(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 664 424**

(51) Int. Cl.:
***E21C 35/193*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2016** **E 16164220 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018** **EP 3085886**

(54) Título: **Herramienta de excavación para una tuneladora, y una tuneladora que comprende una tal herramienta**

(30) Prioridad:

**08.04.2015 FR 1553007**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**19.04.2018**

(73) Titular/es:

**NFM TECHNOLOGIES (100.0%)**
**5 Place Jules Ferry le Lugdunum**
**69006 Lyon, FR**

(72) Inventor/es:

**MOUBARAK, SALAM**

(74) Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

**ES 2 664 424 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

Herramienta de excavación para una tuneladora, y una tuneladora que comprende una tal herramienta

**[0001]** La presente invención se refiere a una herramienta de excavación para una tuneladora, así como una tuneladora que comprende una tal herramienta de excavación.

**[0002]** Una tuneladora, también llamada máquina de excavación de un túnel, comprende una carcasa tubular en cuya parte delantera está previsto un escudo cuyo diámetro exterior corresponde al diámetro de túnel excavado. La parte anterior del escudo que está en contacto con el frente de excavación para excavar el terreno atravesado por la tuneladora, comporta una cabeza de corte que se arrastra en rotación sobre ella misma alrededor de un eje que corresponde al eje longitudinal central de la tuneladora. La demolición del terreno se obtiene por la rotación de la cabeza de corte y el avance simultáneo de esta generado por un fuerte empuje contra el frente de excavación. En la parte trasera del escudo frontal, la carcasa de la tuneladora está equipada interiormente con medios de desplazamiento de la tuneladora hacia delante, de un sistema de evacuación de los escombros que resultan de la demolición del terreno y de un dispositivo de colocación de dovelas en el interior del túnel excavado para fabricar progresivamente un tubo que reviste el interior del túnel.

**[0003]** La cabeza de corte comprende brazos radiales que soportan herramientas de excavación destinadas a la demolición del terreno. Se hace una distinción entre las herramientas que giran libremente sobre ellas mismas sobre un árbol solidario de la cabeza de corte y que son típicamente ruedas de corte que giran sobre el frente de excavación para cortarlo, y las herramientas que, en servicio, están previstas para estar fijas sobre la cabeza de corte y que atacan el frente de excavación por rascado. La invención se interesa en este último tipo de herramientas de excavación que, de manera clásica, comportan un diente de ataque del terreno que hay que excavar, a veces llamado pico, cepillo o cuchillo. Este diente está sometido, debido a la naturaleza geológica del terreno atravesado, a fuertes solicitaciones mecánicas y a la abrasión, tanto que se gasta o incluso se rompe por lo que debe sustituirse periódicamente. En esta óptica, el diente se monta de forma intercambiable sobre un soporte específico, fijado de forma permanente, generalmente por soldado, a los brazos de la cabeza de corte. En la práctica, el diente está retenido sobre el soporte por medios de fijación desmontables, que deben permitir un desmontaje del diente gastado y un remontaje de un diente nuevo, a la vez fáciles, utilizando herramientas portátiles y habituales, y rápidas para evitar una inmovilización demasiado prolongada de la tuneladora. Por supuesto, estos medios de fijación deben estar adaptados a las condiciones de explotación de la herramienta de excavación, en concreto a los esfuerzos y a los choques que sufre la herramienta, así como a la presencia de escombros y de agua. Además, en principio, estos medios de fijación deben estar previstos para limitar las limitaciones de utilización y minimizar el peso de las herramientas que deben manipular los operarios que tengan que realizar las operaciones de mantenimiento de la herramienta de excavación, en concreto la operación de sustitución de su diente: de hecho, estas operaciones se realizan en condiciones difíciles para los operarios, desde una cámara, a menudo en sobrepresión, entre la cabeza de corte y un tabique vertical fijo dispuesto detrás de dicha cabeza.

**[0004]** Una primera solución, la más extendida, consiste en fijar el diente al soporte mediante varios tornillos, por ejemplo, cuatro tornillos o más, que atraviesan un cojinete liso del diente para ser atornillados en roscados complementarios del soporte, hasta apretar el diente contra el soporte. Esta solución presenta inconvenientes. Efectivamente, la accesibilidad a las cabezas de los tornillos es delicada cuando estas deben asociarse a arandelas e idealmente ser apretadas con una llave dinamométrica, lo que implica manipulaciones largas y repetitivas para el operario, con el riesgo de que los tornillos se escapen o se pierdan. Además, estos tornillos soportan directamente la mayoría de los esfuerzos aplicados en el diente. Además, a la larga, los roscados del soporte tienden a dañarse, a causa de los esfuerzos y de la corrosión.

**[0005]** Una segunda solución consiste en bloquear el diente sobre el soporte para que, en servicio, los esfuerzos aplicados al diente estén esencialmente recuperados por el soporte, previendo que se pueda separar el diente respecto del soporte en al menos una dirección de desacoplamiento predeterminada. Para impedir este desacoplamiento cuando no se desee, un tornillo atraviesa a la vez el diente y el soporte y los aprieta el uno contra el otro añadiendo una tuerca de fijación en el extremo del tornillo, opuesta a su cabeza. Esta solución también presenta inconvenientes. Efectivamente, es necesario, tanto en el montaje como en el desmontaje, manipular casi al mismo tiempo el tornillo y su tuerca asociada: en las condiciones de mantenimiento mencionadas más arriba, y teniendo en cuenta las diversas orientaciones posibles de la herramienta relacionadas con la posición angular de la cabeza de corte, el tornillo se suele extender de forma inclinada respecto a la horizontal, se entiende que esas manipulaciones requieren de dos operarios, o se corre un alto riesgo de perder el tornillo y/o la tuerca.

**[0006]** Además, tanto para una como para otra de estas soluciones, el desacoplamiento del diente respecto del soporte necesita que los tornillos estén totalmente separados del diente y del soporte, en su caso, después de haber sido liberados de su tuerca: se comprende que los movimientos requeridos en las operaciones correspondientes son numerosos y complejos, lo que hace que, en la práctica, estas operaciones no puedan, con un coste razonable, ser realizadas por robots manipuladores.

**[0007]** Una tercera solución ha sido propuesta por el documento EP1 253 286-A1 sobre el cual se basa el preámbulo de la reivindicación 1 adjunta. Como en el caso de la segunda solución mencionada anteriormente, cuando está en servicio, el diente está bloqueado sobre el soporte en todas las direcciones espaciales excepto en una dirección de desacoplamiento. Para impedir que el diente se desencaje del soporte durante la rotación de la cabeza de corte, un tornillo fija el diente al soporte de forma desmontable: en una configuración montada de esta herramienta de excavación, el extremo fileteado del tornillo está atornillado en un roscado del diente, cuyo eje central está paralelo o poco inclinado respecto de la dirección de desacoplamiento, mientras que la cabeza del tornillo se apoya sobre una pared del soporte a través del cual se extiende el tornillo. Para desacoplar el diente del soporte manteniendo el tornillo solidario de este diente, se desatornilla parcialmente el tornillo, y después es necesario desplazar el diente en primer lugar según un primer movimiento de traslación en la dirección de desacoplamiento, después según un segundo movimiento de traslación en una dirección perpendicular a esta dirección de desacoplamiento: el primer movimiento permite desencajar solamente parcialmente el diente respecto del soporte, ya que la continuación de este primer movimiento es imposible a causa de la interferencia, en la dirección de desacoplamiento, de la cabeza del tornillo y la pared mencionada del soporte. El desplazamiento del diente según el segundo movimiento se debe al hecho de que el vástago del tornillo atraviesa la pared mencionada del soporte mediante una ranura de esta pared, dicha ranura estando orientada en la dirección del segundo movimiento de traslación y abierta en su extremo para dejar salir el vástago del tornillo y así permitir el desacoplamiento efectivo del diente y del tornillo respecto del soporte. La aplicación sucesiva del primer y segundo movimientos mencionados puede ser delicada, en particular para un robot manipulador.

