

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 700 432**

51 Int. Cl.:

B23B 31/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2016** **E 16194970 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018** **EP 3195968**

54 Título: **Sistema de perforación orbital y procedimiento de formar un agujero en una pieza de trabajo**

30 Prioridad:

22.01.2016 US 201615004769

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

15.02.2019

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**HOLLEMAN, WESLEY E. y
FARRELL, NICHOLAS R.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 700 432 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de perforación orbital y procedimiento de formar un agujero en una pieza de trabajo

Campo

5 Esta divulgación se refiere en general a los sistemas de perforación orbital para perforar agujeros y, más particularmente, a un sistema de perforación orbital con un desplazamiento fijo y un cortador de diámetro ajustable.

Antecedentes

10 Las máquinas de perforación orbital se utilizan para cortar agujeros en piezas de trabajo haciendo orbitar un cortador giratorio alrededor de un eje orbital. Los agujeros cortados por las máquinas de perforación orbital tienen un diámetro de agujero que es igual al diámetro de corte del cortador más un desplazamiento entre el cortador y el eje orbital. En general, las máquinas de perforación orbital ofrecen algunas ventajas sobre las máquinas de perforación convencionales, como la mejora de la calidad de los agujeros, la mejor evacuación de los residuos de perforación del sitio del agujero y las temperaturas de perforación más frías.

15 Las máquinas de perforación orbital convencionales facilitan el corte de agujeros con varios diámetros de agujero utilizando un cortador con un diámetro de corte fijo no ajustable y ajustando el desplazamiento entre el cortador y el eje orbital. Los mecanismos de ajuste de compensación empleados por las máquinas de perforación orbital convencionales son a menudo grandes, complejos, caros, débiles y poco fiables. Ejemplos de técnicas anteriores relacionadas son las publicaciones de patentes. US2003/017071A1 y GB2084056A. El documento US2003/017071A1 desvela un aparato de mecanizado orbital controlado numéricamente para producir un agujero en una pieza de trabajo por medio de una herramienta de corte que gira alrededor de su propio eje de la herramienta, así como excéntricamente (orbitando) sobre un eje principal correspondiente al eje central longitudinal del agujero a mecanizar. El documento US2003/017071A1 desvela un sistema de perforación orbital que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1 en combinación, así como un procedimiento para formar un agujero en una pieza de trabajo que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 7 en combinación. El documento GB2084056A desvela una herramienta de tipo fresado-corte que comprende un cuerpo giratorio que tiene porciones recortadas, que forman alojamientos para pequeñas placas de corte. El cuerpo tiene un agujero central diseñado para recibir un miembro central conocido como "núcleo". Las placas de corte constituyen cojinetes radiales para las placas de corte, los cuales son ajustables radialmente en relación con la profundidad del núcleo en el cuerpo.

Sumario

30 El objeto de la presente solicitud se ha desarrollado en respuesta al estado actual de la técnica y, en particular, en respuesta a las deficiencias de los sistemas de perforación orbital convencionales, que aún no se han resuelto completamente con las técnicas disponibles en la actualidad. Por consiguiente, el objeto de la presente solicitud se ha desarrollado para proporcionar un sistema de perforación orbital, y los procedimientos y aparatos asociados, que superan al menos algunas de las deficiencias de las técnicas anteriores descritas anteriormente.

35 El sistema de perforación orbital y el procedimiento de formación de un agujero en una pieza de trabajo de acuerdo con la presente invención se definen en las reivindicaciones independientes 1 y 7.

40 Según una realización preferida del sistema de perforación orbital, el cortador incluye además una pluralidad de sujetadores, cada uno configurado para fijar de manera ajustable un respectivo de la pluralidad de insertos al cuerpo del cortador. Cada uno de la pluralidad de insertos puede incluir una ranura, a través de la cual se extiende uno respectivo de la pluralidad de sujetadores para fijar de manera ajustable el inserto al cuerpo del cortador. Además, cada sujetador se puede mover de manera traslacional a lo largo de la ranura de un inserto respectivo, ya que el inserto se ajusta radialmente con respecto al cuerpo.

45 En una realización preferida del sistema de perforación orbital, el mecanismo de ajuste automatizado puede incluir un accionador controlado electrónicamente, acoplado con la pluralidad de insertos y operable de forma selectiva para mover radialmente la pluralidad de insertos con relación al cuerpo del cortador. Además, el mecanismo de ajuste automatizado puede incluir además una cuña, incluida una superficie cónica configurada para enganchar la pluralidad de insertos, tras el movimiento de traslación de la cuña en relación con el cuerpo en una primera dirección de traslación, paralela al eje del cortador, urge la pluralidad de las insertos radialmente hacia fuera en relación con el cuerpo del cortador y, tras el movimiento de traslación de la cuña en relación con el cuerpo en una segunda dirección de traslación, opuesta a la primera dirección de traslación, exigen que la pluralidad de insertos se mueva radialmente hacia adentro con respecto al cuerpo del cortador. La cuña se acopla al accionador controlado electrónicamente y se puede mover de manera traslacional al cuerpo mediante el funcionamiento selectivo del accionador controlado electrónicamente.

De acuerdo con una realización preferida adicional del sistema de perforación orbital, el mecanismo de ajuste automatizado incluye además un módulo de control, acoplado operativamente al accionador controlado electrónicamente. El módulo de control está configurado para dirigir el accionador controlado electrónicamente para mover radialmente la pluralidad de insertos con respecto al cuerpo del cortador. El módulo de control se puede acoplar operativamente con la máquina de perforación orbital para controlar la rotación del husillo y el cortador alrededor del eje del cortador y la rotación orbital del eje alrededor del eje orbital. Además, el módulo de control puede configurarse directamente con el accionador controlado electrónicamente para mover radialmente la pluralidad de insertos con respecto al cuerpo del cortador de manera que el cortador tenga un primer diámetro de corte, controle la rotación del husillo y el cortador con el primer diámetro de corte sobre el eje del cortador y la rotación orbital del husillo alrededor del eje orbital para formar un agujero en una pieza que tiene un primer diámetro de agujero mayor que el primer diámetro de corte, dirija el accionador controlado electrónicamente para mover radialmente la pluralidad de insertos con respecto al cuerpo del cortador de modo que el cortador tenga un segundo diámetro de corte mayor que el primer diámetro de corte, y controle la rotación del husillo y el cortador con el segundo diámetro de corte alrededor del eje del cortador y la rotación orbital del husillo sobre el eje orbital para agrandar el agujero en la pieza de trabajo desde el primer diámetro del agujero hasta un segundo diámetro del agujero más grande que el primer diámetro del agujero.

En una realización preferida del procedimiento, el diámetro de corte del cortador es un primer diámetro de corte. El procedimiento puede incluir además ajustar el primer diámetro de corte del cortador a un segundo diámetro de corte diferente al primer diámetro de corte. Además, el procedimiento puede incluir, mientras gira el cortador alrededor del eje del cortador para cortar material en la pieza de trabajo, orbitando alrededor del eje orbital para formar un agujero en la pieza que tiene un segundo diámetro de agujero mayor que el segundo diámetro de corte y diferente al primer diámetro del agujero.

Breve descripción de los dibujos

Para que las ventajas de la invención puedan entenderse más fácilmente, una descripción más particular del objeto brevemente descrito anteriormente se presentará con referencia a realizaciones específicas que se ilustran en los dibujos adjuntos. Las realizaciones de la invención se describirán y explicarán con especificidad y detalle adicionales a través del uso de los dibujos, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un sistema de perforación orbital;

La figura 2 es una vista esquemática en planta desde arriba de un cortador del sistema de perforación orbital de la figura 1;

La figura 3 es una vista en perspectiva de un detalle de un cortador, que no forma parte de la presente invención, pero que es un ejemplo de un cortador útil para comprender la invención;

La figura 4 es una vista esquemática en alzado lateral en sección transversal de un cortador, que se muestra con insertos en una posición radial, que no forma parte de la presente invención, pero que es un ejemplo de un cortador útil para comprender la invención;

La figura 5 es una vista esquemática en alzado lateral en sección transversal del cortador de la figura 4, que se muestra con los insertos en otra posición radial, que no forma parte de la presente invención, pero que es un ejemplo de un cortador útil para comprender la invención;

La figura 6 es una vista esquemática en planta desde arriba de un cortador, que se muestra con insertos en una posición radial, que no forma parte de la presente invención, pero que es un ejemplo de un cortador útil para comprender la invención;

La figura 7 es una vista esquemática en planta desde arriba del cortador de la figura 6, que se muestra con los insertos en otra posición radial, que no forma parte de la presente invención, pero que es un ejemplo de un cortador útil para entender la invención;

La figura 8 es una vista en alzado lateral en sección transversal esquemática de un cortador, mostrado con insertos en una posición radial, que no forma parte de la presente invención, pero que es un ejemplo de un cortador útil para comprender la invención;

La figura 9 es una vista en alzado lateral en sección transversal esquemática del cortador de la figura 8, que se muestra con los insertos en otra posición radial, que no forma parte de la presente invención, pero que es un ejemplo de un cortador útil para comprender la invención;

La figura 10 es una vista en alzado lateral en sección transversal esquemática de un cortador, mostrado con insertos en una posición radial, que forma parte del sistema de la presente invención;

La figura 11 es una vista esquemática en alzado lateral en sección transversal del cortador de la figura 10, que se muestra con las insertos en otra posición radial; y

- 5 La figura 12 es un diagrama de bloques que ilustra un procedimiento para formar un agujero en una pieza de trabajo, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada

10 Con referencia a las figuras 1 y 2, un sistema de perforación orbital 100 incluye una máquina de perforación orbital 110 y un cortador 120, acoplado a la máquina de perforación orbital 110. En general, el sistema de perforación orbital 100 es operable para formar (por ejemplo, taladrar o cortar) un agujero 104 en una pieza de trabajo 102. La máquina de perforación orbital 110 incluye un mecanismo de rotación excéntrico 111 que gira alrededor de un eje orbital 112 en la dirección de rotación 114. Dependiendo de la configuración del mecanismo de rotación excéntrico 111, el eje orbital 112 puede ser concéntrico con un eje central del mecanismo de rotación excéntrico 111. La máquina de perforación orbital 110 también incluye un husillo 113 acoplado al mecanismo de rotación excéntrico en una posición desplazada del eje orbital 112. Por consiguiente, la rotación del mecanismo de rotación excéntrica 111 sobre el eje orbital 112 hace que el husillo 113 orbite alrededor del eje orbital 112. El husillo 113 es giratorio alrededor de un eje de corte 122 en la dirección de giro 124 independientemente de la rotación del mecanismo de rotación excéntrico 111 alrededor del eje orbital 112. El eje de corte 122 está separado o desplazado del eje orbital 112 por el OS de desplazamiento. Por lo tanto, el eje de corte 122 orbita alrededor del eje orbital 112 con un radio orbital igual al OS de desplazamiento. Aunque no se muestra, un motor de husillo, acoplado al mecanismo de rotación excéntrico 111, es operable para girar el husillo 113 alrededor del eje de corte 122. El motor de husillo puede ser de varios tipos de motores, tales como motores eléctricos, motores electromagnéticos, motores neumático, motores hidráulicos y similares.

