

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 927**

21 Número de solicitud: 201830040

51 Int. Cl.:

B23Q 11/00 (2006.01)

B23Q 17/09 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

15.01.2018

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.07.2019

Fecha de concesión:

22.01.2020

45 Fecha de publicación de la concesión:

29.01.2020

73 Titular/es:

SORALUCE, S. COOP. (100.0%)

Osintxu Auzoa

20570 BERGARA (Gipuzkoa) ES

72 Inventor/es:

PÉREZ PERLADO, Jon y

MANCISIDOR AIZPURUA, Iker

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

54 Título: **MÁQUINA HERRAMIENTA CON AMORTIGUACIÓN ACTIVA**

57 Resumen:

Máquina herramienta con amortiguación activa, que comprende un carnero (10) con paredes longitudinales (11) en el que se producen vibraciones durante el mecanizado según, al menos, una dirección principal de flexión (D1, D2) del carnero (10), un cabezal (20) que está dispuesto en un extremo libre del carnero (10), unos medios de accionamiento (30) para accionar el cabezal (20) que están dispuestos sobre una de las paredes longitudinales (11) del carnero (10), y unos medios de amortiguación (41, 42) configurados para generar al menos una fuerza (F1, F2) en la dirección principal de flexión (D1, D2) del carnero (10), en donde los medios de amortiguación (41, 42) están dispuestos en una sección parcial (12) de la pared longitudinal (11) del carnero (10) en donde se disponen los medios de accionamiento (30), estando ubicada la sección parcial (12) entre los medios de accionamiento (30) y el extremo libre del carnero (10) en donde está dispuesto el cabezal (20).

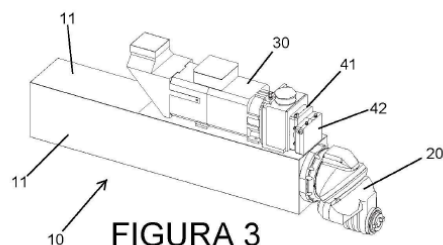


FIGURA 3

ES 2 719 927 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

MÁQUINA HERRAMIENTA CON AMORTIGUACIÓN ACTIVA

5 Sector de la técnica

La presente invención está relacionada con la supresión, o atenuación, de las vibraciones producidas durante los procesos de mecanizado en máquinas herramienta, tal como fresadoras o mandrinadoras, que incorporan un elemento móvil en voladizo que porta una herramienta de trabajo (carnero o RAM). La invención propone una máquina herramienta con un sistema de amortiguación activo inercial que se dispone sobre el carnero en la proximidad del punto de corte ocupando un mínimo espacio y sin entorpecer las operaciones de mecanizado de la máquina.

15 Estado de la técnica

En los últimos años el sector de la máquina herramienta tiende a evolucionar hacia soluciones que permitan lograr una mayor productividad, mejorar la calidad de las piezas obtenidas y ahorrar costes. En este sentido, la atenuación o supresión de las vibraciones autoregenerativas o chatter, durante el mecanizado, está cobrando gran importancia.

Las estructuras mecánicas de las máquinas herramientas vibran durante las operaciones de mecanizado, pudiendo aparecer vibraciones autoregenerativas, que debido a su naturaleza pueden resultar perjudiciales para la calidad superficial de la pieza final y para la integridad de los componentes de la propia máquina, y que, además, pueden provocar el desgaste prematuro de la herramienta de corte, o incluso su rotura.

Las máquinas herramienta equipadas con elementos móviles en voladizo, como por ejemplo las fresadoras o mandrinadoras que incorporan un carnero (RAM), tienen una respuesta dinámica que depende de la posición de trabajo. El reparto de masas, así como la flexibilidad medida en la punta de la herramienta, varían en función de la posición en la que se encuentran los elementos móviles que componen la estructura de la máquina. Siendo el carnero el elemento más flexible, su posición determina en gran medida el comportamiento de la máquina. Siendo así, al interactuar la herramienta contra la pieza durante el proceso de corte, la máquina puede comportarse de forma muy diferente en función de la posición

del carnero, pudiendo llegar a producirse fuertes variaciones en la capacidad de corte de la máquina.

5 La respuesta dinámica de cualquier estructura mecánica depende del reparto de masas, de la rigidez de los modos de vibración, y del amortiguamiento intrínseco a cada uno de estos modos, siendo el aumento de la amortiguación especialmente eficaz a la hora de mejorar la rigidez dinámica.

