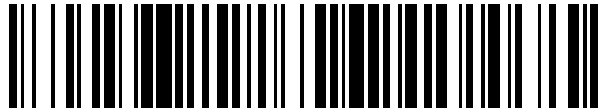


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 473**

51 Int. Cl.:

**B29C 64/106** (2007.01)  
**B29C 64/112** (2007.01)  
**B29C 64/20** (2007.01)  
**B29C 64/236** (2007.01)  
**B29C 64/245** (2007.01)  
**B33Y 30/00** (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2016 PCT/IB2016/051447**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.09.2016 WO16147111**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2016 E 16720890 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3271157**

54 Título: **Sistema de movimiento mecatrónico para impresora tridimensional que utiliza piñones y cremalleras helicoidales**

30 Prioridad:

**16.03.2015 IT RM20150111**

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

**30.07.2020**

73 Titular/es:

**LORUSSO, ALESSIO (100.0%)  
Via Repubblica Napoletana 1  
70124 Bari, IT**

72 Inventor/es:

**LORUSSO, ALESSIO**

74 Agente/Representante:

**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 776 473 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de movimiento mecatrónico para impresora tridimensional que utiliza piñones y cremalleras helicoidales

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere al sector de las máquinas de creación rápida de prototipos, comúnmente denominadas "impresoras 3D".
- [0002]** La impresión 3D puede considerarse como la evolución natural de la impresión 2D y presenta la mayor ventaja de poder proporcionar una reproducción real de un modelo 3D que se haya creado previamente con uno de los programas de modelado tridimensional actuales. Con esta técnica, se crean objetos tridimensionales mediante la deposición de capas sucesivas de material.
- 10 **[0003]** Básicamente, se puede decir que una impresora 3D utiliza un archivo de un modelo tridimensional de un objeto y "lo descompone" para definir una serie de porciones del objeto en una vista en sección transversal. En otras palabras, estas porciones son "cortes" del objeto a crear que se imprimen uno encima del otro para crear el objeto 3D capa tras capa.
- [0004]** Existen diferentes tecnologías de impresión 3D, y sus principales diferencias se refieren a la forma en que se imprimen las capas. Algunos procedimientos usan materiales que se fusionan o se ablandan para producir las capas, por ejemplo, la sinterización selectiva por láser (SLS) y el modelado por deposición fundida (FDM), mientras que otros depositan materiales líquidos que se endurecen utilizando diversas tecnologías. En el caso de los sistemas de laminación, hay capas delgadas que se cortan según la forma y se unen.
- 20 **[0005]** Cualquier tecnología de impresión 3D se caracteriza por sus ventajas y desventajas, siendo los principales factores considerados la velocidad, el coste del prototipo impreso, el coste de la impresora 3D, la elección de los materiales, los colores disponibles, etc.
- [0006]** Sin desear detenerse en el examen de las diversas tecnologías y procedimientos de impresión 3D, debe tenerse en cuenta que un problema común a todas las impresoras 3D actuales, se refiere al movimiento de los aparatos que tienen que hacer la impresión.
