(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 729 815**

(21) Número de solicitud: 201930613

(51) Int. CI.:

B66C 1/66 (2006.01)
E01B 3/40 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN B2

(22) Fecha de presentación:

02.07.2019

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

06.11.2019

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

06.02.2020

Fecha de concesión:

06.05.2020

(45) Fecha de publicación de la concesión:

13.05.2020

(73) Titular/es:

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA (35.0%)
Ctro. Apoyo de la Innovación, la Investigación y la Transferencia de Tecnología CTT, Edf. 6 G Camino de Vera, s/n
46022 Valencia (Valencia) ES;
FUNDACIÓ EURECAT (35.0%)
CENTRO DE ESTUDIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRA, S.A. (CEMOSA) (20.0%) ***y***
VIAS Y CONSTRUCCIONES, S.A. (10.0%)

(72) Inventor/es:

INSA FRANCO, Ricardo;
SALVADOR ZURIAGA, Pablo;
VILLALBA SANCHÍS, Ignacio;
MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, Pablo;
CARRASCO JIMÉNEZ, Ramón;
ORRA SERRA, Oriol;
RÀFOLS RIBAS, Irene;
BAIGES FRANQUET, Sergi;
MARTÍN MAÑAS, Daniel;
GARCÍA VILLENA, Francisco Antonio;
MORALES GAMIZ, Francisco Javier;
JIMÉNEZ REDONDO, Noemí y
MENÉNDEZ MUÑIZ, Manuel

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

(54) Título: **INSTALACIÓN PARA VÍAS FÉRREAS CON PLACAS PREFABRICADAS Y PROCEDIMIENTO AUTOMATIZADO DE MONTAJE DE LA MISMA**

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

(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 729 815**

(21) Número de solicitud: 201930613

(57) Resumen:
Instalación para vías férreas con placas prefabricadas y procedimiento automatizado de montaje que hace uso la misma, que comprende placas prefabricadas (2) de hormigón de ultra alta resistencia reforzado con fibras de acero que comprenden una geometría particular, un robot (3) industrial de alta capacidad de carga destinado a desplazar dichas placas prefabricadas (2) de hormigón, una plataforma móvil (5) capaz de desplazarse longitudinalmente por la vía en la que se monta operativamente el robot (3) industrial, y un utillaje (5) que comprende brazos estabilizadores (44) y unas aletas (45) perimetrales configuradas para ser introducidas por una abertura central (21) de la placa prefabricada (2) de hormigón, en el que tanto la instalación como el correspondiente procedimiento de montaje de la misma, permiten una significativa mejora de los rendimientos constructivos, mano de obra y mantenimiento con respecto a las vías tradicionales construidas con balasto.

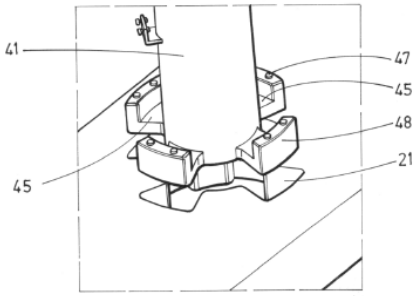


FIG.4

ES 2 729 815 B2

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

DESCRIPCIÓN

INSTALACIÓN PARA VÍAS FÉRREAS CON PLACAS PREFABRICADAS Y PROCEDIMIENTO AUTOMATIZADO DE MONTAJE DE LA MISMA

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención da a conocer una instalación y un procedimiento automatizado de montaje que hace uso de dicha instalación, para la puesta en obra de vías férreas. Mas en particular, la presente invención describe el uso combinado de placas prefabricadas de hormigón de ultra alta resistencia reforzadas con fibras de acero con una geometría y un utillaje particular, que en combinación con un robot industrial permiten reducir los tiempos de montaje de la vía, mano de obra, mantenimiento y otros inconvenientes de los procedimientos de puesta en obra de vías en placas de hormigón tradicionales y de vías sobre balasto.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Las vías en placa, tanto las de hormigón como aquellas formadas por otros materiales menos convencionales, surge en los años 60 con el objetivo de garantizar unas mejores condiciones de comportamiento, estabilidad estructural y calidad global de la vía, así como disminuir los excesivos costes de mantenimiento. Este tipo de vías consta de una estructura donde la banqueta de balasto viene sustituida por una losa de hormigón o capa asfáltica, la cual transmite a la plataforma los esfuerzos aplicados de forma distribuida y de menor entidad que los que se producen en vías en balasto.

La tecnología de vía en placa está formada, generalmente, por losas de hormigón armado o pretensado sobre las que se disponen las sujeciones y los carriles, lo que permite a los vehículos ferroviarios circular sobre las mismas. Algunos de estos sistemas de vía disponen de elementos prefabricados armados o pretensados prismáticos dispuestos uno junto a otro, apoyados sobre una capa de material de baja rigidez (elastómero, mortero asfáltico, etc.). Además, existen elementos de anclaje dispuestos en la capa base que se alojan en cavidades o huecos practicados en la losa y permiten mantener la integridad y anclar la losa a la capa subyacente, dichos elementos se denominan “stoppers” en la técnica.

La vía en placa, en general, presenta algunas ventajas respecto a la vía convencional sobre balasto, como puede ser su mayor estabilidad y su menor necesidad de mantenimiento. No obstante, todas estas importantes ventajas se ven contrarrestadas por los problemas asociados a la construcción, pues la vía en placa suele ser mucho más costosa de construir, con procesos constructivos complejos, bajos rendimientos de construcción (del orden de 150-200 m/día frente a los 700 m/día de las vías en balasto) y el coste añadido de los derechos de uso de los modelos comerciales.