**[0008]** El objeto de la presente invención es proponer una herramienta de excavación del tipo evocado anteriormente, en la que el montaje y la fijación del diente sean eficaces y rápidos, así como particularmente simples de llevar a cabo, potencialmente de manera automática por un robot.

**[0009]** A estos efectos, la invención tiene por objeto una herramienta de excavación para una tuneladora, tal como se define en la reivindicación 1.

**[0010]** Gracias a la invención, la fijación del diente sobre el soporte se realiza por al menos un tornillo que, tanto cuando el diente se monta sobre el soporte y la herramienta está así en estado de servicio, como cuando el diente se desmonta respecto del soporte y la herramienta está así en estado de mantenimiento para la reparación o el cambio del diente, se mantiene físicamente solidario del diente, manteniéndose atornillado a este diente. Así no hay riesgo de perder o de que se escape el tornillo durante las manipulaciones del diente. El paso de la herramienta conforme a la invención entre su configuración montada y desmontada se realiza por atornillado-desatornillado relativo entre el tornillo y el diente. Además, una vez que la herramienta está en configuración desmontada, el arrastre conjunto del diente y del tornillo exclusivamente en la dirección de desacoplamiento permite desacoplar completamente este diente respecto del soporte; el montaje del conjunto «diente + tornillo» sobre el soporte, por su parte, se obtiene totalmente por arrastre de este conjunto exclusivamente en dirección opuesta a la dirección de desacoplamiento. Así, los movimientos iniciados para el montaje y el desmontaje de la herramienta, es decir, el atornillado y el desatornillado del tornillo y el arrastre rectilíneo del conjunto «diente + tornillo» paralelamente a la dirección de acoplamiento, son limitados, constantes y repetitivos, y el conjunto «diente + tornillo>» se mantiene íntegro y solidario: las operaciones de montaje y desmontaje se ven facilitadas y acortadas por un operario humano, estas operaciones siendo incluso fácilmente adaptables a una realización automática por un robot manipulador.

**[0011]** Además, en la configuración montada de la herramienta, el tornillo soporta únicamente pocos, o casi ningún esfuerzo ejercido por el terreno sobre el diente durante la acción de raspado de esta última sobre el frente de excavación: efectivamente, gracias al engranaje directo entre el diente y el soporte, en concreto por bloqueo, estos esfuerzos son recuperados mayoritariamente, incluso exclusivamente, por el soporte, excepto en la dirección de desacoplamiento del diente respecto del soporte, dirección en la cual el tornillo garantiza el bloqueo del diente respecto del soporte interfiriendo con este último. En la práctica, la parte de los esfuerzos aplicados precisamente en esta dirección de desacoplamiento es débil, incluso marginal, respecto del conjunto de esfuerzos que, acumulados, se ejercen sobre el diente, estos esfuerzos estando orientados a un número muy elevado de direcciones, según las asperezas del frente de excavación y a medida que va rotando la cabeza de corte. Se comprende que el tornillo de la herramienta de excavación conforme a la invención puede, ventajosamente, estar dimensionado por tanto al

mínimo y previsto en un único ejemplar, lo que refuerza la facilidad de manipulación, garantizando la fiabilidad de la herramienta de excavación en servicio.

**[0012]** Estas características adicionales ventajosas de la herramienta de excavación conforme a la invención se especifican en las reivindicaciones 2 a 10.

**[0013]** Otro objeto de la invención es una tuneladora, que comprende una cabeza de corte, y al menos una herramienta de excavación, que es tal como se ha definido anteriormente y cuyo soporte está fijado de forma permanente a la cabeza de corte.

**[0014]** La invención se comprenderá mejor a partir de la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a título de ejemplo y que se refiere a los dibujos anexos en los que:

- la figura 1 es una vista frontal de una tuneladora conforme a la invención;
- la figura 2 es una vista en perspectiva de una herramienta de excavación conforme a la invención, en configuración montada;
- la figura 3 es una vista en perspectiva despiezada de la herramienta de la figura 2;
- la figura 4 es una vista en perspectiva, bajo un ángulo de observación diferente del de la figura 3, de la herramienta de la figura 2, en configuración desmontada;
- las figuras 5 a 7 son cortes según respectivamente los planos V, VI y VII de la figura 2; y
- la figura 8 es una vista similar a la figura 7, que muestra la herramienta en configuración desmontada.

**[0015]** En la figura 1 se representa esquemáticamente una tuneladora 1 cuya carcasa tubular, con una base sensiblemente circular, incluye un escudo frontal que comporta, en su parte anterior, una cabeza de corte 2 que está en contacto con el frente de excavación excavado por la tuneladora. De forma conocida en sí, la cabeza de corte 2, a veces llamada cabeza de perforación, está diseñada para ser arrastrada en rotación sobre ella misma alrededor de un eje 2A que corresponde sensiblemente al eje longitudinal central de la carcasa tubular de la tuneladora 1. En la figura 1, la tuneladora 1 se observa de frente y en el eje 2A, de forma que solo su cabeza de corte 2 es visible, el resto de la tuneladora se extiende hacia atrás y en la prolongación axial de la cabeza.

**[0016]** Como se ha explicado en la introducción del presente documento, la tuneladora 1 excava un terreno demoliendo este último bajo la acción de la rotación de la cabeza de corte 2 y el avance simultáneo de esta cabeza, generado por un fuerte empuje contra el frente de excavación. En el ejemplo de realización considerado en la figura 1, la cabeza de corte 2 comporta brazos 3 que se extienden radialmente hacia el eje 2A. Estos brazos radiales 3 delimitan entre ellos aberturas que desembocan, hacia la parte trasera de la cabeza 2, en una cámara de demolición a partir de la cual se evacúan los escombros arrancados del frente de excavación por la cabeza 2. Cada uno de los brazos radiales 3 lleva herramientas de excavación 4 concebidas para demoler el terreno por rascado, una de dichas herramientas 4 está representada sola y a mayor escala en las figuras 2 a 8. Por supuesto, la cabeza de corte 2 puede estar equipada con otras herramientas de excavación diferentes a las herramientas 4: así, en el ejemplo de realización considerado en la figura 1, cada uno de los brazos radiales 3 lleva también ruedas de corte 5, que giran libremente sobre ellas mismas en un árbol solidario del brazo y que, en servicio, giran sobre el frente de excavación para cortarlo.

**[0017]** Para facilitar la descripción de la herramienta de excavación 4 que sigue, esta descripción se orienta respecto de un referente espacial constituido por tres ejes geométricos X, Y, Z, dibujados en las figuras 2 a 4 y ortogonales entre ellos. Por comodidad, el eje Z está asociado a la vertical, considerando que su dirección se dirige hacia arriba cuando apunta hacia la parte superior de las figuras 2 a 6, mientras que se dirige hacia abajo en sentido opuesto. Los ejes X e Y definen un plano geométrico horizontal, el eje X estando asociado a una dirección anteroposterior que está orientada hacia la parte delantera cuando apunta hacia la parte derecha de las figuras 2 y 4 a 6, mientras que está orientada hacia la parte trasera en sentido opuesto.

**[0018]** Como es bien visible en la figura 3, la herramienta de excavación 4 comprende, incluso está constituida, por tres componentes principales que son un soporte 10, un diente 20 y un tornillo 30.

