



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 053**

51 Int. Cl.:
E01B 29/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07290191 .1**

96 Fecha de presentación : **15.02.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1826319**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.08.2007**

54 Título: **Procedimiento y sistema de inserción de elementos en el suelo, soporte de grabación de informaciones para este procedimiento.**

30 Prioridad: **23.02.2006 FR 06 01595**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.02.2011

73 Titular/es: **ALSTOM TRANSPORT S.A.**
3, avenue André Malraux
92300 Levallois-Perret, FR

72 Inventor/es: **Milesi, Nicolas y**
Robertson, Ian

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 352 053 T3

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

DESCRIPCIÓN

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de inserción de elementos en el suelo, y a un soporte de grabación de informaciones para este
5 procedimiento.

[0002] Existen procesos de inserción de un elemento precedente $i - 1$ y luego de un elemento siguiente i en el suelo a lo largo de una trayectoria teórica para la realización de una obra con ayuda de un brazo de inserción guiado en desplazamiento. Estos procesos existentes comprenden:

10

- una etapa de establecimiento de posiciones nominales en las cuales los elementos deben ser insertados en el suelo en función de la trayectoria teórica,

- una etapa de guiado automático del brazo de inserción hacia una posición blanco en la cual debe ser insertado el elemento siguiente en función de la posición nominal

15 establecida para el elemento siguiente y de medidas topográficas.

[0003] Por ejemplo, estos procesos se utilizan para insertar zapatas en losas de hormigón para soportar raíles de una vía de ferrocarril. En particular, esto se utiliza durante la realización de vías de ferrocarril sin balasto o sin traviesa. Por ejemplo,
20 estos procesos de inserción se describen en las solicitudes de patente EP 0 803 609 y EP 1 178 153.

[0004] El brazo de inserción debe ser dispuesto por encima del suelo con gran precisión. Para ello, es conocido controlar el desplazamiento del brazo en función de medidas topográficas (ver EP 1 178 153).

25 [0005] Estos procesos son satisfactorios. En particular, permiten posicionar cada elemento con un error absoluto reducido con respecto a la posición nominal en la cual este elemento debería ser insertado. Por « error absoluto de posicionamiento del elemento i » se designa aquí a la diferencia D_{ai} entre la posición de las coordenadas X_{mi} , Y_{mi} , Z_{mi} en la cual el elemento i es realmente insertado en el suelo y la posición
30 nominal de las coordenadas X_{ni} , Y_{ni} , Z_{ni} establecida para este elemento. Los procesos existentes permiten mantener el error absoluto en un intervalo comprendido entre, por ejemplo, +/- 1 mm. Se dice entonces que la precisión absoluta del procedimiento es de +/- 1 mm.

[0006] Con una tal precisión absoluta, el error relativo D_{ri} de posicionamiento entre el
35 elemento $i - 1$ y el elemento i está comprendido en un intervalo que es dos veces mayor

que aquel tolerado para el error absoluto. Por error relativo D_{ri} de posicionamiento entre el elemento $i-1$ y el elemento i se designa la diferencia entre el error absoluto D_{ai} de posicionamiento del elemento i y el error absoluto D_{ai-1} de posicionamiento del elemento $i-1$.

5 **[0007]** En el caso de vías de ferrocarril, el error absoluto está limitado para impedir que los pasajeros de un tren puedan sentir vibraciones molestas. Los procesos existentes permiten alcanzar este objetivo.

[0008] Sin embargo, en los procesos existentes, no se hace nada para reducir el error relativo de posicionamiento. Por eso, en un caso extremo, puede darse la situación
10 siguiente. El elemento $i-1$ presenta un error absoluto de + 1 mm en una dirección y el elemento i presenta un error absoluto de - 1 mm en la misma dirección. Estos dos errores absolutos están cada uno en el intervalo de los errores absolutos aceptables. Sin embargo, en estas condiciones, el error relativo D_{ri} es igual a 2 milímetros, lo cual puede ser considerado como inaceptable, puesto que, por ejemplo, esto puede provocar
15 vibraciones molestas para los pasajeros.

[0009] Es por lo tanto deseable reducir el error relativo.

[0010] La invención se propone satisfacer este deseo proponiendo un procedimiento de inserción de elementos en el suelo que permite reducir el error relativo de posicionamiento de estos elementos que comprende las características enunciadas en la
20 reivindicación 1.

[0011] La invención tiene por lo tanto por objeto un procedimiento de inserción de un elemento precedente y luego de un elemento siguiente en el suelo en el cual el procedimiento comprende:

25 - una etapa de determinación de un error absoluto de posicionamiento del elemento precedente con respecto a la posición nominal en la cual el elemento precedente debería ser insertado, y

- la etapa de guiado automático del brazo de inserción hacia una posición blanco en la
30 cual debe ser insertado el elemento siguiente también se realiza en función del error absoluto de posicionamiento determinado para el elemento precedente para reducir el error de posicionamiento relativo del elemento siguiente con respecto al elemento precedente.

[0012] En el procedimiento de más arriba, el hecho de tener en cuenta el error absoluto de posicionamiento del elemento precedente durante el guiado del brazo de inserción hacia la posición blanco en la cual debe ser insertado el elemento siguiente permite reducir el error relativo de posicionamiento de este elemento siguiente con respecto al
5 elemento precedente.