25 A diferencia de las máquinas de perforación orbital convencionales, el sistema operativo de compensación entre el eje orbital 112 y el eje de corte 122 no se puede fijar de manera ajustable. En otras palabras, el sistema operativo de desplazamiento entre el eje orbital 112 y el eje de corte 122 no es ajustable. Debido a que el sistema operativo de desplazamiento entre el eje orbital 112 y el eje de corte 122 no se puede fijar de manera ajustable, los mecanismos de ajuste de desplazamiento grandes, complejos, caros, débiles y, a menudo, poco fiables, se requieren para ajustar el sistema operativo de desplazamiento entre el eje orbital y el eje de corte. en las máquinas de perforación orbital convencionales no son necesarias y no están incluidas en la máquina de perforación orbital 110. Sin un mecanismo de ajuste de compensación, la máquina de perforación orbital 110 puede ser más pequeña, menos compleja, menos costosa, más fuerte y fiable que las máquinas de perforación orbital convencionales.

35 El sistema de perforación orbital incluye además un cortador 120 acoplado de manera giratoria al husillo 113. En general, el husillo 113 está configurado para hacer girar el cortador 120 alrededor del eje cortador 122. En otras palabras, porque el cortador 120 está acoplado giratoriamente el husillo 113, mientras el husillo 113 gira alrededor del eje 122 del cortador, el cortador 120 gira correspondientemente sobre el eje 122. Además, el cortador 120 está acoplado al husillo 113 de manera que el eje 122 del cortador es concéntrico con un eje central o eje simétrico del cortador 120. En un ejemplo, el cortador 120 está acoplado de forma giratoria al husillo 113 utilizando un mandril de taladro de precisión, que asegura de manera no liberable el cortador 120 en un extremo (por ejemplo, utilizando técnicas de expansión térmica) e incluye una interfaz de husillo convencional en el otro extremo para enganchar de forma giratoria al husillo 113. En otros ejemplos, el husillo 113 incluye un mandril convencional para asegurar de manera liberable el cortador 120 al husillo 113.

El cortador 120 incluye un cuerpo 126 y una parte de corte 127 acoplada al cuerpo 126.

45 La parte de corte 127 incluye una pluralidad de bordes de corte configurados para cortar material de la pieza de trabajo 102 cuando el cortador 120 gira alrededor del eje de corte 122. La parte de corte 127 del cortador 120 define un diámetro de corte. El diámetro de corte de la parte de corte 127 se define como dos veces el radio de corte de la parte de corte, que es igual a la distancia entre el eje de corte 122 y al menos un borde de corte. Como se describirá con más detalle a continuación, con referencia a implementaciones particulares de un cortador, el diámetro de corte de la parte de corte 127 del cortador 120 es ajustable. En consecuencia, a diferencia de los sistemas de perforación orbital convencionales, que cuentan con una máquina de perforación orbital, con un desplazamiento ajustable entre un eje orbital y un eje de corte, y un cortador con un diámetro de corte fijo no ajustable para formar agujeros de diversos tamaños en piezas de trabajo, orbital el sistema de perforación 100 incluye una máquina de perforación orbital 110, con un desplazamiento fijo no ajustable entre el eje orbital 112 y el eje cortador 122, y una cortadora con un diámetro de corte ajustable para formar agujeros de varios tamaños en piezas.

55

Para formar un agujero 104 en una pieza de trabajo 102, el sistema de perforación orbital 100 gira simultáneamente el mecanismo de rotación excéntrico 111 sobre el eje orbital 112 y gira el cortador 120 alrededor del eje de corte 122, a medida que el cortador 120 se alimenta axialmente a través de la pieza de trabajo 102 a lo largo un eje de alimentación paralelo al eje orbital 112 y al eje cortador 122. En general, el mecanismo de rotación excéntrico 111 incluye un elemento, giratorio alrededor del eje orbital 112, que retiene el husillo 113 en una posición no ajustable espaciada (por ejemplo, desplazamiento) desde el eje orbital 112 por el sistema operativo desplazado y gira el husillo 113 alrededor del eje orbital 112. En un ejemplo, el elemento es un elemento similar a un eje, girado alrededor del eje orbital 112 por un motor, y el husillo 113 se retiene en la posición no ajustable desplazada del eje orbital 112 por un brazo, u otros medios de separación, acoplados al elemento en forma de eje y que se extienden sustancialmente transversalmente desde el eje orbital 112. La rotación del cortador 120 alrededor del eje del cortador 122 elimina el material de la pieza de trabajo 102 y la rotación del mecanismo de rotación excéntrico 111 alrededor del eje orbital 112 hace que el cortador 120 orbite alrededor del eje orbital 112 a medida que elimina el material. En consecuencia, el agujero 104 formado por el sistema de perforación orbital 100 es concéntrico con el eje orbital 112 y tiene un radio R_H es igual al OS de desplazamiento más un radio de corte R_C de la parte de corte 127 del cortador 120. En otras palabras, el agujero 104 está centrado en el eje orbital 112 y tiene un diámetro igual al OS de desplazamiento más dos veces el radio de corte R_C de la parte de corte 127 del cortador 120.

Con referencia a las figuras 3-5, que muestran un cortador que no forma parte del sistema de la invención, la parte de corte 127 del cortador 120 incluye una pluralidad de bordes de corte 130 cada uno formado en uno de una pluralidad de insertos 128. Los insertos 128 se pueden hacer de cualquiera de los diversos materiales propicios para cortar agujeros en materiales más blandos. Por ejemplo, en algunas implementaciones, los insertos 128 están hechos de un compuesto de carburo. Los insertos 128 se fijan de manera ajustable al cuerpo 126 del cortador 120 y se pueden ajustar para cambiar el radio de corte R_C , igual a la distancia entre el eje de corte 122 y un borde de corte 130 de un inserto 128, de la parte de corte 127 y, por lo tanto, el diámetro de corte D_C , igual a dos veces el radio de corte R_C o la distancia entre los bordes de corte 130 de las insertos 128 simétricamente opuestas, de la parte de corte. Las insertos 128 están situadas a una distancia igual entre sí circunferencialmente alrededor de una punta 129 o extremo del cuerpo 126. Las insertos 128 pueden tener cualquiera de varias formas y tamaños. En algunos ejemplos, como se muestra en las Figuras 8 y 9, las insertos 128 tienen forma sustancialmente cuadrada. En contraste, en los ejemplos ilustrados de las Figuras 3-5, 10 y 11, las insertos 128 tienen una forma única para tener una superficie cónica radialmente hacia adentro 152. Cada uno de los insertos 128 en las realizaciones ilustradas tiene un borde de corte sustancialmente recto 130 que define un borde radialmente más externo de las insertos. Sin embargo, los bordes de corte 130 de las insertos 128 pueden ser no rectos, tales como redondeados, curvados o dentados.

Cada inserto 128 se fija de manera ajustable al cuerpo 126 del cortador 120 mediante, al menos en parte, un sujetador respectivo 132 que se extiende a través de una ranura 134 formada en el inserto 128 y se acopla al cuerpo 126. El sujetador 132 se puede aflojar, para permita que el inserto 128 se mueva radialmente hacia adentro y hacia afuera con relación al eje 122 del cortador, o que se apriete, para fijar el inserto 128 en su lugar con respecto al eje 122 del cortador. El sujetador 132 puede ser cualquiera de varios sujetadores conocidos en la técnica. Por ejemplo, en una implementación, el sujetador 132 es un perno con una cabeza y un vástago roscado externamente, configurado para enganchar una abertura roscada internamente (no mostrada) formada en el cuerpo 126 del cortador 120. Apretando el sujetador 132 puede incluir una conexión roscada del vástago con la abertura formada en el cuerpo 126 hasta que la cabeza quede firmemente sujeta en el inserto 128. Como se muestra en la Figura 5, con el sujetador 132 aflojado, el inserto 128 puede moverse radialmente con respecto al eje 122 del cortador, según lo indicado por las flechas direccionales. El movimiento radial es en una dirección sustancialmente perpendicular al eje del cortador 122. El movimiento del inserto 128 se limita al movimiento de traslación dirigido radialmente, mediante el acoplamiento del sujetador 132 con la ranura 134 a medida que se mueve el inserto 128, y mediante el acoplamiento del inserto 128 con un escalón 131, que limita la rotación del inserto 128, formado en el cuerpo 126 del cortador 120. Con referencia a las Figuras 4 y 5 que muestran un cortador que no forma parte del sistema de la invención, ya que el inserto 128 se mueve radialmente con respecto a el eje 122 del cortador, una parte del sujetador 132 permanece enganchado con la ranura 134 y se mueve de manera traslacional a lo largo de la ranura 134. El escalón 131 del cuerpo 126 también proporciona soporte al inserto 128 en una dirección paralela al eje 122 del cortador o perpendicular a la dirección radial.

