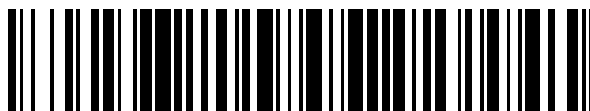


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 835**

51 Int. Cl.:

E01C 19/00 (2006.01)

E01C 23/088 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2013 E 13186239 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2719829**

54 Título: **Método de control de una máquina de obras públicas autopropulsada y sistema de máquina de obras públicas autopropulsada**

30 Prioridad:

12.10.2012 US 201261713076 P
01.02.2013 US 201313756646

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

19.10.2016

73 Titular/es:

WIRTGEN GMBH (100.0%)
Reinhard-Wirtgen-Strasse 2
53578 Windhagen, DE

72 Inventor/es:

FRITZ, MATTHIAS;
BARIMANI, DR. CYRUS;
HÄHN, DR. GÜNTER y
BERNING, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 586 835 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

Método de control de una máquina de obras públicas autopropulsada y sistema de máquina de obras públicas autopropulsada.

Antecedentes de la invención

- 5 La invención se refiere a una máquina de obras públicas autopropulsada y en particular a una máquina fresadora de carreteras, extendedora o extendedora de encofrado deslizante, y un método para controlar una máquina de obras públicas autopropulsada y en particular una máquina fresadora de carreteras, extendedora o extendedora de encofrado deslizante.

Descripción del estado de la técnica anterior

- 10 Hay una variedad de tipos conocidos de máquinas de obras públicas autopropulsadas. En particular, estas máquinas incluyen las extendedoras de encofrado deslizante, extendedoras y fresadoras de carreteras, conocidas. El rasgo característico de estas máquinas de obras públicas autopropulsadas es que tienen una unidad de trabajo que tiene medios de trabajo para producir estructuras en el terreno o realizar cambios en el terreno.

- 15 En las extendedoras de encofrado deslizante conocidas, la unidad de trabajo comprende un dispositivo para el moldeo de material fluido y, en particular hormigón, cuya disposición se denominará a partir de ahora como un molde de hormigón. Estructuras de diferentes tipos, tales como las barreras de seguridad y las cunetas de tráfico, se pueden producir con el molde de hormigón. Una extendedora de encofrado deslizante se describe en el documento EP 1 103 659 B1 (EE.UU. 6,481,924), por ejemplo.

- 20 Las extendedoras conocidas tienen generalmente una regla de enrasado como su elemento de trabajo. La regla de enrasado está dispuesta, en el extremo de la extendedora de carretera, que está en la parte trasera mirando en la dirección de pavimentación, es decir está soportada por una placa de deslizamiento inferior en el material del recubrimiento de la carretera que se está siendo echado y por lo tanto se lleva a cabo una precompresión del material.

- 25 La unidad de trabajo de las máquinas conocidas de fresado de carreteras es una disposición de fresado que tiene un tambor de fresado en el que se montan herramientas de fresado, mediante las cuales el material del tambor de fresado puede ser fresado del terreno a lo largo de una anchura de trabajo prefijada.

- 30 Las máquinas conocidas de obras públicas autopropulsadas también tienen una unidad de accionamiento que tiene medios de accionamiento para permitir que se realicen movimientos de traslación y/o de rotación, y una unidad de control para controlar la unidad de accionamiento de tal manera que la máquina de obras públicas realiza movimientos de traslación y/ o rotación sobre el terreno.

Cuando las máquinas de obras públicas autopropulsadas se controlan automáticamente, surge el problema de que un punto de referencia prefijado en la máquina de obras públicas tiene que moverse con precisión a lo largo de una curva prefijada en el espacio en el terreno, con el fin, por ejemplo, de permitir que una estructura de una forma prefijada se produzca en el terreno en la posición correcta y en la orientación correcta.

- 35 Un método conocido de control de extendedoras de encofrado deslizante presupone el uso de un alambre o línea de guiado que establece la curva deseada a lo largo de la cual se va a mover el punto de referencia de la máquina de obras públicas. Los objetos alargados, tales como barreras de seguridad o las cunetas de carreteras, por ejemplo, se pueden producir de manera efectiva mediante el uso de un alambre o línea de guiado. Sin embargo, el uso de un alambre o hilo de guiado se encuentra que es una desventaja cuando se van a producir estructuras de pequeñas dimensiones, tales como las isletas de tráfico con forma de puro por ejemplo, que se distinguen por extenderse en pequeñas distancias y tener radios ajustados.

- 40 También es conocido por las máquinas de obras públicas autopropulsadas que están controladas mediante el uso de un sistema de posicionamiento global por satélite (GPS). Una máquina de obras públicas que tiene un receptor GPS se conoce de US A 5,612,864, por ejemplo.

- 45 Es una desventaja que el trazado de la posición de un objeto utilizando un sistema de medida principal para controlar las máquinas de obras públicas exige una gran cantidad de coste técnico y una complicación debido a que el proyecto de construcción será complejo y el objeto tiene que ser adaptado a él. Lo que es particularmente costoso y complicado es el trazado que tiene que realizarse a partir de las posiciones de varios puntos de referencia en el sistema de medida. Este coste y la complicación sólo pueden justificarse para objetos grandes. Para los objetos pequeños, por otro lado, el costo y la complicación son desproporcionadamente altos.

Otra desventaja de los objetos que se adaptan en el proyecto de construcción complejo radica en el hecho de que, en la práctica, con objetos pequeños, a menudo tiene que ser hecha una estimación para los puntos fijos, tales como

por ejemplo hidrantes existentes o salidas de agua en el sitio, que posiblemente no estén situadas de una forma precisa en los puntos en los que hayan sido introducidas en los planos. En caso de que los datos del proyecto no se corresponden con los hechos locales reales, los datos del proyecto tienen que ser modificados fuera de su sitio, en la oficina, a un coste relativamente alto y los datos modificados del proyecto, a continuación, tienen que ser leídos de nuevo en el sitio.

El documento EP 2 336 424 A2 describe una máquina de obras públicas autopropulsada, y en particular una extendedora de encofrado deslizante, extendedora o fresadora de carreteras, y un método para controlar una máquina de obras públicas autopropulsada. La máquina de obras públicas tiene una unidad de control que tiene medios para determinar los datos que definen la posición y/ o la orientación de un punto de referencia R de la máquina de obras públicas con respecto a un sistema de referencia (X, Y, Z) independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas. El sistema de referencia (X, Y, Z) independiente del sistema de referencia relativo a la máquina (x, y, z) se puede seleccionar como se desee, y por tanto no hay necesidad de que las posiciones de varios puntos de referencia sean trazados en el terreno. La máquina de obras públicas se mueve a un punto de partida prefijado en el terreno que puede ser seleccionado libremente. En el punto de partida prefijado, la máquina de obras públicas está alineada en una orientación prefijada. La posición y la orientación del objeto son así establecidas. Por consiguiente, el objeto siempre se puede disponer de manera óptima en el terreno con la debida estimación para posibles puntos fijos. Además de esto, la máquina de obras públicas también tiene medios para determinar los datos que definen una curva deseada en el sistema de referencia (X, Y, Z) independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas y medios para controlar la unidad de accionamiento, en función de los datos que definen la curva deseada, de tal manera que el punto de referencia R de la máquina de obras públicas se mueve a lo largo de la curva deseada a partir de un punto de partida prefijado en el que la máquina de obras públicas está en una posición y la orientación prefijadas en el terreno.

Resumen de la invención

El objeto que subyace a la invención es proporcionar una máquina de obras públicas autopropulsada, y en particular una máquina fresadora de carreteras, extendedora, o extendedora de encofrado deslizante, que se puede mover automáticamente, sin un gran coste o complicación en el trazado de la posición y con una gran precisión, a lo largo de una curva deseada, la cual se extiende a lo largo de distancias relativamente cortas de desplazamiento y que tiene radios ajustados. Otro objeto es especificar un método que permite controlar de forma automática una máquina de obras públicas autopropulsada, sin un gran coste o complicación en el trazado de la posición y con una gran precisión, a lo largo de una curva deseada, la cual se extiende a lo largo de una distancia relativamente corta de desplazamiento y que tiene radios ajustados.

De acuerdo con la invención, se proporciona un vehículo de exploración de campo portátil que se puede utilizar para determinar algunos o todos los datos de la curva en el sistema de referencia independiente (X, Y, Z). El vehículo de exploración de campo puede incluir una unidad de control del vehículo de exploración que tiene un componente de selección de la forma del vehículo de exploración, un componente de determinación de los datos de la posición del vehículo de exploración, y un componente de determinación de los datos de la curva del vehículo de exploración.

De acuerdo con la invención, se proporciona un método para controlar una máquina de obras públicas autopropulsada en el que se utiliza un vehículo de exploración de campo portátil para determinar una posición de al menos un punto identificable de una forma geométrica prefijada, en un sistema de referencia independiente de la posición y de la orientación de la máquina de obras públicas. Entonces los datos de la curva que definen una curva deseada se determinan, en parte, basándose en la posición de al menos un punto identificable de la forma geométrica prefijada tal y como es determinada por el vehículo de exploración.

Un sistema de máquina de obras públicas autopropulsada de acuerdo con la invención incluye una máquina de obras públicas y un vehículo de exploración de campo. La máquina de obras públicas puede incluir un chasis de la máquina, una unidad de trabajo dispuesta en el chasis, una unidad de accionamiento, y una unidad de control de la máquina. El vehículo de exploración de campo puede incluir una unidad de control del vehículo de exploración que incluye un componente de selección de la forma del vehículo de exploración. Cada uno de los siguientes componentes se incluye en al menos una de la unidad de control de la máquina o de la unidad de control del vehículo de exploración:

un componente de selección de la forma, operable para prefijar una forma geométrica de la estructura que se va a producir o para el terreno en el cual van a ser realizados los cambios; un componente de la determinación de los datos de la posición de la máquina, operable para determinar los datos de la posición para definir la posición y/ o la orientación de un punto de referencia en la máquina de obras públicas con respecto al sistema de referencia el cual es independiente de la posición y de la orientación de la máquina de obras públicas; un componente de determinación de los datos de la curva, operable para determinar los datos de la curva para definir una curva deseada basándose en la forma geométrica prefijada de la estructura que se va a producir sobre el terreno en el cual van a ser realizados los cambios y basándose en la posición deseada y la orientación de la forma geométrica prefijada en el sistema de referencia independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas, siendo la curva deseada aquella curva a lo largo de la cual se va a mover el punto de referencia de la máquina de

obras públicas en el sistema de referencia independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas, y un componente de control del accionamiento, operable para controlar la unidad de accionamiento, como una función de los datos de la curva que definen la curva deseada, de tal manera que el punto de referencia de la máquina de obras públicas se mueve a lo largo de la curva deseada.

5 En otro modo de realización, un sistema de máquina de obras públicas autopropulsada incluye una máquina de obras públicas que incluye un chasis de máquina y una unidad de trabajo dispuesta en el chasis. Una unidad de accionamiento acciona la máquina. Una unidad de control de máquina es operable para controlar el movimiento de la máquina. La unidad de control de la máquina incluye un componente de determinación de los datos de la máquina y un componente de control del accionamiento. El componente de determinación de los datos de la máquina puede
10 incluir un vehículo de exploración de campo montado en la máquina de obras públicas, siendo el vehículo de exploración de campo desmontable de la máquina de obras públicas, de manera que el vehículo de exploración de campo puede ser utilizado de forma independiente para inspeccionar posiciones sobre el terreno.

15 La máquina de obras públicas autopropulsada y/ o el vehículo de exploración de campo, de acuerdo con la invención, tiene una unidad de control la cual tiene medios para presentar una forma geométrica dada para la estructura que se va a producir o para el terreno en el cual van a ser realizados los cambios. Esta forma puede ser por ejemplo una isleta de tráfico con forma de puro. Puede ser introducido o seleccionado por el operario de la máquina.

20 La unidad de control de la máquina de obras públicas autopropulsada y/ o el vehículo de exploración de campo, de acuerdo con la invención, también tiene medios para determinar los datos que definen la posición y/ o la orientación de un punto de referencia en la máquina de obras públicas con respecto a un sistema de referencia que es independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas. El sistema de referencia (X, Y, Z) independiente del sistema de referencia relativo a la máquina (x, y, z) se puede seleccionar como se desee, y, por lo tanto, no hay necesidad de que se tracen las posiciones de varios puntos de referencia en el terreno.

25 Además de esto, la unidad de control de la máquina de obras públicas y/ o el vehículo de exploración de campo también tienen medios para determinar los datos que definen una curva deseada, siendo la curva deseada la curva a lo largo de la cual se va a mover el punto de referencia (R) sobre la máquina de obras públicas en el sistema de referencia (X, Y, Z) independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas. Los medios para determinar los datos que definen la curva deseada son designados de manera que los datos que definen la curva deseada se determinan basándose en la forma geométrica prefijada de la estructura que se va a producir o del
30 terreno en el cual van a ser realizados los cambios y basándose en la posición y la orientación del punto de referencia (R) sobre la máquina de obras públicas, en el sistema de referencia (X, Y, Z) independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas.

Los datos que definen la curva deseada pueden ser la distancia cubierta por la curva deseada y/ o su curvatura. Estos datos dependen de la forma del objeto.

35 En un modo de realización preferido, los medios para controlar la unidad de accionamiento son diseñados de tal manera que la unidad de accionamiento es controlada de este modo, como una función de la posición y la orientación del punto de referencia en el sistema de referencia independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas, la distancia entre la posición deseada de la máquina de obras públicas, tal y como se define mediante la curva deseada, y su posición actual, y/ o la diferencia en la dirección entre la dirección deseada,
40 tal y como se define por la curva deseada, y la dirección actual, es mínima. Los algoritmos de control requeridos para este propósito son bien conocidos por un experto en la materia.

45 Un modo de realización de la invención que es de particular preferencia prevé que se haga uso de un sistema de posicionamiento global por satélite (GPS) para determinar la posición y/ o la orientación del punto de referencia sobre la máquina de obras públicas. El sistema de referencia (X, Y, Z) independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas es por lo tanto el sistema de referencia del sistema de posicionamiento global por satélite, cuya posición y dirección con respecto al sistema de referencia relativo a la máquina (x, y, z) cambia constantemente a medida que la máquina de obras públicas se mueve sobre el terreno. La máquina de obras públicas tiene un primer y un segundo receptor DGPS para decodificar las señales de satélite GPS desde el sistema de posicionamiento global por satélite y las señales de corrección de una estación de referencia para determinar la
50 posición y/ o la orientación de la máquina de obras públicas, estando dispuestos el primer y segundo receptores DGPS en diferentes posiciones sobre la máquina de obras públicas.

55 Sin embargo, además de por medio de un sistema de posicionamiento global por satélite, la posición y/ o la orientación del punto de referencia puede también ser determinada con un sistema de medida no satelital. El único factor que es crucial es recibir los datos por parte de la unidad de control que definen la posición y la orientación del punto de referencia del sistema de referencia (X, Y, Z) independiente de la máquina de obras públicas.

En un modo de realización preferido adicional, la unidad de control tiene una unidad de entrada que tiene medios (7B) para la introducción de parámetros que definen la forma geométrica de estructura que se va a producir o del

- 5 terreno en el cual van a ser realizados los cambios. Estos parámetros pueden ser por ejemplo parámetros que definen la longitud de una línea recta y/ o el radio de un arco de un círculo. Se supone en este caso que el objeto puede descomponerse en líneas rectas y arcos. Esto se puede hacer, por ejemplo, en el caso de una isleta de tráfico con forma de puro. Sin embargo, es también posible definir otras figuras geométricas mediante los parámetros.
- 10 En un modo de realización preferido adicional, la unidad de control tiene una unidad de entrada que tiene medios para seleccionar una forma geométrica a partir de una pluralidad de formas geométricas prefijadas, estando la pluralidad de formas geométricas almacenadas en una unidad de almacenamiento, la cual coopera con la unidad de entrada. La ventaja de esto es que los datos que definen la forma geométrica no tienen por qué volverse a crear de nuevo y en su lugar se puede recurrir a conjuntos de datos que ya han sido creados. Por ejemplo se puede hacer una elección entre un círculo y una forma de puro como un objeto.
- 15 Otro modo de realización que es una preferencia particular, prevé la posibilidad de medios para modificar una forma geométrica prefijada. La ventaja que esto tiene es que la forma de un puro, por ejemplo, puede ser seleccionada y las dimensiones del puro pueden entonces ser ajustadas para adaptarse a las necesidades reales en el sitio.
- En otro modo de realización, la etapa del método de prefijar una forma geométrica se realiza cuando el vehículo de exploración de campo está situado de forma remota a la máquina de obras públicas.
- En otro modo de realización, la etapa de determinar los datos que definen la posición y/ o la orientación del punto de referencia se realiza completamente, de forma independiente de cualquier acción del vehículo de exploración de campo.
- 20 En otro modo de realización, la unidad de control de la máquina incluye un componente de selección de la forma, un componente de determinación de los datos de la posición de la máquina, un componente de la determinación de los datos de la curva y un componente de control del accionamiento.
- En otro modo de realización, la unidad de control de vehículo de exploración también incluye un componente de selección de la forma y un componente de determinación de los datos de la curva.
- 25 En otro modo de realización, tanto la unidad de control de la máquina como la unidad de control del vehículo de exploración incluyen el componente de selección de la forma.
- En otro modo de realización, sólo o bien la unidad de control de la máquina o bien la unidad de control del vehículo de exploración incluyen el componente de selección de la forma.
- 30 En otro modo de realización, tanto la unidad de control de la máquina como la unidad de control del vehículo de exploración incluyen el componente de determinación de los datos de la curva.
- En otro modo de realización, o bien la unidad de control de la máquina o bien la unidad de control del vehículo de exploración incluyen el componente de determinación de los datos de la curva.
- 35 En otro modo de realización, la unidad de control del vehículo de exploración tiene una unidad de almacenamiento la cual coopera con la unidad de entrada y en la que están almacenadas la pluralidad de las formas geométricas prefijadas.
- 40 En otro modo de realización, un dispositivo de vehículo de exploración de campo portátil incluye una unidad de control que tiene un componente de determinación de los datos de la posición, un componente de ajuste de la forma y un componente de almacenamiento de la forma. El componente de ajuste de la forma está configurado para definir una forma definida que corresponde a una serie de posiciones inspeccionadas, estando configurado el componente de ajuste de la forma de tal manera que un usuario puede seleccionar al menos algunas de las posiciones inspeccionadas si las posiciones son parte de una porción de línea recta o parte de una porción curvada de la forma definida.
- 45 En otro modo de realización, el componente de ajuste de la forma puede incluir un componente de suavizado de la forma configurado de tal manera que el usuario puede, de forma selectiva, utilizar los datos de la posición para definir la forma definida. El componente de suavizado de la forma puede configurarse de tal manera que el usuario puede seleccionar cada posición inspeccionada para utilizar los datos de la posición sólo con respecto a la posición de elevación o a la posición horizontal de la forma definida. El componente de suavizado de la forma puede estar configurado de tal manera que el usuario puede seleccionar, para cada posición inspeccionada, no incluir los datos de la posición para definir la forma definida. Las determinaciones para utilizar los datos de la posición pueden realizarse como respuesta a consultas planteadas por el componente de ajuste de la forma.
- 50

En otro modo de realización un dispositivo inspección del vehículo de exploración de campo portátil incluye una unidad de control que incluye un componente de selección de la forma, un componente de determinación de los datos de la posición y un componente de determinación de los datos de la curva.

