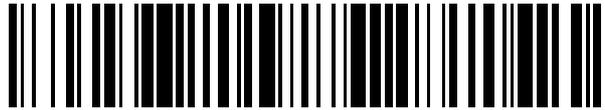


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 105**

21 Número de solicitud: 201630947

51 Int. Cl.:

B28D 1/32

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

12.07.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.10.2016

Fecha de la concesión:

28.02.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

07.03.2017

73 Titular/es:

**FERNANDEZ ALVAREZ, Alfonso (100.0%)
C. EDUARDO PONDAL 6, P06-E
36003 PONTEVEDRA (Pontevedra) ES**

72 Inventor/es:

FERNANDEZ ALVAREZ, Alfonso

74 Agente/Representante:

FUENTES PALANCAR, José Julian

54 Título: **Celda y proceso de fabricación robotizada de placas de pizarra**

57 Resumen:

Celda de fabricación robotizada de placas de pizarra, constituida por un habitáculo rectangular con cintas de alimentación y embalaje, con bomba de agua a presión anexada, y tres estaciones de trabajo en su interior: una estación de labrado, mediante robot con cabezal de corte para chorro de agua-abrasivo y sistema de visión artificial láser para la localización y alineación del cabezal con los planos de rotura de los bloques, y dos estaciones de corte y control de dimensional a ambos lados, constituidas por sendos robots con cabezal de sujeción, y sendas mesas con cabezal de corte con chorro de agua pura y dispositivo de control dimensional por sistema de visión artificial láser. El proceso de fabricación realizado en esta celda disminuye el porcentaje de rechazos, reduce el polvo de sílice en suspensión, con la consiguiente mejora de la higiene en el trabajo, mejora la productividad de la planta en un menor espacio con menor coste y fabrica cualquier formato y media que se le programe.

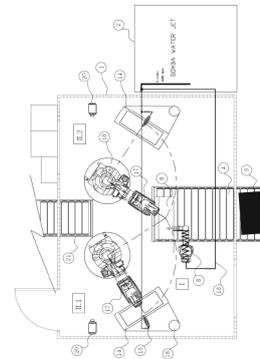


Fig. 1

ES 2 586 105 B2

DESCRIPCION

Celda y proceso de fabricación robotizada de placas de pizarra.

5 El objeto de la presente invención es una celda para la fabricación robotizada de
placas y losetas de pizarra a partir de los bloques provenientes de cantera, aplicable
igualmente a cualquier otro material pétreo exfoliable en láminas, así como el proceso
de fabricación llevado a cabo en esta celda, caracterizado esencialmente porque las
operaciones de labrado, corte y control de calidad dimensional del producto se realizan
10 en ciclo continuo mediante robots de seis ejes con tecnología de chorro de agua a alta
presión y sistemas de visión artificial o detector láser.

La celda, constituida por un habitáculo rectangular de poco más de 4x3 m en el que
los bloques de pizarra entran por medio de una cinta de alimentación y salen en forma
15 de placas de geometría y tamaño requerido por una cinta de embalaje, lleva anexada
en uno de sus laterales una bomba "water jet" de agua a presión que conecta con los
cabezales de corte, y consta de tres estaciones de trabajo en su interior: una estación
de labrado en el centro, mediante robot con cabezal de corte con chorro de agua-
abrasivo y sistema de visión artificial láser para la localización y alineación del cabezal
20 con los planos de rotura de los bloques, y dos estaciones de corte y control de
dimensional a ambos lados, constituidas por sendos robots con cabezal de sujeción
que trabajan de forma sincronizada, y sendas mesas con cabezal de corte con chorro
de agua pura y dispositivo de control dimensional por sistema de visión artificial láser.

25 El proceso de fabricación realizado en esta celda presenta como ventajas principales
el minimizar los daños en las láminas de pizarra resultantes del labrado, disminuyendo
considerablemente el porcentaje de rechazos, reducir el polvo de sílice en suspensión,
con la consiguiente mejora de las condiciones de salubridad en el entorno de trabajo, y
el mejorar la productividad de la planta en un menor espacio y con menor coste, al
30 pasar a ser proceso completamente automatizado y estandarizado.

CAMPO DE APLICACION.-

El campo de aplicación, o sector técnico, en que se encuadra esta invención es el de
35 las máquinas-herramientas e instalaciones para el trabajo de la piedra o de los
materiales análogos, caso particular de los bloques de pizarra extraídos de cantera.

ESTADO DE LA TÉCNICA.-

La producción de losas de pizarra comienza en una cantera donde se procede a la extracción de grandes bloques de piedra. Estos bloques se cortan mediante diversos procedimientos en paralelepípedos rectangulares de en torno a 15 cm de espesor denominados “tronchos”.

Tras la generación de los “tronchos” se realizan los procesos de labrado y corte. El proceso de labrado, exfoliado o “lajado”, consiste en dividir la pieza de pizarra en láminas de menor espesor buscando los planos de exfoliación de la pizarra, y durante el proceso de corte, se cortan estas láminas mediante disco diamantado en las placas de forma y tamaño adecuado a su uso final.

Estos dos procesos consecutivos de labrado y corte, si bien actualmente están automatizados con máquina-herramienta, siguen siendo dos procesos independientes en la industria de producción de la pizarra; primero se realiza el labrado de los bloques en sus láminas de exfoliación, y después, bien en la misma planta o en otra instalación, se procede al corte de las láminas en placas.

El proceso de labrado se ha realizado tradicionalmente, y se sigue todavía haciendo en muchos lugares, de forma manual, mediante un operario “labrador” que, con amplia experiencia, determina la mejor forma de realizar el lajado de cada bloque de pizarra. Para ello emplea un martillo y un cincel afilado, y mediante percusión divide el bloque en secciones de espesores entre 3 y 8 mm. Este procedimiento es altamente dependiente de la habilidad del labrador produciéndose variaciones en el espesor de láminas o roturas lo que genera una alta tasa de rechazo que llega alcanzar el 80% del total.

Desde hace tiempo se ha intentado automatizar en distintos grados este proceso empleando medios mecánicos, utilizando diversas máquinas que mediante impacto mecánico a una distancia determinada seccionan la pieza por sus planos de exfoliación, incluso algunas de ellas están diseñadas para intentar producir planchas de pizarra de espesor constante. Sin embargo, debido a las diferentes características de la pizarra, que presenta variabilidad en la dirección de los planos de exfoliación, y a los daños producidos por el impacto de las cuchillas, este tipo de exfoliado mecánico

tiene una tasa de rechazo de las láminas de pizarra resultantes superior al proceso realizado por un labrador de forma manual.

Existen algunas innovaciones en este tipo de maquinaria que realizan una búsqueda del plano de fractura de la pizarra mediante visión artificial y realizan la fractura por impacto mecánico sobre un plano de exfoliación detectado. Con el sistema de visión artificial se localizan los planos de fractura dentro de una tolerancia de espesor para la lámina, y con la información procesada de los mismos un sistema de control desplaza la cuchilla y la alinea con el plano detectado, produciendo un impacto mecánico que se secciona el bloque de pizarra.

Estos sistemas reducen la tasa de rechazo ya que se requiere un impacto de menor fuerza sobre la piedra cuando este se aplica sobre un plano de rotura. Sin embargo, debido al efecto de la cuchilla, el método de impacto mecánico sigue produciendo daños en la piedra.

Con el fin de solventar el problema que supone la gran cantidad de desechos en láminas de pizarra que resultan dañadas durante el proceso de exfoliación, se han desarrollado máquinas-herramientas de labrado de “tronchos” de pizarra que realizan la exfoliación combinando un impacto mecánico por medio de una cuchilla, con la aplicación de chorro de agua u otro fluido a presión, para permitir separar las láminas de pizarra con un daño mínimo. Este es el caso de las máquinas que fueron objeto de las patentes con números de publicación ES2028598-A6 “Procedimiento de exfoliación de piezas de pizarra y máquina correspondiente” y ES2059201-T3 “Máquina de exfoliación de pieza de pizarra”, de principios de los años noventa. Sin embargo estos sistemas parten de una premisa de alineamiento de los planos de exfoliación y la cuchilla de impacto, lo que se sigue produciendo altas tasas de rechazo.

En cuanto al cortado de las láminas de pizarra que resultan admisibles de la operación anterior, actualmente es un proceso que está automatizado mediante máquinas de corte y/o fresado en seco, que es un proceso que genera una gran cantidad de polvo de sílice, con el inconveniente adicional de que estas máquinas cortadoras están diseñadas para corta en una medida, o a lo sumo en dos, pero siempre en placas de forma rectangular, de manera que si en una fábrica se fabrican, por ejemplo, cinco medidas de placas comerciales rectangulares, tendrá que haber cinco cortadoras automáticas para cada una de las cinco medidas.

Por tanto, el proceso actual de fabricación automatizada de placas de pizarra mediante máquina-herramienta adolece de una serie de problemas e inconvenientes que pueden resumirse en los siguientes:

- 5 - Gran cantidad de estériles y material residual, consecuencia de la alta tasa de rechazo de láminas de pizarra defectuosas tras la exfoliación mecanizada de los bloques, con el consiguiente desaprovechamiento de recursos e impacto ambiental. Estos estériles se estiman en una fábrica media en torno a 5 Tn/día.

- 10 - Gran cantidad de polvo en el ambiente de trabajo, generado en el proceso de corte de las láminas con máquinas cortadoras y fresadoras, catalogado como polvo con contenido de sílice cristalino respirable (SCR), que expone a los trabajadores a unas condiciones con riesgo, al poder provocar con los años enfermedades profesionales como silicosis u otras enfermedades pulmonares, incluso tras abandonar el puesto de trabajo.

- 15 - Limitación de las placas de pizarra producidas a únicamente de forma rectangular, con necesidad una gama de máquinas cortadas para obtener diferentes tamaños.

- 20 - Tiempo de espera elevado entre fases de labrado y corte, ya que son procesos totalmente independientes y llevados a cabo en zonas diferenciadas, con traslado manual de las piezas entre una y otra.

El objetivo de la presente invención es solventar esta problemática mediante el desarrollo de una técnica de procesado de piezas pizarrosas que permita mejorar la
25 calidad del proceso de exfoliado, reduciendo el porcentaje de residuos derivados de los rechazos ocasionando, mejorar las condiciones de salubridad de los trabajadores al exponerlos a un ambiente menos agresivo en polvos en suspensión, posibilitar en el proceso de corte la obtención de placas en otras formas comerciales distintas de la rectangular, como rombo, cuadrada, redonda, media luna, etc., y en diferentes
30 mediadas, y mejorar el ciclo de producción eliminando los tiempos de espera o tránsito entre operaciones, incluido el control de calidad final de las placas resultantes.