[0013] Los modos de realización de este procedimiento pueden comprender una o varias de las características siguientes:

- una etapa de cálculo de la posición blanco añadiendo a al menos una coordenada de la posición nominal en una dirección determinada, la mitad del error absoluto de
10 posicionamiento del elemento precedente en la misma dirección;
- una operación de medida de la posición en la cual el brazo de inserción inserta el elemento precedente en el suelo, realizándose esta medida por una estación de medida posicionada en un hito de medidas topográficas, y una operación de sustracción de la posición medida en la posición nominal establecida para el elemento precedente;
- 15 - la etapa de guiado también se realiza en función de medidas de la posición del brazo de inserción realizadas:

. por una primera estación de medida colocada en un primer hito de medidas topográficas cuando el brazo se desplaza a lo largo de una primera sección de la
20 trayectoria teórica, y

. por una segunda estación de medida colocada en un segundo hito de medidas topográficas distante del primer hito, cuando el brazo de inserción se desplaza a lo largo de una segunda sección de la trayectoria teórica, y en el cual el procedimiento comprende:

25 . una etapa de estimación de la separación dimensional entre las coordenadas de la posición del brazo de inserción obtenidas a partir de las medidas de la primera estación y las coordenadas para la misma posición del brazo de inserción obtenidas a partir de las medidas de la segunda estación, y

. durante la etapa de guiado, el brazo de inserción es guiado hacia la posición blanco
30 también en función de esta separación estimada para reducir el error de posicionamiento relativo del elemento siguiente con respecto al elemento precedente durante el paso de la primera sección hacia la segunda sección;

- la separación estimada se utiliza para guiar el brazo de inserción al menos para la inserción de los \underline{n} primeros elementos sucesivos a lo largo de la segunda sección, donde \underline{n} es un número entero superior o igual a diez;
 - una etapa de cálculo de la posición blanco de los \underline{n} primeros elementos sucesivos de la segunda sección añadiendo a al menos una de las coordenadas de la posición nominal en una dirección determinada, la separación estimada en esta misma dirección dividida por \underline{n} ;
 - los elementos insertados en el suelo son unas zapatas de vía de ferrocarril.
- 10 **[0014]** Estos modos de realización del procedimiento presentan además las ventajas siguientes:
- calcular la posición blanco añadiendo a las coordenadas de la posición nominal la mitad del error absoluto de posicionamiento del elemento precedente permite
- 15 minimizar el error relativo de posicionamiento,
- guiar el brazo de inserción hacia la posición blanco en función de la separación estimada entre las medidas realizadas con ayuda de las estaciones primera y segunda de medida permite, por ejemplo, mantener el error relativo de posicionamiento del elemento siguiente con respecto al elemento precedente en un intervalo aceptable
- 20 durante el paso entre las secciones primera y segunda de la trayectoria teórica,
- guiar el brazo de inserción en función de la separación estimada para la inserción de al menos los diez primeros elementos sucesivos a lo largo de la segunda sección permite hacer una recuperación progresiva de esta separación estimada manteniendo a la vez los errores de posicionamiento en un intervalo aceptable.
- 25 **[0015]** La invención también tiene por objeto un soporte de grabación de informaciones provisto de instrucciones para la ejecución del procedimiento de más arriba cuando estas instrucciones son ejecutadas por un calculador electrónico.
- [0016]** La invención también tiene por objeto un sistema de inserción de un elemento precedente y luego de un elemento siguiente en el suelo a lo largo de una trayectoria
- 30 teórica para la realización de una obra, comprendiendo este sistema:
- un brazo de inserción guiado en desplazamiento, siendo este brazo capaz de insertar los elementos en el suelo,
 - al menos una estación de medida posicionada en un primer hito de medidas
- 35 topográficas, siendo esta estación capaz de medir la posición del brazo de inserción, y

- una unidad de guiado de los desplazamientos del brazo de inserción en función de medidas topográficas y de la trayectoria teórica.

[0017] Esta unidad de guiado es capaz de ejecutar el procedimiento de inserción de
5 más arriba.

[0018] La invención será mejor comprendida con la lectura de la descripción siguiente, determinada únicamente a título de ejemplo no limitativo y hecha haciendo referencia a los dibujos en los cuales:

- 10 - la figura 1 es una ilustración esquemática en perspectiva de un sistema de inserción de zapatas para la construcción de una vía de ferrocarril,
- la figura 2 es una ilustración esquemática de una zapata que puede ser insertada con ayuda del sistema de la figura 1,
- la figura 3 es una ilustración esquemática con vistas de encima del sistema de la
15 figura 1, y
- la figura 4 es un organigrama de un procedimiento de inserción de zapatas con ayuda del sistema de la figura 1.

[0019] La figura 1 representa un sistema 2 de inserción de zapatas 4 en una losa de
20 hormigón 6.

[0020] En lo que sigue de esta descripción, no se describirán en detalle las características y funciones bien conocidas por el experto en la materia.

[0021] El sistema 2 comprende un vehículo 10 de transporte de un dispositivo controlable 12 de inserción de las zapatas 4.

25 **[0022]** El vehículo 10 está montado sobre cuatro ruedas, de las cuales dos son directrices y las otras dos son motrices lo cual permite asegurar un desplazamiento autónomo de este vehículo según una dirección determinada. El vehículo 10 comprende una cara trasera a la cual está fijado, sin ningún grado de libertad, el dispositivo 12.

30 **[0023]** El dispositivo 12 comprende un brazo 14 de inserción de las zapatas y un mecanismo controlable 16 de posicionamiento del brazo 14 con respecto a la superficie superior de la losa de hormigón 6.

[0024] El brazo 14 es capaz de insertar simultáneamente dos zapatas 4 en la losa 6 cuando esta aún no ha fraguado. A tal efecto, el brazo 14 es capaz de emplear el

procedimiento de inserción descrito en la solicitud de patente EP 0 803 609 consistente en hacer vibrar la losa 6 aún fresca durante la inserción de las zapatas.

