 El documento FR 2 821 778 A1 da a conocer las características según el preámbulo de la reivindicación 1.
- 65 Sin embargo, tales comprobaciones no garantizan la repetibilidad de la unión y la alineación correcta de todos los puntos clave requeridos para unir correctamente las piezas.
- La presente invención tiene como finalidad solucionar los problemas mencionados anteriormente proporcionando un

sistema para unir al menos dos partes principales de un chasis o un fuselaje de aeronave o un casco de barco, pudiendo el sistema controlar y gestionar de manera automática una pluralidad de dispositivos de actuación a través de una unidad de control central en función de los datos obtenidos a partir de una pluralidad de sensores.

5 La presente invención también tiene como finalidad solucionar los problemas mencionados anteriormente implementando un nuevo método para unir al menos dos partes principales o secciones de manera totalmente automática, permitiendo la alineación de nuevo de todos los puntos clave con el fin de garantizar la repetibilidad de la unión entre las partes principales o secciones.

10 Un aspecto de la presente invención se refiere a un sistema automatizado para unir al menos dos partes principales de un chasis o un fuselaje o un casco, que tiene las características dadas a conocer en el dispositivo de la reivindicación independiente 1 adjunta.

15 Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a un método para unir de manera automática al menos dos partes principales o secciones, que tiene las características dadas a conocer en el método de la reivindicación independiente 5 adjunta.

20 Se dan a conocer características y etapas adicionales de la presente invención en las reivindicaciones dependientes adjuntas.

Las características y ventajas del sistema automatizado y del método asociado según la presente invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción de al menos una realización de los mismos y a partir de los dibujos adjuntos, en los que:

- 25 • la figura 1 es una vista en planta esquemática de un sistema de unión según la presente invención;
- la figura 2 es una vista en perspectiva general de una realización del sistema de unión según la presente invención;
- 30 • las figuras 3A y 3B muestran el dispositivo de actuación; en particular, la figura 3A muestra una realización de un dispositivo de actuación, y la figura 3B muestra un detalle de una columna;
- la figura 4 muestra un diagrama de flujo de una implementación del método de unión según la presente invención;
- 35 • las figuras 5A, 5B son vistas en perspectiva que muestran la ejecución de las etapas g) y h) del diagrama de flujo de la figura 4, implementado por el sistema mostrado en las figuras 1 y 2, para unir una sección frontal de un fuselaje de aeronave, en el que la figura 5A muestra la etapa g) y la figura 5B muestra la etapa h);
- la figura 6 es una vista en perspectiva que muestra la colocación de una tercera sección para montar un fuselaje aplicando el método de unión según la presente invención;
- 40 • la figura 7 es un diagrama de bloques de los circuitos de control comprendidos en el sistema automatizado según la presente invención.

45 Con referencia a los dibujos anteriormente mencionados, el sistema automatizado para unir al menos dos partes de un chasis, por ejemplo de un vehículo o una aeronave o un barco, comprende al menos un dispositivo 3 de actuación, preferiblemente al menos uno por parte, que está adaptado para mover al menos una parte en el espacio "XYZ" con tres grados de libertad; una unidad 5 de control central, adaptada para controlar cada dispositivo 3 de actuación en función de una pluralidad de datos obtenidos a través de una pluralidad de sensores 7.

50 Dicha pluralidad de sensores 7 pueden determinar de manera continua, sobre cada parte de chasis, una pluralidad de puntos (A, B, C) clave que son unívocos para cada parte.

55 Para los fines de la presente invención, la expresión "mediciones tomadas de manera continua" se refiere a una medición tomada de una manera continua a lo largo del tiempo, durante las etapas del método según la presente invención, es decir no solo en instantes discretos.

60 Dicha unidad 5 de control central, dependiendo de los datos obtenidos a partir de dicha pluralidad de sensores 7, activa dicho al menos un dispositivo 3 de actuación con el fin de acercar y conectar dichas partes, mientras monitoriza, a través de dicha pluralidad de sensores 7, la posición relativa entre dicha pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dichas partes, y la posición absoluta de dichas partes en el espacio "XYZ".

65 Según la realización preferida del sistema, mostrada en las figuras 1 y 2, el sistema automatizado está adaptado para unir al menos dos secciones "T" de un fuselaje de una aeronave "V" y comprende, para cada sección "T", al menos un dispositivo 3 de actuación adaptado para mover dichas secciones "T" en el espacio "XYZ" con tres grados de libertad, y una unidad 5 de control central adaptada para controlar cada dispositivo 3 de actuación en función de una pluralidad de datos obtenidos a partir de una pluralidad de sensores 7. Dicha pluralidad de sensores 7 pueden

determinar de manera continua dicha pluralidad de puntos (A, B, C) clave en cada sección "T". Dicha una unidad 5 de control central, basándose en los datos obtenidos a partir de dicha pluralidad de sensores 7, activa dicho al menos un dispositivo 3 de actuación con el fin de mover dichas secciones "T", por ejemplo para acercar y conectar dichas secciones "T". A través de dicha pluralidad de sensores 7, se monitoriza la posición relativa entre la pluralidad de puntos (A, B, C) clave y la posición absoluta de dichas secciones "T" en el espacio (XYZ) mientras que cada sección se está moviendo mediante el al menos un dispositivo 3 de actuación.

Una pluralidad de puntos (A, B, C) clave puede asociarse unívocamente con cada sección "T", cuyos puntos clave representan los puntos que deben medirse y/o monitorizarse mediante dicha pluralidad de sensores 7 con el fin de permitir que la unidad 5 de control mueva las secciones "T" individuales por medio de dichos dispositivos 3 de actuación. Dichos puntos (A, B, C) clave, monitorizados y procesados adecuadamente, permiten que las secciones "T" se muevan y se unan correctamente dentro de tolerancias mecánicas y aerodinámicas.

Dichos puntos clave se dividen en:

- puntos "A" de referencia, que representan puntos de referencia de sección que son importantes para la alineación relativa entre las secciones "T";
- puntos "B" de elevación, que representan puntos en los que un andamio 2 o base se fija firmemente a la sección "T"; dicho andamio 2 o base es la interfaz entre la sección y el dispositivo 3 de actuación;
- puntos "C" de comprobación, que identifican la posición correcta de la sección "T" para el proceso de unión;
- el punto "D", que identifica el punto en el que dicho andamio 2 o base hace tope contra dicho dispositivo 3 de actuación.

En la realización mostrada en las figuras 3A y 3B, cada dispositivo 3 de actuación comprende al menos una columna 31 adaptada para soportar y mover al menos una sección "T" de fuselaje, para garantizar una unión correcta entre las secciones "T". Dicho dispositivo 3 de actuación permite mover la sección "T" asociando con la misma diferentes grados de libertad, preferiblemente tres grados de libertad. Cada columna 31 comprende al menos un soporte o brazo 310 adaptado para soportar dicha sección.

Cada soporte 310 comprende, a su vez, al menos un punto 311 de soporte en el que se ubica el punto "D" de contacto entre el andamio 2 o base y el dispositivo 3 de actuación. Dicho andamio 2 o base se fija firmemente a su vez a al menos un punto "B" de elevación de la sección "T", tal como se mencionó anteriormente. Dicho punto 311 de soporte es preferiblemente un alojamiento, por ejemplo de forma semiesférica, adaptado para alojar una escuadra colocada en el punto "D" del andamio 2 y que tiene una forma complementaria a dicho alojamiento. Con el fin de fijar firmemente el andamio 2 al dispositivo 3 de actuación, particularmente al punto 311 de soporte, el soporte o brazo 310 comprende al menos un mecanismo 312 de retención adaptado para bloquear de manera separable el andamio 2. Preferiblemente, dicho al menos un elemento 312 de retención es una abrazadera, que se mueve en coordinación con los movimientos de todo el dispositivo 3 de actuación.

La posibilidad de mover dicho soporte 310 o brazo, a través de un actuador no mostrado en los dibujos, junto con la presencia de al menos un punto 311 de soporte, permite absorber las torsiones y tensiones internas de la sección "T".

Dicha al menos una columna 31 puede variar la altura de dicho punto 311 de soporte elevando dicho soporte 310. Preferiblemente, dicho soporte 310 o brazo puede extenderse a lo largo de un eje "Z" vertical, por ejemplo a través de una guía (no mostrada en detalle) comprendida en la propia columna 31. La extensión de dicho brazo 310 garantiza el primer grado de libertad.

En realizaciones no mostradas en los dibujos, dicha columna 31 es telescópica o puede deslizarse, de manera automática, a lo largo de un eje "Z" vertical.

En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, cada dispositivo 3 de actuación comprende tres columnas 31, dispuestas de manera adecuada de tal manera que soportan correctamente la sección "T". Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 3A, dos columnas están alineadas a lo largo de un primer eje "Y" perpendicular al eje "Z" vertical; preferiblemente, las dos columnas 31 exteriores están alineadas a lo largo de dicho primer eje "Y", mientras que la tercera columna 31, interpuesta entre dichas dos columnas exteriores, está desviada con respecto a dicho eje "Y", por ejemplo ubicada en la parte frontal a lo largo de un segundo eje "X" perpendicular al eje "Z" vertical y al primer eje "Y".