**[0019]** Como es bien visible en las figuras 3 y 4, el soporte 10 incluye una base inferior 11 que, en su parte trasera, está coronada por dos ramas 12 y 13. Las ramas 12 y 13 son distantes la una de la otra en la dirección del eje Y. Como es bien visible en las figuras 4 y 6, la parte trasera de la base 11 está escotada entre las ramas 12 y 13, en toda la extensión de la separación, según el eje Y, entre esas ramas. La base 11 delimita así una superficie superior 11A, que está inscrita en un plano perpendicular al eje Z y que, en el ejemplo considerado en las figuras, se

extiende, a la vez, entre las ramas 12 y 13 y en la parte delante de cada una de ellas. A la altura de su escotadura trasera, la base 11 delimita una superficie trasera 11B, que está inscrita en un plano perpendicular al eje X y que, en el ejemplo considerado en las figuras, se extiende entre las ramas 12 y 13.

**[0020]** La base 11 está diseñada para estar fijada de forma permanente a la cabeza de corte 2, en particular a uno de sus brazos radiales 3, como en el ejemplo mostrado en la figura 1. Esta fijación definitiva se realiza mediante cualquier medio apropiado, por ejemplo, por soldado de la cara inferior de la base 11 a un borde lateral del brazo 3 en cuestión. En la práctica, la orientación del soporte 10 respecto del brazo en cuestión 3 o, más generalmente, respecto de la cabeza de corte 2 no es limitativa de la invención.

**[0021]** Sobre su lado dirigido hacia la rama 13, la rama 12 delimita una superficie lateral 12A, que está inscrita en un plano perpendicular al eje Y y que, en el ejemplo considerado en las figuras, se extiende a lo largo de toda la extensión de la rama 12 según los ejes X y Z. De la misma manera, sobre su lado dirigido hacia la rama 12, la rama 13 delimita una superficie lateral 13A, que está inscrita en un plano perpendicular al eje Y y que, en el ejemplo considerado en las figuras, se extiende sobre toda la extensión de la rama 13 según los ejes X y Z. Como es bien visible en las figuras 7 y 8, las superficies laterales 12A y 13A están así la una frente a la otra según el eje Y.

**[0022]** En su lado lateral opuesto a su superficie 12A, la rama 12 delimita un alojamiento 14 que es cilíndrico, con una base circular y centrado sobre un eje Y1 paralelo al eje Y. El alojamiento 14 está así hueco en la cara lateral de la rama 12, opuesta a la rama 13. Como es bien visible en las figuras 3 y 4, la rama 12 delimita asimismo una ranura 15 que, a la vez, une según el eje Z el alojamiento 14 a la cara superior de la rama 12 y une, según el eje Y, el fondo del alojamiento 14 a la superficie lateral 12A de la rama 12. Esta ranura 15 tiene una pared lisa y presenta una anchura, es decir, una dimensión según el eje X, que es estrictamente inferior al diámetro del alojamiento 14.

**[0023]** La rama 13 delimita por su parte un agujero pasante 16, con una pared lisa y que une la superficie lateral 13A a la cara lateral de la rama 13, opuesto a la rama 12. Este agujero pasante 16 se extiende sobre el eje Y, estando centrado sobre el eje Y1, como es bien visible en las figuras 7 y 8.

**[0024]** Además, como es bien visible en las figuras 3 y 5, las ramas 12 y 13 delimitan superficies delanteras respectivas 12B y 13B, que están inscritas en un mismo plano perpendicular al eje X y que, en el ejemplo considerado en las figuras, se extienden sobre una parte superior de estas ramas.

**[0025]** Como es bien visible en las figuras 3 y 4, el diente 20 comprende una cabeza delantera 21 prolongada hacia detrás por un cuerpo 22, confiriendo al diente 20 una forma en «T» cuando se observa según el eje Z.

**[0026]** Sobre su lado delantero, la cabeza 21 está diseñada para atacar el terreno que hay que excavar, por raspado para arrancar los escombros. Con este fin, de manera conocida en sí y no limitativa de la invención, la parte delantera de la cabeza 21 está provista rígidamente de insertos 23 de material duro, como carburo, o más generalmente, de elementos resistentes funcionalmente similares con vistas a intensificar la acción de raspado del diente 20 contra el frente de excavación.

**[0027]** En la parte trasera, la cabeza 21 delimita, a uno y otro lado, según el eje Y, del cuerpo 22, superficies traseras 21A y 21B, que están inscritas en un mismo plano perpendicular al eje X y que, en el ejemplo de realización considerado aquí, ocupan toda la cara trasera de la cabeza 21 fuera de la zona del cuerpo 22. Asimismo, como se indica en las figuras 5 y 6, la cabeza 21 delimita, sobre su lado inferior, una superficie inferior 21C, que está inscrita en un plano perpendicular al eje Z y que, en el ejemplo de realización considerado aquí, ocupa una parte delantera de la cara inferior de la cabeza.

**[0028]** Como es bien visible en las figuras 3, 4 y 6, el cuerpo 22 está provisto, en su extremo trasero, de un talón inferior 24 que, en unión con el resto del cuerpo 22, forma un codo dirigido hacia abajo. El talón 24 delimita así una superficie delantera 24A, que está inscrita en un plano perpendicular al eje X y que, en el ejemplo de realización considerado aquí, se extiende sensiblemente sobre toda la cara delantera del talón.

**[0029]** El cuerpo 22 delimita superficies laterales 22A y 22B, opuestas la una a la otra según el eje Y, que se inscriben cada una en planos perpendiculares al eje Y y que, en el ejemplo de realización aquí considerado, ocupan sensiblemente toda la extensión de las caras laterales correspondientes del cuerpo 22.

**[0030]** El soporte 10 y el diente 20 están conformados para engranarse el uno con el otro de forma que bloquean, salvo por los juegos funcionales, cualquier movimiento relativo entre ellos excepto un movimiento hacia

arriba según el eje Z del diente respecto al soporte. Para ello, como se representa en las figuras 2 y 5 a 8, el diente 20 está diseñado para montarse sobre el soporte 10 de forma que su cuerpo 22 está recibido entre las ramas 12 y 13 y su cabeza 21 está recibida en la parte delantera de estas ramas mientras que su talón 24 está recibido en la escotadura trasera de la base 11. En este estado montado del diente 20 sobre el soporte 10, la superficie inferior 21C de la cabeza 21 está en contacto plano contra la superficie superior 11A de la base 11 de forma que el diente está bloqueado hacia abajo según el eje Z respecto del soporte 10. Además, la distancia, según el eje X, entre las superficies traseras 21A y 21B de la cabeza 21 y la superficie delantera 24A del talón 24 es igual, excepto por un juego funcional, a la distancia según el eje X, entre la superficie trasera 11B de la base 11 y las superficies delanteras 12B y 13B de las ramas 12 y 13: en el estado montado del diente 20 sobre el soporte 10, las superficies 24A, 21A y 21B están, excepto por el juego mencionado, en contacto plano con respectivamente las superficies 11B, 12B y 13B de forma que el diente 20 y el soporte 10 están bloqueados uno respecto del otro a la vez hacia delante y hacia atrás según el eje X, como se muestra en las figuras 5 y 6. Además, la dimensión, según el eje Y, del cuerpo 22 es igual, excepto por un juego funcional, a la separación, según este eje Y, entre las ramas 12 y 13: en el estado montado del diente 20 sobre el soporte 10, las superficies laterales 22A y 22B del cuerpo 22 están, excepto por el juego mencionado, en contacto plano con respectivamente las superficies laterales 12A y 13A de las ramas 12 y 13 de forma que el diente 20 y el soporte 10 están bloqueados el uno respecto del otro en las dos direcciones, opuestas la una a la otra, extendiéndose según el eje Y.

