

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 825**

51 Int. Cl.:

B23Q 1/60 (2006.01)

B23C 3/06 (2006.01)

B23D 37/00 (2006.01)

B23B 5/18 (2006.01)

B23Q 39/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2017 PCT/EP2017/062950**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.12.2017 WO17220290**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2017 E 17732318 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 3471915**

54 Título: **Máquina para mecanizar piezas de trabajo**

30 Prioridad:

20.06.2016 EP 16382286

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.03.2021

73 Titular/es:

**ETXE-TAR, S.A. (100.0%)
San Antolin, 3
20870 Elgoibar (Gipuzkoa), ES**

72 Inventor/es:

**IBARRA GARCÉS, JORGE;
ATUTXA OCERIN, AMAIUR;
ESCUDERO OLACIREGUI, IÑAKI y
ECEIZA AGOTE, PATXI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 810 825 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

Máquina para mecanizar piezas de trabajo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de las máquinas de mecanizado de piezas de trabajo, por ejemplo mediante fresado o torneado/torneado/brochado.

10 Estado de la técnica

Las máquinas para mecanizar piezas de trabajo, por ejemplo mediante fresado o torneado/torneado/brochado, generalmente implican una o más herramientas dispuestas de forma giratoria y medios para soportar una o más piezas de trabajo. Las máquinas están generalmente dispuestas para proporcionar un movimiento relativo entre la pieza de trabajo y una o más herramientas, lo que a veces incluye un movimiento giratorio de la pieza de trabajo. El movimiento relativo a veces se produce desplazando la pieza de trabajo, y a veces desplazando la herramienta o herramientas, y a veces desplazando tanto la pieza de trabajo como las herramientas. En la técnica se conocen muchos diseños diferentes de máquinas, y generalmente implican diferentes ventajas y desventajas en términos de, por ejemplo, flexibilidad, productividad, accesibilidad (por ejemplo de cara al mantenimiento, reparación, adaptación a diferentes tipos de operaciones y/o piezas de trabajo), eliminación de virutas, riesgo de atasco (por ejemplo, debido a la acumulación de virutas), dimensiones, peso, coste, etc.

Por ejemplo, el documento US-4305689-A da a conocer una máquina para el mecanizado de cigüeñales utilizando fresas internas. La máquina comprende un par de rieles asegurados a una bancada, soportes de herramienta dispuestos para su desplazamiento a lo largo de los rieles y mandriles para soportar los extremos del cigüeñal. También los mandriles están soportados, para que puedan ser desplazados a lo largo de los mismos rieles. Así, los soportes de herramienta que acomodan las fresas internas están situados entre los soportes de mandril y son móviles a lo largo de los mismos rieles de guía, sobre los cuales se guían los soportes de mandril, en la dirección del eje del cigüeñal. La luneta también está guiada sobre el mismo par de rieles. Se ha comprobado que esta disposición de la técnica anterior, en la que los soportes de herramienta, los cabezales con sus mandriles y la luneta están alineados entre sí en los mismos rieles de guía, implica ciertos problemas:

- Una vez que el cigüeñal está soportado por los mandriles, el espacio entre las bases de los soportes de mandril y la base de la luneta es muy limitado, al menos en el caso de cigüeñales relativamente cortos, tales como los que se usan en automóviles y camiones. Por lo tanto, para que las herramientas puedan actuar sobre todas las porciones de los cigüeñales a mecanizar, las bases de los carros que soportan las herramientas deberán ser relativamente cortas en la dirección longitudinal, para permitir un desplazamiento suficiente de cada carro de herramienta en relación con el cigüeñal de modo que la herramienta pueda interactuar con todas las porciones relevantes del cigüeñal, sin interferir con el otro carro de herramienta (hay dos) y sin interferir con los cabezales o la luneta. Este problema es aún mayor cuando deben operarse simultáneamente dos herramientas en el cigüeñal, lo que a menudo resulta preferible por razones de productividad. Así, este diseño estrecho de las bases de los carros que soportan las herramientas, es decir, su corta extensión en la dirección paralela a los rieles a lo largo de los cuales se mueven, implica una menor rigidez de torsión e inclinación. Esto puede tener un impacto negativo en la precisión del mecanizado, en la calidad de la superficie, en la productividad e incluso en la vida útil de la herramienta.
- Los mandriles se extienden una distancia considerable con respecto a sus soportes, en saliente. Esto es necesario para permitir que los mandriles se extiendan axialmente a través de las fresas internas para poder acceder a los mandriles, para cargar y descargar los cigüeñales, y también para permitir que las fresas internas accedan a todas las partes del cigüeñal a mecanizar, también cerca de los extremos de los mismos, sin que los carros que soportan las herramientas interfieran con los soportes de los mandriles. La manera en que los mandriles se extienden en saliente desde sus soportes produce un efecto de voladizo, reduciendo aún más la rigidez del sistema, una rigidez que resulta especialmente preferible en vista de las altas fuerzas de corte ejercidas sobre el cigüeñal durante las operaciones de fresado en bruto.
- Otro problema relacionado con la disposición conocida a partir del documento US-4305689-A es que, a medida que se disponen las herramientas y el cigüeñal sobre los rieles de guía, las virutas de metal que se retiran del cigüeñal tienden a caer hacia los rieles. Para proteger los rieles de las virutas calientes, es posible que sea necesario colocar cubiertas protectoras sobre los rieles. El uso de tales cubiertas, tales como cubiertas telescópicas, es conocido en la técnica. Sin embargo, su uso en este tipo de máquina es complicado, ya que las cubiertas tendrían que encajar en el espacio relativamente reducido entre las bases de los carros de herramienta, las bases de los soportes de los mandriles y la base de la luneta. Incluso en caso de utilizar cubiertas telescópicas, resultaría difícil colocarlas en el espacio entre los elementos móviles para permitir que estos elementos puedan moverse a todas las posiciones que tendrían que ocupar para mecanizar todas las partes relevantes del cigüeñal; este problema puede resultar especialmente problemático en situaciones en las que las dos fresas internas operen simultáneamente sobre partes del cigüeñal que estén relativamente cerca unas de otras, en la dirección axial. Esto podría implicar el riesgo de que los rieles no queden adecuadamente protegidos contra la caída de virutas. Si existe este riesgo, no podrán utilizarse guías lineales con rodamientos de rodillos modernos; en cambio, tendrían que

utilizarse guías deslizantes de fricción anticuadas. Las virutas de metal eliminadas de la pieza de trabajo podrían caer directamente sobre las guías deslizantes, causando un calentamiento instantáneo, no uniforme y frecuente de las guías, lo que tendería a deteriorar las guías, lo cual no resulta deseable, especialmente no en una máquina para mecanizado de precisión. La acumulación de virutas y el anidamiento también pueden terminar interrumpiendo el funcionamiento de la máquina.

- Las fresas internas generalmente se intercambian manualmente, y el intercambio de las mismas normalmente se produce con bastante frecuencia. La configuración de la máquina dada a conocer en el documento US-4305689-A no facilita el reemplazo de las fresas internas, y una resulta ergonómica: para acceder a las fresas internas, el operario deberá subirse sobre el sistema de guía, donde se acumulan y anidan las virutas y el barro de amolado; adicionalmente, los medios para liberar herramientas están relativamente cerca de la superficie del sistema de guía, de modo que el operario tendrá que manejar cargas pesadas en posiciones no ergonómicas, tales como agachado o arrodillado.
- Además, cuando se produce una interrupción en el funcionamiento de la máquina debido a una falla, el operario tendrá que acceder al área de mecanizado para verificar la pieza de trabajo, los mandriles y sus medios de sujeción, la luneta, etc. El acceso al área de mecanizado en una máquina de acuerdo con el documento US-4305689-A es muy limitado debido a la forma en que la luneta, los mandriles y los carros de herramientas ocupan la mayor parte del espacio a lo largo de las guías, lo que dificulta que el operario lleve a cabo la inspección y el mantenimiento. Esto, y el hecho de que la inspección y el mantenimiento han llevarse a cabo en posiciones incómodas y no ergonómicas, implica la necesidad de una mayor cantidad de tiempo para completar las tareas. Esto afecta negativamente la productividad.

El documento US-5078556-A da a conocer una máquina para mecanizar cigüeñales, con dos carros de herramientas dispuestos sobre diferentes guías. Un primer soporte de herramienta se mueve sobre la parte superior de la bancada de la máquina, mientras que otro soporte de herramienta, así como el cabezal y el contrapunto, son guiados sobre una superficie frontal en saliente de la parte superior de la bancada de la máquina. Este diseño puede superar algunos de los problemas relacionados con la disposición conocida del documento US-4305689-A: parece hacer que el espacio entre las partes de soporte del mandril sea menos estrecho, y las virutas tenderán a caer sobre la parte inferior de la bancada y sobre el transportador de virutas, en lugar de sobre las superficies de guía. Sin embargo, el diseño de la bancada es complejo y los diferentes elementos (unidad de fresado, soportes de mandril, unidad de torneado-brochado) están dispuestos a diferentes alturas sobre el suelo, lo que puede resultar poco ventajoso desde el punto de vista ergonómico, por ejemplo, cuando deban inspeccionarse o reemplazarse las herramientas y la pieza de trabajo.

El documento US-7179029-B2 da a conocer una disposición alternativa, en la que dos carros de herramientas, denominados "deslizadores compuestos", y dos cabezales están situados sobre dos sistemas de guía paralelos. Esta disposición reduce el problema de la falta de espacio entre las bases de los cabezales y las bases de los carros de herramientas, y por lo tanto permite utilizar bases más anchas, es decir, bases con una mayor extensión en la dirección paralela a los rieles de guía, mejorando así la rigidez. El documento US-7179029-B2 explica cómo la mayor disponibilidad de espacio también facilita el uso de cubiertas protectoras. Sin embargo, también este sistema conlleva inconvenientes importantes:

- Los mandriles están dispuestos a una distancia considerable con respecto al sistema de guía sobre el cual se mueven los cabezales con los mandriles. Esto produce un efecto de voladizo, reduciendo la rigidez del sistema, una rigidez que resulta especialmente importante en vista de las elevadas fuerzas de corte ejercidas sobre el cigüeñal durante las operaciones de fresado en bruto.
- Pueden acumularse virutas sobre y alrededor de las cubiertas protectoras, por ejemplo entre las cubiertas situadas sobre el primer y el segundo sistemas de guía, y donde las cubiertas protectoras situadas sobre el segundo sistema de guía hacen tope contra la luneta. Esto puede causar un mayor desgaste e incluso un atasco de las cubiertas telescópicas, la luneta, etc. El barro de amolado y las virutas pequeñas pueden penetrar en el espacio situado debajo de las cubiertas y dañar los conductos de energía, que generalmente son muy sensibles a las partículas de suciedad y las virutas de metal.
- Adicionalmente, el diseño con un sistema de guía paralelo al otro significa que la máquina presenta un tamaño sustancial en el plano en el que están dispuestos los rieles de guía, en concreto, un tamaño de al menos el doble del tamaño de cada sistema de guía. Esto puede dificultar el acceso a todas las partes del sistema desde un lateral.

Descripción de la invención

Un primer aspecto de la invención se refiere a una máquina para mecanizar piezas de trabajo. La máquina comprende una primera columna y una segunda columna, estando dispuestas la primera columna y la segunda columna orientadas una hacia la otra de acuerdo con un primer eje horizontal, que puede denominarse "eje Z". La expresión "orientadas una hacia la otra" pretende denotar que la primera columna y la segunda columna están situadas más o menos opuestas entre sí, por ejemplo, en el sentido de que las mismas y/o al menos algunos de los componentes montados sobre las mismas se superponen al menos parcialmente en su proyección a lo largo del primer eje horizontal. Sin embargo, no significa que tengan que reflejarse sustancialmente entre sí. En el presente texto, el término "columna" generalmente se refiere a una estructura de soporte que soporta al menos un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo y, opcionalmente, a una unidad de herramienta situada encima de una base, tal como una bancada de máquina o un suelo. No implica necesariamente una "forma de columna". Cuando una columna sea móvil, también puede

denominarse carro. Las columnas están configuradas preferentemente para proporcionar estabilidad y rigidez al sistema, y para un posicionamiento preciso de la pieza de trabajo en relación con la herramienta o herramientas durante el mecanizado.

5 La máquina comprende adicionalmente un sistema de guía para el desplazamiento guiado de al menos una de la primera columna y la segunda columna, en paralelo al primer eje horizontal (el "eje Z"). En algunas realizaciones, las dos columnas son desplazables en paralelo al primer eje horizontal o eje Z, de modo que su posición en relación con una bancada de máquina y en relación mutua pueda adaptarse a lo largo del eje Z. En otras realizaciones, solo una de las columnas es desplazable a lo largo del eje Z, mientras que la otra columna es fija. El uso de una columna fija puede implicar, por ejemplo, costos reducidos, pero también una menor flexibilidad. El sistema de guía puede comprender uno o más rieles de guía o cualquier otro medio adecuado para guiar las columnas a lo largo del eje Z. En muchas realizaciones de la invención, se usan guías lineales de cojinete de rodillos para el desplazamiento de la columna o columnas.

15 La máquina comprende adicionalmente una primera unidad de herramienta adaptada para soportar y accionar una primera herramienta giratoria, estando dispuesta la primera unidad de herramienta sobre la primera columna para el desplazamiento controlado en relación con la primera columna, en paralelo con un segundo eje perpendicular al primer eje horizontal. En algunas realizaciones, la primera unidad de herramienta está dispuesta para el desplazamiento controlado en relación con la primera columna solo en paralelo con el segundo eje, es decir, solo con un grado de libertad. En algunas realizaciones, la primera unidad de herramienta está dispuesta para el desplazamiento controlado en relación con la primera columna también de acuerdo con al menos un grado adicional de libertad, tal como en paralelo con otro eje, tal como en paralelo con un tercer eje perpendicular al primer eje horizontal y al segundo eje. Esta es una estructura más compleja, pero puede resultar preferible en el caso de, por ejemplo, piezas de trabajo muy grandes y pesadas, ya que, por ejemplo, puede permitir el mecanizado de la pieza de trabajo con porciones excéntricas alrededor de la circunferencia sin necesidad de girar la pieza de trabajo.

En muchas realizaciones, la máquina comprende adicionalmente una segunda unidad de herramienta adaptada para soportar y accionar una segunda herramienta giratoria, estando dispuesta la segunda unidad de herramienta sobre la segunda columna para el desplazamiento controlado en relación con la segunda columna en paralelo con el segundo eje, y/o en paralelo a un tercer eje perpendicular al primer eje horizontal. Por ejemplo, ambas unidades de herramienta pueden estar dispuestas para el desplazamiento controlado en paralelo al mismo eje, por ejemplo, horizontal o verticalmente o en cualquier otro ángulo, o una unidad de herramienta puede estar dispuesta para el desplazamiento controlado de acuerdo con un eje, tal como un eje vertical, y la otra unidad de herramienta puede estar dispuesta para el desplazamiento controlado de acuerdo con otro eje, tal como un eje horizontal. Además, ambas unidades de herramienta pueden estar dispuestas para el desplazamiento controlado en relación con la respectiva columna en paralelo a dos ejes diferentes, es decir, cada una con dos grados de libertad en relación con la respectiva columna. Las ventajas potenciales de esta disposición más compleja y costosa se han mencionado anteriormente.

Cada unidad de herramienta generalmente comprende medios para soportar y accionar una herramienta, para hacer girar la misma. Esto no significa que la unidad de herramienta incorpore necesariamente el motor que origina el movimiento de accionamiento; este motor puede estar situado fuera de la unidad de herramienta, pero puede estar conectado a la herramienta a través de algún tipo de transmisión, tal y como se conoce en la técnica. En algunas realizaciones, la herramienta es una fresa interna. En otras realizaciones, la herramienta es una fresa externa. En otras realizaciones, la herramienta es una herramienta de torneado/torneado/brochado. En otras realizaciones adicionales, la herramienta es una gubia de tonelero, por ejemplo, una torreta de torneado que pueda graduarse mediante rotación a diferentes posiciones para diferentes operaciones de torneado. En algunas realizaciones, ambas unidades de herramienta comprenden el mismo tipo de herramienta, tal como una fresa interna, una fresa externa, una herramienta de torneado/torneado/brochado, una torreta de torneado, etc. En otras realizaciones, una unidad de herramienta comprende un tipo de herramienta a seleccionar de la lista que consiste en, por ejemplo, una fresa interna, una fresa externa, una herramienta de torneado/torneado/brochado y una torreta de torneado, y la otra herramienta comprende otro tipo de herramienta a seleccionar de dicha lista. Cada unidad de herramienta está montada sobre una de las columnas y dispuesta para el desplazamiento controlado en relación con la columna mediante unos correspondientes medios de guía y accionamiento.

55 La máquina comprende adicionalmente un primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo dispuesto sobre la primera columna, estando dispuesto el primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo para el desplazamiento controlado en relación con la primera columna, en paralelo al primer eje horizontal. La máquina comprende adicionalmente un segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo dispuesto sobre la segunda columna. Cada dispositivo de sujeción de piezas de trabajo puede comprender un mandril o medio similar para soportar un extremo de una pieza de trabajo. En muchas realizaciones, el segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo está dispuesto para el desplazamiento controlado en relación con la segunda columna, en paralelo al primer eje horizontal. Esto resulta especialmente preferible cuando también la segunda columna soporta una unidad de herramienta, ya que permite desplazar y posicionar la pieza de trabajo también en relación con esta segunda unidad de herramienta, de acuerdo con el eje Z. Sin embargo, en algunas realizaciones, el segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo puede estar fijo en relación con la segunda columna, por lo que el posicionamiento del eje Z de la pieza de trabajo en relación con la primera unidad de herramienta puede lograrse desplazando el primer dispositivo de sujeción de piezas

de trabajo en relación con la primera columna, y la segunda columna en relación con la primera columna, en paralelo al eje Z.

De acuerdo con este aspecto de la invención, el primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo y el segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo están dispuestos para soportar una pieza de trabajo entre los mismos, y para la rotación controlada de la pieza de trabajo alrededor de un eje de la pieza de trabajo paralelo al primer eje horizontal.

Adicionalmente, la máquina comprende un sistema de accionamiento para el posicionamiento controlado de:

- la primera columna en relación con la segunda columna, y
- el primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo en relación con la primera columna,

en paralelo al primer eje horizontal. En algunas realizaciones, el sistema de accionamiento también está dispuesto o adaptado para el posicionamiento controlado del segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo en relación con la segunda columna, por ejemplo, para permitir el posicionamiento axial de una pieza de trabajo en relación con una unidad de herramienta dispuesta en la segunda columna. Desde el punto de vista de la productividad, puede ser preferible contar con dos unidades de herramienta, cada una dispuesta sobre una de las dos columnas, por lo que el desplazamiento relativo entre las columnas y el desplazamiento relativo de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo en paralelo al primer eje horizontal permite posicionar ambas herramientas simultáneamente en correspondencia con las posiciones axiales seleccionadas de la pieza de trabajo, por ejemplo, para el mecanizado simultáneo de la pieza de trabajo en correspondencia con dos posiciones axiales diferentes de la misma.

De acuerdo con esta disposición, los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo están dispuestos sobre las columnas, y la unidad de herramienta también está dispuesta sobre una de las columnas. Tal y como se ha explicado anteriormente, en muchas realizaciones, se cuenta con dos unidades de herramienta, una sobre cada una de las columnas.

La disposición descrita permite una mayor rigidez en comparación con muchos de los sistemas de la técnica anterior. El hecho de que el dispositivo o dispositivos de sujeción de piezas de trabajo estén montados sobre la columna o columnas que soportan la unidad o unidades de herramienta conlleva que el punto de unión entre la pieza de trabajo y la máquina puede estar muy cerca de la respectiva columna, lo que contribuye a una mayor rigidez. Por ejemplo, los mandriles pueden disponerse a una altura sustancial sobre el suelo o sobre la bancada de la máquina, pero cerca de la respectiva columna, lo que contribuye a una elevada rigidez sin tener que añadir estructuras robustas adicionales, por ejemplo, sin necesidad de una luneta resistente y alta que se mueva sobre el suelo o sobre la bancada de la máquina. Los mandriles pueden situarse a una altura sustancial por encima del suelo o la bancada de la máquina, aprovechando la estabilidad y la rigidez de la respectiva columna, incluyendo al menos una columna que soporte una herramienta. En las columnas puede mantenerse todo el circuito de fuerzas involucradas en el mecanizado. La altura de los mandriles situados por encima de la bancada de la máquina puede elegirse teniendo en cuenta no solo el espacio necesario para los diferentes componentes y su movimiento durante el mecanizado, sino también de cara a colocar componentes tales como herramientas y piezas de trabajo a una altura que permita la inspección, la manipulación y/o el mantenimiento por parte de un operario en condiciones ergonómicamente favorables, pero sin necesidad de cabezales elevados. En muchas máquinas existentes, la pieza de trabajo se sitúa relativamente cerca de la bancada de la máquina, a baja altura, para evitar que la rigidez del sistema se vea deteriorada debido a la altura de los cabezales, y/o para reducir la necesidad de mejorar la rigidez de los cabezales. Sin embargo, este tipo de posicionamiento de la pieza de trabajo cerca de la bancada de la máquina puede resultar negativo desde un punto de vista ergonómico. Además, el hecho de disponer la pieza de trabajo relativamente elevada en relación con el suelo o la bancada de la máquina puede servir para reducir el tiempo necesario para la carga y descarga, ya que pueden acortarse significativamente las carreras del cargador de puente en la dirección vertical.