[0025] Por ejemplo, el brazo 14 tiene una forma general en H y soporta por su parte inferior dos cilindros en el extremo de los cuales están fijadas dos zapatas 4 destinadas a ser insertadas en la losa 6 recientemente vertida. El brazo 14 es capaz de mantener las zapatas 4 a una distancia entre sí que corresponde al gálibo de la vía de ferrocarril a instalar. El brazo 14 comprende solamente un grado de libertad que permite desplazar las zapatas 4 a fijar a lo largo de un eje Z. El eje Z está aquí definido como siendo perpendicular a la superficie superior de la losa 6. En la figura 1 también se han representado un eje X paralelo a la dirección de desplazamiento del vehículo 10 y un eje Y perpendicular a los ejes X y Z. Estos ejes X, Y, Z son, por ejemplo, solidarios del vehículo 10 y definen unas direcciones ortogonales.

[0026] El brazo 14, por ejemplo, se describe con más detalle en la solicitud de patente EP 0 803 609.

[0027] El mecanismo 16 es capaz de desplazar el brazo 14 con seis grados de libertad a saber tres grados de libertad en rotación alrededor de los ejes X, Y y Z y tres grados de libertad en translación alrededor de los ejes X, Y y Z.

[0028] El vehículo 10 también comprende una unidad de guiado 20 capaz de guiar el dispositivo 12 en función de medidas topográficas y de medidas recibidas mediante un receptor 22.

[0029] La unidad 20 también es capaz de controlar el desplazamiento del vehículo 10.

[0030] La unidad 20 se realiza, por ejemplo, con ayuda de un calculador electrónico programable embarcado en el vehículo 10 capaz de ejecutar el procedimiento de la figura 4. A tal efecto, el calculador está conectado a un soporte de grabación 26 que contiene instrucciones para la ejecución del procedimiento de la figura 4 cuando estas instrucciones son ejecutadas por el calculador.

[0031] El brazo 14 comprende sobre su cara trasera unos reflectores 30 capaces de cooperar con una estación de medida 32 instalada en la orilla de la vía de ferrocarril a instalar. Por ejemplo, tres reflectores 30 están fijados al brazo 14.

[0032] También hay un reflector 34 fijado al chasis del vehículo 10. Por ejemplo, este reflector 34 está montado sobre el techo del vehículo 10.

[0033] La estación 32 está instalada sobre un trípode dispuesto en la vertical de un hito 36 de medidas topográficas. Previamente, se ha medido la posición geográfica del hito 36 en un referencial ligado a la tierra y es conocida por la unidad 20.

[0034] La estación 32 comprende un dispositivo láser de medida de distancias dotado de una óptica emisora y de una óptica receptora que permite conocer con precisión muy elevada la distancia y el ángulo que separan a la estación 32 del conjunto de los reflectores 30 y 34 llevados respectivamente por el brazo 14 y el vehículo 10.

5 **[0035]** La estación 32 también está dotada de un emisor radio 38 que envía el resultado de las medidas efectuadas en cada instante por el dispositivo 32 en dirección del receptor 22 llevado por el vehículo 10.

[0036] Se ofrecen más detalles acerca del guiado del brazo 14 en función de las medidas topográficas y de las medidas de la estación 32 en la solicitud de patente EP 1
10 178 153.

[0037] La figura 2 representa un ejemplo de una zapata 4 destinada a recibir a un raíl y a transmitir a la losa 6 la fuerza ejercida por un vehículo ferroviario que circula sobre este raíl.

[0038] A tal efecto, la zapata 4 comprende una placa 40 de un material rígido, tal como
15 fundición, y dos anclajes 42 que tienen cada uno un vástago roscado que permite fijar un raíl a la zapata 4 mediante unas tuercas. La zapata 4 también comprende dos vástagos 44 de sellado que tienen una forma generalmente cilíndrica que garantiza la retención en la losa 6 una vez que esta losa ha fraguado.

[0039] La figura 3 representa el vehículo 10 durante su desplazamiento a lo largo de
20 una trayectoria teórica 50. La dirección de desplazamiento del vehículo 10 a lo largo de la trayectoria 50 se representa mediante una flecha 52. En esta figura 3, los elementos ya descritos frente a la figura 1 llevan las mismas referencias numéricas. Las coordenadas de la trayectoria 50 en el referencial solidario de la tierra son, por ejemplo, grabados en la memoria 26.

25 **[0040]** Más concretamente, esta figura 3 representa una sección 54 de la trayectoria 50 en la cual solamente se utilizan las medidas de la estación 32 para guiar el brazo de inserción.

[0041] Puesto que el alcance de la estación 32 está limitado, unos hitos de medidas topográficas están dispuestos a intervalos regulares a lo largo de la trayectoria 50. Por
30 ejemplo, los hitos de medidas topográficas están dispuestos a lo largo de la trayectoria 50, cada 50 a 100 metros. Aquí, solamente se han representado tres hitos suplementarios 56 a 58. El hito 57 está dispuesto inmediatamente aguas abajo del hito 36. Aguas abajo se define aquí con respecto a la dirección de desplazamiento del vehículo 10.

[0042] El sistema 2 también comprende una segunda estación 60 de medida de la posición del brazo 14 posicionada en el hito 57 de medidas topográficas. Esta estación 60 es, por ejemplo, idéntica a la estación 32 y permite medir la posición del brazo 14 cuando el vehículo 10 se desplaza por una sección 62 de la trayectoria 50.

5 **[0043]** En el sistema 2, las secciones 54 y 62 se solapan parcialmente en un intervalo ΔC .