Asimismo, la vía sobre balasto presenta otras desventajas como por ejemplo los elevados costes de mantenimiento, problemas de “vuelo de balasto” a altas velocidades, falta de uniformidad en la rigidez de la vía, resistencia lateral limitada, entre otras.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención describe una instalación y un procedimiento de montaje automatizado que hace uso de dicha instalación para la puesta en obra de vías férreas, que permite solucionar algunos de los inconvenientes mencionados en el estado de la técnica. Más concretamente, la presente invención da a conocer una instalación para vías férreas con placas prefabricadas y un procedimiento automatizado de montaje de la misma, en particular una instalación que comprende placas prefabricadas de hormigón de ultra alta resistencia reforzado con fibras de acero, con una configuración geométrica que permite mejorar el mantenimiento, nivel de confort, disponibilidad, fiabilidad, vida útil y rendimiento constructivo con respecto a las vías en placa tradicionales y las construidas con balasto.

Más en particular, en un primer aspecto de la presente invención se describe una instalación para vías férreas con placas prefabricadas, que comprende:

- una plataforma móvil apta para desplazarse longitudinalmente por la vía,
- un robot industrial de alta capacidad de carga unido a la plataforma móvil,
- un utillaje conectado al robot industrial,
- una placa prefabricada de hormigón configurada para ser firmemente sujetada por el utillaje y desplazada por el robot industrial, donde:
    - el utillaje comprende una porción proximal que comprende en un extremo unas aletas perimetrales donde cada aleta comprende al menos un tetón, una

porción distal que comprende un elemento de unión para conectar con el robot industrial, y unos brazos estabilizadores unidos perimetralmente a la porción proximal configurados para ejercer presión sobre la placa de hormigón para ser firmemente sujetada cuando es desplazada, y

- la placa prefabricada es de hormigón de alta resistencia reforzado con fibras de acero y comprende una abertura central con una geometría configurada para alojar las aletas del utillaje y unas hendiduras localizadas en una cara inferior de la placa configuradas para alojar los tetones de las aletas.

De manera preferente, el industrial comprende un láser 2D de largo alcance unido al utillaje para detectar las placas prefabricadas de hormigón, y un láser 2D de alta precisión unido también al utillaje para guiar el robot e introducir con precisión las aletas del utillaje en la abertura central de la placa prefabricada de hormigón.

La placa prefabricada objeto de la presente invención se ejecuta con hormigón de ultra alta resistencia (UHPC) reforzado con fibras de acero, sin presencia de armaduras pasivas y/o activas. Dicha característica técnica es de gran importancia, pues las placas prefabricadas existentes utilizan hormigón convencional pretensado. El hormigón de ultra alta resistencia (UHPC) reforzado con fibras de acero aporta una serie de ventajas asociadas que potencian la funcionalidad de las placas prefabricada para vías férreas y múltiples ventajas para puesta en obra automatizada de las mismas, entre las que cabe destacar que:

- Permite definir una geometría más esbelta y manejable de las placas sin comprometer la estabilidad estructural del conjunto.
- Al carecer de armado, se simplifica enormemente el proceso de fabricación de las placas.
- La ausencia de armado también mejora notablemente el impacto ambiental de la fabricación de las placas respecto a las ya existentes.
- El hormigón UHPC es mucho más fluido que el convencional, lo que también facilita el proceso de fabricación y la calidad final.
- La durabilidad del UHPC es muy superior a la de los otros hormigones, lo que permite que existan escasos requisitos de mantenimiento.
- Las fibras hacen que el análisis de fatiga no resulte determinante y que, aunque se produzcan algunas grietas, no aumenten y se propaguen.

Asimismo, las características del hormigón UHPC son especialmente ventajosas para la instalación y para el montaje automatizado de vías férreas haciendo uso de dicha instalación anteriormente descrita, permitiendo mejorar el rendimiento de fabricación por medio de permitir un diseño mucho más resistente con una geometría más manejable, esbelta, compacta y en consecuencia una puesta en obra más sencilla.

Más concretamente, como se describe anteriormente, las placas prefabricadas de hormigón UHPC presentan una abertura central con una geometría configurada para introducir las aletas del utillaje. Preferentemente dicha abertura central presenta una configuración en cruz, en consecuencia, las aletas perimetrales del utillaje, preferentemente, también presentan una geometría en cruz para ser introducidas en dicha abertura central. Más preferentemente, dicha abertura central presenta una geometría de cruz celtica con un anillo central destinado a alojar la sección proximal del utillaje. En consecuencia, el utillaje presenta, preferentemente, comprende cuatro aletas y un diámetro exterior de entre 200-500 mm.

La sección proximal del utillaje puede ser cilíndrica y hueca para alojar stoppers preexistentes en la construcción. Estos stoppers son elementos cilíndricos de hormigón armado que se ejecutan in situ sobre la capa base de hormigón que sirve de cimiento a las placas prefabricadas. Su propósito es servir de guía para la instalación de las placas y contribuir a su estabilidad lateral. La configuración cilíndrica y hueca del utillaje permite el montaje de las placas prefabricadas sin interferir con los stoppers ya existentes en obra introduciendo la cavidad hueca cilíndrica para tal efecto.

Los brazos estabilizadores pueden ser dos, unidos a cada lado de la sección proximal del utillaje de manera que ejercen presión por ambos lados de la placa prefabricada para mantener la sujeción y estabilidad mientras las placas prefabricadas son desplazadas. Preferentemente, comprenden adicionalmente muelles para ejercer compresión entre la superficie superior y las hendidas ancladas en los tetones de las aletas, permitiendo sujetar las placas cuando son desplazadas por el robot industrial.