Tal y como se ha explicado anteriormente, los cabezales guiados sobre el suelo o la bancada de la máquina son conocidos en la técnica e implican inconvenientes, entre otros en términos de su efecto de voladizo, en especial cuando la pieza de trabajo ha de soportarse a una altura sustancial sobre el suelo o la bancada de la máquina donde se guían los cabezales. Evidentemente, puede mejorarse la rigidez haciendo que los cabezales sean más robustos, pero esto implica costos adicionales y tiende a hacer que la máquina sea más voluminosa. Por otro lado, como la presente invención aprovecha la una o más columnas que soportan la una o más unidades de herramienta para situar los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo a la altura deseada y para proporcionar estabilidad y rigidez, los correspondientes dispositivos de sujeción de piezas de trabajo pueden ser relativamente pequeños y presentar una masa relativamente pequeña, lo que facilita el movimiento de los mismos. Esto implica que se necesitan medios de accionamiento menos potentes, lo que también tiene un impacto positivo en aspectos tales como el costo y el tamaño.

Pueden posicionarse las dos columnas una en relación con la otra utilizando el sistema de guía, desplazando una o ambas columnas de acuerdo con el primer eje horizontal. Por lo tanto, solo se necesita un sistema de guía sobre el suelo o sobre la bancada de la máquina. El posicionamiento adicional de la pieza de trabajo a lo largo del primer eje horizontal, para el posicionamiento "Z" de la pieza de trabajo en relación con las herramientas, puede lograrse desplazando los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo en relación con sus respectivos soportes sobre las

columnas. Esto proporciona un dispositivo compacto que ocupa una superficie limitada y facilita el acceso, por ejemplo, al espacio entre las unidades de herramientas para, por ejemplo, el mantenimiento o el reemplazo de herramientas en condiciones ergonómicamente favorables. Además, el acceso a la pieza de trabajo es fácil y puede lograrse en condiciones ergonómicamente favorables.

5 Adicionalmente, como los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo están montados sobre las columnas, no existe la necesidad de un sistema de guía para estos dispositivos sobre la bancada de la máquina, ni entre las columnas ni en paralelo al sistema de guía para las columnas. Esto implica más espacio disponible entre las columnas, lo que permite que las bases de las columnas sean relativamente grandes en paralelo al primer eje horizontal, mejorando de este modo la rigidez y la estabilidad, al tiempo que se logra un espacio suficiente entre las columnas para que un operario pueda acceder a dicho espacio en condiciones ergonómicamente favorables, y/o para permitir la incorporación de una o más lunetas fijas entre las columnas. Por otro lado, la ausencia de un segundo sistema de guía debajo de la pieza de trabajo evita el problema de que las virutas caigan e interfieran con dicho segundo sistema de guía. En cambio, pueden disponerse debajo de la pieza de trabajo medios de eliminación de virutas, tal como un transportador de virutas.

Este diseño también es flexible. Por ejemplo, puede adaptarse la misma máquina para fresado externo, fresado interno, torneado/torneado/brochado y torneado mediante modificaciones relativamente menores, tales como la adaptación o el reemplazo de las unidades de herramienta y/o de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo.

El mecanizado puede llevarse a cabo mediante la interpolación de ejes entre el segundo eje y el eje de rotación de la pieza de trabajo, tal y como se conoce en la técnica.

En algunas realizaciones de la invención, el primer y/o el segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo están unidos de forma deslizante a un lado de la respectiva columna. Esta unión de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo a los lados de las respectivas columnas permite disponer la pieza de trabajo lateralmente con respecto a las columnas, reduciendo así la tendencia de las virutas a caer en el espacio entre las dos columnas, donde las virutas pueden interferir con el sistema de guía para las columnas y/o con una o más de las lunetas fijas, y donde la extracción de las virutas puede ser más difícil. En cambio, con esta disposición de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, las virutas pueden caer directamente en un área adaptada para la eliminación de las mismas, por ejemplo, por medio de un transportador de virutas.

En algunas realizaciones de la invención, al menos uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo está unido a la respectiva columna a través de una parte deslizante intermedia, siendo dicha parte deslizante intermedia desplazable en relación con la respectiva columna en paralelo al primer eje horizontal, y siendo cada dispositivo de sujeción de piezas de trabajo desplazable en relación con la respectiva parte deslizante intermedia, en paralelo al primer eje horizontal. Así, puede reducirse el efecto de voladizo: la carrera máxima del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo en relación con la columna es el resultado de la combinación de la carrera de la primera parte deslizante, en relación con la columna, y la carrera entre el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo y la primera parte deslizante. Este tipo de disposición telescópica contribuye adicionalmente a la rigidez y al voladizo reducido.

En algunas realizaciones de la invención, la máquina comprende una pluralidad de rieles para soportar el movimiento deslizante de uno o ambos dispositivos de sujeción de piezas en relación con la respectiva columna. Así, al usar rieles unidos a los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo y/o a la columna, y/o a la parte deslizante intermedia opcional, y al usar medios de accionamiento apropiados, pueden colocarse los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo de manera fiable a lo largo del eje Z, colocando de este modo la pieza de trabajo en la posición deseada en relación con las herramientas.

En algunas realizaciones de la invención, uno o ambos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo están unidos de forma deslizante a la respectiva columna a través de medios de fijación cuya proyección vertical se solapa al menos parcialmente con el sistema de guía. Por ejemplo, los rieles y/u otros medios por los cuales se fijan los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo a las columnas pueden colocarse sobre un área delimitada, por ejemplo, por rieles de guía del sistema de guía, contribuyendo de este modo a una mayor rigidez y estabilidad generales. Por ejemplo, pueden proporcionarse uno o ambos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo o sus medios de fijación en huecos o similares a los lados de las columnas, por ejemplo, de modo que los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo se deslicen parcialmente dentro del cuerpo de la columna. En algunas realizaciones, parte de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo y/o de los medios de fijación que fijan a la columna los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo están situados sobre un riel del sistema de guía, o por encima de un espacio delimitado por los rieles o por los rieles más externos, en caso de que haya más de dos rieles en paralelo del sistema de guía. Esto puede contribuir adicionalmente a la estabilidad y al voladizo reducido.

En algunas realizaciones de la invención, el segundo eje es un eje vertical. Esta disposición puede contribuir a minimizar la superficie global ocupada por la máquina en el plano horizontal, especialmente en realizaciones en las que se desplazan ambas unidades de herramienta en paralelo al segundo eje.

En algunas realizaciones de la invención, el segundo eje es un segundo eje horizontal, perpendicular al primer eje

horizontal. Esta disposición puede contribuir a minimizar la altura de la máquina, especialmente en realizaciones en las que se desplazan ambas unidades de herramienta en paralelo al segundo eje. Adicionalmente, puede evitarse la necesidad de contrapesos para el desplazamiento de las unidades de herramienta.

- 5 En otras realizaciones, el segundo eje es un eje que no es ni vertical ni horizontal.

10 En algunas realizaciones de la invención, la máquina comprende adicionalmente un protector de virutas dispuesto de manera sustancialmente vertical, dispuesto para evitar que las virutas eliminadas de la pieza de trabajo durante el mecanizado lleguen a un espacio situado entre las columnas. Este espacio no es necesariamente el espacio completo entre las columnas, pero preferentemente comprende el espacio donde están presentes medios de guía, tales como por ejemplo rieles de guía para la una o más columnas y/o para una o más lunetas fijas. En algunas realizaciones, el protector de virutas está dispuesto de modo que no interfiera con las bases de las columnas y/o de la luneta. En algunas realizaciones, el protector de virutas es un protector de virutas telescópico o de tipo acordeón, de modo que pueda modificarse su extensión en paralelo al primer eje horizontal, por ejemplo, de acuerdo con el desplazamiento de las columnas y/o la luneta en paralelo con este eje.

20 En algunas realizaciones de la invención, En algunas realizaciones de la invención, la máquina comprende adicionalmente una luneta. En el presente texto, el término "luneta" se refiere a un soporte para soportar la pieza de trabajo en una posición intermedia, es decir, en una posición entre las posiciones en las que los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo sujetan la pieza de trabajo. En muchas realizaciones, la luneta es desplazable en paralelo al primer eje horizontal. En algunas realizaciones de la invención, la luneta se guía sobre el sistema de guía, para el movimiento en paralelo al primer eje horizontal, entre la primera columna y la segunda columna. Es decir, en estas realizaciones, por ejemplo, se sitúa una base de la luneta al menos en parte entre las dos columnas. Esto puede ayudar a hacer un uso eficiente del sistema de guía, ya que puede usarse el mismo sistema de guía para guiar el movimiento de una o más columnas, así como para guiar el movimiento de la luneta. En otras realizaciones más de la invención, la luneta se guía sobre un sistema de guía adicional, por ejemplo, un sistema de guía adicional que esté separado del sistema de guía anteriormente mencionado para el desplazamiento guiado de la columna o columnas. Por ejemplo, el segundo sistema de guía puede ser un sistema de guía proporcionado sobre una superficie lateral longitudinal de una bancada de máquina que soporte las columnas. Esto puede proporcionar más espacio libre entre las columnas. Por ejemplo, dicho espacio adicional puede facilitar la instalación de una luneta estándar con un cuerpo relativamente ancho, lo que puede servir para mejorar la rigidez de la sujeción proporcionada por la luneta. En algunas configuraciones de la última realización, la luneta está dispuesta de modo que pueda desplazarse a lo largo del eje Z desde una posición axial, a un lado de una herramienta o unidad de herramienta, hasta una posición axial al otro lado de la herramienta o unidad de herramienta. Por ejemplo, la luneta puede ser verticalmente retráctil para permitir este tipo de desplazamiento. De este modo, la luneta puede desplazarse a una posición entre uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo y su correspondiente unidad de herramienta, para soportar la pieza de trabajo entre el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo y la unidad de herramienta. Esta opción puede ser útil para mejorar la rigidez de soporte cuando una herramienta dispuesta sobre una primera columna, que soporte un primer extremo de la pieza de trabajo, tenga que cortar una porción de la pieza de trabajo ubicada en correspondencia con el extremo opuesto de la pieza de trabajo. Esto requiere una retracción sustancial del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo vinculado a la primera columna, creando un amplio espacio entre el mandril y la herramienta.

45 En al menos algunas realizaciones que incorporan una luneta, la máquina puede operarse soportando la pieza de trabajo mediante uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo y mediante la luneta, pero no mediante el otro dispositivo de sujeción de piezas de trabajo. Esto puede ser útil para permitir, por ejemplo, el mecanizado de uno o ambos extremos de la pieza de trabajo, o de porciones cercanas a uno o ambos extremos de la pieza de trabajo, sin interferencia entre la respectiva herramienta o unidad de herramienta y el respectivo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo.

50 En algunas realizaciones de la invención, al menos uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo comprende un motor de par para la rotación de la pieza de trabajo. En algunas realizaciones, ambos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo comprenden motores de par para la rotación sincronizada de la pieza de trabajo. Se ha observado que los motores de par brindan ventajas especiales en el contexto de la máquina anteriormente descrita. Por ejemplo, se ha comprobado que el alto par a velocidades moderadas e incluso durante la parada resulta apropiado para operaciones de fresado, donde la pieza de trabajo puede verse sometida a pares considerables. Por otro lado, los motores de par resultan apropiados para lograr un diseño compacto, debido a su compacidad. Por otro lado, proporcionan una alta precisión en lo que respecta al posicionamiento y un buen control de la velocidad. Adicionalmente, los motores de par permiten un diseño modular que facilita la adaptación de una máquina para diferentes tipos de operación, por ejemplo, facilita los cambios en los medios de accionamiento necesarios o apropiados para adaptar una estructura básica de la máquina, para conmutar entre diseños de, por ejemplo, fresado interno, fresado externo, torneado/torneado/brochado y/o torneado.

En algunas realizaciones de la invención, las unidades de herramienta están provistas de fresas internas.

65 En algunas realizaciones de la invención, la máquina está adaptada para mecanizar árboles con porciones excéntricas, tales como cigüeñales.

Otro aspecto de la invención se refiere a un método para mecanizar una pieza de trabajo, que comprende:

5 cargar una pieza de trabajo en una máquina como se ha descrito anteriormente, de modo que la pieza de trabajo quede sujeta por los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo;
 10 posicionar la pieza de trabajo en relación con al menos una herramienta de la máquina de acuerdo con el primer eje horizontal, desplazando al menos una columna en paralelo al primer eje horizontal y desplazando al menos uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo en relación con la respectiva columna, en paralelo al primer eje horizontal;
 15 mecanizar las piezas de trabajo, incluyendo desplazar al menos una unidad de herramienta perpendicularmente al primer eje horizontal y rotar la pieza de trabajo alrededor de un eje paralelo al primer eje horizontal, para que la herramienta o herramientas interactúen con diferentes partes circunferenciales de la pieza de trabajo (después de terminar el mecanizado de la pieza de trabajo de acuerdo con una o dos posiciones axiales de la misma, dependiendo de si se utilizan una o dos herramientas simultáneamente, puede repetirse el posicionamiento de la
 20 pieza de trabajo en relación con las herramientas de acuerdo con el eje Z, a lo que le sigue una nueva etapa de mecanizado, etc.; es decir, puede repetirse el mecanizado y el desplazamiento con respecto al eje Z entre las herramientas y la pieza de trabajo, hasta que se haya completado el mecanizado de la pieza de trabajo, en lo que respecta a la máquina);
 retirando de la máquina la pieza de trabajo.

En algunas realizaciones de la invención, cargar en la máquina la pieza de trabajo comprende al menos un movimiento de un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo en paralelo al primer eje horizontal, para sujetar axialmente la pieza de trabajo entre los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo. Tal y como se ha explicado anteriormente, el tipo de dispositivos de sujeción de piezas de trabajo livianos que pueden equiparse debido a esta disposición de la máquina
 25 facilita la carga rápida basada en un movimiento horizontal entre la pieza de trabajo y los mandriles, en lugar de la carga vertical o radial que a veces se usa en la técnica. Esto proporciona importantes ventajas. En muchas máquinas de la técnica anterior, los mandriles deberán diseñarse con canales radiales y/o incorporar soportes especiales para carga vertical que, a menudo, tienen que ser específicos para un tipo específico de pieza de trabajo, tal como un modelo específico de cigüeñal. Esto implica altos costos debido a la necesidad de proporcionar diferentes conjuntos de soportes y/o mandriles, es decir, por ejemplo, un conjunto de soportes y/o mandriles para cada tipo de pieza de
 30 trabajo a mecanizar, por ejemplo, un conjunto de soportes para cada modelo de cigüeñal. Por otro lado, este tipo de conjuntos de mandril y soporte para piezas de trabajo específicas implica la desventaja de que cada cambio de tipo de pieza de trabajo, por ejemplo, para cambiar de un modelo de cigüeñal a otro, requiere una adaptación o reemplazo sustancial de los mandriles y/o los soportes. Estas desventajas pueden evitarse mediante la presente invención, de la cual en muchas realizaciones pueden usarse mandriles bastante generales, que puedan acomodar diferentes tipos de
 35 piezas de trabajo, tales como diferentes modelos de cigüeñal, por ejemplo, mediante la sujeción axial por el movimiento del eje Z de uno o ambos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, sin necesidad de los soportes adicionales específicos de la pieza de trabajo que con frecuencia se utilizan en la técnica. Así, el cambio de un tipo de pieza de trabajo a otro tipo de pieza de trabajo puede llevarse a cabo con un número mínimo de cambios en el hardware. Así, la disposición de acuerdo con la presente invención puede ser útil para reducir costos y aumentar la flexibilidad, permitiendo la adaptación de una máquina a diferentes tipos de piezas de trabajo cambiando el software en lugar de
 40 cambiar el hardware. Esto resulta especialmente beneficioso en instalaciones en las que el tipo de pieza a mecanizar se cambia con una frecuencia relativamente alta. De manera adicional, este aspecto de la invención facilita el uso de mandriles con un diseño sencillo sin canales radiales sustanciales y/o sin soportes adicionales específicos de la pieza de trabajo, reduciendo de este modo el riesgo de mal funcionamiento debido a la acumulación de virutas.

Un aspecto adicional de la invención se refiere a un método para adaptar una máquina, como se ha descrito anteriormente, desde una primera configuración a una segunda configuración o viceversa, en donde la primera configuración es una configuración para fresado externo y/o fresado interno de una pieza de trabajo, y la segunda configuración es una configuración para el torneado/torneado/brochado y/o torneado de una pieza de trabajo. El método incluye la etapa de reemplazar al menos parte de un motor de uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo o de ambos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, para modificar una velocidad de rotación característica del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo, siendo el motor un motor para la rotación de la pieza de trabajo. Tal y como se ha explicado anteriormente, el diseño de la máquina de acuerdo con la invención puede servir
 55 para facilitar la adaptación entre diferentes configuraciones, de modo que pueda adaptarse la misma máquina básica, por ejemplo mediante cambios relativamente menores, desde o a configuraciones para fresado interno, fresado externo, torneado/torneado/brochado, etc. Esto puede implicar reemplazar piezas tales como mandriles y/o herramientas, y/o cambiar la posición de los componentes, como por ejemplo cambiar la posición de los dispositivos de sujeción de piezas a lo largo del eje vertical.

En lo que respecta a los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, en algunas realizaciones de la invención puede llevarse a cabo un cambio, por ejemplo, entre fresado interno y fresado externo, sin cambiar la configuración de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo como tales. Sin embargo, un cambio entre una configuración para fresado interno o externo y una configuración adecuada para torneado/torneado/brochado puede requerir en algunas
 65 realizaciones cambios más sustanciales en los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, por ejemplo, en lo que respecta a las características de velocidad de rotación de los motores utilizados para la rotación de la pieza de trabajo.

Por ejemplo, para el fresado interno o externo, deberá girarse la pieza de trabajo a una velocidad relativamente baja y con un control numérico preciso de la posición angular. Por el contrario, para el torneado/torneado/brochado, generalmente deberá girarse la pieza de trabajo a una velocidad sustancialmente más alta, pero sin control de la posición angular. Además, los requisitos de par pueden ser diferentes para el fresado y para el

5 torneado/torneado/brochado. Así, por lo general, en lo que respecta al dispositivo de sujeción de piezas de trabajo, un motor adecuado para la rotación de la pieza de trabajo para el fresado puede resultar inadecuado para el torneado/torneado/brochado o el torneado, y viceversa.

Con este fin, puede ser necesario o preferible reemplazar el motor o al menos parte del motor utilizado para accionar la rotación de la pieza de trabajo. Con este fin, en algunas realizaciones de la invención, el motor está dispuesto en un extremo trasero del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo opuesto al extremo que soporta el mandril, de modo que pueda reemplazarse fácilmente el motor o parte del motor en el extremo trasero, por ejemplo, sin quitar el husillo principal del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo, es decir, sin quitar el husillo al que está sujeto el mandril. Este husillo principal puede estar soportado en algunas realizaciones por cojinetes adecuados para rotación tanto de alta como de baja velocidad, es decir, compatibles tanto con fresado como con torneado o

10 torneado/torneado/brochado. Así, la adaptación de hardware necesaria para convertir una fresadora en, por ejemplo, una máquina de torneado/torneado/brochado o viceversa puede, en lo que respecta a la configuración de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, limitarse sustancialmente a reemplazar el motor o parte del mismo, y si es necesario, reemplazar los mandriles. El reemplazo del motor en el extremo posterior del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo, es decir, en el extremo opuesto al mandril puede implementarse en muchas realizaciones fácilmente y tal vez de manera especialmente fácil cuando el motor sea un motor de par.

El cambio de configuración generalmente también implica reemplazar herramientas (herramientas de fresado externas, fresas internas, herramientas para torneado/torneado/brochado) y/o mandriles. En algunas realizaciones,

25 también puede ser necesario reemplazar los motores para accionar las herramientas.

Breve descripción de los dibujos

Para completar la descripción, y con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la invención, se proporciona un conjunto de dibujos. Dichos dibujos forman una parte integral de la descripción e ilustran algunas realizaciones de la invención, lo que no debería interpretarse como una restricción del alcance de la invención, sino tan solo como ejemplos de cómo puede llevarse a cabo la invención. Los dibujos comprenden las siguientes figuras:

30

La figura 1 es una vista en perspectiva de una máquina de acuerdo con una primera realización de la invención.

35 La figura 2 es una vista superior de la máquina de acuerdo con la primera realización de la invención.

Las figuras 3A y 3B son una vista en perspectiva y una vista posterior, respectivamente, de parte de la máquina de acuerdo con la primera realización de la invención, que incluye los medios de accionamiento para un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo.