- 30 **[0007]** Casi todas las impresoras 3D conocidas actualmente utilizan un movimiento cartesiano gobernado por cadenas cinemáticas constituidas por correas, poleas y tensores de correa ordinarios, movidos por motores a pasos.
- 35 **[0008]** En consecuencia, la relación de transmisión resultante que se deriva de ella puede no ser constante en el tiempo debido a la elasticidad de las correas, lo que no siempre garantiza la homogeneidad del movimiento y la transmisión del movimiento a lo largo de la cadena cinemática. En una cadena cinemática del tipo de correa, ya sea con correas dentadas o no dentadas, la relación de transmisión siempre debe tener en cuenta una diferencia (denominada frecuentemente "DELTA") entre el valor de la fuerza aplicada por la polea de transmisión y el valor de la fuerza a la que está sometida la polea conducida, estando determinada dicha diferencia entre los valores anteriormente mencionados por la transmisión del movimiento a través de componentes secundarios (poleas, tensores de correa, correas, etc.).
- 40 **[0009]** La transmisión de la correa no puede considerarse del todo precisa, como en el caso de las cadenas cinemáticas con engranajes en la medida en que, con el tiempo, el posible deslizamiento y/o el rendimiento estructural de la correa en sí no pueden excluirse, sobre todo si esta última está hecha de caucho o materiales sujetos a desgaste.
- [0010]** Puede suceder, por ejemplo, que a un movimiento inicial de la polea de transmisión no corresponda instantáneamente un movimiento consecuente de la polea conducida, y esto se debe a la presencia de los tensores de correa, que pueden ser elásticos, y/o deberse a la elasticidad intrínseca de la correa que conecta las dos poleas.
- 50 **[0011]** En una relación de transmisión de una cadena cinemática con engranajes (por ejemplo, cremallera y piñón, engranajes, tornillos de bolas con husillos), la diferencia mencionada anteriormente (DELTA) casi llega a cero, siendo la cadena cinemática con engranajes mucho más precisa y exacta y garantizando en el tiempo el mantenimiento de la precisión inicial.
- 55 **[0012]** Whitney Hipolite, "Introducing the Roboze One 3D Printer - 'Italy's First Professional 3D Printer", describe una solución técnica con un sistema de movimiento mecatrónico para medios de impresión tridimensionales de una máquina de creación rápida de prototipos, donde los medios de impresión de la impresora 3D se mueven a lo largo de los ejes X e Y del plano horizontal mediante un doble par de cremalleras helicoidales de acero endurecido con piñones. Esta solución conocida implica problemas de precisión de impresión causados por la inercia de un sistema de doble movimiento a lo largo del eje X.
- 60 **[0013]** Según una característica peculiar de la invención, se prevé que el movimiento de la impresora 3D se obtenga exclusivamente con cadenas cinemáticas con engranajes, que están constituidas preferentemente por
- 65