[0044] El funcionamiento del sistema 2 se va a describir ahora frente al procedimiento de la figura 4, en el caso particular en el que el vehículo 10 está inicialmente en la sección 54 de la trayectoria 50.

10 **[0045]** El procedimiento empieza con una fase 70 de utilización de solamente las medidas de la estación 32 para guiar el brazo de inserción 14.

[0046] Más concretamente, durante una etapa 74, la unidad 20 guía el brazo 14 hacia una posición blanco precalculada en la cual debe ser insertado un par $i - 1$ de zapatas en función de las coordenadas X_{ci-1} , Y_{ci-1} , Z_{ci-1} . Las coordenadas X_{ci-1} , Y_{ci-1} , Z_{ci-1}
15 han sido calculadas previamente. El cálculo de estas coordenadas se describirá a continuación en el caso particular de las coordenadas X_{ci} , Y_{ci} y Z_{ci} de la posición blanco donde debe ser insertado el par siguiente i de zapatas.

[0047] Durante la etapa 74, la unidad 20 controla, durante una operación 76, el desplazamiento del vehículo 10 a lo largo de la trayectoria 50 para posicionar el brazo
20 14 a proximidad de la posición blanco en la cual debe ser insertado el par $i - 1$ de zapatas. Típicamente, tras la operación 76, el brazo 14 queda situado a ± 1 cm de la posición blanco.

[0048] Una vez alcanzada la posición blanco, durante una operación 78, la unidad 20 controla el mecanismo 16 para posicionar el brazo 14 en la posición blanco con una
25 precisión superior. Típicamente, tras la operación 78, el brazo 14 queda situado a ± 1 mm de la posición blanco.

[0049] Una vez finalizada la etapa 74, durante una etapa 80, la unidad 20 determina el error absoluto de posicionamiento del par $i - 1$ de zapatas con respecto a una posición nominal en la cual se debía insertar. Aquí, la posición nominal se representa mediante
30 las coordenadas X_{ni-1} , Y_{ni-1} y Z_{ni-1} de la posición del brazo de inserción. El establecimiento de las coordenadas nominales se describe más en detalle a continuación en el caso particular de las coordenadas X_{ni} , Y_{ni} y Z_{ni} de la posición nominal del siguiente par i de zapatas.

[0050] Más concretamente, durante la etapa 80, la estación 32 mide, durante una
35 operación 82, la posición del brazo 14 y transmite la posición medida a la unidad 20.

[0051] Durante la operación 82, la unidad 20 adquiere las coordenadas X_{mi-1} , Y_{mi-1} y Z_{mi-1} de la posición del brazo 14 medida. Estas coordenadas están, por ejemplo, expresadas en una referencia ortonormal cuyos ejes son paralelos a los ejes X, Y y Z y que es fija con respecto al hito 36.

5 **[0052]** A continuación, durante una operación 84, las coordenadas medidas son sustraídas a las coordenadas X_{ni-1} , Y_{ni-1} , Z_{ni-1} de la posición nominal en la cual el par $i - 1$ de zapatas debería ser insertado en teoría. Tras la operación 84, se obtiene el error absoluto D_{ai-1} de posicionamiento del par $i - 1$ de zapatas.

[0053] A continuación, durante una etapa 86, el par de zapatas $i - 1$ se inserta en la losa
10 6 de hormigón fresco empleando, por ejemplo, el procedimiento descrito en EP 0 803 609. Durante la etapa 86, el brazo 14 se mantiene en la posición medida durante la operación 82.

[0054] Una vez insertado el par $i - 1$ de zapatas, durante una etapa 88, la unidad 20 establece las coordenadas X_{ni} , Y_{ni} y Z_{ni} de la posición nominal en la cual debe ser
15 insertado el par i de zapatas siguiente. Por ejemplo, conociendo las coordenadas de la trayectoria 50 y una separación predeterminada entre dos pares de zapatas sucesivas a lo largo de esta trayectoria, la unidad 20 puede calcular las coordenadas X_{ni} , Y_{ni} y Z_{ni} de la posición nominal en la cual debe ser insertado, en teoría, el par i de zapatas. Para que estas coordenadas sean explotables por la unidad 20 durante el guiado del brazo de
20 inserción, estas deben compararse con las coordenadas de la posición actual del vehículo. Esta comparación solamente puede realizarse si las coordenadas actuales del brazo o del vehículo y las coordenadas nominales se comparan en una referencia común. Para expresar estas diferentes coordenadas en una referencia común, se utilizan las medidas topográficas del hito 36 y las medidas de la estación 32. Por ejemplo, aquí,
25 la referencia común es la referencia ortonormal cuyas direcciones son colineales con los ejes X, Y y Z anteriormente definidos y por lo tanto el origen está fijo con respecto al hito de medidas topográficas 36. A partir de ese momento, utilizando las medidas topográficas del hito 36, las coordenadas X_{ni} , Y_{ni} y Z_{ni} se expresan en esta referencia común. La referencia común se utiliza también, por ejemplo, para expresar las
30 coordenadas X_{ci} , Y_{ci} y Z_{ci} así como las coordenadas X_{ni} , Y_{ni} y Z_{ni} .