La figura 4 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente una forma en la que puede incorporarse un transportador de virutas.

40 Las figuras 5A y 5B son dos vistas en perspectiva de la máquina de acuerdo con una realización de la invención, que ilustran esquemáticamente el acceso a las herramientas para, por ejemplo, el mantenimiento.

Las figuras 6A y 6B ilustran esquemáticamente la adaptación de una máquina de acuerdo con la primera realización de la invención, de fresado interno a externo.

45 Las figuras 7A ilustran esquemáticamente un primer tipo de mandril, adaptado para la carga vertical de piezas de trabajo.

La figura 7B ilustra esquemáticamente un segundo tipo de mandril.

La figura 7C ilustra esquemáticamente un tercer tipo de mandril.

La figura 7D ilustra esquemáticamente un cuarto tipo de mandril.

50 Las figuras 8A-8C ilustran esquemáticamente la carga de un cigüeñal en una máquina, de acuerdo con una realización de la invención que usa el segundo tipo de mandril.

Las figuras 9A y 9B son una vista en perspectiva y una vista posterior, respectivamente, de una máquina de acuerdo con una segunda realización de la invención.

Las figuras 10A y 10B son una vista en perspectiva y una vista posterior, respectivamente, de una máquina de acuerdo con una tercera realización de la invención.

55 Las figuras 10C-10E son vistas en perspectiva de una variante de la realización mostrada en las figuras 10A y 10B, que muestran cómo puede desplazarse la luneta entre diferentes posiciones del eje Z.

Las figuras 11A y 11B son una vista en perspectiva y una vista superior, respectivamente, de una máquina de acuerdo con una cuarta realización de la invención.

60 La figura 12 es una vista en perspectiva de una máquina de acuerdo con una quinta realización de la invención.

La figura 13 es una vista esquemática de una sección transversal longitudinal de un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo que puede usarse en una realización de la invención.

Descripción de modos de llevar a cabo la invención

65 De acuerdo con una primera realización de la invención mostrada en las figuras 1 y 2, la máquina comprende dos

columnas 1 y 2, ambas móviles sobre los rieles de guía 31 de un sistema de guía 3 dispuesto en la parte superior de una bancada 4 de máquina. El primer medio de accionamiento 32 acciona la primera columna 1 a lo largo de los rieles 31, y el segundo medio de accionamiento 33 acciona la segunda columna 2 a lo largo de los rieles 31. Adicionalmente, se proporciona una luneta 5, también móvil sobre los rieles de guía 31 del sistema de guía y accionada por un tercer medio de accionamiento 34. Los medios de accionamiento pueden ser de cualquier tipo, siempre que permitan el desplazamiento y posicionamiento controlados de las columnas y la luneta a lo largo del sistema de guía. Por ejemplo, en algunas realizaciones, pueden utilizarse tornillos de bola accionados por motores eléctricos, tales como servomotores. Por ejemplo, pueden utilizarse motores lineales o rotativos.

El sistema de guía 3 y los medios de accionamiento están configurados para el desplazamiento y posicionamiento controlados de las columnas 1 y 2 y la luneta 5 en paralelo con un primer eje horizontal, denominado eje Z en el presente documento. La primera columna 1 se acciona de acuerdo con un eje Z1 de la máquina, la segunda columna 2 se acciona de acuerdo con un eje Z2 de la máquina, y la luneta se acciona de acuerdo con un eje Z5 de la máquina, como se ilustra esquemáticamente en la figura 1. Pueden usarse guías lineales de cojinetes de rodillos para el movimiento de las columnas y/o para el movimiento de la luneta en paralelo al eje Z.

La primera columna soporta una primera unidad de herramienta 11, que es desplazable de acuerdo con un eje Y1 de la máquina, en paralelo con un eje vertical, denominado eje Y en el presente documento. La unidad de herramienta 11 está guiada por unos rieles 16 y accionada en dirección vertical por un medio de accionamiento 17, por ejemplo, un motor eléctrico y un tornillo de bola. De manera similar, una segunda unidad 21 de herramienta está dispuesta sobre la segunda columna 2, guiada por unos rieles de guía 26 y accionada por un medio de accionamiento 27 para el desplazamiento y posicionamiento de acuerdo con un eje Y2 de la máquina, igualmente paralelo al eje vertical Y. En la realización ilustrada, cada unidad de herramienta comprende una fresa interna 12, 22, para llevar a cabo el fresado interno de una pieza de trabajo 1000. En la realización ilustrada, la pieza de trabajo 1000 es un cigüeñal. La herramienta 12, 22 está dispuesta para la rotación de acuerdo con un respectivo eje S1, S2 de la máquina, como se ilustra esquemáticamente en la figura 1. En esta realización, cada columna comprende adicionalmente un medio de contrapeso, tales como unos medios de contrapeso hidráulicos 17A, 27A, para ayudar a los medios de accionamiento 17, 27 en el desplazamiento vertical de las unidades de herramienta.

Cada columna soporta adicionalmente un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13, 23, que es desplazable de acuerdo con un respectivo eje Z3, Z4 de la máquina, en paralelo al eje Z. En esta realización, los medios de accionamiento 18, 28 para accionar los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo en paralelo al eje Z están situados debajo del respectivo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13, 23, sobre unos respectivos soportes 183, 283. Cada dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 comprende un mandril o similar para sujetar y soportar un extremo de la pieza de trabajo 1000, y unos medios de accionamiento 138, 139 (véase la figura 13) para girar el mandril de acuerdo con un respectivo eje C1, C2 de la máquina, como se ilustra esquemáticamente en la figura 1. En esta realización, ambos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo comprenden los medios de accionamiento 138, 139 para hacer girar el respectivo mandril, para minimizar las fuerzas de torsión durante la rotación y el mecanizado de la pieza de trabajo 1000. Pueden utilizarse motores de par para hacer girar los mandriles.

Para minimizar el voladizo del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 en relación con su fijación a la respectiva columna 1, 2, el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 está fijado a la respectiva columna 1, 2 a través de una parte deslizante intermedia 14, 24, que es desplazable en relación con la respectiva columna 1, 2 en paralelo al eje Z, siendo cada dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 desplazable en relación con la respectiva parte deslizante intermedia 14, 24, en paralelo al eje Z. En esta realización, se proporcionan unos rieles 15, 25 para el desplazamiento deslizante de las partes deslizantes intermedias 14, 24 en relación con la respectiva columna 1, 2, y para el deslizamiento del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 en relación con la respectiva parte deslizante intermedia 14, 24, como se ilustra esquemáticamente en la figura 2. Es decir, se proporciona una especie de disposición telescópica para el desplazamiento de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo en relación con las respectivas columnas. En otras variantes de la presente realización, pueden usarse otros medios para el movimiento telescópico entre el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo y la respectiva columna. Además, aunque se ha ilustrado un sistema telescópico de dos etapas, en otras realizaciones pueden utilizarse más de dos etapas.

Adicionalmente, en esta realización la máquina comprende un protector vertical 6 de virutas (no mostrado en la figura 1, pero ilustrado esquemáticamente, por ejemplo, en las figuras 5A y 6A) de tipo telescopio o acordeón, que adapta su configuración de acuerdo con el movimiento de la luna 5 y las columnas 1, 2 en paralelo al eje Z. Como se muestra en las figuras 5A y 6A, por ejemplo, este protector 6 de virutas evita que las virutas producidas durante la operación en la pieza de trabajo 1000 lleguen al espacio situado en el otro lado del protector de virutas, donde están dispuestos por ejemplo los rieles 31 del sistema de guía, reduciendo de esta manera el riesgo de interferencia entre las virutas y el sistema de guía 3. Esto significa que las guías lineales de rodillos modernas pueden ser una opción adecuada para guiar las columnas y/o la luna a lo largo de los rieles de guía 31, a pesar de que tales guías son generalmente sensibles a las virutas.

Adicionalmente, las figuras 5A y 6A ilustran cómo pueden disponerse unos protectores 61, 62 de virutas adicionales para evitar que las virutas producidas durante el mecanizado de la pieza de trabajo 1000 lleguen a los componentes

mediante los cuales los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 están unidos a las respectivas columnas 1, 2.

Las figuras 3A y 3B ilustran esquemáticamente cómo los medios de accionamiento para el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 23 pueden comprender un motor 281 para desplazar el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo en paralelo al eje Z, por medio de una unidad 282 de tornillo de bola. Sin embargo, puede proporcionarse cualquier otro medio de accionamiento adecuado. Los medios de accionamiento están dispuestos sobre el soporte 283. La figura 3B también ilustra el enlace telescópico de dos etapas entre el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 23 y la columna 2, a través de la placa deslizante intermedia 24 y los rieles 25. Adicionalmente, la figura 3A ilustra esquemáticamente el medio de accionamiento 222 para accionar la herramienta rotativa 22.

Las figuras 4A y 4B ilustran esquemáticamente cómo puede incorporarse un transportador de virutas en una máquina de acuerdo con esta realización de la invención. Puede proporcionarse una disposición 71 en forma de bandeja a lo largo de un lado de la máquina para guiar las virutas eliminadas de la pieza de trabajo, durante el mecanizado, a un primer transportador 72 de virutas, dispuesto para transportar las virutas a un segundo transportador 73 de virutas dispuesto en un extremo de la máquina. El primer transportador 72 de virutas está cubierto por una plataforma de rejilla (trámex), de modo que permita que las virutas lleguen al transportador mientras los operarios pueden situarse encima de la plataforma para llevar a cabo operaciones manuales en el área de mecanizado, tal como el intercambio de herramientas.

De las figuras 1 y 2 se desprende claramente que tanto las unidades 11, 21 de herramienta como los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 están dispuestos sobre las dos columnas, que pueden colocarse una en relación con la otra utilizando el sistema de guía 3, desplazando una o ambas columnas en paralelo al eje Z. Así, solo se necesita un sistema de guía 3 en la bancada 4 de máquina. De las figuras 1 y 2 también se desprende cómo la posición axial de la pieza de trabajo, en relación con las herramientas 12, 22, está determinada por la combinación de las posiciones de las columnas y las posiciones de los dispositivos de sujeción de piezas a lo largo del eje Z, es decir, por los ejes Z1, Z2, Z3 y Z4 de la máquina. En las figuras 1 y 2 puede apreciarse cómo la superficie ocupada por la máquina en el plano horizontal es relativamente pequeña, lo que facilita el acceso, por ejemplo, al espacio entre las unidades de herramientas para, por ejemplo, el mantenimiento o reemplazo de herramientas, en condiciones ergonómicamente favorables.

Esto se ilustra esquemáticamente en las figuras 5A y 5B. Por ejemplo, para el mantenimiento o reemplazo de una herramienta 22, la luneta 5 puede accionarse hacia una posición cercana a la otra herramienta 12, como se ilustra esquemáticamente en la figura 5B, dejando de este modo suficiente espacio para que un operario se coloque frente a la herramienta 22.

Además, de la figura 1 se desprende cómo el acceso a la pieza de trabajo 1000 resulta fácil y puede lograrse en condiciones ergonómicamente favorables, desde el lateral de la máquina. De la figura 1 también se desprende cómo la ausencia de cualquier dispositivo de sujeción de piezas de trabajo entre las columnas proporciona un amplio espacio para las columnas y la luneta en el sistema de guía 3. También está claro cómo las virutas producidas durante el mecanizado de la pieza de trabajo caerán directamente sobre un área muy limitada de la bancada de máquina, y en especialmente no sobre el área que incluye los rieles de guía 31. De las figuras 4A y 4B se desprende cómo puede disponerse un transportador de virutas para eliminar las virutas que se producen durante el mecanizado de la pieza de trabajo.

Las figuras 6A y 6B ilustran esquemáticamente cómo una máquina como la ilustrada en las figuras 1 y 2 puede adaptarse desde una configuración de fresado interno a una configuración de fresado externo, adaptando o reemplazando las unidades 11, 21 de herramienta para fresas internas 12, 22 mediante las unidades de herramienta 11A, 21A, adaptadas para herramientas de fresado externas 12A, 22A. De manera adicional, los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 se colocan sobre una posición inferior en la respectiva columna 1, 2, y los soportes 183, 283 para el medio de accionamiento para el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo se reemplazan por unos soportes 183A, 283A adaptados para esta nueva posición de los dispositivos de sujeción de piezas a lo largo del eje Y. Puede ser necesaria una adaptación adicional de la luneta para poder colocar sus medios de sujeción de acuerdo con la nueva posición de la pieza de trabajo, más cerca de la bancada 4 de máquina. Es decir, la estructura básica de la máquina e incluso la unidad de accionamiento de herramientas pueden utilizarse tanto para fresado interno como externo. La máquina también puede adaptarse fácilmente para torneado/torneado/brochado o torneado; en este caso, el diseño general que se muestra en la figura 6B puede ser apropiado. Básicamente, solo es necesario reemplazar la herramienta o las unidades de herramienta. De manera adicional, puede ser necesario reemplazar el medio de accionamiento (que comprende, por ejemplo, un motor de par con un rotor 138 y un estator 139, como se ilustra esquemáticamente en la figura 13) para la rotación C1, C2 de la pieza de trabajo para proporcionar una mayor velocidad de rotación, y puede ser necesario reemplazar o adaptar el medio de accionamiento 222 para accionar las herramientas para que sea más apropiado para la rotación S1, S2 de una herramienta de torneado/torneado/brochado.

En la realización ilustrada, ambas columnas son desplazables en paralelo al eje Z. En algunas realizaciones alternativas, solo una de las columnas es desplazable, siendo la otra fija. Esto puede resultar poco ventajoso en términos de flexibilidad, pero ventajoso en términos de costo, por ejemplo.

La figura 7A ilustra un mandril 1300 para un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo adaptado para la carga vertical. Los mandriles 1300 de este tipo, con un canal radial 1301 para la inserción de una pieza de trabajo, son apropiados para recibir por carga vertical piezas de trabajo tales como, por ejemplo, cigüeñales, y son bien conocidos en la técnica. Sin embargo, aunque el canal radial 1301 puede simplificar la carga, también implica un problema ya que las virutas pueden entrar en el mismo durante el mecanizado. Esto implica un riesgo de atasco. En algunas realizaciones de la invención, resulta preferible usar mandriles sin este tipo de canal, por ejemplo, mandriles 130, 130A como se muestra en las figuras 7B y 7C. En este caso, la ausencia de canales y cavidades sustanciales reduce el riesgo de acumulación de virutas y problemas relacionados. Además, tal y como se explica más adelante, el uso de este tipo de mandriles simples de uso general puede conllevar ventajas adicionales.

Las figuras 8A a 8C ilustran cómo puede cargarse una pieza de trabajo 1000 en una máquina de acuerdo con una realización de la invención. Un robot o cargador de puente 8 coloca la pieza de trabajo de manera que quede alineada axialmente con los mandriles 130, 230 del respectivo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo, como se muestra en la figura 8A. Luego, mediante un movimiento relativo entre el mandril 230 y el puente 8 (por ejemplo, desplazando el mandril 230 y su dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 23 como se ilustra esquemáticamente en la figura 8B, o desplazando el cargador de puente 8), se coloca la pieza de trabajo contra un pasador central 231 de uno de los mandriles 230. A continuación, o simultáneamente, mediante el desplazamiento relativo entre la pieza de trabajo y el otro mandril 130 (por ejemplo, desplazando el otro mandril 130 horizontalmente como se ilustra esquemáticamente en la figura 8C), se coloca la pieza de trabajo contra un pasador central 131 del otro mandril. En la realización ilustrada, el pasador central 131 está cargado por resorte para absorber pequeñas desviaciones potenciales de longitud entre cigüeñales del mismo modelo, y para asegurar una fuerza de sujeción axial predeterminada. En otras realizaciones, ambos pasadores centrales son fijos y la absorción de las desviaciones de longitud y el control de la fuerza de sujeción axial pueden implementarse mediante el control numérico del desplazamiento de uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, o de ambos. Por ejemplo, la medición precisa y el control del par en los accionamientos Z3 y/o Z4 pueden utilizarse para controlar con precisión la fuerza de sujeción axial.

Este tipo de operación puede ser especialmente fácil de implementar en máquinas de acuerdo con las realizaciones de la invención, debido al control numérico del desplazamiento de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo y porque los mandriles pueden formar parte de dispositivos de sujeción de piezas de trabajo relativamente pequeños y livianos, lo que facilita un movimiento rápido de uno o ambos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, por ejemplo, para llevar a cabo rápidamente movimientos horizontales como los ilustrados esquemáticamente en las figuras 8B y 8C.

Muchas máquinas de la técnica anterior adaptadas para la carga vertical de piezas de trabajo implican mandriles complejos, por ejemplo, en línea con el de la figura 7A, con un canal 1301 para carga vertical. También, o como alternativa, algunos mandriles de la técnica anterior pueden incluir soportes especiales para soportar la pieza de trabajo en correspondencia con la carga vertical. Tales conjuntos de mandril y soporte generalmente se adaptan a un tipo específico de pieza de trabajo. Tal y como se ha explicado anteriormente, esto conlleva inconvenientes en términos de la necesidad de contar con parejas específicas de soportes o mandriles disponibles para cada tipo de pieza de trabajo a mecanizar, y en términos del tiempo necesario para adaptar la máquina a diferentes tipos de piezas de trabajo, por ejemplo, reemplazando los soportes o tal vez incluso los mandriles. La presente invención facilita la carga de piezas de trabajo que implica sujeción axial por deslizamiento del eje Z (Z3 y/o Z4) controlado numéricamente de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo, lo que a su vez reduce la necesidad de soportes especiales y/o facilita el uso de mandriles más genéricos, como el de la figura 7B, que pueden servir para acomodar una amplia gama de tipos de piezas de trabajo, tal como una amplia gama de modelos de cigüeñal. El cambio entre un modelo de cigüeñal y otro puede lograrse con un mínimo de cambios de hardware (por ejemplo, mediante el reemplazo de los pasadores centrales y las mordazas de agarre, si fuera necesario), sin necesidad de un reemplazo complejo de soportes y/o de los mandriles. En cambio, la adaptación puede llevarse a cabo en gran medida en función de los cambios de software, es decir, cambios en el software que controla el desplazamiento Z3/Z4 de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo durante la carga.

Es cierto que, incluso en máquinas automáticas como las de muchas realizaciones de la invención, a veces es necesaria la carga manual de piezas de trabajo. Así, el mandril puede incorporar características que permitan la fijación temporal a los mandriles de soportes de piezas de trabajo adicionales para la carga manual. En el mandril ilustrado en la figura 7B, los canales y rebajes 132 y los orificios roscados 133 ilustrados esquemáticamente pueden usarse generalmente para la incorporación de tales soportes.

El mandril de la figura 7B puede ser un mandril de tipo compensación automática, adecuado para su uso, por ejemplo, con cigüeñales en los que aún no se hayan mecanizado sus bridas y extremos de árbol. En este caso, las mordazas 134 que sostienen el extremo del árbol son flotantes, compensando de este modo las variaciones en la distancia entre la superficie y el punto donde se inserta el pasador central.

La figura 7C muestra otro tipo de mandril 130A que puede utilizarse en una máquina de acuerdo con la presente invención. El mandril 130A tiene un diseño sencillo y carece del canal radial del mandril que se muestra en la figura 7A, y también carece del tipo de soporte utilizado en muchas máquinas de la técnica anterior para soportar la pieza

de trabajo durante la carga. El mandril 130A de la figura 7C incluye un pasador de centrado 131A y unas mordazas 134A. Sin embargo, a diferencia del mandril de la figura 7B, estas mordazas se denominan mordazas autocentrantes. Así, este tipo de mandril puede usarse preferentemente cuando la pieza de trabajo llega a la máquina con sus extremos ya mecanizados.

La figura 7D ilustra un cuarto tipo de mandril, en concreto, un mandril 130B con brazos retráctiles adecuados para torneado/torneado/brochado. Tal y como se muestra en la figura 7D, el pasador central 131B sobresale una distancia sustancial desde la superficie frontal de la base del mandril, para colocar la pieza de trabajo sustancialmente separada de esa superficie. Las mordazas 134B están dispuestas de manera que puedan aplicar presión selectivamente para agarrar el extremo de la pieza de trabajo, como se muestra mediante la mordaza 134B en la figura 7D, o pueden retraerse a una posición retraída ilustrada esquemáticamente con la referencia 134B'. De este modo, pueden retraerse las mordazas a la posición 134B' cuando sea necesario para permitir el mecanizado de la correspondiente porción de la pieza de trabajo (así, durante parte del mecanizado, las mordazas solo sujetan la pieza de trabajo por uno de sus extremos). Un problema asociado a estos mandriles de tipo compensación automática con brazos retráctiles es que resulta difícil proporcionarles el tipo de soporte que con frecuencia se usa en la técnica, tal y como se ha explicado anteriormente. Así, en algunas máquinas de la técnica anterior, los soportes pivotantes están dispuestos sobre los cabezales y se pivotan a una posición para soportar la pieza de trabajo cuando se produce la carga. Esto, sin embargo, añade sustancialmente complejidad a la máquina. Así, el hecho de que la presente invención pueda contribuir a hacer innecesarios dichos soportes puede ser una ventaja adicional.