Los insertos 128 del cortador del sistema de perforación orbital se pueden ajustar radialmente mediante un mecanismo de ajuste automatizado. Como se ilustra en las Figuras 3-5, un mecanismo de ajuste manual del cortador 120 incluye una cuña 140 que se puede mover traslacionalmente (por ejemplo, paralela a) a lo largo del eje del cortador 122 para mover radial y concurrentemente las insertos 128 con respecto al eje del cortador 122. La cuña 140 incluye una superficie cónica 150 que converge en una dirección que se extiende a lo largo del cuerpo 126 desde la punta 129 del cuerpo 126. Además, el mecanismo de ajuste manual incluye cualquiera de varias características para mover de manera selectiva la cuña 140 a lo largo del eje de corte 122. En un ejemplo, el mecanismo de ajuste manual incluye un sujetador 142 que se acopla de manera roscada a una abertura 125, formada en el cuerpo 126 y coaxial con el eje cortador 122. El sujetador 142 incluye un vástago que se extiende a través de un agujero pasante 141 formado en la cuña 140 e incluye una cabeza, más grande que el diámetro más pequeño del agujero pasante, que encaja en el agujero pasante 141, o la cuña 140 adyacente al agujero pasante.

5 Cuando se gira el sujetador 142 con respecto al cuerpo 126, el acoplamiento roscado entre el sujetador 142 y la abertura 125 hace que el sujetador 142 se mueva de manera traslacional a lo largo del eje 122 del cortador en una dirección dependiente de la dirección de rotación del sujetador 142 con respecto al Cuerpo 126. La rotación del sujetador 142 en relación con el cuerpo 126 se puede facilitar mediante un rebaje de acoplamiento de la herramienta 144, formado en la cabeza del sujetador 142 y configurado para recibir una herramienta (por ejemplo, un destornillador, un taladro manual, etc.) para girar el sujetador 142.

10 Aunque se muestra que el cortador 120 usa un sujetador 142, coaxial con el eje 122 del cortador, para mover la cuña 140 a lo largo del eje 122 del cortador, se pueden usar otros procedimientos y características para mover manualmente la cuña 140 a lo largo del eje 122 del cortador sin salir de la esencia de la presente divulgación. Por ejemplo, se puede usar un tornillo sin fin para mover manualmente la cuña 140, donde el tornillo sin fin incluye un eje helicoidal, asegurado a la cuña 140, y un engranaje helicoidal, acoplado con el eje helicoidal para mover el eje helicoidal cuando se gira.

15 El movimiento de traslación del sujetador 142 en una dirección hacia abajo, como se ve en las Figuras 4 y 5, hace que la cabeza del sujetador 142 enganche la cuña 140 y empuje la cuña 140 hacia abajo en relación con el cuerpo 126. Cuando la cuña 140 es empujada hacia abajo con respecto al cuerpo, la superficie cónica 150 de la cuña 140 se acopla con las superficies cónicas 150 de las insertos 128. Debido a que se evita que las insertos 128 se muevan hacia abajo, el acoplamiento entre la superficie cónica 150 de la cuña 140 y las superficies cónicas 152 de la cuña las insertos 128 impulsan (p. ej., fuerzas o impulsiones) las insertos 128 radialmente hacia afuera como se muestra en la Figura 5. De esta manera, el ajuste radialmente hacia afuera de la posición de las insertos 128 puede realizarse de manera uniforme y concurrente. Además, como los insertos 128 se ajustan radialmente hacia afuera, el diámetro de corte del cortador 120 aumenta desde un primer diámetro D_1 a un segundo diámetro D_2 . Después de que los insertos 128 se ajustan radialmente hacia afuera para lograr un diámetro de corte ampliado deseado, los sujetadores 132 se pueden apretar para mantener los insertos 128 en su lugar.

25 El movimiento de traslación del sujetador 142 en una dirección hacia arriba, como se ve en las Figuras 4 y 5, hace que la cabeza del sujetador 142 desenganche la cuña 140 y permita que la cuña 140 se mueva en la dirección hacia arriba con respecto al cuerpo 126. Debido a que se permite que la cuña 140 se mueva en la dirección hacia arriba, la superficie cónica 150 de la cuña 140 no impide el movimiento radial hacia dentro de los insertos 128, de manera que se permite que los insertos 128 se ajusten radialmente hacia dentro. A medida que los insertos 128 se ajustan radialmente hacia dentro, el diámetro de corte del cortador 120 disminuye. En algunas implementaciones, el cortador 120 incluye elementos de desplazamiento (no mostrados) configurados para desviar las insertos 128 radialmente hacia el interior, de manera que los elementos de desplazamiento hacen que las insertos 128 se muevan radialmente hacia adentro y la cuña se mueva hacia arriba a medida que el sujetador 142 se mueve hacia arriba dirección. Después de que los insertos 128 se ajustan radialmente hacia adentro para lograr un diámetro de corte reducido deseado, los sujetadores 132 se pueden apretar para mantener los insertos 128 en su lugar.

35 Debido a la fuerza dirigida radialmente hacia el interior impartida a las insertos 128 por la pieza de trabajo 102 a medida que la pieza está siendo cortada por las insertos, en algunas realizaciones, el cortador 120 proporciona un soporte radial para evitar que las insertos 128 se muevan inadvertidamente radialmente hacia el interior debido a la Fuerza dirigida hacia dentro. La superficie cónica 150 de la cuña 140 permanece enganchada con las superficies cónicas 152 de las insertos 128, ya que las insertos 128 se ajustan radialmente para proporcionar soporte radial a las insertos 128 cuando las insertos 128 se ajustan radialmente.

40 Con referencia a las figuras 6 y 7, que muestran un cortador que no forma parte del sistema de perforación orbital de la invención, la parte de corte 127 del cortador 220 también incluye una pluralidad de bordes de corte 130 cada uno formado en una de una pluralidad de insertos 128. Las insertos 128 se fijan de manera ajustable al cuerpo 126 del cortador 220 y se pueden ajustar para cambiar el radio de corte o el diámetro de corte de la cortadora 220. Las insertos 128 están colocadas a una distancia igual una de la otra circunferencialmente alrededor de una punta 129 o extremo del Cuerpo 126. Cada una de las insertos 128 tiene una superficie radialmente interior 252.

45 Cada inserto 128 se puede fijar de manera ajustable al cuerpo 126 del cortador 220 mediante, al menos en parte, un sujetador respectivo (no mostrado) que se extiende a través de una ranura formada en el inserto 128 y se acopla al cuerpo 126, como se describió anteriormente con referencia a las figuras 3-5. Por consiguiente, el sujetador puede aflojarse para permitir que el inserto 128 se mueva radialmente hacia adentro y hacia afuera con relación al eje 122 del cortador, o se puede apretar para fijar el inserto 128 en su lugar con respecto al eje 122 del cortador.

50 Como se ilustra en las Figuras 6 y 7, un mecanismo de ajuste manual del cortador 220 incluye una leva 240 que está acoplada de manera giratoria al cuerpo 126 del cortador 220. La leva 240 es giratoria, con respecto al cuerpo 126, alrededor del eje 122 del cortador. En algunas implementaciones, la leva 240 incluye un rebaje de enganche de la herramienta 244, configurado para recibir una herramienta (por ejemplo, un destornillador, taladro manual, etc.) para girar la leva 240. Además, la leva 240 incluye una superficie de enganche no redonda 250 que gira alrededor del eje de corte 122 a medida que la leva 240 gira. La leva 240 está configurada de tal manera que la superficie de enganche 250 no redonda engancha las superficies 252 radialmente hacia dentro de las insertos 128 a medida que

la leva 240 gira. Debido a la no redondez de la superficie de aplicación no redonda 250, a medida que la leva 240 gira, la superficie de aplicación no redonda 250 impulsa o permite que los insertos 128 se muevan radialmente con respecto al eje de corte 122. Dependiendo de la posición de los insertos 128 en la superficie de aplicación no redonda 250, la rotación de la leva 240 puede impulsar los insertos 128 radialmente hacia afuera, para aumentar el radio de corte desde un primer radio de corte, como el primer radio de corte R_1 a un segundo radio de corte, como el segundo radio de corte R_2 , o permitir que los insertos 128 se muevan radialmente hacia el interior en relación con el eje del cortador 122 para disminuir el radio de corte.

De manera deseable, el ajuste radialmente hacia afuera de todas las insertos 128 por la leva 240 es uniforme. En consecuencia, como se muestra, la superficie de enganche no redonda 250 tiene una forma sustancialmente poligonal con una pluralidad de lados planos, cada uno de los cuales encaja en una de las insertos 128 respectivas. En un ejemplo, el cortador 220 tiene tres insertos 128 y la no La superficie redonda de enganche 250 de la leva 240 tiene forma triangular o hexagonal. En otro ejemplo, el cortador 220 tiene seis insertos 128 y la superficie de enganche no redonda 250 de la leva 240 tiene forma hexagonal. Debido a que los lados de la superficie de enganche no redonda 250 son planos, a medida que la leva 240 gira, la distancia radial desde el eje de corte 122 de la parte de los lados de la superficie de enganche no redonda 250 enganchada con los insertos 128 cambia de manera correspondiente impulsar o permitir el movimiento dirigido radialmente de las insertos 128 en relación con el cuerpo 126. En algunas realizaciones, los lados o esquinas de la superficie de enganche no redonda 250 de la leva 240 pueden redondearse de manera que la superficie de enganche no redonda 250 tenga una Perfil de leva suave.