- 5 En otro modo de realización, se proporciona un método de inspección que utiliza un vehículo de exploración de campo portátil. El vehículo de exploración de campo incluye una varilla de soporte que tiene un extremo inferior para acoplarse a una superficie de terreno y un sensor de posición montado sobre la varilla de soporte. El vehículo de exploración de campo es utilizado para determinar una serie de posiciones inspeccionadas de una forma geométrica para una estructura que va ser producida o para el terreno en el cual van a ser realizados los cambios. Para al menos algunas de las posiciones inspeccionadas se hace una selección si las posiciones son parte de una porción de línea recta o parte de una porción curvada de la forma geométrica. Se define entonces una forma definida que se corresponde a la serie de posiciones inspeccionadas.
- 10

Los modos de realización de la invención se explicarán en detalle a continuación con referencia los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

- 15 La figura 1 es una vista lateral de un modo de realización de una extendidora de encofrado deslizante.
- La figura 2 es una vista lateral de un modo de realización de una máquina de fresado de carreteras.
- La figura 3 muestra un sistema de coordenadas de la máquina relativo a una máquina de obras públicas junto con la máquina de obras públicas, que se indica simplemente.
- 20 La figura 4 muestra una sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas junto con el sistema de coordenadas (x, y, z) relativo a la máquina y la máquina de obras públicas que se muestra en la figura 3.
- La figura 5 muestra las curvas del gráfico de la curvatura y la dirección de un objeto con forma de puro.
- La figura 6 es una vista de la forma geométrica que define un objeto con forma de puro para controlar la máquina de obras públicas, antes de ser transferida al sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida.
- 25 La figura 7 es una vista de la curva deseada que define un objeto con forma de puro, después de ser transferida al sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida.
- La figura 8 muestra la distancia entre la posición deseada de la máquina de obras públicas tal como se define por la curva deseada y su posición real.
- 30 La figura 9 muestra la diferencia de dirección entre la dirección deseada de la máquina de obras públicas tal como se define por la curva deseada y su dirección real.
- La figura 10 es una ilustración esquemática de un sistema de máquina de obras públicas según la invención, que incluye un vehículo de exploración de campo GPS.
- 35 La figura 11 es una ilustración esquemática similar a la figura 7, que muestra cómo la posición de la forma prefijada en el sistema de referencia independiente se puede definir mediante la posición de un punto de la forma más una orientación de la forma, o por la posición de dos puntos de la forma.
- La figura 12 es una representación esquemática de un diagrama de flujo de un componente de ajuste de la forma de la unidad de control del vehículo de exploración de campo.
- 40 La figura 13 es una captura de pantalla de una pantalla de visualización del vehículo de exploración de campo que muestra la disposición de puntos inspeccionados y una pantalla de entrada. En la figura 13 un primer punto ha sido inspeccionado.
- La figura 14 es otra captura de pantalla similar a la figura 13, en la que un segundo punto ha sido inspeccionado y se ha mostrado una porción de línea recta de una forma definida.
- La figura 15 es otra captura de pantalla que ilustra la adición de cuatro puntos inspeccionados más que definen una segunda porción de línea recta y una porción curvada.
- 45 La figura 16 es otra captura de pantalla que ilustra la adición de un séptimo punto inspeccionado que define una tercera porción de línea recta.

La figura 17 es una ilustración esquemática similar a la figura 10 que muestra un modo de realización alternativo en el que el vehículo de exploración de campo puede estar montado en la máquina de obras públicas para su utilización como uno de los receptores de la máquina de obras públicas.

5 La figura 18 es una ilustración esquemática similar a la figura 17 que muestra otro modo de realización alternativo en el que la unidad de control del vehículo de exploración de campo se utiliza como la unidad de control de la máquina, de la máquina de obras públicas.

Descripción detallada

10 La figura 1 es una vista lateral de, como un ejemplo de una máquina de obras públicas autopropulsada, una extendidora de encofrado deslizante que se describe en detalle en el documento EP 1 103 659 B1 (US 6,481,924). Ya que las extendedoras de hormigón como tales forman parte del estado de la técnica anterior, todo lo que se describe aquí son aquellos componentes de la máquina de obras públicas que son material de la invención.

15 La extendidora 1 de encofrado deslizante tiene un chasis 2 que es transportado mediante un engranaje 3 móvil. El engranaje 3 móvil tiene dos unidades 4A frontales y dos unidades 4B posteriores de engranajes móviles de oruga que están fijadas a pilares 5A, 5B de elevación frontal y posterior. La dirección de trabajo (dirección del movimiento) de la extendidora de encofrado deslizante está identificada mediante una flecha A.

20 Las unidades 4A, 4B de engranajes móviles de oruga y los pilares 5A, 5B de elevación son partes de una unidad de accionamiento de la extendidora de encofrado deslizante que tiene medios de accionamiento para permitir que la máquina de obras públicas lleve a cabo los movimientos de traslación y /o rotación en el terreno. Al elevar y bajar los pilares 5A, 5B de elevación, el chasis 2 de la máquina se puede mover con respecto al terreno para ajustar su altura e inclinación. La máquina de obras públicas se puede mover hacia atrás o hacia delante mediante las unidades 4A, 4B de engranajes móviles de oruga. La máquina de obras públicas por lo tanto tiene tres grados de libertad en traslación y tres grados de libertad en rotación.

25 La extendidora 1 de encofrado deslizante tiene una disposición 6, que sólo se ha indicado, para moldear el hormigón que se referirá a partir de ahora como un molde de hormigón. El molde de hormigón es parte de una unidad de trabajo que tiene medios de trabajo para producir una estructura 10 de una forma prefijada en el terreno.

30 La figura 2 es una vista lateral de, como un ejemplo adicional de una máquina de obras públicas autopropulsada, una fresadora de carreteras. Una vez más, la fresadora 1 de carreteras también tiene un chasis 2 que es transportado mediante un engranaje 3 móvil. El engranaje 3 móvil tiene dos unidades 4A frontales y dos unidades 4B posteriores de engranajes móviles de oruga que están fijadas a pilares 5A, 5B de elevación frontal y posterior. La fresadora de carreteras tiene una unidad de trabajo que tiene medios de trabajo para realizar cambios en el terreno. Esta unidad de trabajo es una disposición 6 de fresado que tiene un tambor 6A de fresado en el que están montadas herramientas de fresado.

35 La figura 3 muestra una máquina de obras públicas autopropulsada en un sistema de coordenadas (x, y, z) cartesiano relativo a la máquina. La máquina de obras públicas puede ser una extendidora de encofrado deslizante, una máquina fresadora de carreteras o cualquier otra máquina de obras públicas, que cuente con una unidad de trabajo adecuada. El presente modo de realización es una extendidora 1 de encofrado deslizante, que tiene un molde 6 de hormigón. La extendidora 1 de encofrado deslizante y el molde 6 de hormigón se han indicado simplemente. Tiene el chasis 2, el cual tiene unidades 4A, 4B de engranajes móviles de oruga, y el molde 6 de hormigón.

40 El origen del sistema de coordenadas de la máquina está en un punto de referencia R sobre la extendidora 1 de encofrado deslizante, el cual se establece como punto de referencia R que está en el borde del molde 6 de hormigón que está en el interior y en la parte posterior en la dirección del movimiento. Este borde se corresponde con el límite exterior de la estructura 10 que se va a producir. En el sistema de coordenadas de la máquina, el punto de referencia R es determinado como sigue:

45
$$R = xR, yR, zR = 0, 0, 0$$

El sistema de coordenadas de la máquina está claramente definido por seis grados de libertad, con las longitudes de movimiento dx, dy, dz definiendo los movimientos de traslación y los ángulos ω , ϕ , κ definiendo los tres movimientos de rotación.

50 Para simplificar las cosas, se supondrá que la máquina de obras públicas está de pie sobre un terreno plano y no está inclinada. Los ángulos ω y κ de rotación son, por tanto, cada uno igual a cero. El sistema de coordenadas de la máquina y la máquina de obras públicas están alineados el uno con respecto al otro de tal manera que el ángulo ϕ de rotación es igual a cero también.

También será asumido que el borde inferior del molde 6 de hormigón está descansando sobre el terreno. Esto establece que la altura z_R del punto de referencia R no cambia a medida que la máquina de obras públicas se mueve sobre el terreno plano.

5 La figura 4 muestra el sistema de coordenadas de la máquina junto con un sistema de referencia cartesiano, independiente del sistema de coordenadas (x, y, z) de la máquina al que se hará referencia a partir de ahora como el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida. El sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida puede ser seleccionado al azar. Permanece en la misma posición y orientación a medida que la máquina de obras públicas se mueve.

10 Para controlar la unidad de accionamiento, la máquina de obras públicas tiene una unidad 7 de control que se ha indicado simplemente. La unidad 7 de control controla los medios de accionamiento de la unidad de accionamiento, de tal manera que la máquina de obras públicas realiza los movimientos requeridos de traslación y/ o rotación sobre el terreno para permitirle producir la estructura 10 o realizar cambios en el terreno. La unidad 7 de control comprende todos los componentes que son requeridos para realizar operaciones de cálculo y para generar señales de control para los medios de accionamiento de la unidad de accionamiento. Puede formar una unidad autónoma o
15 puede ser parte del sistema de control central de la máquina de obras públicas.

Para permitir que la unidad de accionamiento sea controlada, la posición y/ o la orientación del punto de referencia R de la máquina de obras públicas en el sistema de coordenadas (x, y, z) de la máquina es transferida al sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida independiente de los movimientos de la máquina de obras públicas.

20 En el presente modo de realización, la posición y orientación del punto de referencia R son determinados utilizando un sistema de posicionamiento global por satélite (GPS), el cual sólo se indica en la figura 4. Sin embargo, además de un sistema de posicionamiento por satélite lo que también se podría utilizar es un sistema de medida terrestre no satelital (una estación total). Debido a los requisitos de precisión con los que se tiene que determinar la posición y la orientación son estrictos, lo que se utiliza de forma preferente es que el sistema de posicionamiento global por satélite sea conocido como el sistema de posicionamiento global diferencial (DGPS). El método basado en GPS
25 para determinar la orientación está basado, en este caso, en la medida de la posición mediante dos receptores DGPS los cuales están dispuestos en posiciones S1, S2 diferentes sobre la máquina de obras públicas.

Los dos receptores S1 y S2 DPGS se indican únicamente en las figuras 3 y 4. El caso asumido es el más general en el que el receptor S1 DGPS y el receptor S2 DGPS están situados cerca del origen del sistema de coordenadas de la máquina, en el que se localiza el punto de referencia R, cuya posición y orientación del punto de referencia R se determinan en el sistema de coordenadas de medida.
30

Las posiciones de los receptores S1 y S2 DGPS se determinan en el sistema de coordenadas (x, y, z) de la máquina mediante las coordenadas $S1 = x_{s1}, y_{s1}, z_{s1}$ y $S2 = x_{s2}, y_{s2}, z_{s2}$. En el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida, las posiciones de los receptores S1 y S2 DGPS están determinadas mediante $S1 = X_{S1}, Y_{S1}, Z_{S1}$ y $S2 = X_{S2}, Y_{S2}, Z_{S2}$.

35 Mediante el uso de los dos receptores S1 y S2 DGPS, la unidad 7 de control emplea el sistema GPS para determinar los datos que definen la posición de los receptores DGPS. A partir de estos datos sobre la posición, la unidad 7 de control, a continuación, calcula la posición y la orientación del punto de referencia R de la máquina de obras públicas cercano al cual están situados los dos receptores DGPS. Para este propósito, la unidad 7 de control lleva a cabo una transformación con la matriz de rotación R para transformar las coordenadas en los puntos S1 y S2
40 que se midieron en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida mediante los receptores S1 y S2 DGPS para dar el punto de referencia R

$$\begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{S1} - x_{s1} \\ Y_{S1} - y_{s1} \\ Z_{S1} - z_{s1} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = [R] \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \phi - \sin \phi & 0 \\ \sin \phi \cos \phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}$$

5 El resultado es que la unidad de control determina las coordenadas de medida del punto de referencia R sobre el molde 6 de hormigón de la extendidora 1 de encofrado deslizante, en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida:

$$R = \begin{bmatrix} X_r \\ Y_r \\ Z_r \end{bmatrix}$$

La unidad de control utiliza la siguiente ecuación para calcular el ángulo Φ , dando la dirección de la máquina de obras públicas a partir de las coordenadas (XS2, XS1; YS2, YS1) de los puntos S1 y S2 medidos:

$$\Phi = \arctan(XS2 - XS1 / YS2 - YS1)$$

10 La unidad 7 de control controla a la unidad de accionamiento de la máquina de obras públicas, de tal manera que la máquina de obras públicas se mueve a lo largo de una curva deseada prefijada, es decir, el punto de referencia R, en la máquina de obras públicas, se mueve a lo largo de la curva deseada.

En su forma general, la curva deseada se puede definir de la siguiente manera como una función de la distancia recorrida y de la curvatura:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = f(L) = \int \begin{matrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{matrix} (dl) = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix}$$

15 dónde

$$\alpha = \int K(dl)$$

La curvatura K se define por $K = 1/R$.

20 Como una alternativa al sistema que se acaba de describir utilizando dos receptores DGPS, también se puede concebir un sistema de control utilizando un solo receptor DGPS. Dicho sistema de control podría bloquear las orugas 4B de accionamiento traseras en una posición hacia delante recta. La máquina podría entonces seguir automáticamente una curva basándose en los datos de solo un sensor DGPS ya que hay un centro de rotación fijo en las orugas bloqueadas. En este caso, la orientación de la máquina podría ser determinada observando los datos de la posición de un sensor DGPS, la alineación de las orugas 4A frontales direccionales y la distancia recorrida.

En el presente modo de realización, la extendidora de encofrado deslizante es para producir una isleta de tráfico en forma de un "puro". La forma geométrica del puro está definida por una curva que comprende dos distancias paralelas recorridas y dos arcos de un círculo. Lo que se describirá a continuación sólo será la parte de la curva que comprende la línea recta inicial y el primer arco semicircular.

- 5 En el modo de realización del puro, la curvatura de la línea recta inicial es igual a cero. Cuando el punto de referencia R sobre la máquina de obras públicas se mueve a lo largo del primer arco de un círculo, la curvatura es constante. Una vez que la máquina de obras públicas ha cesado de moverse a lo largo del arco, la curvatura de nuevo se convierte en cero.

- 10 La figura 5 muestra el diagrama gráfico 9 para la curvatura y el diagrama gráfico 8 para la dirección de la extendidora de encofrado deslizante cuando se está produciendo un puro, cuya forma geométrica está definida mediante una línea recta de una longitud de 2 m y mediante un arco semicircular cuyo radio es de 2 m. La longitud y el radio constituyen, en este caso, dos parámetros mediante los cuales se preselecciona la forma geométrica del puro. Estará claro que el diagrama gráfico para la dirección cambia a medida que la máquina de obras públicas entra en el arco.

- 15 El operario de la máquina de obras públicas preselecciona primero una forma geométrica dada, tal como la forma de un puro por ejemplo. El operario es libre en lo que se refiere a la forma geométrica que preselecciona. La figura 6 muestra la forma geométrica que se define por una línea "a" recta y un arco de "b" semi-circular. De forma simple para dejar las cosas claras, la forma geométrica del puro se ha representado en una rejilla que se refiere al sistema de coordenadas (x, y, z) de la máquina. Por consiguiente, el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida se ha
20 indicado en la figura 6, únicamente para mostrar la relación entre los sistemas de coordenadas de la máquina y de medida.

- El sistema de control, de acuerdo con la invención, se basa en un punto de partida en el que la producción de la estructura 10, tal como un puro por ejemplo, primero empieza a ser seleccionada libremente para la extendidora de encofrado deslizante sobre el terreno. Este punto de partida corresponde al origen del sistema de coordenadas de la máquina, es decir, el punto de referencia R (figura 6). El punto de partida puede, por ejemplo, estar situado al lado de un punto fijo prefijado sobre el terreno, tal como una entrada de agua por ejemplo. El punto de partida define el lugar en el que la estructura 10, tal como el puro por ejemplo, se va a producir. La orientación de la máquina de obras públicas está prefijada libremente en el punto de partida, estableciendo por la tanto la dirección en la cual se va a extender la estructura 10, tal como el puro por ejemplo.

- 30 La máquina de obras públicas es ahora impulsada hasta el punto de partida seleccionado y está alineada en la orientación prefijada. Este proceso no está automatizado. El control automatizado de la máquina de obras públicas se lleva a cabo después.