En algunas realizaciones, los mandriles pueden incorporar medios para detectar la presencia de una pieza de trabajo, por ejemplo, en correspondencia con los pasadores centrales. Por ejemplo, los pasadores centrales o uno de los pasadores centrales pueden incorporar una abertura que permita el paso del aire, de modo que pueda detectarse por soplado la presencia de la pieza de trabajo.

Las figuras 9A y 9B ilustran esquemáticamente una segunda realización de la invención. En esta realización, los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 están situados en unos correspondientes rebajes laterales 101, 201 en las columnas, de modo que al menos parte del medio de fijación para fijar el respectivo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo a la respectiva columna está dispuesta sobre o dentro del área delimitada por los rieles 31 del sistema de guía. Por ejemplo, como se muestra en la figura 9B, los rieles 25 por medio de los cuales la parte deslizante intermedia 24 está fijada a la columna 2 están dispuestos por encima de uno de los rieles 31 del sistema de guía. Este tipo de disposición contribuye a una rigidez mejorada adicional. En las figuras 9A y 9B, no se muestra el medio de accionamiento para el posicionamiento horizontal de los dispositivos de sujeción de piezas en relación con las columnas. Cualquier colocación apropiada de tal medio de accionamiento está dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, el medio de accionamiento puede disponerse aproximadamente como se muestra en las figuras 1 y 2.

Las figuras 10A y 10B ilustran esquemáticamente una tercera realización de la invención, similar a la de las figuras 9A y 9B, excepto por que la luneta 5 está provista de su propio sistema de guía, que comprende unos rieles 51 dispuestos sobre una superficie lateral de la bancada 4 de máquina. El medio de accionamiento 34 para accionar la luneta 5 en paralelo al eje Z está dispuesto en esta realización específica en un rebaje 41 situado en el lado de la bancada 4 de máquina. Esta disposición puede servir para proporcionar aún más espacio libre entre las columnas 1, 2.

Además, esta disposición facilita el desplazamiento de la luneta axialmente más allá de una o ambas unidades de herramienta. Por ejemplo, como se ilustra esquemáticamente en la figura 10C-10E, la luneta o parte de la misma puede estar dispuesta para que sea desplazable perpendicularmente al eje Z, de modo que la luneta deje estar superpuesta con una unidad de herramienta a lo largo del eje Z. Por ejemplo, la luneta puede comprender una porción de agarre 52 que interactúe con la pieza de trabajo y que pueda desplazarse verticalmente para que, como se ilustra esquemáticamente en la figura 10C-10D, pueda descender debajo de las unidades 11, 21 de herramienta, de modo que la luneta sea desplazable desde una posición entre las unidades de herramienta (como se muestra en la figura 10C) hasta una posición en la que esté situada más allá de una de las unidades de herramienta (como se muestra en la figura 10E), entre un dispositivo 13/23 de sujeción de piezas y la correspondiente unidad 11/21 de herramienta. Por ejemplo, la posición ilustrada en la figura 10E puede resultar preferible cuando la herramienta dispuesta en la unidad 21 de herramienta montada sobre la segunda columna 2 vaya a interactuar con una porción de la pieza de trabajo que esté alejada del extremo de la pieza de trabajo sujeta por el dispositivo 23 de sujeción de piezas, montado en la misma columna 2. Esto requiere retirar el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 23 hacia una posición retraída, y allí la luneta puede ser útil para proporcionar soporte a la pieza de trabajo entre el mandril 230 del segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 23 y la herramienta montada en la unidad 21 de herramienta. La disposición de la luneta guiada fuera del sistema de guía utilizado para las dos columnas puede facilitar este tipo de posicionamiento de la misma, es decir, el posicionamiento en el eje Z de la luneta selectivamente dentro y fuera del espacio entre las unidades de herramienta.

Las figuras 11A y 11B ilustran esquemáticamente una cuarta realización, en la que las unidades de herramienta están dispuestas para moverse en dirección horizontal, en paralelo al eje X del sistema, de acuerdo con los ejes X1 y X2 de la máquina. Este diseño puede servir para reducir la altura total de la máquina. Adicionalmente, y aunque el movimiento de las unidades de herramienta en la dirección vertical puede conllevar ciertas ventajas, puede requerir sistemas de contrapeso tales como sistemas hidráulicos de contrapeso en cada columna para ayudar a los motores de los medios

de accionamiento en el desplazamiento vertical de las unidades de herramienta, generalmente relativamente pesadas. En la cuarta realización, el desplazamiento de las unidades de herramienta se produce a lo largo de un eje horizontal, por lo que no son necesarios tales sistemas de contrapeso.

Por otro lado, la figura 11B ilustra esquemáticamente cómo funciona la fijación telescópica de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo 13, 23 a las respectivas columnas 1, 2. Esta fijación telescópica implica que las partes deslizantes intermedias 14, 24 interactúen con los rieles 15, 25, como se describió anteriormente. En la figura 11B, el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 23 está en su posición más avanzada, mientras que el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13 está en su posición más retraída.

La figura 12 ilustra esquemáticamente una quinta realización, en donde el movimiento de las unidades 11, 21 de herramienta en paralelo al eje horizontal X se combina con la colocación de la luneta 5 que comparte el sistema de guía 3 con las columnas 1, 2, como en la primera realización. Se han incluido unos protectores 61A, 61B de virutas ilustrados esquemáticamente, además del protector 6 de virutas proporcionado para evitar que las virutas lleguen a los rieles del sistema de guía sobre el que están dispuestas las columnas 1, 2 y la luneta 5.

La figura 13 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13 de acuerdo con una realización de la invención. El dispositivo de sujeción de piezas de trabajo comprende un husillo principal 136 dispuesto de forma giratoria sobre los cojinetes 136A dentro de una carcasa 137. En correspondencia con un extremo trasero de la carcasa, está dispuesto un motor de par, comprendiendo el motor de par un estator 138 y un rotor 139. El rotor está dispuesto sobre una porción trasera del husillo principal 136 y está soportado por unos cojinetes 139A de rotor, para la rotación en relación con la carcasa, accionando de este modo el husillo principal. Para la adaptación de la máquina desde una configuración de fresado a una configuración de torneado o torneado/torneado/brochado, o viceversa, la adaptación del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo para soportar la nueva configuración en términos de par y/o velocidad de rotación puede lograrse fácilmente reemplazando el motor de par 138, 139, como se ilustra esquemáticamente mediante la flecha doble A.

En todas las realizaciones mostradas en las figuras, cada columna soporta una unidad de herramienta. Esto resulta a menudo preferible, por ejemplo, por razones de productividad. Sin embargo, en algunas realizaciones, solo una de las columnas soporta una unidad de herramienta. En algunas de estas realizaciones, el dispositivo de sujeción de piezas de trabajo montado sobre la columna que no soporta una unidad de herramienta no es necesariamente desplazable en relación con la columna en la que está dispuesto. Por ejemplo, si solo la primera columna 1 soporta una unidad de herramienta 11, el posicionamiento correcto de la pieza de trabajo en relación con la correspondiente unidad 12 de herramienta puede lograrse mediante el desplazamiento de la segunda columna 2 en paralelo al eje Z, y mediante el desplazamiento relativo entre el primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo 13 y la primera columna 1 en paralelo al eje Z. Sin embargo, a menudo resulta preferible que ambos dispositivos de sujeción de piezas de trabajo sean desplazables de acuerdo con el eje Z en relación con sus respectivas columnas. A menudo también resulta preferible que ambas columnas sean desplazables de acuerdo con el eje Z.

En el presente texto, el término "comprende" y sus derivados (tales como "que comprende/comprendiendo", etc.) no deberían entenderse en un sentido excluyente, es decir, no deben interpretarse estos términos como que excluyen la posibilidad de que lo descrito y definido pueda incluir elementos adicionales, etapas adicionales, etc.

La presente invención, obviamente, no se limita a las realizaciones específicas descritas en el presente documento, sino que también abarca cualquier variación a considerar por cualquier experto en la materia (por ejemplo, en cuanto a la elección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), estando dentro del alcance general de la invención como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una máquina para mecanizar piezas de trabajo, que comprende:

- 5 una primera columna (1) y una segunda columna (2), estando dispuestas la primera columna (1) y la segunda columna (2) de manera orientada entre sí de acuerdo con un primer eje horizontal (Z);
 un sistema de guía (3) para el desplazamiento guiado (Z1, Z2) de al menos una de la primera columna (1) y la segunda columna (2) en paralelo al primer eje horizontal (Z);
 una primera unidad de herramienta (11; 11A), adaptada para soportar y accionar una primera herramienta giratoria
 10 (12; 12A), estando dispuesta la primera unidad (11; 11A) sobre la primera columna (1) para el desplazamiento controlado (X1; Y1) en relación con la primera columna (1), en paralelo con un segundo eje (X; Y) perpendicular al primer eje horizontal (Z);
 un primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (13) dispuesto sobre la primera columna (1), estando
 15 dispuesto el primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (13) para el desplazamiento controlado (Z3) en relación con la primera columna (1) en paralelo al primer eje horizontal (Z);
 un segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (23) dispuesto en la segunda columna (2);
 en donde el primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (13) y el segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (23) están dispuestos para soportar una pieza de trabajo entre ellos, y para la rotación controlada (C1, C2) de la pieza de trabajo alrededor de un eje de la pieza de trabajo paralelo al primer eje horizontal (Z);
 20 y en donde la máquina comprende un sistema de accionamiento (32, 33, 18) para:

- el posicionamiento controlado de la primera columna (1) en relación con la segunda columna (2), en paralelo al primer eje horizontal (Z), y
 - el posicionamiento controlado del primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (13) en relación con la primera columna (1), en paralelo al primer eje horizontal (Z).
- 25

2. La máquina de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una segunda unidad de herramienta (21; 21A), adaptada para soportar y accionar una segunda herramienta giratoria (22; 22A), estando dispuesta la segunda unidad de herramienta (21; 21A) sobre la primera columna (2) para el desplazamiento controlado (X2; Y2)
 30 en relación con la segunda columna (2), en paralelo con el segundo eje (X; Y) y/o en paralelo con un tercer eje (Y, X) perpendicular al primer eje horizontal;
 en donde el segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (23) está dispuesto para el desplazamiento controlado (Z4) en relación con la segunda columna (2) en paralelo al primer eje horizontal (Z),
 y en donde el sistema de accionamiento (32, 33, 18, 28) está dispuesto adicionalmente para el posicionamiento controlado del segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (23) en relación con la segunda columna (2), en
 35 paralelo al primer eje horizontal (Z).

3. La máquina de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde el primer dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (13) está fijado de forma deslizante a un lado de la primera columna (1), y/o en donde el segundo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (23) está fijado de forma deslizante a un lado de la segunda columna (2).
 40

4. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo (13, 23) está fijado a la respectiva columna (1, 2) a través de una parte deslizante intermedia (14, 24), siendo dicha parte deslizante intermedia (14, 24) desplazable en relación con la respectiva
 45 columna (1, 2) en paralelo al primer eje horizontal (Z), y siendo desplazable el respectivo dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (13, 23) en relación con la respectiva parte deslizante intermedia (14, 24) en paralelo al primer eje horizontal (Z).

5. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una pluralidad de rieles (15, 25) para soportar el movimiento deslizante de al menos uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo (13, 23) en relación con la respectiva columna (1, 2).
 50

6. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo (13, 23) está fijado de forma deslizante a la respectiva columna (1, 2) a través de un medio de fijación, cuya proyección vertical se solapa al menos parcialmente con el sistema de guía (3).
 55

7. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segundo eje (Y) es un eje vertical.

8. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en donde el segundo eje (X) es un segundo eje horizontal, perpendicular al primer eje horizontal (Z).
 60

9. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un protector (6) de virutas, dispuesto de manera sustancialmente vertical para evitar que las virutas eliminadas de la pieza de trabajo durante el mecanizado alcancen un espacio entre las columnas (1, 2).
 65

10. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente una luneta (5), en donde, opcionalmente,

- la luneta está guiada sobre el sistema de guía (3), para el movimiento en paralelo al primer eje horizontal (Z), entre la primera columna (1) y la segunda columna (2), o
- la luneta está guiada sobre un sistema de guía (51) adicional, tal como un sistema de guía (51) adicional separado del sistema de guía (3), para el desplazamiento guiado (Z1, Z2) de al menos una de la primera columna (1) y la segunda columna (2) en paralelo al primer eje horizontal (Z), tal como un sistema de guía adicional proporcionado en una superficie lateral longitudinal de una bancada de máquina que soporta las columnas.

11. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo (13, 23) comprende un motor de par (138, 139) para la rotación de la pieza de trabajo.

12. La máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos una unidad de herramienta está provista de una fresa interna, y/o en donde la máquina está adaptada para mecanizar ejes con porciones excéntricas, tales como cigüeñales.

13. Un método para mecanizar una pieza de trabajo, que comprende:

- cargar una pieza de trabajo (1000) en una máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, de modo que la pieza de trabajo quede sujeta por los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo (13, 23);
- posicionar la pieza de trabajo en relación con al menos una herramienta (12, 22) de la máquina de acuerdo con el primer eje horizontal (Z), mediante el desplazamiento (Z1, Z2) de al menos una columna (1, 2) en paralelo al primer eje horizontal (Z), y mediante el desplazamiento (Z3, Z4) de al menos uno de los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo (13, 23) en relación con la respectiva columna (1, 2) en paralelo al primer eje horizontal (Z);
- mecanizar la pieza de trabajo, lo que incluye desplazar (X1, X2; Y1, Y2) al menos la primera unidad de herramienta (11, 21) perpendicularmente al primer eje horizontal (Z) y rotar (C1, C2) la pieza de trabajo alrededor de un eje paralelo al primer eje horizontal (Z) para que la herramienta interactúe con diferentes porciones circunferenciales de la pieza de trabajo;
- retirar la máquina la pieza de trabajo (1000).

14. El método según la reivindicación 13, en donde cargar la pieza de trabajo en la máquina comprende al menos un movimiento de un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (13, 23) en paralelo al primer eje horizontal, para sujetar axialmente la pieza de trabajo entre los dispositivos de sujeción de piezas de trabajo (13, 23).

15. Método para adaptar una máquina de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12 desde una primera configuración a una segunda configuración, o viceversa, en donde la primera configuración es una configuración para fresado externo y/o fresado interno de una pieza de trabajo (1000), y la segunda configuración es una configuración para el torneado/torneado/brochado y/o torneado de una pieza de trabajo, que incluye el paso de reemplazar al menos parte de un motor (138, 139) de al menos un dispositivo de sujeción de piezas de trabajo (13, 23) para modificar una característica de velocidad de rotación del dispositivo de sujeción de piezas de trabajo, siendo el motor un motor de rotación (C1, C2) de la pieza de trabajo.