Al menos una de dichas columnas incluidas en el dispositivo 3 de actuación puede moverse sobre unas primeras guías 30 adaptadas a lo largo de dicho segundo eje "X", accionado mediante un actuador no mostrado. El movimiento de las columnas 31 sobre las segundas guías 30 garantiza el segundo grado de libertad.

Dicho soporte 310 o base se mueve por medio de un actuador, no mostrado, que está adaptado para dar al menos el tercer grado de libertad al dispositivo 3 de actuación, por ejemplo a través de movimientos de rotación o de rotación-traslación del punto 311 de soporte.

5 Preferiblemente, cada dispositivo de actuación, más específicamente cada columna 31, se mueve con tres grados de libertad por medio de una pluralidad de motores eléctricos, cada uno controlado mediante dicha unidad 5 de control central.

10 Dichas columnas 31 se controlan, cuando se mueven sobre dichas guías 30 a lo largo de dicho segundo eje "X", mediante dicha unidad 5 de control central.

15 Dicho sistema de unión según la presente invención comprende al menos una plataforma 6 adaptada para permitir que el operario se acerque al fuselaje de aeronave "V" con el fin de realizar la unión, o verificar la calidad del trabajo, o comprobar cualquier error informado por la unidad 5 de control central.

20 Cada plataforma 6 comprende una pluralidad de estribos 60 extensibles, que se mueven por medio de actuadores, preferiblemente neumáticos y/o eléctricos, controlados mediante dicha unidad 5 de control central. Dicha pluralidad de estribos 60 están adaptados para extenderse cuando se usan, creando por tanto una trayectoria continua desde dicha plataforma 6 hasta al menos una parte predeterminada del fuselaje de aeronave "V". Dichos estribos 60 pueden tomar diferentes posiciones, adaptándose por tanto por sí mismos a la forma del fuselaje en diferentes alturas a lo largo del eje "Z" vertical y a los diferentes perfiles de diferentes aeronaves o vehículos o barcos. Tales estribos 60, una vez se usan, se hacen retroceder hacia la plataforma 6, permitiendo por tanto que el sistema automatizado de unión de la presente invención avance con las siguientes etapas de unión. Tales estribos 60 permiten que el operario se acerque al fuselaje de la aeronave con la máxima seguridad.

25 Preferiblemente, el sistema comprende una plataforma 61 fija, cerca de la cual hay una estación 611 de control y una plataforma 62 móvil, que puede tomar una configuración abierta y una configuración de trabajo.

30 Dicha plataforma 62 móvil, cuando está en la configuración abierta, permite que diversas secciones "T" pasen con el fin de colocarse sobre los dispositivos 3 de actuación, y permite que las secciones "T" o la totalidad del fuselaje se retire de los dispositivos de actuación.

35 Cuando está en la configuración de trabajo, la plataforma 62 móvil está cerca de los diversos dispositivos 3 de actuación, permitiendo por tanto la ejecución de las etapas del método de unión según la presente invención.

40 La estación 611 de control comprende una interfaz de usuario entre el operario y la unidad 5 de control central, que permite emitir órdenes para la ejecución del método de unión. Dicha estación 611 de control se coloca así para permitir una visibilidad completa de la zona, aumentando por tanto adicionalmente el nivel de seguridad para el personal, el método de unión y las piezas que se están procesando.

45 La unidad 5 de control central realiza un control continuo con un bucle de retroalimentación doble y puede controlar dicha pluralidad de sensores 7 y dicha pluralidad de dispositivos 3 de actuación a través de una red de transferencia de datos. Se muestra un diagrama de bloques de las diversas interacciones entre la unidad 5 de control central y el sistema de la presente invención, por ejemplo, en la figura 7.

50 Dependiendo de las secciones "T" que han de unirse, la unidad 5 de control central puede, gracias al bucle de retroalimentación doble, encontrar la posición óptima de las diversas secciones "T" basándose en los datos reales obtenidos a partir de la pluralidad de sensores 7, en los datos teóricos asociados con las diferentes secciones "T", y de tolerancias aerodinámicas y mecánicas específicas.

55 La unidad 5 de control central, por ejemplo implementada a través de un PLC, permite los movimientos coordinados de cada dispositivo 3 de actuación para obtener una alineación óptima entre las secciones "T".

Dicha pluralidad de sensores 7 comprende al menos un medidor 71 de láser adaptado para medir, con alta resolución y baja incertidumbre, las posiciones y distancias absolutas y relativas de los diversos puntos (A, B, C) clave. Los conceptos esenciales en los que se basa el funcionamiento de dicho medidor 71 de láser no se describirán en detalle en el presente documento puesto que los conoce el experto en la técnica.

60 Cada medidor 71 de láser se monta de manera móvil sobre al menos un carro 72, que desliza sobre al menos una segunda guía 70, preferiblemente dispuesta a lo largo de dicho segundo eje "X". Dicho al menos un carro 72 se acciona mediante un motor, preferiblemente eléctrico (no mostrado), controlado mediante dicha unidad 5 de control central.

65 Dicho medidor 71 de láser también se ajusta con un primer actuador (no mostrado), que está adaptado para mover dicho medidor 71 de láser a lo largo del eje "Z", y que se controla también mediante dicha unidad 5 de control.

Dicho medidor 71 de láser toma de manera continua una pluralidad de mediciones en dichos puntos clave, particularmente en los puntos "A" de referencia y puntos "C" de comprobación. Los datos de tales mediciones tomados de manera continua por el medidor 71 de láser se transmiten, a través de una red 80 de transferencia de datos, a dicha unidad 5 de control central.

5 En la realización mostrada en las figuras 1 y 2, el sistema de unión comprende dos medidores 71 de láser, cuyas segundas guías 70 están dispuestas en paralelo a lo largo del segundo eje "X", entre las cuales hay al menos un dispositivo 3 de actuación adaptado para mover al menos una sección "T". En particular, entre dichas segundas guías 70 hay tres dispositivos 3 de actuación, comprendiendo cada uno tres columnas 31.

10 Dicha pluralidad de sensores 7 comprende sensores de movimiento adaptados para medir los movimientos individuales de cada dispositivo 3 de actuación, particularmente de cada columna 31. Además, dicha pluralidad de sensores 7 comprende sensores electrónicos adaptados para detectar la variación en la potencia absorbida por cada actuador individual de cada columna 31 individual, para detectar la presencia de secciones "T" sobre el dispositivo 3 individual de actuación. Tales sensores también permiten determinar si cada columna 31 individual está ejerciendo por error fuerzas sobre cada sección individual, lo que puede dañar la sección "T" individual o la totalidad del fuselaje.

15 Cada soporte 310 puede comprender, por ejemplo en la zona correspondiente al punto 311 de soporte, al menos una célula de carga adaptada para verificar la presencia de una sección sobre el dispositivo 3 de actuación, y posiblemente para evaluar la distribución de pesos sobre las diversas columnas 31.

20 Dicha pluralidad de sensores 7 comprenden además sensores de temperatura, sensores de presión y sensores de humedad, para tomar una imagen de la situación ambiental mientras se realiza cada unión entre dos o más secciones. Tales datos ambientales, medidos a través de dichos sensores (no mostrados), permiten predecir, y por tanto compensar, cualquier comportamiento físico intrínseco de cada sección "T" dependiente de las condiciones ambientales reales.

25 Dicha unidad 5 de control central se conecta, a través de dicha red 80 de transferencia de datos, a al menos una unidad 8 de almacenamiento de datos, que está adaptada para almacenar, ya sea de manera continua o periódica, los datos a partir de las secciones individuales y a partir de las uniones de las mismas para cada aeronave "V". Además, la unidad 5 de control central envía a dicha unidad 8 de almacenamiento de datos el número de secciones "T" tomadas desde el almacén y el número de aeronaves fabricadas, asociando un código de identificación con cada fuselaje con el fin de garantizar el seguimiento completo de las etapas llevadas a cabo para fabricar la aeronave y los componentes individuales de la misma.

30 Los datos almacenados en dicha al menos una unidad 8 de almacenamiento de datos permite que la unidad 5 de control central recupere los datos referentes a dichos puntos (A,B,C,D) clave para cada sección "T" individual, incluso después de perforar la sección "T" individual o antes de la etapa de compensación, en la que los compensadores se nivelan para colocar correctamente las piezas que comprenden la sección o la propia aeronave.

Preferiblemente, los siguientes datos se almacenan en dicha unidad 8 de almacenamiento de datos:

- 35 • geometría de cada sección "T" individual, particularmente los puntos clave de la misma;
- 40 • geometría del fuselaje después de unir las diversas secciones "T";
- 45 • temperatura, presión y humedad del ambiente;
- 50 • posición de cada punto 311 de soporte en el espacio "XYZ" para cada columna individual;
- cada movimiento realizado por cada columna 31 a lo largo de cada eje de movimiento;
- 55 • sistema (X'Y'Z') de referencia creado a partir de los datos obtenidos a partir de los puntos clave de cada sección individual, para fabricar cada fuselaje.
- historial de las alarmas producidas durante las etapas del método de unión;
- 60 • diagnósticos completos de los dispositivos incluidos en el sistema;
- secuencia y tiempos de ejecución del método de unión;
- posición y movimientos de cada estribo de cada plataforma.