elementos con dientes helicoidales.

**[0014]** Una segunda característica peculiar de la invención radica en el hecho de que las cremalleras para el movimiento de los medios de impresión a lo largo de al menos uno de los dos ejes del plano horizontal XY no se mueven y se fijan con respecto a la estructura de soporte de carga (denominada en lo que sigue también "chasis") para que el elemento que lleva más peso, es decir, la cremallera, permanezca estacionario, y el piñón, que lleva menos peso, se mueva a lo largo de ella para obtener una reducción drástica de las masas inerciales que se van a desplazar. Ventajosamente, se puede afirmar que mover una masa inercial más pequeña conduce a beneficios considerables, a saber:

10 - menos fuerza a aplicar para superar la fricción inicial;  
 - posibilidad de aumentar las velocidades, con evidentes ventajas en términos de menor tiempo para la producción de un producto según la técnica de impresión 3D;

y

15 - reducción del par necesario para que el motor supere la fricción inicial, así como la de la aceleración/desaceleración del movimiento del cabezal de impresión, con el consiguiente ahorro en términos de potencia y energía, así como en términos de costes.

**[0015]** Como ya se ha mencionado, en una realización preferida de la invención, se prevé el uso de piñones y cremalleras con dientes helicoidales. La solución helicoidal permite una limitación considerable de los problemas relacionados con la fricción y el ruido que son típicos de los engranajes con dientes rectos.

**[0016]** En consecuencia, esta solución permite la precisión y exactitud de las relaciones de transmisión de engranajes, al mismo tiempo que evita o al menos reduce considerablemente los problemas relacionados con la fricción, el agarre y el ruido durante los desplazamientos.

**[0017]** La solución según la presente invención proporciona precisión de posicionamiento en los ejes XY del plano horizontal con las consiguientes ventajas operativas sobre el rendimiento y la precisión de los objetos que se obtienen con la impresión 3D, que no se puede lograr con un movimiento común gobernado por correas.

**[0018]** En consecuencia, es evidente que deriva una ventaja competitiva sobre las impresoras 3D conocidas actualmente.