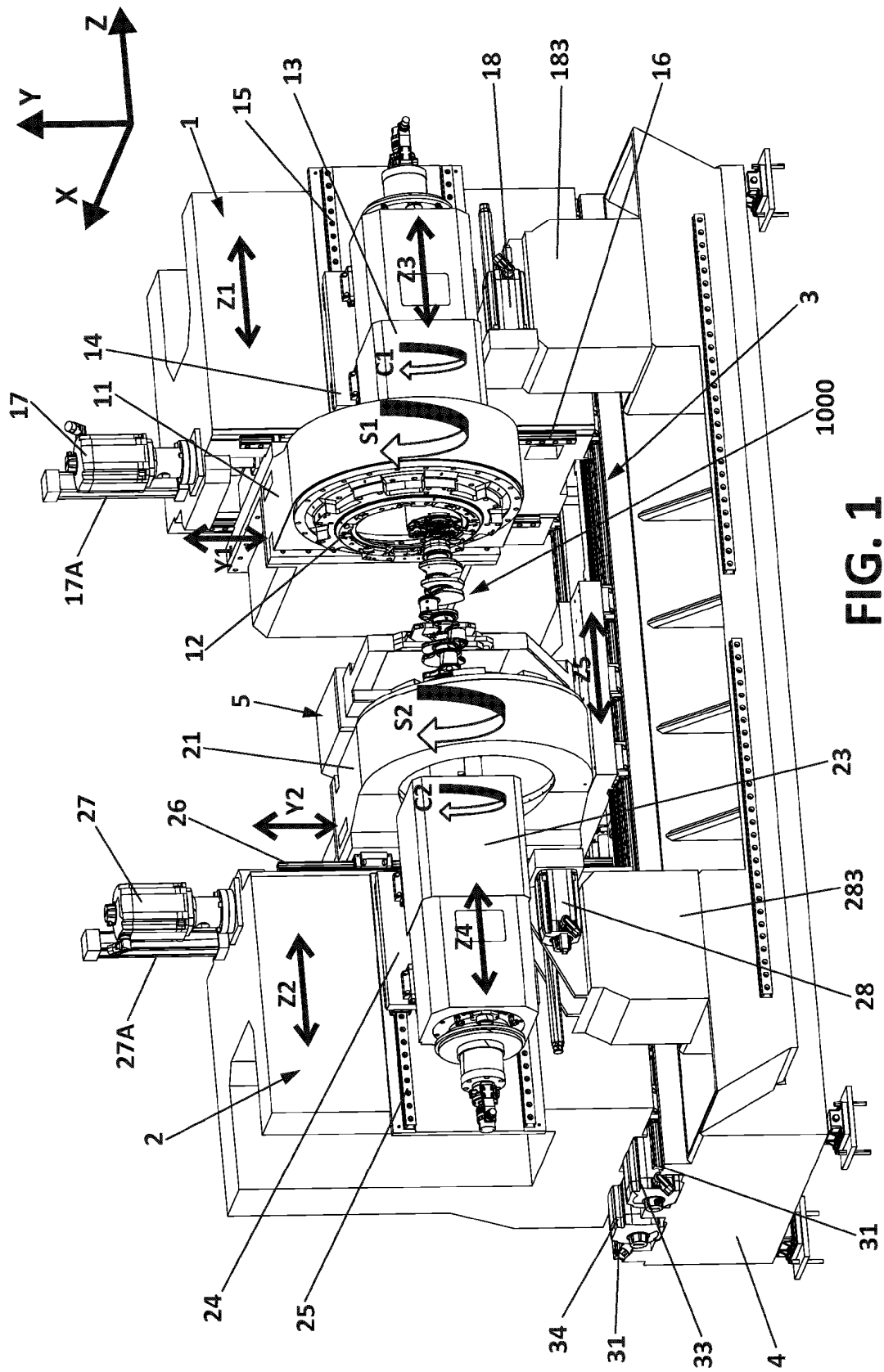


FIG. 1

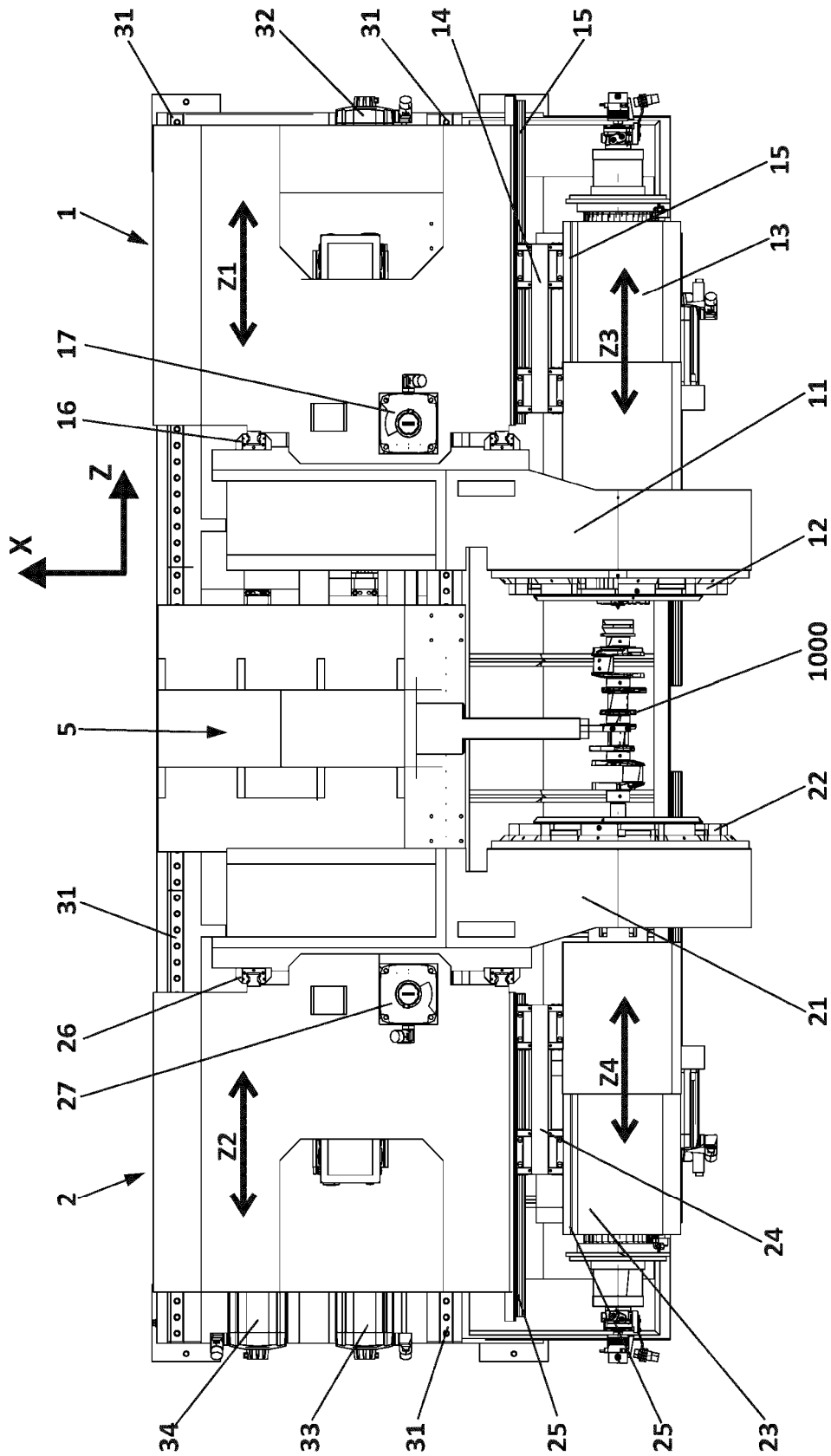


FIG. 2

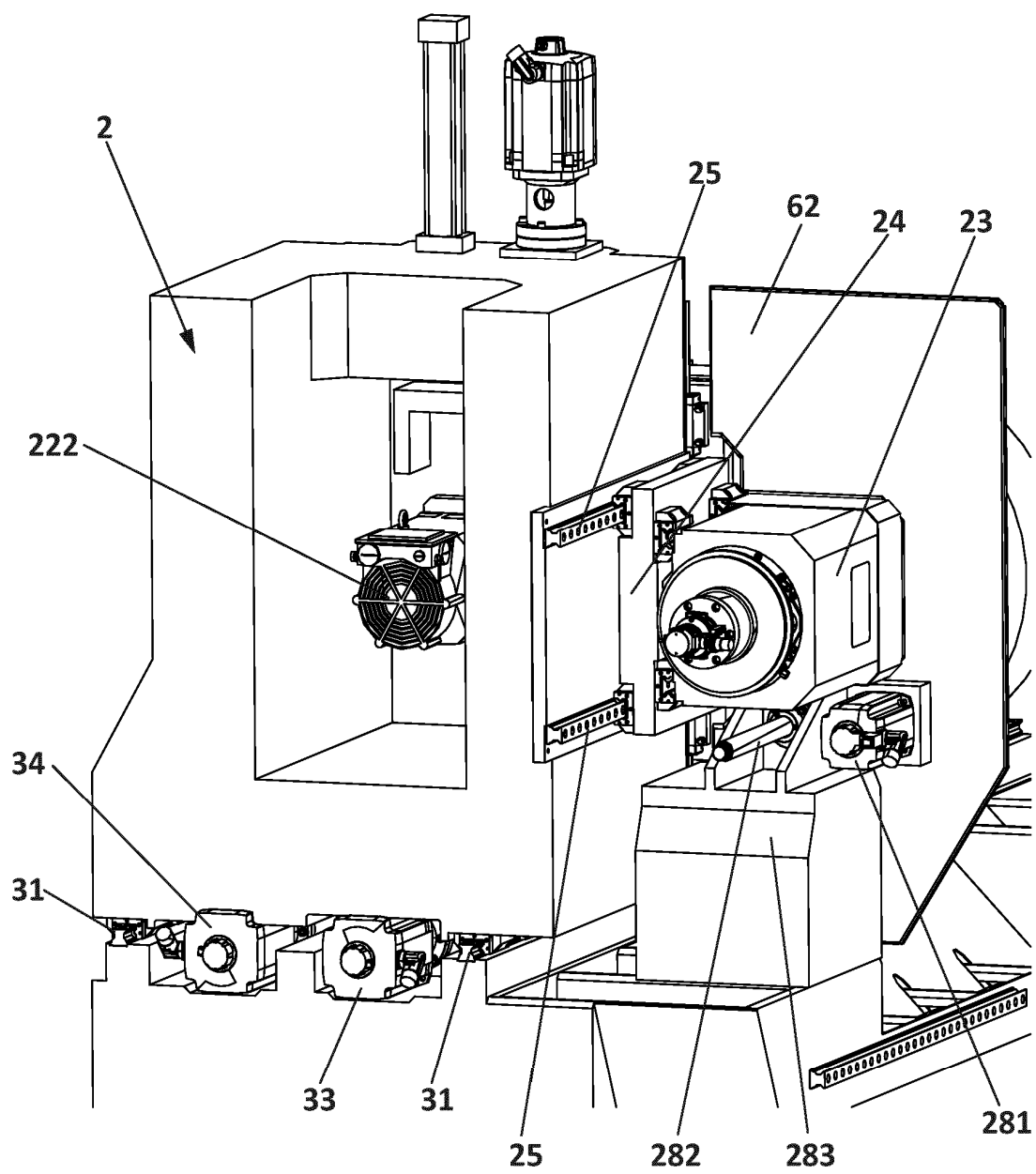


FIG. 3A

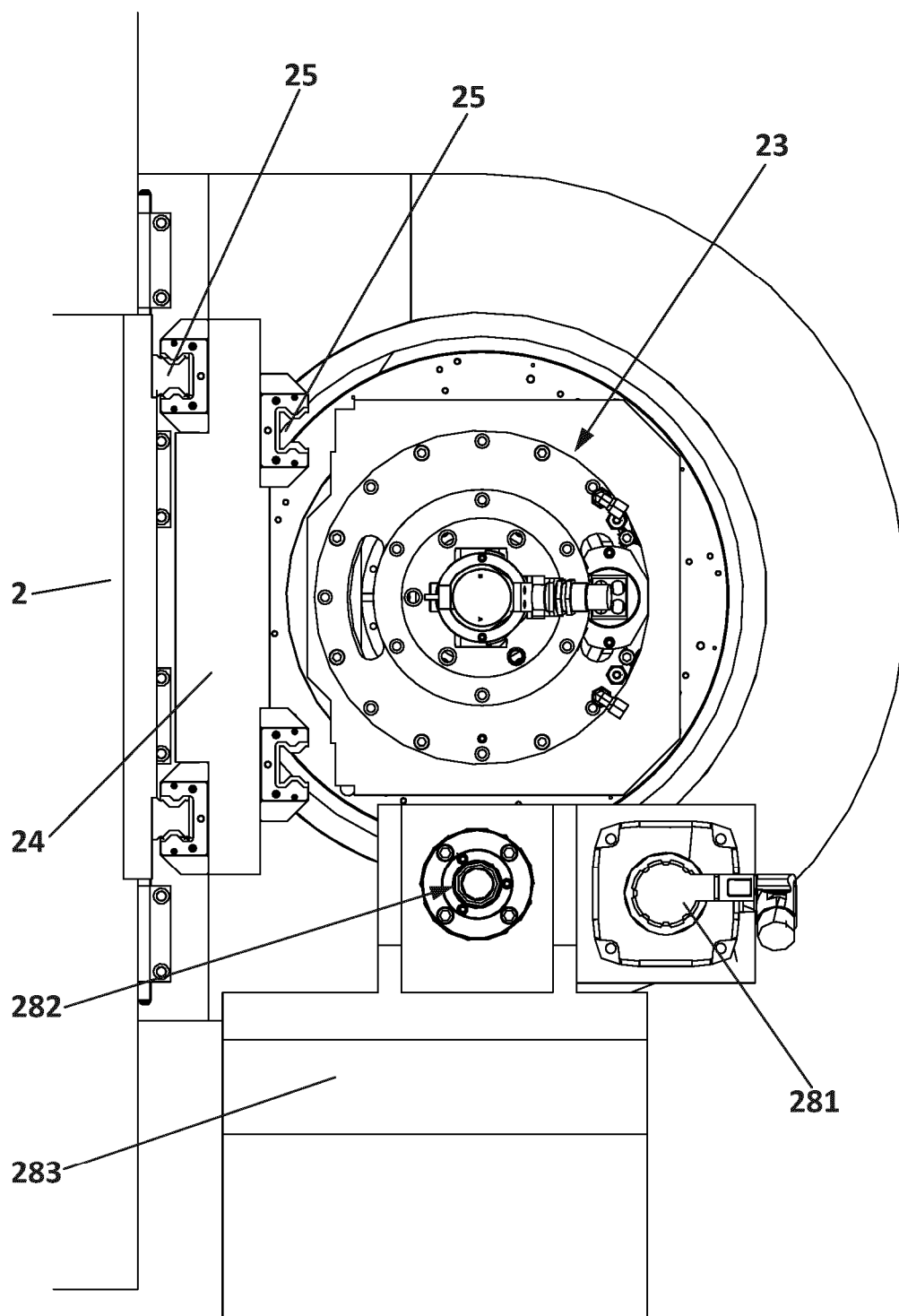


FIG. 3B

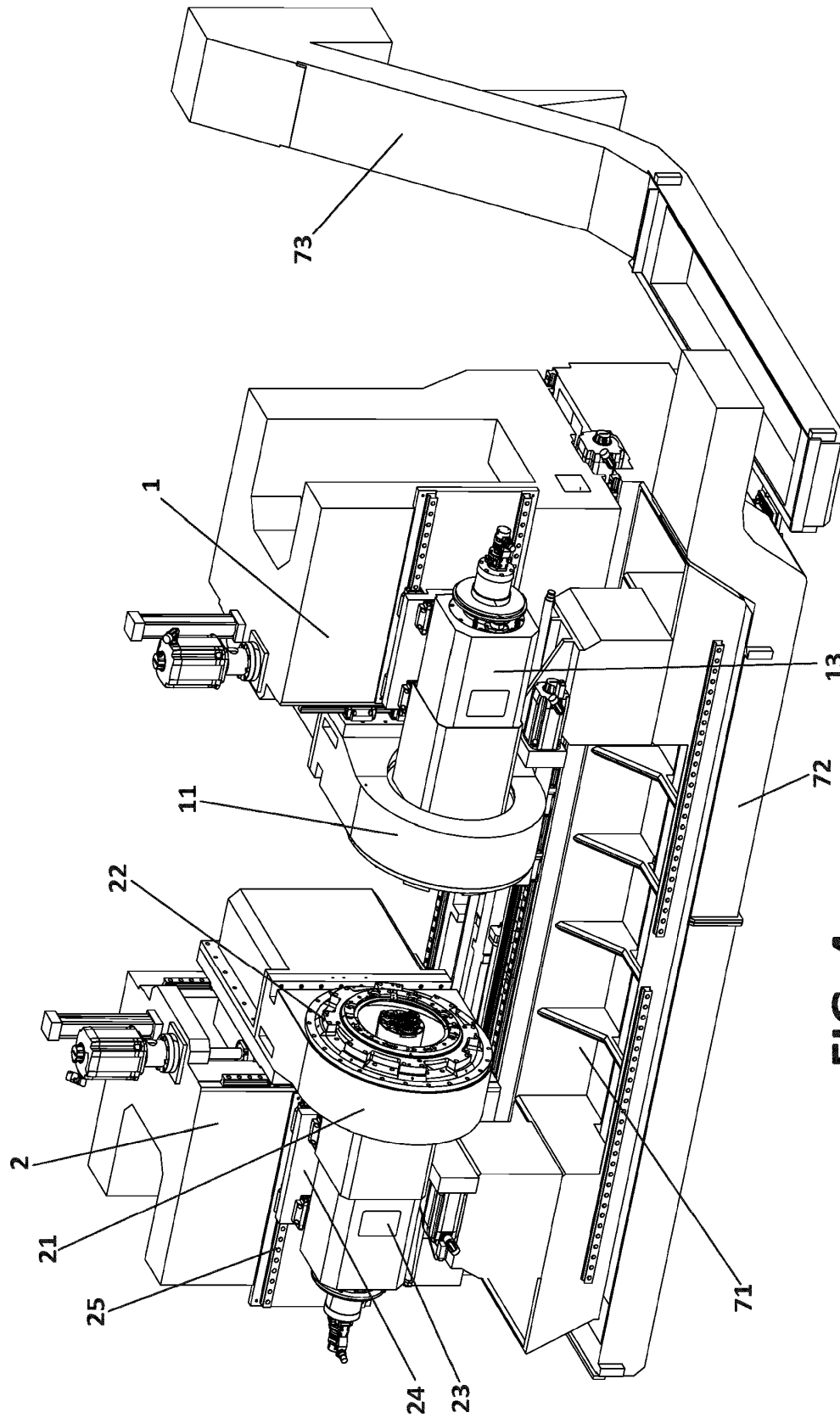
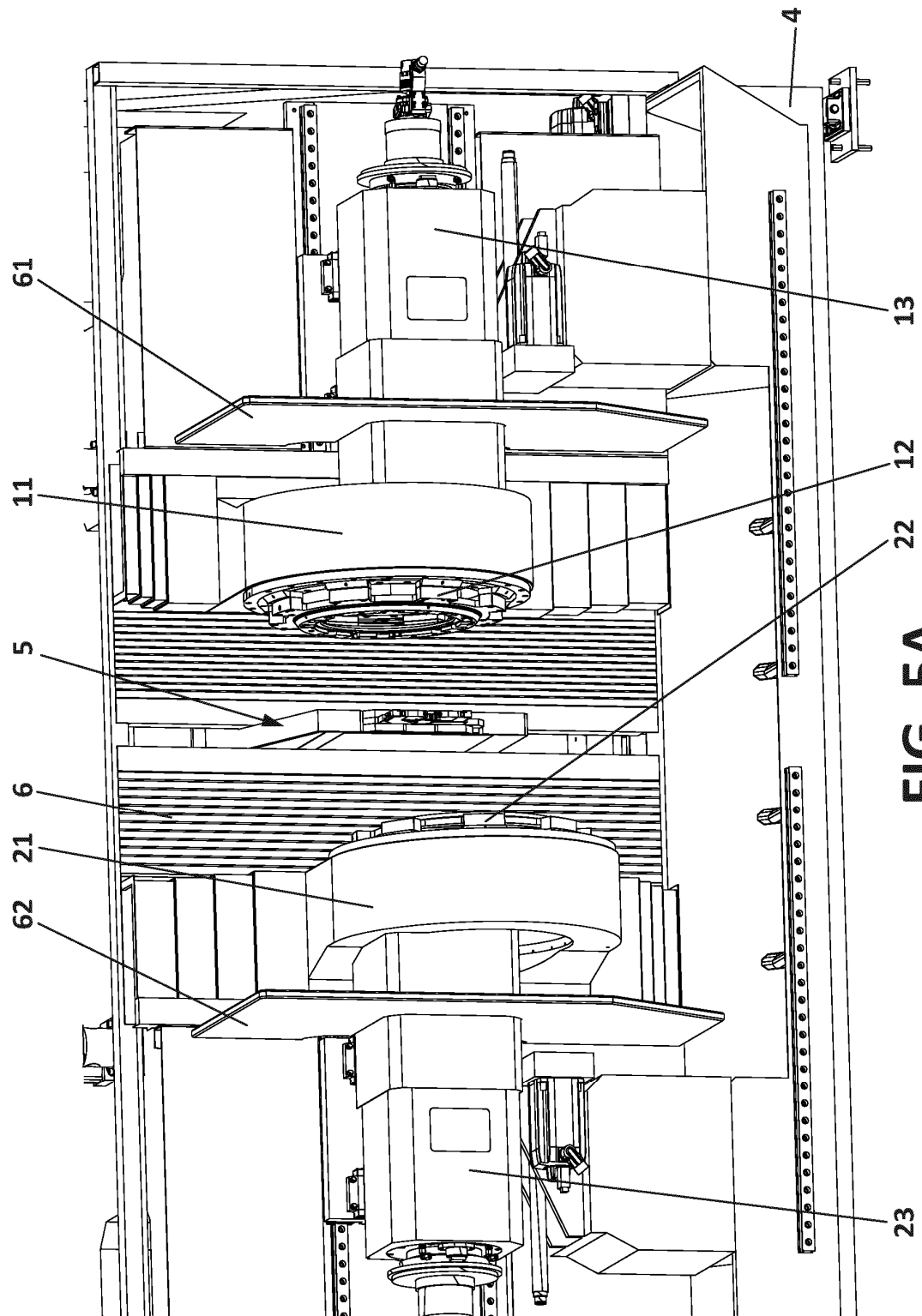


FIG. 4



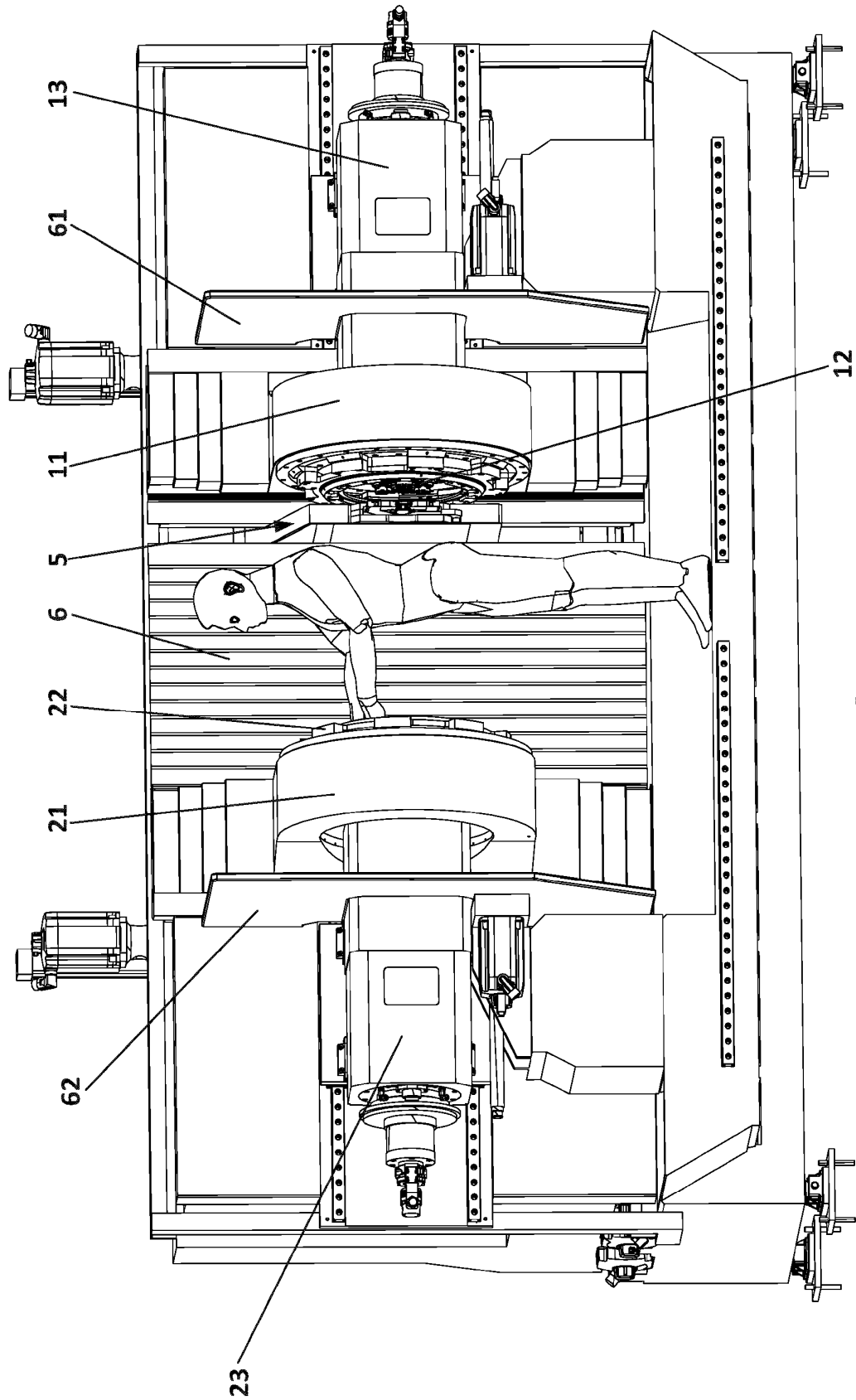
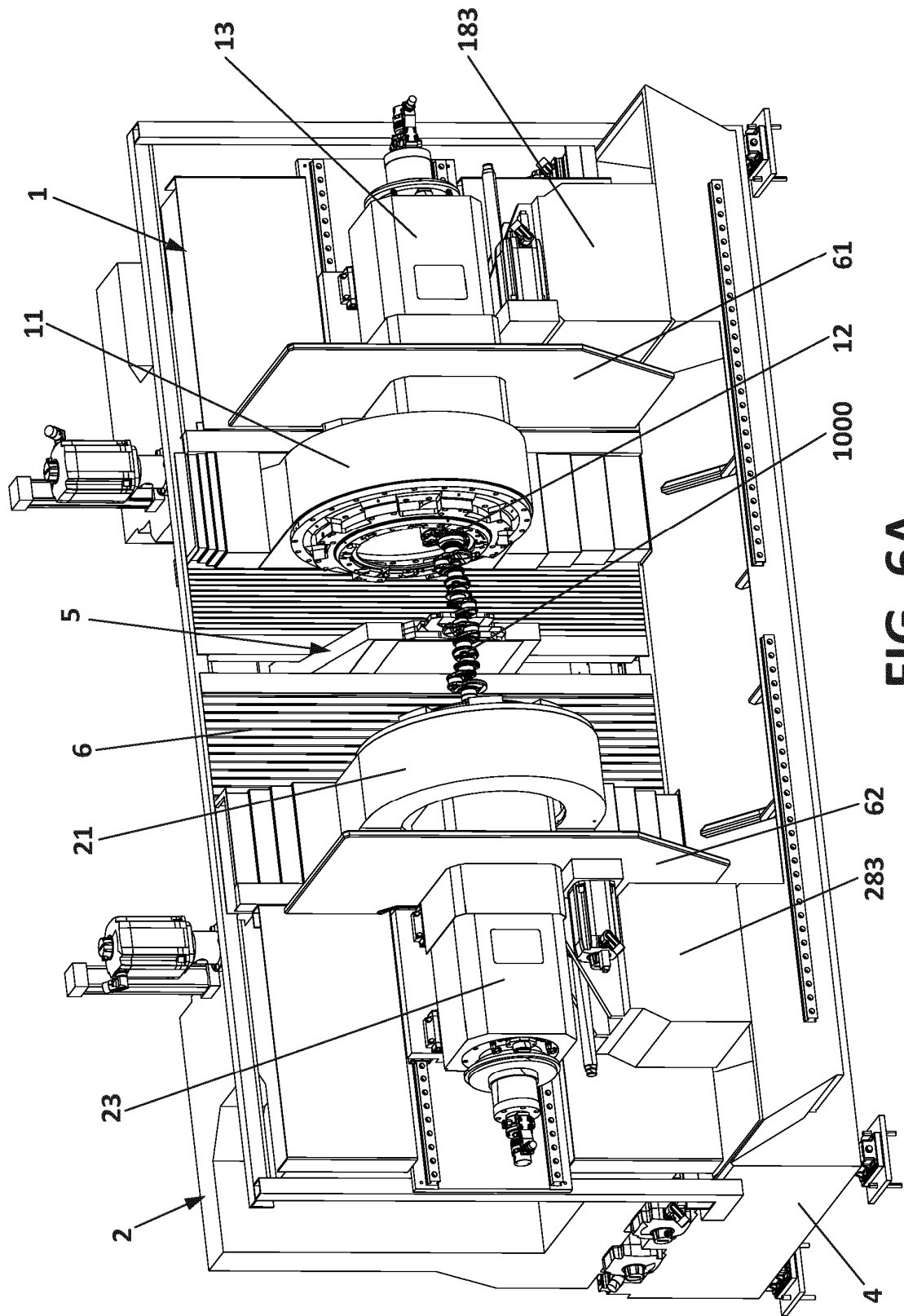