Cada aleta del utillaje puede disponer de una pestaña perpendicular a dicha aleta de la cual sobresale cada tetón. En dicho caso, la placa prefabricada puede disponer en los respectivos salientes a lo largo de su sección central, un grosor igual al alto total de la placa menos el alto de la pestaña. De esta manera, no hace falta un recorrido vertical

tan amplio del utillaje dentro de la abertura central de la placa, y facilita el posterior anclaje de los tetones en las hendiduras de la placa de hormigón prefabricada.

Preferentemente, la placa de hormigón de ultra alta resistencia presenta un ancho de entre 0,60 y 0,75 metros y un alto de entre 0,15 y 0,30 metros. Por otra parte, el largo de la placa tiene entre 1,8 y 2,2 metros para vías de ancho métrico, entre 2,3 y 2,7 metros para vías de ancho internacional y entre 2,5 y 2,7 para vías de ancho ibérico.

La abertura central de la placa de hormigón prefabricado de ultra alta resistencia, puede presentar un diámetro exterior entre 200 y 500 mm, siendo preferentemente de 410 mm. En todo caso, el diámetro será tal que asegure un espesor mínimo en la sección central de la placa de 145 mm. Las hendiduras destinadas a alojar los tetones de las aletas del utillaje, pueden presentar un diámetro de entre 10-30 mm, siendo preferentemente de 20 mm.

La abertura central tiene una geometría diseñada especialmente para permitir la introducción del utillaje de manipulación, así como los tetones localizados en las aletas perimetrales, están destinados a alojarse en la hendidura haciendo de anclaje para un correcto desplazamiento por medio del robot industrial, permitiendo centrar y fijar la posición entre la placa prefabricada y el mismo, mejorando su fijación y evitando el movimiento de la placa cuando ésta está siendo desplazada por el robot.

Además, en la cara superior de las placas se colocan, durante su hormigonado, los sistemas de sujeción sobre los que se instalarán posteriormente los carriles.

La geometría de la abertura central de la placa y el utillaje se han diseñado de forma que no se requieren elementos actuadores (motores, pistones, etc.) en el útil. La fijación y aseguramiento de la placa al útil, y por ende al robot, se realiza mediante el movimiento del robot industrial. Ello permite reducir el coste del útil, simplificar su operación y reducir la complejidad del sistema (no se requieren el tendido de cables, tubos, etc.).

La plataforma móvil es capaz de desplazarse por la obra en ejecución y es la herramienta destinada a montar operativamente el robot industrial. Dicha plataforma móvil, puede funcionar tele operada o, completamente autónoma de forma similar a un vehículo autónomo.

El láser 2D de largo alcance puede estar configurado para la detección de las placas prefabricadas en el entorno del robot. Preferentemente, éste se ancla al utillaje de forma que su haz no interfiere con éste y forma parte de él.

El láser 2D de alta precisión puede estar configurado para el guiado preciso del robot con el utillaje operativamente conectado a este, por consiguiente, facilitando la precisa penetración el utillaje en la geometría central de la placa prefabricada. Adicionalmente, puede permitir la detección de la placa colocada previa previamente, también, con la alta precisión necesaria para el montaje de tramos de vía. Al igual que con el sensor 2D de largo alcance, preferiblemente, éste también se ancla al utillaje evitando interferencias en el haz.

Preferentemente, el robot comprende además un controlador maestro del sistema, encargado de gestionar los movimientos del robot y de interpretar la información de los diferentes sensores.

El dispositivo que comprende el robot, la plataforma móvil y el utillaje, integra todos los elementos y sensores en un único dispositivo que no ha de ser intercambiado, modificado o desarmado en ningún momento del proceso. Las principales ventajas de la instalación atajan precisamente algunos de los inconvenientes que presentan otras tipologías de vías en placa existentes. Para empezar, los nuevos elementos están ejecutados con un hormigón de alta resistencia con fibras de acero, lo que simplifica su fabricación y permite elementos más ligeros con una mayor estabilidad estructural. Esto permite, mediante el correcto utillaje, la automatización y una instalación robótica o automatizada, sin significativos y costosos actuadores. En consecuencia, la combinación de las placas con el utillaje diseñado al efecto permite un procedimiento constructivo automatizado, más rápido, eficiente y económico, lo que servirá para contrarrestar una de las principales desventajas de esta tipología de vías: su elevado coste de montaje, debido en gran medida a los reducidos rendimientos constructivos que se logran empleando medios convencionales. A esta facilidad constructiva contribuye también la geometría sencilla de las placas, que se colocan simplemente apoyadas sobre la capa base de hormigón compactado con rodillo, de forma consecutiva sin necesidad de encajar unas placas con otras por medio de complejos enganches o mecanismos.

En un segundo aspecto la presente invención describe un procedimiento de montaje para vías férreas que hace uso de la instalación descrita anteriormente, que permite reducir notablemente la mano de obra, el mantenimiento, así como mejorar la vida útil de la instalación entre otras múltiples ventajas.

Más en particular, en un segundo aspecto la presente invención un procedimiento de montaje para vías férreas, que comprende las siguientes etapas:

A. colocar las placas prefabricadas de hormigón de alta resistencia, agrupadas al lado de la vía y al alcance del robot industrial,

B. realizar un primer barrido con el láser 2D de largo alcance y extraer datos en forma de una nube de puntos que representan el entorno del robot,

C. procesar dichos datos mediante un filtrado y ejecutar un algoritmo para contrastar la nube de puntos con un modelo virtual 3D de la placa prefabricada,

D. colocar el láser 2D de precisión de forma perpendicular y realizar un segundo barrido,

E. comprobar si se detecta geometría de la abertura central de la placa, en caso contrario se reorienta el láser en base a posición del primer barrido y se realiza de nuevo un segundo barrido,

F. procesar datos del segundo barrido mediante un filtrado y ejecutar un algoritmo para contrastar la nube de puntos con un modelo virtual 3D para localizar la abertura central con una precisión sub-milimétrica,

G. introducir verticalmente por medio del robot las aletas del utillaje en la abertura central de la placa de hormigón prefabricada de alta resistencia, los brazos estabilizadores comprimen permitiendo este movimiento,

H. girar las aletas por medio del robot hasta que los tetones coincidan con las hendiduras de la placa prefabricada,

I. mover verticalmente en sentido inverso insertando los tetones del utillaje en la placa prefabricada, como consecuencia, con la ayuda de los brazos estabilizadores, la placa queda firmemente sujetada y lista para ser desplazada por el robot.