**[0031]** Así, en el estado montado del diente 20 sobre el soporte 10, el diente 20 y el soporte 10 cooperan, en todas las direcciones espaciales excepto hacia arriba según el eje Z, por complementariedad de formas de manera que están unidos fijamente el uno al otro, por bloqueo entre las superficies 21A, 21B, 21C, 22A, 22B y 24A y las superficies 11A, 11B, 12A, 13A, 12B y 13B. Se comprende asimismo que separar el diente 20 del soporte 10 para el desmontaje del diente solo es posible en una dirección de desacoplamiento D, que es rectilínea y está orientada en un sentido y que, en el ejemplo considerado aquí y como se indica con una flecha en la figura 4, se extiende según el eje Z y está orientada hacia arriba.

**[0032]** Además, como se muestra en las figuras 3, 7 y 8, el cuerpo 22 del diente 20 delimita un agujero pasante 25 que se extiende según el eje Y, uniendo las superficies laterales 22A y 22B la una a la otra. Este agujero 25 está centrado en un eje Y2 y está provisto de un roscado 26 que, en el ejemplo de realización considerado aquí, se extiende sobre toda la longitud axial del agujero 25. En el estado montado del diente 20 sobre el soporte 10, el agujero 25 se extiende en la prolongación, según el eje Y, del alojamiento 14 y del agujero 16 de las ramas 12 y 13, fusionándose así sensiblemente los ejes Y1 e Y2, como muestran las figuras 7 y 8.

**[0033]** Como muestra la figura 3, el tornillo 30 define un eje longitudinal central Y3 que, en servicio, se entiende según el eje Y. Este tornillo 30 incluye de forma centrada sobre el eje Y3:

- en un extremo longitudinal 30A, una cabeza 31 provista de una huella de recepción de una herramienta, no representada, de arrastre del tornillo 30 en rotación sobre él mismo alrededor del eje Y3;
- en su extremo longitudinal opuesto 30B, un pasador 32 de superficie lisa, en concreto no fileteado; y
- en su parte corriente 30C, un vástago 33 de unión entre la cabeza 31 y el pasador 32, que está provisto de un fileteado 34, que se extiende sobre la mayor parte de este vástago, y que presenta un diámetro a la vez estrictamente inferior al de la cabeza 31 y estrictamente superior al del pasador 32.

**[0034]** El fileteado 34 del tornillo 30 es complementario del roscado 26 del diente 20, de forma que, como se muestra en la figura 4, el agujero 25 del diente 20 está diseñado para recibir de forma móvil el tornillo 30, por atornillado desatornillado entre el fileteado 34 y el roscado 26, fusionándose así los ejes Y2 e Y3. Así, al tiempo que se mantiene solidario del diente 20, el tornillo 30 es desplazable respecto del diente según el eje Y, mediante su arrastre en rotación sobre él mismo.

**[0035]** El tornillo 30 está previsto para fijar el diente 20 al soporte 10, no en el sentido de que este tornillo 30 uniría rígidamente uno al otro el diente 20 y el soporte 10 transmitiendo los esfuerzos entre ellos en todas las direcciones, sino en el sentido de que el tornillo 30 está diseñado para bloquear el diente 20 respecto del soporte 10 únicamente en la dirección de desacoplamiento D, fijando así el estado montado del diente 20 en el soporte 10. Para ello, mientras que el diente 20 está en estado montado sobre el soporte 10, la cabeza 31 del tornillo 30 está diseñada para ser recibida en el interior del alojamiento 14, este último estando previsto en forma complementaria a la cabeza 31, y el pasador 32 del tornillo 30 está diseñado para ser recibido en el agujero 16, este último estando previsto en forma complementaria del pasador 32: por complementariedad de formas entre, por una parte, la cabeza 31 y el alojamiento 14, y por otra parte, el pasador 32 y el agujero 16, excepto por los juegos funcionales, el tornillo 30 está en interferencia potencial entre el soporte en todas las direcciones radiales a los ejes Y1 e Y3 que están

entonces sensiblemente fusionados. Sin embargo, a causa del engranaje, por bloqueo, entre el soporte 10 y el diente 20, descrito anteriormente, el tornillo solo interfiere mecánicamente con el soporte 10 en la dirección de desacoplamiento D, es decir hacia arriba según el eje Z, esta interferencia en la dirección de desacoplamiento D produciéndose además exclusivamente entre el tornillo y el soporte en el sentido en que, en esta dirección de desacoplamiento D, el soporte y el diente no están engranados directamente uno con el otro.

**[0036]** La distribución relativa que acaba de describirse, entre el soporte 10, el diente 20 y el tornillo 30, corresponde a una configuración montada de la herramienta de excavación 4, ilustrada por las figuras 2 y 5 a 7: en esta configuración montada, como se ha explicado anteriormente, el tornillo 30 entra en interferencia con el soporte 10 únicamente en la dirección de desacoplamiento D para bloquear el diente 20 respecto del soporte, mientras que, en las otras direcciones diferentes a esta dirección de desacoplamiento D, el diente está engranado de forma mecánica directamente con el soporte. De esta manera, los esfuerzos ejercidos sobre el diente 20 cuando la herramienta 4 rasca el frente de excavación contra el cual se aplica la cabeza de corte 2, se transmiten directamente al soporte 10, sin transitar por el tornillo 30, excepto por los esfuerzos orientados rigurosamente en la dirección de desacoplamiento D. Se comprende que, sin penalizar la fijación del diente 20 en el soporte 10 y, más generalmente, la fiabilidad de la herramienta de excavación 4, el tornillo 30, incluso previsto en un único ejemplar en esta herramienta de excavación, es suficiente, sin que sea ventajosamente necesario ningún medio de fijación más que este único tornillo.

**[0037]** Para que la herramienta 4 pase de su configuración montada a una configuración desmontada, tal como se ilustra en las figuras 4 y 8, el tornillo 30, por arrastre de su cabeza 21 con la ayuda de una herramienta ad hoc no representada, se desatornilla del diente 20 de forma que, según el eje Y, se saca la cabeza 31 del alojamiento 14 y el pasador 32 del agujero 16. Este desatornillado del tornillo 30 continúa hasta que se saca completamente la cabeza 31 del alojamiento 14 y el pasador 32 del agujero 16, como se representa en la figura 8, sin por ello extraer el tornillo 30 del agujero roscado 25 del diente 20, manteniendo insertada una parte del fileteado 34 con una parte del roscado 26. El diente 20 y el tornillo 30 pueden entonces desacoplarse conjuntamente en su totalidad del soporte 10, siendo arrastrados, manualmente o con unas herramientas apropiadas, hacia arriba según el eje Z, o, dicho de otro modo, únicamente en la dirección de desacoplamiento D, como muestra la figura 4. Por supuesto, para que el tornillo 30 no bloquee el desacoplamiento relativo entre el soporte 10 y el conjunto constituido por el diente y el tornillo 30, este último no debe interferir con el soporte 10 en la dirección de desacoplamiento D, lo que pasa por un dimensionamiento ad hoc de su ranura 15, la longitud de esta ranura, es decir su dimensión según el eje X, siendo superior, al menos excepto por un juego funcional, al diámetro del pasador 33, como es bien visible en la figura 5.