FIG. 5B



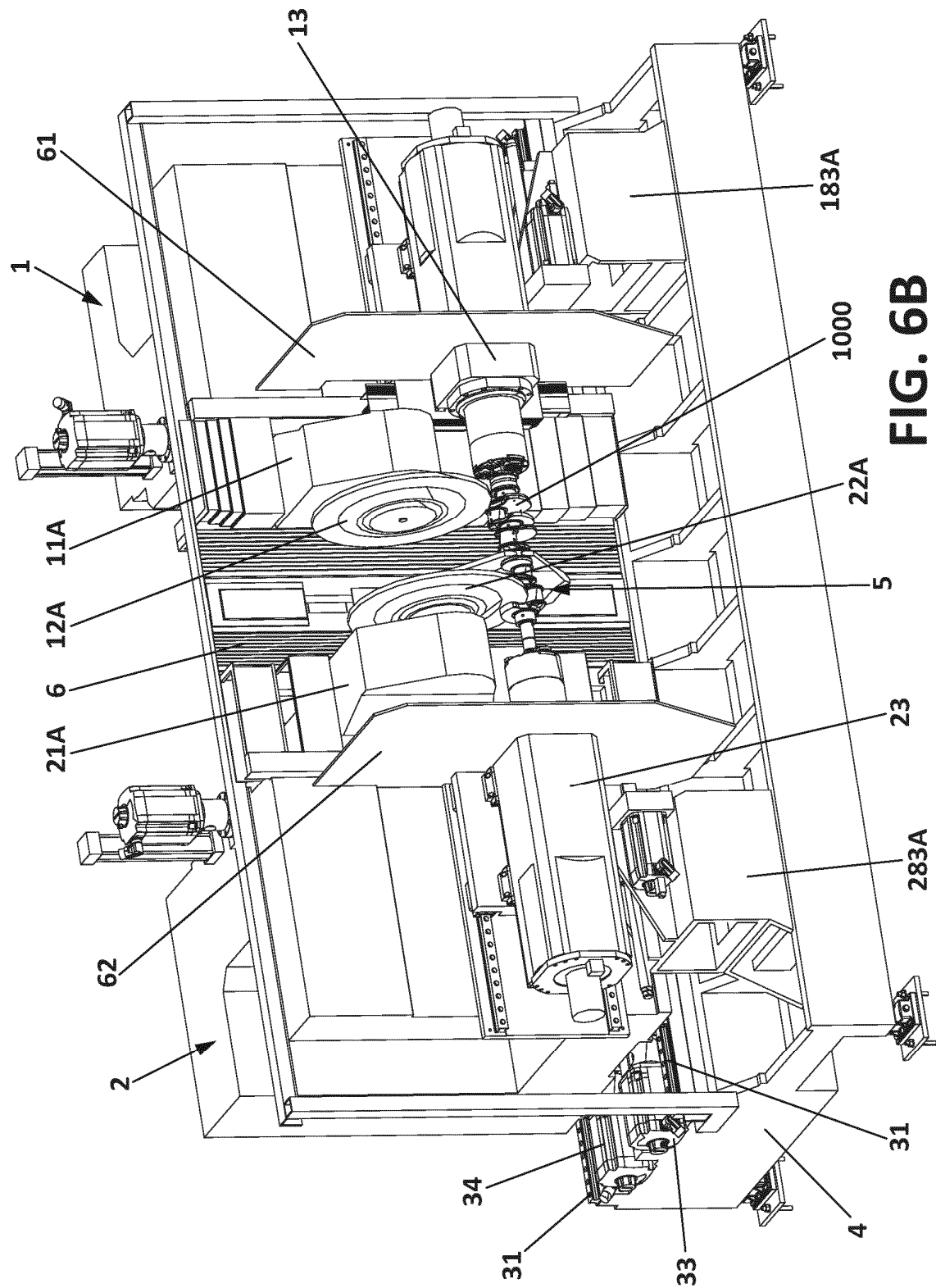
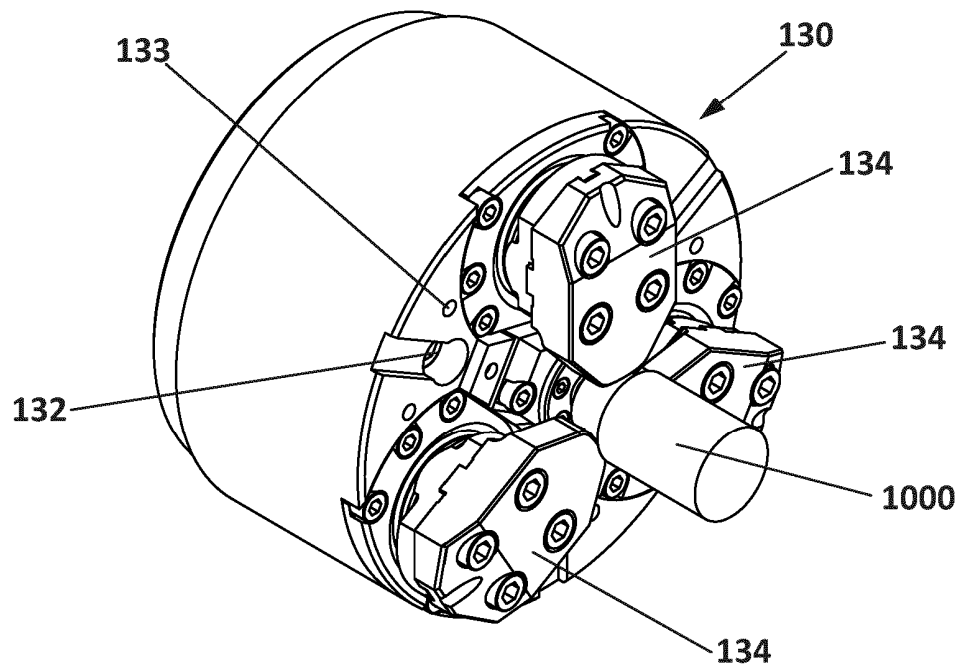
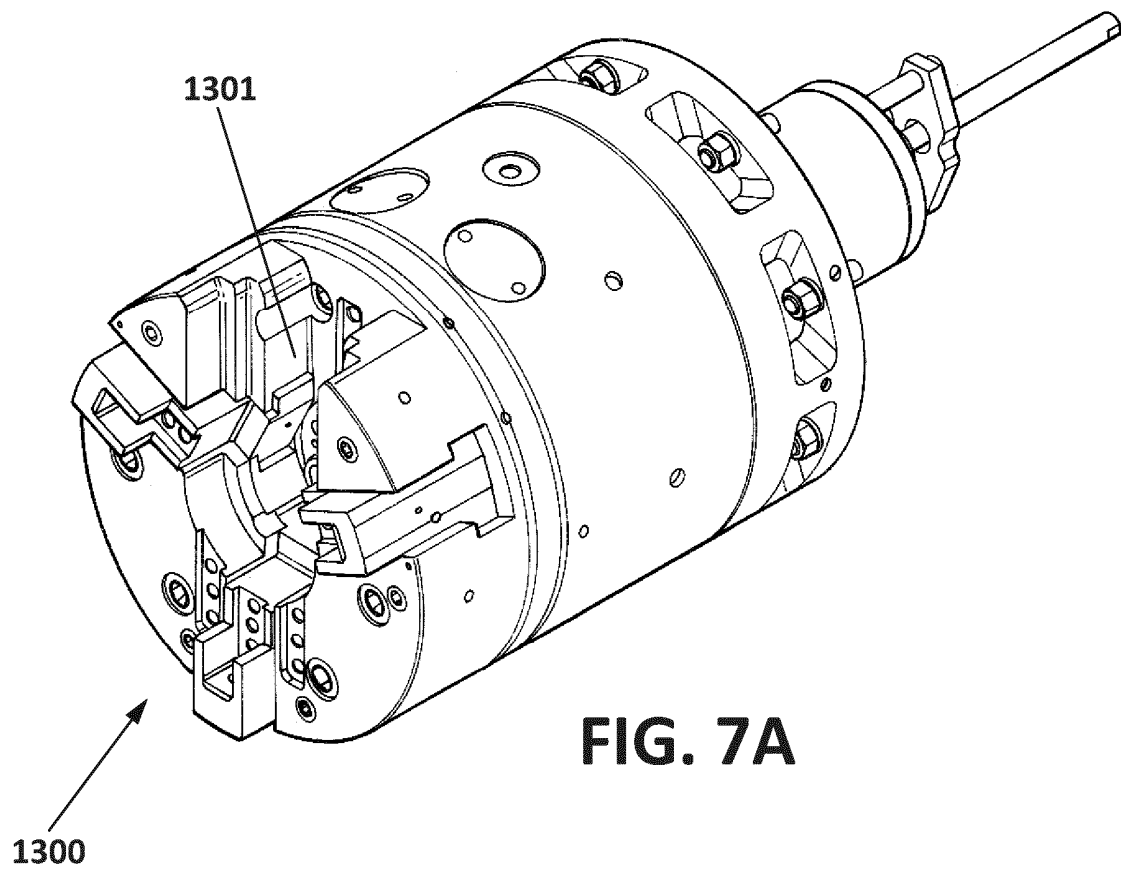


FIG. 6B



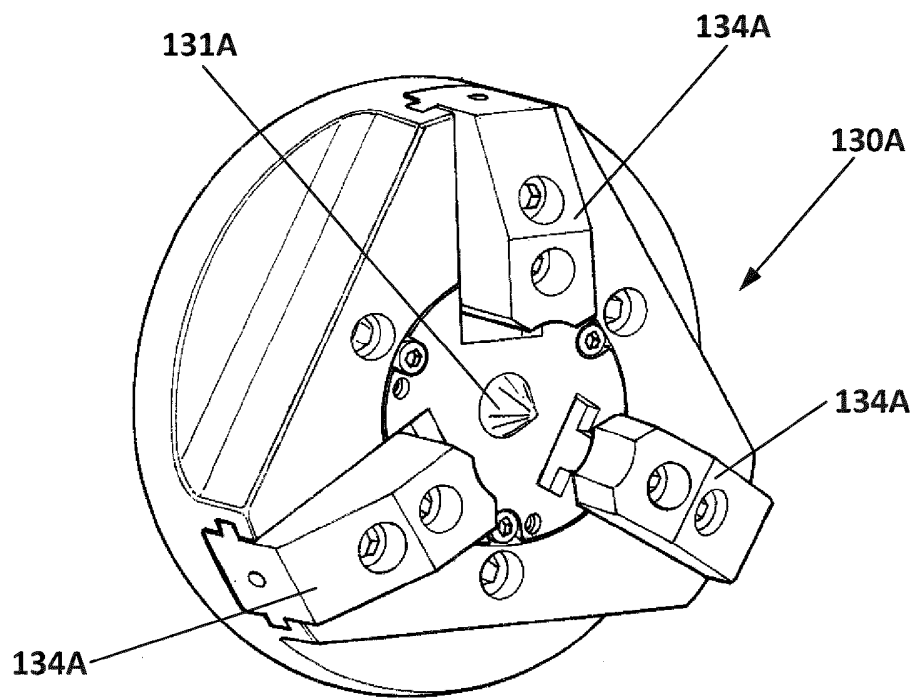


FIG. 7C

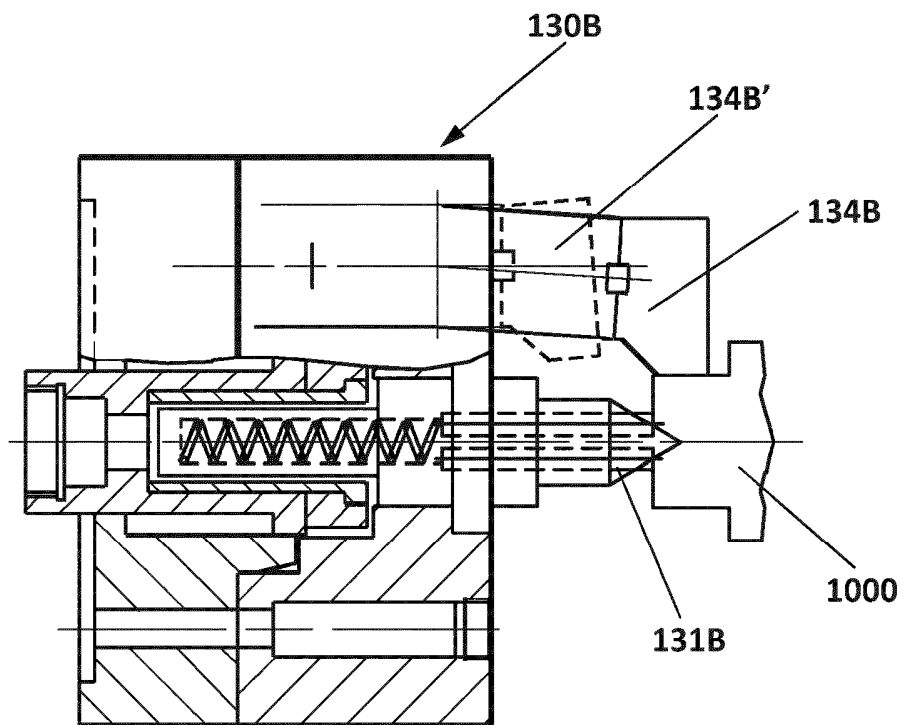
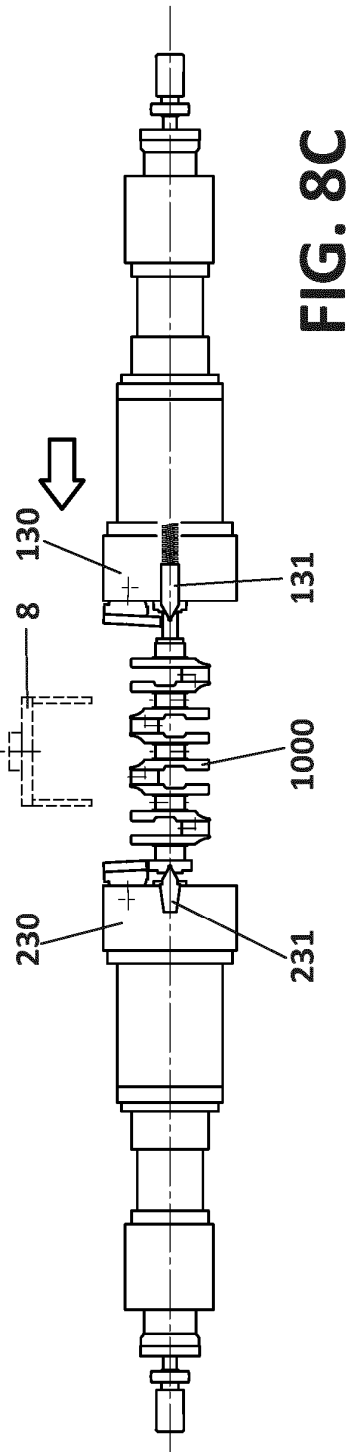
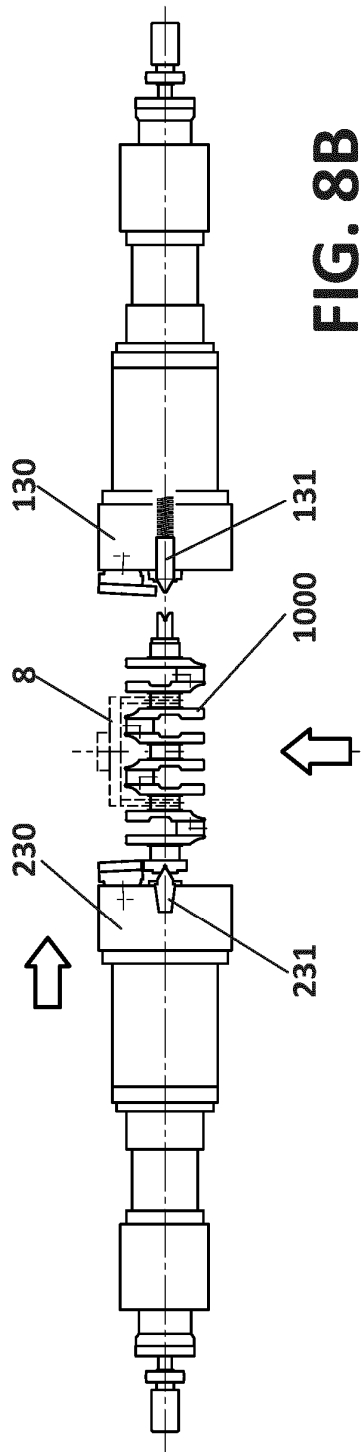
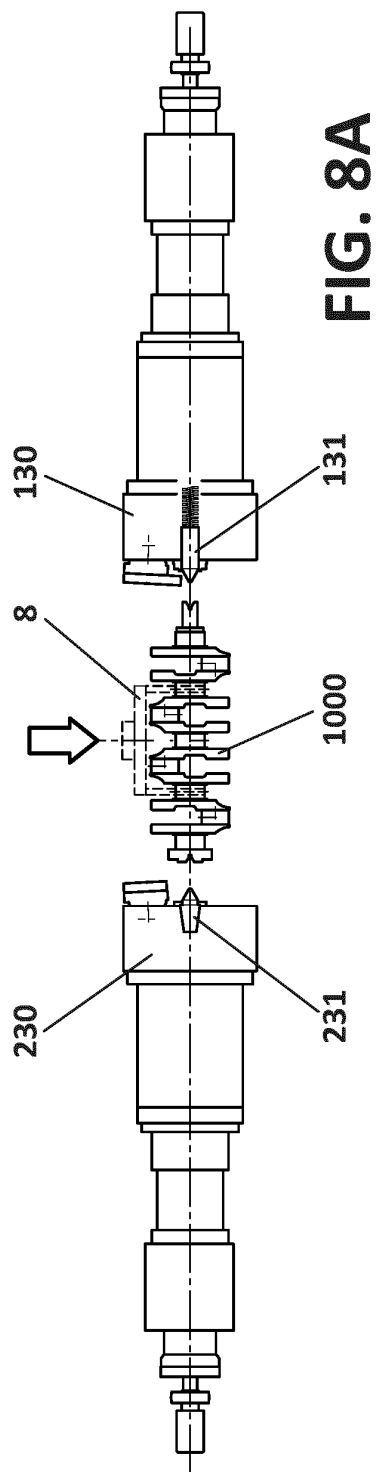