Una vez anclada y sujetada por los brazos estabilizadores el robot puede desplazar y posicionar la placa en la posición requerida en obra, ayudándose del escaneado y los datos almacenados previamente por el láser 2D de precisión y el láser 2D de largo alcance. La placa se encaja por su orificio central en el stopper

previamente hormigonado sobre la capa base de hormigón compactado con rodillo.

Una vez ha sido colocada la placa en posición requerida, el robot ejecuta los movimientos descritos en sentido inverso respectivamente y vuelve a la posición de inicio.

El hecho de realizar el montaje de forma automatizada con el procedimiento e instalación propuesta aporta una serie de ventajas respecto a los procedimientos de instalación manuales o semi asistidos. Más concretamente:

- Se incrementa la velocidad de puesta en obra gracias a la automatización de la parte más costosa, en tiempo y medios, del proceso.
- Mejora de la calidad y reducción de errores gracias al ajuste de la posición de las placas de manera automatizada, guiada por sensores de alta precisión.
- Permite obtener un mejor control del proceso montaje: monitorización continua de tiempos de montaje, rendimientos, KPIs;
- Mejora la trazabilidad de la obra, por ejemplo, instalando códigos de lectura o tags RFID en las placas.

Los algoritmos utilizados para este procedimiento pertenecen al estado del arte. Es por ello que se puede emplear una librería de uso común en aplicaciones de visión por computador disponible en el mercado, concretamente HALCON13 de la empresa MvTec. Con estas mejoras se pretende dar solución a un problema tradicionalmente asociado a la puesta en obra de vías en placa, que merma notablemente su implantación a nivel global.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva de una realización preferente de la instalación para vías férreas con placas prefabricadas, donde se muestra claramente el

robot industrial montado sobre la plataforma móvil y las placas prefabricadas dispuestas para ser colocadas.

Figura 2.- Muestra una vista en perspectiva de una realización preferente del utillaje donde se muestra claramente los brazos estabilizadores, respectivos muelles, el láser 2D de precisión y el láser 2D de largo alcance.

Figura 3.- Muestra una vista en perspectiva de una realización preferente del utillaje y de la placa prefabricada donde se muestra las aletas del utillaje y la abertura central de la placa prefabricada de hormigón.

Figura 4.- Muestra un dibujo en detalle de una realización preferente de la abertura central de la placa prefabricada, donde se muestra la hendidura y los salientes de la placa prefabricada de hormigón.

Figura 5.- Muestra una vista superior de una realización preferente de la placa prefabricada de hormigón donde se muestra claramente la abertura central y las hendiduras.

Figura 6.- Muestra una vista lateral de una realización preferente de la placa prefabricada de hormigón donde se muestra un corte de las hendiduras y de la abertura central.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de una realización preferente de un primer aspecto de la invención, de una realización preferente de la Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas, donde se muestra que la instalación comprende una plataforma móvil (5) configurada para desplazarse longitudinalmente por la vía, un robot industrial (3) de alta capacidad de carga conectado operativamente a la plataforma móvil (5), un utillaje (4) conectado al robot industrial (3) y una serie de placas prefabricadas (2) de hormigón dispuestas en fila para ser firmemente sujetadas por el utillaje (4) y desplazada por el robot industrial (3).

La figura 2 muestra una vista en detalle del utillaje (4) en una realización preferente, donde se muestra claramente que incorpora una porción proximal (41) que comprende

una porción distal (43) con un elemento de unión para conectar con el robot (3) industrial, y dos brazos estabilizadores (44) unidos lateralmente a la porción proximal (41) configurados para ejercer presión sobre la placa de hormigón (2) para ser firmemente sujetada cuando es desplazada para aportar estabilidad mientras es desplazada por el robot (3) industrial. Para este fin, en la realización preferente descrita los brazos estabilizadores (42) comprenden sendos muelles (46) para comprimir por ambos lados de la placa prefabricada (2) para sujetar firmemente cuando ésta es desplazada por el robot (3).

Asimismo, la figura 2 muestra el láser 2D de largo alcance (31) unido al utillaje (4) para detectar las placas prefabricadas (2) de hormigón y el láser 2D de alta precisión (32) configurado para guiar el robot (3) a introducir el utillaje en la placa prefabricada (2), dicho laser (32) está unido también al utillaje (4) según la realización preferente descrita.

La figura 3 muestra una vista en perspectiva de una realización preferente de una porción proximal (41) del utillaje y de la placa prefabricada (2). La figura 3 muestra claramente como la sección proximal (41) del utillaje (4) comprende unas aletas (45) perimetrales donde cada aleta (45) comprende una pestaña (48) donde cada pestaña (48) comprende dos tetones (47) transversales a cada aleta (45).