El cortador 220 puede incluir elementos de desplazamiento (no mostrados) configurados para desviar las insertos 128 radialmente hacia el interior, de modo que los elementos de desplazamiento hacen que las insertos 128 se muevan radialmente hacia adentro cuando la leva 240 se gira para permitir el movimiento radialmente hacia adentro de las insertos. Debido a la fuerza dirigida radialmente hacia el interior impartida a las insertos 128 por la pieza de trabajo 102 a medida que la pieza de trabajo está siendo cortada por las insertos, la superficie de enganche no redondeada 250 de la leva 240 permanece enganchada con las superficies 252 radialmente hacia adentro de las insertos 128 como las insertos 128 se ajustan radialmente para proporcionar soporte radial a las insertos 128 cuando las insertos 128 se ajustan radialmente.

Con referencia a las Figuras 8 y 9, que muestran un cortador que no forma parte del sistema de perforación orbital de la invención, la parte de corte 127 del cortador 320 también incluye una pluralidad de bordes de corte 130 cada uno formado en una de una pluralidad de insertos 128. Las insertos 128 se fijan de manera ajustable al cuerpo 126 de la cortadora 320 y se pueden ajustar para cambiar el radio de corte o el diámetro de corte de la cortadora 320. Las insertos 128 se pueden posicionar una distancia igual entre sí circunferencialmente alrededor de una punta 329 o final del cuerpo 126. Cada una de las insertos 128 tiene una superficie radialmente interior 352. Cada inserto 128 puede fijarse de manera ajustable al cuerpo 126 del cortador 320 mediante, al menos en parte, un sujetador respectivo 132 que se extiende a través de una ranura 134 formada en el inserto 128 y engancha el cuerpo 126, como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 3-5. Por consiguiente, el sujetador puede aflojarse para permitir que el inserto 128 se mueva radialmente hacia adentro y hacia afuera con relación al eje 122 del cortador, o se puede apretar para fijar el inserto 128 en su lugar con respecto al eje 122 del cortador.

Como se ilustra en las Figuras 8 y 9, un mecanismo de ajuste manual del cortador 320 incluye una pluralidad de cuñas 360 cada una posicionable entre una respectiva de la pluralidad de insertos 128 y el cuerpo 126. Como se mencionó anteriormente, debido a la fuerza dirigida radialmente hacia adentro impartido a las insertos 128 por la pieza de trabajo 102 cuando la pieza está siendo cortada por las insertos, el soporte radial puede ser deseable para soportar las insertos 128 contra la fuerza dirigida radialmente hacia el interior y evitar el movimiento inadvertido radialmente hacia el interior de las insertos 128 debido a la radialmente hacia el interior fuerza dirigida Cuando las insertos 128 están en una posición radialmente más interna con respecto al eje 122 del cortador, como se muestra en la Figura 8, una porción central 331 del cuerpo 126 del cortador 320 puede proporcionar dicho soporte radial. Sin embargo, a medida que las insertos 128 se ajustan radialmente hacia afuera desde el eje cortador 122 y la parte central 331 del cuerpo 126, la parte central 331 del cuerpo 126 ya no proporciona soporte radial. Por consiguiente, una de las cuñas 360 se coloca entre una inserto 128 ajustada radialmente hacia fuera y el cuerpo 126 (por ejemplo, la parte central 331 del cuerpo 126). En algunas realizaciones, cada calzo 360 tiene una dimensión (por ejemplo, un grosor) que es igual al ajuste radial deseado de la pluralidad de insertos 128 (es decir, la cantidad deseada de las insertos 128 se ajustará radialmente hacia afuera). Alternativamente, se pueden colocar múltiples cuñas 360 de lado a lado para lograr el ajuste radial deseado. De esta manera, una o más cuñas 360, en cooperación con la parte central 331 del cuerpo 126, proporciona el soporte radial necesario para evitar el movimiento inadvertido radialmente hacia adentro de un inserto 128.

De acuerdo con una realización, como se ilustra en las Figuras 10 y 11, un cortador 420 incluye una parte de corte 127 con una pluralidad de bordes de corte 130 cada uno formado en una de una pluralidad de insertos 128. Los insertos 128 están fijados de manera ajustable al cuerpo 126 del cortador 420 y ajustable para cambiar el radio de corte o el diámetro de corte del cortador 420. Los insertos 128 se pueden colocar a una distancia igual entre sí circunferencialmente alrededor de una punta o extremo del cuerpo 126 del cortador 420.

5 El cortador 420 también incluye un mecanismo de ajuste automatizado configurado para ajustar automáticamente radialmente la pluralidad de insertos 128 con respecto al cuerpo 126 del cortador 420. El mecanismo de ajuste automatizado incluye un accionador 470 controlado electrónicamente y una cuña 440. En general, el accionador controlado 470 está acoplado con los insertos 128, a través de la cuña 440, y es operable de forma selectiva para mover radialmente los insertos 128 con respecto al cuerpo 126 del cortador 420.

10 Al igual que la cuña 140 del cortador 120 de las Figuras 3-5, la cuña 440 se puede mover por desplazamiento a lo largo del eje 122 del cortador para mover radial y concurrentemente los insertos 128 con respecto al eje 122. Del cortador. Similar a la cuña 140, la cuña 440 incluye una superficie cónica 150 que converge en una dirección que se extiende a lo largo del cuerpo 126 desde la punta del cuerpo 126. A medida que la cuña 440 se mueve hacia abajo (como se ve en las Figuras 10 y 11) con respecto al cuerpo, la superficie cónica 150 de la cuña 440 se acopla a las superficies cónicas 150 de los insertos 128. Debido a que se evita que los insertos 128 se muevan hacia abajo, el acoplamiento entre la superficie cónica 150 de la cuña 440 y las superficies cónicas 152 de los insertos 128 impulsa los insertos 128 radialmente hacia afuera, como se muestra en la Figura 11. De esta manera, el ajuste radialmente hacia afuera de la posición de los insertos 128 se puede realizar de manera uniforme y concurrente. Además, a medida que los insertos 128 se ajustan radialmente hacia afuera, el diámetro de corte del cortador 420 aumenta desde un primer diámetro D_1 a un segundo diámetro D_2 . Cuando la cuña 440 se mueve hacia arriba (como se ve en las Figuras 10 y 11), la superficie cónica 150 de la cuña 440 no impide el movimiento radial hacia adentro de los insertos 128, de modo que se permite que los insertos 128 se ajusten radialmente hacia adentro. A medida que los insertos 128 se ajustan radialmente hacia dentro, el diámetro de corte del cortador 420 disminuye. En algunas implementaciones, el cortador 420 incluye elementos de desplazamiento (no mostrados) configurados para desviar los insertos 128 radialmente hacia el interior, de modo que los elementos de desplazamiento hacen que los insertos 128 se muevan radialmente hacia el interior.

25 A diferencia del mecanismo de ajuste manual del cortador 120, que mueve manualmente la cuña 140 a lo largo del eje 122 del cortador, el movimiento de la cuña 440 a lo largo del eje 122 del cortador 420 se realiza automáticamente mediante la operación selectiva y el accionamiento del accionador controlado electrónicamente 470. El accionador 470 controlado electrónicamente incluye un pistón 472 móvil dentro de un cilindro 473 bajo la potencia aplicada. El pistón 472 está acoplado de manera no móvil a la cuña 440. Por consiguiente, a medida que el pistón 472 se mueve dentro del cilindro 473, la cuña 440 se mueve de manera correspondiente. De esta manera, la cuña 440 se impulsa hacia abajo cuando el pistón 472, bajo la potencia aplicada, se mueve hacia abajo dentro del cilindro 473 y se impulsa hacia arriba cuando el pistón 472, bajo la potencia aplicada, se mueve hacia arriba dentro del cilindro 473.

35 La potencia aplicada puede ser una o más de potencia neumática, hidráulica, magnética, eléctrica y similares. Además, la aplicación de la potencia aplicada al pistón 472, para mover el pistón 472 dentro del cilindro 473, está controlada por un módulo de control 480. Más específicamente, el módulo de control 480 transmite una orden al accionador 470 controlado electrónicamente, a través de una línea de comunicación de señal electrónica 474, para accionar el accionador 470 controlado electrónicamente y mover el pistón 472 y la cuña 440, que ajusta radialmente los insertos 128. De esta manera, los insertos 128 pueden ajustarse radialmente sobre la marcha, o *en el lugar*, incluso mientras el cortador 420 está girando.

40 Aunque el cortador 420 utiliza un accionador 470 controlado electrónicamente y una cuña 440 para mover automáticamente los insertos 128, en otras realizaciones, los insertos 128 se pueden mover radialmente automáticamente usando otras características y procedimientos sin una cuña y / o un accionador controlado electrónicamente sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones independientes.

45 Aunque se muestra que el sistema de perforación orbital 100 incluye el cortador 120, acoplado de forma giratoria al husillo 113 de la máquina de perforación orbital 110, que está acoplado al mecanismo de rotación excéntrico 111 de la máquina de perforación orbital 110, se reconoce que de los cortadores de la presente descripción, tales como los cortadores 220, 320, 420, pueden acoplarse de forma giratoria al husillo 113 de la misma manera que el cortador 120.

50 En algunas realizaciones, el módulo de control 480 está configurado además para controlar el funcionamiento de la máquina de perforación orbital 110. En consecuencia, el módulo de control 480 se puede acoplar operativamente con la máquina de perforación orbital 110 para transmitir órdenes a la máquina de perforación orbital que controla las características operativas del mecanismo de rotación excéntrico 111 y el husillo 113. Por ejemplo, el módulo de control 480 puede configurarse para controlar el inicio, el paro y la velocidad de rotación de la rotación del mecanismo de rotación excéntrico 111 (es decir, la rotación orbital del eje 122 del cortador) sobre el eje orbital 112) y el husillo 113 (es decir, el cortador acoplado de manera giratoria al husillo). Además, el módulo de control 480 puede estar acoplado operativamente con un robot, acoplado a la máquina de perforación orbital 110 y configurado para posicionar de manera precisa y automática la máquina de perforación orbital con respecto a la pieza de trabajo 102 para formar el agujero 104 en la pieza de trabajo 102 en una ubicación predeterminada, para controlar el funcionamiento del robot.

