

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 271**

21 Número de solicitud: 202030572

51 Int. Cl.:

A61B 10/00 (2006.01)

A61B 34/32 (2006.01)

A61B 90/00 (2006.01)

B25J 9/06 (2006.01)

G05B 19/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

11.06.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.12.2021

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ (100.0%)
AVDA. DE LA UNIVERSIDAD S/N
03202 ELCHE (Alicante) ES**

72 Inventor/es:

**GARCÍA ARACIL, Nicolás Manuel;
BLANCO IVORRA, Andrea;
CATALÁN ORTS, José María;
DÍEZ POMARES, Jorge Antonio;
BERTOMEU MOTOS, Arturo;
EZQUERRO GARCÍA, Santiago;
MARTÍNEZ PASCUAL, David;
GARCÍA PÉREZ, José Vicente y
ALVAREZ PASTOR, Jesús**

74 Agente/Representante:

LÓPEZ SÁNCHEZ , Maria Jose

54 Título: **SISTEMA AUTOMÁTICO DE TOMA Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS POR FROTIS NASOFARÍNGEO Y/O OROFARÍNGEO**

57 Resumen:

Sistema automático de toma y almacenamiento de muestras por frotis nasofaríngeo y/o orofaríngeo.

La presente invención describe un sistema robotizado de toma de muestras biológicas del tracto respiratorio superior preferiblemente por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y su almacenamiento en condiciones ambientales idóneas para que sean objeto de un diagnóstico microbiológico posterior. Dicho sistema objeto de la presente invención está formado por 6 subsistemas: subsistema robótico encargado de recoger los hisopos, tomar las muestras por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y almacenar los hisopos una vez tomadas las muestras; subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos; subsistema de desinfección por nebulizado; subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto; subsistemas de identificación e interacción con el sujeto y los sistemas de procesamiento y control.

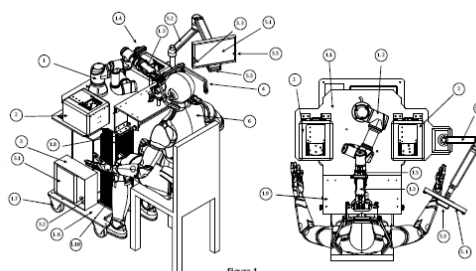


Figura 1

DESCRIPCIÓN

SISTEMA AUTOMÁTICO DE TOMA Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS POR FROTIS NASOFARINGEO Y/O OROFARINGEO

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se puede encuadrar en el sector clínico y/o médico de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio superior preferiblemente por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y su almacenamiento en condiciones ambientales idóneas para que sean objeto de un diagnóstico microbiológico posterior.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 Cada vez más la robótica y la automatización se está aplicando al sector médico y/o clínico y en los próximos años veremos un aumento cada vez mayor en el número de aplicaciones dentro de este sector. En la mayoría de los casos, la mayor dificultad de la aplicación de los robots en entornos médicos y/o clínicos es su interacción segura y directa con el paciente o el sujeto de exploración. Podemos encontrar actualmente, distintos robots disponibles comercialmente o en investigación para llevar a cabo diversas tareas: robots quirúrgicos, robots para llevar a cabo terapias de rehabilitación, robot para asistencia a personas con distintos niveles de discapacidad, robots para realizar pruebas médicas, robots para el tratamiento de alguna patología, etc.

La presente invención estaría encuadrada dentro de los robots médicos que realizan pruebas médicas o llevan a cabo toma de muestras para su posterior análisis por los servicios correspondientes de los hospitales. En concreto, robots médicos que estén relacionados con el tracto respiratorio o las cavidades oral y nasal no se pueden encontrar muchos ejemplos. Cabe destacar, el dispositivo descrito en la patente CN105877846A en la que se presenta un sistema de robótico para el diagnóstico y tratamiento oral. El sistema está compuesto por distintos componentes entre los que destaca un robot para llevar a cabo ciertos tratamientos dentales, principalmente quirúrgicos, controlado en todo momento por el cirujano maxilofacial o el médico estomatólogo. Cabe destacar, el dispositivo descrito en la patente KR101184980B1 donde se describe un robot endoscópico utilizado en una cirugía sinusal, y más particularmente, a un robot endoscópico que puede cambiarse libremente y fijarse en

la posición y dirección de la unidad de endoscopio. El endoscopio es insertado por la cavidad nasal del sujeto para examinar órganos como el estómago, los intestinos y los pulmones.

En cuanto a la toma de muestras nasofaríngeas, cabe destacar la patente WO 2015/048883 donde se describen métodos y dispositivos para la detección del carcinoma nasofaríngeo. En la patente se proponen distintos dispositivos manuales para obtener una muestra de biopsia. En la patente WO2013158978A1, se describen sistemas y métodos para controlar la posición y pose de robots continuos de múltiples segmentos. Más específicamente, la invención presentada en la patente se refiere a sistemas y métodos de inserción de un robot continuo en una cavidad de tamaño, dimensiones y estructura desconocidos. Se proporciona como ejemplo de aplicación la inserción del robot en el conducto nasal de una cabeza humana cuyo objetivo es alcanzar los senos superiores por los conductos nasales, cuyas dimensiones y tamaños son desconocidos. Cabe destacar la invención presentada en la patente CN1730245A donde se describe un robot quirúrgico para cirugía o microcirugía laríngea.

Por otra parte, se pueden encontrar diferentes aproximaciones protegidas por patentes o modelos de utilidad para la fabricación automática de kit de hisopos. Por ejemplo, la patente CN203186606U describe una máquina de inserción de hisopos en tubos para su posterior comercialización como kits de toma de muestras. En la patente CN110723343A se describe una máquina automática de empaquetado de hisopos.

Por tanto, no existe ninguna patente que proteja un sistema robotizado de toma de muestras biológicas del tracto respiratorio superior preferiblemente por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y su almacenamiento en condiciones ambientales idóneas para que sean objeto de un diagnóstico microbiológico posterior.

EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

La presente invención describe un sistema robotizado de toma de muestras biológicas del tracto respiratorio superior preferiblemente por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y su almacenamiento en condiciones ambientales idóneas para que sean objeto de un diagnóstico microbiológico posterior. Dicho sistema objeto de la presente invención está formado por 6 subsistemas, ilustrados en la figura 1 y 5: subsistema robótico encargado de recoger los hisopos, tomar las muestras por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y almacenar los hisopos una vez tomadas las muestras (1), subsistema de

- suministro y almacenamiento de hisopos (2), subsistema de desinfección por nebulizado (3), subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4), subsistemas de identificación e interacción con el sujeto (5) y los sistemas de procesamiento y control (8). El subsistema robótico encargado de recoger los hisopos (1) dispone una cámara o cámaras (1.4) ubicada/s en el extremo del sistema robótico (1.2), localiza la posición y orientación de la cabeza del paciente y ajusta la altura del sistema mediante la columna motorizada (1.10). El sujeto puede regular unos pocos centímetros la altura de forma manual mediante la columna motorizada (1.10) acercando sus manos a los sensores sin contacto (5.5).
- 10 El subsistema de identificación e interacción con el sujeto dispone de un monitor (5.1) para dar instrucciones audiovisuales al sujeto que puede ser regulado mediante el soporte regulable (5.2) para que este en el campo de visión del sujeto. y un lector de tarjetas de identificación (5.3) para identificar al sujeto y tener acceso a sus las preinscripciones de toma de muestras.
- 15 El subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4) se encuentra fijado a la base superior de sujeción de los susbsistemas (1.1) mediante la base del sistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4.7). Este subsistema es capaz de regular de forma automática la altura del soporte ergonómico para la colocación de la parte frontal de la cabeza del sujeto (4.2) mediante los motores lineales (4.12) y las guías (4.11) y la
- 20 información de puntos característicos de la cara del sujeto y sus dimensiones evaluadas a través de la información captada por la cámara o cámaras (1.4) ubicada/s en el extremo del sistema robótico (1.2). Además, el subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4) dispone de una base ergonómica para colocación de la barbilla del sujeto (4.1) que dispone de un sensor de presencia (4.3). El subsistema de sujeción
- 25 dispone de dos elementos de sujeción de la cabeza del sujeto por la zona parietal y/u occipital (4.8) que se accionan mediante el accionamiento de sus respectivos motores (4.9) hasta que los sensores de presión (4.10) alcancen la presión deseada sobre la cabeza del sujeto. El subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4) puede modificar su inclinación mediante la activación del motor lineal (4.4) que está unido al
- 30 soporte de fijación (4.5) por un lado y por otra a la base de sujeción de colocación de la barbilla del sujeto mediante una unión rotacional (4.6) y el soporte (4.13) con articulación rotacional (4.14) de la base del sistema de sujeción de la cabeza del sujeto. El subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos (2), dispone de uno o varios contenedores de hisopos rotativos fijados a través de la base de sujeción (2.2) a la
- 35 base superior de sujeción de los susbsistemas (1.1). El contenedor de hisopos rotativo