- Una vez que máquina de obras públicas ha sido colocada y alineada, la unidad 7 de control determina, para el punto de partida, los datos que definen la posición y orientación del punto de referencia R en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida. Estos datos que definen la posición y orientación el punto de referencia R pueden estar referidos como datos de la posición. Para el posterior control, la forma geométrica prefijada, tal como el puro por ejemplo, entonces tiene que ser transferida al sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida. Basándose en la forma geométrica prefijada de la estructura que va ser producida o del terreno en el cual van a ser realizados los cambios y basándose en la posición y orientación del punto de referencia R sobre la máquina de obras públicas en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida, el cual es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas, la unidad 7 de control determina los datos que definen una curva deseada, siendo la curva deseada aquella curva a lo largo de la cual se va a mover el punto de referencia R sobre la máquina de obras públicas en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida. Los datos que definen la curva deseada pueden referirse como datos de la curva.

- 45 Las figuras 6 y 7 muestran la transferencia de la forma geométrica libremente prefijada (figura 6) para el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida (figura 7), para permitir que se establezca la curva deseada que define las posiciones deseadas del punto de referencia en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida.

- Una vez se ha determinado la posición y la orientación del punto de referencia R de la máquina de obras públicas en el punto de partida y una vez se ha establecido la curva deseada, la unidad 7 de control pone a la máquina de obras públicas en funcionamiento. La unidad de control ahora determina, de forma continua o en incrementos de tiempo discretos, la posición (Xr, Yr) real y la dirección (Φ) real del punto de referencia R de la máquina de obras públicas en el sistema de coordenadas (X, Y, Z) de medida. De este modo, la unidad de control cada vez calcula la distancia D entre la posición P deseada y la posición (Xr, Yr) real y la diferencia en la dirección $\Delta\Phi$ entre las α dirección deseada y la dirección Φ real.

- 55 Utilizando un algoritmo de control prefijado, un componente de control del accionamiento de la unidad 7 de control calcula, a partir de la distancia D y de la diferencia en la dirección $\Delta\Phi$, el valor en el momento de la variable manipulada para los medios de accionamiento de la unidad de accionamiento, de tal manera que la distancia D y la

diferencia en la dirección $\Delta\Phi$ son mínimos, es decir, de tal manera que el punto de referencia en la máquina de obras públicas se mueve a lo largo de la curva deseada. Los algoritmos de control de este tipo son bien conocidos para el experto en la materia.

5 La figura 8 muestra la distancia D entre la posición deseada de un punto de la curva deseada y la posición real (X_r , Y_r) del punto de referencia R, mientras que la figura 9 muestra la diferencia en la dirección $\Delta\Phi$ entre la dirección α deseada y la dirección Φ real en un punto de la curva deseada. La corrección de la dirección se encuentra como una función de la distancia D y la diferencia en la dirección $\Delta\Phi$ (corrección de dirección = f (D, $\Delta\Phi$)).

10 Para la preselección de la forma geométrica, es decir, para la preselección de un objeto dado, la unidad de control tiene una unidad 7A de entrada que es una vez más, se ha indicado simplemente. La unidad 7A de entrada también puede ser denominada como un componente 7A de selección de la forma. En un modo de realización, la unidad 7A de entrada tiene medios 7B en forma de, por ejemplo, un teclado o una pantalla táctil. Desde el teclado o la pantalla táctil 7B, el operario de la máquina puede introducir varios parámetros que definen la forma geométrica. El operario puede, por ejemplo, introducir la longitud de la línea recta y el radio del arco de un puro. La unidad 7A de entrada también puede tener medios 7B, tal como por ejemplo un teclado o una pantalla táctil, una vez más, para permitir
15 que la forma geométrica que define el objeto deseado sea seleccionada a partir de una pluralidad de formas geométricas que se almacenan en una unidad 7C de memoria de la unidad de control. Al igual que para la entrada de parámetros y/ o la selección de la formas geométricas, un modo de realización adicional de la unidad 7 de control también prevé la modificación de una forma geométrica que ha sido introducida o seleccionada. Por ejemplo, un puro cuya rectas son de una longitud prefijada y cuyos arcos son de un radio prefijado puede ser seleccionado y, a continuación, mediante la introducción de nuevos parámetros para la longitud de las líneas rectas y/ o el radio de los
20 arcos desde el teclado o pantalla táctil 7B, el puro que fue seleccionado se puede ajustar para adaptarse a los requisitos particulares que existen en el sitio, haciéndose el puro más pequeño o más grande, por ejemplo, y, en particular, siendo cambiadas su anchura o su longitud.

25 Además de esto, la unidad 7A de entrada también tiene medios 7D, en forma de un interruptor o pulsador 7D por ejemplo, mediante los cuales la máquina de obras públicas puede ser puesta en funcionamiento sobre el terreno después de la colocación y alineación. Un interruptor o pulsador 7D también puede ser proporcionado en la unidad 7A de entrada para que la máquina de obras públicas ser detenida antes de que se haya movido a lo largo de toda la longitud de la curva deseada. Una vez que se ha detenido La máquina de obras públicas, se pueden introducir a continuación, por ejemplo, nuevos parámetros desde el teclado o pantalla táctil 7B para cambiar la trayectoria seguida por la curva y, por ejemplo, para cambiar la altura del objeto que está siendo producido.
30

Técnicas de acuerdo con la invención

El sistema descrito anteriormente proporciona una gran cantidad de flexibilidad en la creación y el uso de formas geométricas predefinidas para ser aplicado a posiciones de terreno reales seleccionadas.

De manera más general, la unidad de control descrita anteriormente puede ser descrita incluyendo:

35 un componente de selección de la forma, operable para prefijar una forma geométrica de la estructura que va a ser producida o para el terreno en el cual van a ser realizados los cambios;

40 un componente de determinación de los datos de la posición, operable para determinar los datos de la posición para definir la posición y/ o la orientación de un punto de referencia en la máquina de obras públicas con respecto a un sistema de referencia que es independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas;

45 un componente de determinación de los datos de la curva, operable para determinar los datos de la curva para definir una curva deseada en base a la forma geométrica prefijada de la estructura que va a ser producida o para el terreno en el cual van a ser realizados los cambios y basándose en una posición y orientación deseadas de la forma geométrica prefijada en el sistema de referencia independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas, siendo la curva deseada la curva a lo largo de la cual el punto de referencia en la máquina de obras públicas se mueve en el sistema de referencia independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas ; y

50 un componente de control del accionamiento, operable para controlar la unidad de accionamiento, como una función de los datos de la curva que definen la curva deseada, de tal manera que el punto de referencia en la máquina de obras públicas se mueve a lo largo de la curva deseada.

55 Una forma de determinar la posición y la orientación deseadas de la forma geométrica prefijada en el sistema de referencia independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas es el método descrito en detalle anteriormente en el que la forma se define primero en el sistema de coordenadas (x, y, z) relativo a la máquina y después es transformado al sistema de referencia independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas. En este caso, la posición y orientación deseadas de la forma geométrica prefijada es la posición en la cual el punto de partida y la orientación corresponden con la posición actual del punto de referencia R

sobre la máquina 1 obras públicas y la orientación actual de la máquina de obras públicas en el sistema de referencia (X, Y, Z) independiente. En este caso la máquina ya se encuentra en un punto conocido y en una orientación conocida sobre la curva deseada, y el componente 7D de control del accionamiento puede ser activado para mover la máquina a lo largo de la curva deseada.

5 Se apreciará que identificar la posición actual y la orientación del punto de referencia R de la máquina de obras públicas 1 y como un punto de orientación conocido en la curva deseada es sólo una manera de determinar los datos de la curva que definen la curva deseada. Los datos de la curva para la curva deseada se pueden determinar por cualquier técnica que definirá la posición y la orientación de la forma prefijada en el sistema de referencia independiente de la posición y la orientación de la máquina de obras públicas.

10 En general, una vez que la forma prefijada se ha seleccionado, es necesario ya sea identificar la posición dentro del sistema de referencia (X, Y, Z) independiente, de al menos dos puntos identificables de la forma prefijada, o identificar la posición dentro del sistema de referencia independiente de un punto de la forma prefijada e identificar la orientación de la forma prefijada en el sistema de referencia independiente. Por ejemplo en la figura 11 se muestra una forma de puro definida mediante dos porciones de línea recta y dos porciones semicirculares de radio "r" que tienen centros M1 y M2. Se apreciará, cuando se observa la figura 11, que la posición y orientación de la curva con forma de puro allí mostrada puede ser definida identificando la posición en el sistema de referencia independiente de dos puntos cualquiera identificables sobre la curva, o definiendo la posición de un punto más la orientación de la forma. Esta orientación puede ser descrita mediante la dirección a lo largo de la forma en el punto identificado. Si el punto está sobre una porción de curva de la forma, la dirección se define preferiblemente como la tangente de la curva.

Por ejemplo, con referencia a la figura 11, el sistema descrito anteriormente puede determinar los datos de la curva de la curva deseada por la introducción de información del operario que define la posición de un punto seleccionado S100' en la forma prefijada en el sistema de referencia independiente, y la información que define la orientación seleccionada de la forma prefijada dentro del sistema de referencia independiente tal como el ángulo 109 mostrado la figura 11. Entonces utilizando esa información de entrada los datos que definen la forma prefijada pueden ser transformados en datos que definen la curva deseada en el sistema de referencia independiente, del mismo modo como el que se describió anteriormente para la utilización de una posición y orientación actuales del punto de referencia R de la máquina 1 de obras públicas, como datos de entrada. Estos datos de entrada pueden ser por ejemplo determinados en el lugar de trabajo, identificando la posición deseada de un punto de la curva deseada dentro del sistema de referencia (X, Y, Z) independiente. Esto se puede lograr mediante la inspección de la posición del punto de partida deseado para la forma prefijada dentro del sistema de referencia independiente, por ejemplo el punto S100'. De acuerdo con la invención, la inspección se logra a través de un vehículo de exploración de campo portátil, tal y como se describirá adicionalmente a continuación. La orientación deseada de la forma prefijada, dentro del sistema de referencia independiente, puede determinarse de forma similar en el lugar de trabajo

35 También, si se puede identificar la posición deseada en el sistema de referencia independiente de dos puntos de la forma prefijada, la información puede entonces ser utilizada para transformar la forma prefijada en datos de la curva que definen la curva deseada en el sistema de referencia independiente. En el ejemplo de la figura 11, los dos puntos podrían ser los puntos de partida S100' y de finalización S100'' de una de las secciones rectas de la forma de puro, tal y como se muestra en la figura 11. La posición deseada de esos dos puntos puede ser identificada en el sistema de referencia independiente, por ejemplo utilizando el vehículo de exploración de campo. La información que identifica a esos dos puntos dentro del sistema de referencia independiente puede ser utilizada como puntos de referencia para transformar los datos que definen la forma prefijada en los datos de la curva que definen la curva deseada, dentro del sistema de referencia independiente.

45 En una situación como uno de los ejemplos alternativos que se acaban de describir, en la que el punto de referencia de la máquina de obras públicas no está situado en una posición conocida en la curva deseada, es necesario mover la máquina de obras públicas al punto de partida deseado y orientar la máquina de obras públicas en la orientación deseada antes de comenzar la pavimentación o el fresado u otra operación de construcción de la máquina de obras públicas. Este movimiento de la máquina de obras públicas al punto y a la orientación de partida deseados puede ser automatizado. La unidad 7 de control puede controlar el movimiento de la máquina de obras públicas desde cualquier posición inicial a cualquier punto y orientación deseados sobre la curva deseada de la misma manera que se ha descrito anteriormente en lo que respecta las figuras 8 y 9. En la práctica, el operario de la máquina normalmente conducirá a la máquina a una posición cercana a la curva deseada, y entonces permitiría a la unidad 7 de control automatizada hacerse cargo y mover de forma precisa la máquina a una posición de partida en la curva deseada.

55 Uso de un vehículo de exploración de campo de acuerdo con la invención

Para recopilar convenientemente e introducir la formación que define las posiciones deseadas en el sistema de referencia independiente de los puntos correspondientes en la forma prefijada, se utiliza un vehículo de exploración de campo portátil para inspeccionar la posición deseada de esos puntos.

Es particularmente deseable usar un vehículo de exploración de campo GPS que incluye una unidad de control que duplica sustancialmente el componente de selección de la forma, el componente de determinación de datos de la posición y el componente de determinación de los datos de la curva de la unidad de control de la máquina de obras públicas. Esto permite que el vehículo de exploración de campo GPS se utilice para generar los datos de la curva que definen la curva deseada antes de mover la máquina de obras públicas a la posición de campo. A continuación, los datos de la curva se pueden transferir, de forma simple, a la unidad de control de la máquina de obras públicas y se utilizan para controlar el funcionamiento de la máquina de obras públicas.

Una representación esquemática de un sistema 101 de máquina de obras públicas que incluye un vehículo 100 de exploración de campo se muestra en la figura 10. El vehículo 100 de exploración incluye una varilla 102. Un extremo 104 inferior de la varilla se coloca en una posición en la superficie del terreno para la cual se determinan las coordenadas GPS. Un receptor S100 GPS se encuentra en el extremo superior de la varilla 102 y puede ser conectado a una unidad 107 de control del vehículo de exploración a través de una conexión 105 eléctrica. Opcionalmente, la unidad de control del vehículo de exploración se puede realizar como una parte separada de la unidad 107' de control portátil, conectada a través de una conexión 105' inalámbrica al receptor S100 tal como se indica en la figura 10. La unidad 107 de control del vehículo de exploración puede duplicar sustancialmente el componente de selección de la forma, el componente de determinación de los datos de posición, y el componente de determinación de los datos de la curva de la unidad de control de la máquina de obras públicas. La unidad 107 de control del vehículo exploración incluye un componente 107E de la determinación de los datos de la posición del vehículo de exploración que recibe las señales desde el receptor S100 GPS para determinar los datos de la posición para definir la posición del vehículo 100 de inspección de campo con respecto al sistema de referencia (X, Y, Z) independiente. El vehículo 100 de exploración de campo puede incluir también una radio 103 para comunicarse con una estación base GPS, y una batería 106 para proporcionar energía.

El vehículo 100 de exploración también puede estar construido para su uso con cualquiera de las otras tecnologías de localización descritas anteriormente. Por ejemplo, el receptor S100 GPS se puede reemplazar con un prisma para su uso con una estación total. O se pueden utilizar otras tecnologías de localización basadas en satélites.

Por lo tanto, para la preselección de la forma geométrica, es decir, para la preselección de un objeto dado, la unidad 107 de control del vehículo de exploración tiene una unidad 107A de entrada del vehículo de exploración. La unidad 107A de entrada del vehículo de exploración puede también referirse como un componente 107A de selección de la forma. En un modo de realización, la unidad 107A de entrada del vehículo exploración tiene medios 107B en forma de, por ejemplo, un teclado o una pantalla táctil. Desde el teclado o la pantalla táctil 107B, el operario del vehículo de exploración puede introducir varios parámetros que definen la forma geométrica. El usuario puede, por ejemplo, introducir la longitud de la línea recta y el radio del arco para un puro. La unidad 107A de entrada del vehículo de exploración puede también tener medios 107B, como por ejemplo un teclado o una pantalla táctil de nuevo, para permitir seleccionar una forma geométrica que define el objeto deseado a partir de una pluralidad de formas geométricas que están almacenadas en una unidad 107C de memoria del vehículo de exploración. Al igual que para la entrada de los parámetros y/ o la selección de las formas geométricas, un modo de realización adicional de la unidad 107 de control del vehículo de exploración también prevé la modificación de una forma geométrica que ha sido introducida o seleccionada. Por ejemplo, un puro cuyas líneas rectas son de una longitud prefijada y cuyos arcos son de un radio prefijado pueden ser seleccionados y entonces, entrando los nuevos parámetros de la longitud de la líneas rectas y/ o los radios de los arcos desde el teclado o la pantalla táctil 107B del vehículo de exploración, el puro que ha sido seleccionado, puede ser ajustado para adaptarse a los requisitos particulares que existen en el sitio, haciéndose el puro más pequeño o más grande, por ejemplo, y, en particular, siendo cambiadas su anchura o su longitud.

La unidad 107 de control del vehículo de exploración tiene las mismas capacidades, como se ha descrito anteriormente, que la unidad 7 de control de la máquina, en lo que se refiere a la determinación de los datos de la curva que se utilizan por la unidad 7 de control de la máquina. Por lo tanto, la unidad 107 de control del vehículo de exploración pueden tomar una forma prefijada y después utilizar la información que representa la posición deseada en el sistema de referencia independiente de al menos dos puntos identificables de la forma o un punto y la orientación de la forma, para crear datos de la curva que identifican completamente la posición de la forma en el sistema de referencia independiente. Esta porción de la unidad 107 de control del vehículo de exploración comprende un componente de determinación de los datos de la curva del vehículo de exploración.

La unidad 107 de control del vehículo de exploración tiene un puerto 108 de entrada/ salida que permite que los datos de la curva determinados a través de la unidad 107 de control del vehículo de exploración sean descargados a un medio digital tal como un dispositivo de memoria, el cual puede posteriormente ser utilizado para transferir los datos de la curva a la unidad 7 de control de la máquina de obras públicas. Además, formas geométricas prefijadas adicionales y/ o datos de GPS previamente procesados pueden ser descargados en la unidad 107C de memoria del vehículo de exploración. Los datos pueden también ser transferidos mediante medios inalámbricos o cualquier otra tecnología adecuada.

La adición al sistema 101 de la máquina de obras públicas del vehículo 100 de exploración de campo que tiene una unidad 107 de control del vehículo de exploración que duplica muchas de las capacidades del componente de

selección de la forma, el componente de determinación de los datos de la posición y el componente de determinación del relato de la curva, aumenta en gran medida la flexibilidad del sistema. Esto permite que se realicen etapas seleccionadas en la unidad 7 de control de la máquina o en la unidad 107 de control del vehículo de exploración, lo que sea más conveniente.

5 En un modo de realización, tal y como se describió anteriormente con respecto a las figuras 1 a 9, la unidad 7 de control de la máquina se puede utilizar para llevar a cabo todas las funciones. En este caso, la posición y orientación de la máquina se utilizan para definir la posición y orientación de la forma prefijada en el sistema de referencia (X, Y, Z) independiente.

10 En otro modo de realización, el vehículo 100 de exploración de campo se puede utilizar para recoger datos parciales de la posición de la curva deseada. Por ejemplo, el vehículo de exploración de campo podría ser utilizado para estudiar la posición de un punto de partida S100', cuya posición podría ser entonces utilizada por la unidad 7 de control de la máquina para determinar los datos de la curva del sistema de referencia independiente. La máquina podría entonces ser conducida al punto de partida inspeccionado.