De acuerdo con una realización, el módulo de control 480 está configurado para ordenar al accionador 470 controlado electrónicamente que mueva los insertos 128, a través del movimiento de la cuña 440, en relación con el cuerpo 126 o el eje 122 del cortador 420, de manera que el cortador 420 Tiene un primer diámetro de corte. El módulo de control 480 también está configurado para ordenar al mecanismo de rotación excéntrico 111 que gire a una primera velocidad de rotación orbital deseada y al mando del husillo, y al cortador 420 con el primer diámetro de corte, a que gire a una primera velocidad de giro de corte deseada. Además, el módulo de control 480 puede configurarse para ordenar a un robot que coloque el mecanismo de rotación excéntrico 111 con respecto a la pieza de trabajo 102, de manera que el eje orbital 112 sea concéntrico con un centro del agujero 104 que se formará en la pieza de trabajo 102 y el las insertos 128 del cortador 420 con el primer diámetro de corte cortan el agujero 104, con un primer agujero de diámetro, en la pieza de trabajo 102. Después de que el agujero 104 con el primer diámetro de agujero se corta en la pieza de trabajo, el módulo de control 480 está configurado para ordene al accionador 470 controlado electrónicamente que mueva los insertos 128, a través del movimiento de la cuña 440, en relación con el cuerpo 126 o el eje 122 del cortador 420, de manera que el cortador 420 tenga un segundo diámetro de corte, mayor que el primer diámetro de corte. El módulo de control 480 está configurado además para ordenar que el mecanismo de rotación excéntrico 111 gire a una segunda velocidad de rotación orbital deseada y ordene al husillo, y al cortador 420 con el segundo diámetro de corte, que gire a una segunda velocidad de rotación de corte deseada. Además, el módulo de control 480 puede ordenar al robot que coloque el mecanismo de rotación excéntrico 111 con respecto a la pieza de trabajo 102, de manera que el eje orbital 112 sea concéntrico con un centro del agujero 104 con el primer diámetro del agujero y las insertos 128 del cortador 420 con el segundo diámetro de corte corta el material 104 para agrandar el agujero 104 desde el primer diámetro de agujero hasta un segundo diámetro de agujero, más grande que el primer diámetro de agujero.

Aunque la máquina de perforación orbital 110 de la realización ilustrada se ha descrito como que tiene un sistema operativo desplazado entre el eje orbital 112 y el eje cortador 122 que se fija de forma no ajustable, en algunas realizaciones, el cortador, con un diámetro de corte ajustable, de la presente divulgación se puede utilizar con máquinas de perforación orbital convencionales que tienen un sistema operativo de desplazamiento ajustable entre el eje orbital 112 y el eje de corte 122. Por ejemplo, los usuarios que poseen una máquina de perforación orbital existente, con un sistema operativo de desplazamiento ajustable, pueden desear utilizar el cortador de La presente divulgación, en vista de las diversas características ventajosas del cortador, con su máquina de perforación orbital existente en lugar de obtener (por ejemplo, comprar) una nueva máquina de perforación orbital, con un sistema operativo de desplazamiento fijo, a pesar de las ventajas de una máquina de perforación orbital con una el sistema operativo de compensación no ajustable se tiene sobre una máquina de perforación orbital con un sistema operativo de compensación ajustable. Dichos usuarios pueden formar agujeros en una pieza de trabajo fijando de manera ajustable el sistema operativo compensado de su máquina de perforación orbital convencional y ajustando el diámetro de corte de la cortadora como se describe aquí. Alternativamente, como ejemplo, los usuarios pueden formar agujeros en una pieza de trabajo utilizando el sistema operativo de desplazamiento ajustable de una máquina de perforación orbital convencional para realizar ajustes relativamente aproximados al tamaño de un agujero y usar el diámetro de corte ajustable de la cortadora para hacer relativamente fino o Ajustes precisos al tamaño del agujero.

Con referencia ahora a la Figura 12, según una realización, un procedimiento 500 para formar un agujero en una pieza de trabajo, tal como con el sistema de perforación orbital 100 de la presente descripción, incluye proporcionar un desplazamiento entre un eje orbital y un eje de corte de un excéntrico mecanismo de rotación en 510. En algunas implementaciones, el desplazamiento entre el eje orbital y el eje del cortador no se puede fijar de manera ajustable. Además, el procedimiento 500 incluye, en 520, un cortador con un diámetro de corte ajustable, para cortar material en una pieza de trabajo, donde el cortador orbita alrededor del eje orbital y gira alrededor del eje del cortador. El procedimiento 500 incluye además orbitar el cortador alrededor del eje orbital y girar el cortador alrededor del eje cortador para cortar un agujero en una pieza de trabajo en 530. Antes o después de cortar el agujero en la pieza de trabajo, el procedimiento 500 también incluye ajustar el diámetro de corte del cortador en 540. En un ejemplo, el diámetro de corte del cortador se ajusta antes de cortar un agujero inicial, que tiene un diámetro de agujero proporcional al diámetro de corte ajustado, en una pieza de trabajo. Según otro ejemplo, el diámetro de corte del cortador se ajusta (por ejemplo, se incrementa de un primer diámetro de corte a un segundo diámetro de corte) después de cortar un agujero inicial, con un primer diámetro de agujero, en la pieza de trabajo y cortar el agujero en la pieza de trabajo en 530 incluye ampliar el diámetro del agujero del agujero inicial cortado en la pieza de trabajo, a un segundo diámetro del agujero más grande que el segundo diámetro de corte y más grande que el primer diámetro del agujero, con el cortador que tiene el diámetro del cortador ajustado.

En el procedimiento 500, ajustar el diámetro de corte del cortador en 540 incluye mover una pluralidad de filos de corte, que definen colectivamente el diámetro de corte del cortador, alejándolos o acercándolos al eje del cortador. La pluralidad de los bordes de corte del cortador se mueven automáticamente o de forma automática, como sobre la marcha cuando el cortador gira alrededor del eje del cortador.

Los diagramas de diagramas de flujo esquemáticos incluidos en este documento generalmente se presentan como diagramas de diagramas de flujo lógicos. Como tal, el orden representado y los pasos etiquetados son indicativos de una realización del procedimiento presentado. Otros pasos y procedimientos pueden ser concebidos. Además, el formato y los símbolos empleados se proporcionan para explicar los pasos lógicos del procedimiento y se entiende

que no limitan el alcance del procedimiento.

Las realizaciones descritas deben considerarse en todos los aspectos solo como ilustrativas y no restrictivas. Se pueden realizar cambios en el sistema de perforación orbital o en el procedimiento de formación de un agujero en una pieza de trabajo sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de perforación orbital (100), que comprende:

una máquina de perforación orbital (110), que comprende:

5 un husillo (113), giratorio alrededor de un eje de corte (122); y
un mecanismo de rotación excéntrico (111), acoplado al husillo y configurado para orbitar el eje alrededor de un eje orbital (112), desplazado del eje del cortador; y

10 un cortador (120), acoplado de forma giratoria al husillo y que comprende una pluralidad de filos (130), que definen colectivamente un diámetro de corte (Dc) del cortador,
caracterizado por que el diámetro de corte del cortador es ajustable,
por que el cortador (120) comprende además un cuerpo (126) y una pluralidad de insertos (128) fijados de manera ajustable al cuerpo, cada una de la pluralidad de insertos que definen uno de los bordes de corte (130) y pueden ajustarse radialmente con relación al cuerpo para ajustar el diámetro de corte (Dc) del cortador,
y **por que** el cortador (120) comprende además un mecanismo de ajuste automatizado, configurado para ajustar automáticamente radialmente la pluralidad de insertos (128) con relación al cuerpo (126) del cortador.

15 2. El sistema de perforación orbital (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el cortador (120) comprende además una pluralidad de sujetadores (132), cada uno configurado para fijar de manera ajustable una respectiva de la pluralidad de insertos (128) al cuerpo (126) del cortador.

20 3. El sistema de perforación orbital (100) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el mecanismo de ajuste automático comprende un accionador controlado electrónicamente (470), acoplado con la pluralidad de insertos (128) y operable de forma selectiva para mover radialmente la pluralidad de insertos con respecto al cuerpo (126) del cortador (120).

4. El sistema de perforación orbital (100) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que:

el mecanismo de ajuste automatizado comprende además una cuña (140), que comprende una superficie cónica (150) configurada para:

25 activar la pluralidad de insertos (128);
tras el movimiento de traslación de la cuña con respecto al cuerpo (126) en una primera dirección de traslación, paralela al eje del cortador (122), presionar la pluralidad de insertos radialmente hacia afuera con respecto al cuerpo del cortador (120); y
30 tras el movimiento de traslación de la cuña con respecto al cuerpo en una segunda dirección de traslación, opuesta a la primera dirección de traslación, inste a que la pluralidad de insertos se mueva radialmente hacia adentro con respecto al cuerpo del cortador; y

la cuña está acoplada al accionador controlado electrónicamente (470) y se puede mover de manera traslacional al cuerpo mediante la operación selectiva del accionador controlado electrónicamente.

5. El sistema de perforación orbital de acuerdo con la reivindicación 3, en el que:

35 el mecanismo de ajuste automatizado comprende además un módulo de control (490), acoplado operativamente con el accionador controlado electrónicamente (470); y
el módulo de control está configurado para dirigir el accionador controlado electrónicamente para mover radialmente la pluralidad de insertos con respecto al cuerpo del cortador (120).