**[0019]** Como se verá más claramente en lo que sigue, utilizando, por ejemplo, dos cremalleras con dientes helicoidales y los piñones correspondientes en el eje Y un piñón y cremallera helicoidal y en el eje X, es posible reducir drásticamente la reacción que podría surgir durante la operación. El engrane gradual y suave típico de los dientes helicoidales hace posible, de hecho, utilizar motores menos potentes y, por lo tanto, proporcionar menos fuerza. Además, la elección de fijar las cremalleras directamente en el chasis tiene una importancia estratégica para descargar las vibraciones en el propio chasis y no en la superficie de trabajo, donde se imprime la pieza tridimensional.

**[0020]** Se obtendrá una mejor comprensión de la siguiente descripción detallada de la invención con referencia a los dibujos anexos, que ilustran una realización preferida de la misma, simplemente a modo de ejemplo no limitativo.

**[0021]** En los dibujos:

la figura 1 es una vista frontal que muestra esquemáticamente los medios para el movimiento a lo largo de los tres ejes XYZ;

la figura 2 es una vista isométrica correspondiente a la anterior, que también muestra la plataforma en la que se crea el objeto 3D;

la figura 3 es una vista frontal de un ejemplo no limitativo de una impresora 3D instalada en la que se encuentran los medios de movimiento según la invención; y

la figura 4 es una vista en planta superior correspondiente a la anterior.

**[0022]** Según la invención, el movimiento a lo largo del eje X se gestiona mediante una cremallera y el piñón correspondiente (con al menos un motor), mientras que para el eje Y se proporcionan dos cremalleras con piñones respectivos, cada uno montado en un motor propio. Dichos motores están conectados en serie para garantizar la uniformidad de movimiento. Además, se ha realizado una calibración precisa de las fases de los motores, de las corrientes, de los voltajes, así como de los microsteppers.

**[0023]** La solución con piñón de cremallera doble y motor doble en serie, ahora descrita con referencia al eje Y, se ha vuelto necesaria para contrarrestar el peso y garantizar la uniformidad del movimiento a lo largo del eje Y, dado que el peso a lo largo del eje Y es mucho más pesado que a lo largo del eje X.

**[0024]** De hecho, el peso sobre el eje Y es el peso de los medios de desplazamiento a lo largo del eje X: motor Mx, cremallera Cx, carro 3, guías 4, medios de impresión de un tipo conocido, como una extrusora.

**[0025]** De esta forma, se garantiza la máxima precisión de posicionamiento.

**[0026]** Como se muestra en las figuras, los dos motores My están fijados a los respectivos carros 1 que se deslizan sobre las guías 2 dispuestas según el eje Y y paralelas a las cremalleras Cy, mientras que los piñones correspondientes, montados en los ejes de dichos motores My, siempre se engranan en dichas cremalleras Cy.

**[0027]** Los carros Cy están rígidamente conectados entre sí a través de dos guías transversales 4 dispuestas según el eje X, que son paralelas entre sí y perpendiculares a las guías 2 mencionadas anteriormente. Desplazándose a lo largo de dichas guías transversales 4 hay un tercer carro 3, que está fijado con respecto a un motor Mx, montado en el eje del cual hay un piñón que siempre se engrana con una cremallera Cx correspondiente, que también se ajusta perpendicular a dichas guías 2.

**[0028]** En el ejemplo de realización descrito, el carro 3 anterior también soporta los medios de impresión 3D, que están constituidos, por ejemplo, por una extrusora.

**[0029]** Como ya se ha mencionado, según la invención, las guías 2 están dispuestas según el eje Y y las guías 4 están dispuestas según el eje X del sistema de movimiento descrito.

**[0030]** Teniendo en cuenta lo dicho, el hecho de que los piñones de los motores siempre se engranen con las cremalleras respectivas y el hecho de que los dientes sean de tipo helicoidal reduce drásticamente el juego y el ruido de la cadena de movimiento cinemático, proporcionando al mismo tiempo una alta precisión de movimiento y un control preciso de los desplazamientos impuestos durante la producción del objeto tridimensional.