Asimismo, la figura 3 muestra también como la placa prefabricada (2) de hormigón comprende una abertura central (21) destinada a alojar las aletas (45) perimetrales. En la realización preferente descrita, dicha abertura central (21) presenta una configuración de tipo cruz céltica con una abertura anular central destinada a alojar la sección proximal (41) del utillaje (4) que presenta una configuración cilíndrica y hueca

La figura 4 muestra un dibujo en detalle de una realización preferente de la abertura central (21) de la placa prefabricada (2). Se puede observar, como los salientes resultantes (23) de la abertura central (21) de tipo cruz celtica, presentan en su superficie inferior unas hendiduras (22). Dichas (22) hendiduras están destinadas a alojar los tetones (47) de las aletas (45) del utillaje (4). En la realización preferente, cada saliente resultante de la abertura central (1) presenta un grosor menor que la altura total de la placa prefabricada (1), de manera que las aletas del utillaje (4) puedan penetrar por la abertura central (21) y girar en el interior de la placa prefabricada (2), sin necesidad de sobrepasar el recorrido vertical que presenta la

altura de la placa (2). En consecuencia, las placas (1) prefabricadas (2) pueden ser desplazadas incluso si éstas están apoyadas en un suelo plano convencional.

Como consecuencia, el robot (3) industrial, acoplado al utillaje (4), desplaza verticalmente las aletas (45) perimetrales, penetrando a través de la abertura central (21). Posteriormente, el robot (3) gira las aletas (45) hasta coincidir con las hendiduras (22) y se mueve verticalmente de nuevo permitiendo anclar los tetones (47) del utillaje (4) en las hendiduras (22) de la placa (2).

Dicho anclaje, así como los brazos estabilizadores (42) permiten sujetar firmemente la placa prefabricada (2) mientras es desplazada rápidamente por el robot (3) hasta la posición requerida por el proceso de montaje de vías férreas en placas prefabricadas (2) de hormigón como las descritas anteriormente.

La figura 5 muestra una vista superior de la realización preferente descrita donde se muestra una placa prefabricada (2) de hormigón de alta resistencia (UHPC) reforzado con fibras de acero, y se muestra claramente que dicha placa prefabricada (2) comprende una abertura central (21) con una geometría configurada para alojar las aletas (45) del utillaje (4) y unas hendiduras (22) localizadas en una cara inferior de la placa (2) configuradas para alojar los tetones (47) de las aletas (45).

La figura 6 muestra también una vista lateral de la placa prefabricada de hormigón en la realización preferente descrita más arriba. Por consiguiente, la placa prefabricada (2) objeto de la presente invención se ejecuta con hormigón de ultra alta resistencia (UHPC) reforzado con fibras de acero, sin presencia de armaduras pasivas y/o activas. Ésta supone una clara diferencia con la tecnología actual, pues las placas prefabricadas (2) existentes utilizan hormigón convencional pretensado. El hormigón de ultra alta resistencia (UHPC) reforzado con fibras de acero aporta una serie de ventajas asociadas que potencian la funcionalidad de la placa para vías férreas, entre las que cabe destacar que:

- permite definir una geometría más esbelta y manejable sin comprometer la estabilidad estructural del conjunto.
- al carecer de armado, se simplifica enormemente el proceso de fabricación de las placas.
- el hormigón UHPC es mucho más fluido que el convencional, lo que también facilita el proceso de fabricación y la calidad final.

- la durabilidad del UHPC es muy superior a la de los otros hormigones, lo que permite que existan escasos requisitos de mantenimiento.
- las fibras hacen que el análisis de fatiga no resulte determinante y que, aunque se produzcan algunas grietas, no aumenten y se propaguen.

Las placas prefabricadas (2) de hormigón de ultra alta resistencia, son instaladas estando separadas entre sí, quedando unidas únicamente por el carril. Mas en particular, en un segundo aspecto la presente invención se describe un procedimiento de montaje que hace uso de la instalación (1) descrita anteriormente, que comprende las siguientes etapas:

A. colocar las placas prefabricadas (2) de hormigón de alta resistencia, agrupadas al lado de la vía y al alcance del robot (3) industrial,

B. realizar un primer barrido con el láser 2D de largo alcance (31) y extraer datos en forma de una nube de puntos que representan el entorno del robot (3),

C. procesar dichos datos mediante un filtrado y ejecutar un algoritmo para contrastar la nube de puntos con un modelo virtual 3D de la placa prefabricada (2),

D. colocar el láser 2D de precisión (32) de forma perpendicular y realizar un segundo barrido,

E. comprobar si se detecta geometría de la abertura central (21) de la placa (2), en caso contrario se reorienta el láser (32) en base a posición del primer barrido y se realiza de nuevo un segundo barrido,

F. procesar datos del segundo barrido mediante un filtrado y ejecutar un algoritmo para contrastar la nube de puntos con un modelo virtual 3D para localizar la abertura central (21) con una precisión sub-milimétrica,

G. introducir verticalmente por medio del robot (3) las aletas (45) del utillaje (4) en la abertura central (21) de la placa de hormigón prefabricada (2) de alta resistencia, los brazos estabilizadores (44) comprimen permitiendo este movimiento,

H. girar (3) las aletas (45) por medio del robot (3) hasta que los tetones (47) coincidan con las hendiduras (22) de la placa prefabricada (2),

I. mover verticalmente en sentido inverso insertando los tetones (47) del utillaje (4) en la placa prefabricada (2), como consecuencia, con la ayuda de los brazos estabilizadores (44), la placa (2) queda firmemente sujetada y lista para ser desplazada por el robot (3).

Posteriormente, el robot (3) con la placa (2) sujetada realiza un nuevo escaneado mediante el láser de precisión (32) sobre el borde de la placa (2) colocada

previamente, auxiliándose de la posición donde colocó la última placa (2) que tiene almacenada en memoria con una precisión submilimétrica, y coloca la placa (2) sujetada en la posición deseada.