10 Son conocidos diversos métodos que permiten añadir amortiguación a una estructura mecánica, entre estos métodos se encuentran tanto el uso de amortiguadores pasivos como activos.

15 Los amortiguadores pasivos consisten en una masa suspendida unida a la estructura a amortiguar mediante una unión flexible amortiguada. La frecuencia natural del amortiguador pasivo se sintoniza para que coincida con la frecuencia natural de la estructura a amortiguar. Sin embargo, estos amortiguadores pasivos pierden efectividad cuando los parámetros dinámicos de la estructura a amortiguar varían. Generalmente resultan poco efectivos para el caso de máquinas de dinámica variable, ya que exigen un sintonizado diferente en función de la posición de trabajo. Además para conseguir cierta efectividad, la masa del sistema
20 suele ser grande, y consecuentemente también el volumen del amortiguador, haciendo difícil su integración en máquina.

25 Los amortiguadores activos pueden superar este problema gracias a su adaptabilidad a medios dinámicamente cambiantes. Estos se componen de sensores que miden la vibración producida y actuadores que permiten introducir una fuerza opuesta a la vibración, generando así el efecto amortiguador. En el caso de los amortiguadores activos inerciales, esta fuerza se obtiene acelerando una masa móvil que se encuentra suspendida en la estructura a amortiguar, de manera que cuando la masa móvil es acelerada en la dirección requerida se genera una fuerza de inercia que reduce la amplitud de la vibración en la
30 máquina herramienta. Así por ejemplo, el artículo de Cowley y Boyle publicado el año 1970, da a conocer el empleo de un sistema que mide la vibración por medio de un acelerómetro y genera una consigna que es introducida en un actuador inercial que produce el efecto amortiguador sobre la estructura de una máquina herramienta. *“Cowley, A.; Boyle, A.; Active dampers for machine tools; Annals of the CIRP, vol. 18, pp. 213-222, 1970”*.

35

Aunque los amortiguadores activos son una solución adecuada para amortiguar las vibraciones en máquinas que tienen elementos móviles en voladizo como el carnero, la problemática reside en la integración del sistema de amortiguación en la máquina. Es conocido que el sistema de amortiguación debe estar lo más próximo posible al punto de corte para ser efectivo, es decir, debe estar lo más próximo al cabezal que porta la herramienta de mecanizado, sin embargo las restricciones de espacio en esta zona de la máquina son muy elevadas.

Una solución que integra un sistema de amortiguación en máquina se describe en el documento ES2425994B1, el cual da a conocer una máquina herramienta que incorpora un actuador inercial en el cabezal de corte. Aunque esta solución permite mejorar el comportamiento dinámico de trabajo de la máquina, ya que la amortiguación de las vibraciones se produce muy próxima al punto de corte en donde se encuentra el foco de origen de las vibraciones, al ser el cabezal de corte una parte móvil que gira con respecto al carnero, el paso de las señales de alimentación y control necesarias para el actuador inercial resulta complicado y costoso.

El documento EP3017911B1 da a conocer una máquina herramienta con un elemento móvil en voladizo (carnero) que incorpora dos actuadores inerciales unidireccionales. Los actuadores se disponen en el extremo del carnero que se encuentra más próximo a la herramienta de corte, integrados en dos caras laterales contiguas del carnero. Cada actuador inercial está especialmente adaptado para generar una fuerza paralela a la superficie de la cara lateral del carnero en la que se dispone, siendo las dos fuerzas generadas por ambos actuadores ortogonales entre sí. Esta solución no requiere complicados sistemas para llevar las señales de alimentación y control hasta el cabezal, ya que los amortiguadores quedan integrados en el carnero, además los amortiguadores no sobresalen exteriormente del carnero, con lo que no se producen interferencias entre el carnero y la pieza durante el mecanizado, ni se limita el recorrido del carnero en su salida con respecto de la máquina.