**[0031]** Como alternativa al uso de dos motores My para el movimiento de los carros 1 a lo largo de las guías 2 paralelas al eje Y, se puede proporcionar un único motor My fijado con respecto a uno de los carros 1, y se puede prever que se endurezca significativamente la conexión estructural de dicho carro accionado por motor al otro carro 1 para el eje Y, pero esto conduciría necesariamente a un aumento indeseable de peso o costes como resultado del uso de materiales rígidos, que son más livianos pero costosos.

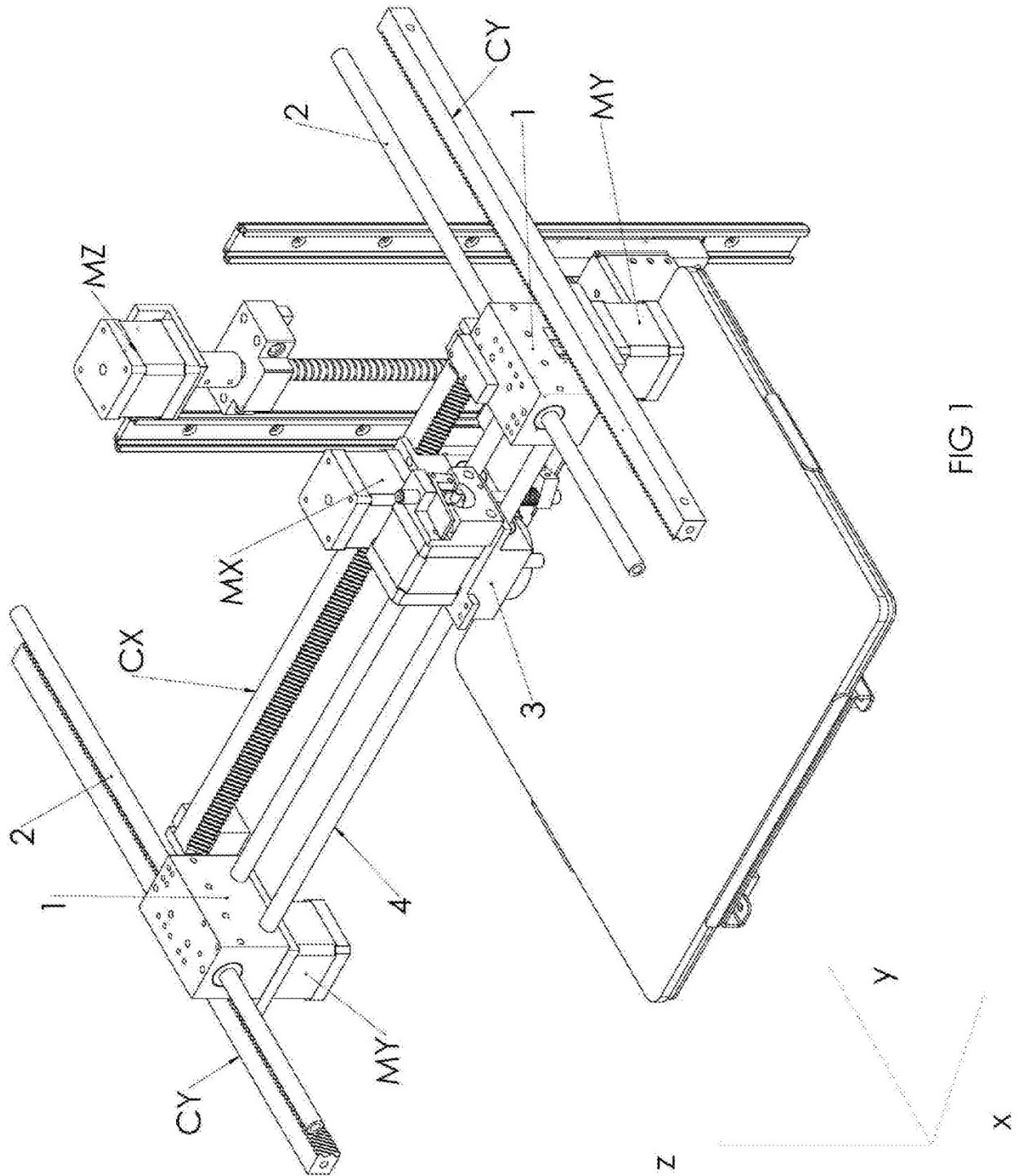
**[0032]** Una de las posibles alternativas que permitiría el uso de un solo motor para cada eje, en particular para el eje Y, podría ser instalar un piñón también en el carro 1 sin motor My, imaginando una conexión cinemática de dicho piñón al piñón del carro 1 provisto del motor My, a través de una cadena cinemática con engranajes, como un sistema de engranajes cónicos que cooperan con un eje de transmisión, que los conecta cinemáticamente de modo que a una rotación del piñón de un carro 1 le corresponda una idéntica rotación del piñón en el otro carro 1.