**[0038]** El paso de la herramienta 4 de la configuración desmontada a la configuración montada se efectúa de manera inversa a lo que acaba de describirse para el paso de la configuración montada a la configuración desmontada, mediante, sucesivamente, el montaje completo del conjunto, constituido por el diente 20 y el tornillo 30, sobre el soporte 10 por arrastre de este conjunto únicamente en una dirección opuesta a la dirección de desacoplamiento D, seguido del atornillado del tornillo 30, hasta la penetración completa de su cabeza 31 en el alojamiento 14 y de su pasador 32 en el agujero 16. En la práctica, este atornillado se aplica hasta que la cabeza 31 haga tope, según el eje Y, contra el fondo del alojamiento 14. La continuación de este atornillado está impedida, excepto por un juego funcional, por bloqueo, en el eje Y, de la superficie 22A del cuerpo 22 contra la superficie 12A de la rama 12 del soporte 10, pero permite ventajosamente pinzar el tornillo 30 gracias al apriete de la rama 12 entre la cabeza 31 del tornillo y el cuerpo 22 del diente: el riesgo de desatornillado inesperado del tornillo 30 se limita así porque es necesario un esfuerzo de desbloqueo del tornillo para iniciar su desatornillado para que la herramienta 4 pase a una configuración desmontada.

**[0039]** En todos los casos, el paso de la herramienta de excavación 4 entre sus configuraciones montada y desmontada se realiza simplemente por atornillado-desatornillado del tornillo 30, manteniéndolo el diente 20 solidario: las manipulaciones correspondientes son rápidas y fáciles de llevar a cabo, en su caso de forma automática por un robot manipulador, sin correr el riesgo de perder el tornillo. Asimismo, una vez que la herramienta de excavación 4 está en la configuración desmontada, el desacoplamiento completo, del soporte 10 del diente 20 y del tornillo 30 que se mantiene parcialmente atornillado, al igual que el montaje sobre el soporte de este conjunto constituido por el diente y el tornillo, se realizan por arrastre de este conjunto exclusivamente de forma paralela a la dirección de desacoplamiento D, respectivamente en el sentido de esta dirección de desacoplamiento y en el sentido opuesto: las manipulaciones respectivas siguen siendo rápidas y fáciles de llevar a cabo, en su caso de forma automática por un robot manipulador.

**[0040]** Por último, se pueden plantear diversas disposiciones y variantes de la herramienta de excavación 4 y

de la tuneladora 1 descritos hasta ahora. A modo de ejemplos:

- en lugar de ser pasante, el agujero 16 puede ser ciego, desembocando solo sobre la superficie lateral 13A de la rama 13;
- para facilitar la colocación del conjunto, constituido por el diente 20 y el tornillo 30, respecto del soporte 10, ciertas aristas del soporte, del diente y/o del tornillo están ventajosamente achaflanadas; en el ejemplo de realización representado en las figuras, es el caso en concreto de la arista superior de las superficies laterales 12A y 13A, la arista inferior de las superficies laterales 22A y 22B, la arista superior de la superficie trasera 11B, la arista inferior de la superficie delantera 24A, la arista superior de los bordes de la ranura 15 y la arista periférica extrema del pasador 32,así como el contorno del alojamiento 14 y del agujero 16; y/o
- en lugar de ser rigurosamente perpendicular como en el ejemplo de realización considerado en las figuras, la dirección de desacoplamiento D puede, más generalmente, ser transversal al eje central Y2 del agujero roscado 25.

**REIVINDICACIONES**

1. Herramienta de excavación (4) para una tuneladora (1), que comprende:

- un diente (20) de ataque del terreno que hay que excavar;
- un soporte (10) de montaje del diente, el soporte estando provisto para ser fijado de forma permanente a una cabeza de corte (2) de la tuneladora, el soporte y el diente estando conformados para estar engranados el uno con el otro de forma que unen fijamente el diente con el soporte en todas las direcciones espaciales excepto en una dirección de desacoplamiento (D); y
- un tornillo (30) de fijación desmontable del diente al soporte, el tornillo estando provisto de un fileteado (34) que está atornillado en un roscado (26) del diente, la dirección de desacoplamiento (D) siendo transversal al eje central (Y2) de este roscado;

en el que, en una configuración montada de la herramienta de excavación (4), el diente (20) está engranado de forma mecánica directamente con el soporte (10) en las otras direcciones diferentes a la dirección de desacoplamiento (D) y el tornillo (30) interfiere con el soporte en la dirección de desacoplamiento (D) para bloquear el diente respecto del soporte;

**caracterizado porque** el roscado (26) del diente (20) y el fileteado (34) del tornillo (30) están diseñados para, por atornillado-desatornillado, mantener el diente y el tornillo solidarios el uno del otro mientras que la herramienta de excavación (4) pasa entre la configuración montada y una configuración desmontada en la que el tornillo no interfiere con el soporte (10) en la dirección de desacoplamiento (D) de forma que, por arrastre únicamente en la dirección de desacoplamiento, el diente y el tornillo se desacoplan del soporte, mientras que por arrastre únicamente en una dirección opuesta a la dirección de desacoplamiento, el diente y el tornillo se montan en el soporte.

2. Herramienta de excavación según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el fileteado (34) del tornillo (30) está situado en la parte corriente (30C) del tornillo.

3. Herramienta de excavación según una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada porque,** en la configuración montada de la herramienta de excavación (4), el tornillo (30) interfiere con el soporte (10) en la dirección de desacoplamiento (D) a nivel de los dos extremos longitudinales opuestos (30A, 30B) del tornillo.

4. Herramienta de excavación según la reivindicación 3, **caracterizada porque** uno primero (30A) de los dos extremos del tornillo (30) forma una cabeza (31) de arrastre del tornillo en atornillado-desatornillado respecto del roscado (26) del diente (20), dicha cabeza estando unida al segundo extremo (30B) del tornillo por un vástago (33) del tonillo, cuyo diámetro es estrictamente inferior al de la cabeza, y porque el soporte (10) delimita un alojamiento (14):
- en el interior del cual la cabeza (31) del tornillo (30) está recibida de forma complementaria en la configuración montada de la herramienta de excavación (4);
- del cual la cabeza del tornillo sale totalmente durante el desatornillado para que la herramienta de excavación pase de su configuración montada a su configuración desmontada; y
- que está unido a una cara exterior del soporte (10) en la dirección de desacoplamiento (D) mediante una ranura (15) del soporte cuya anchura es a la vez inferior al diámetro de la cabeza (31) del tornillo (30) y superior al diámetro del vástago (33) del tornillo.

5. Herramienta de excavación según la reivindicación 4, **caracterizada porque** la ranura (15) del soporte (10) también une el alojamiento (14) a una superficie (12A), delimitada por el soporte, para bloquear el diente (20) en una dirección paralela al eje central (Y2) del roscado (26).

6. Herramienta de excavación según una de las reivindicaciones 4 o 5, **caracterizada porque** el segundo extremo (30B) del tornillo (30) forma un pasador liso (32), y porque el soporte (10) delimita un agujero liso (16), en el interior del cual el pasador (32) del tornillo (30) está recibido de forma complementaria en la configuración montada de la herramienta de excavación (4), y del cual el pasador del tornillo sale totalmente durante el desatornillado del tornillo para que la herramienta de excavación pase de su configuración montada a su configuración desmontada.

7. Herramienta de excavación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque**, en la configuración montada de la herramienta de excavación (4), el diente (20) y el soporte (10) están, en otras direcciones diferentes a la dirección de desacoplamiento (D), engranados mecánicamente uno con el otro por

contacto entre superficies de bloqueo (11A, 11B, 12A, 12B, 13A, 13B, 21A, 21B, 21C, 22A, 22B, 24A) respectivamente delimitadas por el diente y el soporte.