Para ello se ha diseñado una celda robotizada de fabricación de placas y losas de pizarra “todo en uno”, que integre de forma automatizada y sincronizada los procesos
35 de labrado, corte y control dimensional final, utilizando robots de seis ejes y tecnología de impacto de chorro de agua a alta presión en las operaciones de labrado y corte,

combinada con sistemas de visión artificial láser para la detección de los planos de exfoliación de la pizarra y para la verificación de la forma y tamaño de las piezas resultantes

5 El desarrollo del procedimiento está basado en el empleo de un chorro de agua a alta presión, superior a 4000 bares para realizar el proceso de exfoliado de la pizarra, mediante un cabezal que dispare el chorro de agua a presión acoplado a uno de los robot o control numérico, el cual debe emplear además un sistema de visión artificial o detector láser para la localización de los planos de rotura de la pizarra generados tras
10 el primer impacto y alinear el cabezal para completar el exfoliado. De esta forma se evita el daño de la piedra al no necesitar un proceso mecánico de impacto con cuchilla de corte, con la ventaja adicional de que no es necesaria una alineación inicial del cabezal de corte con el plano de rotura de la piedra.

15 Esta combinación de tecnología de corte con chorro de agua a presión y sistema de visión artificial láser para la localización de los planos de rotura en el proceso de exfoliado de los bloques de pizarra es una importante novedad en el estado de la técnica, como demuestra hecho de que solo se sepa de un proceso de labrado de bloques de pizarra por chorro de agua a alta presión, divulgado por la patente francesa
20 número FR2790417-A1, que implica la fijación del bloque a dividir y aplicar un chorro fino de líquido a alta presión (de 1000 a 5000 bares) en un plano de referencia elegido, incluyendo el aparato para el corte por chorro de agua. Sin embargo, este aparato y el proceso que lleva a cabo no es el de una jet-water con sistema de visión artificial o detector láser integrado para la localización de los planos de rotura de los bloques,
25 que es lo que caracteriza a la máquina de labrado propuesta.

El proceso de corte también se realiza con agua a presión, con lo cual se evita la formación de polvo de sílice, y se lleva a cabo además en la misma celda, dentro del mismo ciclo de fabricación, utilizado para ello un par de robots de sujeción y
30 desplazamiento de las láminas de pizarra entre la estación de labrado, los cabezales de corte y la cinta de embalaje una vez realizado el control dimensional de las placas cortadas.

La tecnología de chorro de agua a alta presión es ya aplicada al corte de piezas de
35 piedra separadas de los bloques matriz; por ejemplo, el modelo de utilidad ES1129455-U presenta una "Célula robotizada diseñada especialmente para el corte y

fresado de tableros de piedra natural y similares", pero no se conoce la aplicación específica de esta tecnología para el corte de láminas de pizarra, y en la forma en que en la nueva celda de fabricación se realiza, que es por sujeción y desplazamiento de las láminas frente a los cabezales de corte mediante robots o control numérico de brazo articulado, lo que permite su corte en cualquier formato y medida, y posicionamiento posterior de las placas de pizarra obtenidas frente a dispositivos de control dimensional mediante visión artificial o detectores lineales láser, que siendo también una técnica de control de calidad ya aplicada a placas de pizarra cortadas, al menos se desprende por lo divulgado por el moldeo de utilidad ES1093606-U, por "sistema para la caracterización de placas e pizarra", no en la forma que dentro del ciclo productivo de la presente celda se realiza.

La celda de fabricación de placas de pizarra propuesta, que a continuación se describe en detalle, si bien incluye algunos de los elementos que forman parte del estado de la técnica, como el proceso de corte de láminas pétreas por máquina wáter-jet y dicho control dimensional de las placas, implementa un proceso cíclico de producción mediante robótica industrial que es completamente nuevo, permitiendo aumentar la productividad, dotado además en su fase principal, que es el labrado de los bloques de pizarra, de un innovador sistema de exfoliado por chorro de agua a presión y detección láser para la localización y alineación del cabezal de inyección con los planos de rotura de la pieza, que aumenta la precisión en el exfoliado de los bloques, por lo que se considera presenta el suficiente nivel inventivo para poder ser patentada.

COMPENDIO DE LA INVENCION.-

La referida celda de fabricación robotizada de placas de pizarra, o de cualquier otro material que presente aptitud de laminado, consiste en un recinto delimitado por un cerramiento rectangular, al que los bloques de pizarra en forma de "tronchos", es decir, en forma de los paralelepípedos rectangulares en que son cortados los bloques en bruto extraídos de la cantera, entran por medio de una cinta continua de alimentación, y del que luego salen, por el lado opuesto, en forma de las placas de pizarra listas para el uso por una cinta continua de embalaje, que lleva anexado en uno de sus laterales una bomba "water jet" de agua a presión capaz de suministrar a los cabezales de inyección de la celda presiones de chorro de agua superiores a los 4000 bares.

ES 2 586 105 B2

Dentro de este recinto y en orden al proceso de producción, la celda consta de una estación de labrado o “lajado” de los bloques de pizarra por sus planos de exfoliación, en el extremo de la cinta de alimentación, por donde llegan desde el exterior, y por dos estaciones de corte y control dimensional de las láminas resultantes del proceso de labrado, situadas a cada lado del extremo de la cinta de alimentación, que trabajan de forma sincronizada para repartir el corte a ambos lados y así conseguir una mayor productividad de las placas de pizarra con la forma y tamaño requeridos.

La estación de labrado está constituida por una cajonera basculante de recogida y posicionamiento de los bloques en la cola de la cinta de alimentación, que bascula sobre el perfil estructural extremo del bastidor horizontal donde la cinta está montada, y por un robot de labrado con brazo articulado giratorio de seis ejes sustentado en una estructura metálica junto al extremo del bastidor, con un cabezal de corte con chorro de agua-abrasivo con sensor de proximidad analógico a bloque y carena protectora antisalpicaduras, conectado por conducción regulada por válvula a la bomba de agua a presión del exterior de la celda, y provisto de un sistema de visión artificial y detector láser para la localización y alineación del cabezal de corte con los planos de rotura por exfoliación de la pieza de pizarra. Este sistema de visión artificial consta de un dispositivo de visión artificial por haz láser y un dispositivo detector de proximidad láser, integrados ambos en la carena protectora del cabezal de corte.

El robot de labrado dispone también de un sistema inyección de agua o aire de red para la refrigeración de la operación de labrado, mediante un orificio o manguito junto al cabezal de inyección del chorro de agua-abrasivo a presión.

Las estaciones de corte y control dimensional están constituidas por los mismos elementos, en posición se puede decir simétrica a cada lado de la celda delimitado por la línea central de las cintas de alimentación y embalaje, y son: una mesa de corte con un cabezal de corte con chorro de agua pura, conectado por conducción regulada por válvula a la bomba “water jet”, y campana extractora, un robot de corte con brazo articulado giratorio de seis ejes sustentado sobre una estructura equidistante entre la cajonera basculante de labrado y la mesa de corte, con un cabezal de sujeción de las láminas de pizarra exfoliadas, y un dispositivo de control dimensional junto a la mesa de corte que verifica las dimensiones de las placas cortadas mediante sistema de visión artificial por haz láser, con la funcionalidad de discriminar entre placas a enviar a

una cinta transportadora de embalaje de salida de la celda, o a un contenedor de rechazo.

5 El cabezal de sujeción de cada uno de los robots de corte está formado por una plataforma insertable en el brazo del robot, movable en todas las direcciones por acción de este, que soporta por su base una estructura puente en forma de dos dedos dotados en sus extremos de sendas ventosas a vacío y un sensor de proximidad analógico de las ventosas a la lámina de pizarra.

10 El dispositivo de control dimensional de las placas de pizarra cortadas consiste en un detector de visión comparador de la forma y medida final con la forma y medida requerida haciendo uso de un sensor de campo de visión amplio monocromático.

15 El proceso de fabricación robotizada de placas de pizarra llevado a cabo en la celda descrita, y que también se reivindica de invención, comprende las siguientes etapas y operaciones:

1ª. Labrado de los bloques de pizarra.-

20 La primera etapa del proceso es el labrado o "lajado" de los bloques o "tronchos" de pizarra en láminas a través de sus planos de exfoliación, mediante el robot con cabezal de corte con chorro de agua-abrasivo a presión y sistema de visión artificial y detector láser de los planos de rotura de la pieza, a través de las siguientes operaciones: 1) recepción por medio de cinta de alimentación de cada bloque de pizarra en la celda, posicionamiento del brazo articulado del robot y medición mediante
25 el dispositivo de visión artificial por haz láser de los seis lados del bloque, determinando su alto, ancho y largo; 2) envío por medio de la cinta de alimentación del bloque a la cajonera basculante y, en función del espesor predeterminado para cada una de las láminas de pizarra, posicionamiento con ayuda del sensor de proximidad
30 del cabezal de corte del robot y disparo de chorro de agua-abrasivo de 1mm de diámetro a un mínimo de 4000 bares de presión durante un tiempo mínimo de 5 segundos, con inyección simultánea de agua o aire de red para refrigeración de la operación; y, en caso de que el laminado total no haya realizado correctamente con este primer impacto del chorro a presión, 3) localización y alineación del cabezal de
35 inyección con el plano de rotura del bloque por medio del dispositivo de visión artificial por haz láser y dispositivo detector de proximidad, verificando sobre el lado en que se

ha realizado el primer disparo las coordenadas donde se ha generado la grieta de exfoliado a una distancia “x” del primer impacto y ordenando al robot que se desplace una distancia “x” e “y”, que es la distancia horizontal y vertical entre el tubo focalizador del cabezal de corte tomado como punto de referencia y el plano del haz láser del sistema de visión, y nuevo disparo de chorro de agua-abrasivo a presión sobre la grieta generada por el primer impacto.

En muchos casos el laminado total del bloque se realiza correctamente con el primer impacto del chorro de agua a presión, pero si no fuera así, el sistema de visión artificial y detector láser verifica en el plano del haz láser donde se ha generado la grieta de exfoliado, dando la orden al robot para que el cabezal de corte se desplace sobre la grieta y vuelva a proyectar otro chorro de agua a presión sobre ella. En las pruebas realizadas hasta el momento nunca han sido necesarios más de dos impactos del chorro de agua a presión para conseguir el laminado total de una lámina de pizarra, pero el sistema estará programado para realizar dicha tarea las veces necesarias hasta poder conseguirlo.

También mediante visión artificial o detectores laser, visualizamos que la lámina de pizarra se ha exfoliado totalmente, cuando en la cara opuesta a los impactos, se genera una nube de agua.