**[0033]** Los movimientos de los distintos motores se gestionan de forma conocida mediante una placa electrónica de microprocesador, que puede procesar los datos contenidos en un archivo gráfico 3D.

**[0034]** La presente invención se ha descrito e ilustrado en una realización preferida de la misma, pero será evidente para cualquier persona experta en la rama que pueden realizarse modificaciones y/o sustituciones funcionales y/o técnicamente equivalentes a la misma, sin apartarse de la esfera de protección como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina de creación rápida de prototipos que comprende medios de impresión tridimensionales y un sistema de movimiento mecatrónico para dichos medios de impresión, del tipo equipado con al menos una placa electrónica de microprocesador, estando dicho sistema de movimiento **caracterizado porque** dichos medios de impresión son móviles exclusivamente en el plano horizontal XY **y porque** el movimiento de los medios de impresión de la impresora 3D a lo largo de los ejes X e Y del plano horizontal se obtiene exclusivamente a través de cadenas cinemáticas con engranajes provistas de piñones y cremalleras (Cx, Cy) con dientes helicoidales para reducir el juego, las vibraciones, la fricción y el ruido típicos de engranajes con dientes rectos; **donde** las cremalleras a lo largo del eje X o las del eje Y del plano horizontal se fijan directamente al chasis del propio sistema, mientras que la superficie de descanso del objeto tridimensional es móvil a lo largo del eje vertical Z a través de al menos un tornillo de bola, accionado por un motor (Mz); **y donde** dichos medios para el movimiento a lo largo del eje X comprenden una sola cremallera (Cx) y dichos medios para el movimiento a lo largo del eje Y comprenden dos cremalleras (Cy).
- 15 2. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** los medios para el movimiento a lo largo del eje X comprenden una cremallera (Cx) con un piñón que siempre engrana sobre la misma, montado en un motor (Mx) controlado por la placa de gestión electrónica; donde dicho motor (Mx) está fijado respecto a un carro (3) que se desplaza sobre al menos un conjunto de guías (4) provistas a propósito según el eje X y paralelas a la cremallera (Cx).
- 20 3. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** los medios para el movimiento a lo largo del eje Y comprenden al menos una cremallera (Cy) que siempre engrana con un piñón respectivo montado en un motor correspondiente (My) controlado por la placa de gestión electrónica, donde dicho motor (My) está fijado con respecto a un carro (1) que se desplaza sobre al menos un conjunto de guías (2) provistas a propósito según el eje Y y paralelas a la cremallera (Cy).
- 25 4. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** los medios para el movimiento a lo largo del eje Y comprenden dos motores (My), uno para cada carro (2), donde dichos motores están conectados en serie para garantizar la uniformidad de movimiento.
- 30 5. La máquina de creación rápida de prototipos según cualquiera de las reivindicaciones de la 2 en adelante, **caracterizada porque** para cada motor (Mx, My) se ha llevado a cabo una calibración precisa de las fases, de las corrientes, de los voltajes, así como de los microsteppers.
- 35 6. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación 4, **caracterizada porque** dichos dos carros (Cy) están rígidamente conectados entre sí a través de dos guías transversales (4) dispuestas según el eje (X), que son paralelas entre sí y perpendiculares a las guías (2) mencionadas anteriormente.
- 40 7. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** desplazándose sobre dichas guías transversales (4) hay un tercer carro 3, que está fijado con respecto a un motor (Mx), montado en el eje del cual hay un piñón que siempre se engrana con una cremallera correspondiente (Cx), que también se ajusta perpendicular a dichas guías (2).
- 45 8. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación 5 o la reivindicación 7, **caracterizada porque** dicho carro (3) también soporta medios de impresión 3D, que están constituidos, por ejemplo, por una extrusora.
- 50 9. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación anterior, **caracterizada porque** cada una de dichas cadenas cinemáticas con engranajes prevé el uso de piñones y cremalleras con dientes helicoidales hechos de material metálico.
10. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación 4, **caracterizada porque**, como alternativa al uso de dos motores (My) para el movimiento de los carros (1) a lo largo de las guías (2) paralelas al eje Y, se proporciona un solo motor (My), que está fijado con respecto a uno de los carros (1), así como una conexión estructural rígida de dicho carro accionado por motor al otro carro (1) que se desplaza a lo largo del eje (Y).
- 55 11. La máquina de creación rápida de prototipos según la reivindicación 4, **caracterizada porque**, como alternativa al uso de dos motores (My) para el movimiento de los carros (1) a lo largo de las guías (2) paralelas al eje Y, se proporciona un solo motor (My), fijado con respecto a uno de los carros (1), mientras que en el otro carro (1) sin motor, se proporciona un piñón conectado cinemáticamente al piñón del carro (1) equipado con motor (My) a través de una cadena cinemática con engranajes, como por ejemplo un sistema de engranajes cónicos que cooperan con un eje de transmisión que los conecta de modo que a una rotación del piñón de un carro (1) le corresponderá una rotación idéntica del piñón en el otro carro (1).