8. Herramienta de excavación según la reivindicación 7, **caracterizada porque** dichas superficies de bloqueo incluyen:

- una superficie (21C) del diente (20) y una superficie (11A) del soporte (10), que, en la configuración montada de la herramienta de excavación (4), están en contacto la una con la otra para bloquear el diente respecto del soporte en la dirección opuesta a la dirección de desacoplamiento (D);
- superficies (22A, 22B) del diente (20) y superficies (12A, 13A) del soporte (10) que, en la configuración montada de la herramienta de excavación, están en contacto las unas con las otras para bloquear el diente y el soporte uno con respecto del otro en las direcciones, opuestas la una a la otra, que son paralelas al eje central (Y2) del roscado; y
- superficies (21A, 21B, 24A) del diente (20) y superficies (12B, 13B, 11B) del soporte (10) que, en la configuración montada de la herramienta de excavación, están en contacto las unas con las otras para bloquear el diente y el soporte el uno respecto del otro en las direcciones, opuestas la una a la otra, que son perpendiculares, a la vez, a la dirección de desacoplamiento (D) y al eje central (Y2) del roscado (26).

9. Herramienta de excavación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el tornillo (30) está previsto en un único ejemplar, y porque la herramienta de excavación (4) está desprovista de cualquier otro medio de fijación del diente (20) al soporte (10) más que este único tornillo.

10. Tuneladora (1), que comprende:

- una cabeza de corte (2); y
- al menos una herramienta de excavación (4), que es conforme a cualquiera de las reivindicaciones anteriores y cuyo soporte (10) está fijado de forma permanente a la cabeza de corte (2).