15 En otro modo de realización, el vehículo 100 de exploración de campo puede ser utilizado para determinar completamente los datos de la curva en el sistema de referencia independiente, pudiendo ser transferidos los datos de la curva a la unidad de control de la máquina.

El sistema combinado de la máquina de obras públicas con su unidad 7 de control de la máquina y el vehículo 100 de exploración de campo con su unidad 107 de control del vehículo de exploración ofrece la posibilidad de hacer frente a cualquier situación que se pueda encontrar en el campo

20 Por ejemplo, en un sitio de trabajo sofisticado grande, todo el sitio puede haber sido inspeccionado y referenciado en un sistema de coordenadas plano establecido, y el inspector puede haber proporcionado archivos de coordenadas GPS previamente procesados que definen todas las estructuras que van a ser pavimentadas en el sitio de trabajo. Si el archivo previamente procesado es preciso, puede ser descargado de la unidad 7 de control de la máquina y ejecutado sin modificación. Si el archivo de coordenadas GPS previamente procesado no es utilizable debido a un error o debido a la presencia de algún obstáculo inesperado sobre el terreno, el operario de la máquina puede editar el archivo en la unidad 7 de control de la máquina o en la unidad 107 de control del vehículo de exploración para hacerlo utilizable. Además, el archivo previamente procesado puede ser utilizado simplemente como un archivo de forma, y un nuevo archivo de coordenadas GPS puede ser generado por la unidad 7 de control de la máquina o por la unidad 107 de control de vehículo de exploración para mover esa forma a cualquier posición y orientación deseadas dentro del sistema de referencia independiente.

25 En otro ejemplo, el diseñador del sitio de trabajo pueden haber inspeccionado previamente el sitio y colocado clavos o estacas en el terreno que identifican las posiciones de una serie de puntos inspeccionados a lo largo de la superficie del terreno, cuyos puntos identifican la curva deseada sobre la superficie del terreno. En el estado de la técnica anterior dichos puntos previamente inspeccionados son utilizados para construir una línea de referencia para guiar a la máquina de obras públicas. Con el presente sistema, el vehículo 100 de exploración de campo puede ser utilizado para crear una línea de referencia virtual utilizando el vehículo de exploración para identificar las posiciones de aquellos puntos previamente inspeccionados, y después definir la curva deseada dentro del sistema de referencia independiente. Los datos de la curva que definen esa línea de referencia virtual pueden entonces ser transferidos a la unidad 7 de control de la máquina.

35 En otro ejemplo, el diseñador del sitio de trabajo puede haber proporcionado sólo un plano de papel que especifique las posiciones deseadas de varias estructuras en el sitio de trabajo. Puede que no haya archivos GPS previamente procesados y que no haya posiciones sobre el terreno previamente inspeccionadas. En esta situación o bien la unidad 7 de control de la máquina o bien la unidad 107 de control del vehículo de exploración, o una combinación de ambas, se puede utilizar para determinar los datos de la curva que definen la curva deseada del sistema de referencia independiente.

40 En otro ejemplo más, puede que incluso no haya un plano de papel. Puede ser que sea sólo un sitio de trabajo, y las estructuras pueden estar diseñadas en el sitio seleccionando o creando una forma prefijada, y después determinando los datos de la curva para definir la curva deseada para esa forma dentro del sistema de referencia independiente. Esto se puede hacer mediante o bien la unidad 7 de control de la máquina o la unidad 107 de control del vehículo de exploración, o una combinación de ambas, en cualquiera de las formas descritas anteriormente.

45 En general, la unidad de control 7 de la máquina y la unidad de control 107 del vehículo de exploración juntas deberían proporcionar, de forma colectiva, los distintos componentes de la unidad de control descritos anteriormente. La unidad 7 de control de la máquina y la unidad 107 de control del vehículo de exploración pueden duplicar completamente todas las funciones para proporcionar una capacidad redundante. O se pueden proporcionar componentes de la unidad de control seleccionados mediante una o ambas unidades de control.

La capacidad mínima que debería estar presente en la unidad 107 de control del vehículo de exploración es la de proporcionar el componente de determinación de los datos de la posición del vehículo de exploración. La unidad 107 de control del vehículo de exploración puede también proporcionar el componente de selección de la forma y/ o el componente de determinación de los datos de la curva.

5 Uso del vehículo de exploración de campo para diseñar formas

El vehículo 100 de exploración también puede utilizarse para crear fácilmente nuevas formas complejas. El vehículo de exploración puede inspeccionar una serie de puntos sobre la superficie del terreno identificando la forma que se va a crear. La unidad 107 de control del vehículo de exploración puede entonces definir una forma basándose en la serie de puntos. La forma puede entonces ser guardada en la memoria 107C para un posterior uso, y también puede ser transferida a la unidad 7 de control de la máquina.

Con el fin de crear estas nuevas formas complejas, la unidad 107 del vehículo de exploración puede incluir un componente 110 de ajuste de la forma realizado mediante software que puede ser almacenado en la memoria 107C. La funcionalidad del componente 110 de ajuste de la forma se ilustra de forma esquemática en el diagrama de flujo de la figura 12. Varias capturas de pantalla representativas que ilustran los modos de realización de la pantalla táctil 107B correspondientes a varias características del componente 110 de ajuste de la forma son ilustradas en las figuras 13 a 16.

El componente 110 de ajuste de la forma puede ser descrito de forma general como un componente de ajuste de la forma configurado para definir una forma definida que se corresponde a una serie de puntos inspeccionados. Como se explicará además a continuación, el componente 110 de ajuste de la forma está configurado preferentemente de tal manera que un usuario puede seleccionar al menos alguna de las posiciones inspeccionadas si las posiciones son parte de una porción de línea recta o parte de una porción curvada de la forma definida. Después de la definición de la forma definida, la forma definida puede ser almacenada en la memoria 107C. El componente 110 de ajuste de la forma puede incluir un componente 112 de suavizado de la forma configurado de tal manera que un usuario puede utilizar de forma selectiva los datos de la posición para definir la forma definida. El componente de suavizado de la forma está configurado de tal manera que un usuario puede seleccionar, para cada posición inspeccionada o al menos una de las posiciones inspeccionadas, no incluir los datos de la posición para definir la forma definida o utilizar los datos de la posición para la posición inspeccionada sólo con respecto a o bien la posición de elevación o la posición horizontal de la forma definida.

Un ejemplo de la forma de utilización del componente 110 de ajuste de la forma en asociación con las funciones de visualización y de entrada de la pantalla táctil 107B, tal como se ilustra en las figuras 13 a 16 se describirá a continuación.

Comenzando, por ejemplo con un bordillo en línea recta con pendiente uniforme, si el usuario sabe dónde debe estar situado el bordillo en el campo, el vehículo 100 de exploración de campo puede ser dispuesto sobre el terreno en el punto de partida del bordillo.

La figura 13 ilustra la visualización de la pantalla táctil 107B que tiene en el lado a mano izquierda una visualización 114 de los puntos inspeccionados y por consiguiente de la forma definida mediante dichos puntos, y que tiene en el lado 116 a mano derecha una pantalla de entrada. En la figura 13 el primer punto inspeccionado es indicado por el número 1. Después de medir el primer punto 1, se solicita al usuario decidir si el punto es parte de una porción de línea recta o de una porción curvada de la forma definida. Esta consulta es respondida por el uso selectivo de un botón 118 de entrada, un botón 120 inicio de arco y un botón 122 de finalización de arco. Si el punto inspeccionado está sobre una línea recta la consulta es respondida de forma simple tocando el botón 118 de entrada. Si el punto está sobre una curva entonces se presiona o bien el botón 120 de inicio de arco o el botón 122 de finalización de arco. Se ha de notar que la porción de curva de la forma definida puede ser un arco real de un círculo, pero de forma más general una porción curvada es una porción que no es sustancialmente recta y porción curvada no tienen que ser un arco de círculo.

Además, el lado 116 a mano derecha de la pantalla 107B entrada muestra una orden de un desfase vertical. Por ejemplo, si el usuario está inspeccionando la base de una infraestructura, y el usuario sabe que la parte superior del pavimento es por ejemplo 0,25 metros más alto que la infraestructura, entonces el usuario puede introducir un desfase vertical "VOff" de 0,25 tal como se muestra, que representa la parte superior del pavimento.

En el diagrama de flujo de la figura 12, la inspección de una posición tal como la posición 1 se indica en el bloque 120, la adición del desfase vertical se ilustra en el bloque 122, y la respuesta a la consulta de si el punto es parte de una porción recta o de una parte curvada de la forma, se indica en el bloque 124.

El componente de ajuste de la forma puede también consultar, como se indica en el bloque 126, si el usuario desea introducir un valor de pendiente transversal asociado a cada punto medido, con el fin de generar un archivo adicional que controlará de forma automática la pendiente transversal de la máquina de obras públicas

En este ejemplo más simple para definir una porción de línea recta de la forma definida, un punto 2 final de la porción de línea recta puede ser inspeccionado tal y como se ilustra en la figura 14, y una porción 128 del línea recta de una forma definida puede definirse uniendo los puntos 1 y 2 de partida y finalización de la porción de línea recta.

5 Se ha de notar que, en general, la forma definida que se define es una forma tridimensional, en la que cada posición inspeccionada determinada tiene tanto una posición horizontal en dos dimensiones, como se ilustra en el lado a mano izquierda de las figuras 13 y 14, como una posición vertical o elevación.

10 Por lo tanto, aun cuando se define una porción de línea recta tal como la 128, se pueden inspeccionar posiciones adicionales entre los puntos de partida 1 y finalización 2, cuyas posiciones adicionales pueden, por ejemplo, ser utilizadas simplemente para proporcionar datos de la posición de elevación para la porción 128 de línea recta. En general, como se indica en el bloque 130 la figura 12 el usuario puede seleccionar si utiliza o no los datos para cualquier posición inspeccionada, y tal y como se ha indicado además en el bloque 132 el usuario puede seleccionar si utiliza los datos procedentes de una posición inspeccionada dada sólo a efectos de definir la posición de elevación de la forma o sólo a efectos de definir la posición horizontal de la forma, o ambos.

15 A medida que se añade cada posición inspeccionada al grupo de posiciones inspeccionadas a partir de las cuales se va a definir la forma definida, los algoritmos contenidos en el software que define el componente 110 de ajuste de la forma definirán o redefinirán la forma definida basándose en los datos disponibles, tal y como se indica en el bloque 134.

20 En cualquier momento durante la recopilación de los datos de inspección que definen las distintas posiciones inspeccionadas, el componente de ajuste de la forma puede ser instado a visualizar la forma definida como se muestra por ejemplo en la figura 14. Tal y como se indica en el bloque 136, la visualización puede mostrar la desviación 138 (ver la figura 14) de cualquier punto X inspeccionado dado de la línea definida. Como se indica en el bloque 140, el usuario puede elegir un punto o volver a inspeccionar la posición de un punto seleccionado. Si el usuario elige volver a inspeccionar una posición entonces los datos de la posición para ese punto serán sustituidos para los datos de la posición originales y entonces tal y como se indica en el bloque 142, el componente 110 de ajuste de la forma volverá a definir la forma 142 definida basándose en los datos modificados.

A medida que datos adicionales para posiciones inspeccionadas adicionales se van añadiendo, el proceso se repite volviendo al bloque 120 e inspeccionando esas posiciones adicionales.

30 Tal y como se indicó anteriormente, la forma definida puede incluir porciones curvadas. Esas porciones curvadas pueden ser adyacentes a y extenderse desde las partes rectas adyacentes, como por ejemplo se ha mostrado previamente en la figura 11. También, una porción curvada o una porción recta adicional pueden estar separadas de la primera porción 128 recta de la forma definida.

Tal y como se muestra por ejemplo en la figura 15, se han inspeccionado puntos 3, 4, 5 y 6 adicionales. En el ejemplo de la figura 14, un segmento de línea recta adicional se ha definido entre los puntos 3 y 4. Hay una distancia de separación entre los puntos 2 y 3. Se ha definido una posición curvada mediante los puntos 4, 5 y 6.

35 En general, existen varias opciones para la forma de crear una porción curvada utilizando el componente de ajuste de la forma. La elección dependerá de la cantidad de datos que está disponible para el usuario, y el tipo de curva que se va a definir, aunque varias opciones incluyen:

40 1. Si la curva es un arco, y si el punto de partida (=PC) y el punto de finalización (PT) y el radio de diseño son conocidos y dados al usuario, lo cual es suficiente para definir el arco.

2. Si la curva es un arco, y si el punto de partida y el punto de finalización y un tercer punto que se establece en el arco son dados al usuario, lo cual es suficiente para definir el arco.

45 3. Si la curva es un arco, y si el punto de partida y de finalización no están definidos con precisión, pero un tercer punto que se establece en el arco es dado al usuario, lo cual es suficiente para definir el arco.

50 4. Si la curva es una forma más compleja que no es un arco, y si el punto de partida y finalización no están definidos con precisión y hay más de 2 puntos en la curva (por ejemplo, una curva espiral con un radio definido), entonces se utiliza un algoritmo para definir una curva correspondiente a los puntos de los datos.

5. Una curva compleja también puede ser representada como una serie de muchas líneas rectas relativamente cortas.

55 Independientemente de la opción que se utilice, el usuario empieza una curva pulsando el botón 120 "inicio de arco" y tomar las medidas para las distintas posiciones inspeccionadas basándose en cualquier información esté disponible. Los algoritmos utilizados por el componente 110 de ajuste de la forma siempre crearán una forma suavizada que es tangencial al elemento medido antes de que la curva empiece y tangencial al elemento después

de que la curva finalice. Cualquier método matemático adecuado se podrá utilizar para definir una curva definida que corresponde a la serie de puntos de los datos. Un método matemático adecuado es una curva de Bezier, que es un método elegante de aproximación de líneas entre un número flexible de puntos de datos que definen la curva. La curva calculada es muy adecuada para el diseño de carreteras y ferrocarriles ya que da lugar a una línea suave y homogénea.

Hay que señalar que en una situación de campo real, el usuario podría no saber con certeza si una porción dada de la estructura que está siendo inspeccionada está representada de la mejor manera como una porción de línea recta o como una porción curvada. En tal caso es mejor definir la porción de la estructura como una curva y proporcionar al menos cuatro puntos inspeccionados. También, si el usuario no tiene certeza de dónde reside el punto de partida y de finalización de la porción de curva es mejor empezar la curva temprano y finalizarla más tarde con el fin de generar una transición suavizada entre los elementos rectos y curvados de la forma definida.

Si la curva cambia de dirección, esto se logra simplemente empezando una nueva curva en el punto de inflexión.

La porción curva finaliza cuando toda la curva se convierte en una línea recta. Al final de la porción curvada, el usuario presiona el botón 122 de "finalización de arco" y el algoritmo calculará automáticamente la porción de curva definida tal como 144 mostrada en la figura 15.

La figura 16 ilustra una continuación adicional del proceso en el que un punto 7 adicional ha sido inspeccionado para definir una porción 146 de línea recta adicional entre puntos 6 y 7. Por tanto, por ejemplo las estructuras indicadas en la figura 16 podrían indicar las posiciones de los bordillos en un aparcamiento con un espacio entre los puntos 2 y 3 para la entrada dentro del aparcamiento.

Tal y como se indica en el bloque 148 de la figura 12, el componente 110 de ajuste de la forma además proporciona la edición del perfil vertical de la forma definida. Por ejemplo, al usuario se le pueden proporcionar planos de construcción para el proyecto que definen la pendiente deseada entre varios puntos de la forma definida. Por lo tanto, cualquier medida de campo tomada puede ser modificada para ajustarse como se desee para definir una forma definida que tenga un perfil vertical deseado.

Una vez que la forma definida se ha definido completamente, como se indica en el bloque 150, un componente 150 de almacenamiento de la forma de la unidad 107 de control almacena, en la memoria 107C, los datos que definen la forma definida. Dicha forma definida es definida preferiblemente como una serie de una o más porciones de línea recta y/ o una o más porciones de línea curvada. Cada porción de línea recta puede estar definida mediante una dirección y una longitud. Si la porción curvada es un arco, puede estar definida mediante un radio de curvatura y una longitud. Si la porción curvada es una curva compleja puede estar definida de una forma más compleja, tal como una curva de Bezier o mediante otra técnica de ajuste de curvas adecuada, o puede estar definida como una serie de muchos segmentos cortos de línea rectos. Dichos datos pueden ser, por ejemplo, similares en su formato a los datos mostrados en la siguiente Tabla I que define las formas mostradas en la figura 16. Los datos de la Tabla I se han proporcionado como un ejemplo únicamente, y no pretenden ser ninguna forma de limitación del ámbito de las reivindicaciones.

Tabla I

SEGMENTO	Tipo de elemento	Estación de finalización	Referencia Norte	Referencia Este	Longitud de Línea/ Arco	Fuera de tangente
128	Línea	4,696	5849,596	3322,980	4,696	73,1432 NE
143	Línea	1,487	5851,695	3320,968	1,487	30,3803 NO
144	Curva	3,987	5852,631	3318,822	2,500	77,4446 SO
146	Línea	5,987	5852,206	3316,868	2,00	77,4446 SO

Una vez que se define la forma definida y se almacena en memoria, puede ser guardada en cualquiera de dos formatos. En primer lugar, los datos recopilados por el vehículo de exploración que utiliza coordenadas GPS pueden ser guardados en las coordenadas GPS que representan la forma en el sistema de referencia independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas. En este primer caso, el archivo puede ser descargado de forma simple dentro de un controlador 7 de la máquina de obras públicas y utilizado sin ninguna transformación adicional. En segundo lugar, los datos pueden ser guardados en un formato como el de la Tabla anterior, definiendo la forma como una serie de líneas rectas y curvas con longitudes y direcciones. En este segundo caso, el archivo de la forma puede ser utilizado como otra forma almacenada previamente y puede ser seleccionado y utilizado. La forma seleccionada definida como una serie de distancias y direcciones en el sistema de referencia de una máquina de obras públicas puede ser transformada a unos datos de la curva representativos de la posición y orientación de la forma seleccionada en el sistema de referencia independiente de la máquina de obras públicas

De forma alternativa, en lugar de transferir los datos desde la unidad 107 de control del vehículo de exploración a la unidad 7 de control de la máquina, la máquina de obras públicas puede estar provista de una interfaz o estación 160

5 de acoplamiento que permite a la unidad 107 de control del vehículo de exploración conectarse a la máquina de obras públicas. Cuando el vehículo 100 de exploración está acoplado en la máquina de obras públicas, el vehículo de exploración puede realizar varias funciones en la máquina de obras públicas, incluyendo servir como uno de los sensores de posición de la máquina de obras públicas y/ o servir como al menos una parte de la unidad de control de la máquina de obras públicas.