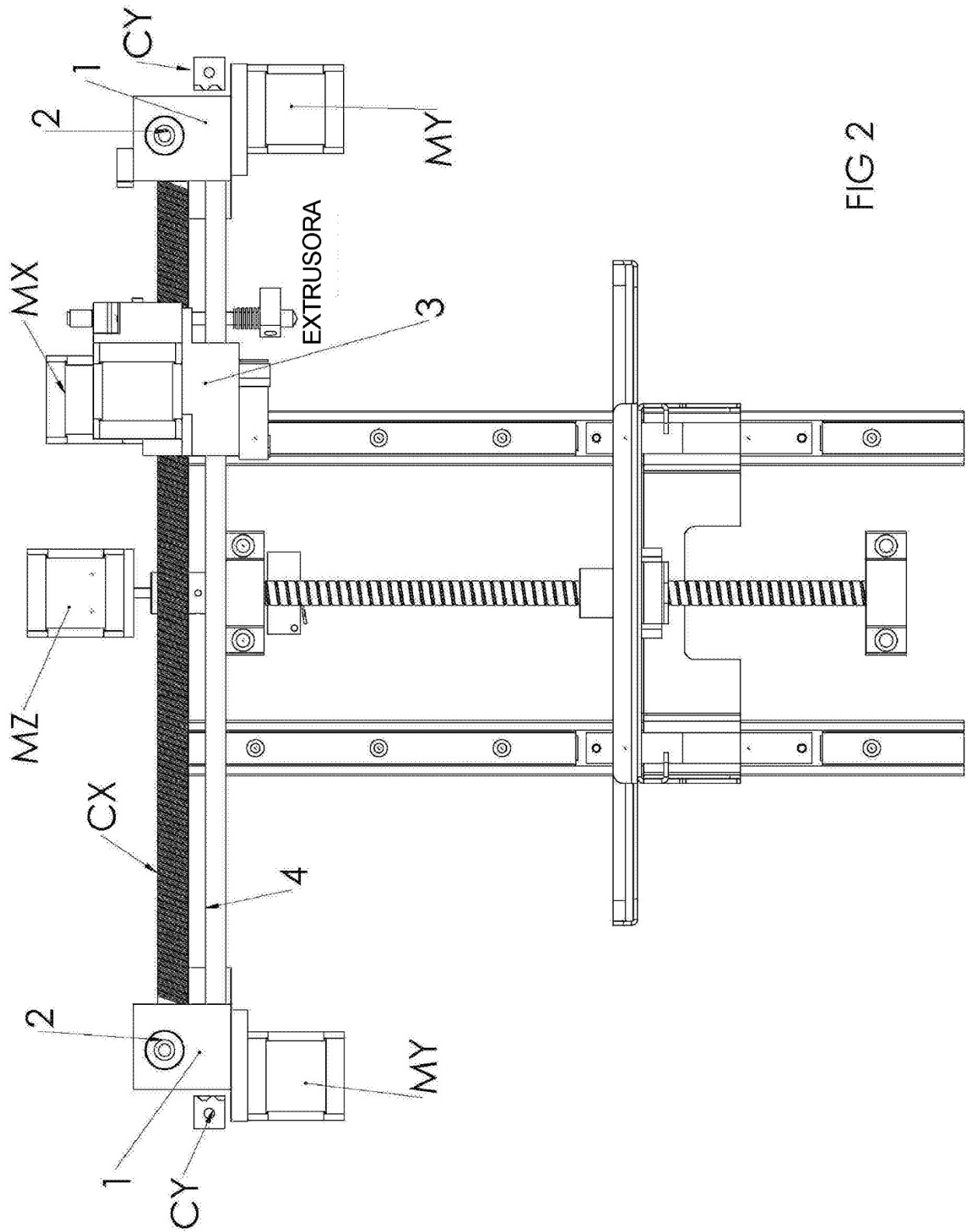


FIG 2

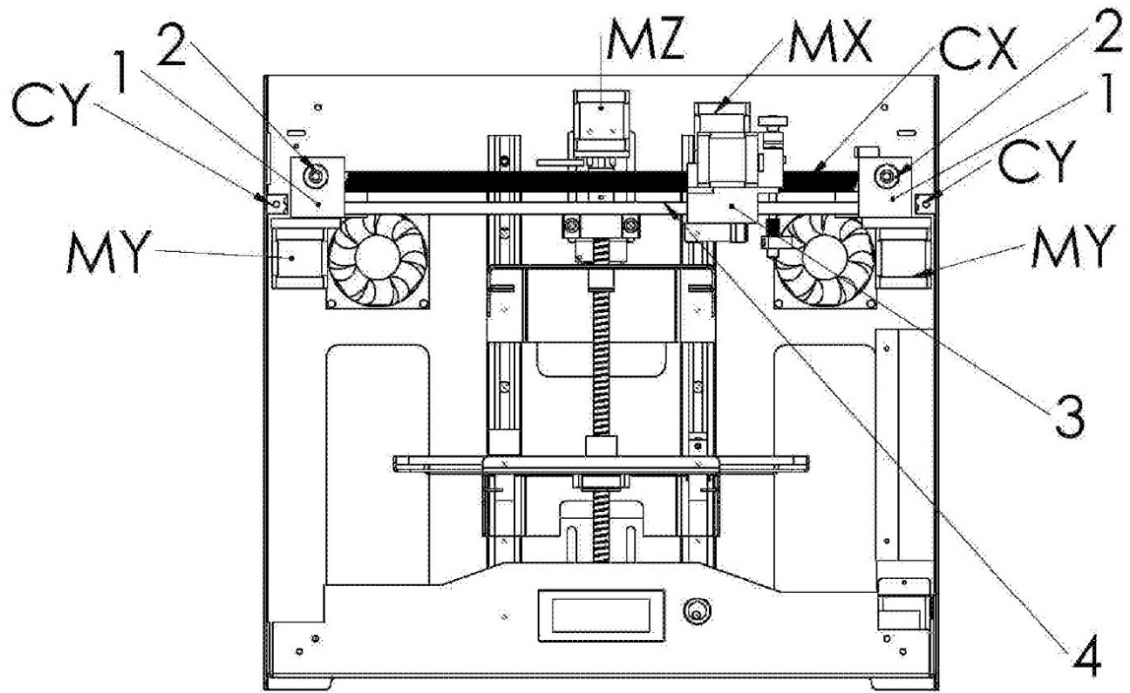