65 Los datos se almacenan usando un método de codificación de compresión apropiado, no mostrado en detalle en el presente documento, con el fin de limitar la ocupación de memoria.

El sistema automatizado de unión según la presente invención comprende además dispositivos electromecánicos para la ejecución de algunas operaciones o etapas para realizar la unión entre dos secciones "T", por ejemplo al menos un brazo robotizado para perforar y escariar los orificios en los que tendrá lugar el remachado sobre las partes a las que se refiere la unión.

El método para unir de manera automática al menos dos partes con el fin de fabricar un chasis, controlado mediante una unidad 5 de control central, comprende las siguientes etapas consecutivas, tal como se muestra a modo de ejemplo en el diagrama de flujo de la figura 4:

- a) colocar una primera parte sobre un primer dispositivo 3 de actuación;
- b) detectar una pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dicha primera parte, y enviar los datos a dicha unidad (5) de control central;
- c) crear un sistema (X'Y'Z') de referencia que comienza a partir de los datos obtenidos en la etapa b), en función de las características de dicha primera parte;
- d) colocar una segunda parte sobre un segundo dispositivo 3' de actuación;
- e) detectar una pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dicha segunda parte, y enviar los datos a dicha unidad 5 de control central;
- f) traducir los datos obtenidos en la etapa e) al sistema (X'Y'Z') de referencia creado en la etapa c);
- g) acercar entre sí dicha primera parte y dicha segunda parte a través de dicho al menos un dispositivo (3, 3') de actuación, mientras se monitoriza de manera continua, a través de dicha pluralidad de sensores (7), la posición relativa de dicha pluralidad de puntos (A, B, C) clave de cada parte, tal como se procesa mediante la unidad (5) de control central;
- h) unir las partes;
- i) repetir las etapas d)-h) para cada parte adicional del chasis.

Preferiblemente, dicho método puede aplicarse para unir al menos dos secciones "T" de un fuselaje de una aeronave "V" llevando a cabo las siguientes etapas consecutivas:

- a) colocar una primera sección "T" sobre un primer dispositivo 3 de actuación;
- b) detectar una pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dicha primera sección "T", y enviar los datos a dicha unidad (5) de control central;
- c) crear un sistema (X'Y'Z') de referencia que comienza a partir de los datos obtenidos en la etapa b), en función de las características de dicha primera sección "T";
- d) colocar una segunda sección "T" de fuselaje sobre un segundo dispositivo 3' de actuación;
- e) detectar una pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dicha segunda sección "T", y enviar los datos a dicha unidad 5 de control central;
- f) traducir los datos obtenidos en la etapa e) al sistema (X'Y'Z') de referencia creado en la etapa c);
- g) acercar entre sí dicha primera sección "T" y dicha segunda sección "T" a través de dicho al menos un dispositivo (3, 3') de actuación, mientras se monitoriza de manera continua, a través de dicha pluralidad de sensores (7), la posición relativa de dicha pluralidad de puntos (A, B, C) clave de cada sección (T, T'), tal como se procesa mediante la unidad (5) de control central;
- h) unir las secciones;
- i) repetir las etapas d)-h) para cada sección "T" adicional del fuselaje.

Preferiblemente, el método según la presente invención comprende además las siguientes etapas:

- mover cada sección individual a una altura predeterminada a lo largo del eje "Z";
- mover el fuselaje montado;

- llevar a cabo una comprobación por parte de un operario.

5 Lo siguiente describirá en detalle cada etapa incluida en el método de la presente invención, que se implementa preferiblemente para fabricar fuselajes de aeronave.

10 Antes de cada etapa de colocar una sección "T" sobre un dispositivo de actuación, hay una etapa de mover la plataforma 62 móvil, en la que dicha plataforma 62 móvil se mueve desde la configuración de trabajo hasta una configuración abierta, permitiendo de ese modo que la sección "T" se mueva hacia el dispositivo 3 de actuación. Una vez que la etapa de colocar se ha completado, se lleva a cabo una etapa de mover adicional, en la que dicha plataforma 62 móvil se mueve desde una configuración abierta hasta una configuración de trabajo.

15 Después de haber ejecutado la etapa a) de colocar una primera sección "T" sobre un primer dispositivo 3 de actuación, y después de la etapa de mover, se lleva a cabo una etapa b) de detectar una pluralidad de puntos (A, B, C) clave. Dicha etapa b) se ejecuta mediante dicha pluralidad de sensores 7, que miden y determinan puntos "A" de referencia, puntos "B" de elevación, y puntos "C" de comprobación tal como se describió anteriormente. Tales datos se envían a dicha unidad 5 de control central. Preferiblemente, dicha unidad 5 de control central envía los datos referentes a los puntos (A, B, C) clave recibidos desde la pluralidad de sensores 7, a través de dicha red 80 de transferencia de datos, a dicha unidad 8 de almacenamiento de datos, en la que los datos se almacenan y se asocian unívocamente con dicha primera sección "T". Los datos referentes a cualquier sección "T", por ejemplo la primera sección "T", pueden tomarse de dicha unidad 8 de almacenamiento de datos en cualquier momento, por ejemplo mediante la unidad 5 de control central o mediante un ordenador remoto conectado a la red 80 de transmisión de datos. Preferiblemente, cada dato contenido en la unidad de almacenamiento de datos puede solicitarse para un procesamiento adicional mediante la unidad 5 de control central.

25 Antes de avanzar con las siguientes etapas del método según la presente invención, los datos asociados con cada sección individual se comparan con los datos teóricos de los dibujos del diseño, que también se ha almacenado, por ejemplo, en la misma unidad 8 de almacenamiento de datos. La unidad 5 de control central verifica si los datos asociados con la sección "T" coinciden con los datos teóricos acerca de las tolerancias de diseño específicas, realizando una última etapa de comprobar cada sección, preferiblemente antes de que la misma sección se coloque en el sistema automatizado de unión según la presente invención.

30 Esta comprobación también puede ser útil para determinar que sección "T" está a punto de entrar en el sistema automatizado de unión, antes de llevar a cabo la etapa de mover anterior, con la finalidad de identificar el dispositivo 3 de actuación con el que debe asociarse, y para determinar y organizar el manejo de dicha sección "T" con el fin de colocarla en el interior del sistema.

35 En la siguiente etapa c) de crear un sistema (X'Y'Z') de referencia, dicho sistema de referencia puede ser absoluto con respecto al espacio (XYZ) en el que está ubicado el sistema de montaje automatizado, así como relativo con respecto a dicha primera sección "T", ya colocada de manera apropiada en el sistema de unión según la presente invención.

40 Se determinará el sistema (X'Y'Z') de referencia en función del número de columnas 31 incluidas en el dispositivo 3 de actuación asociado con dicha primera sección. En el caso específico con tres columnas 31, el sistema (X'Y'Z') de referencia se definirá mediante nueve coordenadas espaciales, es decir tres por columna 31. Una vez que se ha identificado dicho sistema (X'Y'Z') de referencia, será imposible modificar dicho sistema de referencia hasta que se hayan completado las etapas del método según la presente invención, en particular hasta que se hayan unido las secciones y se haya montado la totalidad del fuselaje. Determinar un sistema (X'Y'Z') de referencia es útil para simplificar el procesamiento que debe llevarse a cabo mediante la unidad 5 de control central con el fin de emitir instrucciones de manejo correctos a los dispositivos 3 de actuación individuales.

45 Después de la etapa c) y antes de la etapa d), hay preferiblemente una etapa adicional de mover la sección "T" a una altura predeterminada "Z".

50 Posteriormente, en la etapa d), se coloca una segunda sección "T" sobre un segundo dispositivo 3' de actuación, cuya etapa es sustancialmente similar a la etapa a) mencionada anteriormente. En particular, incluirá las etapas de mover la plataforma móvil.

55 La etapa d) va seguida de una etapa de detección e). Esta etapa de detección e) es sustancialmente similar a la etapa b) descrita anteriormente, y por tanto no se describirá adicionalmente.

60 Los datos obtenidos en dicha etapa e) se usan en la siguiente etapa f) de traducir los datos obtenidos a un sistema (X'Y'Z') de referencia. Durante esta etapa, los datos referentes a dicha segunda sección "T" se procesan de tal manera para expresarse con respecto a un sistema (X'Y'Z') de referencia, con la finalidad de conformar los datos de cada sección individual para dicho sistema de referencia.

65

Preferiblemente, dicha etapa f) va seguida de una etapa adicional de mover la sección "T" a una altura predeterminada "Z".