10 Por ejemplo, como se ilustra esquemáticamente en la figura 17, el vehículo 100 de exploración puede estar construido para ser montado en el chasis 2 de la máquina de obras públicas acoplando el vehículo 100 de exploración en la estación 160 de acoplamiento, de manera que el receptor S100 del vehículo 100 de exploración toma el lugar del receptor S2 de la máquina de obras públicas. En este modo de realización, cuando se desea inspeccionar varias posiciones sobre el terreno situadas de forma remota a la máquina de obras públicas, el vehículo 100 de exploración puede ser desacoplado y utilizado para inspeccionar dichas posiciones en el terreno como se indicó. Entonces el vehículo de exploración puede acoplarse de nuevo en la máquina de obras públicas y tener la función de uno de los receptores de la máquina de obras públicas. Cuando está acoplado en la estación 160 de acoplamiento la unidad 107 de control del vehículo de exploración puede comunicarse con la unidad 7 de control de la máquina.

15 Además, como se ilustra esquemáticamente en la figura 18, cuando el vehículo 100 de exploración se acopla en la máquina de obras públicas, la unidad 107 de control del vehículo de exploración puede ser utilizada como unidad de control de la máquina para la máquina de obras públicas, y la unidad 7 de control de la máquina separada puede ser eliminada.

20 De este modo, se aprecia que los dispositivos y los métodos de la presente invención consiguen fácilmente los fines y ventajas mencionados, así como aquellos inherentes a los mismos. Mientras que ciertos modos de realización preferidos de la invención han sido ilustrados y descritos en la presente divulgación, se pueden hacer numerosos cambios en la disposición y construcción de las partes y etapas por aquellos expertos en la materia, cuyos cambios están incluidos dentro del ámbito y espíritu de la presente invención la cual está definida mediante las reivindicaciones adjuntas.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar una máquina de obras públicas autopropulsada, incluyendo la máquina de obras públicas un punto de referencia (R), el método que comprende:

- 5 (a) preseleccionar una forma geométrica para una estructura que va a ser producida o el terreno en el cual van a ser realizados los cambios
- (b) determinar con un vehículo (100) de exploración de campo portátil, una posición de al menos un punto identificable de la forma geométrica prefijada en un sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas;
- 10 (c) determinar los datos de la curva que definen una curva deseada, basándose en la forma geométrica prefijada para la estructura que va a ser producida o el terreno en el cual van a ser realizados los cambios, basándose en la posición de al menos un punto identificable de la forma geométrica prefijada en el sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas, siendo la curva deseada aquella curva a lo largo de la cual se mueve el punto de referencia (R) de la máquina de obras públicas en el sistema de referencia independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas;
- 15 (d) determinar los datos que definen la posición y/ o la orientación del punto de referencia (R) en la máquina de obras públicas con respecto al sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas; y
- 20 (e) controlar la máquina de obras públicas con una unidad (7) de control de la máquina, como una función de los datos de la curva que definen la curva deseada, de tal manera que el punto de referencia (R) de la máquina de obras públicas se mueve a lo largo de la curva deseada;

en el que

25 durante la etapa (b) el vehículo (100) de exploración de campo portátil es separado de la máquina de obras públicas, y después de la etapa (b) los datos que representan la posición de al menos un punto identificable de la forma geométrica prefijada son transferidos desde el vehículo (100) de exploración de campo portátil a la unidad (7) de control de la máquina.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

la etapa (a) y/ o la etapa (c) se llevan a cabo con la unidad (7) de control de la máquina, de la máquina de obras públicas o con una unidad (107) de control del vehículo (100) de exploración de campo.

30 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa (a) comprende la entrada en la unidad (7,107) de control de los parámetros que definen la forma geométrica o la selección con la unidad de control de una forma geométrica a partir de una pluralidad de formas geométricas.

4. El método de la reivindicación 2 o 3, en el que la etapa (a) y/ o la etapa (c) se realizan cuando el vehículo (100) de exploración de campo está montado en la máquina de obras públicas.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

35 la etapa (c) es realizada cuando el vehículo (100) de exploración de campo portátil está situado de forma remota a la máquina de obras públicas; y el método además comprende transferir los datos de la curva desde la unidad (107) de control del vehículo de exploración a la unidad de control de la máquina.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

40 montar el vehículo de exploración de campo en la máquina de obras públicas, y utilizar el vehículo de exploración de campo montado al menos en parte, para llevar a cabo la etapa (d) y/ o montar el vehículo de exploración de campo en la máquina de obras públicas, y utilizar una unidad de control del vehículo de exploración de campo como la unidad de control de la máquina de la etapa (e).

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

45 en la etapa (d), una posición inicial del punto de referencia (R) de la máquina de obras públicas con respecto al sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas, no está en la curva deseada; y además incluye, antes de la etapa (e), controlar la máquina de obras públicas con la unidad (7) de control de la máquina de tal manera que el punto de referencia (R) de la máquina de obras públicas se mueve a un punto de la curva deseada.

50

8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

en la etapa (a), la forma geométrica se define inicialmente mediante los datos de la forma inicial en un sistema de coordenadas relativo a la máquina definido con respecto a la máquina de obras públicas; y
 en la etapa (c) los datos de la curva son determinados en el sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas, transformando los datos de la forma inicial.

5 9. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:

10 las etapas (a), (b) y (c) se realizan simultáneamente mediante la utilización del vehículo (100) de exploración de campo portátil para determinar una serie de posiciones inspeccionadas en el sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas, para seleccionar al menos algunas de las posiciones inspeccionadas si las posiciones son parte de una porción de línea recta o parte de una porción curvada de la curva deseada, y para definir la curva deseada que corresponde a la serie de posiciones inspeccionadas.

10. Un sistema de una máquina de obras públicas autopropulsada, que comprende:

15 una máquina (1) de obras públicas que incluye un chasis (2) de la máquina;
 una unidad (6) de trabajo dispuesta en el chasis y operable para producir una estructura en el terreno o para realizar cambios en el terreno;
 una unidad (4A, 4B; 5A, 5B) de accionamiento operable para llevar a cabo movimientos de la máquina de obras públicas de traslación y/ o de rotación sobre el terreno;
 una unidad de control (7) de la máquina operable para controlar los movimientos de la máquina de obras públicas de traslación y/ o de rotación sobre el terreno; y
 20 un vehículo (100) de exploración de campo portátil montado en la máquina (1) de obras públicas, siendo el vehículo (100) de exploración de campo portátil desmontable de la máquina de obras públicas de manera que el vehículo de exploración de campo puede ser utilizado de forma separada de la máquina de obras públicas, incluyendo el vehículo de exploración de campo una unidad (107) de control del vehículo de exploración, incluyendo la unidad (107) de control del vehículo de exploración un componente de determinación de los datos de la posición del
 25 vehículo de exploración operable para determinar los datos de la posición para definir la posición del vehículo de exploración de campo con respecto a un sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas;
 en el que cada uno de los siguientes componentes está incluido en al menos o bien la unidad (7) de control de la máquina o bien la unidad (107) de control del vehículo de exploración:

30 un componente de selección de la forma, operable para prefijar una forma geométrica de la estructura que va a ser producida o del terreno en el cual van a ser realizados los cambios;

35 un componente de determinación de los datos de la posición de la máquina, operable para determinar los datos de la posición para definir la posición y/ o la orientación de un punto de referencia en la máquina de obras públicas con respecto al sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas;

40 un componente de determinación de los datos de la curva, operable para determinar los datos de la curva para definir una curva deseada basándose en la forma geométrica prefijada de la estructura que se va a producir o del terreno en el cual van a ser realizados los cambios y basándose en la posición y orientación deseadas de la forma geométrica prefijada en el sistema de referencia independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas, siendo la curva deseada aquella curva a lo largo de la cual se mueve el punto de referencia de la máquina de obras públicas en el sistema de referencia independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas; y

45 un componente de control del accionamiento, operable para controlar la unidad de accionamiento, como una función de los datos de la curva que definen la curva deseada, de tal manera que el punto de referencia de la máquina de obras públicas se mueve a lo largo de la curva deseada.

11. El sistema de la reivindicación 10, en el que:

50 la máquina (1) de obras públicas incluye una estación (160) de acoplamiento para recibir el vehículo (100) de exploración y hacer interactuar la unidad (107) de control del vehículo de exploración con la unidad (7) de control de la máquina; y
 cuando está acoplado con la máquina de obras públicas, el componente de determinación de los datos de la posición del vehículo de exploración comprende al menos una parte del componente de determinación de los datos de la posición de la máquina.

12. El sistema de máquina de obras públicas, de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que:

55 el componente de determinación de los datos de la posición del vehículo de exploración incluye un receptor (S100) para decodificar las señales de satélite GPS, en particular un receptor DGPS o DGNSS para decodificar las señales de satélite DGPS o DGNSS, a partir de un sistema de posicionamiento global por satélite y corregir las señales de

una estación de referencia para determinar la posición del vehículo de exploración de campo, o un componente de determinación de los datos de la posición de un vehículo de exploración que incluye un receptor que pertenece a un sistema de medida no satelital para determinar la posición del vehículo de exploración de campo.

13. El sistema de máquina de obras públicas, de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, en el que:

- 5 el componente de la selección de la forma incluye una unidad (108) de entrada operable para la introducción de parámetros para definir la forma geométrica de la estructura que se va a producir o del terreno en el cual se van a realizar los cambios, o el componente de la selección de la forma incluye una unidad (108) de entrada, operable para seleccionar una forma geométrica a partir de una pluralidad de formas geométricas predefinidas.

- 10 14. El sistema de máquina de obras públicas, según la reivindicación 13, en el que la unidad (108) de entrada es operable para modificar una forma geométrica predeterminada.

15. El sistema de máquina de obras públicas según una de las reivindicaciones 10 a 14, en el que:

el componente de control del accionamiento está configurado para controlar la unidad (4A, 4B; 5A, 5B) de accionamiento para dirigir el punto de referencia en la máquina (1) de obras públicas a un punto de la curva deseada cuando el punto de referencia no se encuentra inicialmente en la curva deseada.

- 15 16. Un sistema de máquina de obras públicas autopropulsada, que comprende:

una máquina (1) de obras públicas que incluye un chasis (2) de la máquina;

una unidad (6) de trabajo dispuesta en el chasis y operable para producir una estructura en el terreno o para realizar cambios en el terreno;

- 20 una unidad (4A, 4B; 5A, 5B) de accionamiento, operable para llevar a cabo movimientos de la máquina de obras públicas de traslación y/ o de rotación sobre el terreno; y

una unidad (7; 107) de control de la máquina, operable para controlar los movimientos de la máquina de obras públicas de traslación y/ o de rotación sobre el terreno, la unidad (7; 107) de control de la máquina que incluye:

- 25 un componente de determinación de los datos de la posición de la máquina, operable para determinar los datos de la posición para definir la posición y/ o la orientación de un punto de referencia de la máquina de obras públicas con respecto a un sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas,

en el que

- 30 la unidad (107) de control de la máquina está incluida en un vehículo (100) de exploración de campo portátil y comprende una unidad de control del vehículo de exploración de campo, estando montado el vehículo (100) de exploración de campo portátil en la máquina (1) de obras públicas, siendo removible el vehículo (100) de exploración de campo portátil de la máquina (1) de obras públicas de manera que el vehículo de exploración de campo puede ser utilizado de forma separada a la máquina de obras públicas para inspeccionar posiciones en el sistema de referencia que es independiente de la posición y orientación de la máquina de obras públicas.

17. El sistema de máquina de obras públicas, de acuerdo con la reivindicación 16, en el que:

- 35 la unidad (7; 107) de control de la máquina además comprende un componente de selección de la forma de la máquina, operable para prefijar una forma geométrica de la estructura que se va a producir o del terreno en el cual van a ser realizados los cambios.

18. La máquina de obras públicas, según la reivindicación 17, en la que:

- 40 la unidad (7; 107) de control de la máquina comprende además un componente de determinación de datos de la curva de la máquina, operable para determinar los datos de la curva para definir una curva deseada, basándose en la forma geométrica prefijada de la estructura que se va a producir o del terreno en el cual van a ser realizados los cambios y basándose en una posición y una orientación deseadas de la forma geométrica prefijada en el sistema de referencia independiente de la posición y orientación de la máquina (1) de obras públicas.