En una realización preferente, el procedimiento de montaje que hace uso de la instalación comprende adicionalmente la etapa de escanear nuevamente el borde de la placa (2) mediante el láser de precisión (32) que ha sido colocada previamente, auxiliándose de la posición almacenada previamente en memoria, y colocar la placa (2) prefabricada que está siendo firmemente sujetada en la posición requerida para la puesta en obra de la vía.

Posteriormente, una vez ha sido colocada la placa en posición, el robot (3) ejecuta los movimientos descritos en G, H, I en sentido inverso y vuelve a la posición de inicio.

El hecho de realizar el montaje de forma automatizada con el procedimiento automatizado y la instalación descrita anteriormente. aporta una serie de ventajas respecto a los procedimientos de instalación manuales o semi asistidos. Más concretamente:

- Se incremente la velocidad de montaje gracias a la automatización de la parte más costosa, en tiempo y medios, del proceso.
- Mejora de la calidad y reducción de errores gracias al ajuste de la posición de las placas automático, guiado por sensores de alta precisión.
- Permite obtener un mejor control del proceso montaje: monitorización continua de tiempos de montaje, rendimientos, KPIs;
- Mejora la trazabilidad de la obra, por ejemplo, instalando códigos de lectura o tags RFID en las placas.

REIVINDICACIONES

1.- Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas, que comprende:
- una plataforma móvil (5) apta para desplazarse longitudinalmente por la vía,
- un robot industrial (3) de alta capacidad de carga unido a la plataforma móvil (5),
- un utillaje (4) conectado al robot industrial (3),
- una placa prefabricada (2) de hormigón configurada para ser firmemente sujetada por el utillaje (4) y desplazada por el robot (3) industrial, **caracterizada por qué**:

- el utillaje (4) comprende una porción proximal (41) que comprende en un extremo unas aletas (45) perimetrales donde cada aleta (45) comprende una pestaña (48) perpendicular a dicha aleta (45) de la que sobresale, al menos, un tetón (47), una porción distal (43) que comprende un elemento de unión para conectar con el robot (3) industrial, y unos brazos estabilizadores (44) unidos perimetralmente a la porción proximal (41) configurados para ejercer presión sobre la placa de hormigón (2) para ser firmemente sujetada cuando es desplazada, y
- la placa prefabricada (2) es de hormigón de alta resistencia (UHPC) reforzado con fibras de acero y comprende una abertura central (21) dotada de una porción anular central para alojar la sección proximal (41) y unas ranuras para alojar las aletas (45) del utillaje (4). y comprende, además, unas hendiduras (22) localizadas en una cara inferior de la placa (2) configuradas para alojar los tetones (47) de las aletas (45).

2.- La Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas de la reivindicación 1, en la que el robot industrial (3) comprende un láser 2D de largo alcance (31) unido al utillaje (4) para detectar las placas prefabricadas (2) de hormigón, y un láser 2D de alta precisión (32) unido también al utillaje (4) para guiar al robot (3) a introducir con precisión las aletas (45) del utillaje (4) en la abertura central (21).

3.- La Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas de la reivindicación 1, en la que la porción proximal (41) del utillaje (4) es cilíndrica y hueca destinada a alojar retenedores preexistentes en la construcción de vías férreas.

4.- La Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas de la reivindicación 1, en que el utillaje (4) presenta cuatro aletas (45) con un diámetro exterior de 200-500 mm.

5.- La Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas de la reivindicación 1, en la que los brazos estabilizadores (44) comprenden muelles (46) para comprimir y sujetar las placas prefabricadas (2) cuando es desplazada por el robot industrial (3).

6.- La Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas de la reivindicación 1, en la que cada pestaña (48) comprende dos tetones (47).

7.- La Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas de la reivindicación 1, en la que la placa (2) de hormigón comprende un ancho de 0,6 – 0,75 metros, un alto de 0,15 – 0,3 metros, y un largo de 1,8 – 2.9 metros para vías de ancho métrico, 2,3 - 2,7 metros para vías de ancho internacional y 2,5 - 2,7 para vías de ancho ibérico.

8- La Instalación (1) para vías férreas con placas prefabricadas de la reivindicación 7, en la que la placa prefabricada (2) comprende adicionalmente unos salientes (23) centrales delimitados por la abertura central (21) que comprenden un grosor inferior al alto de la placa prefabricada (2).

9.- Procedimiento de montaje que hace uso de la instalación descrita en una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

A. colocar las placas prefabricadas (2) de hormigón de alta resistencia, agrupadas al lado de la vía y al alcance del robot (3) industrial,

B. realizar un primer barrido con el láser 2D de largo alcance (31) y extraer datos en forma de una nube de puntos que representan el entorno del robot (3),

C. procesar dichos datos mediante un filtrado y ejecutar un algoritmo para contrastar la nube de puntos con un modelo virtual 3D de la placa prefabricada (2),

D. colocar el láser 2D de precisión (32) de forma perpendicular y realizar un segundo barrido,

E. comprobar si se detecta geometría de la abertura central (21) de la placa (2), en caso contrario se reorienta el láser (32) a posición del primer barrido y se realiza de nuevo un segundo barrido,

F. procesar datos del segundo barrido mediante un filtrado y ejecutar un algoritmo para contrastar la nube de puntos con un modelo virtual 3D para localizar la abertura central (21) con una precisión sub-milimétrica,

G. introducir verticalmente por medio del robot (3) las aletas (45) del utillaje (4) en la abertura central (21) de la placa de hormigón prefabricada (2) de alta resistencia, los brazos estabilizadores (44) comprimen permitiendo este movimiento,

H. girar (3) las aletas (45) por medio del robot (3) hasta que los tetones (47) coincidan con las hendiduras (22) de la placa prefabricada (2),

I. mover verticalmente en sentido inverso insertando los tetones (47) del utillaje (4) en la placa prefabricada (2), como consecuencia, con la ayuda de los brazos estabilizadores (44), la placa (2) queda firmemente sujetada y lista para ser desplazada por el robot (3).