Durante todo el proceso se debe refrigerar el bloque de pizarra mediante agua de red, agua refrigerada, aire frío, etc., ya que el impacto del chorro de agua a presión sobre el bloque lleva tanta energía que el impacto aumenta la temperatura del bloque pizarra. Al aumentar la temperatura del mineral, se dilata y los planos de exfoliación se “aprietan”, haciéndose imposible el proceso de labrado, por lo que es necesario dicha refrigeración por el sistema previsto al efecto en el robot.

Al ser el chorro de agua a presión tan fino (inferior a 1 mm de diámetro), no se causa ningún daño en la pieza y el laminado se realiza por cara de exfoliado natural de la pizarra.

La pequeña huella generada por el chorro de agua a presión en la lámina de pizarra es eliminada en el siguiente proceso productivo, que es el corte de la pieza a la medida comercial deseada, ya que las dimensiones del bloque original siempre son superiores a la de la media final tras el proceso de corte.

2ª. Corte de las láminas de pizarra.-

5 El proceso de corte de las láminas de pizarra para obtener placas en el formato y medida comercial requerido, es igualmente automatizado aprovechando la bomba “wáter jet” de suministro de agua a presión a la celda.

10 El corte de las láminas se realiza a medida que se van exfoliando en la etapa de labrado anterior, mediante los robots y cabezales de inyección de agua pura a presión de las dos estaciones de corte, según una secuencia sincronizada y alternativa entre robots de las siguientes operaciones: 1) posicionamiento con ayuda del sensor de proximidad del cabezal de sujeción del robot de corte sobre la lámina de pizarra exfoliada en la cajonera basculante, captura de la lámina por medio de los dedos con ventosas a vacío del cabezal de sujeción, y tránsito de la lámina a la mesa de corte sin
15 soltar; y 2) posicionamiento sobre el cabezal de corte de la mesa y disparo de chorro de agua pura a presión sobre la lámina adosada a las ventosas del cabezal de sujeción del robot, creando una línea de corte predeterminada en la lámina por acción del movimiento programado del brazo articulado del robot, que desplaza transversalmente al chorro de agua del cabezal de corte.

20

Al realizar el corte de las láminas de pizarra sujetas en los cabezales de robots de 6 ejes, se pueden programar los robots para que el corte realizado sea de cualquier formato y medida.

25 3ª. Control dimensional de las placas resultantes.-

La última etapa del proceso de fabricación es el control de calidad dimensional final de las placas cortadas en cada una de las estaciones de corte, adosadas a las ventosas del cabezal de sujeción del robot de corte. Este control de calidad se realizará con
30 visión artificial o detectores lineales laser, y en función de su resultado, las placas son enviadas por el robot a la cinta transportadora de embalaje, o al contenedor de rechazo.

Este control permite verificar que el formato y la medida de placa de pizarra requerida
35 en cada momento es el de la placa que sale de la celda de fabricación, ya que, la mala calidad del mineral o cualquier avería en la celda puede provocar que la lámina roma o

astille. El robot de corte pasa la pieza acabada por este control de calidad y en función del resultado lo enviará a la cinta transportadora de embalaje o al contenedor de rechazo.

- 5 El control de calidad es únicamente dimensional y no se centra en la calidad morfológica del propio mineral.

Este procedimiento de fabricación de placas de pizarra en celda robotizada presenta importantes ventajas respecto a las prácticas y maquinas utilizadas actualmente.

- 10 En primer lugar se trata de un proceso completamente estandarizado y robotizado, lo que aumenta claramente la productividad de esta industria, en comparación con los procesos actuales con trabajos realizados manualmente, como el transporte de las láminas de pizarra labradas a las máquinas de corte, o el propio proceso de labrado de los bloques, que depende de la pericia de los operarios “labradores”.

15

En este caso en la misma celda de fabricación se realiza las etapas de labrado y corte de la pizarra, mediante cabezales de corte a agua a presión y robots articulados. Los robots de las estaciones de corte cogen las láminas de pizarra a media que se van exfoliando en la estación de labrado, con lo cual no hay tiempo de tránsito, ni
20 necesidad de reservar un espacio para las láminas, por lo que el ciclo de fabricación total se reduce notablemente, aumentando la productividad en un menor espacio, al disminuir la superficie necesaria de fabricación.

- 25 Al realizarse las operaciones de labrado y corte de la pizarra con tecnología “Water-Jet”, de chorro de agua a presión, no se genera prácticamente polvo alguno en la planta, necesitándose por lo tanto de menor inversión en sistemas de extracción y filtración de polvos, y menor consumo energético propio de estos sistemas auxiliares. Además, la reducción de la exposición al polvo de sílice en suspensión reduce notablemente el riesgo de enfermedades profesionales como silicosis y otras
30 afecciones de los pulmones.

- La optimización del proceso de laminado de los bloques del mineral, mediante el robot con cabezal de corte con chorro de agua-abrasivo a presión y detector láser de los planos de exfoliación de los bloques, minimiza la comentada producción de estériles,
35 lo que supone un importante aprovechamiento de la materia prima y preservación del

medio ambiente, al reducirse notablemente el porcentaje de pizarra destinada a escombros.

La reducción del porcentaje de este tipo de deshechos asociada a la optimización del corte se puede estimar en un 0,5 % en el volumen de residuos generados en el proceso de elaboración de la pizarra, cifrados en casi 4 millones de toneladas año en Galicia. En el conjunto del sector pizarrero gallego, equivale a unas 20.000 toneladas de pizarra/año que dejan de ser destinadas a escombros, lo que implica una importante reducción del impacto ambiental.

En definitiva, se dispone de una nueva celda o unidad de fabricación de pizarra que se puede montar en cualquier lugar, tanto a pie de mina o cantera, como en zona industrial, que permite:

- Mayor productividad en menor espacio, al llevarse a cabo el proceso de forma completamente robotizada, sin pausas ni tiempos de tránsito.

- Menor coste de producción, en mano de obra cualificada y en equipos auxiliares de extracción y filtración de polvos

- Mayor higiene en el trabajo, consecuencia de una reducción de los polvos en suspensión.

- Mayor aprovechamiento de la materia prima y menor impacto ambiental, al reducirse los estériles y desechos frente al actual proceso de labrado de los bloques de pizarra.

- Flexibilidad en la producción, ya que es la única celda robotizada que puede fabricar un infinito número de medidas y formatos, mientras que las cortadora automáticas existentes únicamente fabrican formatos rectangulares y una única medida (o como mucho 2 medidas, pero cambiando los útiles).

PLANOS Y DIBUJOS.-

Al final de la presente memoria se incluyen las siguientes figuras de la celda de fabricación robotizada de placas de pizarra descrita y de sus partes componentes:

Figura 1: Vista en planta de la celda en su conjunto, con el recinto perimetral que delimita las dos estaciones de trabajo: labrado y corte con control dimensional, y la bomba “water jet” anexa de suministro de agua a presión.

5 **Figura 2:** Vista en alzado frontal a la cinta de alimentación de la celda, con los cabezales de los robots de labrado y corte en posición perpendicular.

Figura 3: Vista en planta de la estación de labrado y de los detalles componentes del robot, con el cabezal de corte carenado y sistema de visión artificial y detector láser integrado. Los brazos de los dos robots de las estaciones de cortes también son visibles.

10

Figura 4: Vista en alzado lateral por ambos lados de la estación de labrado, con el robot de labrado y la cajonera basculante conteniendo un bloque de pizarra enfrentados a uno de los robots de las estaciones de corte.

15

Figura 5: Vista en alzado lateral del robot de corte con el cabezal de sujeción de una lámina de pizarra, enfrentado a la mesa de corte.

20 **Figura 6:** Detalle en isométrico de una ventosas a vacío de los dedos del cabezal de sujeción del robot de corte.

Figura 7: Detalle del proceso de localización y alineación del cabezal de inyección de agua-abrasivo a presión del robot de labrado con el plano de rotura del bloque de pizarra, mediante el sistema de visión artificial y detector láser.

25

Figura 8: Dispositivo de visión artificial por haz láser junto a los gráficos de distancia de medición al plano de la grieta en mm, del robot de labrado.

30 **Figura 9:** Detalle en isométrico del sensor de proximidad analógico integrado tanto en el cabezal de corte del robot de labrado, como en el cabezal de sujeción del robot de corte, y gráfico de la curva de calibración que relaciona la variable medida y la señal generada.

Figura 10: Detalle del proceso de corte de una lámina de pizarra sostenida por el cabezal de sujeción del robot de corte, visto en alzado, por medio del cabezal de inyección de agua pura a presión en la mesa de corte.

- 5 **Figura 11:** Detector visión, comparador forma y medida final con la forma y medida requerida y gráfico de instalación y funcionamiento.

FORMA DE REALIZACION.-

10 Como se puede apreciar en la **figura 1**, todos los elementos que forman parte del proceso descrito que llevan a cabo todas las operaciones mencionadas en el compendio de la invención, se encuentran en una celda o espacio delimitado por una barrera física (1), pudiendo ser ésta de un material transparente o traslúcido como vidrio o metacrilato, o de un material prefabricado opaco al exterior.

15

Dependerá este cerramiento de las exigencias presentes y del lugar en el que se sitúe la celda, ya que ésta puede instalarse tanto en interiores como en exteriores dependiendo de las necesidades encontradas. Junto a ella, se ha de instalar una bomba "water jet" (2) que proporciona a la estación el fluido necesario a una presión superior a los 4000 bares.

20

Se ha proyectado una única entrada a la cámara de labrado y corte, a través de una puerta, para que el personal requerido para su correcto funcionamiento pueda acceder a las máquinas. Esto se debe a que el tamaño de la celda no supera los 3,5 x 4,5 m y con una única entrada es suficiente para alcanzar todos los puntos del interior.

25

Al tratarse de una estructura con posibilidad de instalarse en diferentes lugares, ya sea junto a emplazamientos de extracción del mineral como en naves industriales para su tratamiento y almacenamiento, el asiento o firme sobre el cual ha de situarse la cámara ha de tener una buena resistencia mecánica al peso a soportar de la maquinaria, pero fundamentalmente, ha de ser lo más regular y homogénea posible para evitar descalibraciones de los robots de corte, por ello se recomienda instalar la celda sobre una estructura de falso suelo.

30

35 Por su parte superior la celda también se encuentra cerrada para impedir la entrada de impurezas o elementos extraños que pueden entorpecer los dispositivos de visión

artificial por haz láser (22), los dispositivos detectores de proximidad láser (23) o los sensores de visión monocromático (20). De este modo, la entrada y salida del aire se hace a partir de unos extractores (16) situados junto a los robots como muestra la figura 2.