Entonces, se lleva a cabo una etapa adicional f1) de primera alineación, en la que dicha segunda sección "T" se mueve, a través del dispositivo 3' de actuación respectivo, de una manera tal que dichos puntos clave (A, 3B, C) de la segunda sección "T" se alinean sustancialmente con los puntos clave correspondientes de la primera sección "T" con respecto al sistema (X'Y'Z') de referencia. Para las finalidades de la presente invención, la expresión "sustancialmente alineado" significa que los puntos clave útiles para unir las dos secciones están alineados, dentro de los límites de tolerancias permisibles, a lo largo de ejes paralelos a un eje del sistema (X'Y'Z') de referencia.

Dicha alineación es gracias a la pluralidad de columnas 31 de cada dispositivo de actuación, en particular gracias al soporte 310 o brazo y al punto 311 de soporte, que permite mover cada sección individual con al menos tres grados de libertad de una manera automática, coordinada y sincronizada. Además, dicha alineación se hace posible mediante la detección continua realizada mediante la pluralidad de sensores 7 sobre las secciones individuales. Dicha etapa f1) de primera alineación se controla y gestiona de manera solidaria mediante la unidad 5 de control central, que implementa un algoritmo, almacenado en un medio de memoria no volátil, que, basándose en los datos obtenidos a partir de los puntos clave medidos de manera continua mediante dicha pluralidad de sensores 7, determina la corrección que ha de hacerse a la posición de la sección con el fin de lograr una mejor alineación, dentro de los límites de las tolerancias permisibles. Por tanto, los datos procesados se transforman en instrucciones para los dispositivos de actuación individuales.

Esto conduce a la etapa g) de acercar entre sí las secciones por medio de dichos dispositivos 3 de actuación, tal como se muestra en la figura 5A, en particular a través de columnas 31, que pueden moverse de una manera coordinada y sincronizada a lo largo de dicho segundo eje "X" sobre dichas primeras guías 30. Durante esta etapa de mover, se lleva a cabo de manera continua y simultánea una etapa de detección, que permite que la unidad 5 de control envíe instrucciones apropiadas a los dispositivos de actuación individuales dependiendo de los datos procesados por dicho algoritmo. Preferiblemente, dicho algoritmo implementa una solución con aproximaciones sucesivas para determinar la alineación óptima entre las secciones. Dicho algoritmo también comprende funciones de cálculo que deben tener en cuenta de manera apropiada las expansiones térmicas, torsiones, etc. a las que puede estar sometida cada sección individual durante las etapas de mover y debido a las condiciones físicas, tales como humedad, temperatura, etc., del sitio donde se está llevando a cabo el proceso de unión.

La etapa de alineación g) va seguida por la etapa de unión h), ilustrada en la figura 5B. Durante esta etapa de unión h), se unen entre sí dos o más secciones "T".

Se ejecutan etapas adicionales después de la etapa h), durante las cuales se llevan a cabo por parte de personal humano las siguientes operaciones consecutivas:

- perforar ambas secciones;
- escariar los orificios;
- remachar las secciones.

Estas operaciones, que siguen preferiblemente a la etapa de unión h), pueden llevarse a cabo o bien de forma manual por parte de un operario o de manera automática, ya sea total o parcialmente, por medio de, por ejemplo, dispositivos electromecánicos controlados por dicha unidad 5 de control central.

Dependiendo de los datos procesados por dicho algoritmo, la unidad 5 de control enviará instrucciones de manejo a cada columna individual para corregir cualquier error de alineación.

Los datos procesados por el algoritmo y las acciones resultantes llevadas a cabo sobre las secciones individuales se almacenan de manera adecuada en dicha unidad 8 de almacenamiento de datos. Dichos datos almacenados pueden permitir que la unidad 5 de control, a través de un proceso de aprendizaje de máquina que se llevará a cabo después de que las etapas b) y e) se hayan completado para cada sección, determinar si, en el historial de las uniones realizadas por el sistema automatizado de unión, contenido en la unidad de almacenamiento de datos, ya se han unido dos secciones sustancialmente similar a aquellas actualmente sometidas a examen usar tal información para manejar correctamente cada sección individual. Dicho proceso de aprendizaje de máquina puede permitir acelerar el proceso de producción de aeronaves, evitando la necesidad de volver a calcular cada vez la mejor alineación por medio de dicho algoritmo. Preferiblemente, se realizan comprobaciones complementarias con el fin de realizar una comprobación de calidad adicional en cada unión individual. En particular, dichas comprobaciones se llevan a cabo por parte de personal humano mediante la unidad 5 de control con el fin de verificar si los datos obtenidos a partir de la unidad 8 de almacenamiento de datos acerca de las uniones realizadas anteriormente pueden aplicarse realmente, etapa a etapa, para realizar la unión actual.

Este proceso permite hacer que el método de montaje pueda repetirse altamente con resultados óptimos, mientras

que al mismo tiempo se garantizan tiempos de producción de fuselajes reducidos.

5 El manejo de la sección "T" individual puede o bien sincronizarse con las otras secciones "T" o bien ser independiente de las mismas, dependiendo de requisitos específicos y de la etapa del método que se está ejecutando. Por ejemplo, puede moverse una sección "T" dada independientemente de las secciones restantes con el fin de permitir que el operario verifique algunos parámetros de construcción de tal sección individual, si es necesario.

10 En una realización alternativa, por medio de sistemas adecuados para transferir datos, por ejemplo de tiempo multiplexado, desde los sensores, desde los dispositivos 3 de actuación, y desde/hasta la unidad 5 de control central, el método según la presente invención permite ejecutar las etapas f1)-h) en paralelo para unir múltiples secciones "T" de manera sustancialmente simultánea.

15 Para las finalidades de la presente invención, la expresión "uniones sustancialmente simultáneas" significa que las etapas f1)-h), gracias a la velocidad de computación y procesamiento de la unidad 5 de control y a la alta velocidad de transferencia de datos, modulándose los datos de manera apropiada, pueden ejecutarse en paralelo para unir múltiples secciones, cíclicamente con el paso del tiempo.

20 Preferiblemente, cada sección "T" se coloca a una altura tal que permite que un operario, desde la al menos una plataforma 6, alcance cada punto de la sección de fuselaje a través de dichos estribos 60.

Tras cada etapa de mover una o más secciones "T", hay al menos una etapa de detectar una pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dicha primera parte, que se envían a dicha unidad 5 de control central.

25 La secuencia de etapas d)-g) se lleva a cabo para cada sección "T" adicional que ha de conectarse a las secciones ya montadas con el fin de fabricar el fuselaje completo, tal como se muestra en la figura 6.

Después de que todas las secciones "T" se hayan unido, hay una etapa adicional de mover el fuselaje montado.

30 Entonces, se lleva a cabo una etapa de comprobación final por parte de un operario, con el fin de verificar los resultados obtenidos. Si la unión entre las secciones coincide completamente con las especificaciones de diseño y dentro de las tolerancias asignadas a un fuselaje individual, se asignará un código de identificación, también asociado con los puntos clave, de modo que pueden seguirse todas las fases de producción de la aeronave.

35 Preferiblemente, el cambio de una etapa del método anterior a la siguiente se produce solo tras la autorización por parte del operario a cargo, que puede, al final de cada etapa, si es necesario, verificar los datos obtenidos y comprobar el progreso del método. Después de que un sistema entre en fase de rodaje, en la que todos los datos necesarios están almacenados en la unidad de almacenamiento de datos, gracias al proceso de aprendizaje de máquina puede ser posible automatizar totalmente el método de unión permitiendo que la unidad 5 de control cambie de una etapa de sistema a otra sin esperar a la autorización del operario.

40 El sistema, y por tanto el método asociado, solo requiere un operario para supervisarlos con el fin de monitorizar la implementación del método, permitiendo que las etapas del método avancen sin tener que verificar los datos obtenidos a partir del propio sistema, e interviniendo solo en el caso de grandes errores o problemas técnicos provocados por fallos humanos.

45 El sistema automatizado de unión y el método asociado pueden aplicarse para unir partes de cualquier chasis, ya sea en la industria de la aviación, tal como se describe en el presente documento, o en la industria naval, para fabricar barcos, o para realizar dispositivos de cualquier tipo, potenciando por tanto considerablemente la velocidad de producción y la repetibilidad del proceso de unión.

50 La presencia de un único dispositivo 5 de control central permite coordinar innumerables dispositivos con el fin de obtener un proceso automatizado, reduciendo por tanto la incertidumbre de montaje debido al componente humano.