La solución descrita en el documento EP3017911B1 está ideada para máquinas de tamaño relativamente grande, las cuales a pesar de las restricciones de espacio, permiten disponer en el interior del carnero varios elementos, como por ejemplo el sistema de accionamiento del cabezal, mangueras de refrigeración, o cables de alimentación de energía y de señales, quedando los amortiguadores integrados en las caras laterales del carnero para no entrar en

contacto con esos elementos del interior del carnero. Sin embargo, existen máquinas herramientas de menor tamaño en donde las restricciones de espacio son aún mayores, de forma que incluso el sistema de accionamiento del cabezal debe estar situado fuera del carnero, con lo que en este tipo de máquinas de menor tamaño resulta muy complicado
5 integrar dentro del carnero uno actuadores adecuados para la función de amortiguación, ni tan siquiera aprovechando las caras laterales del carnero.

Resulta por tanto necesario una solución que permita incorporar un sistema de amortiguación activa en ese tipo de máquinas de menor tamaño que ocupe el mínimo
10 espacio posible para no interferir en las operaciones de mecanizado y que esté situado lo más próximo posible al punto de corte para mejorar su efectividad.

Objeto de la invención

15 De acuerdo con la invención se propone una máquina herramienta equipada con un carnero, como por ejemplo una fresadora o mandrinadora, y que dispone de un sistema de amortiguación activa inercial integrado en máquina en la cercanía del punto de corte.

La máquina herramienta de la invención comprende:

- 20
- un carnero en el que se producen vibraciones durante el mecanizado según, al menos, una dirección principal de flexión del carnero, teniendo el carnero unas paredes longitudinales,
 - un cabezal que está dispuesto en un extremo libre del carnero,
 - 25 – unos medios de accionamiento para accionar el cabezal que están dispuestos sobre una de las paredes longitudinales del carnero, y
 - unos medios de amortiguación configurados para generar al menos una fuerza en la dirección principal de flexión del carnero.

30 Según la invención los medios de amortiguación están dispuestos en una sección parcial de la pared longitudinal del carnero en donde se disponen los medios de accionamiento del cabezal, estando ubicada la sección parcial de la pared longitudinal entre los medios de accionamiento y el extremo libre del carnero en donde está dispuesto el cabezal.

35 Con esta solución los medios de amortiguación quedan dispuestos sobre una sola de las

paredes longitudinales del carnero, aprovechando un espacio libre ubicado junto a los medios de accionamiento en la cercanía del punto de corte, y quedan interiorizados en una carcasa de cobertura de los medios de accionamiento. De esta forma se optimiza el efecto de la amortiguación dada la cercanía de los medios de amortiguación al punto de corte, además, con esta disposición de los medios de amortiguación se evitan, en gran medida, las posibles interferencias que puedan producirse entre el carnero y la pieza a mecanizar, y tampoco se limita el recorrido del carnero en su salida con respecto de la máquina.

Preferentemente los medios de amortiguación están configurados para generar dos fuerzas en dos direcciones principales de flexión del carnero.

Aún más preferentemente los medios de amortiguación son dos amortiguadores activos unidireccionales, cada uno configurado para generar una de las dos fuerzas en una de las dos direcciones principales de flexión del carnero.

Los amortiguadores activos unidireccionales tienen una forma rectangular plana con cuatro caras menores y dos caras mayores, en donde los amortiguadores están apoyados y enfrentados entre sí por sus caras mayores, siendo las fuerzas que generan los amortiguadores paralelas a sus caras mayores y perpendiculares entre sí. De esta manera se optimiza la disposición de los amortiguadores y el espacio ocupado por los mismos.

Se obtiene así una solución sencilla y eficaz para dotar de un sistema de amortiguación activa a una máquina herramienta que tiene un carnero el cual por sus restricciones de tamaño no permite la integración del sistema de amortiguación en el interior del propio carnero.

Descripción de las figuras

La figura 1 muestra un ejemplo de realización no limitativo de una máquina herramienta de tipo fresadora según la invención.

La figura 2 muestra una vista en perspectiva de un carnero con una carcasa superior en donde se incorporan los medios de accionamiento del cabezal y los medios de amortiguación.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva del carnero de la figura anterior en donde se ha retirado la carcasa para mostrar la disposición de los medios de accionamiento y amortiguación.

5 La figura 4 es una vista en perspectiva como la de la figura anterior pero con los medios de amortiguación en disposición de montaje sobre la sección parcial de la pared longitudinal del carnero.

Descripción detallada de la invención

10

En la figura 1 se muestra un ejemplo de realización no limitativo de una máquina herramienta de tipo fresadora según la invención. La máquina comprende un carnero (10) que está adaptado para sobresalir en voladizo respecto de la máquina y que en un extremo libre tiene un cabezal (20) portador de una herramienta de mecanizado.