10.- El Procedimiento de montaje de la reivindicación 9, que comprende adicionalmente la etapa de escanear con el láser 2D de precisión (32) el borde de la placa (2) colocada previamente, auxiliándose de la posición almacenada previamente en memoria y posteriormente colocar la placa (2) sujetada en posición requerida en la de la vía.

11.- El Procedimiento de montaje de la reivindicación 9, que comprende la etapa de ejecutar los movimientos descritos en G, H, I en sentido inverso y volver a la posición de inicio.

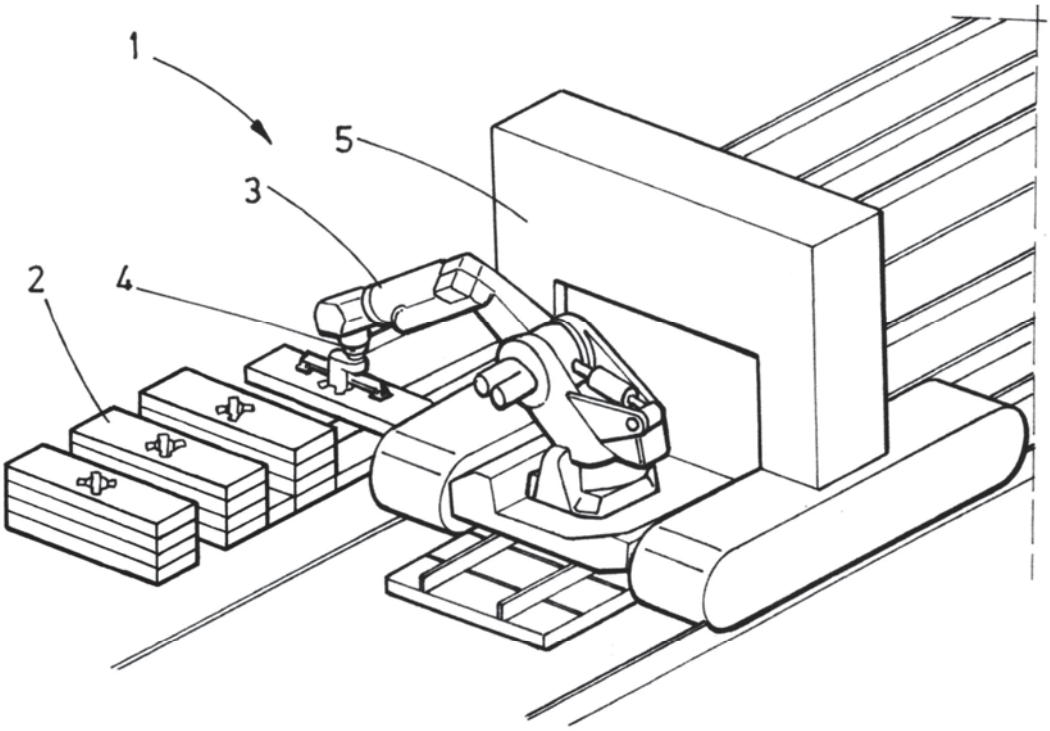


FIG.1

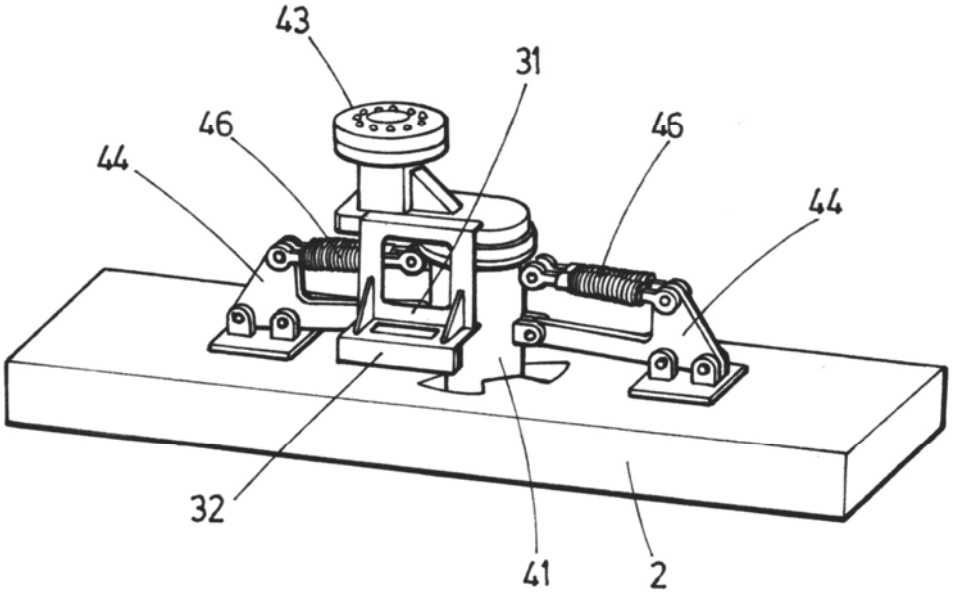


FIG.2

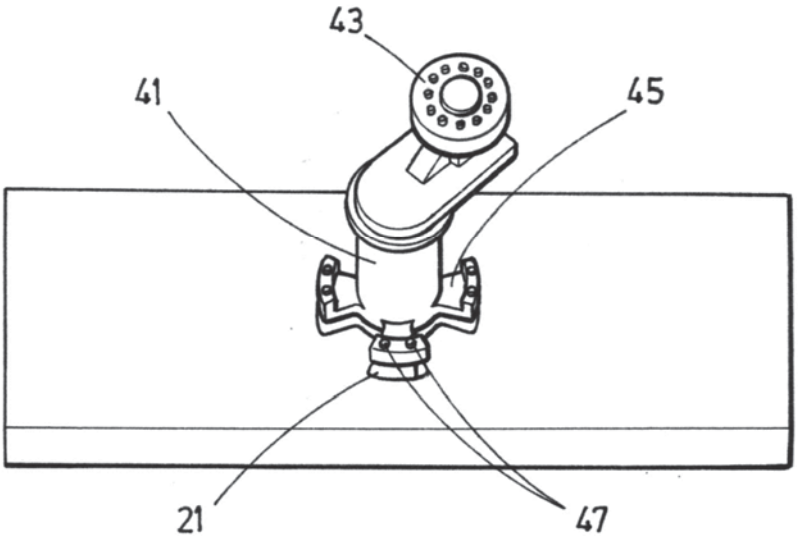


FIG.3

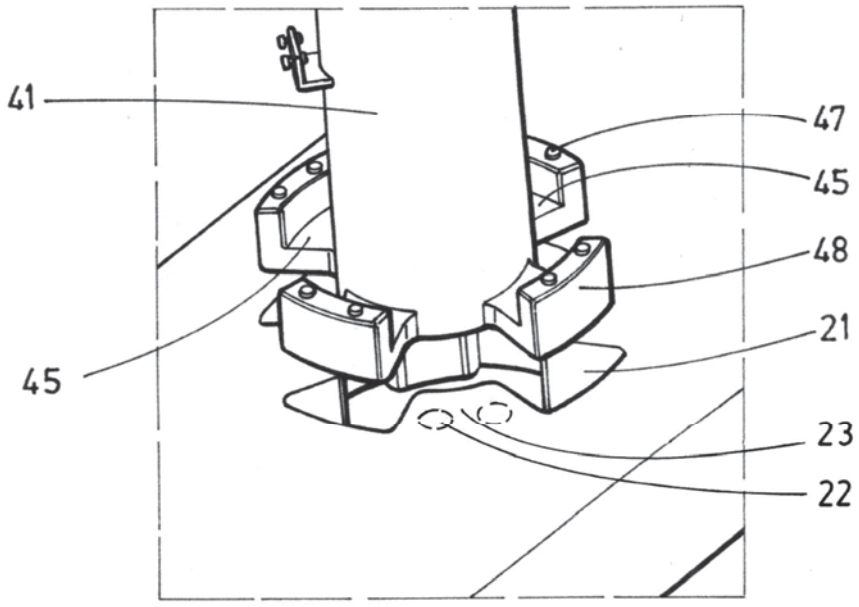


FIG.4

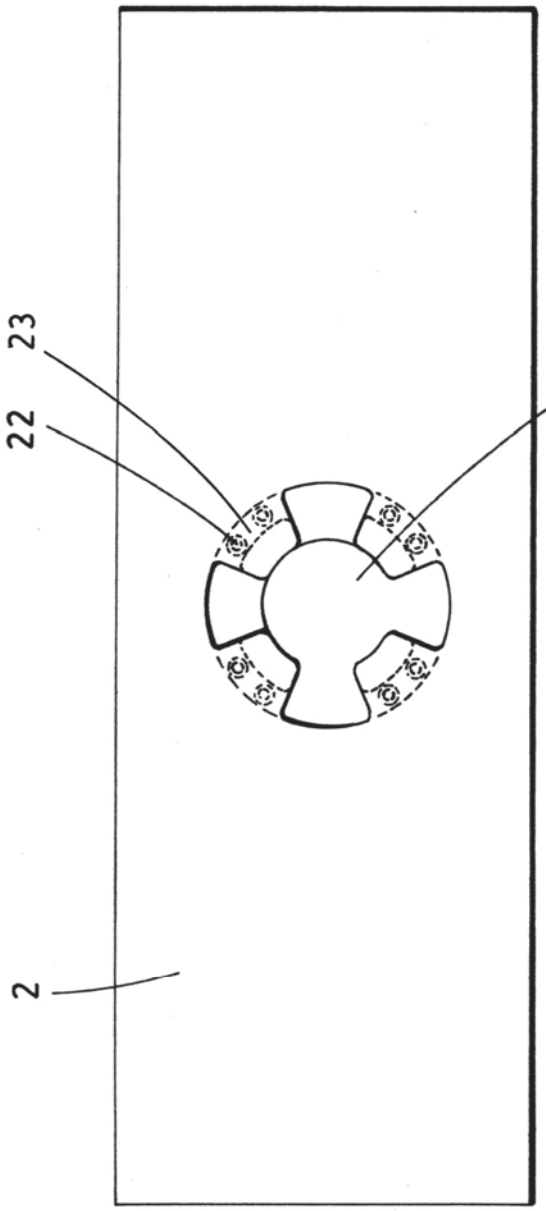


FIG.5

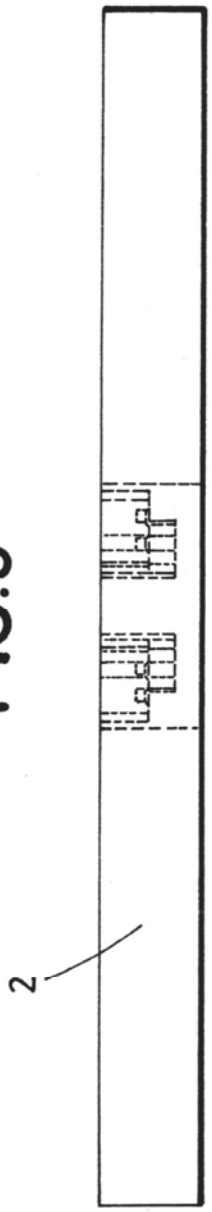


FIG.6