(2.6) dispone de un número variable de hisopos con tubo contenedor (2.7) y un motor (2.8) que a través de un acoplamiento de eje hace girar al contenedor hasta alcanzar la posición de suministro o almacenamiento del hisopo que se encuentra alineada con la compuerta corredera (2.5) situada sobre la carcasa abatible (2.1). La compuerta corredera (2.5) se abre y cierra deslizándose a través de dos guías (2.13) mediante el accionamiento del motor (2.14) y la transmisión piñón-cremallera (2.12). Además, la compuerta corredera (2.5) dispone de dos finales de carrera que indican cuando está completamente abierta (2.11) o cerrada (2.10). En la posición de suministro o almacenamiento del hisopo, se dispone de dos lectores de etiquetas (2.15) que identifican el hisopo y tubo contenedor leyendo la información codificada y asociándola a la identificación del sujeto. Una vez el contenedor de hisopos está totalmente lleno de muestras, se puede sustituir manual o automáticamente mediante el sistema robótico abriendo la carcasa abatible (2.1) que dispone de bisagras (2.3) de apertura manuales o automáticas. La carcasa abatible dispone de sensores para indicar el cierre o apertura completa de la carcasa (2.16) y (2.17). En la posición de suministro o almacenamiento del hisopo, se dispone por la parte interior de la carcasa de emisores de luz ultravioleta (2.18) para la desinfección de la pinza o sistema de sujeción del hisopo (1.3) una vez almacenado el hisopo.

El subsistema de desinfección y nebulizado (3) será utilizado entre sujetos y está formado por un depósito de líquido virucida o biocida (3.1), una bomba (3.2) y un conjunto de tubos y nebulizadores estratégicamente distribuidos para asegurar la desinfección de las partes sensibles del sistema entre sujetos (3.3).

En el caso de que se trate de una toma de muestras por frotis orofaríngeo, el subsistema de sujeción de la cabeza (4) permanece en su posición vertical y se le solicita al sujeto que abra la boca y la mantenga así hasta que finalice la toma de muestras por parte del sistema robótico (1.2) mediante instrucciones audiovisuales. La toma de muestras por frotis orofaríngeo se realizará mediante algoritmos de control guiados por imágenes en tiempo real de la zona de interés captada por la cámara o cámaras (1.4) y por la fuerza y/o par de interacción ente el hisopo y el sujeto medido mediante uno o varios sensores de fuerza/par (1.5) localizados en el efector final del sistema robótico y/o en la pinza o el sistema de sujeción de hisopo localizado en su extremo. Las imágenes captadas por la cámara o cámaras (1.4) permitirán a los algoritmos de control determinar la posición y orientación de la boca y el área de interés dentro de la misma y planificar una estrategia de toma de muestras que será ejecutada por el sistema robótico (1.2) mediante algoritmos de control posición/fuerza e

información visual.

- En el caso de que se trate de una toma de muestras por frotis nasofaríngeo, se activará el motor lineal para la modificación de la inclinación del sistema de sujeción (4.4) que producirá la inclinación del subsistema de sujeción de la cabeza (4) hasta alcanzar los
- 5 grados idóneos para llevar a cabo la toma de muestras. La inclinación se determinará en función de las características del sujeto medidas con las imágenes tomadas por la cámara o cámaras (1.4) situadas en el sistema robótico y la posición y orientación de la cara del sujeto se medirá en tiempo real. La toma de muestras por frotis nasofaríngeo se realizará mediante algoritmos de control guiados por imágenes en
- 10 tiempo real de la zona de interés captada por la cámara o cámaras (1.4) y por la fuerza y/o par de interacción entre el hisopo y el sujeto medido mediante uno o varios sensores de fuerza/par (1.5) localizados en el efector final del sistema robótico y/o en la pinza o el sistema de sujeción de hisopo localizado en su extremo. Las imágenes captadas por la cámara o cámaras (1.4) permitirán a los algoritmos de control
- 15 determinar la posición y orientación de los orificios de entrada a la nariz y planificar una estrategia de toma de muestras que será ejecutada por el sistema robótico (1.2) mediante algoritmos de control posición/fuerza. Además, las imágenes captadas por la cámara o cámaras (1.4) permitirán a los algoritmos de control estimar la longitud de hisopo que se encuentra introducida en la cavidad nasal.
- 20 El sistema dispone de dos setas o pulsadores de emergencia (5.4) situados a ambos lados de la base de fijación del subsistema de sujeción de la cabeza (1.9) que permiten al sujeto mediante su accionamiento su liberación del sistema de sujeción de la cabeza y el desplazamiento de todos los subsistemas a una posición segura.
- Además, el sistema dispone de una segunda medida de seguridad durante la toma de
- 25 muestras. Durante el proceso de toma de muestras, los sensores de presencia incluidos en la base ergonómica de colocación de la barbilla (4.1) y en el soporte ergonómico para la colocación de la parte frontal de la cabeza del sujeto (4.2) deben detectar la presencia del sujeto. Si no fuera así, el sistema lo interpretará como una situación de emergencia desplazando todos los subsistemas a una posición segura.
- 30 Las ventajas principales de esta invención son dos: i) el sistema lleva a cabo de forma automática y eficiente el proceso de toma de muestras biológicas del tracto respiratorio superior preferiblemente por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo; y ii) el sistema evita el contacto entre personal clínico y el sujeto durante la toma de muestras protegiendo de esta forma al personal clínico de posibles contagios durante la toma y el manejo de
- 35 muestras con un alto riesgo de transmisión de enfermedades.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

10 Figura 1.- Imagen completa de una realización preferente de la invención en perspectiva isométrica y vista en planta.

Figura 2.- Imagen del subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos con la compuerta de acceso a los hisopos abierta.

Figura 3.- Imagen del subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos con la compuerta de acceso a los hisopos cerrada.

15 Figura 4.- Imagen del subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos con la carcasa abierta.

Figura 5.- Imagen completa de una realización preferente de la invención en perspectiva isométrica y en vista en planta, donde se muestran los componentes principales del subsistema de identificación e interacción con el sujeto.

20 Figura 6.- Imágenes en detalle del subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto, donde se muestran sus componentes principales.

Figura 7.- Imágenes en perfil de detalle del subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto, donde se muestra sus posibilidades de inclinación.

25

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, los cuales no pretenden ser limitativos de su alcance. La Figura 1 muestra una vista en perspectiva isométrica y una en planta de una realización preferida del sistema robotizado de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio superior preferiblemente por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y su almacenamiento en condiciones ambientales idóneas para que sean objeto de un diagnóstico microbiológico posterior en laboratorio. El sistema objeto de la presente invención está
30
35 formado por diferentes subsistemas compuestos a su vez por diferentes componentes,

como se muestra en la figura 1 y 5: subsistema robótico encargado de recoger los hisopos, tomar las muestras por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y almacenar los hisopos una vez tomadas las muestras (1), subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos (2), subsistema de desinfección por nebulizado (3),
 5 subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4), subsistemas de identificación e interacción con el sujeto (5) y los sistemas de procesamiento y control (8).

El sistema robotizado (1) está compuesto por un sistema robótico de 6 o más grados de libertad o un sistema mecatrónico (1.2) que permita posicionar y orientar el sistema de sujeción del hisopo y/o pinza (1.3), una cámara (1.4) y un sensor o sensores de
 10 fuerza/par (1.5) localizado en el extremo del sistema robótico o en el sistema de sujeción del hisopo. El sistema robótico junto con otros subsistemas está fijado a la base superior (1.1) que se adapta a la altura del sujeto mediante el movimiento lineal de una columna motorizada (1.10) fijada por un extremo a la base inferior (1.6) que dispone de 4 ruedas motrices (1.7) y por el otro extremo a la base superior (1.1). La
 15 base superior dispone de un sensor de banda de presión (1.8) que detecta posibles colisiones con las piernas del sujeto deteniéndose por seguridad. El segundo subsistema que compone el sistema automático de toma y almacenamiento de muestras, es el sistema de suministro y almacenamiento de los hisopos (2) que está compuesto de un contenedor de hisopos rotativo (2.6) que dispone de hisopos en
 20 tubos localizados en diversas posiciones (2.7) y una compuerta corredera motorizada (2.5) que permite la apertura y cierre sincronizada con las tareas de agarre y almacenamiento de los hisopos realizadas por el sistema robotizado. La compuerta corredera (2.5) está situada sobre una carcasa abatible (2.1) y está accionada por un motor (2.14) que controla mediante un mecanismo de piñón-cremallera (2.12) y dos
 25 guías lineales (2.13) la apertura y cierre de la compuerta corredera. Además, se disponen de dos finales de carrera (2.11) y (2.10) para monitorizar si la compuerta corredera está totalmente cerrada o abierta. El contenedor de hisopos rotativo es accionado mediante un motor (2.8) con sonorización de posición hasta la posición de suministro o almacenamiento de hisopos coincidente con la compuerta corredera. En
 30 dicha posición, hay localizados dos lectores de etiquetas (2.15) que leerán el código de la etiqueta del tubo mediante un sensor de lectura del código de barras o cualquier otra tecnología. Cuando el contenedor de hisopos rotativo está en posición de suministro o almacenamiento, se abrirá la compuerta hasta que se detecte que la compuerta está totalmente abierta (2.11) y seguidamente el sistema robótico realizará
 35 el agarre de un hisopo para llevar a cabo una toma de muestra en el sujeto. Una vez