[0055] A continuación, durante una etapa 90, la unidad 20 calcula las coordenadas X_{ci} , Y_{ci} y Z_{ci} de la posición blanco en la cual debe ser insertado el siguiente par i de zapatas. Estas coordenadas están expresadas en la referencia común. Durante la etapa 90, se calcula la posición blanco en función del error absoluto D_{ai-1} determinado
35 durante la etapa 80. Más concretamente, para la inserción de los n primeros pares de

zapatas de la sección 54, las coordenadas X_{ci} , Y_{ci} y Z_{ci} son, por ejemplo, calculadas con ayuda de las relaciones siguientes:

$$\begin{aligned} X_{ci} &= X_{ni} + (D_{x,i-1}/2) + E_x/n \\ X_{ci} &= Y_{ni} + (D_{y,i-1}/2) + E_y/n \\ 5 \quad Z_{ci} &= Z_{ni} + (D_{z,i-1}/2) + E_z/n \end{aligned} \quad (1)$$

donde:

- $D_{x,i-1}$, $D_{y,i-1}$ y $D_{z,i-1}$ son las coordenadas del error absoluto D_{i-1} determinado durante la etapa 80, respectivamente según los ejes X, Y y Z de la referencia común, y
- E_x , E_y y E_z son las coordenadas, respectivamente según los ejes X, Y y Z de la referencia común, de una separación de medida E entre las medidas realizadas a partir de la estación 32 y de una estación precedente colocada en el hito 56.

15 **[0056]** La estimación de las coordenadas E_x , E_y y E_z se describe más en detalle a continuación en el caso particular de la separación de medidas de las estaciones 32 y 60.

[0057] Típicamente, \underline{n} es un entero superior o igual a diez.

20 **[0058]** Si durante la etapa 90, el par de zapatas siguiente a insertar no forma parte de las \underline{n} primeras zapatas de la sección, entonces se calculan las coordenadas X_{ci} , Y_{ci} , y Z_{ci} con ayuda de la relación siguiente:

$$\begin{aligned} X_{ci} &= X_{ni} + (D_{x,i-1}/2) \\ X_{ci} &= Y_{ni} + (D_{y,i-1}/2) \\ 25 \quad Z_{ci} &= Z_{ni} + (D_{z,i-1}/2) \end{aligned} \quad (2)$$

[0059] Tras la etapa 90, el procedimiento vuelve a la etapa 74 para insertar el par \underline{i} de zapatas siguiente.

[0060] Las etapas 74 a 90 se reiteran en bucle mientras el brazo 14 recorre la sección 54 de la trayectoria 50.

30 **[0061]** Sin embargo, cuando el brazo 14 alcanza el intervalo de solapamiento ΔC , en paralelo con la etapa 80, la estación 60 mide, durante una etapa 94, la posición del brazo 14. La etapa 94 se realiza preferentemente simultáneamente con la etapa 82, para reducir los errores de medida de la separación E.

35 **[0062]** A continuación, la estación 60 envía las medidas realizadas a la unidad 20, durante una etapa 96.

[0063] Durante una etapa 98, la unidad 20 estima la separación E entre las medidas realizadas por la estación 32 y las realizadas por la estación 60. A tal efecto, durante la etapa 98, la unidad 20 establece el valor de las coordenadas E_x , E_y y E_z a partir de la diferencia entre las medidas realizadas en el transcurso de las etapas 82 y 94 así como
5 en función de las medidas topográficas de los hitos 36 y 57. Efectivamente, se ha observado que las coordenadas X_{mi} , Y_{mi} , Z_{mi} obtenidas a partir de las medidas realizadas por la estación 32 no son estrictamente idénticas a las obtenidas a partir de las medidas de la estación 60. Esta separación dimensional E, puede conducir entonces durante el paso de la sección 54 a la sección 62 a una superación de los valores
10 admisibles para el error relativo. Tras la etapa 98, los valores E_x , E_y y E_z son almacenados con la finalidad de ser utilizados durante la inserción de los \underline{n} primeros pares de zapatas de la sección 62.

[0064] Cuando el brazo 14 ha recorrido la totalidad de la sección 54, finaliza entonces la etapa 70 y se inicia una nueva fase 100 de utilización de únicamente las medidas de
15 la estación 60 para guiar el brazo 14 durante el recorrido de la sección 62.

[0065] Al principio de esta fase 100, los valores E_x , E_y y E_z utilizados durante el cálculo de las coordenadas de la posición blanco de los \underline{n} primeras pares a insertar son los estimados durante la etapa 98 de la fase de utilización precedente.

[0066] En paralelo con la etapa 100, por ejemplo, la estación 32 es desplazada y
20 posicionada en el hito 58 situado inmediatamente aguas abajo del hito 57. A partir de ese momento, se reitera el procedimiento que ha sido descrito en el caso particular de las secciones 54 y 62 entre la sección 62 y la sección inmediatamente dispuesta aguas abajo de esta. Así, se reiteran las fases 70 y 100 a lo largo de todo el recorrido de la trayectoria 50 por el vehículo 10.

25 [0067] Muchos otros modos de realización son posibles. Por ejemplo, las estaciones 32 y 60 están adaptadas, como variante, para comunicar entre sí las medidas realizadas de una misma posición del brazo 14. A partir de las medidas de las estaciones 32 y 60, la estación 32 y/o la estación 60 corrigen sus propias medidas con la finalidad de asegurar una recuperación progresiva de la separación E durante el paso de la sección
30 54 a la sección 62.

[0068] El cálculo de la posición blanco en función del error absoluto de posicionamiento del par de zapatas precedente puede llevarse a cabo sin tener en cuenta la separación E. A la inversa, las enseñanzas que se han descrito aquí para recuperar progresivamente la separación E pueden llevarse a cabo sin corrección de la

posición blanco en función del error absoluto de posicionamiento del par de zapatas precedente.

[0069] Se pueden utilizar otras referencias comunes, por ejemplo, la referencia común puede ser solidaria del vehículo 10.