FIG. 7D



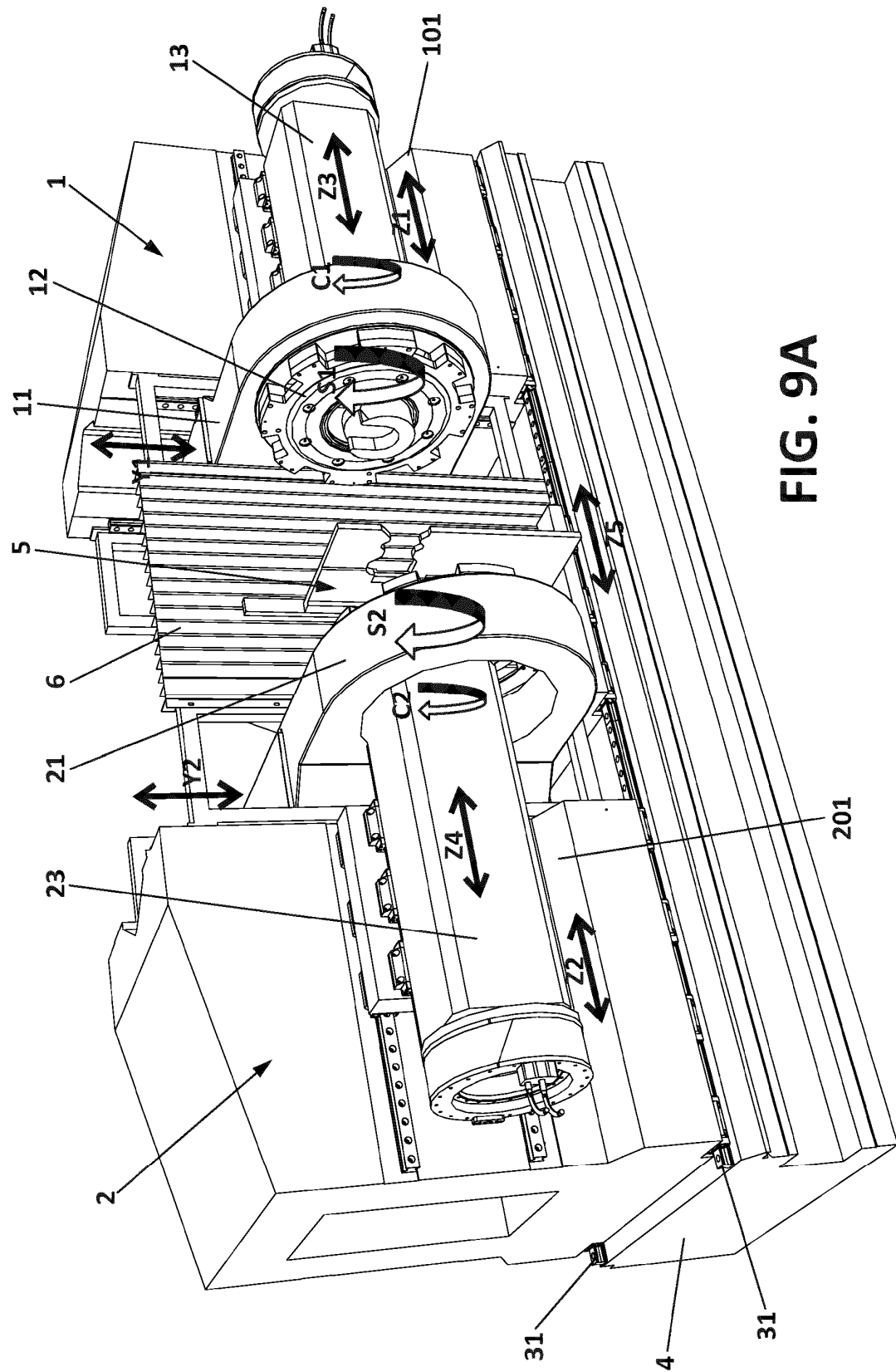


FIG. 9A

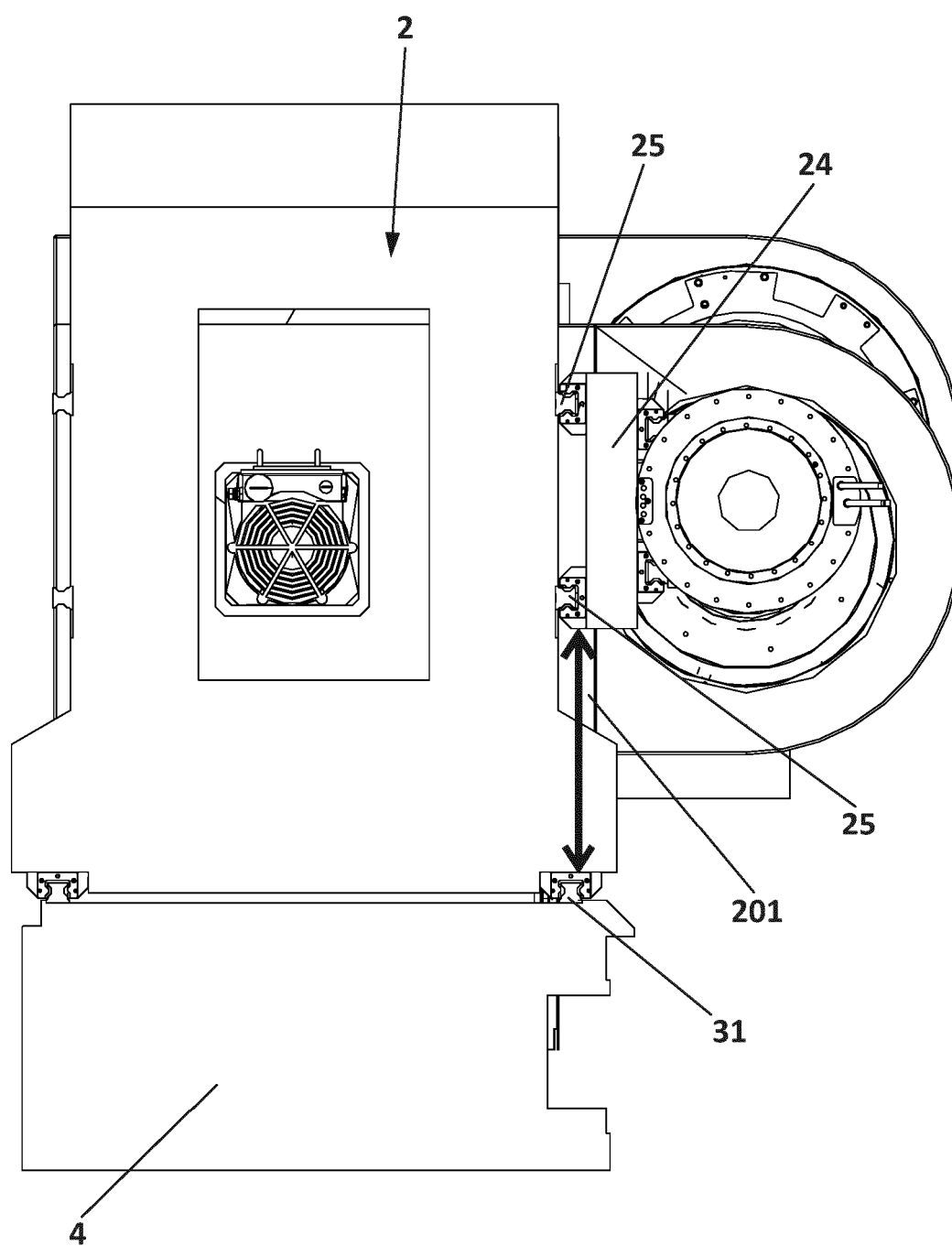


FIG. 9B

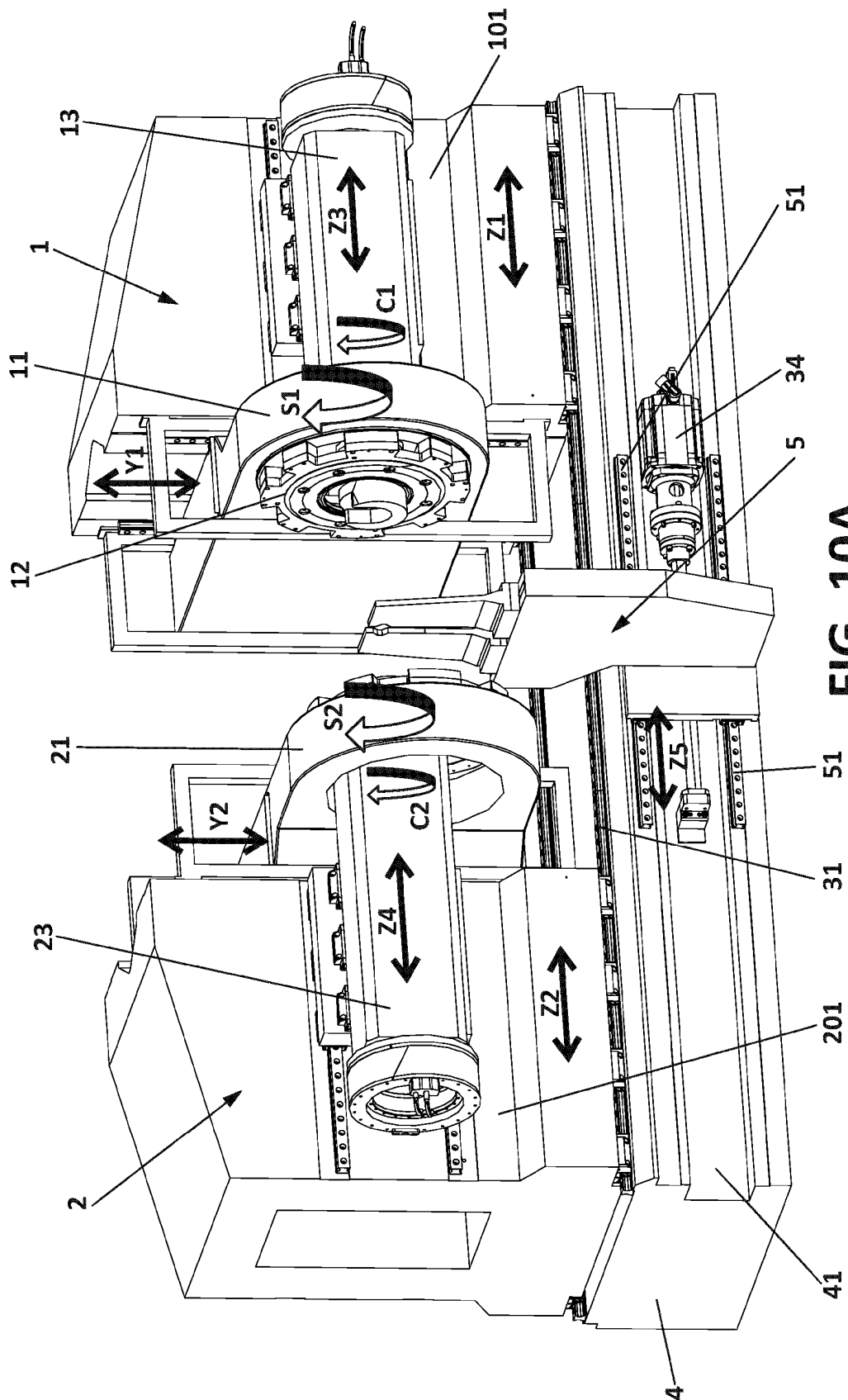


FIG. 10A

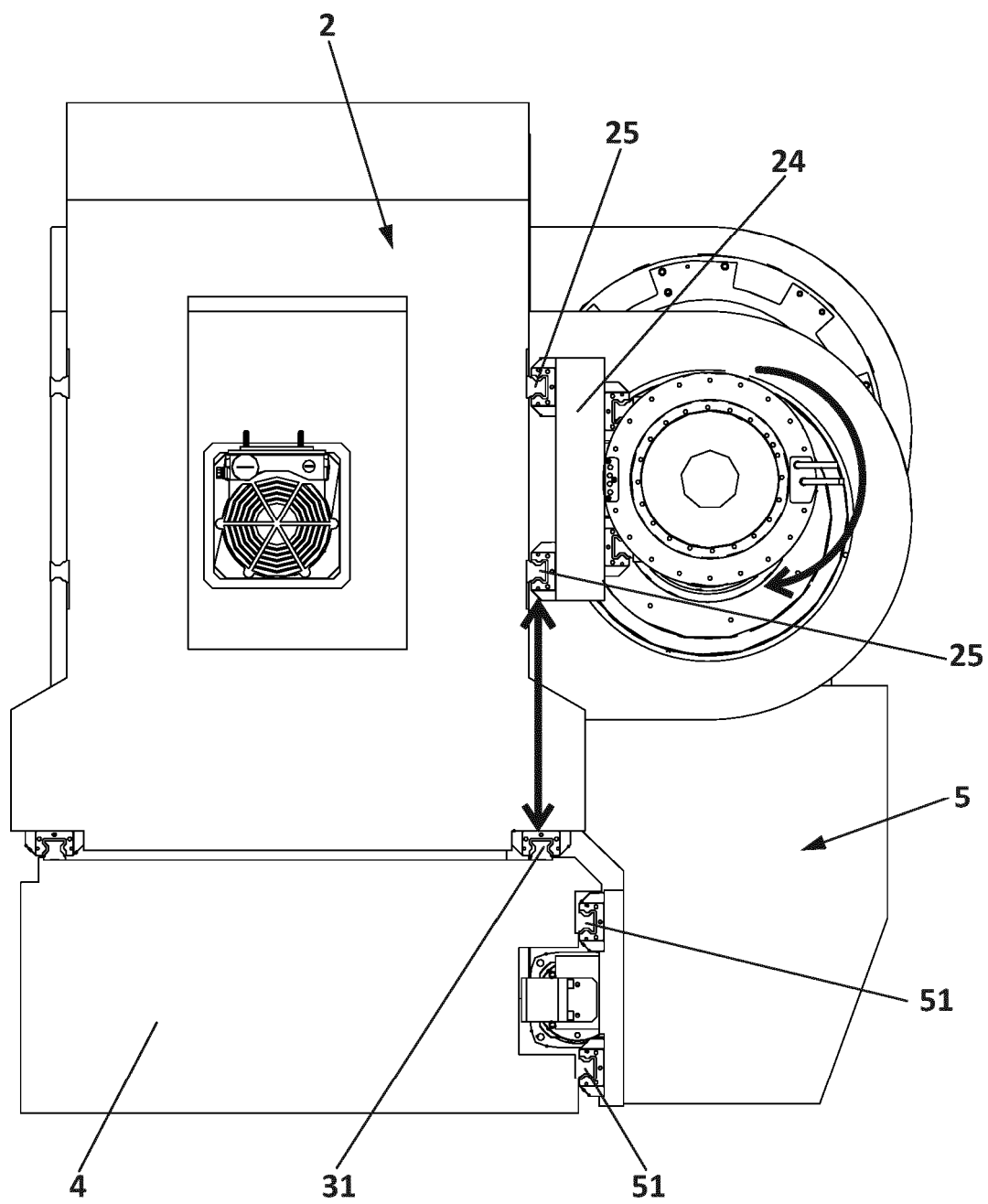
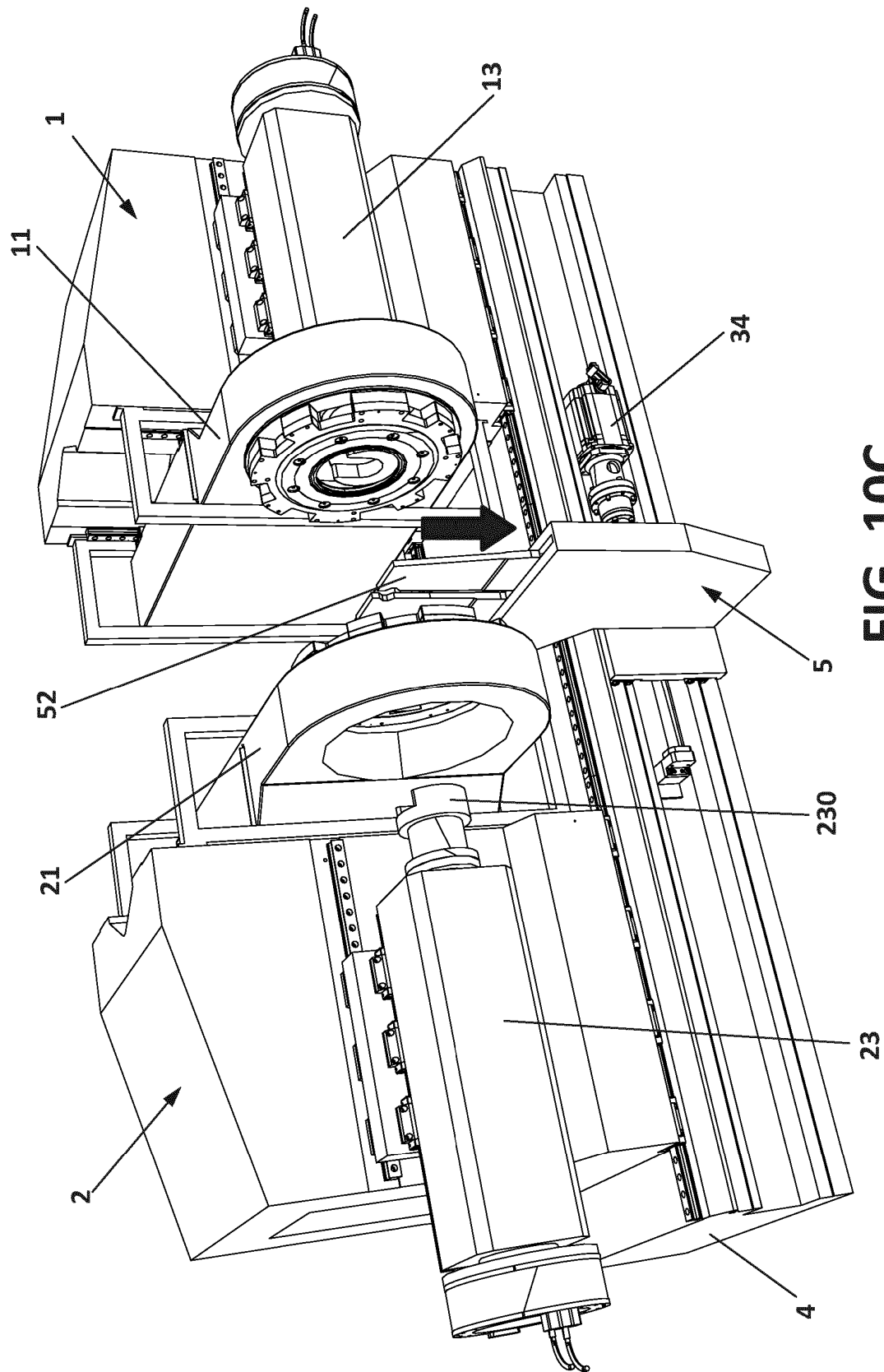