se haya agarrado el hisopo y la pinza haya salido del sistema de suministro y almacenamiento de hisopos, la compuerta corredera se cerrará hasta que se detecte que la compuerta está totalmente cerrada (2.10). Una vez realizada la toma de muestra, el sistema robótico se desplazará de nuevo en dirección a la compuerta corredera que paralelamente se abrirá hasta que se detecte que la compuerta está totalmente abierta (2.11). En este momento, el sistema robótico depositará el hisopo en el tubo y en su movimiento de retirada, se activará una fuente de luz ultravioleta (2.18) para desinfección de la pinza. Todo el sistema está protegido por una carcasa (2.1) fijada a la base de sujeción (2.2) y que dispone de bisagras (2.3) que permite su apertura de forma manual o automática si se motorizan. Además, se han dispuesto dos finales de carrera en la base de sujeción de la carcasa para monitorizar su apertura y cierre (2.16) y (2.17). Cuando se hayan utilizado todos los hisopos del sistema de suministro y almacenamiento de hisopos, se abrirá manual o automáticamente la carcasa para poder sustituir el contenedor de hisopos rotativo de forma manual o automática.

El tercer componente es el subsistema de desinfección por nebulizado de líquidos biocidas o virucidas (3). Este subsistema está formado por un depósito (3.1), una bomba (3.2) y un conjunto de nebulizadores (3.3) estratégicamente localizados para asegurar la desinfección de las partes del sistema en contacto con el sujeto. El cuarto subsistema es el subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto durante la realización de la toma de muestras (4), ilustrado en detalle en la figura 6 y 7.

El sistema de sujeción dispone un elemento ergonómico para colocar la barbilla del sujeto que incluye un sensor de presencia (4.1) que tiene dos funciones: i) detección de la posición de la barbilla del sujeto antes de iniciar la toma de muestras y ii) sistema de hombre muerto y/o de seguridad durante la realización de la toma de muestras. Todo el sistema de sujeción puede modificar su inclinación para facilitar las tareas de toma de muestra mediante el control de un motor lineal (4.4) que está fijado a la base del sistema de sujeción (4.7) por el soporte de fijación del motor lineal (4.5) y por medio de una unión rotacional a la base de fijación del elemento ergonómico para colocar la barbilla del sujeto (4.6). Este elemento, está también unido al sistema de sujeción (4.7) por un soporte con una articulación rotacional (4.13) y (4.14) que permite inclinarse al sistema. Además, el sistema de sujeción dispone de dos elementos motorizados para la sujeción de la cabeza del sujeto por la zona parietal y/u occipital (4.8). Ambos elementos se cierran sobre la zona parietal y/u occipital de la cabeza del sujeto mediante el accionamiento de dos motores (4.9). Dichos elementos disponen de unos

sensores de presión (4.10) que permiten asegurar la correcta fijación y seguridad del sujeto durante la realización de la tarea automática de toma de muestras. El sistema de sujeción dispone también de un elemento ergonómico para colocar la parte frontal de la cabeza del sujeto (4.2) que incluye un sensor de presencia (4.3) que tiene dos

5 funciones: i) detección de la posición la parte frontal de la cabeza del sujeto antes de iniciar la toma de muestras y ii) sistema de hombre muerto y/o de seguridad durante la realización de la toma de muestras. Está sujeción de la parte frontal de la cabeza del sujeto se regula mediante dos guías lineales (4.11) accionadas mediante motores lineales sincronizados (4.12). El quinto componente del sistema está formado por los

10 subsistemas de identificación e interacción con el sujeto (5). La interacción con el sujeto se realiza por métodos audiovisuales utilizando un monitor (5.1) acoplado a un soporte regulable (5.2). Además, se incorporan sensores sin contacto (5.5) para que el sujeto pueda llevar a cabo un ajuste fino de la altura a la que se encuentra el sistema de sujeción de la cabeza que se regula mediante la columna motorizada (1.10). Por

15 último, el subsistema de identificación incorpora un lector de tarjetas de identificación (5.3) que permite identificar al sujeto y asociar el código de identificación del sujeto a las muestras. El sistema dispone de dos setas de emergencia (5.4) que podrá accionar el sujeto en caso de emergencia. Finalmente, el sistema de control de todos los subsistemas esta albergado en un cuadro eléctrico con las protecciones adecuadas

20 (8).

Leyenda de las figuras:

- (1) Subsistema robotizado encargado de recoger los hisopos, tomar las muestras por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y almacenar los hisopos una vez tomadas las muestras.
- (1.1) Base superior de sujeción de los subsistemas
- (1.2) Sistema robótico o mecatrónico capaz de posicionar y orientar en los tres ejes su extremo final y con un alcance igual o superior a 500 mm.
- (1.3) Pinza o sistema de sujeción del hisopo.
- (1.4) Cámara.
- (1.5) Sensor de fuerza/par.
- (1.6) Base inferior de sujeción de los subsistemas.
- (1.7) Ruedas.
- (1.8) Sensor sensible a presión.
- (1.9) Base de fijación del subsistema de sujeción de la cabeza.
- (1.10) Columna motorizada para el ajuste de la altura de la base de fijación del subsistema de sujeción de la cabeza.
- (2) Subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos.
- (2.1) Carcasa abatible.
- (2.2) Base de sujeción de la carcasa.
- (2.3) Bisagras para apertura de carcasa.
- (2.4) Sistema de refrigeración.
- (2.5) Compuerta corredera para acceso a los hisopos localizados sobre el rotor.
- (2.6) Contenedor de hisopos rotativo.
- (2.7) Hisopo y tubo contenedor.
- (2.8) Motor para el control de giro del contenedor de hisopos rotativo.
- (2.9) Acoplamiento de eje
- (2.10) Final de carrera para indicar compuerta corredera cerrada
- (2.11) Final de carrera para indicar compuerta corredera abierta
- (2.12) Transmisión piñón-cremallera
- (2.13) Guías para el deslizamiento de la compuerta corredera
- (2.14) Motor accionamiento de la transmisión piñón-cremallera
- (2.15) Lectores de etiquetas del tupo contenedor del hisopo
- (2.16) Final de carrera para monitorizar el cierre de la carcasa.

- (2.17) Final de carrera para monitorizar la apertura completa de la carcasa.
- (2.18) Fuente de luz ultravioleta para desinfección de la pinza
- (3) Subsistema de desinfección por nebulizado
 - 5 (3.1) Depósito
 - (3.2) Bomba
 - (3.3) Nebulizadores
- (4) Subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto.
 - 10 (4.1) Base ergonómica para colocación de la barbilla del sujeto con sensor de presencia.
 - (4.2) Soporte ergonómico para colocación de la parte frontal de la cabeza del sujeto.
 - (4.3) Sensor de presencia de la parte frontal de la cabeza del sujeto.
 - (4.4) Motor lineal para modificación de la inclinación del sistema de sujeción.
 - 15 (4.5) Soporte para fijación del motor lineal.
 - (4.6) Unión rotacional entre motor lineal y base de sujeción colocación de la barbilla del sujeto.
 - (4.7) Base del sistema de sujeción de la cabeza del sujeto.
 - 20 (4.8) Elementos motorizados de sujeción de la cabeza del sujeto por la zona parietal y/o occipital.
 - (4.9) Motores para accionar los elementos de sujeción de la cabeza del sujeto por la zona parietal y/o occipital.
 - (4.10) Sensores de presión
 - 25 (4.11) Guías para el desplazamiento lineal del soporte ergonómico para colocación de la parte frontal de la cabeza del sujeto
 - (4.12) Motores lineales para el control del movimiento sincronizado de las guías para el desplazamiento lineal del soporte ergonómico para colocación de la parte frontal de la cabeza del sujeto.
 - 30 (4.13) Soporte con articulación rotacional de la base del sistema de sujeción de la cabeza del sujeto.
 - (4.14) Articulación rotacional del soporte de la base del sistema de sujeción de la cabeza del sujeto.
- (5) Subsistema de identificación e interacción con el sujeto.
 - 35 (5.1) Monitor.