6. El sistema de perforación orbital (100) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que:

40 el módulo de control (490) está acoplado operativamente con la máquina de perforación orbital (100) para controlar la rotación del husillo (113) y el cortador (120) alrededor del eje del cortador (122) y la rotación orbital del husillo sobre el eje orbital (112);
el módulo de control está configurado para:

45 dirigir el accionador controlado electrónicamente (470) para mover radialmente la pluralidad de insertos (128) con respecto al cuerpo (126) del cortador (120) de manera que el cortador tenga un primer diámetro de corte (Dc);
controlar la rotación del eje y el cortador con el primer diámetro de corte alrededor del eje del cortador y la rotación orbital del eje alrededor del eje orbital para formar un agujero en una pieza que tenga un primer

diámetro de agujero mayor que el primer diámetro de corte;
dirigir el accionador controlado electrónicamente para mover radialmente la pluralidad de insertos con respecto al cuerpo del cortador de modo que el cortador tenga un segundo diámetro de corte mayor que el primer diámetro de corte; y

5 controlar la rotación del eje y el cortador con el segundo diámetro de corte alrededor del eje del cortador y la rotación orbital del eje alrededor del eje orbital para agrandar el agujero en la pieza desde el primer diámetro del agujero hasta un segundo diámetro mayor que el primer diámetro del agujero.

7. Un procedimiento para formar un agujero en una pieza de trabajo, que comprende:

10 proporcionar (510) un desplazamiento (OS) entre un eje orbital (112), alrededor del cual orbita un cortador (120), y un eje cortador (122), alrededor del cual gira el cortador;
girar (530) el cortador alrededor del eje del cortador para cortar material en la pieza de trabajo; y
mientras gira el cortador alrededor del eje del cortador para cortar material en la pieza de trabajo, orbitando (530) el cortador alrededor del eje orbital para formar un agujero en la pieza que tiene un primer diámetro de agujero mayor que el diámetro de corte,

15 **caracterizado por que** el procedimiento comprendía además la etapa de ajustar (540) un diámetro de corte (Dc) del cortador; el cortador (120) comprende una pluralidad de filos (130), que definen colectivamente el diámetro de corte (Dc) del cortador;

y por que

20 el ajuste del diámetro de corte del cortador comprende mover automáticamente la pluralidad de filos de corte radialmente hacia fuera o radialmente hacia el eje del cortador (122).

8. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el diámetro de corte (Dc) del cortador (120) es un primer diámetro de corte, el procedimiento comprende además:

25 ajustar (540) el primer diámetro de corte del cortador a un segundo diámetro de corte diferente al primer diámetro de corte; y
mientras gira (530) el cortador alrededor del eje del cortador (122) para cortar material en la pieza de trabajo, orbita (530) el cortador alrededor del eje orbital (112) para formar un agujero en la pieza que tiene un segundo diámetro de agujero mayor que el segundo Diámetro de corte y diferente al diámetro del primer agujero.

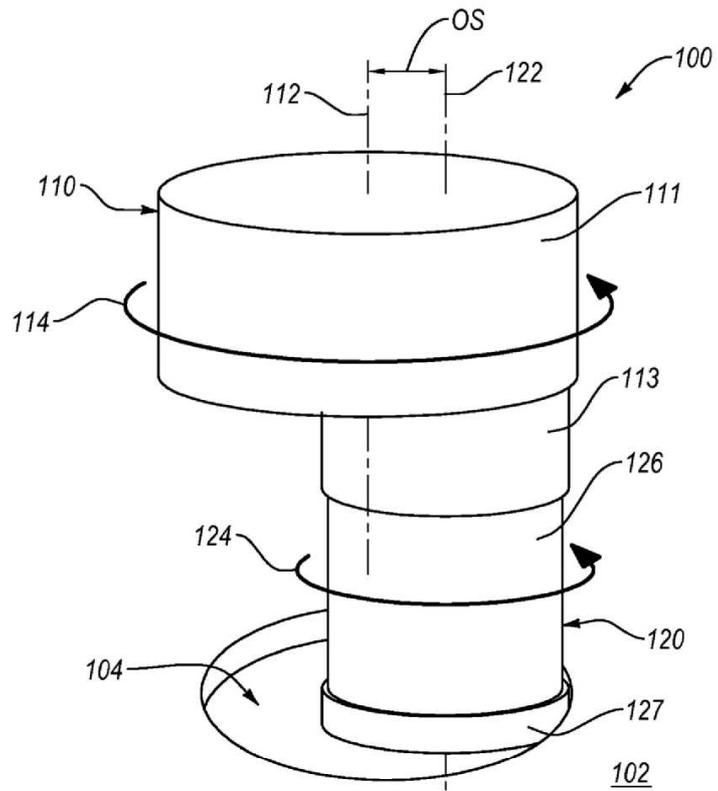


FIG. 1

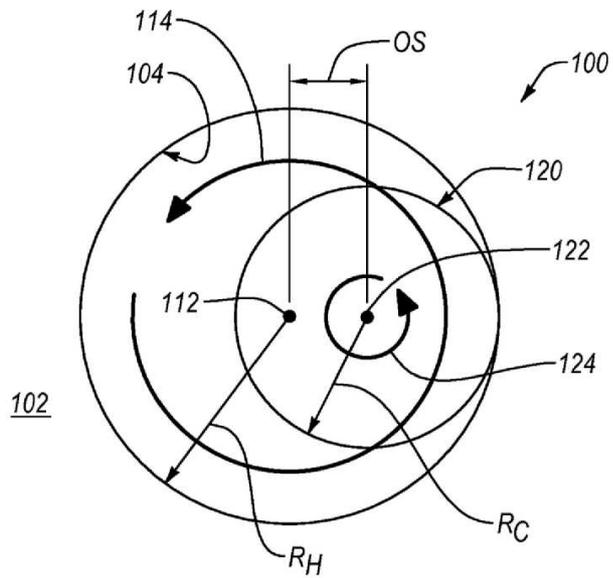


FIG. 2

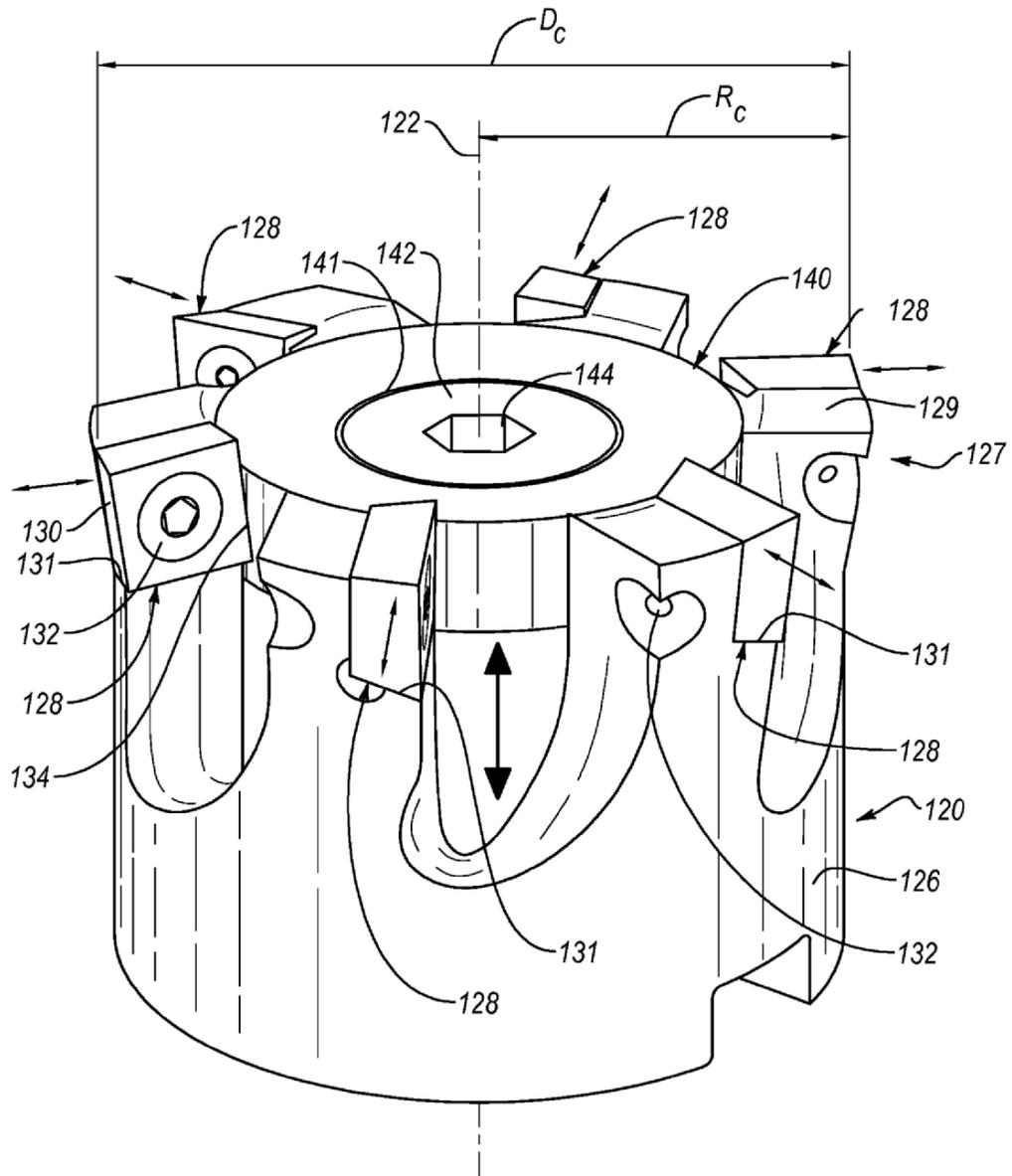
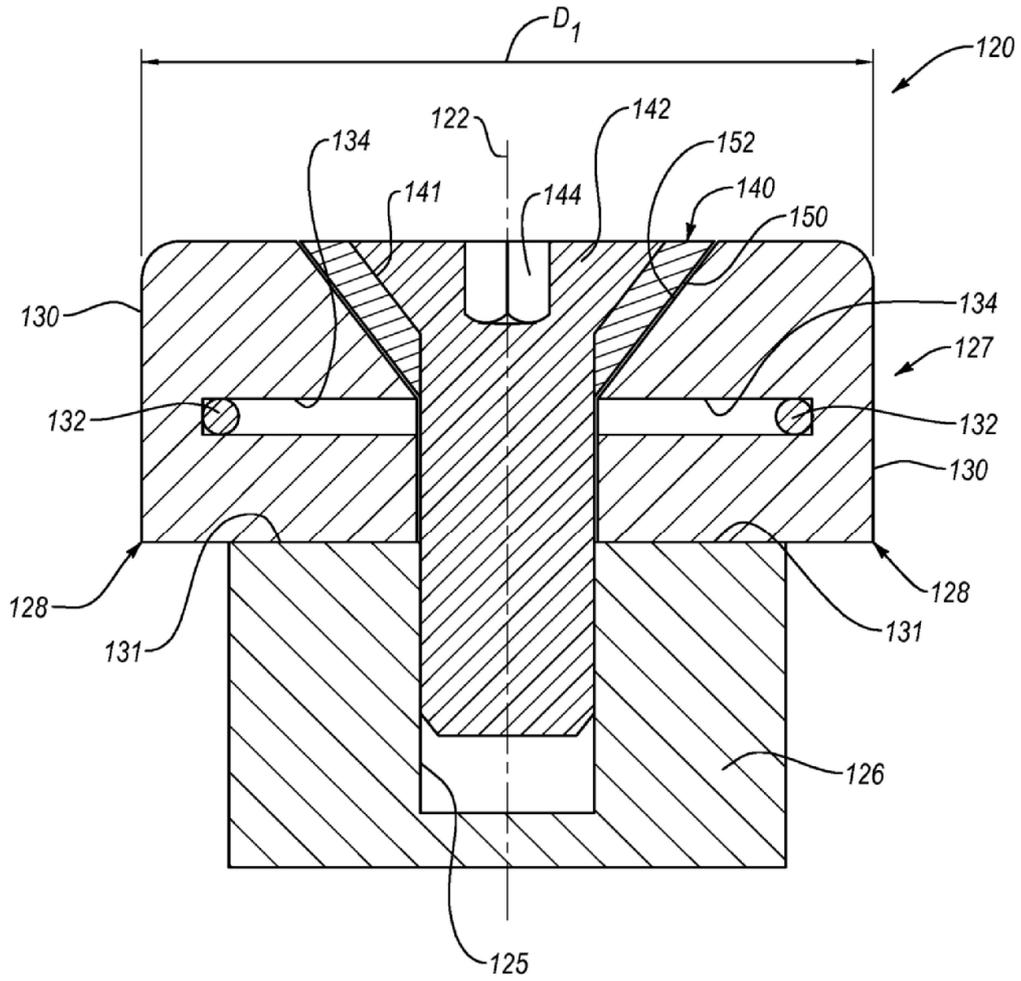