5

Además de la puerta para dar accesibilidad a los operarios a la celda de procesamiento, en la **figura 1** también se aprecian los huecos para la entrada y salida del material haciendo uso de la cinta continua de alimentación (4) apoyado en un bastidor horizontal (5), por donde entran los tronchos de pizarra (3) antes de ser

10 tratados y de la cinta transportadora de embalaje por donde salen las piezas ya procesadas para su posterior empaquetado.

En las **figuras 3 y 4**, se observa que una vez que el troncho se coloca sobre la cajonera basculante (6) apoyado sobre el perfil del extremo (7) que soporta el peso de

15 ambos, se posiciona el bloque de modo que éste pueda ser seccionado por el robot de labrado (8) que se apoya sobre una estructura metálica (9) y que se conecta a un cabezal de corte con chorro de agua-abrasivo (10).

Para la correcta aproximación del cabezal de corte al bloque de pizarra el sistema

20 cuenta con un sensor de proximidad analógico (11) como el que se muestra en la **figura 9** junto a la curva de calibración que relaciona la variable medida y la señal generada.

En la **figura 3** se muestra que el cabezal de corte está delimitado por una pantalla o

25 carena antisalpicaduras (12), que evita el retorno del fluido cuando golpea a los tronchos, pero que sí permite la conexión de un conducto (13) por el que fluye el agua, regulada por una válvula, proveniente de la bomba a presión.

Una vez que la pieza está situada para su labrado, el sistema cuenta con un

30 dispositivo de visión artificial por haz láser (22) y un dispositivo detector de proximidad láser (23) sobre el robot de labrado, para realizar una correcta localización y alineación del cabezal de corte respecto a los planos de rotura por exfoliación de la pizarra

El dispositivo de visión artificial (22) permite la captación de los planos de rotura de las

35 pizarras mediante cámaras basadas en matrices de sensores sensibles a la luz con un tratamiento posterior mediante técnicas de análisis, de modo que el emisor láser

genera un haz de luz monocromático de alta densidad que al ser revotada permite medir con un índice de precisión elevado la posición de las láminas para su posterior labrado, como muestran las gráficas que se añaden en la **figura 8**.

- 5 El dispositivo detector de proximidad laser (23) detecta la aproximación a las piezas mediante una ráfaga de pulsos de alta intensidad a baja frecuencia y los transmite por el led de chorro infrarrojo.

10 Tras la medición de los lados del bloque y una vez que la pieza está correctamente colocada habiendo sido determinado las fisuras de las piezas para realizar el proceso de labrado, el cabezal de corte con chorro de agua abrasivo (10) se aproxima al “troncho” dejando una distancia entre las láminas en función del espesor requerido y libera el fluido a una gran presión, superior a 4000 bares, en un reducido tiempo de 5 segundos, con un caudal muy limitado, debido al pequeño diámetro de salida del agua.

15

En caso de que el impacto del fluido no sea suficiente para generar el labrado, el sistema de visión artificial lo detecta dando la orden al robot de proyectar un segundo chorro de agua a la misma presión modificando el punto de impacto para favorecer el proceso.

20

Una vez que la lámina de la pizarra ha sido exfoliada por completo, los sistemas láser mediante visión artificial lo detectan y permiten la continuación del proceso hacia el corte de la pieza, ya que las dimensiones del bloque original siempre han de ser mayores a las medidas finales solicitadas.

25

Además de la inyección del chorro para realizar el labrado, el sistema también cuenta con un orificio para la inyección de agua de red, agua refrigerada o aire frío que refrigera la operación de labrado aumentando la velocidad del proceso de labrado.

30

Esto se debe a que el impacto del chorro de agua a presión sobre las piezas aumenta la temperatura del bloque pizarra que conlleva la dilatación por lo que los planos de exfoliación se juntan lo que imposibilita el proceso de labrado.

35

El proceso de corte se realiza una vez el espesor de la lámina es el solicitado, de modo que los robots (17) cogen las piezas generadas que se van exfoliando gracias a unas ventosas (24) colocadas en el cabezal de sujeción (19), girando sobre si mismos

gracias a una estructura de apoyo (18), dirigiendo las piezas hacia la estación de corte III.1 y III.2 cómo se puede apreciar en la **figura 1**.

5 Sin liberar la pieza y sobre la mesa de corte (14) el cabezal de chorro de agua a presión, libera el fluido a tantos bares como antes, al igual que en el labrado pero sin abrasivos, generando la forma solicitada de la pizarra sin producir polvo alguno.

10 Una vez que la pieza ya ha sido cortada, los dispositivos de control dimensional (20) confirman o rechazan las piezas finales, siendo dirigidas por el robot (17) hacia la cinta transportadora de embalaje (21) o hacia un contenedor de rechazo respectivamente.

Este detector de control o visión, compara la forma y medida final con la requerida inicialmente, a partir de un haz de luz como el mostrado en la **figura 11**.

REIVINDICACIONES

5 **1. Celda de fabricación robotizada de placas de pizarra**, diseñada para llevar a cabo de forma unitaria el actual proceso secuencial automatizado mediante máquina-herramienta en el que los bloques de pizarra extraídos de cantera, previamente cortados en paralelepípedos rectangulares de en torno a 15 cm de espesor, denominados “tronchos”, son sometidos a una primera operación mecánica de labrado o lajado en láminas a través de los planos de exfoliación de la pizarra, mediante impacto con cuchilla y, en determinados casos, con aplicación de fluido a presión
10 sobre la grieta creada, y una segunda operación de cortado de estas láminas, mediante máquina cortadora de corte y/o fresado en seco, en las placas de pizarra de forma y tamaño adecuado a su uso final, **caracterizada** porque, en orden al proceso de producción, está constituida por las siguientes estaciones de trabajo dentro de un cerramiento rectangular (1) de la celda que lleva anexado en uno de sus laterales una
15 bomba “water jet” (2) de agua a presión:

- una estación de labrado (I) a la que los bloques de pizarra en forma de “tronchos” (3) llegan desde el exterior mediante una cinta continua de alimentación (4) montada sobre un bastidor horizontal (5), constituida por una cajonera basculante (6) de
20 recogida y posicionamiento de los bloques de pizarra en la cola de la cinta, que bascula sobre el perfil estructural extremo (7) del bastidor horizontal, y por un robot de labrado (8) con brazo articulado giratorio de seis ejes sustentado en una estructura metálica (9) junto al extremo del bastidor, con un cabezal de corte con chorro de agua-abrasivo (10) con sensor de proximidad analógico (11) a bloque y carena protectora
25 antisalpicaduras (12), conectado por conducción (13) regulada por válvula a la bomba de agua a presión, un sistema de visión artificial y detector láser integrado para la localización y alineación del cabezal de corte con los planos de rotura por exfoliación de la pieza de pizarra, y un orificio o manguito para inyección de agua o aire de red para refrigeración de la operación de labrado; y

30
- dos estaciones de corte y control dimensional (II.1 y II.2) a cada lado del extremo de la cinta de alimentación, constituidas cada una de ellas por una mesa de corte (14) con un cabezal de corte con chorro de agua pura (15) conectado por conducción regulada por válvula a la bomba de agua a presión, y campana extractora (16), un robot de
35 corte (17) con brazo articulado giratorio de seis ejes sustentado sobre una estructura (18) equidistante entre la cajonera basculante de labrado y la mesa de corte, con un cabezal de sujeción (19) de las láminas de pizarra exfoliadas, y un dispositivo de

control dimensional (20) junto a la mesa de corte que verifica las dimensiones de las placas cortadas mediante sistema de visión artificial por haz láser, con la funcionalidad de discriminar entre placas a enviar a una cinta transportadora de embalaje (21) de salida de la celda, o a un contenedor de rechazo.

5

2. Celda de fabricación robotizada de placas de pizarra, según primera reivindicación, **caracterizada** porque el sistema de visión artificial y detector láser del robot de labrado (8), consta de un dispositivo de visión artificial por haz láser (22) y un dispositivo detector de proximidad láser (23), integrados ambos en la carena protectora (12) del cabezal de corte (10).

10

3. Celda de fabricación robotizada de placas de pizarra, según primera reivindicación, **caracterizada** porque el cabezal de sujeción (19) de cada uno de los robots de corte está formado por una plataforma insertable en el brazo articulado del robot, movable en todas las direcciones por acción de este, que soporta por su base una estructura puente en forma de dos dedos dotados en sus extremos de sendas ventosas a vacío (24) y un sensor de proximidad analógico (11) de las ventosas a la lámina de pizarra.

15

4. Celda de fabricación robotizada de placas de pizarra, según primera reivindicación, **caracterizada** porque el dispositivo de control dimensional (20) de las placas de pizarra cortadas consiste en un detector visión que compara la forma y medida final de las piezas, con las requeridas.

20

5. Proceso de fabricación robotizada de placas de pizarra, llevado a cabo en la celda de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por comprender las siguientes etapas:

25

1ª Labrado de los bloques o “tronchos” de pizarra en láminas a través de sus planos de exfoliación, mediante robot con cabezal de corte de agua-abrasivo a presión y sistema de visión artificial y detector láser de los planos de rotura de la pieza, a través de las siguientes operaciones:

30

- recepción por medio de cinta de alimentación (4) de cada bloque de pizarra en la celda, posicionamiento del brazo articulado del robot (8) y medición mediante el dispositivo de visión artificial por haz láser de los seis lados del bloque, determinando su alto, ancho y largo;

35

ES 2 586 105 B2

- envío por medio de la cinta de alimentación del bloque a la cajonera basculante (6) y, en función del espesor predeterminado para cada una de las láminas de pizarra, posicionamiento con ayuda del sensor de proximidad del cabezal de corte (10) del robot y disparo de chorro de agua-abrasivo de 1mm de diámetro a un mínimo de 4000
5 bares de presión durante un tiempo mínimo de 5 segundos, con inyección simultánea de agua o aire de red para refrigeración de la operación; y,

- en caso de que el laminado total no haya realizado correctamente con este primer impacto del chorro a presión, localización y alineación del cabezal de inyección con el
10 plano de rotura del bloque por medio del dispositivo de visión artificial por haz láser (22) y dispositivo detector de proximidad (23), verificando sobre el lado en que se ha realizado el primer disparo la zona donde se ha generado la grieta de exfoliado y ordenando al robot que se desplace una distancia "x" e "y", que es la distancia horizontal y vertical entre el tubo focalizador del cabezal de corte tomado como punto
15 de referencia y el plano del haz láser del sistema de visión, y nuevo disparo de chorro de agua-abrasivo a presión sobre la grieta generada por el primer impacto.