- 5 **[0070]** El procedimiento de inserción descrito aquí en el caso particular de inserción de zapatas para soportar vías de ferrocarril puede ser adaptado para insertar cualquier elemento necesario para la realización de una obra.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de inserción de un elemento precedente y luego de un elemento siguiente en el suelo a lo largo de una trayectoria teórica (50) para la realización de una obra con ayuda de un brazo de inserción guiado en desplazamiento, comprendiendo este procedimiento:

- una etapa (88) de establecimiento de posiciones nominales en las cuales los elementos deben ser insertados en el suelo en función de la trayectoria teórica,
- 10 - una etapa (74) de guiado automático del brazo de inserción hacia una posición blanco en la cual debe ser insertado el elemento siguiente en función de la posición nominal establecida para el elemento siguiente y de medidas topográficas,

caracterizado por el hecho de que el procedimiento comprende:

15

- una etapa (80) de determinación de un error absoluto de posicionamiento del elemento precedente con respecto a la posición nominal en la cual el elemento precedente debería haber sido insertado, **y por el hecho de que**
- la etapa (74) de guiado automático del brazo de inserción hacia una posición blanco
- 20 en la cual debe ser insertado el elemento siguiente también se realiza en función del error absoluto de posicionamiento determinado para el elemento precedente para reducir el error de posicionamiento relativo del elemento siguiente con respecto al elemento precedente.

25 **2.** Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual el procedimiento comprende una etapa (90) de cálculo de la posición blanco añadiendo a al menos una coordenada de la posición nominal en una dirección determinada, la mitad del error absoluto de posicionamiento del elemento precedente en la misma dirección.

30 **3.** Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el cual la etapa de determinación del error absoluto de posicionamiento comprende:

- una operación (82) de medida de la posición en la cual el brazo de inserción inserta el elemento precedente en el suelo, realizándose esta medida por una estación de medida
- 35 posicionada en un hito de medidas topográficas, y

- una operación (84) de sustracción de la posición medida en la posición nominal establecida para el elemento precedente.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual la
5 etapa (74) de guiado también se realiza en función de medidas de la posición del brazo de inserción realizadas:

- por una primera estación (32) de medida colocada en un primer hito (36) de medidas topográficas cuando el brazo se desplaza a lo largo de una primera sección (54) de la
10 trayectoria teórica, y

- por una segunda estación (60) de medida colocada en un segundo hito (57) de medidas topográficas distante del primer hito, cuando el brazo de inserción se desplaza a lo largo de una segunda sección (62) de la trayectoria teórica, y en el cual el procedimiento comprende:

15 - una etapa (98) de estimación de la separación dimensional entre las coordenadas de la posición del brazo de inserción obtenidas a partir de las medidas de la primera estación y las coordenadas para la misma posición del brazo de inserción obtenidas a partir de las medidas de la segunda estación, y

- durante la etapa (74) de guiado, el brazo de inserción es guiado hacia la posición
20 blanco también en función de esta separación estimada para reducir el error de posicionamiento relativo del elemento siguiente con respecto al elemento precedente durante el paso de la primera sección (54) hacia la segunda sección (62).

5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el cual la separación estimada se utiliza
25 para guiar el brazo de inserción al menos para la inserción de los \underline{n} primeros elementos sucesivos a lo largo de la segunda sección (62), donde \underline{n} es un número entero superior o igual a diez.

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el cual el procedimiento comprende una
30 etapa (90) de cálculo de la posición blanco de los \underline{n} primeros elementos sucesivos de la segunda sección (62) añadiendo a al menos una de las coordenadas de la posición nominal en una dirección determinada, la separación estimada en esta misma dirección dividido por \underline{n} .

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** los elementos insertados en el suelo son unas zapatas de vía de ferrocarril.
- 5 **8.** Soporte (26) de grabación de informaciones, **caracterizado por el hecho de que** comprende todas las instrucciones necesarias para la ejecución de un procedimiento de inserción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, cuando estas instrucciones son ejecutadas por un computador electrónico.
- 10 **9.** Sistema de inserción de un elemento precedente y luego de un elemento siguiente en el suelo a lo largo de una trayectoria teórica para la realización de una obra, comprendiendo este sistema:
- un brazo (14) de inserción guiado en desplazamiento, siendo este brazo capaz de
- 15 insertar los elementos en el suelo,
- al menos una estación (32) de medida posicionada en un primer hito (36) de medidas topográficas, siendo esta estación capaz de medir la posición del brazo de inserción,
 - una unidad (20) de guiado de los desplazamientos del brazo de inserción en función de medidas topográficas y de la trayectoria teórica, que comprende un computador
- 20 electrónico, y un soporte (26) de grabación de informaciones tal como se ha definido en la reivindicación 8.
- 10.** Sistema según la reivindicación 9, en el cual el sistema comprende al menos una segunda estación (60) de medida posicionada en un segundo hito (57) de medidas
- 25 topográficas, siendo esta segunda estación capaz de medir la posición del brazo de inserción en una porción de la trayectoria teórica donde la posición del brazo de inserción también es medible por la primera estación (32) de medida, y en el cual la unidad de guiado (20) es capaz de ejecutar un procedimiento de inserción según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7.