- (5.2) Soporte regulable para el monitor.
- (5.3) Lector de tarjetas de identificación.
- (5.4) Seta o pulsador de emergencia.
- (5.5) Sensores sin contacto para regulación de altura del sistema.
- 5 (6) Sujeto.
- (7) Hisopo.
- (8) Sistemas de procesamiento y contro

REIVINDICACIONES

1. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio superior preferiblemente por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y su almacenamiento en condiciones ambientales idóneas para que sean objeto de un diagnóstico microbiológico posterior caracterizado porque comprende 6 subsistemas que actúan de forma coordinada y sincronizada: subsistema robótico encargado de recoger los hisopos, tomar las muestras por frotis nasofaríngeo y/u orofaríngeo y almacenar los hisopos una vez tomadas las muestras (1); subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos (2); subsistema de desinfección por nebulizado; subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4); subsistemas de identificación e interacción con el sujeto (5) y los sistemas de procesamiento y control (8).
2. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende un subsistema robótico formado por: un sistema robótico o mecatrónico capaz de posicionar y orientar en los tres ejes su extremo final y con un alcance igual o superior a 500 mm; una cámara o cámaras localizadas en el efector final del robot (1.4); un sensor o sensores de fuerza/par situados en el efector final del robot y/o en la pinza o sistema de sujeción del hisopo (1.5), una pinza o sistema de sujeción del hisopo (1.3) y una columna motorizada (1.10) para el ajuste automático de la altura del subsistema robótico y de los subsistemas fijados a la base superior de sujeción (1.1); subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos (2) y subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4).
3. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 2, caracterizado porque comprende un subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos (2) formado por uno o varios contenedores de hisopos refrigerados (2.6) y fijados a la base superior de sujeción (1.1) en una o varias posiciones alcanzables por el subsistema robótico (1).
4. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 3, caracterizado porque el o los contenedores de hisopos refrigerados indican cuándo se han suministrado y almacenado todas las muestras y disponen de una carcasa abatible (2.1) que permite su apertura manual o automática para llevar a cabo su reposición de forma manual o automática mediante el subsistema robótico (1).

5. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 4, caracterizado porque el o los contendores de hisopos refrigerados están formados por un contenedor de hisopos rotativo (2.6) que contiene los tubos con los hisopos (2.7) y que sitúa el hisopo a suministrar o almacenar en la posición de suministro y almacenamiento donde se encuentran localizados dos lectores de etiquetas (2.15) para identificar las etiquetas del tubo contenedor del hisopo a utilizar en la toma y almacenamiento de muestras.
6. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 5, caracterizado porque el o los contendores de hisopos refrigerados dispone de una compuerta corredera (2.5) accionada mediante un mecanismo de transmisión de piñón-cremallera (2.12) que permite acceder a la pinza o sistema de sujeción del hisopo (1.3) para agarrar o depositar el hisopo y un sistema de luz ultravioleta (2.18) para la desinfección de la pinza o sistema de sujeción del hisopo una vez depositado el mismo.
7. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 6, caracterizado porque comprende un subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4) formado por una base ergonómica para la colocación de la barbilla con un sensor de presencia (4.1), un soporte regulable en altura de forma automática para la colocación de la parte frontal de la cabeza del sujeto (4.2) y dos elementos motorizados de sujeción de la cabeza del sujeto por la zona parietal y/u occipital (4.8) con sensores de presión (4.10).
8. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 7, caracterizado porque el subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4) se inclina de forma automática según las características de la cara del sujeto medidas con la o las cámaras y el tipo de toma de muestra a realizar mediante el control de un motor lineal (4.4) fijado a la base de sujeción de la cabeza del sujeto.
9. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 8, caracterizado porque los sensores de presencia de la base de colocación de la barbilla y del soporte de colocación de la parte frontal (4.2) se utilizan como elementos de seguridad durante la toma de muestras de forma que si no es detectada presencia durante la toma de muestra el sistema interrumpe la toma de muestras y se localiza en una posición segura.
10. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 9, caracterizado porque dispone de un subsistema automático

de desinfección por nebulizado (3) de las partes susceptibles de entrar en contacto con el sujeto durante la realización de la toma de muestras y que se activa de forma sincronizada con el proceso de toma de muestras para asegurar la desinfección de partes críticas entre tomas para sujetos distintos.

- 5 11. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 10, caracterizado porque dispone de un subsistema de identificación e interacción con el sujeto (5) formado por un monitor con altavoces para dar instrucciones audiovisuales al sujeto (5.1), un soporte regulable para colocar el monitor en el ángulo de visión del sujeto (5.2), un lector de tarjetas de
10 identificación para el registro e identificación del sujeto (5.3) y dos setas o pulsadores de emergencia alcanzables por el usuario para interrumpir la toma de muestras en caso de emergencia (5.4).
12. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 11, caracterizado porque la columna motorizada (1.10) para el
15 ajuste de la altura del subsistema robótico y de los subsistemas fijados a la base superior de sujeción dispone de un ajuste fino de altura que puede realizar el sujeto mediante dos sensores sin contacto (5.5).
13. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende un sistema de control que
20 determina la posición y orientación de los orificios de entrada a la nariz y las características propias de la misma analizando la o las imágenes captadas por la cámara o cámaras localizadas en el efector final del robot (1.4) y planifica una estrategia de toma de muestras que será ejecutada por el sistema robótico (1.2).
14. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según
25 la reivindicación 13, caracterizado porque comprende un sistema de control que calcula la longitud de hisopo que se encuentra introducida en la cavidad nasal evaluando la o las imágenes captadas por la cámara o cámaras localizadas en el efector final del robot y la fuerza/par de interacción entre el hisopo y la cavidad nasal del sujeto.
- 30 15. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende un sistema de control que determina la posición y orientación de la boca y las características propias de la misma analizando la o las imágenes captadas por la cámara o cámaras
35 localizadas en el efector final del robot (1.4) y planifica una estrategia de toma de muestras que será ejecutada por el sistema robótico.

16. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 15, caracterizado porque comprende un sistema de control que calcula la longitud de hisopo que se encuentra introducida en la cavidad bucal evaluando la o las imágenes captadas por la cámara o cámaras localizadas en el efector final del robot y la fuerza/par de interacción entre el hisopo y la cavidad bucal del sujeto.
17. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según la reivindicación 1, caracterizado por poder ser teleoperado y/o supervisado a distancia por un usuario experto que llevaría a cabo la fase de toma de muestras y el sistema llevaría a cabo otras fases de forma automática.
18. Sistema de toma automática de muestras biológicas del tracto respiratorio según cualquier reivindicación 1, caracterizado por el siguiente método de toma de muestras automático:
 - El sujeto se sienta frente al sistema a la distancia indicada.
 - La cámara o cámaras (1.4) ubicada en el extremo del robot, localiza la posición y orientación de la cabeza del paciente y ajusta la altura del sistema mediante la columna motorizada (1.10). El sujeto puede regular unos pocos centímetros la altura de forma manual acercando sus manos a los sensores sin contacto (5.5).
 - Una vez finalizado el ajuste de altura, el sistema solicitará al sujeto que introduzca su tarjeta de identificación en el lector de tarjetas de identificación (5.3) y una vez leída le indicará que la retire. En todo momento el sistema proporcionará información audiovisual al sujeto mediante el monitor (5.1) que habrá sido ajustado mediante el soporte regulable (5.2) para que este en el campo de visión del sujeto.
 - Una vez identificado el sujeto, el sistema conocerá las preinscripciones de toma de muestras que se le han realizado al sujeto.
 - El sistema mediante la cámara o cámaras (1.4) determina los puntos característicos de la cara del sujeto y sus dimensiones. En base a esa información, el subsistema de sujeción de la cabeza regula de forma autónoma mediante los motores lineales (4.12) y las guías (4.11) el soporte ergonómico para la colocación de la parte frontal de la cabeza del sujeto (4.2).
 - Finalizado este proceso, se le indicará al sujeto que coloque su barbilla sobre el subsistema de sujeción de la cabeza (4) que estará en posición