2ª Corte de las láminas de pizarra a medida que se van exfoliando en placas de forma y tamaño predeterminado, mediante los robots y cabezales de inyección de agua pura
20 a presión de las dos estaciones de corte, según una secuencia sincronizada y alternativa entre robots de las siguientes operaciones:

- posicionamiento con ayuda del sensor de proximidad del cabezal de sujeción (19) del robot de corte sobre la lámina de pizarra exfoliada en la cajonera basculante (6),
25 captura de la lámina por medio de los dedos con ventosas a vacío del cabezal de sujeción, y tránsito de la lámina a la mesa de corte (14) sin soltar;

- posicionamiento sobre el cabezal de corte (15) de la mesa y disparo de chorro de agua pura a presión sobre la lámina adosada a las ventosas del cabezal de sujeción
30 del robot, creando una línea de corte predeterminada en la lámina por acción del movimiento programado del brazo articulado del robot, que desplaza transversalmente al chorro de agua del cabezal de sujeción; y

3ª Control dimensional de las placas cortadas en cada una de las estaciones de corte,
35 mediante sistema de visión artificial por haz láser (20) sobre la placa o placas adosadas a las ventosas del cabezal de sujeción del robot de corte, y en función de su

ES 2 586 105 B2

resultado, envío de la placa o placas por el robot a la cinta transportadora de embalaje, o al contenedor de rechazo.