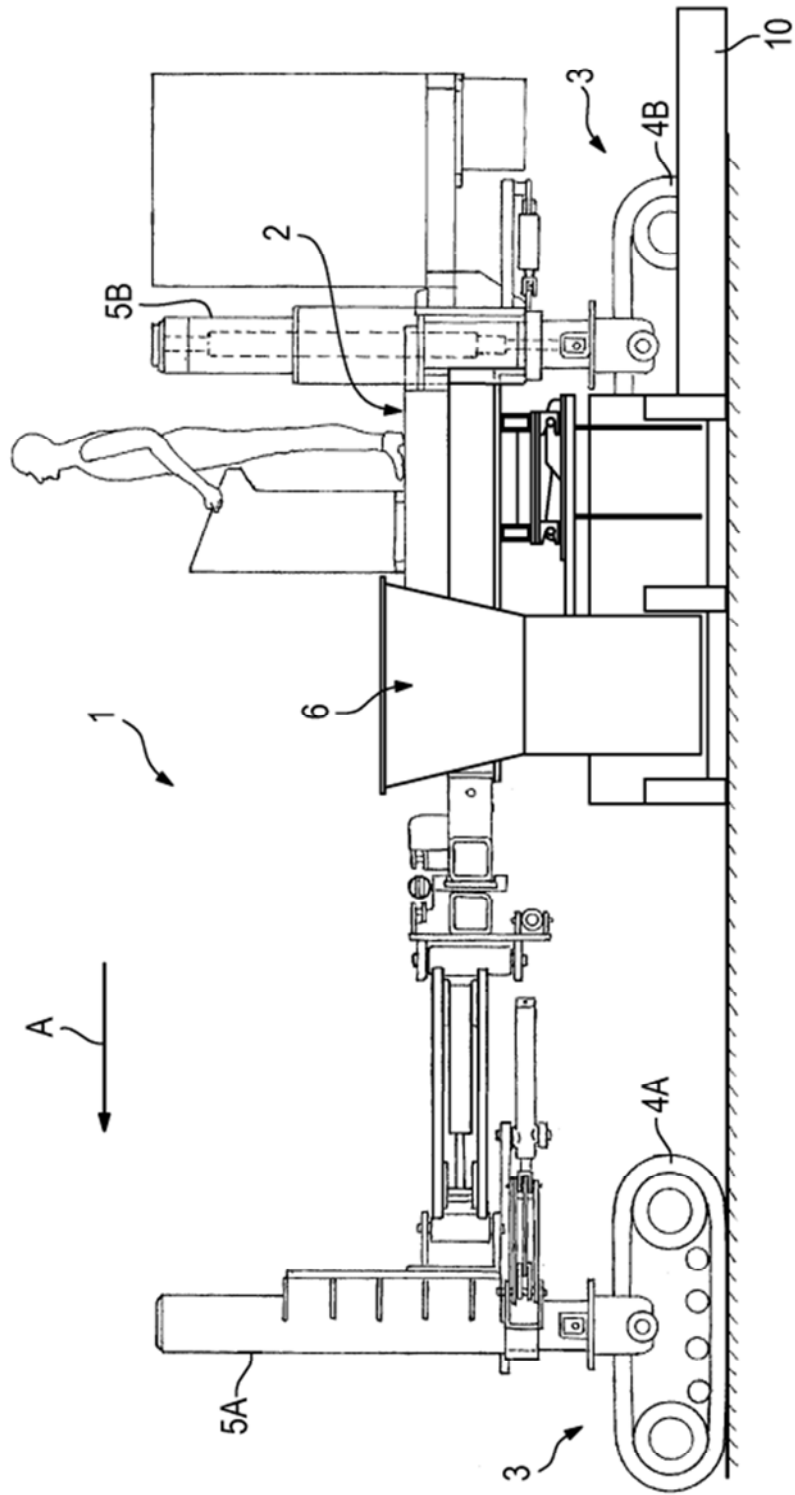


FIG. 1

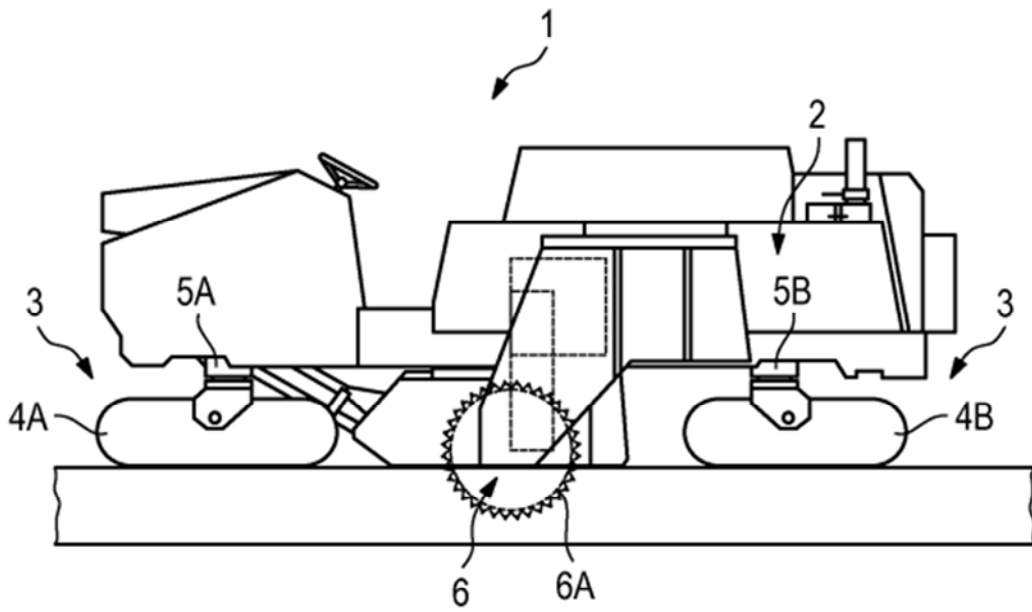


FIG. 2

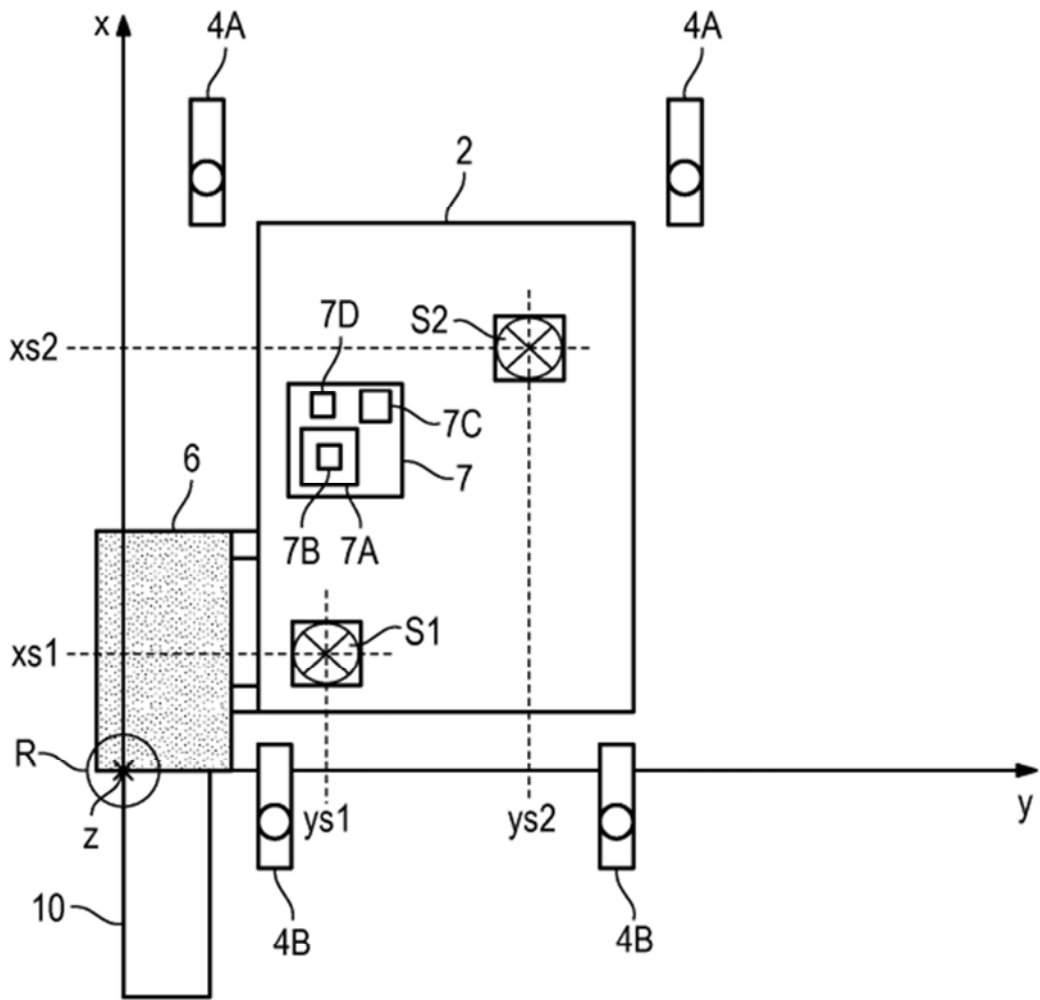


FIG. 3

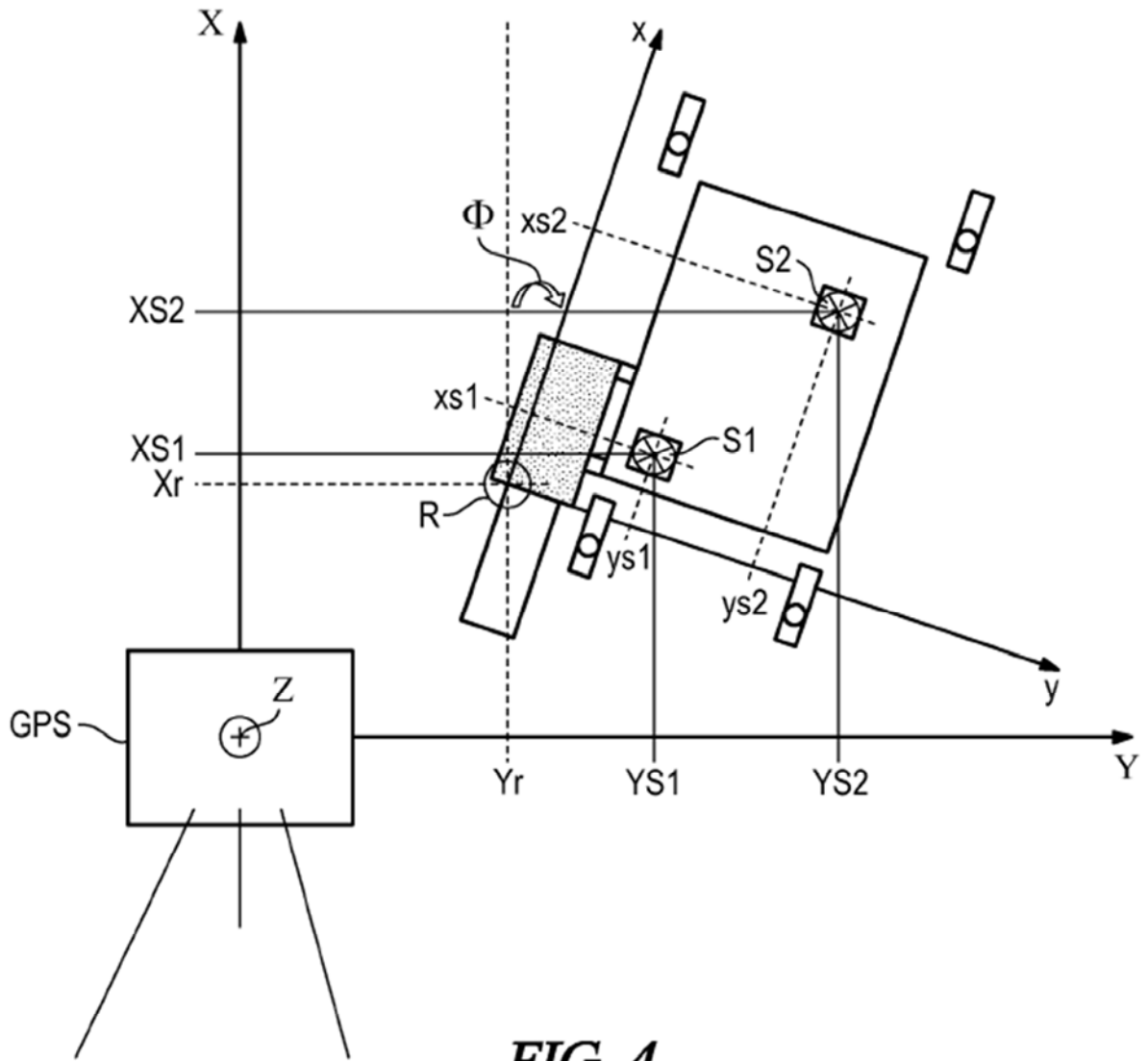


FIG. 4

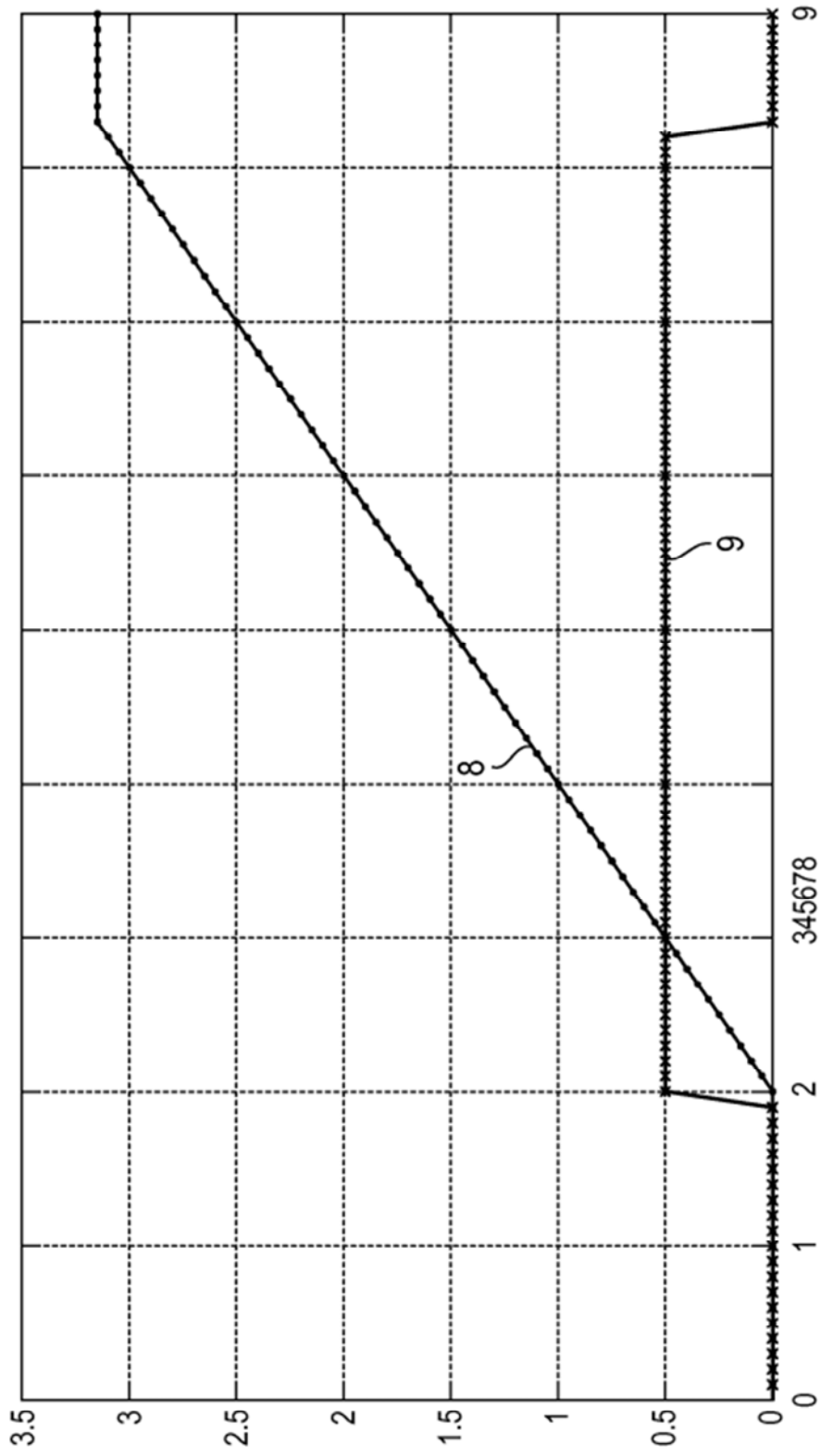


FIG. 5

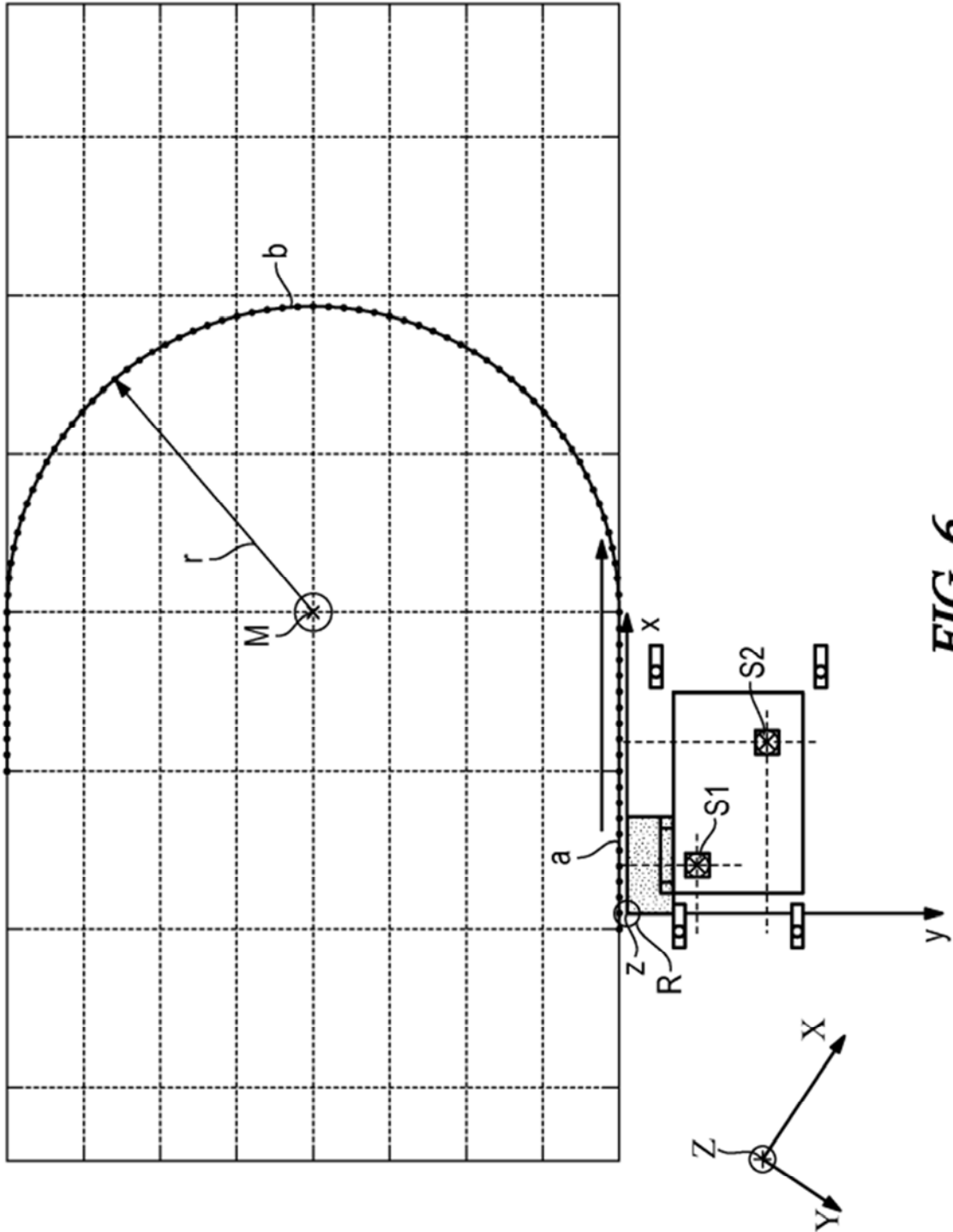


FIG. 6