FIG. 10B



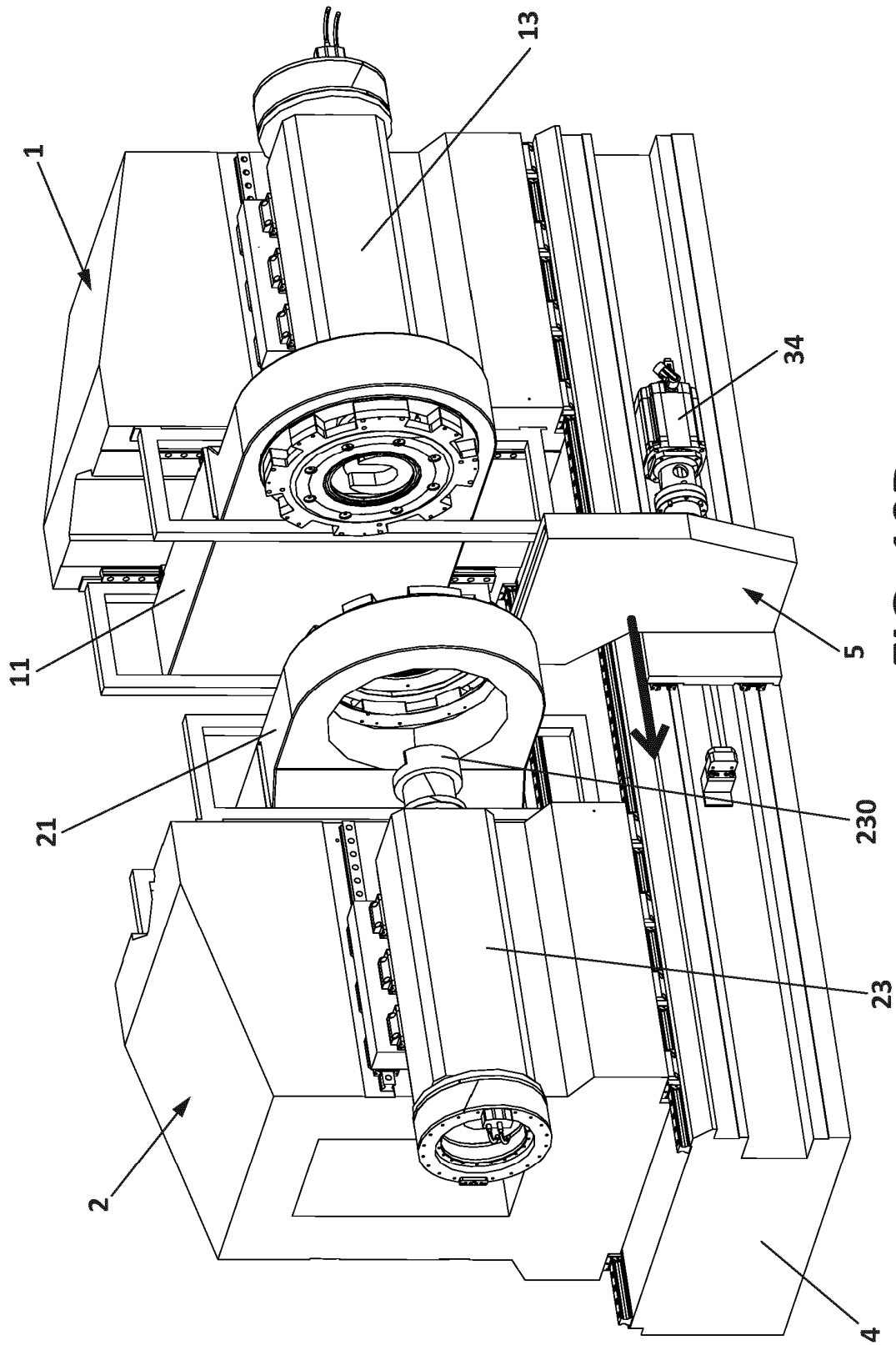


FIG. 10D

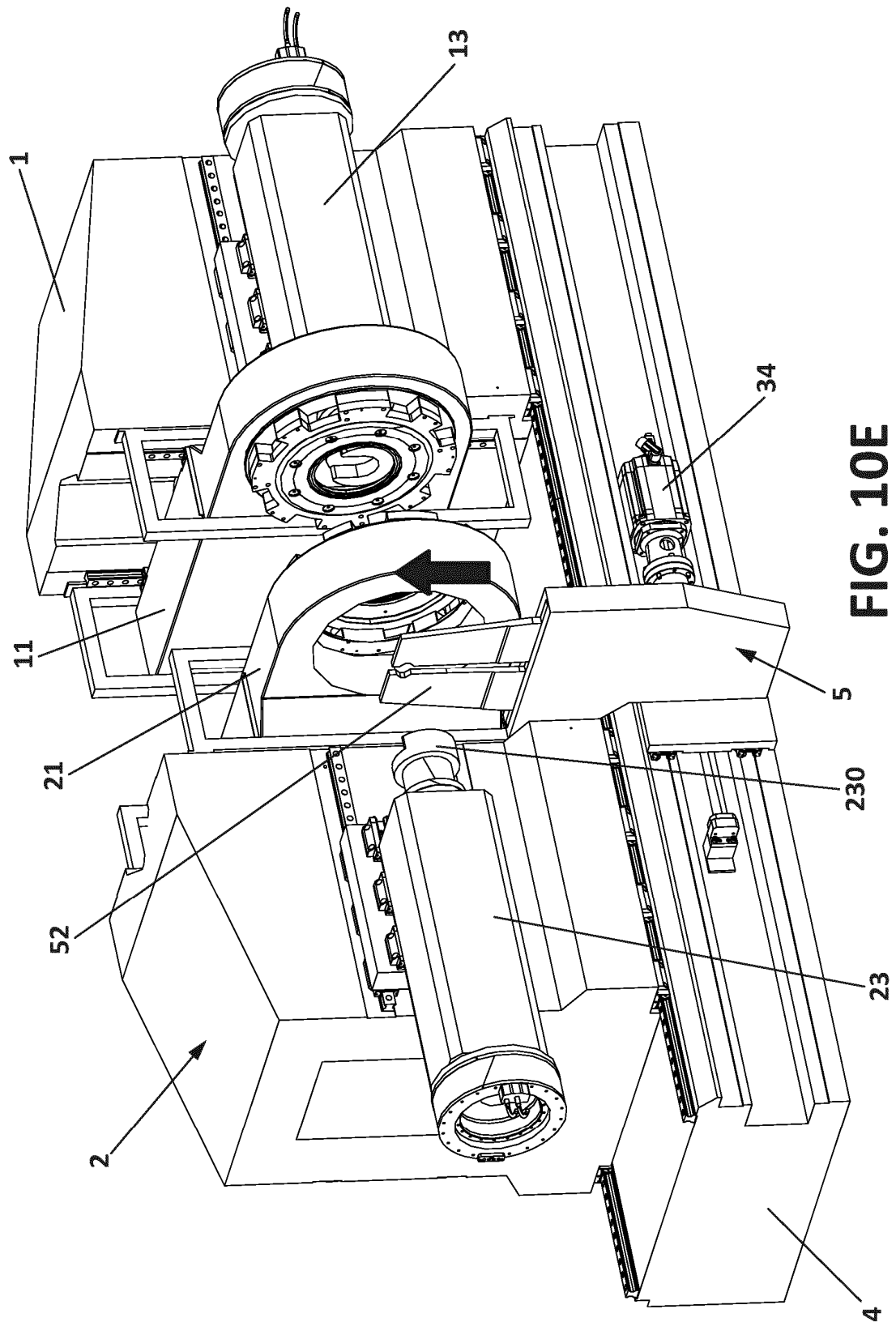
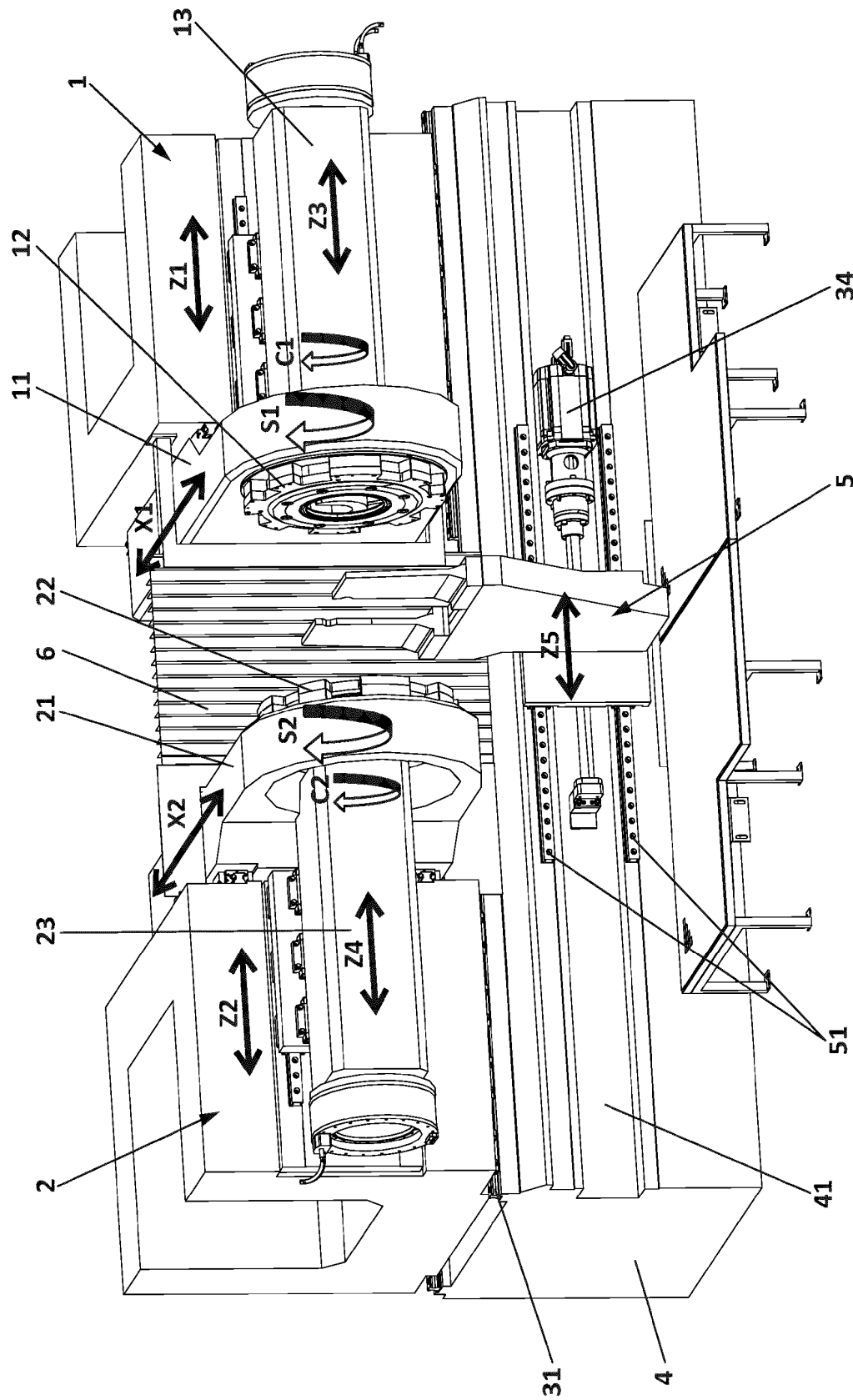
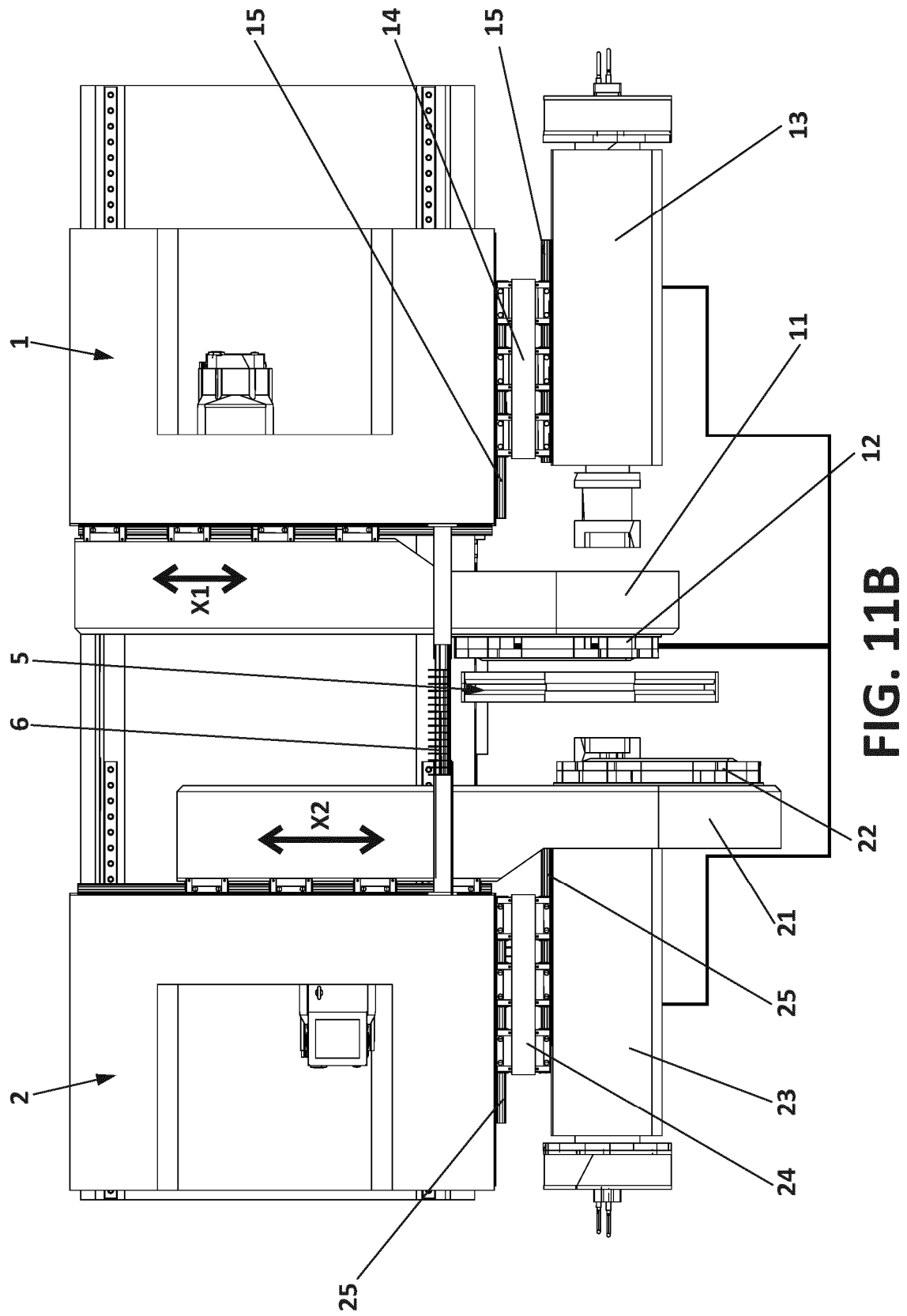


FIG. 10E





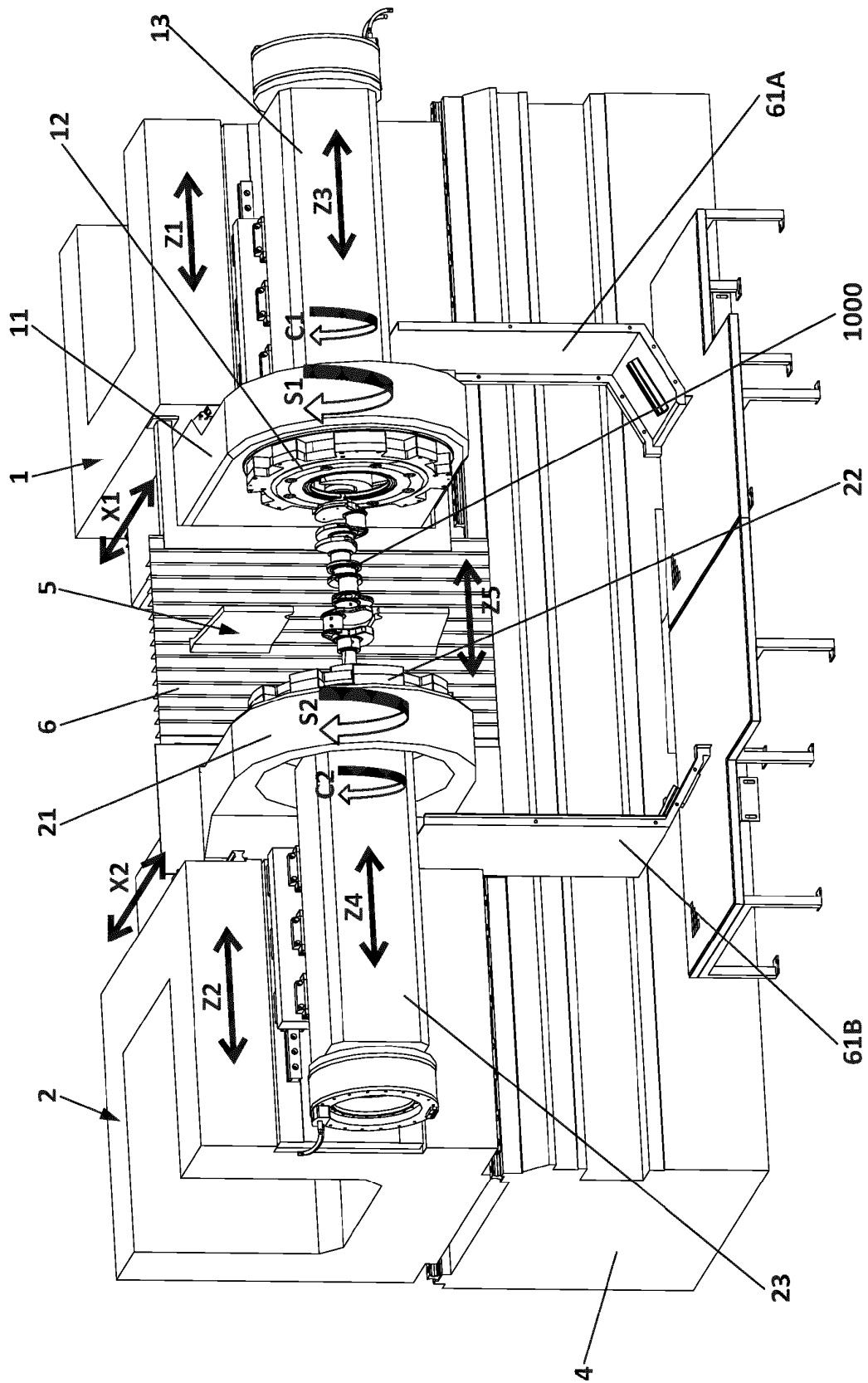


FIG. 12

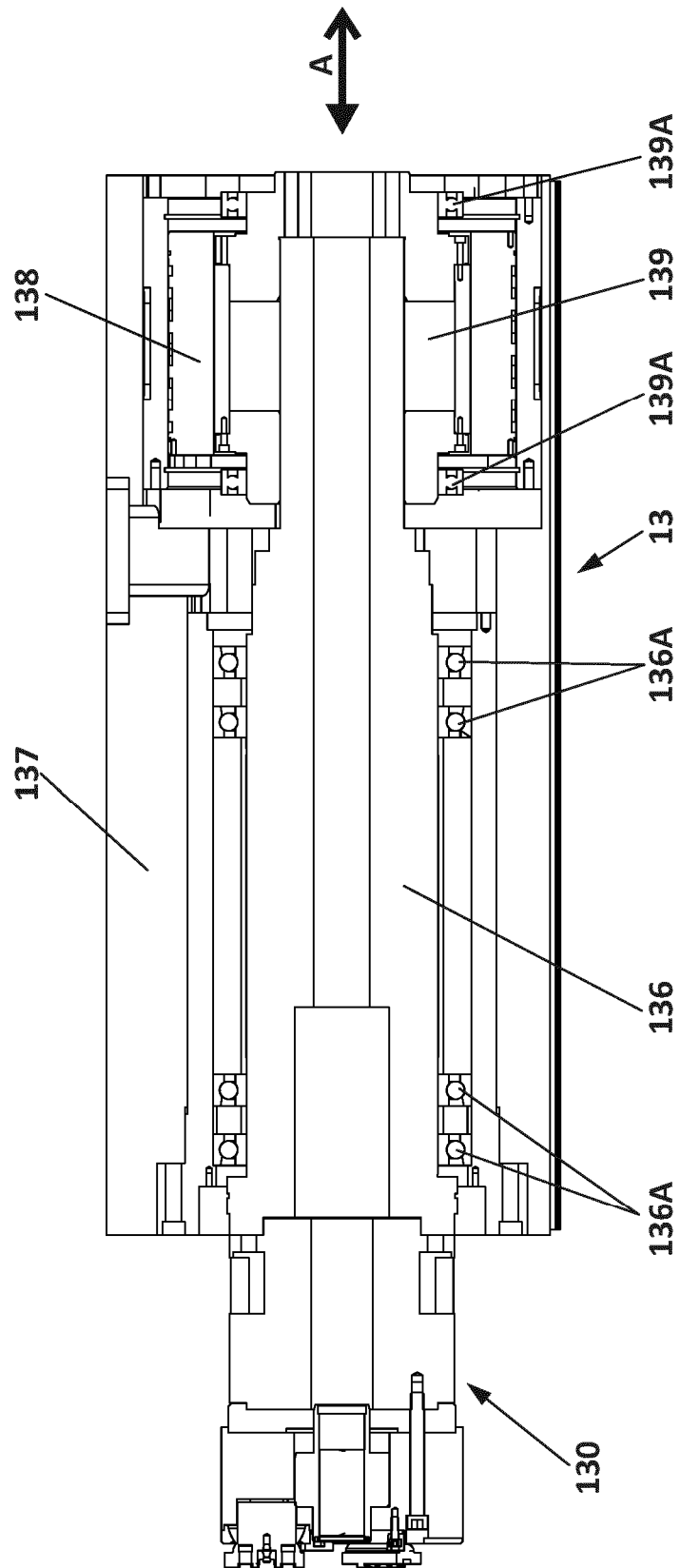


FIG. 13