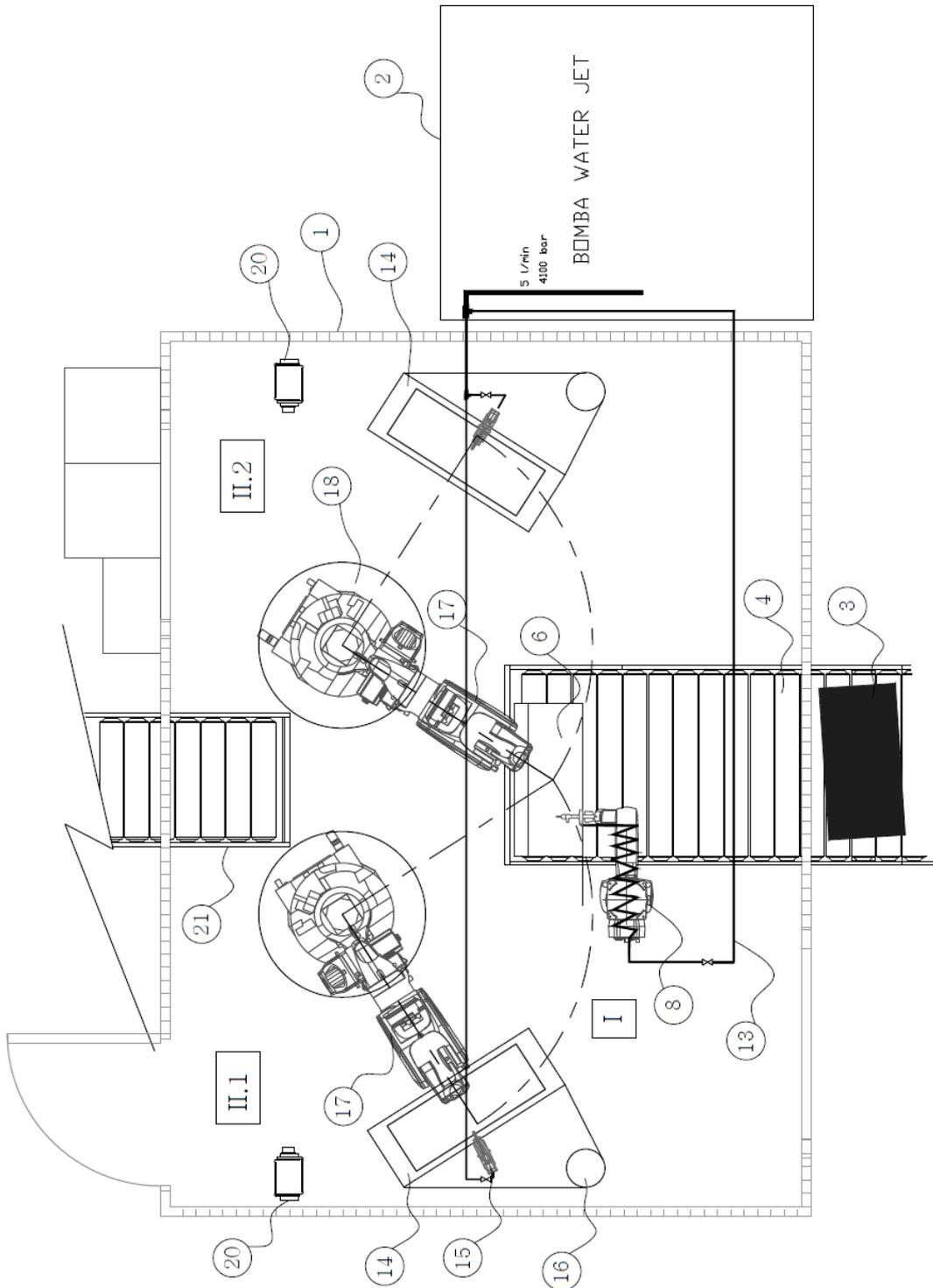


Fig. 1

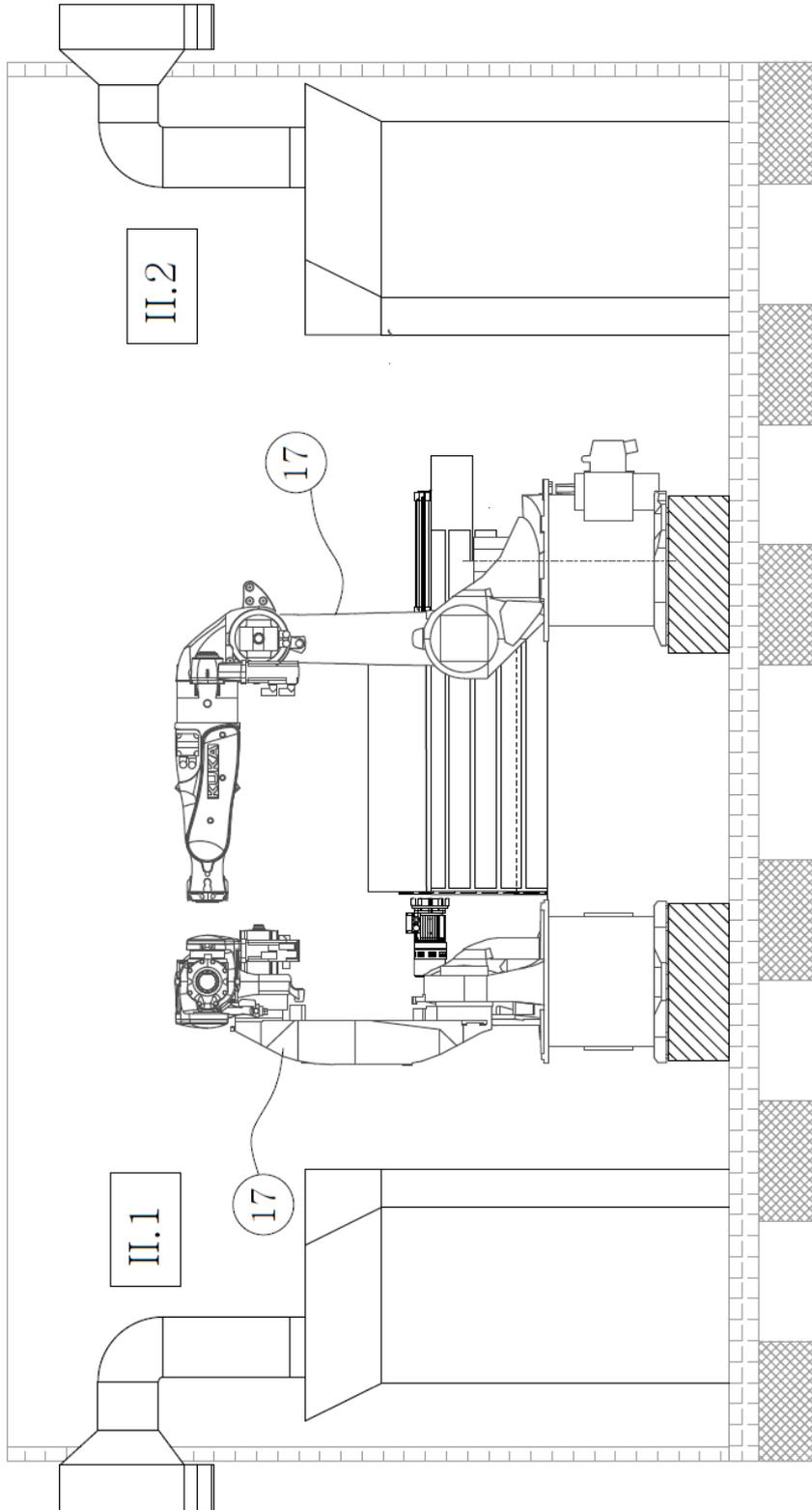


Fig. 2

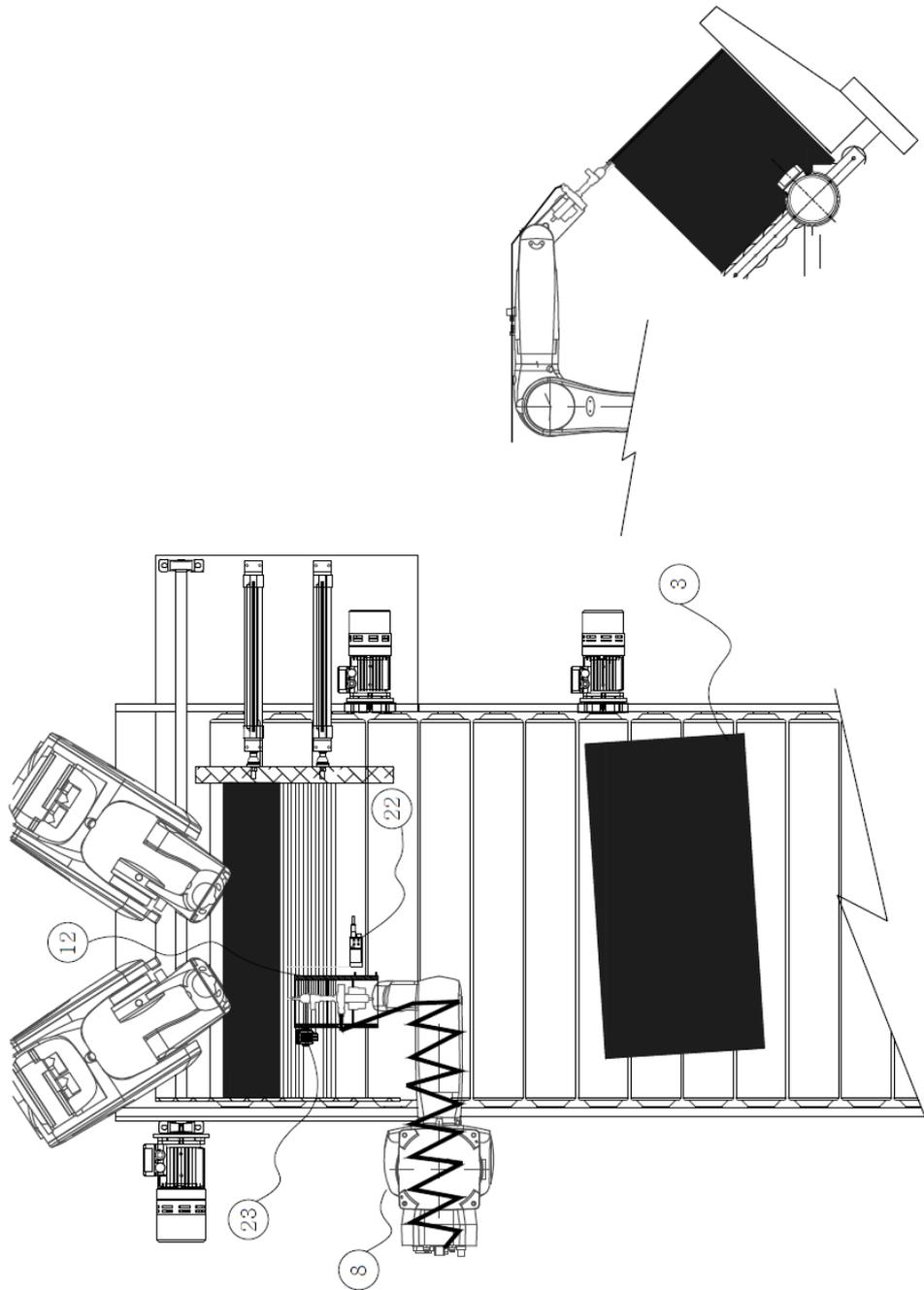


Fig. 3

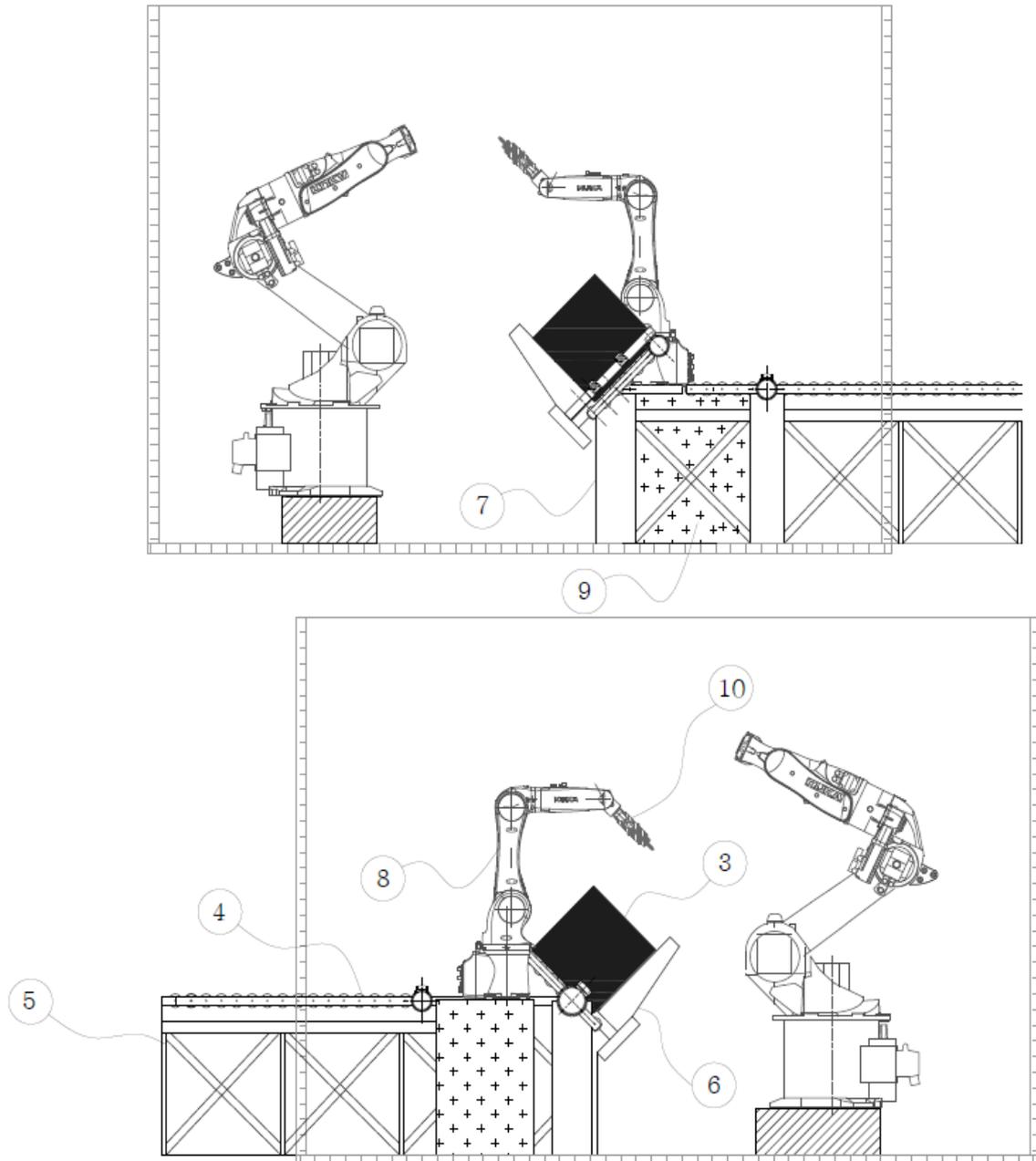


Fig. 4

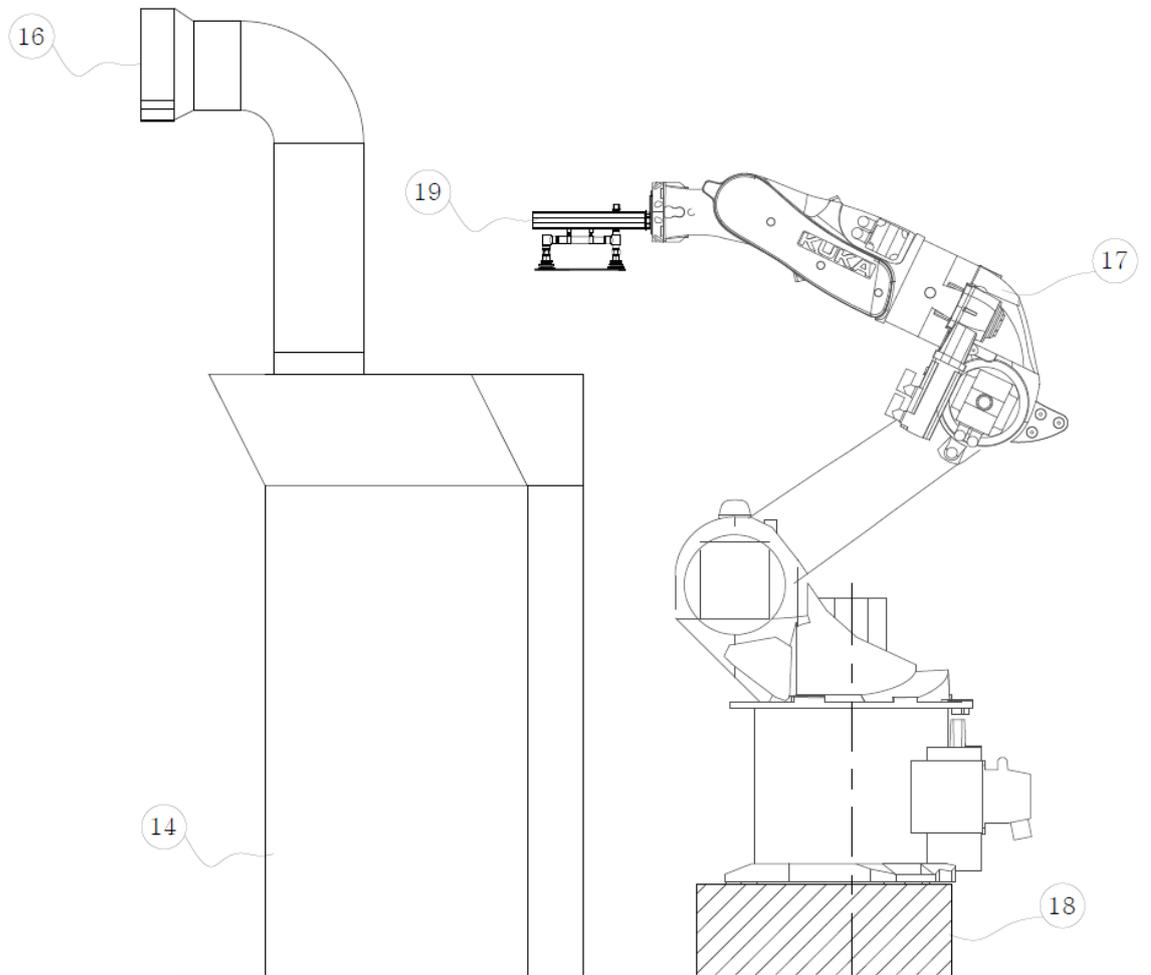