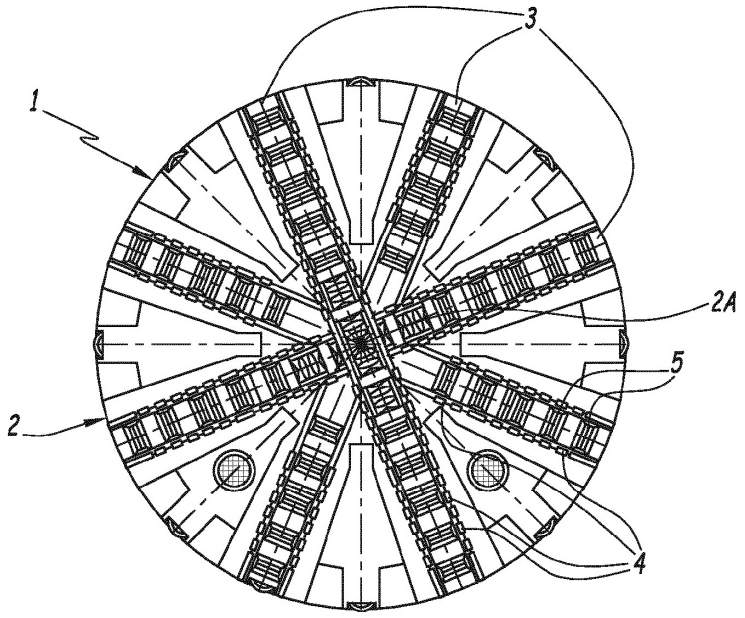


Fig.1

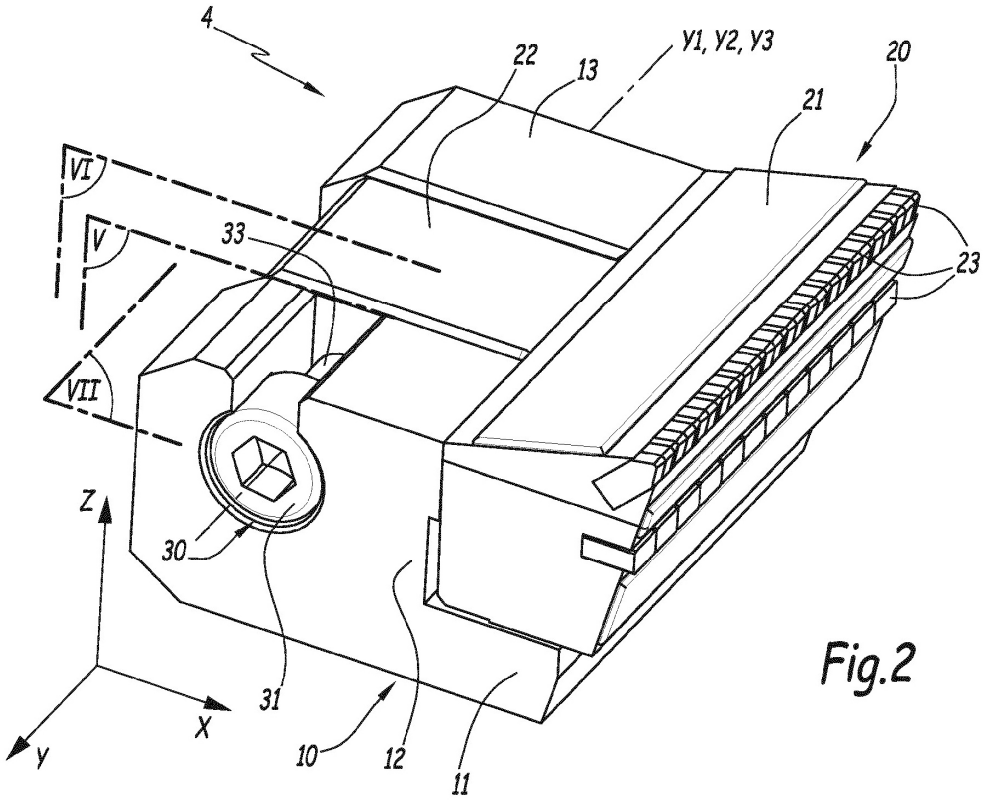


Fig.2

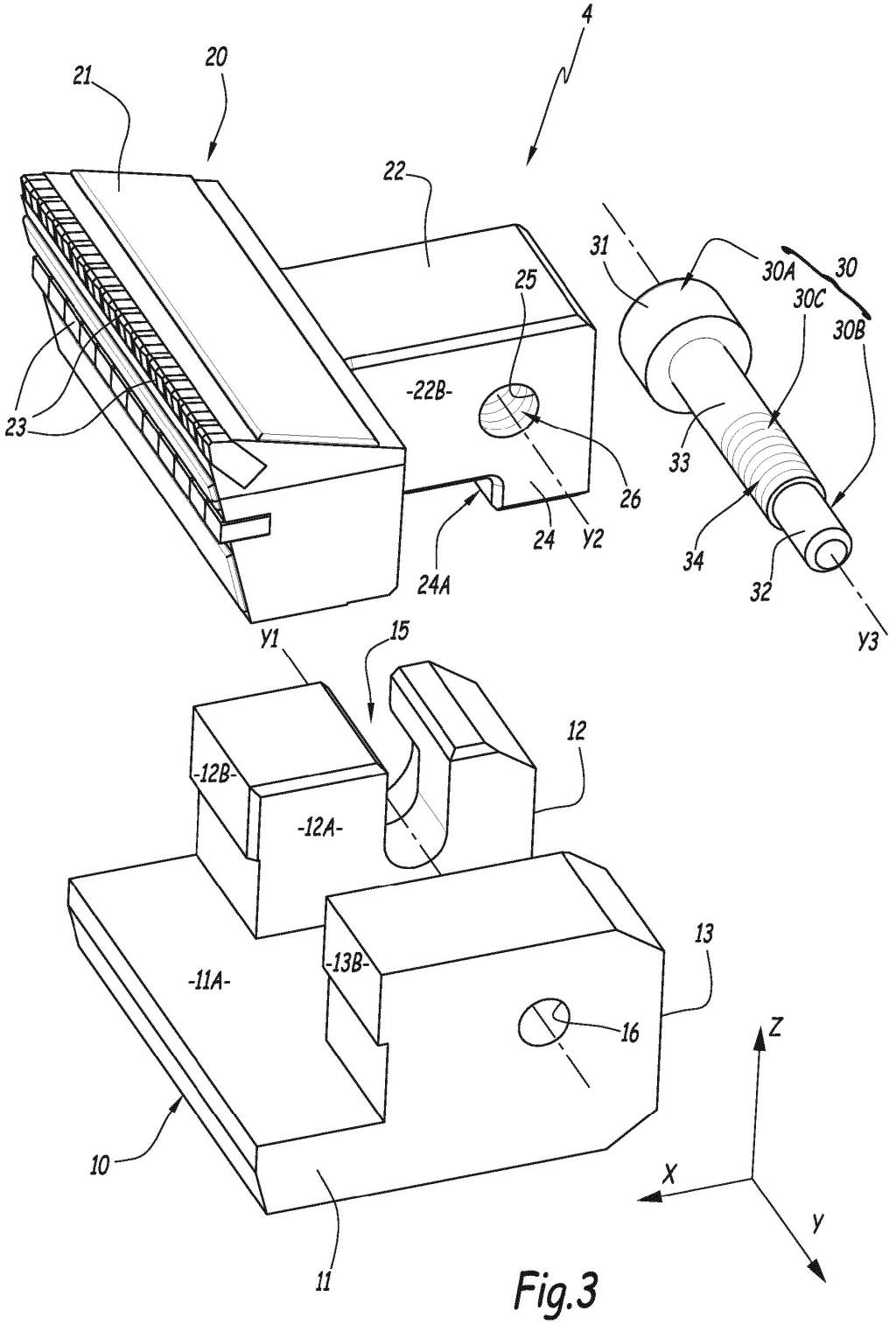
4
20
21
22
31
30A
30
30C
30B
25
-22B-
23
33
26
24
Y2
34
24A
32
Y3
Y1
15
12
-12B-
-12A-
13
-13B-
-11A-
16
Z
10
X
y
11

Fig.3

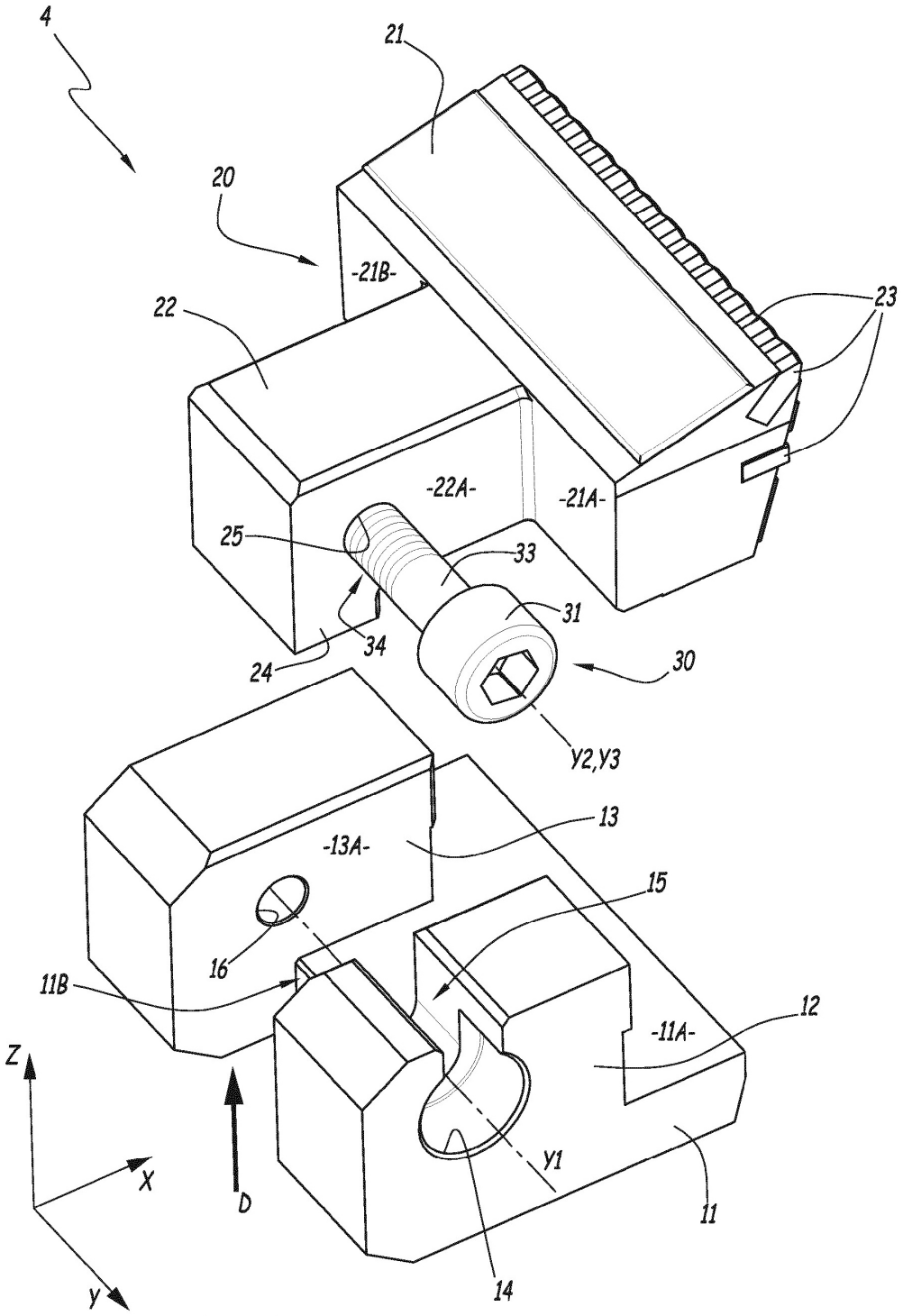
4
21
20
-21B-
22
23
-22A-
-21A-
25
33
31
34
24
30
Y2,Y3
13
-13A-
15
16
11B
12
-11A-
Z
X
D
Y1
11
y
14

Fig.4

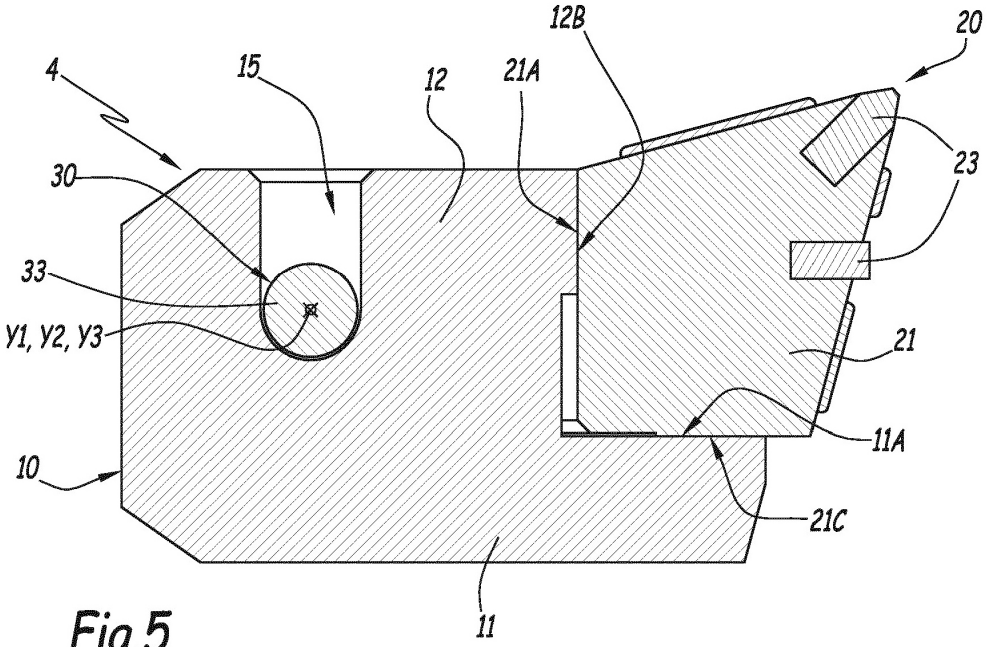
4
15
12
12B
21A
20
23
30
33
Y1, Y2, Y3
21
11A
10
21C
11