55 **Números de referencia**

2 Andamio o base

3 Dispositivo de actuación

60 30 Primeras guías

31 Columna

65 31' Columna exterior

	31" Tercera columna
	310 Soporte o brazo
5	311 Punto de soporte o hemisferio
	312 Elemento de retención
	5 Unidad de control central
10	7 Pluralidad de sensores
	70 Segundas guías
15	71 Medidor de láser
	72 Carro
	6 Plataforma
20	60 Estribos
	61 Plataforma fija
25	611 Estación de control
	62 Plataforma móvil
	8 Unidad de almacenamiento de datos
30	80 Red de transferencia de datos
	T Secciones
35	V Aeronave
	(A, B, C) Puntos clave
	A Puntos de referencia
40	B Puntos de elevación
	C Puntos de comprobación
45	D Punto
	XYZ Espacio
	Y Primer eje
50	X Segundo eje
	Z Eje vertical
55	X'Y'Z' Sistema de referencia

REIVINDICACIONES

1. Sistema automatizado sistema para unir al menos dos partes de un chasis, que comprende;
- 5 • al menos un dispositivo (3) de actuación adaptado para mover al menos una parte en el espacio (XYZ) con tres grados de libertad;
- una unidad (5) de control central para controlar cada dispositivo (3) de actuación en función de una pluralidad de datos obtenidos a través de una pluralidad de sensores (7);
- 10 dicha pluralidad de sensores (7) pueden determinar de manera continua, en cada parte de chasis, una pluralidad de puntos (A, B, C) clave que son unívocos para cada parte;
- dicha unidad (5) de control central, dependiendo de los datos obtenidos a partir de dicha pluralidad de sensores (7), activa dicho al menos un dispositivo (3) de actuación con el fin de acercar y conectar dichas al menos dos partes, mientras monitoriza, a través de dicha pluralidad de sensores (7), la posición relativa entre dicha pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dichas partes y la posición absoluta de dichas partes en el espacio (XYZ);
- 15 dicho sistema está adaptado para unir al menos dos secciones (T) de un fuselaje de una aeronave (V);
- cada dispositivo (3) de actuación comprende al menos una columna (31) para soportar y mover al menos una sección (T), que comprende al menos un soporte o brazo (310) para mover dicha sección (T) con tres grados de libertad;
- 25 dicha al menos una columna (31) puede extenderse, de manera automática, a lo largo de un eje (Z) vertical y puede moverse sobre unas primeras guías (30) adaptadas a lo largo de un segundo eje (X), perpendicular a dicho eje (Z) vertical;
- dicha pluralidad de sensores (7) comprenden al menos un medidor (71) de láser para medir la posición de los diversos puntos (A, B, C) clave y las distancias absolutas y relativas de los mismos puntos (A, B, C) clave.
- 30 caracterizado porque cada medidor (71) de láser puede moverse, estando asociado con al menos un carro (72) que desliza sobre al menos una segunda guía (70) dispuesta a lo largo de un segundo eje (X).
- 35 2. Sistema según la reivindicación 1, en el que dichos puntos clave se dividen en:
- puntos (A) de referencia, que representan puntos de referencia de sección para la alineación relativa entre las diversas secciones (T);
- 40 - puntos (B) de elevación, en los que un andamio o base (2) se fija firmemente a la sección (T);
- puntos (C) de comprobación, que identifican la posición correcta de la sección (T) para el proceso de unión.
- 45 3. Sistema según la reivindicación 1, en el que dicha unidad (5) de control central realiza un control continuo con un bucle de retroalimentación doble y, a través de una red (80) de transferencia de datos, puede controlar dicha pluralidad de sensores (7) y dicho al menos un dispositivo (3) de actuación.
- 50 4. Sistema según la reivindicación 3, en el que dicha unidad (5) de control central está conectada, a través de dicha red (80) de transferencia de datos, a una unidad (8) de almacenamiento de datos, para almacenar los datos obtenidos durante las etapas de unir las diversas partes que componen el chasis.
- 55 5. Método para unir de manera automática al menos dos partes con el fin de fabricar un chasis, usando un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1-4 para implementar dicho método, comprendiendo el método las siguientes etapas consecutivas:
- a) colocar una primera parte sobre un primer dispositivo (3) de actuación;
- 60 b) detectar una pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dicha primera parte, y enviar los datos a dicha unidad (5) de control central;
- c) crear un sistema (X'Y'Z') de referencia que comienza a partir de los datos obtenidos en la etapa b), en función de las características de dicha primera parte;
- 65

- 5
- d) colocar una segunda parte sobre un segundo dispositivo (3') de actuación;
- e) detectar una pluralidad de puntos (A, B, C) clave de dicha segunda parte, y enviar los datos a dicha unidad (5) de control central;
- 10
- f) traducir los datos obtenidos en la etapa e) al sistema (X'Y'Z') de referencia creado en la etapa c);
- g) acercar entre sí dicha primera parte y dicha segunda parte a través de dicho al menos un dispositivo (3, 3') de actuación, mientras se monitoriza de manera continua, a través de dicha pluralidad de sensores (7), la posición relativa de dicha pluralidad de puntos (A, B, C) clave de cada parte, tal como se procesa mediante la unidad (5) de control central;
- 15
- h) unir las partes;
- i) repetir las etapas d)-h) para cada parte adicional del chasis.
6. Método según la reivindicación 5, que comprende además las etapas de:
- 20
- mover cada una de las partes a una altura predeterminada a lo largo de un eje "Z" vertical:
 - mover el chasis montado;
 - llevar a cabo una comprobación final por parte de un operario.
- 25
7. Método según la reivindicación 5, que comprende una etapa de almacenamiento de datos, en el que los datos referentes a al menos una parte de chasis se almacenan en una unidad (8) de almacenamiento de datos.
- 30