15

El carnero (10) es un elemento oblongo (más largo que ancho) que al sobresalir en voladizo, y debido a su inercia y flexibilidad, es la parte de la máquina que más influencia tiene en la respuesta dinámica de la misma, de manera que el comportamiento durante el proceso de mecanizado puede ser muy diferente en función de la posición espacial en la que se
20 encuentre el carnero (10) respecto de la máquina.

20

Experimentalmente se ha comprobado que los modos de vibración críticos del carnero (10) durante el mecanizado se corresponden con sus modos de flexión, de manera que el carnero (10) tiende a oscilar principalmente en dos direcciones (D1, D2) representadas en la
25 figura 2 por flechas a trazos. De acuerdo con ello, para amortiguar las vibraciones ocurridas en el carnero (10) es especialmente relevante aplicar fuerzas de amortiguación que se encuentren alineadas con las direcciones principales de flexión (D1, D2) en las que oscila el carnero (10).

25

Como se observa en las figuras el carnero (10) tiene una forma prismática de sección rectangular con cuatro paredes longitudinales (11). Sobre una de dichas paredes longitudinales (11) se disponen unos medios de accionamiento (30) que a través de una transmisión adecuada provocan el accionamiento del cabezal (20) que está ubicado en el extremo libre del carnero (10). Concretamente los medios de accionamiento (30) se
35 disponen sobre la pared longitudinal superior (11) del carnero (10) y van cubiertos por una

35

carcasa (31).

El conjunto del carnero (10) con la carcasa (31) que incorpora los medios de accionamiento (30) esta adaptado para trasladarse verticalmente con respecto de la máquina y sobresalir horizontalmente en voladizo para que el cabezal (20) pueda efectuar las operaciones de mecanizado, por lo que es especialmente relevante que no exista ningún elemento que sobresalga de dicho conjunto para no limitar el recorrido del carnero (10) ni interferir en las operaciones de mecanizado.

La pared longitudinal (11) del carnero (10) sobre la que se disponen los medios de accionamiento (30) tiene una sección parcial (12) que está ubicada entre los medios de accionamiento (30) y el cabezal (20). La invención propone disponer unos medios de amortiguación (41,42) en el espacio generado por dicha sección parcial (12), los cuales permiten atenuar las vibraciones ocurridas en las dos direcciones principales de flexión (D1, D2) del carnero (10). De esta manera los medios de amortiguación (41,42) quedan ubicados dentro de la carcasa (31) de los medios de accionamiento (30) sin sobresalir del conjunto carnero-carcasa (10,31) y en una zona lo más próxima posible al punto de corte del cabezal (20).

Preferentemente los medios de amortiguación (41,42) son dos amortiguadores activos unidireccionales, cada uno de ellos estando configurado para generar una fuerza (F1, F2) en una de las direcciones principales de flexión (D1, D2) del carnero (10). Si bien podrían ser un solo amortiguador activo bidireccional que genere las dos fuerzas en las dos direcciones principales de flexión (D1, D2) del carnero (10), o incluso podría emplearse un solo amortiguador que genere únicamente una fuerza en una de las direcciones principales de flexión (D1, D2) del carnero (10).

Uno de los amortiguadores activos unidireccionales (41) genera una primera fuerza (F1) en una de las direcciones principales de flexión (D1) del carnero (10), siendo la primera fuerza (F1) perpendicular a la pared longitudinal superior (11) del carnero (10), y el otro de los amortiguadores activos unidireccionales (42) genera una segunda fuerza (F2) en la otra dirección principal de flexión (D2) del carnero (10), siendo la segunda fuerza (F2) paralela a la pared longitudinal superior (11) del carnero (10), de forma que la primera y segunda fuerzas (F1, F2) son ortogonales entre sí.

35

Como se muestra en las figuras 3 y 4, los amortiguadores activos unidireccionales (41,42) tienen una configuración plana rectangular con dos caras mayores y cuatro caras menores. Los amortiguadores (41,42) están enfrentados y apoyados entre sí por una de sus caras mayores, siendo las fuerzas (F1, F2) que generan paralelas a sus caras mayores y perpendiculares entre sí, de forma que los amortiguadores (41,42) quedan en una disposición vertical y solapados por sus caras mayores optimizando así el espacio ocupado en la sección parcial (12) de la pared longitudinal (11) del carnero (10) en donde se disponen los medios de accionamiento (30). Además los amortiguadores (41,42) actúan como una masa conjunta en su oscilación al estar apoyados entre sí por sus caras mayores.