- vertical formando un ángulo de 90 grados con la horizontal. En concreto, el sujeto debe colocar su barbilla sobre la base ergonómica (4.1) y la parte frontal de la cabeza sobre el soporte frontal (4.2). Como ambos soportes están sensorizados, el sistema le indicará al sujeto de forma audiovisual cuando está en la posición correcta.
- 5
- Una vez el sujeto esté posicionado correctamente sobre el soporte de barbilla y frente, el subsistema de sujeción de la cabeza cerrará los elementos de sujeción de la cabeza del sujeto por la zona parietal y/u occipital (4.8) mediante el accionamiento de sus respectivos motores
- 10
- (4.9) hasta que los sensores de presión (4.10) alcancen la presión deseada sobre la cabeza del sujeto. Paralelamente, el sistema robótico se desplazará a uno de los subsistemas de suministro y almacenamiento de hisopos (2) y el contenedor de hisopos rotativo (2.6) girará activando el motor (2.8) hasta alcanzar la posición de suministro de hisopo.
- 15
- Una vez alcanzada la posición de suministro de hisopo, se activará el motor (2.14) que accionará la transmisión piñón-cremallera (2.12) produciendo el deslizamiento de la compuerta corredera (2.5) a través de dos guías lineales (2.13) hasta su apertura total indicada por la activación del final de carrera correspondiente (2.17).
- 20
- Una vez que la compuerta este totalmente abierta, el sistema robótico desciende hasta agarrar el hisopo mediante la pinza o el sistema de sujeción de hisopo localizado en su extremo (1.3) y posteriormente asciende hasta que el hisopo haya salido por completo de la carcasa abatible (2.1) del subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos.
- 25
- Una vez que el sistema robótico (1.2) haya extraído el hisopo del sistema de suministro y almacenamiento de hisopos, se activará el motor (2.14) que accionará la transmisión piñón-cremallera (2.12) produciendo el deslizamiento de la compuerta corredera (2.5) a través de dos guías lineales (2.13) hasta su cierre total indicado por la activación del final de
- 30
- carrera correspondiente (2.16) y al mismo tiempo el sistema robótico (1.2) se desplazará a una posición de reposo en la cual el hisopo se encuentra apuntando a la cara del sujeto a una distancia de unos centímetros del subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4).
- 35
- En el caso de que se trate de una toma de muestras por frotis orofaríngeo, el subsistema de sujeción de la cabeza (4) permanece en su posición

- vertical y se le solicita al sujeto que abra la boca y la mantenga así hasta que finalice la toma de muestras por parte del sistema robótico (1.2) mediante instrucciones audiovisuales. Cuando finalice la toma de la muestra, el sistema le indicará al sujeto que puede cerrar la boca mediante instrucciones audiovisuales.
- 5
- La toma de muestras por frotis orofaríngeo se realizará mediante algoritmos de control guiados por imágenes en tiempo real de la zona de interés captada por la cámara o cámaras (1.4) y por la fuerza y/o par de interacción ente el hisopo y el sujeto medido mediante uno o varios
- 10
- sensores de fuerza/par (1.5) localizados en el efector final del sistema robótico y/o en la pinza o el sistema de sujeción de hisopo localizado en su extremo. Las imágenes captadas por la cámara o cámaras (1.4) permitirán a los algoritmos de control determinar la posición y orientación de la boca y el área de interés dentro de la misma y planificar una
- 15
- estrategia de toma de muestras que será ejecutada por el sistema robótico (1.2) mediante algoritmos de control posición/fuerza e información visual.
- En el caso de que se trate de una toma de muestras por frotis nasofaríngeo, se activará el motor lineal para la modificación de la
- 20
- inclinación del sistema de sujeción (4.4) que producirá la inclinación del subsistema de sujeción de la cabeza (4) hasta alcanzar los grados idóneos para llevar a cabo la toma de muestras. La inclinación se determinará en función de las características del sujeto medidas con las imágenes tomadas por la cámara o cámaras (1.4) situadas en el sistema
- 25
- robótico y la posición y orientación de la cara del sujeto se medirá en tiempo real.
- La toma de muestras por frotis nasofaríngeo se realizará mediante algoritmos de control guiados por imágenes en tiempo real de la zona de
- 30
- interés captada por la cámara o cámaras (1.4) y por la fuerza y/o par de interacción entre el hisopo y el sujeto medido mediante uno o varios sensores de fuerza/par (1.5) localizados en el efector final del sistema robótico y/o en la pinza o el sistema de sujeción de hisopo localizado en su extremo. Las imágenes captadas por la cámara o cámaras (1.4) permitirán a los algoritmos de control determinar la posición y orientación
- 35
- de los orificios de entrada a la nariz y planificar una estrategia de toma de

- 5 muestras que será ejecutada por el sistema robótico (1.2) mediante algoritmos de control posición/fuerza. Además, las imágenes captadas por la cámara o cámaras (1.4) permitirán a los algoritmos de control estimar la longitud de hisopo que se encuentra introducida en la cavidad nasal.
- 10 - Tanto en el caso de toma de muestras por frotis nasofaríngeo como por frotis orofaríngeo, una vez concluida la toma de muestra, el sistema robótico (1.2) se moverá lentamente a su posición de reposo anterior a la toma de muestras, en la cual, el hisopo se encuentra apuntando a la cara del sujeto a una distancia de unos centímetros del subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4).
- 15 - Una vez alcanzada la posición de reposo, el sistema robótico se desplazará al subsistema de suministro y almacenamiento de hisopos (2) que le suministró el hisopo y se activará paralelamente el motor (2.14) que accionará la transmisión piñón-cremallera (2.12) produciendo el deslizamiento de la compuerta corredera (2.5) a través de dos guías lineales (2.13) hasta su apertura total indicada por la activación del final de carrera correspondiente (2.17). Al mismo tiempo, el subsistema de sujeción de la cabeza del sujeto (4) liberará la cabeza del sujeto abriendo los elementos de sujeción de la cabeza del sujeto por la zona parietal y/u occipital (4.8) mediante el accionamiento de sus respectivos motores (4.9) hasta recuperar su posición de reposo, y recuperará su posición vertical activando el motor lineal para la modificación de la inclinación del sistema de sujeción (4.4), en caso de que no estuviera ya en esa posición.
- 20 El sistema indicará al sujeto mediante instrucciones audiovisuales que ha finalizado la toma de muestras.
- 25 - Una vez el sistema robótico haya alcanzado la posición de suministro y almacenamiento de hisopo y la compuerta este totalmente abierta, el sistema robótico (1.2) desciende hasta dejar el hisopo en su tubo correspondiente mediante la pinza o el sistema de sujeción de hisopo localizado en su extremo (1.3). Posteriormente, el sistema robótico (1.2) asciende lentamente, activándose la fuente de luz ultravioleta para desinfección de la pinza (2.18) durante su acceso, asegurando la desinfección de esta. Al mismo tiempo se activa el subsistema de desinfección por nebulizado (3) desinfectando las partes del sistema en
- 30
- 35

contacto con el sujeto mediante diversos nebulizadores (3.3) estratégicamente distribuidos por el sistema.

- Una vez que el sistema robótico (1.2) haya extraído la pinza o sistema de sujeción del hisopo (1.3), se activará el motor (2.14) que accionará la transmisión piñón-cremallera (2.12) produciendo el deslizamiento de la compuerta corredera (2.5) a través de dos guías lineales (2.13) hasta su cierre total, indicado por la activación del final de carrera correspondiente (2.16) y al mismo tiempo el sistema robótico (1.2) se desplazará a una posición de reposo en la cual la cámara o cámaras (1.4) localizadas en el efector final del sistema robótico (1.2) se encuentren frente al sistema de sujeción de la cabeza del sujeto a una distancia de unos centímetros (4).