FIG. 3



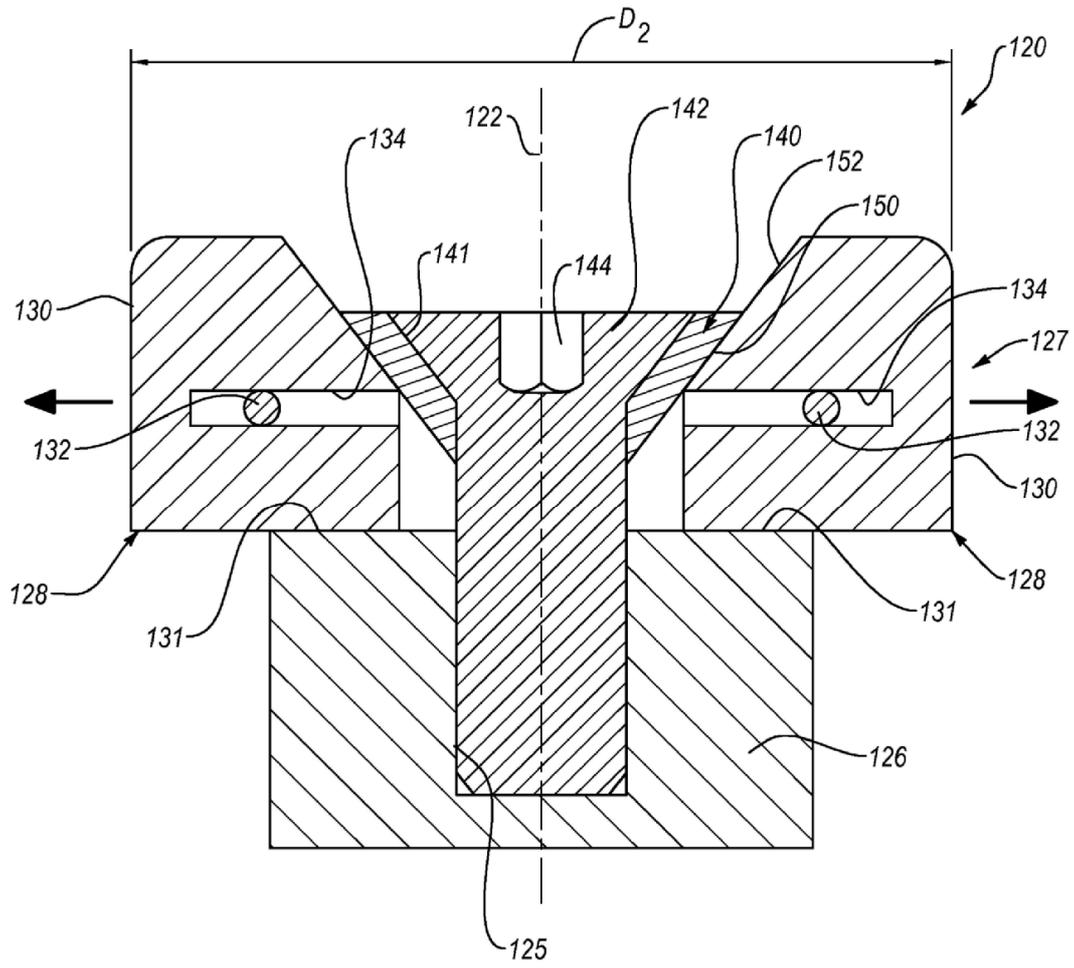
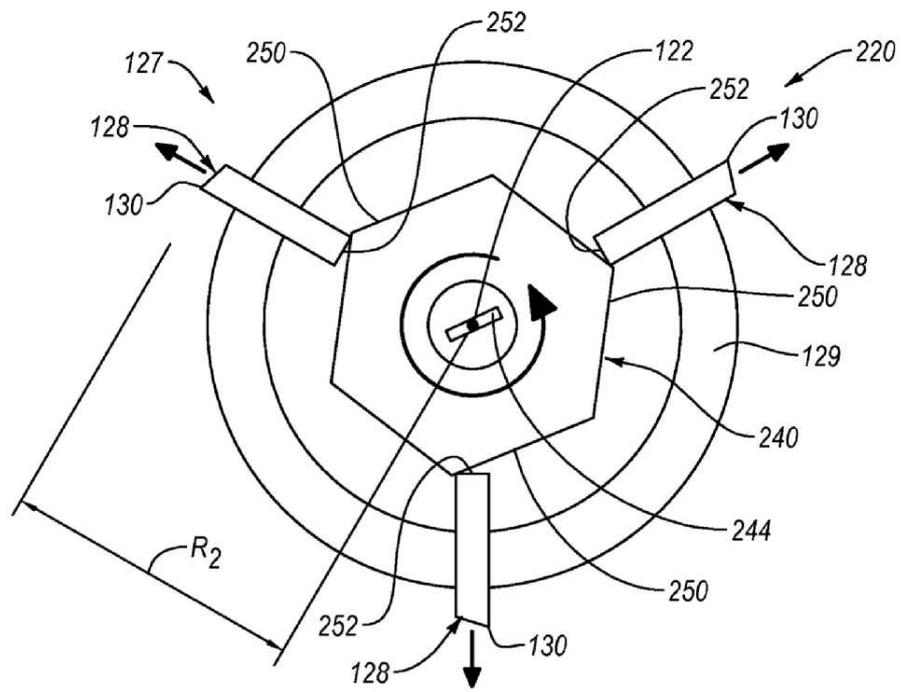
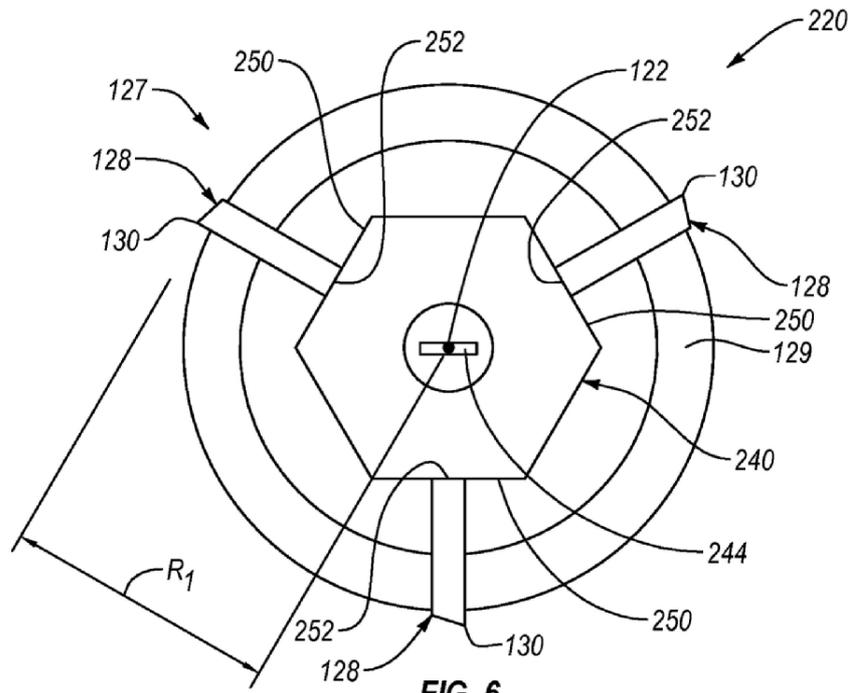