Se ha previsto que los dos amortiguadores activos unidireccionales (41,42) sean de configuración idéntica de forma que se disponen uno girado 90° con respecto al otro para generar las fuerzas (F1, F2) en las direcciones principales de flexión (D1, D2) del carnero (10).

Preferentemente los amortiguadores (41,42) están amarrados a los medios de accionamiento (30), de forma que las fuerzas (F1, F2) generadas por los amortiguadores (41,42) se transmiten al carnero (10) a través de la estructura de los medios de accionamiento (30). Alternativamente los amortiguadores (41,42) se pueden amarrar directamente a la pared longitudinal superior (11) del carnero (10). En cualquier caso el amarre de los amortiguadores (41,42) no es una característica limitativa para el correcto funcionamiento de la invención siempre que exista una conexión, directa o indirecta, lo suficientemente rígida con entre los amortiguadores (41,42) y el carnero (10).

La máquina dispone de unos sensores que miden la magnitud de las vibraciones ocurridas en el carnero (10). Concretamente, mediante el uso de acelerómetros colocados en la posición donde se sitúan los amortiguadores (41,42), se realiza una medición directa de la aceleración con la que oscila el carnero (10) en las dos direcciones principales de flexión (D1, D2). El tratamiento de dicha señal permite generar la consigna introducida en los amortiguadores para generar las fuerzas (F1, F2) de amortiguación que permitirán suprimir el efecto regenerativo característico del chatter de mecanizado.

La disposición de los amortiguadores (41,42) en el extremo libre del carnero (10) más próximo a la herramienta de mecanizado es un factor especialmente relevante, ya que cuanto más alejados se encuentran los amortiguadores (41,42) del punto de corte, mayor

será la fuerza que se tenga que realizar para amortiguar las vibraciones, y por tanto, el tamaño del amortiguador, y el espacio requerido para disponerlo, deberá ser mayor.

REIVINDICACIONES

1.- Máquina herramienta con amortiguación activa, comprendiendo:

- 5 – un carnero (10) en el que se producen vibraciones durante el mecanizado según, al menos, una dirección principal de flexión (D1,D2) del carnero (10), teniendo el carnero (10) unas paredes longitudinales (11),
- un cabezal (20) que está dispuesto en un extremo libre del carnero (10),
- 10 – unos medios de accionamiento (30) para accionar el cabezal (20) que están dispuestos sobre una de las paredes longitudinales (11) del carnero (10), y
- unos medios de amortiguación (41,42) configurados para generar al menos una
- 15 fuerza (F1, F2) en la dirección principal de flexión (D1,D2) del carnero (10),

 caracterizado por que los medios de amortiguación (41,42) están dispuestos en una sección parcial (12) de la pared longitudinal (11) del carnero (10) en donde se disponen los medios de accionamiento (30), estando ubicada la sección parcial (12) entre los

20 medios de accionamiento (30) y el extremo libre del carnero (10) en donde está dispuesto el cabezal (20).

2.- Máquina herramienta con amortiguación activa, según la reivindicación anterior, caracterizada por que los medios de amortiguación (41,42) están configurados para generar

25 dos fuerzas (F1,F2) en dos direcciones principales de flexión (D1,D2) del carnero (10).

3.- Máquina herramienta con amortiguación activa, según la reivindicación anterior, caracterizada por que los medios de amortiguación (41,42) son dos amortiguadores activos unidireccionales, cada uno configurado para generar una de las dos fuerzas (F1, F2) en una

30 de las dos direcciones principales de flexión (D1,D2) del carnero (10).

4.- Máquina herramienta con amortiguación activa, según la reivindicación anterior, caracterizada por que los amortiguadores activos unidireccionales (41,42) tienen una forma rectangular plana con cuatro caras menores y dos caras mayores, en donde los

35 amortiguadores (41,42) están apoyados y enfrentados entre sí por sus caras mayores,

siendo las fuerzas (F1, F2) que generan los amortiguadores (41,42) paralelas a sus caras mayores y perpendiculares entre sí.