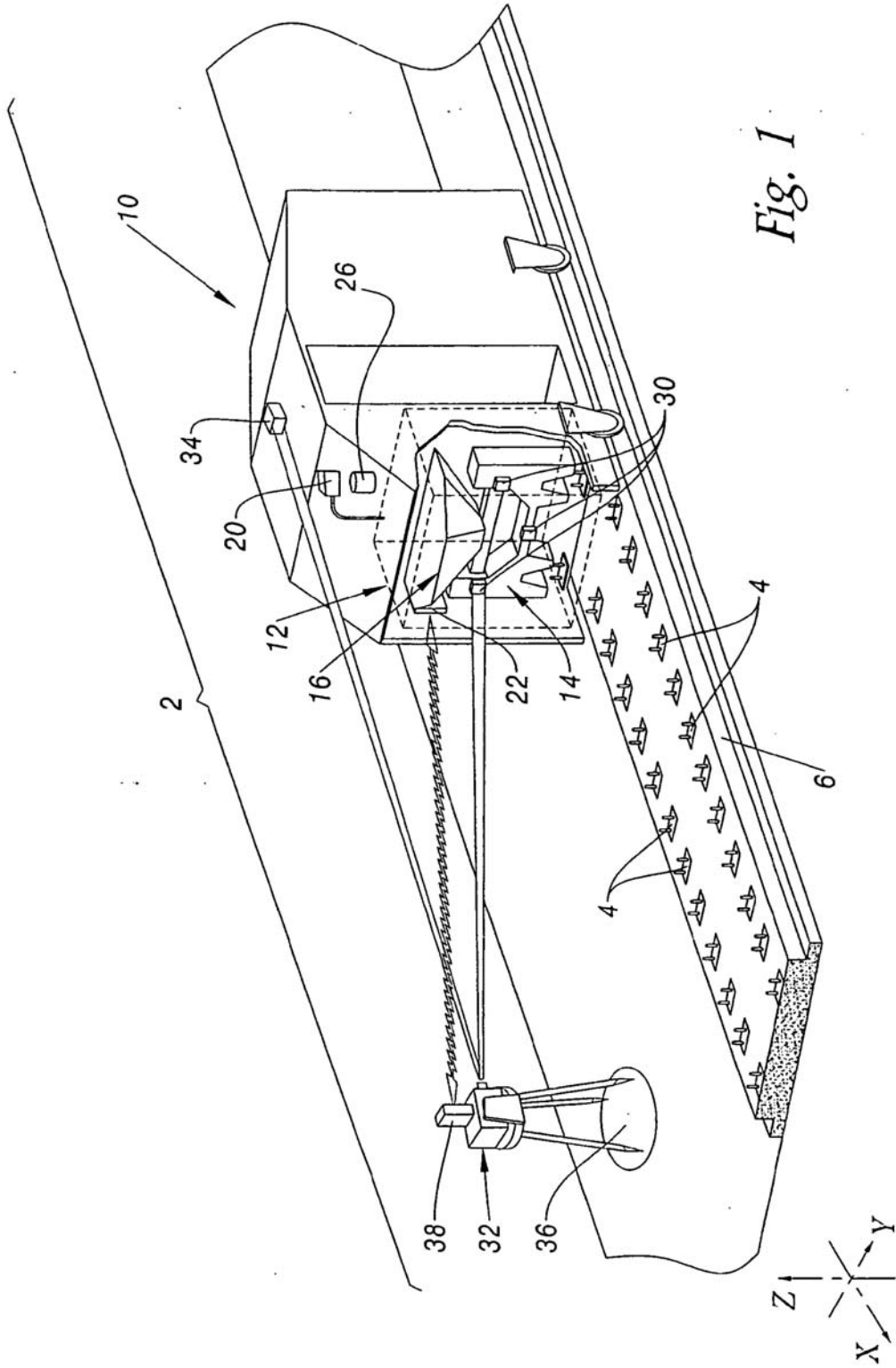


Fig. 1

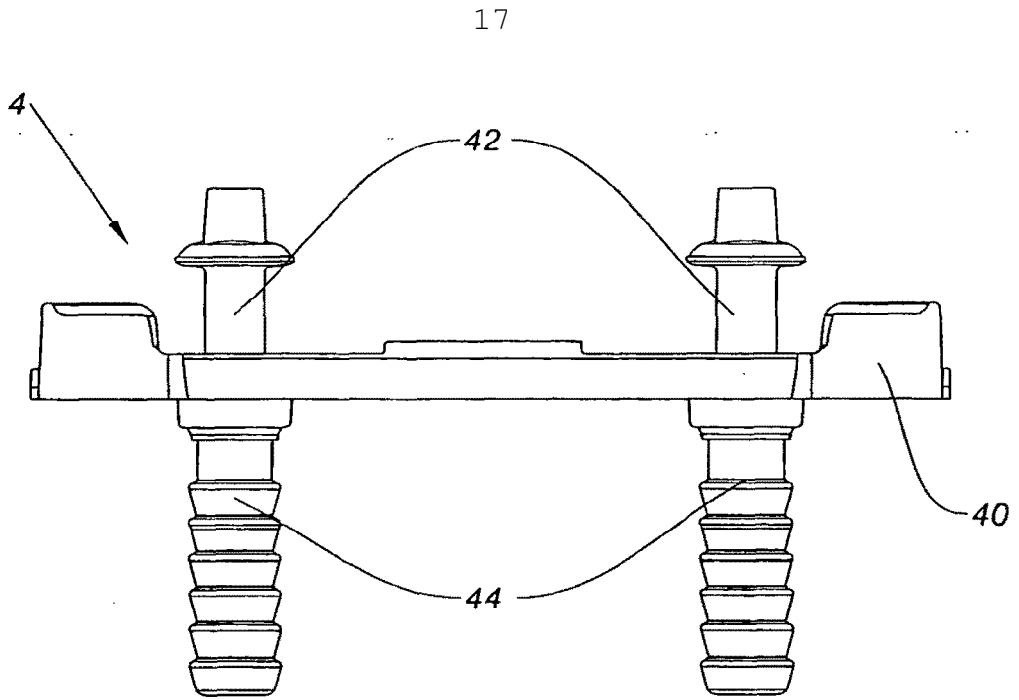


Fig. 2

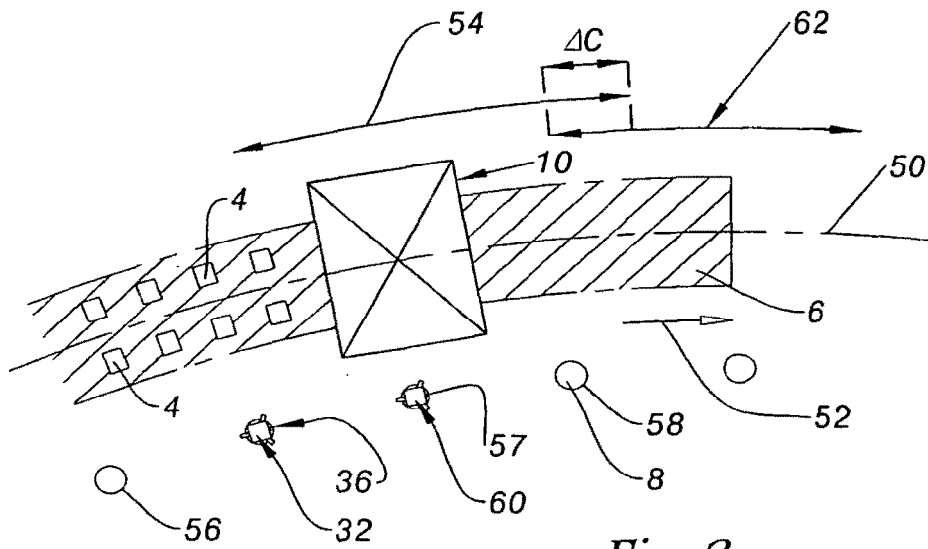


Fig. 3

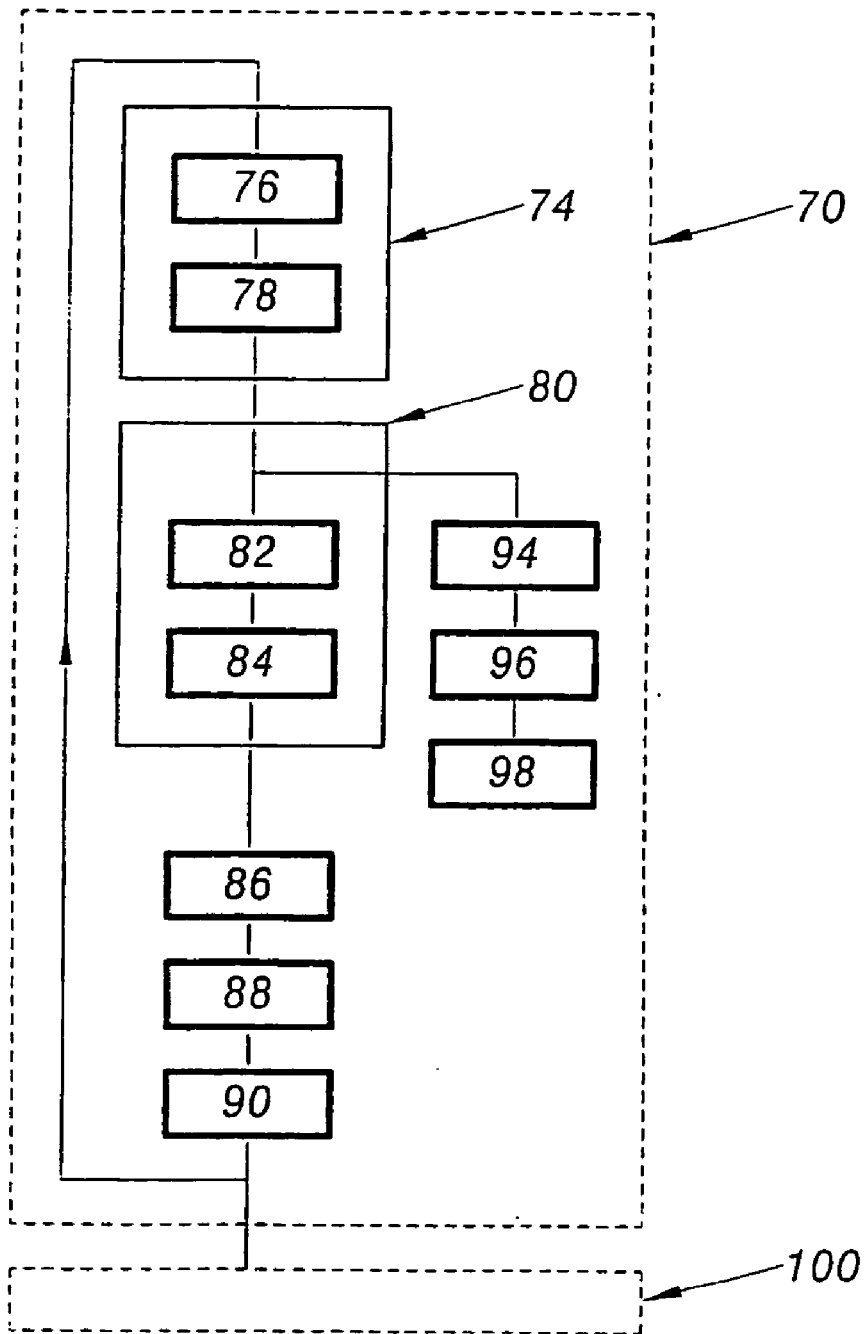


Fig. 4

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante está prevista únicamente para ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto el
5 máximo cuidado en su realización, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP declina cualquier responsabilidad al respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

10 • EP 0803609 A [0003] [0024] [0026] [0053] • EP 1178153 A [0003] [0004] [0036]