Fig.5

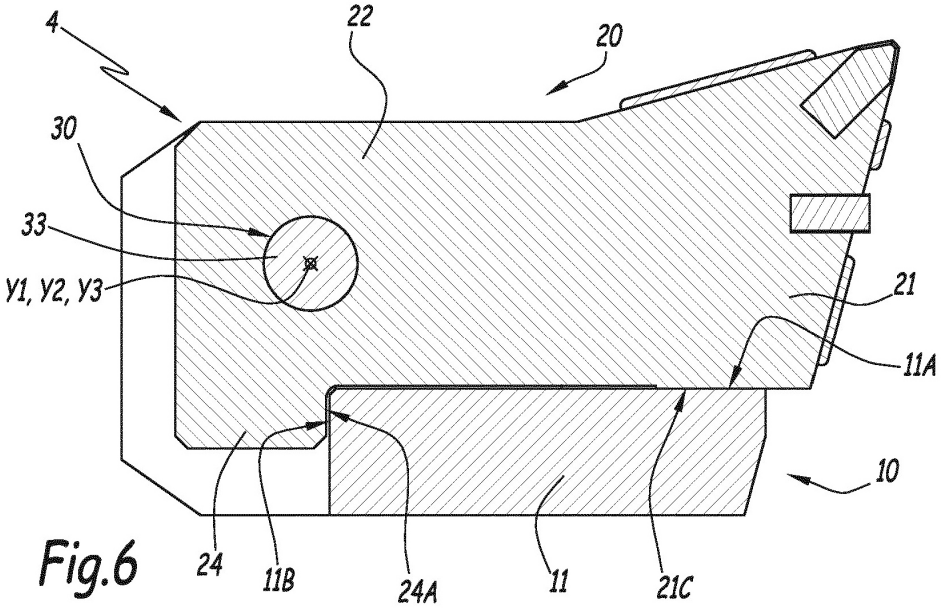
4
22
20
30
33
Y1, Y2, Y3
21
11A
10
24
11B
24A
11
21C

Fig.6

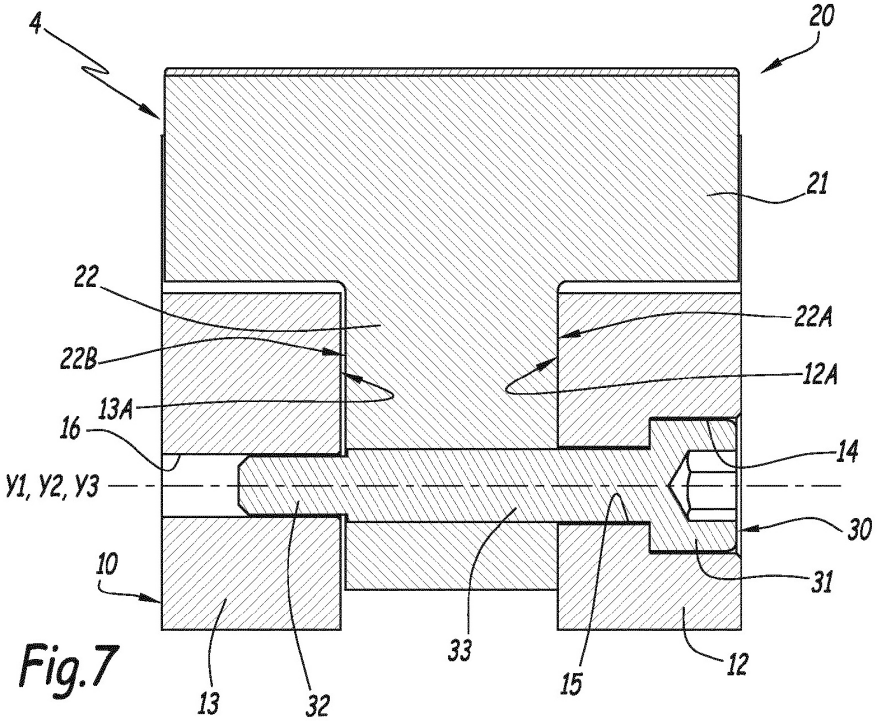
4
20
21
22
22A
22B
12A
13A
16
14
Y1, Y2, Y3
30
10
31
33
12
13
32
15

Fig.7

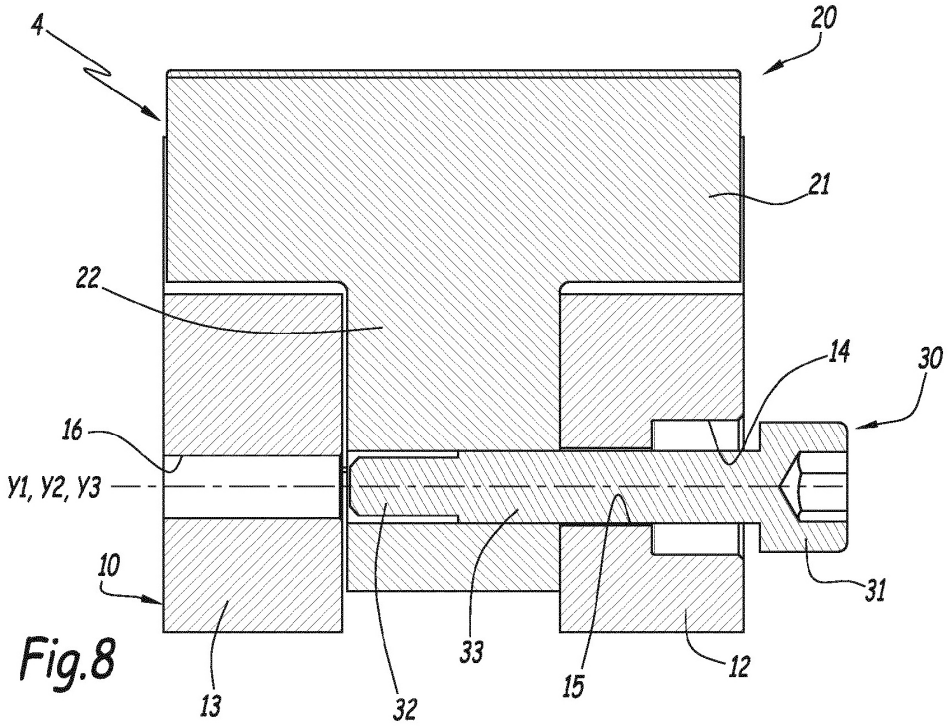
4
20
21
22
14
30
16
Y1, Y2, Y3
10
31
33
12
13
32
15

Fig.8