5 5.- Máquina herramienta con amortiguación activa, según una cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizada por que los amortiguadores (41,42) son idénticos entre sí.

10 6.- Máquina herramienta con amortiguación activa, según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizada por que los amortiguadores (41,42) están amarrados a los medios de accionamiento (30).

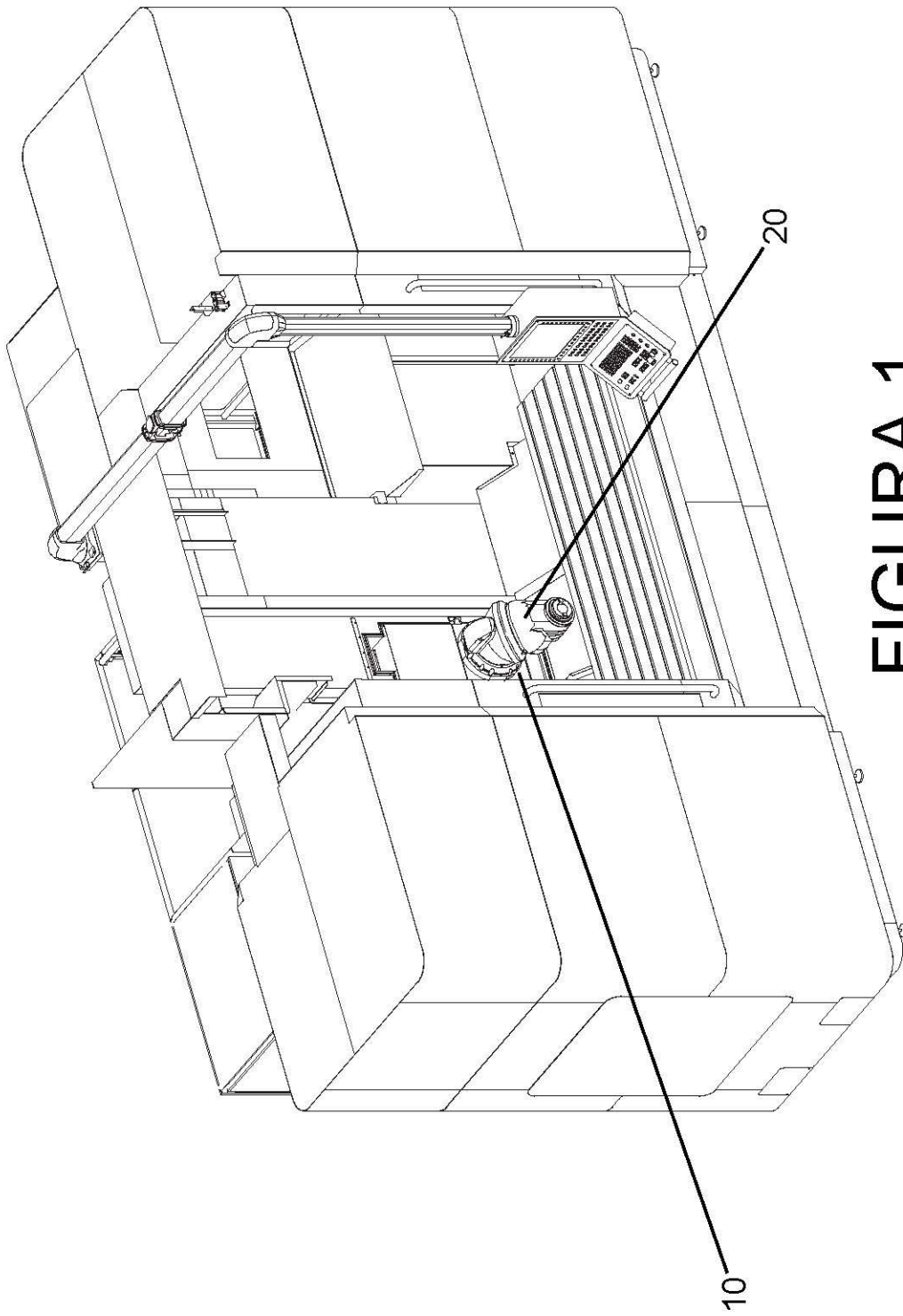
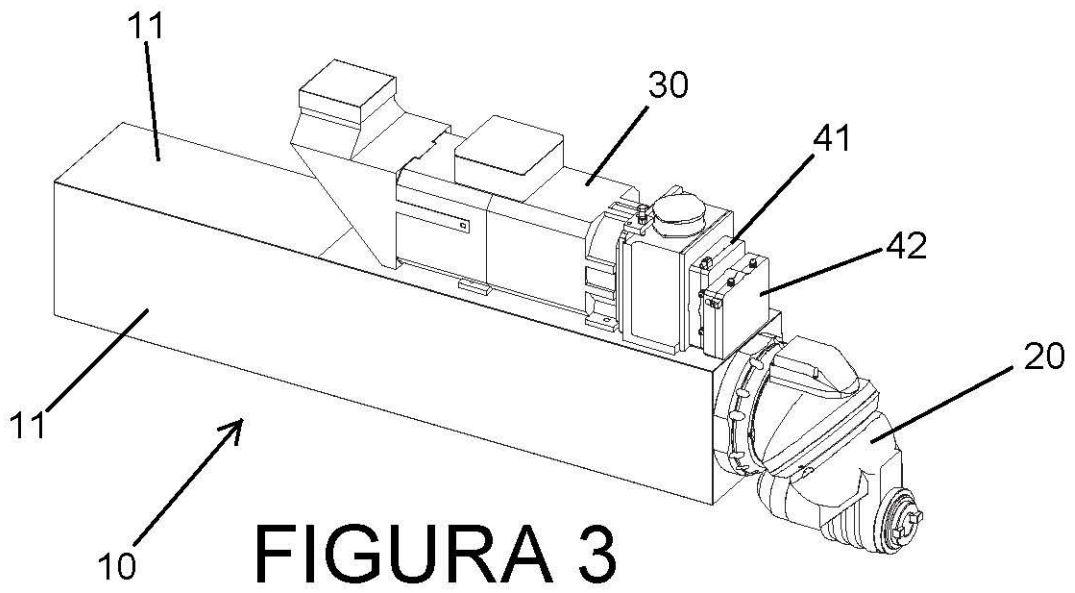
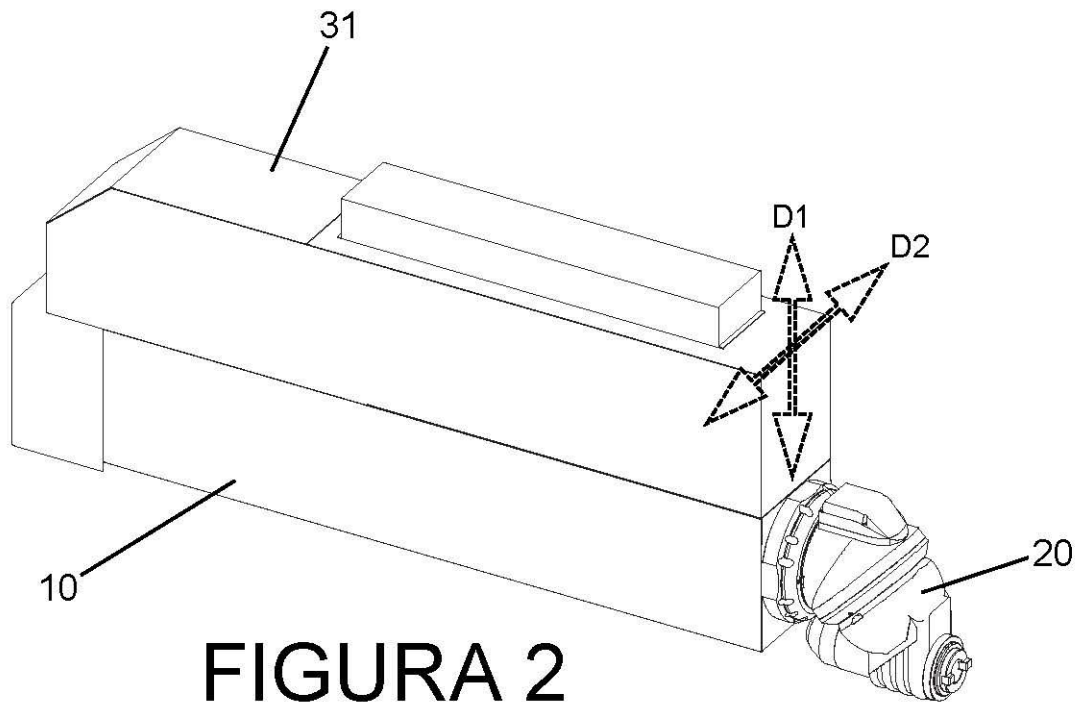