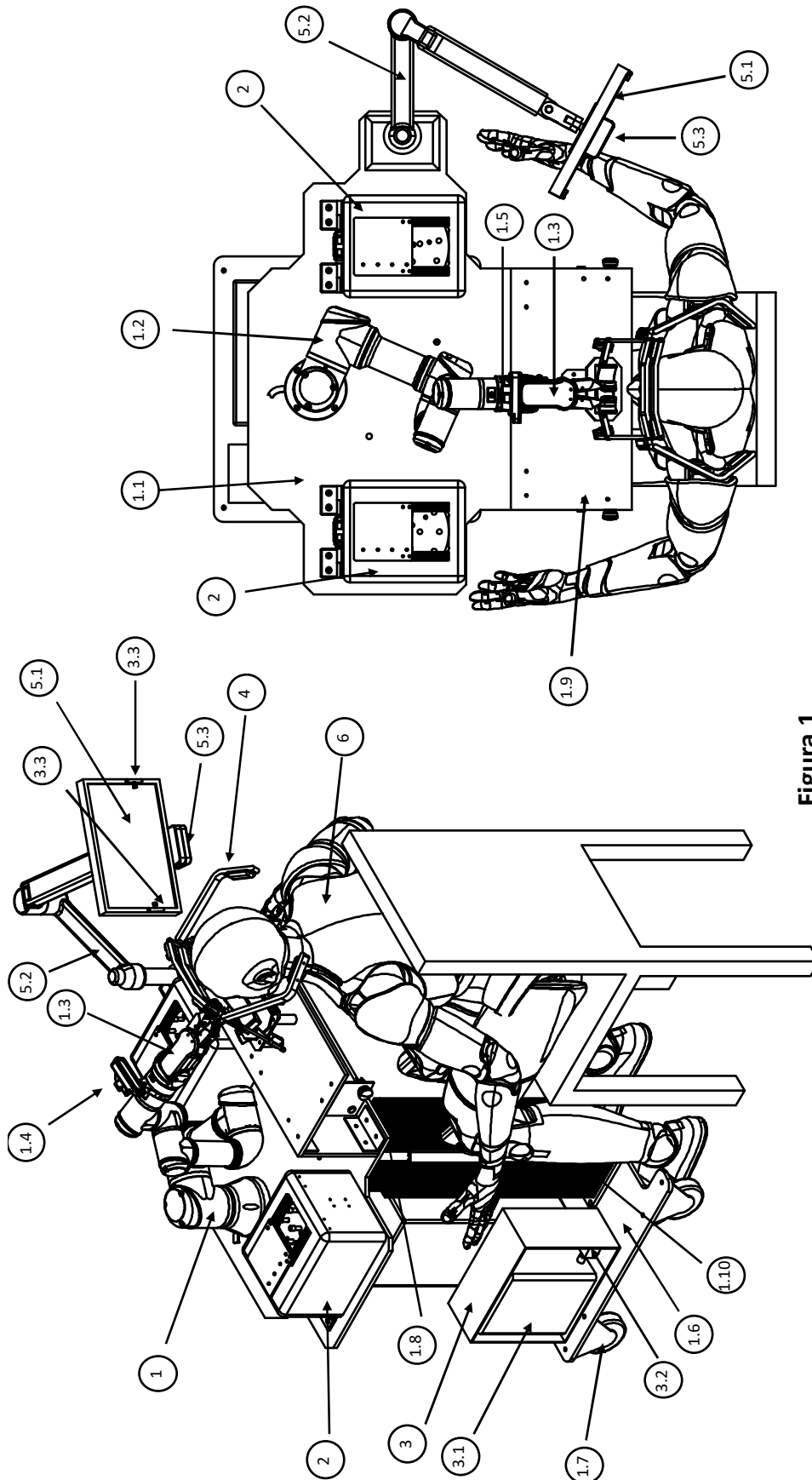


Figura 1

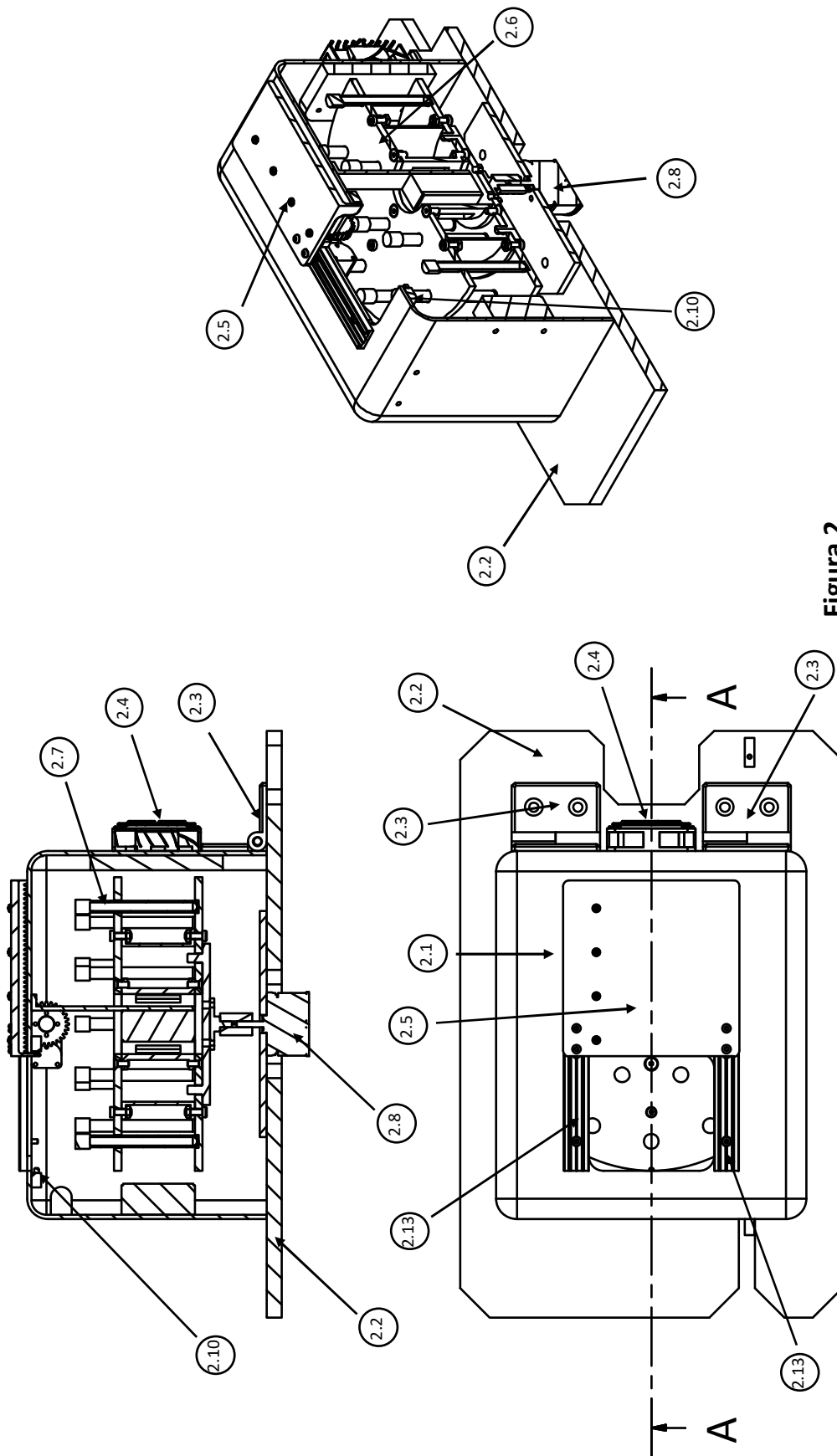


Figura 2

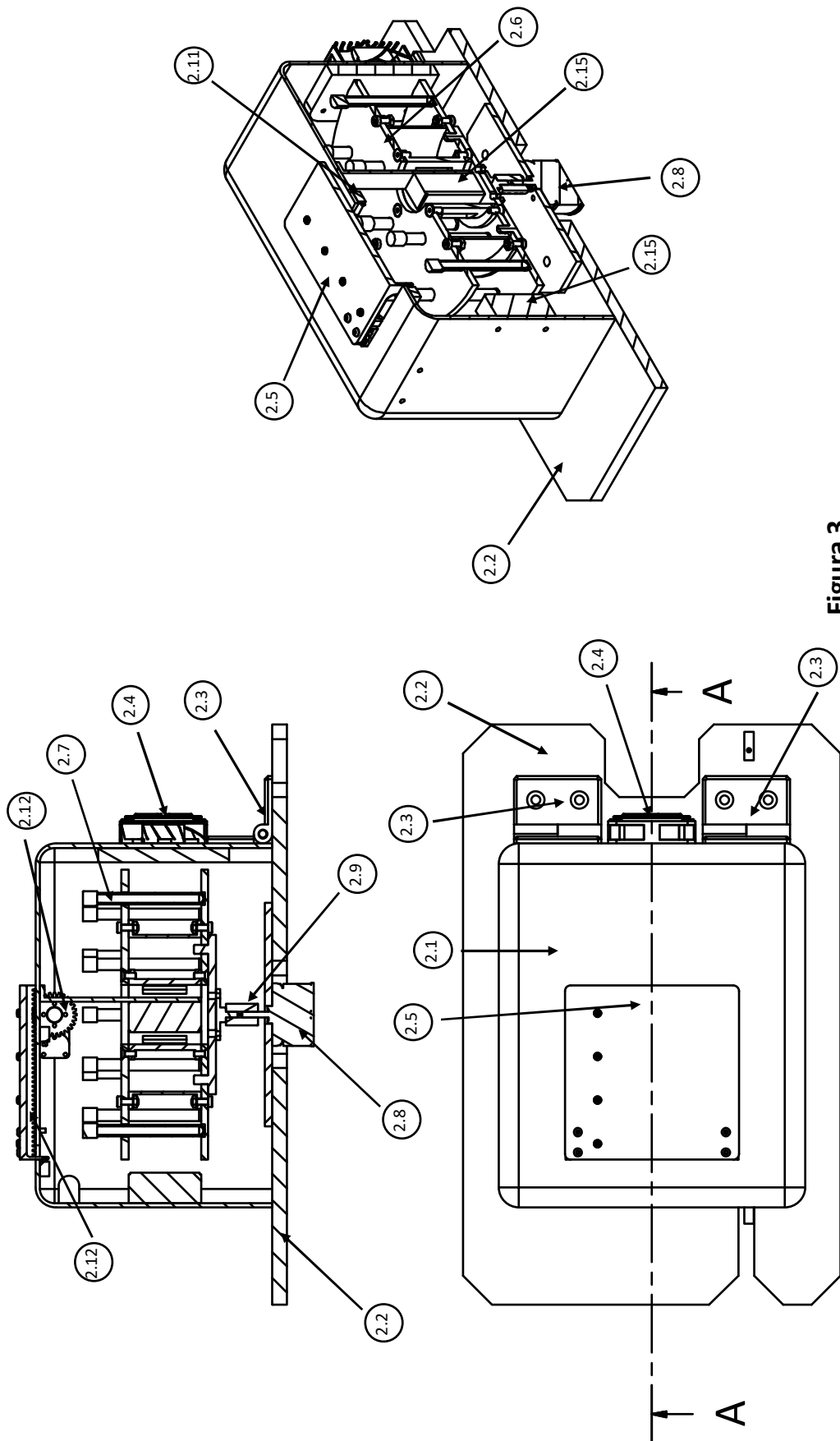


Figura 3

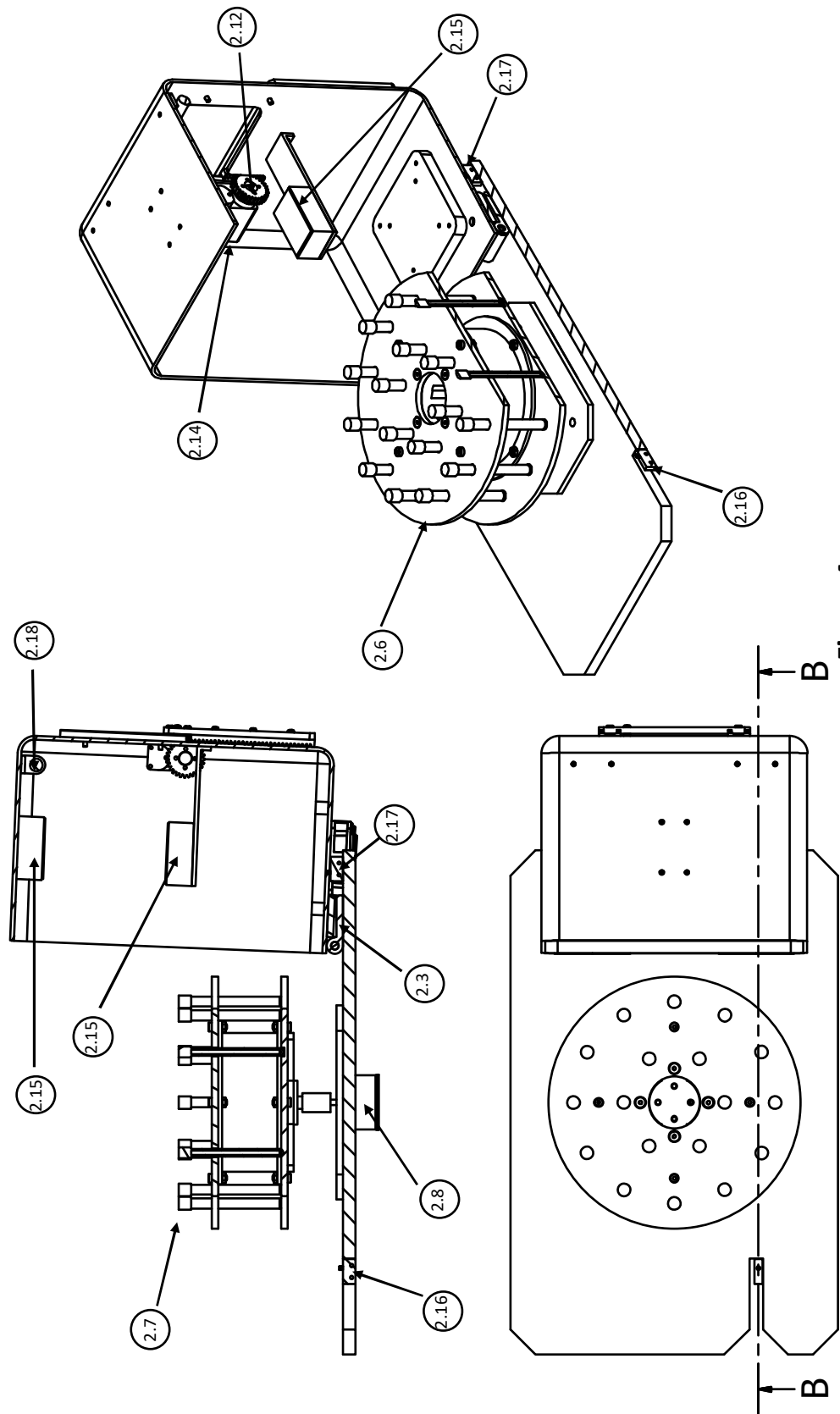


Figura 4

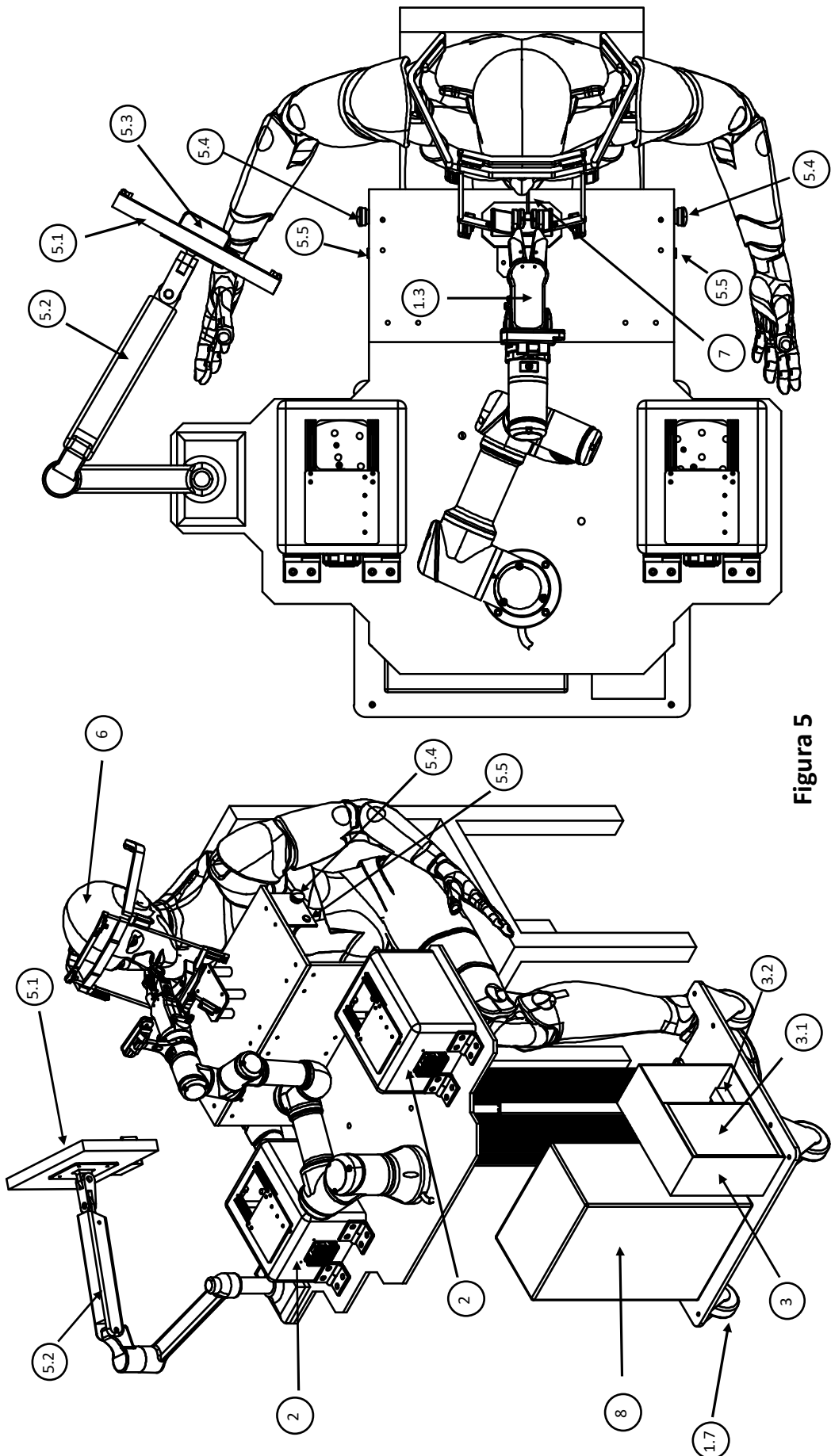


Figura 5

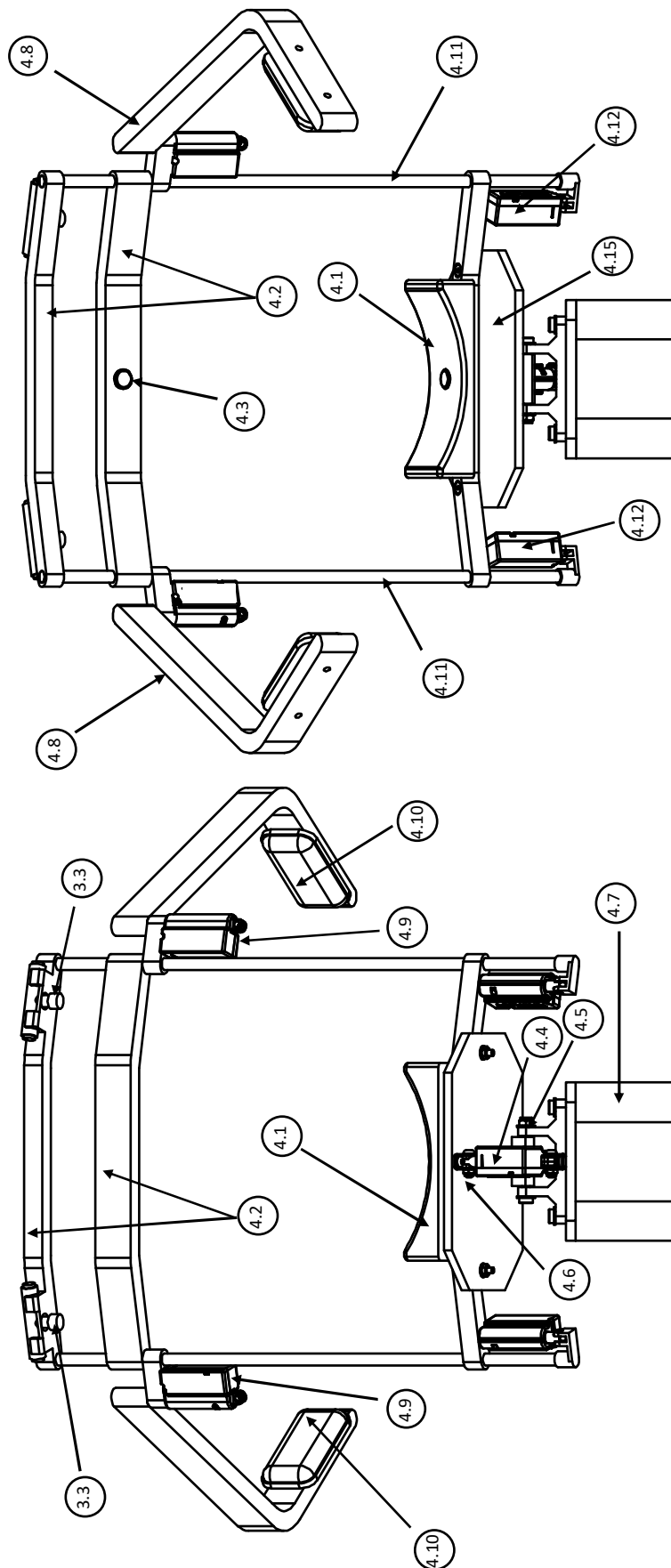


Figura 6

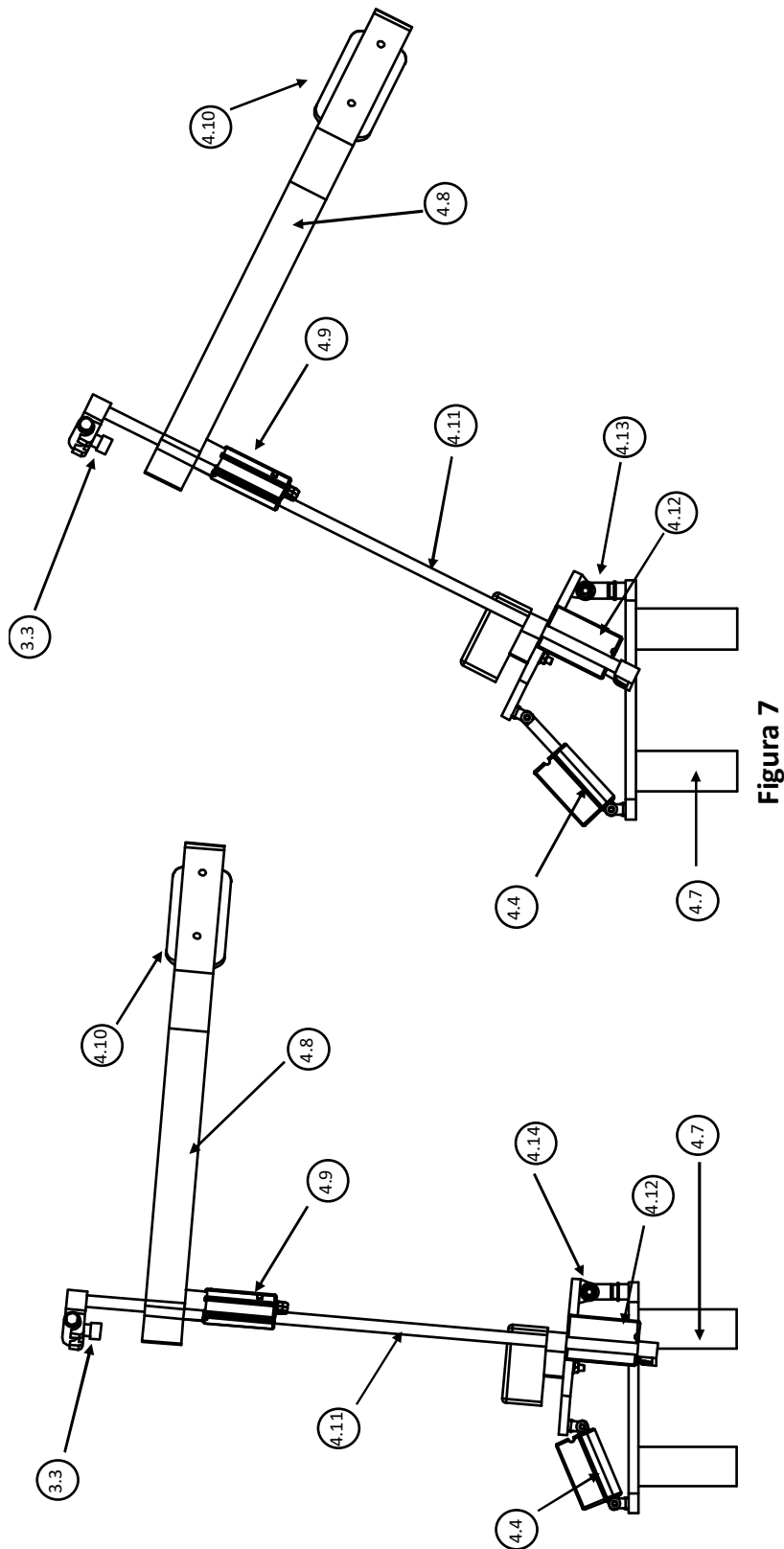


Figura 7



②① N.º solicitud: 202030572

②② Fecha de presentación de la solicitud: 11.06.2020

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	CROWE, STEVE. Danish startup develops throat swabbing robot for COVID-19 testing. . The robot report, 27/05/2020 [en línea][recuperado el 