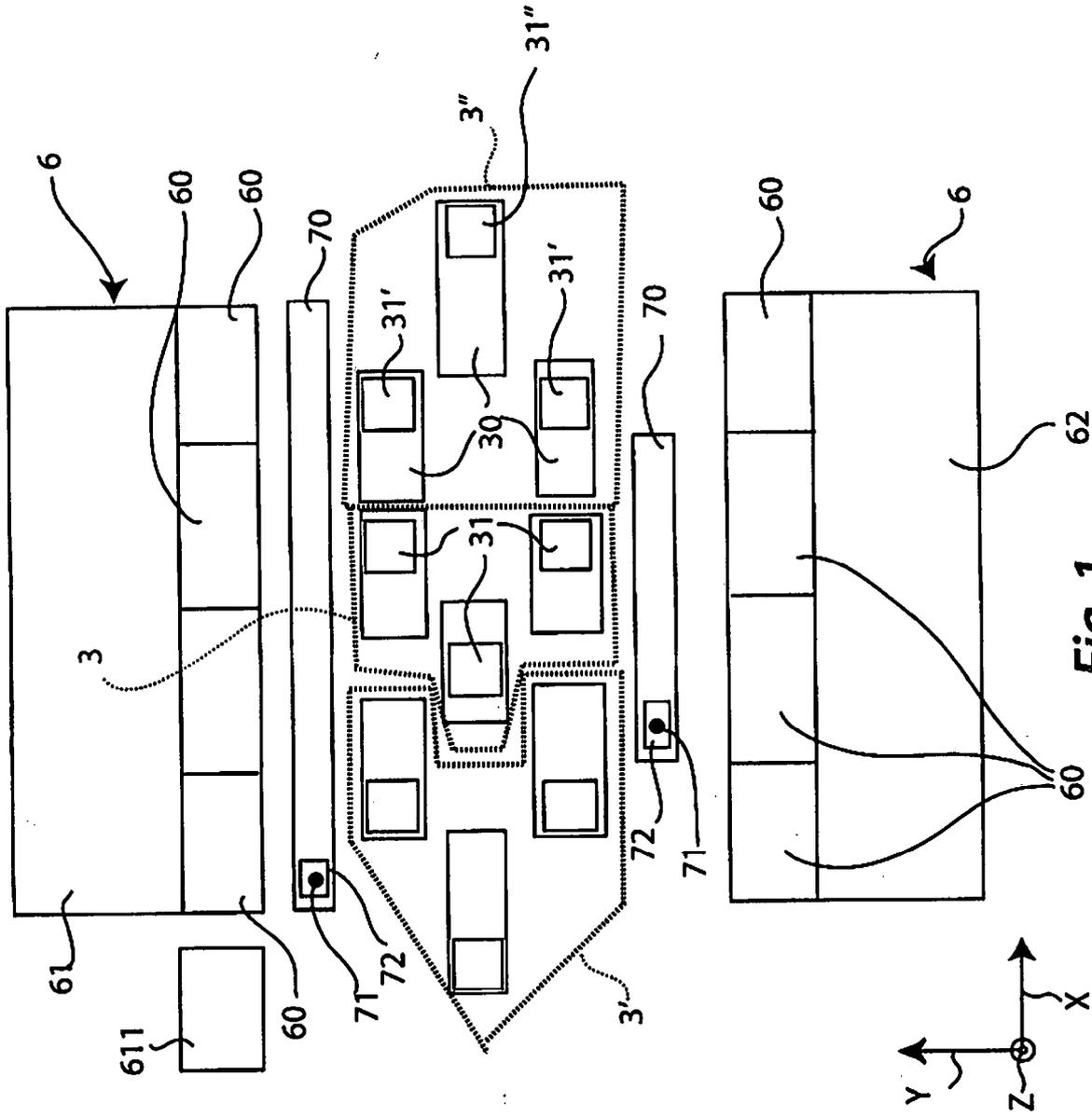


Fig. 1

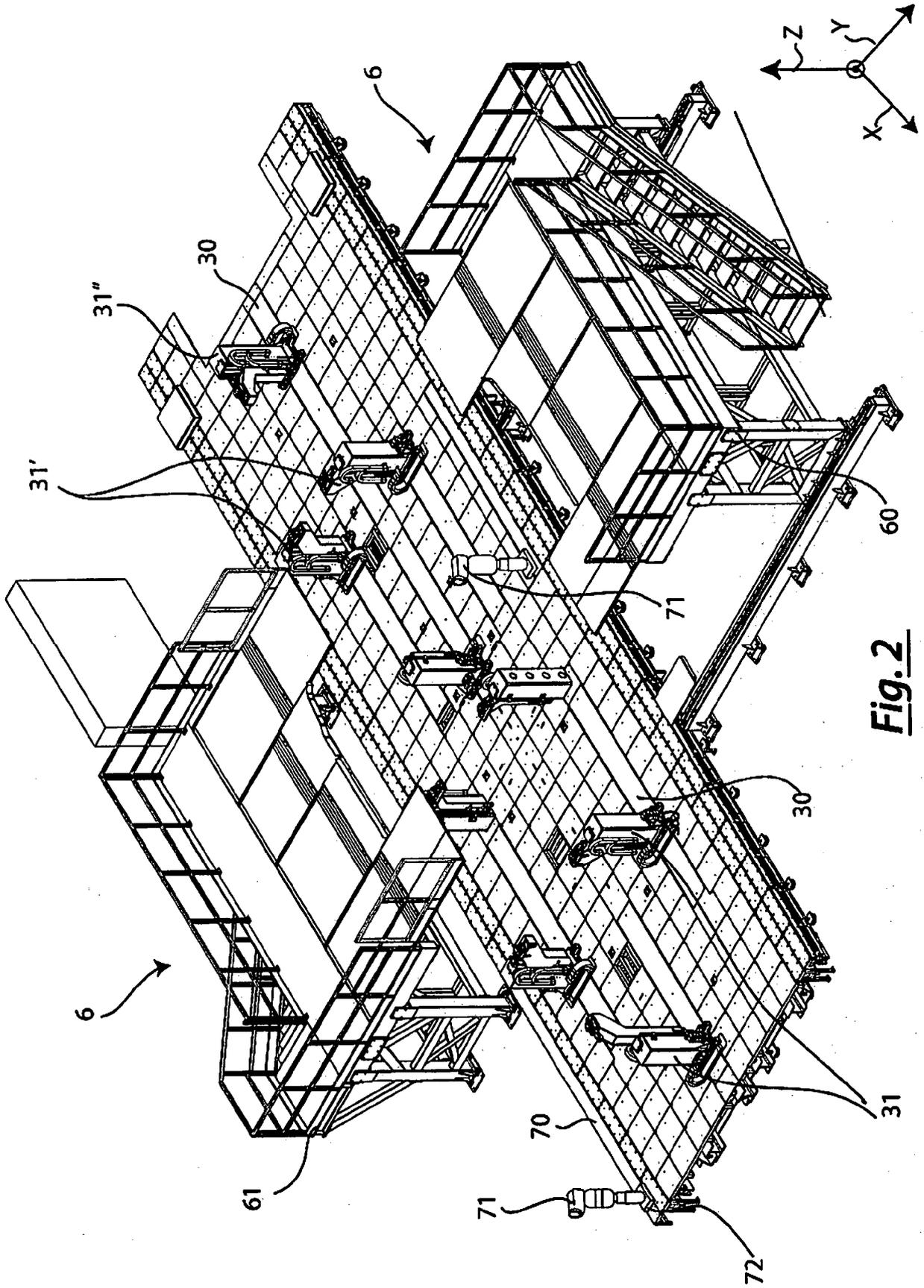
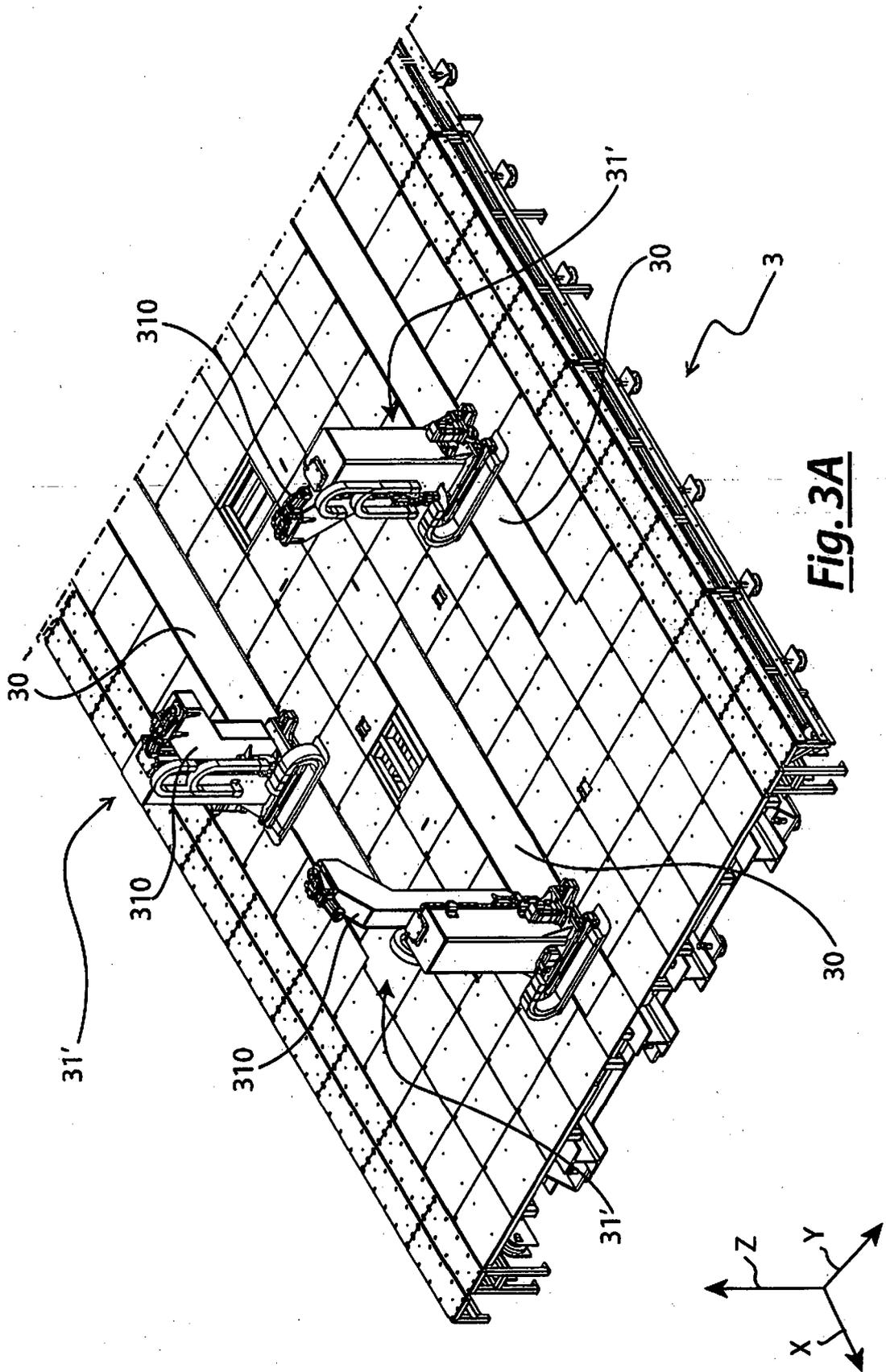