FIGURA 1



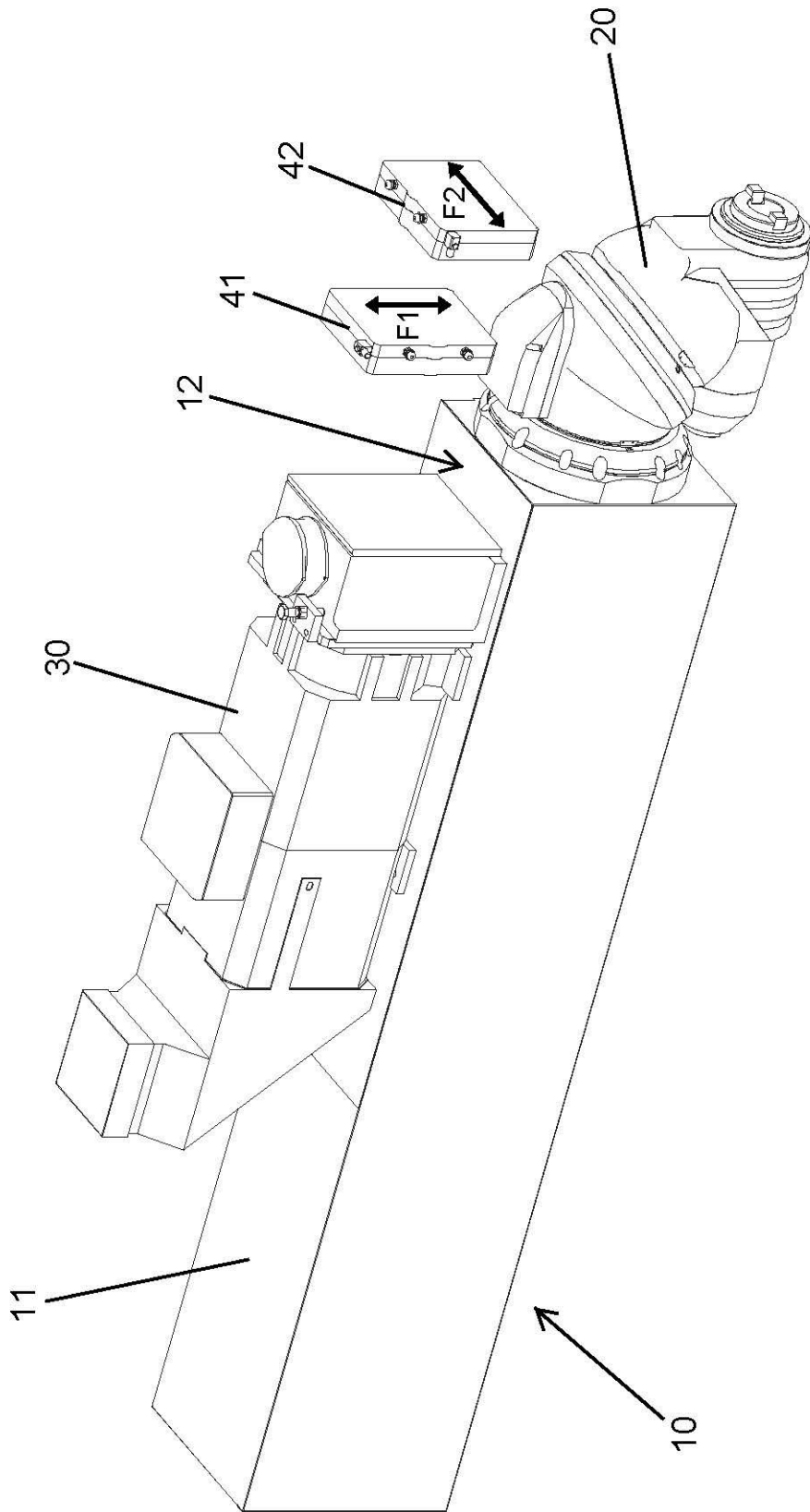


FIGURA 4