Fig. 5

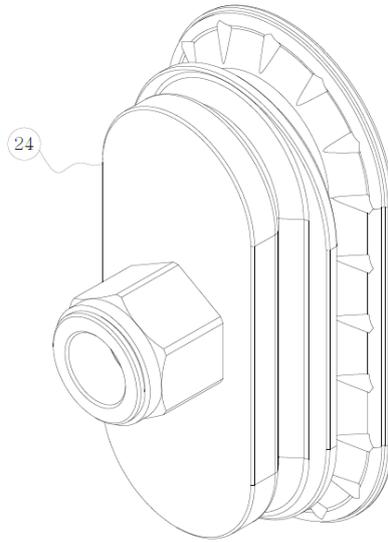


Fig. 6

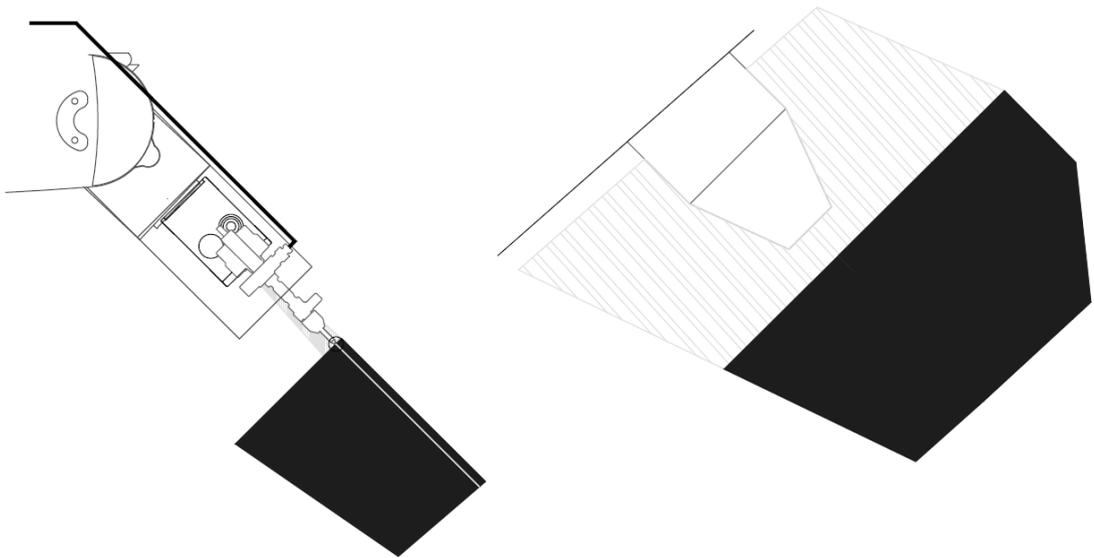


Fig. 7

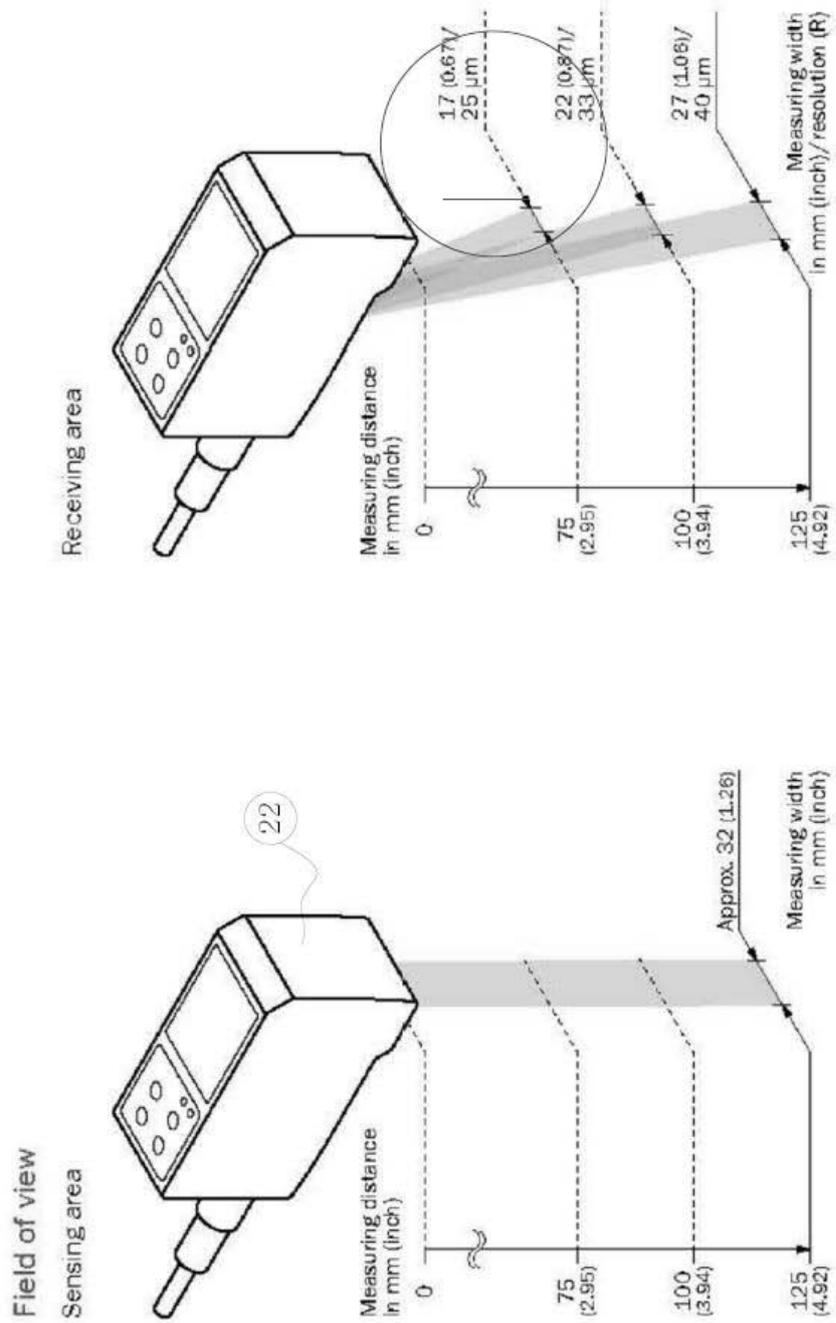
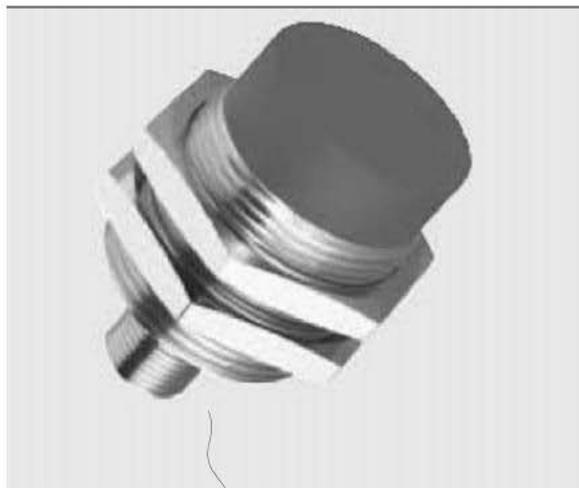
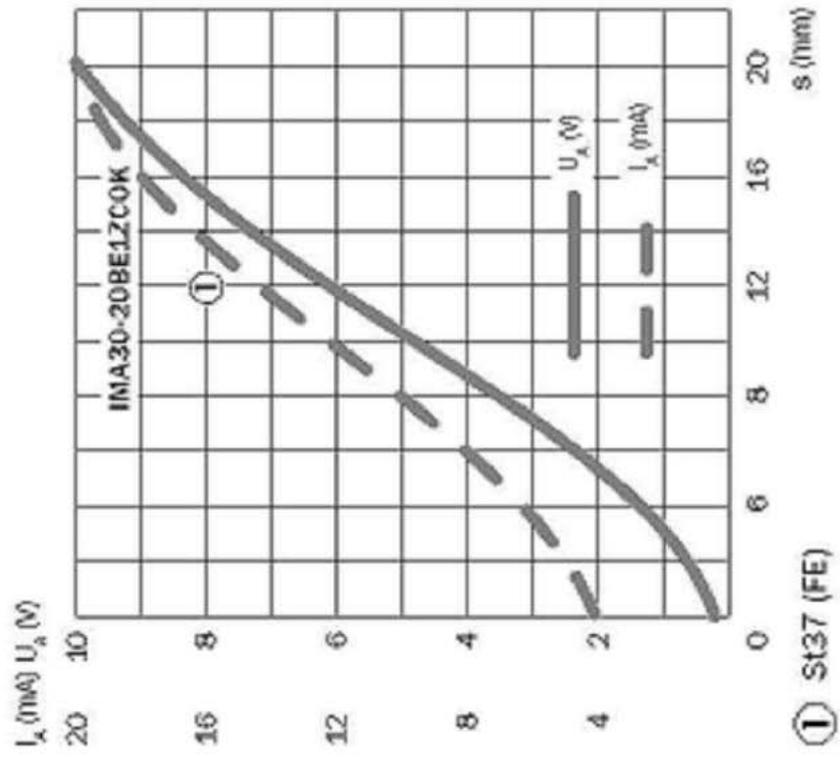