Fig. 2



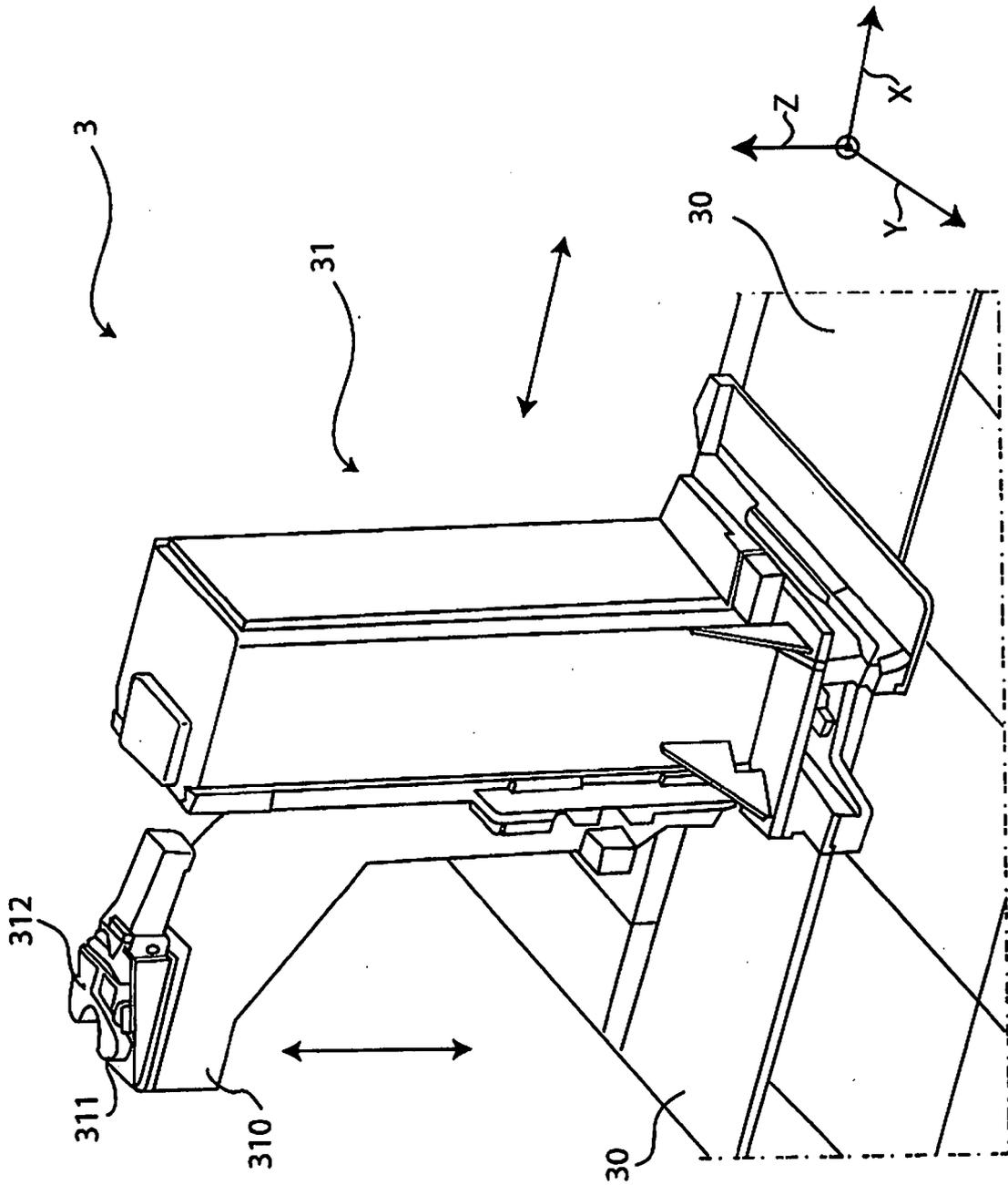


Fig. 3B

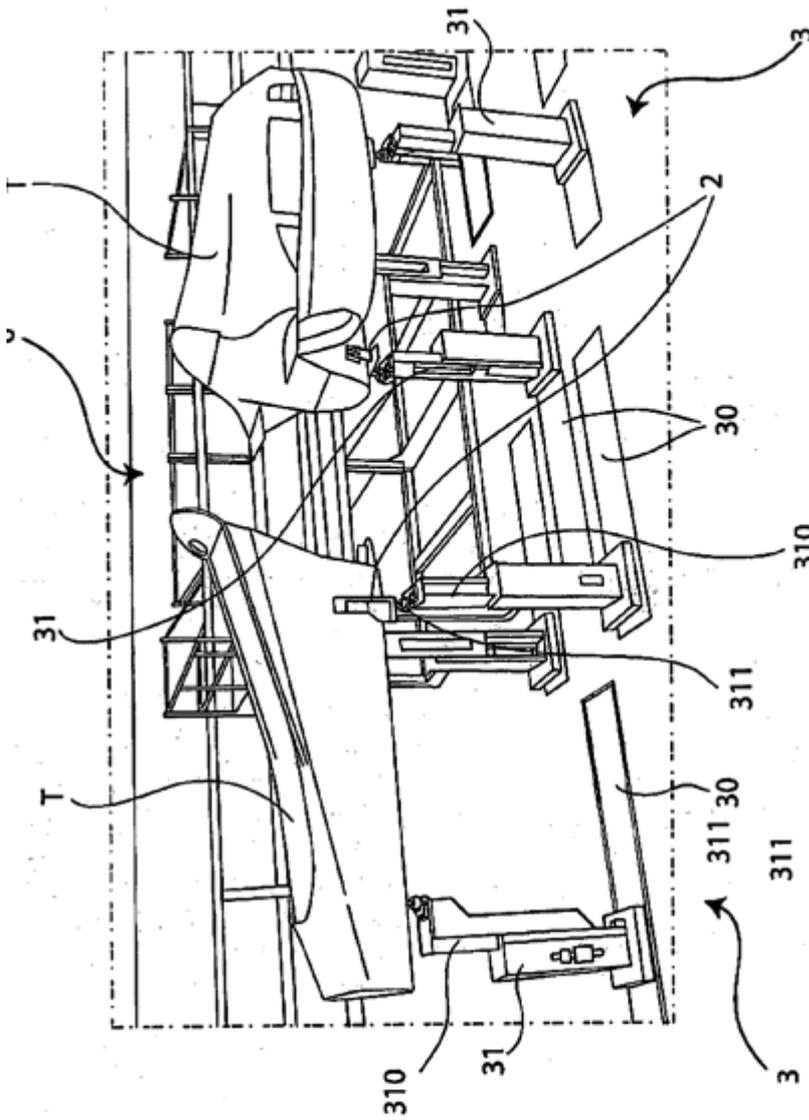


Fig. 5A

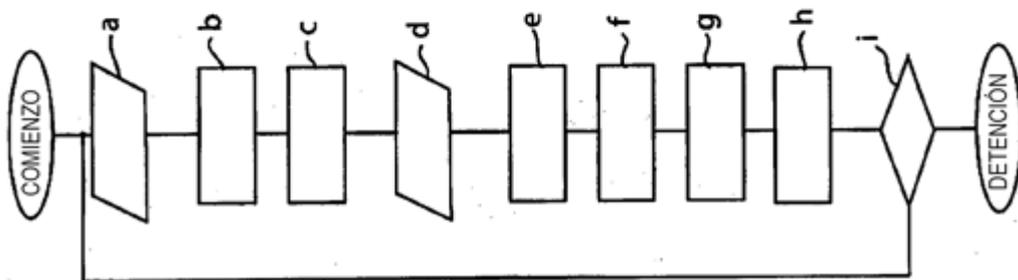