16/02/2021]. Recuperado de Internet <URL: https://www.therobotreport.com/danish-startup-develops-throat-swabbing-robot-for-covid-19-testing/ >	1-18
A	CN 104783900 A (SHENZHEN INST OF ADV TECH CAS) 22/07/2015	1-18
A	US 2011120236 A1 (NIEDBALA R SAM et al.) 26/05/2011, Párrafos [0001] a [0072]	1-18
E	CN 111481235 A (SHENZHEN PEOPLES HOSPITAL) 04/08/2020	1-18
E	CN 111631754 A (UNIV TSINGHUA) 08/09/2020	1-18
<p>Categoría de los documentos citados</p> <p>X: de particular relevancia</p> <p>Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría</p> <p>A: refleja el estado de la técnica</p> <p>O: referido a divulgación no escrita</p> <p>P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud</p> <p>E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud</p>		
<p>El presente informe ha sido realizado</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> para todas las reivindicaciones</p> <p><input type="checkbox"/> para las reivindicaciones nº:</p>		
Fecha de realización del informe 16.02.2021	Examinador R. Olivares Gómez	Página 1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

A61B10/00 (2006.01)

A61B34/32 (2016.01)

A61B90/00 (2016.01)

B25J9/06 (2006.01)

G05B19/00 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

A61B, B25J, G05B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, Google Patents