FIG 3

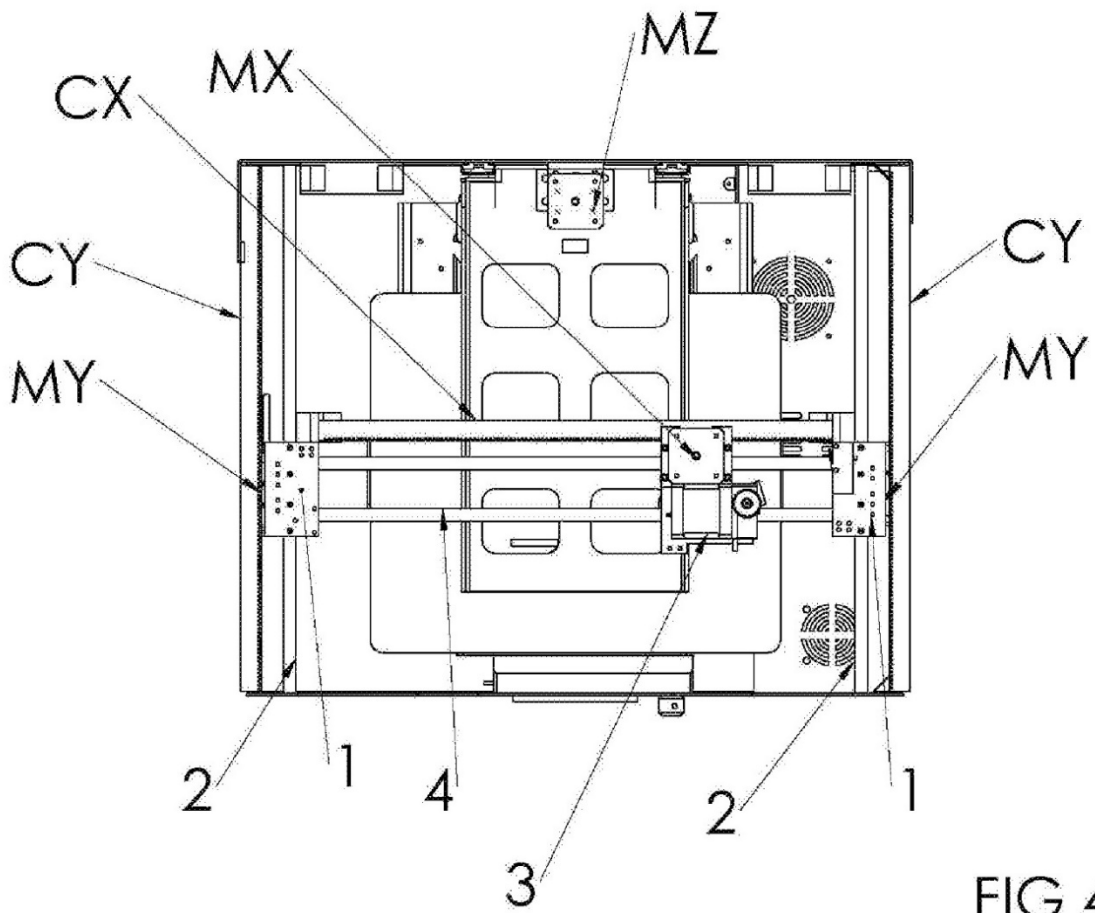


FIG 4