Fig. 4

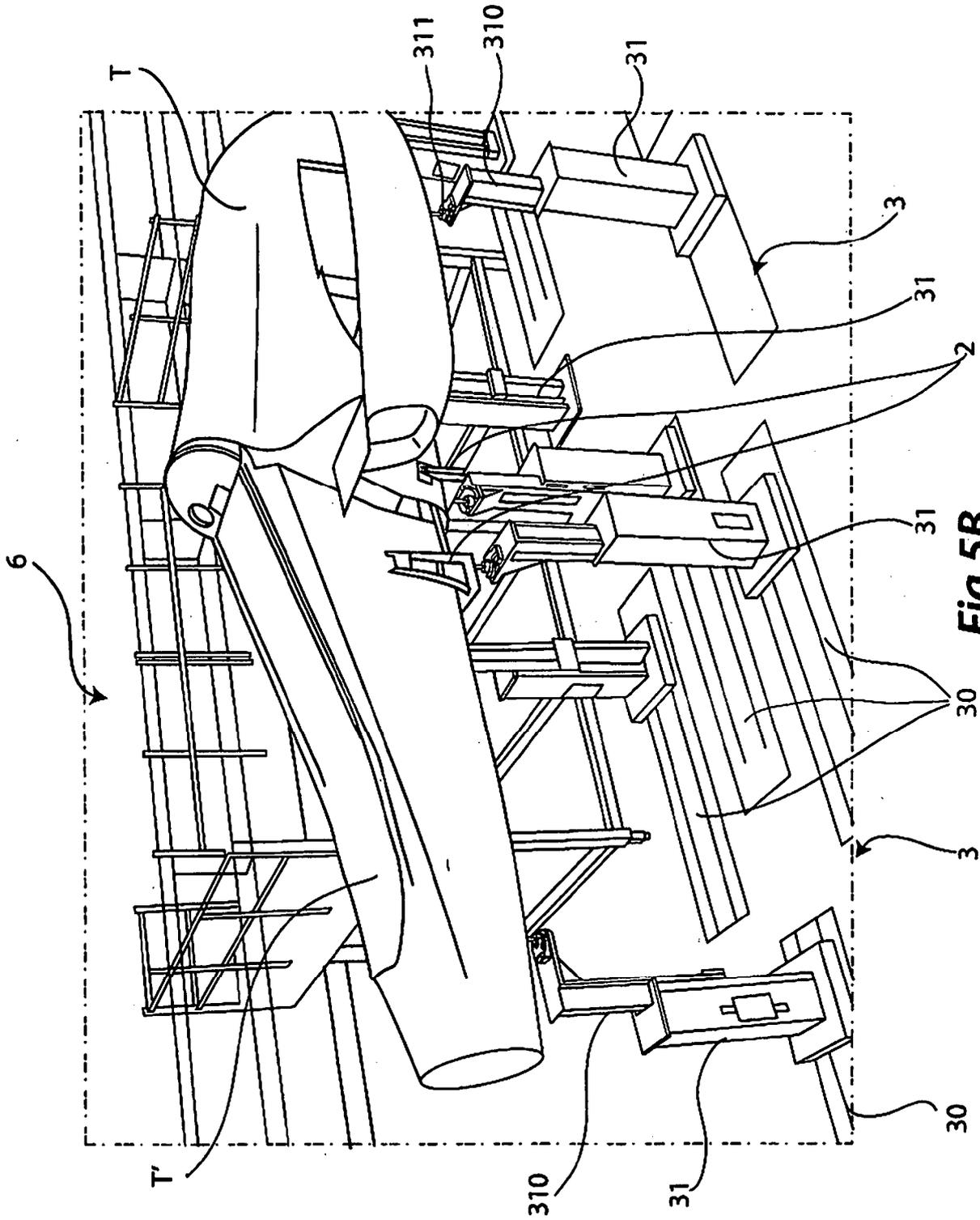


Fig. 5B

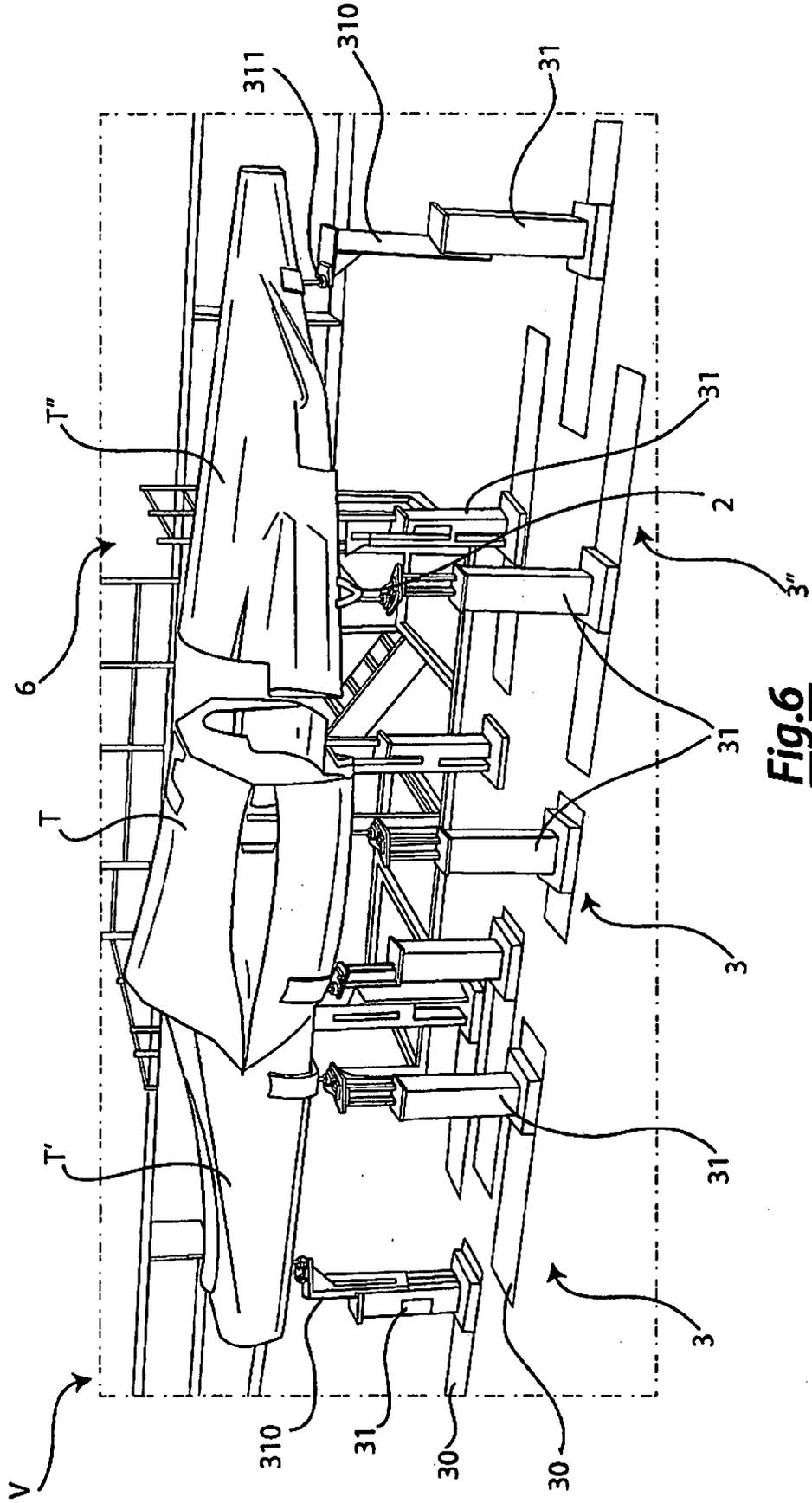


Fig. 6

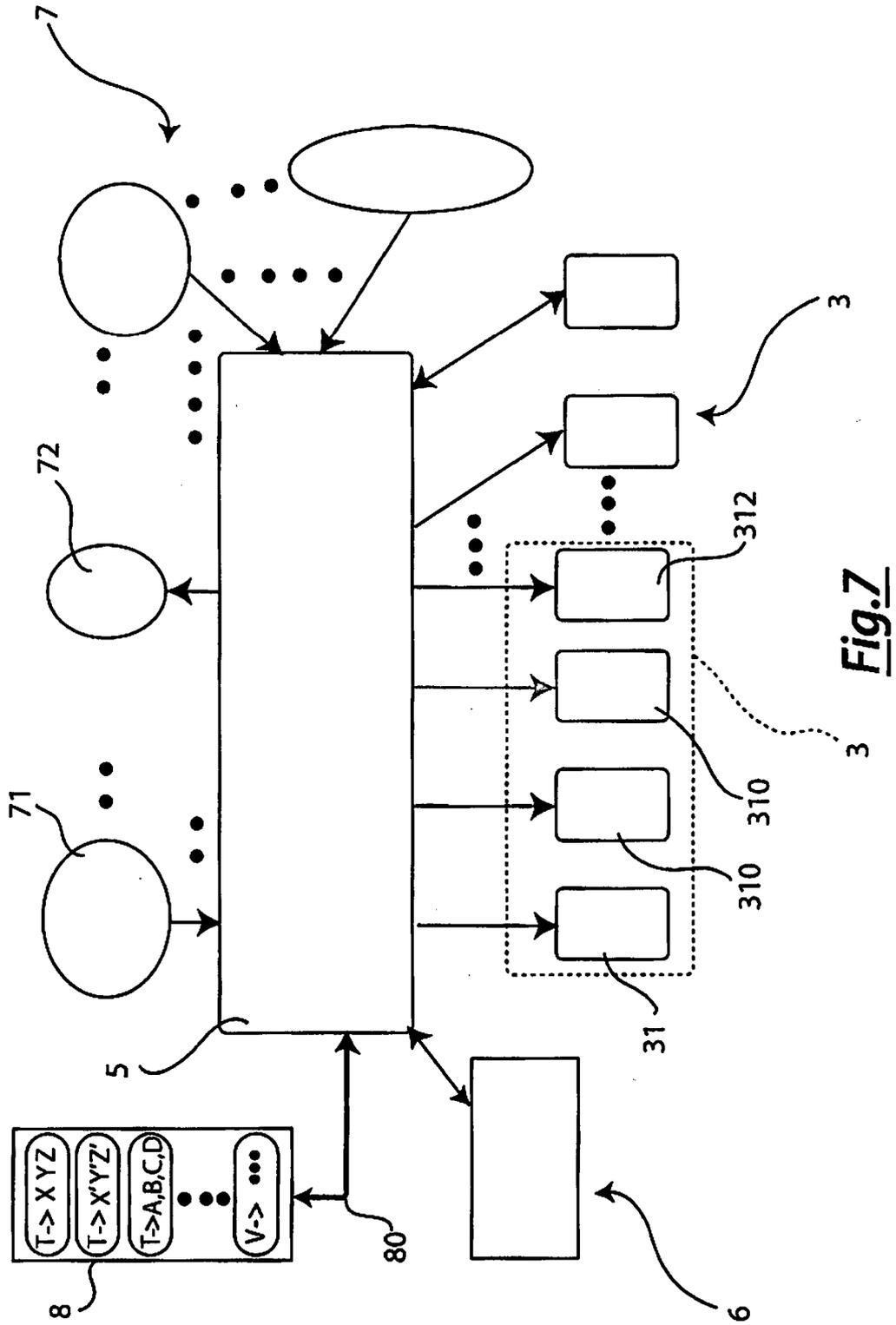


Fig. 7