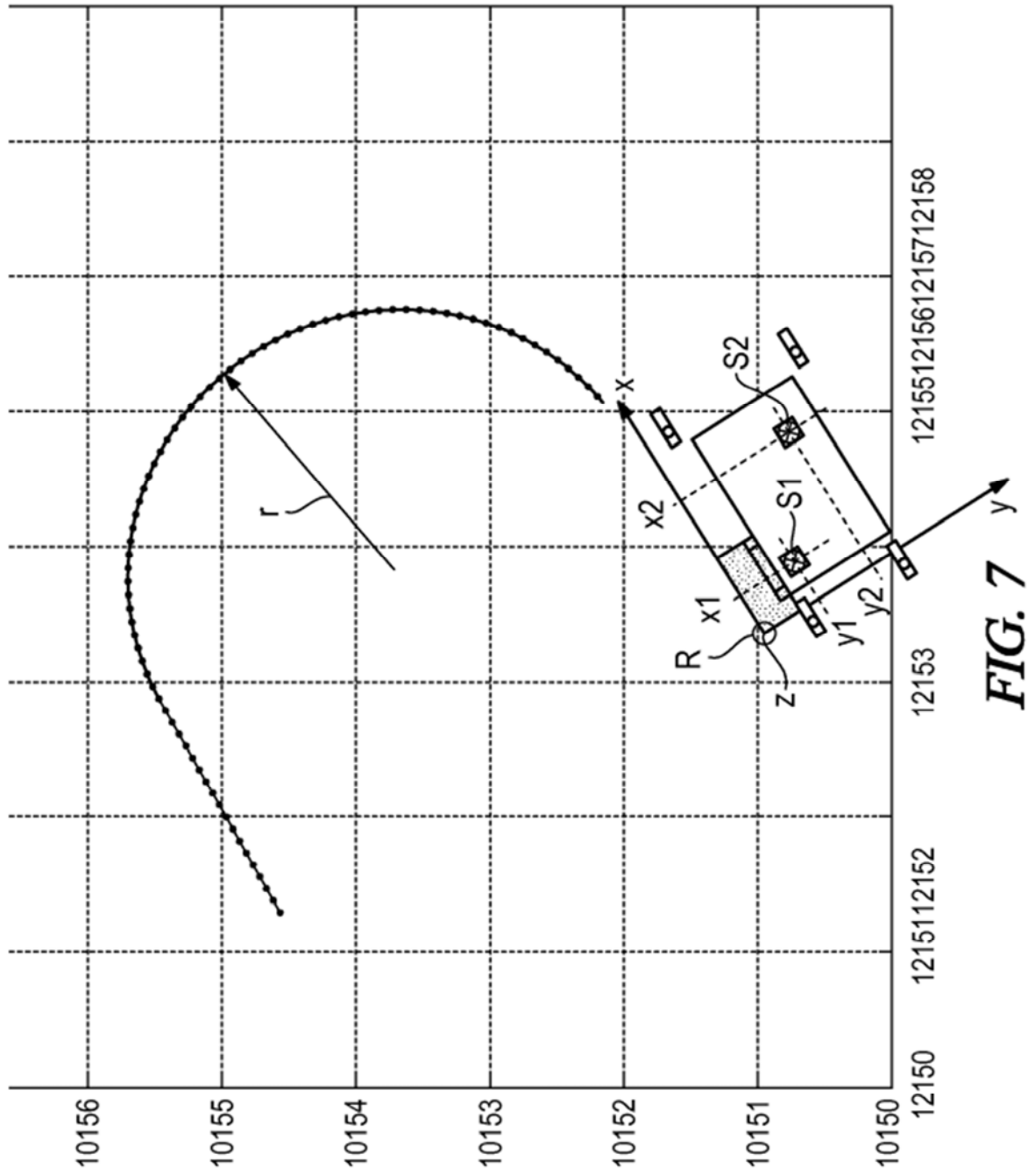


FIG. 7

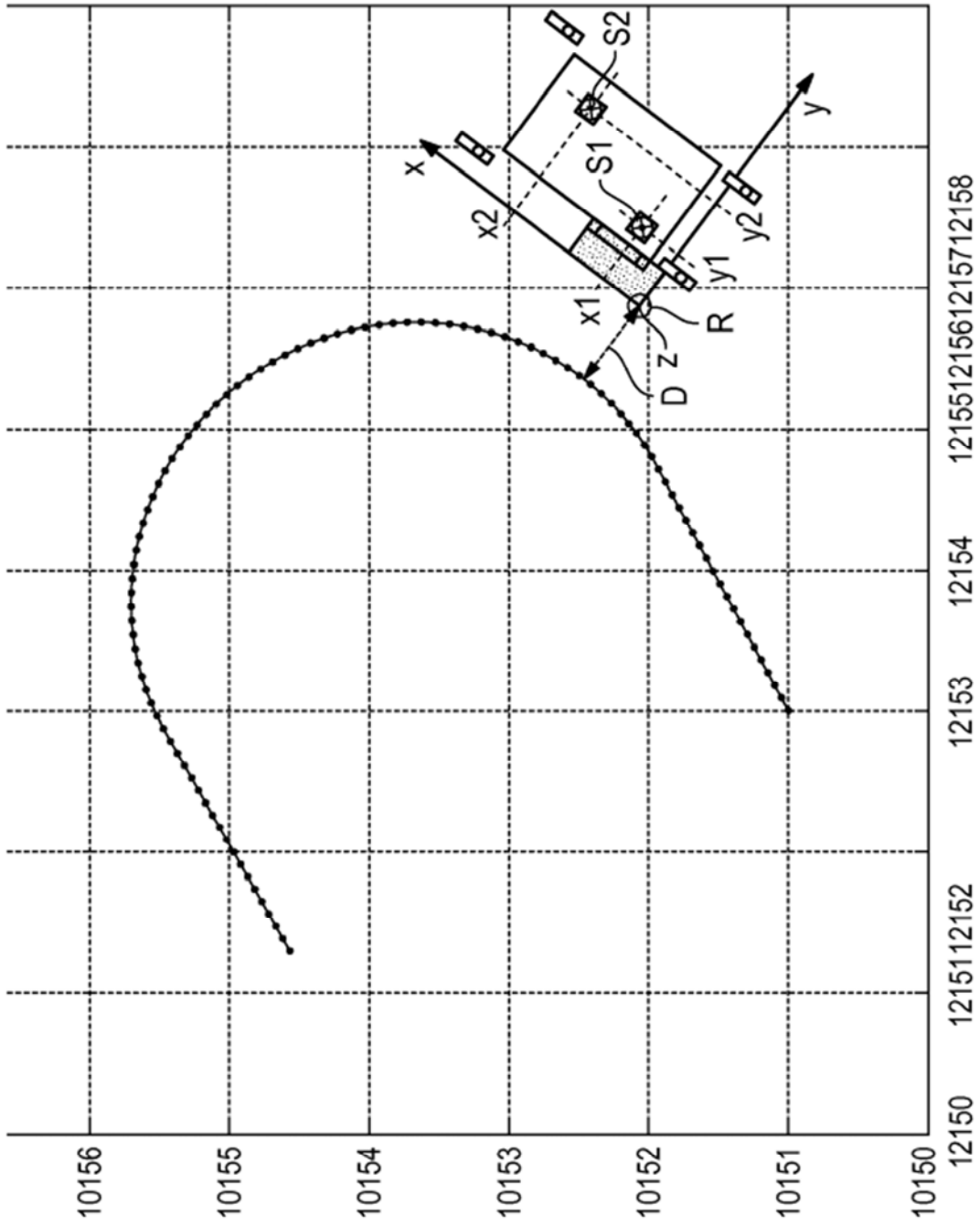


FIG. 8

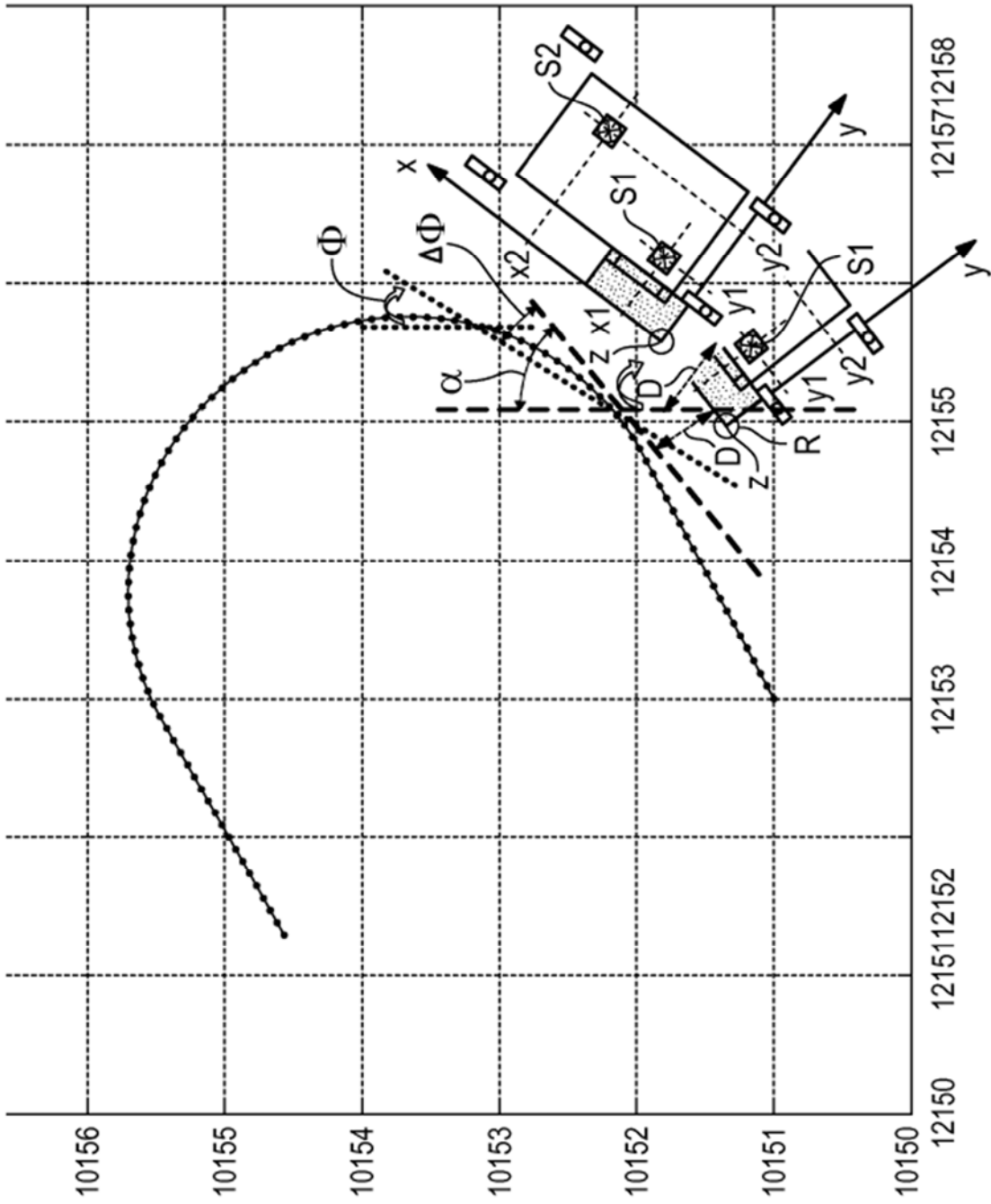


FIG. 9

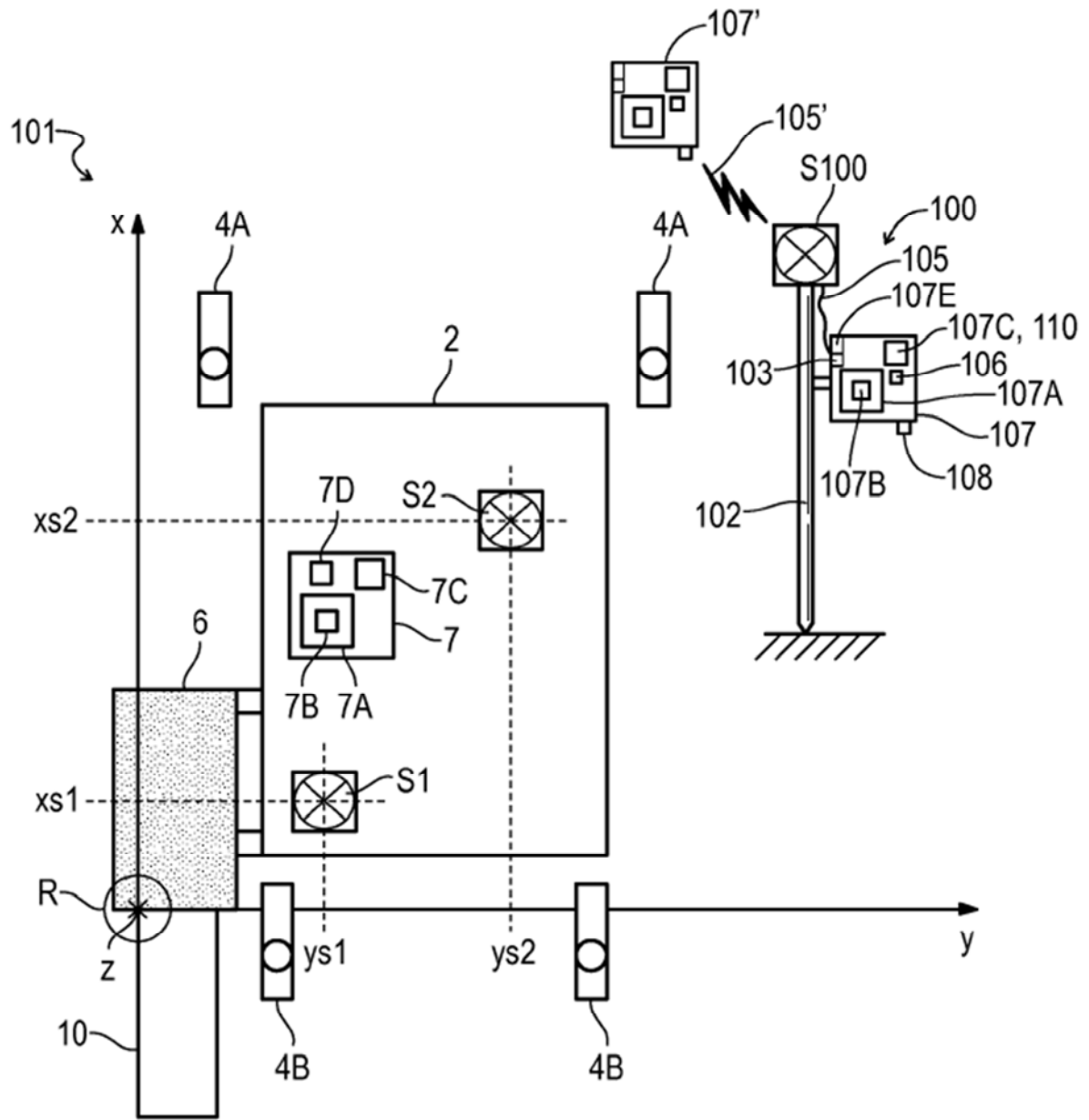


FIG. 10

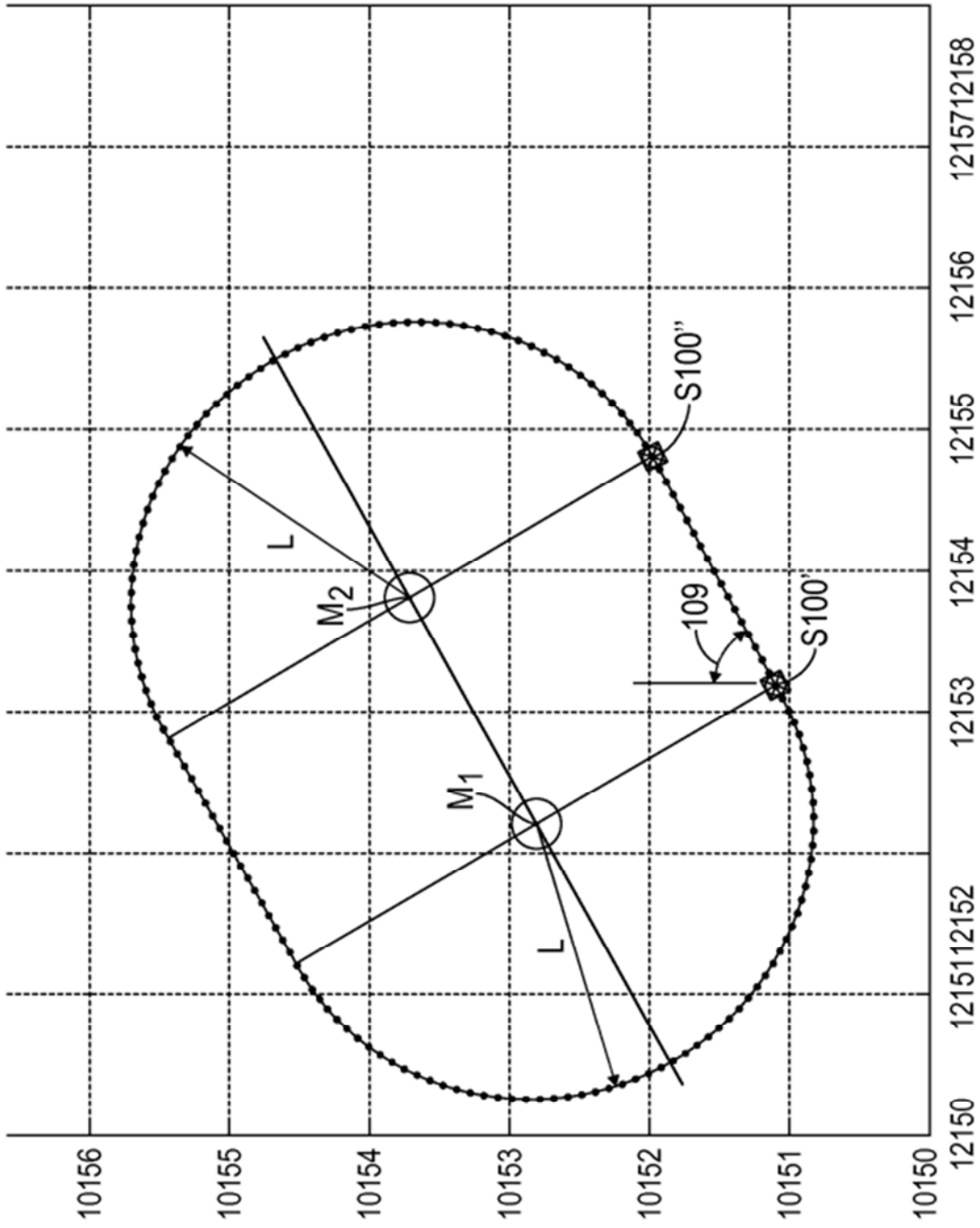


FIG. 11

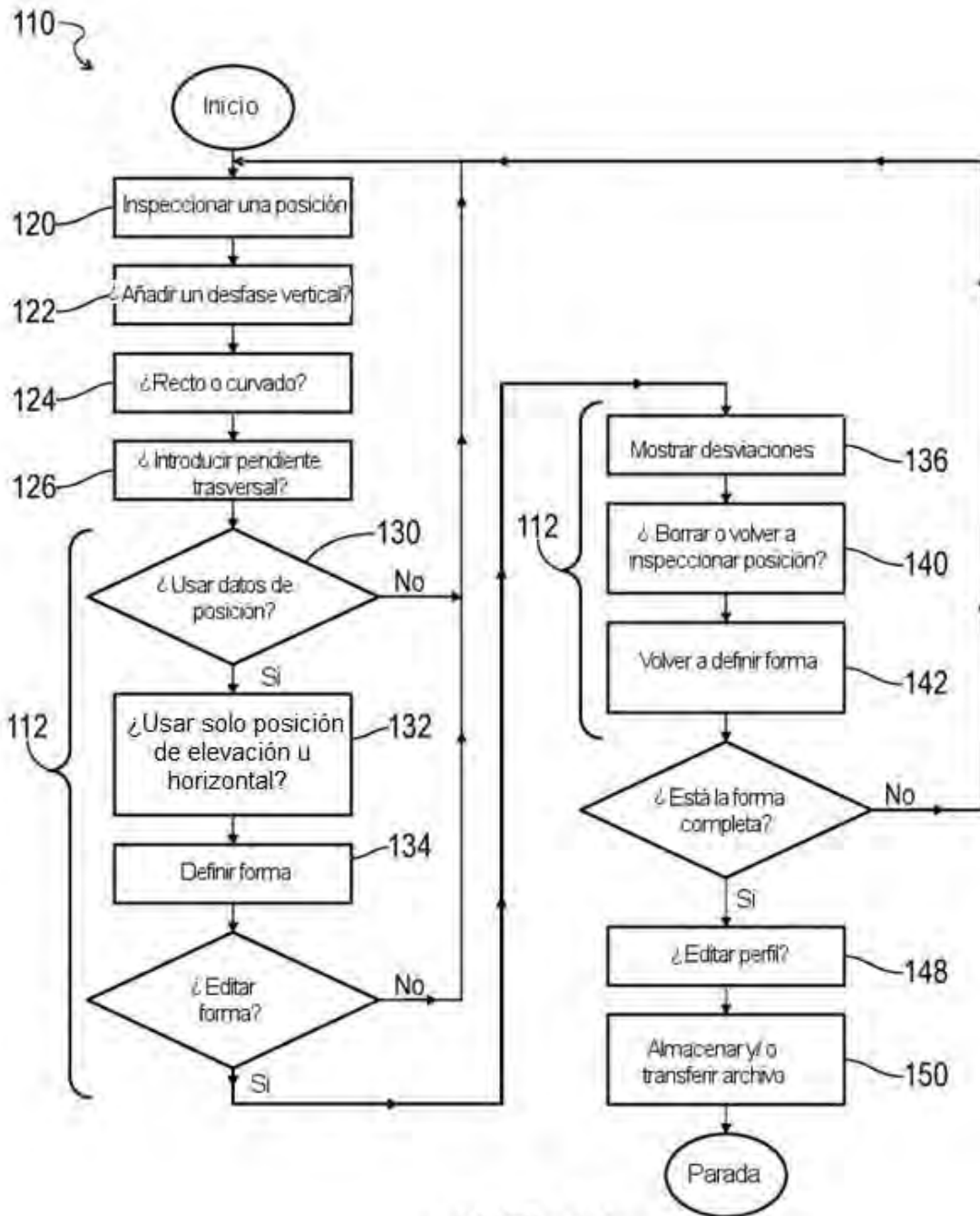


FIG. 12