FIG. 5



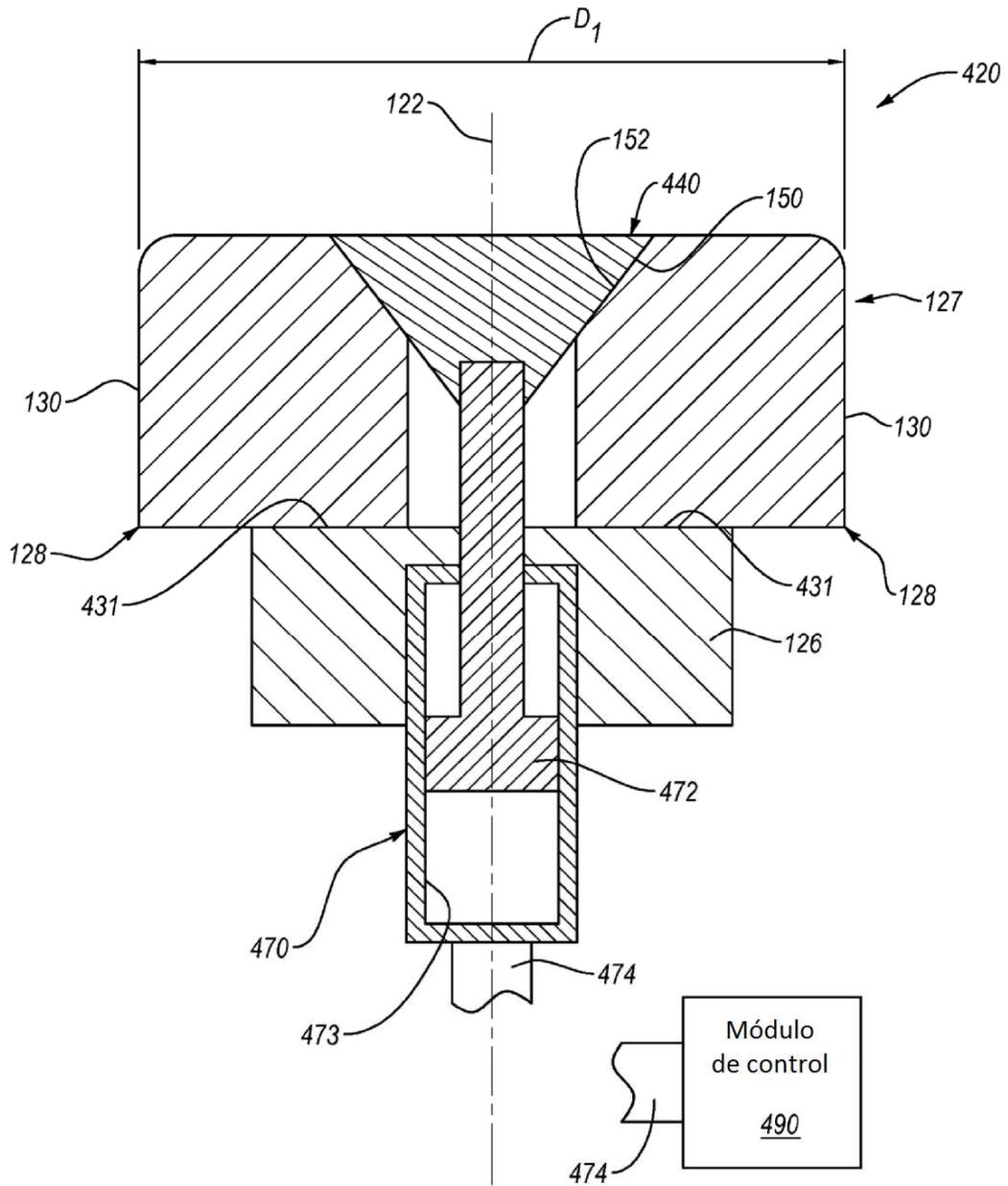
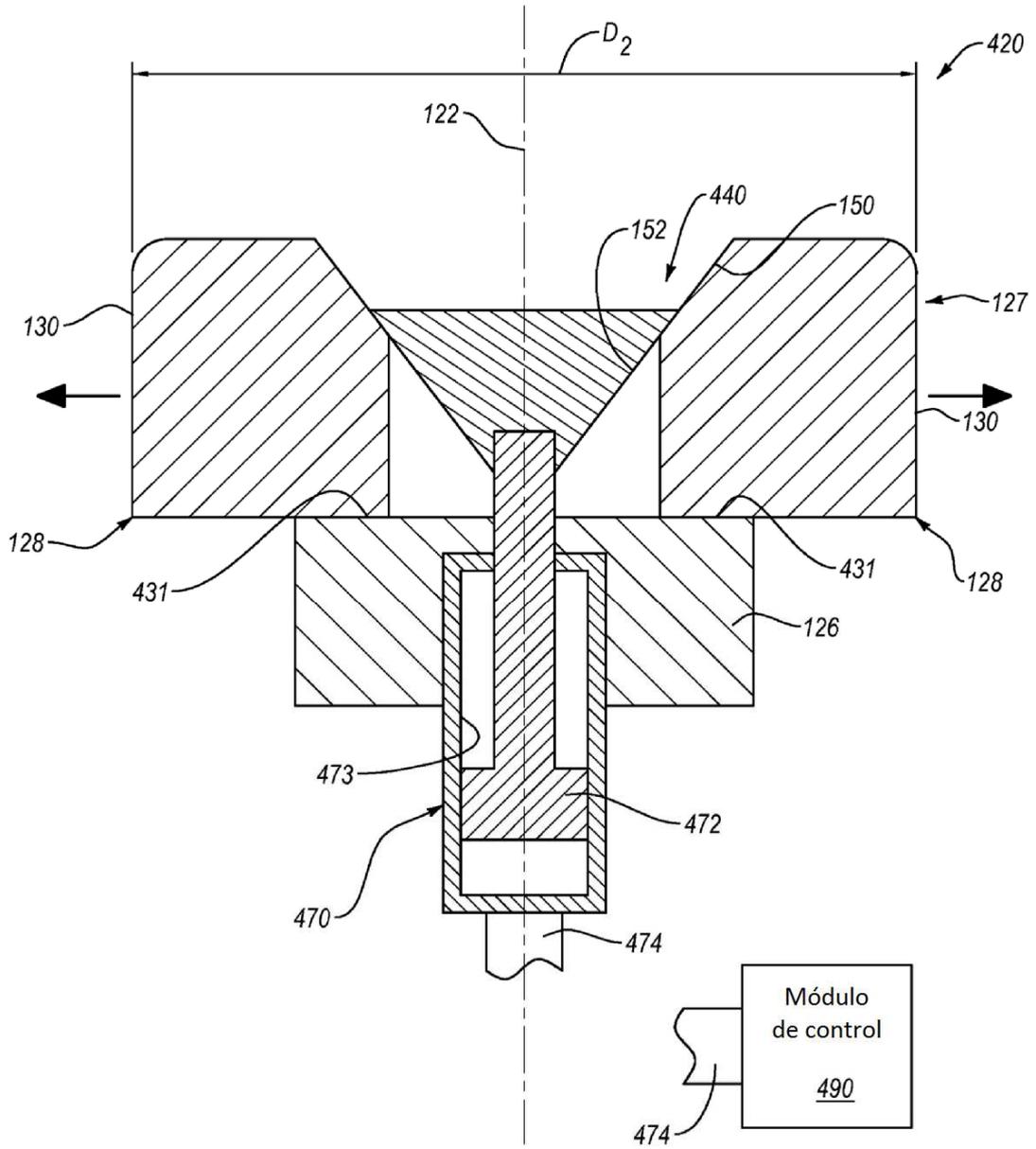


FIG. 10



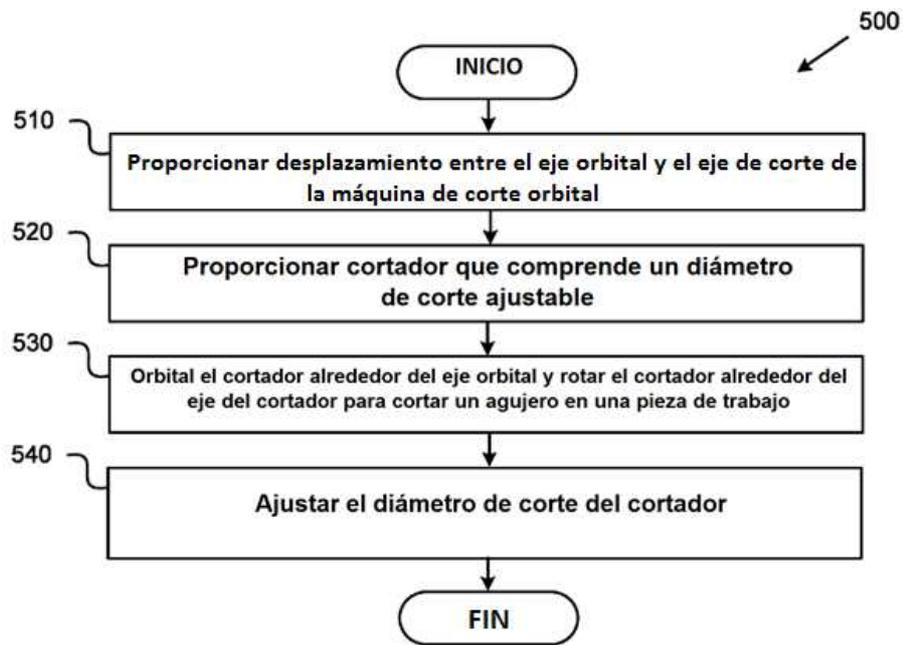


FIG. 12