Fig. 8



①

Fig. 9

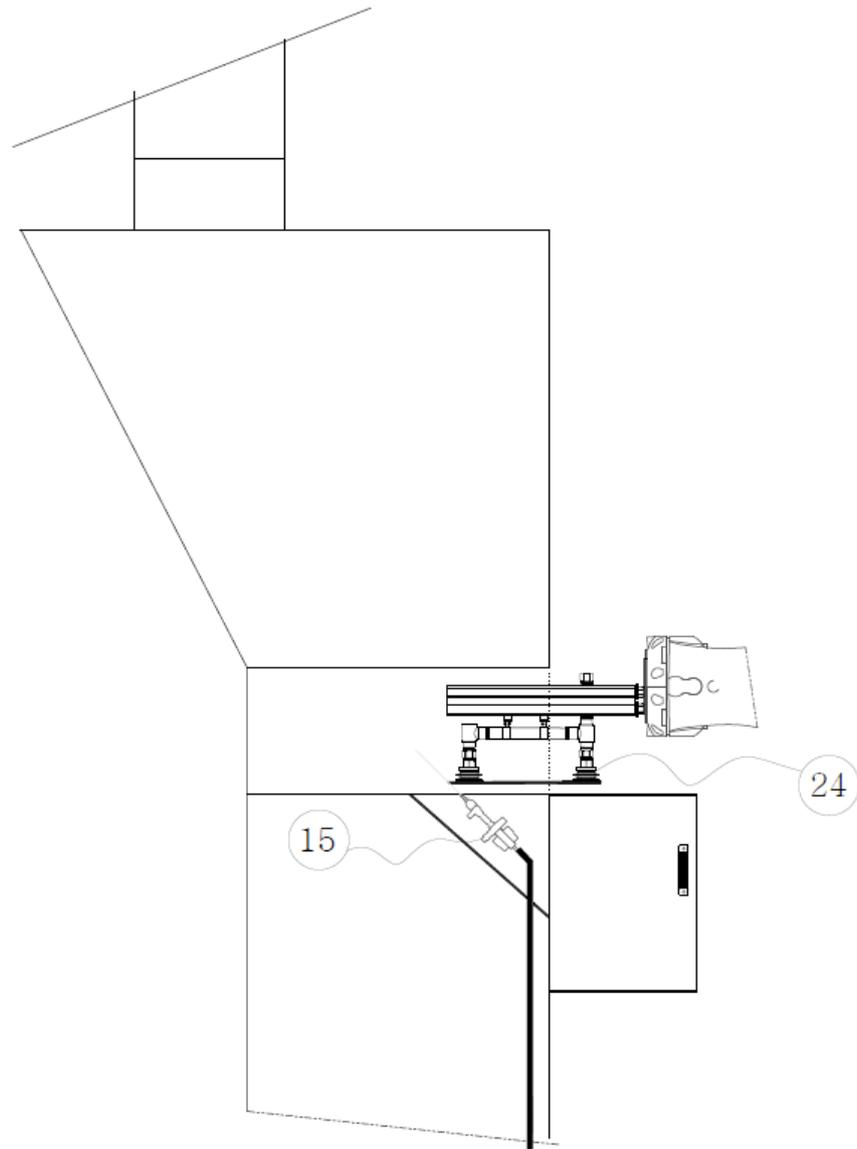


Fig. 10

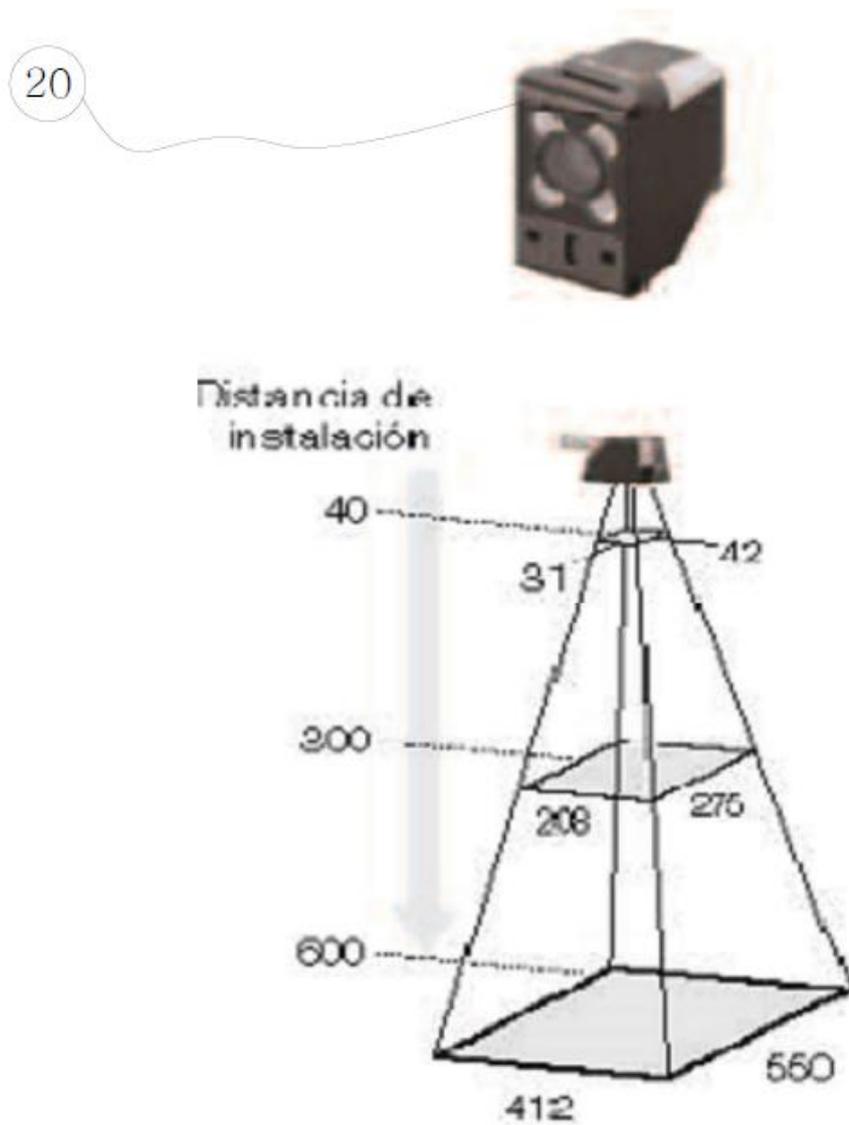


Fig. 11



- ②① N.º solicitud: 201630947
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 12.07.2016
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B28D1/32** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	ES 1129455U U (PROMATIC MILENIUM S L) 21/10/2014, Páginas 2-3; figura1-2	1, 5
A	ES 2367060 A1 (PORTO RODRIGUEZ ALFONSO) 28/10/2011, Páginas 4-5; figuras 1-7	1, 5
A	ES 2387974 A1 (INVEST METALURGICA EL NOROESTE AIMEN ASOC DE ET AL.) 04/10/2012, Páginas 9-13; figuras 1-4	1, 5
A	ES 1093606U U (UNIV VIGO) 21/11/2013, Páginas 4-6; figura 1	1-2, 5
A	TW 201521932 A (METAL IND RES & DEV CT) 16/06/2015, Figuras & resumen de la base de datos EPODOC. Recuperado en EPOQUE; AN- TW-102146107-A	1-2, 5
A	FR 2790417 A1 (SOVEMINE INGENIERIE) 08/09/2000, Páginas 4-8; figuras 1-3	1, 5
A	GB 2256612 A (BURLINGTON SLATE LIMITED) 16/12/1992, Páginas 5-10; figuras 1-2	1, 5
A	ES 1067861U U (HEREU PLA JOSE MARIA) 01/07/2008, Páginas 2-3; figuras 1-4	1, 3, 5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

<p>Fecha de realización del informe 30.09.2016</p>	<p>Examinador J. Hernández Cerdán</p>	<p>Página 1/5</p>
---	--	------------------------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B28D

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 30.09.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-5	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-5	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	ES 1129455U U (PROMATIC MILENIUM S L)	21.10.2014
D02	ES 2367060 A1 (PORTO RODRIGUEZ ALFONSO)	28.10.2011
D03	ES 2387974 A1 (INVEST METALURGICA DEL NOROESTE AIMEN ASOC DE et al.)	04.10.2012
D04	ES 1093606U U (UNIV VIGO)	21.11.2013
D05	TW 201521932 A (METAL IND RES & DEV CT)	16.06.2015
D06	FR 2790417 A1 (SOVEMINE INGENIERIE)	08.09.2000
D07	GB 2256612 A (BURLINGTON SLATE LIMITED)	16.12.1992
D08	ES 1067861U U (HEREU PLA JOSE MARIA)	01.07.2008

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La invención describe en su primera y única reivindicación independiente una celda de fabricación robotizada de placas de pizarra en la que los bloques extraídos de la cantera son sometidos a una primera operación mecánica de labrado mediante impacto con cuchilla y a una segunda operación de cortado de estas láminas mediante máquina cortadora de corte y/o fresado en seco caracterizada porque está constituida por las siguientes estaciones de trabajo dentro de un cerramiento rectangular (1) de la celda que lleva anexo en uno de sus laterales una bomba "water jet" (2) de agua a presión:

-Una estación de labrado (I) a la que los bloques de pizarra llegan desde el exterior mediante una cinta continua de alimentación (4) montada sobre un bastidor horizontal (5), constituida por una cajonera basculante y por un robot de labrado (8) con brazo articulado giratorio de seis ejes sustentado en una estructura metálica (9) junto al extremo del bastidor, con un cabezal de corte con chorro de agua abrasivo (10) con sensor de proximidad analógico (11) a bloque y carena protectora antisalpicaduras (12), conectado por conducción (13) regulada por válvula a la bomba de agua a presión, un sistema de visión artificial y detector láser integrado para la localización y alineación del cabezal de corte con los planos de rotura por exfoliación de la pieza de pizarra, y un orificio o manguito para inyección de agua o aire de red para refrigeración de la operación de labrado.

- Dos estaciones de corte y control dimensional (II.1 y II.2) a cada lado del extremo de la cinta de alimentación, constituidas cada una de ellas por una mesa de corte (14) con un cabezal de corte con chorro de agua pura (15) conectado por conducción regulada por válvula a la bomba de agua a presión, y campana extractora (16), un robot de corte (17) con brazo articulado giratorio de seis ejes sustentado sobre una estructura (18) equidistante entre la cajonera basculante de labrado y la mesa de corte, con un cabezal de sujeción (19) de las láminas de pizarra exfoliadas, y un dispositivo de control dimensional (20) junto a la mesa de corte que verifica las dimensiones de las placas cortadas mediante sistema de visión artificial por haz láser, con la funcionalidad de discriminar entre placas a enviar a una cinta transportadora de embalaje (21) de salida de la celda.

El documento D01 describe una célula robotizada diseñada especialmente para el corte y fresado de láminas de piedra, en la cual el robot industrial se coloca de forma invertida, suspendido de una estructura.

En el documento D02 también se puede observar la presencia de un robot, con fines de mecanizado de la piedra, situado en el centro de un área de trabajo que se encuentra rodeada de una verja protectora, conformando la celda de fabricación propiamente dicha. También en el documento D03 se encuentra inscrito dentro de una celda de trabajo. Los documentos D01-D03 si bien describen celdas de fabricación robotizada, no prevén la sujeción y desplazamiento de las láminas frente a los cabezales de corte de los robots de la invención, los cuales se posicionan mediante dispositivos de control dimensional de visión artificial o laser; de tal manera que se produzca un alineamiento automático de los planos de exfoliación de las piedras y las cuchillas de impacto.

Los documentos D04 y D05 describen sistemas de detección por medio de laser no se aplican a las mismas funcionalidades y particularidades del ciclo productivo que aporta la invención.

El documento D06 se muestra un proceso de labrado de bloques de pizarra por chorro de agua a alta presión en un plano determinado. Dicho mecanismo no se ajusta al ciclo de producción descrito en la invención en la que se sirve de un par de robots de sujeción y desplazamiento de las láminas de pizarra entre la estación de labrado, los cabezales de corte y las cintas de embalaje. El documento D07 contempla la utilización aislada de chorros de agua a presión.

El documento D08, finalmente, describe una cortadora de placas de piedra que utiliza un brazo robotizado que posee una garra de sujeción de la placa de piedra mediante unas ventosas.

Los documentos D01-D08 no contemplan tampoco la existencia una estación de labrado en la que los bloques de pizarra lleguen desde el exterior mediante una cinta continua de alimentación montada sobre un bastidor horizontal, constituida por una cajonera basculante. En consecuencia, no se prevén en los anteriores documentos la presencia de estaciones de corte y control dimensiona a cada lado de los extremos de las cintas de alimentación.

Por tanto, en ninguno de los documentos D01-D08 las características técnicas son tan relevantes como para anticipar los aspectos técnicos de la primera reivindicación de la invención estudiada, ni de las otras reivindicaciones 2-5 dependientes de esta; se citan únicamente a efectos ilustrativos del Estado de la Técnica.

Así pues, la invención reivindicada implica un efecto mejorado comparado con el estado de la técnica anterior. Además, no se considera obvio que un experto en la materia obtenga la invención a partir de los documentos mencionados. La invención es nueva (Art. 6.1 LP11/86) y tiene actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/86).