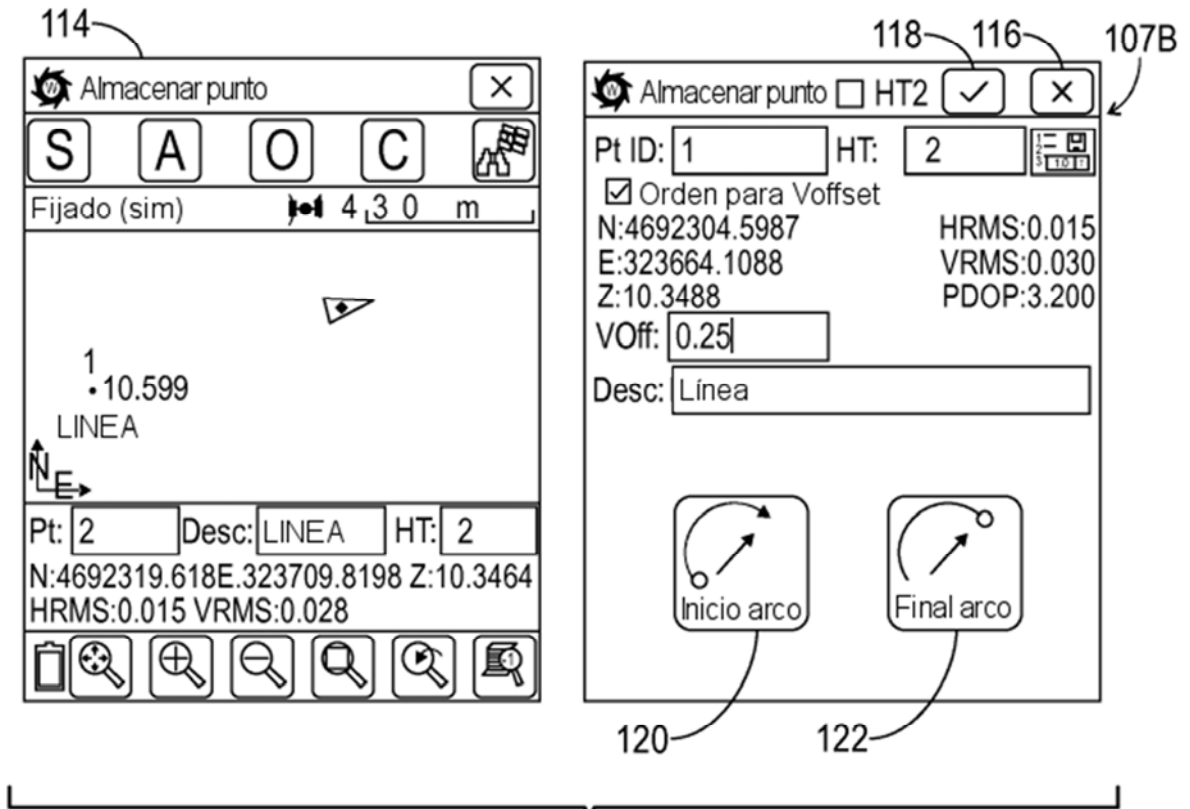


FIG. 13

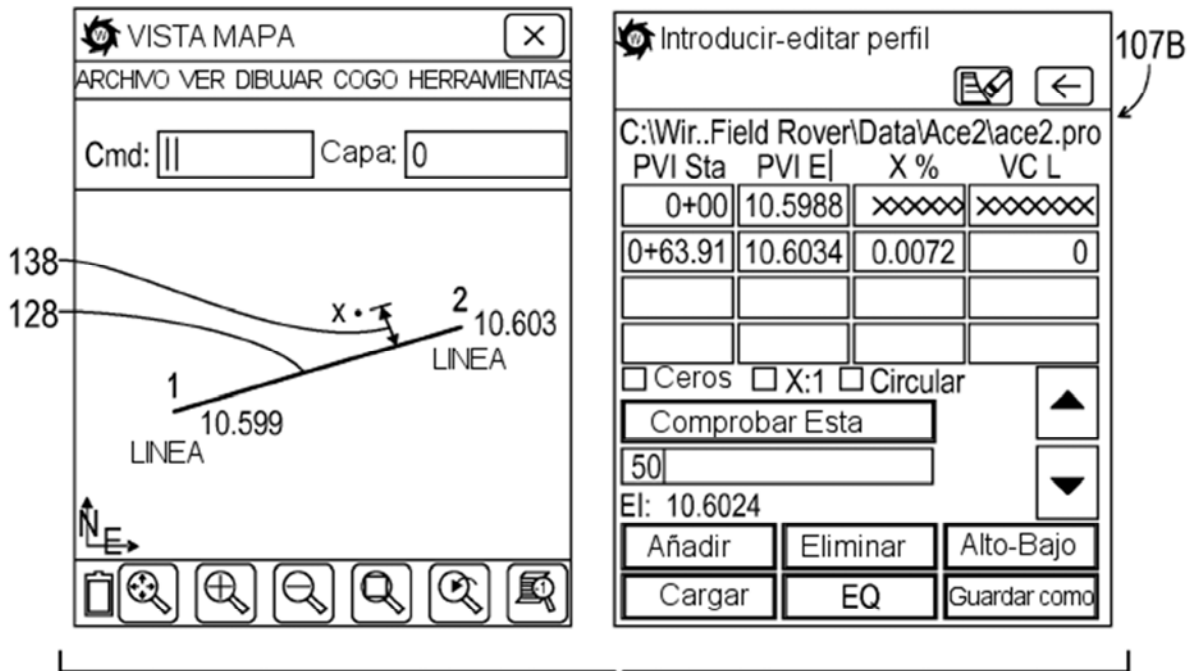


FIG. 14

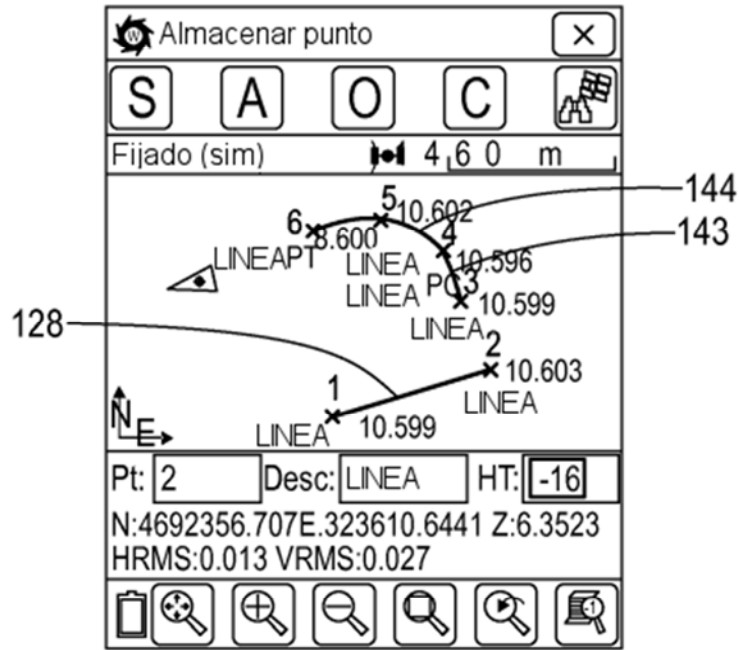


FIG. 15

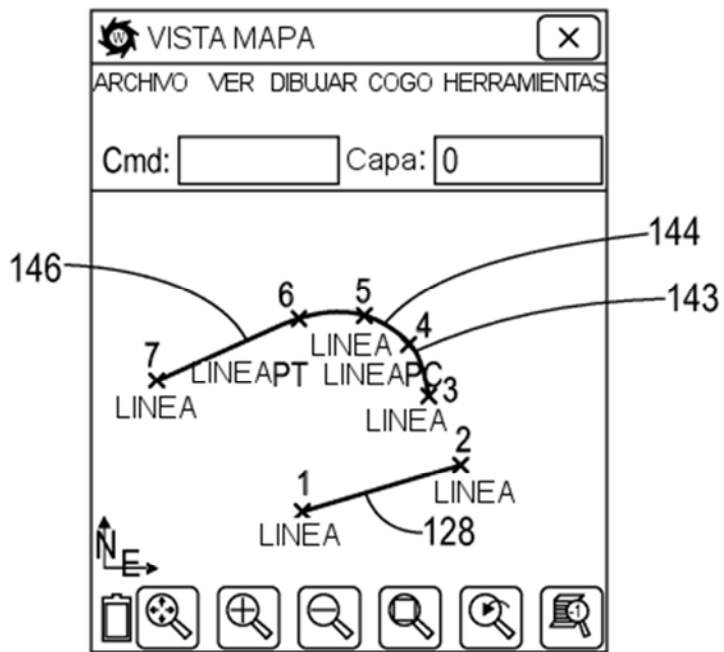


FIG. 16

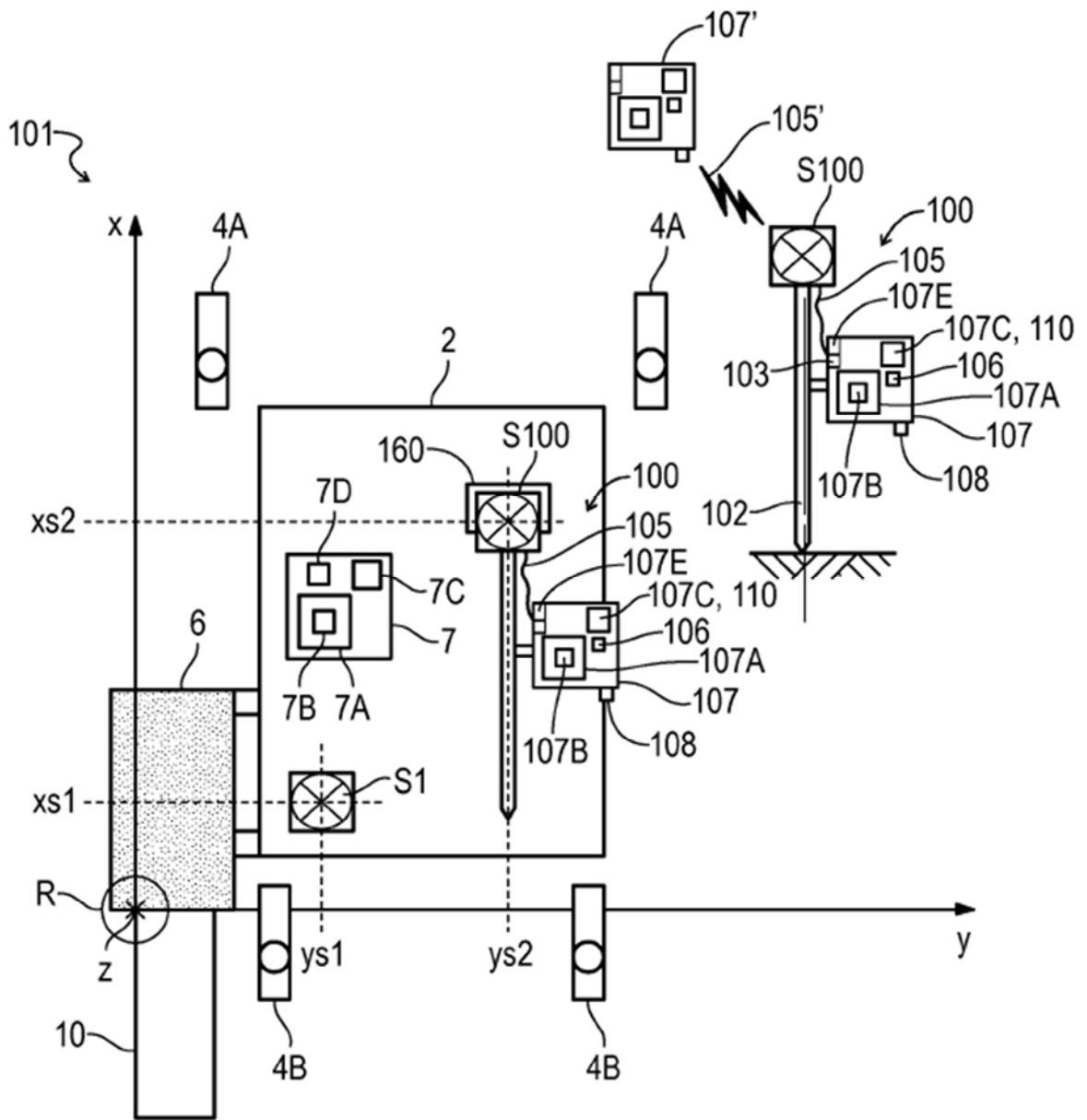


FIG. 17

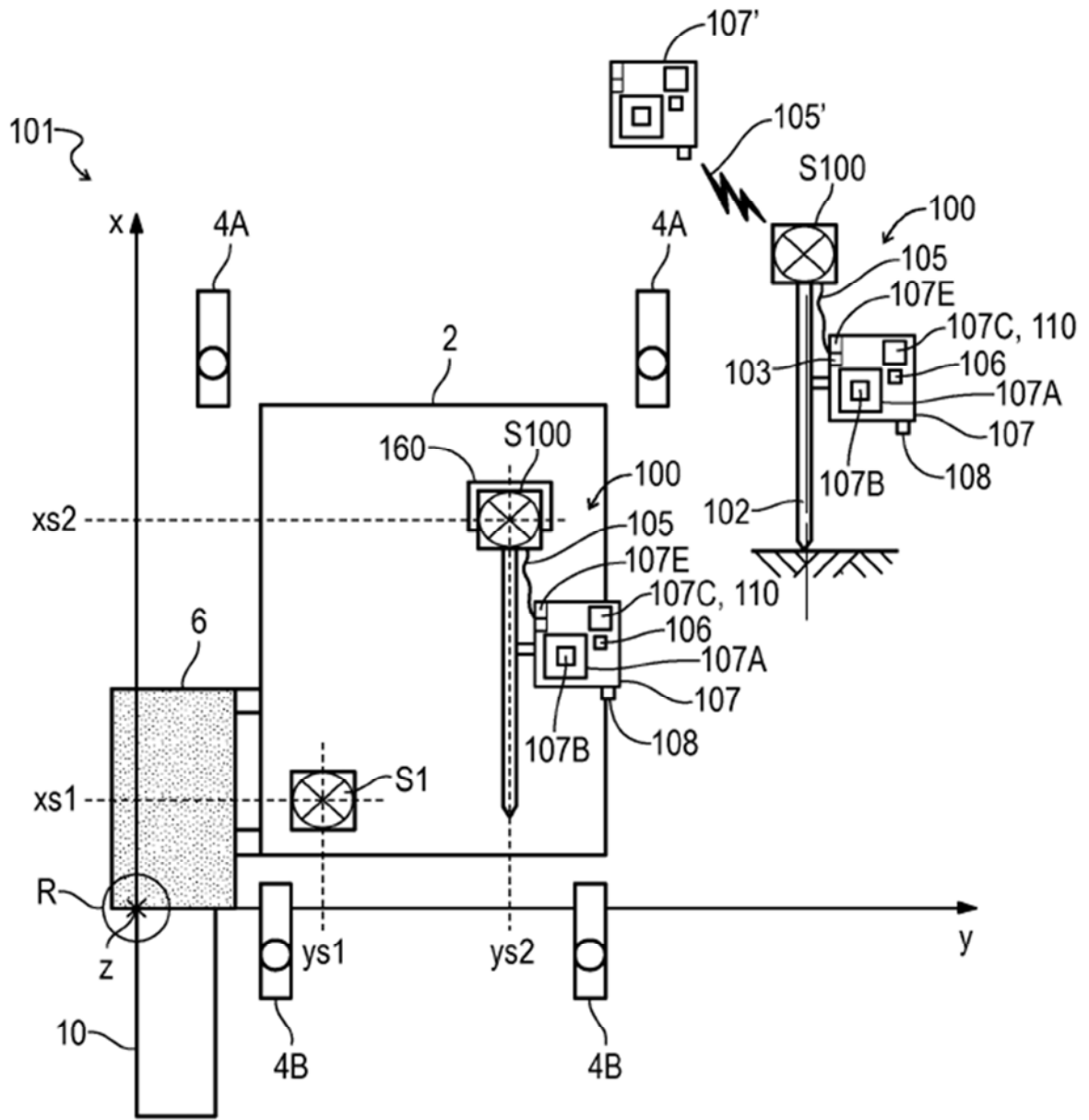


FIG. 18