

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 229**

51 Int. Cl.:

**E02F 3/43** (2006.01)

**G05D 1/02** (2006.01)

**E21F 13/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.06.2010 PCT/FI2010/050540**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.12.2010 WO10149857**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.06.2010 E 10791683 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 2446091**

54 Título: **Definición de datos de control para el control automático de una máquina móvil de arranque**

30 Prioridad:

**24.06.2009 FI 20095712**

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

**09.07.2019**

73 Titular/es:

**SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION OY  
(100.0%)  
Pihlisulunkatu 9  
33330 Tampere, FI**

72 Inventor/es:

**LEHTINEN, ANTTI;  
MÄKELÄ, HANNU;  
RUOKOJÄRVI, JARKKO y  
SIEVILÄ, JOUNI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 719 229 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**

Definición de datos de control para el control automático de una máquina móvil de arranque

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere a la preparación de un control automático de máquinas móviles de arranque y especialmente a la definición de datos de control para una máquina de arranque equipada con una cuchara con el fin de preparar un control automático de la máquina de arranque.

**Antecedentes de la invención**

10 En una mina se utilizan diversas máquinas móviles de arranque, tales como un equipo perforador para roca, un equipo de carga y un equipo de transporte. Las máquinas de arranque pueden ser manejadas por operadores presentes en las máquinas o sin éstos. Las máquinas de arranque sin operador presente pueden controlarse a distancia desde una sala de control, por ejemplo, y pueden estar equipadas con instrumentos de medición adecuados para la determinación de la ubicación. Los dispositivos de arranque sin operador presente pueden controlarse a lo largo de una ruta requerida en la mina, siempre que pueda determinarse la ubicación del dispositivo. La ubicación del dispositivo puede determinarse utilizando escáneres láser, por ejemplo. Por ejemplo, el documento  
15 WO 2007/012198 describe un procedimiento para guiar automáticamente un vehículo de arranque. Conduciendo el vehículo de arranque manualmente o mediante control a distancia, un operador enseña al vehículo de arranque una ruta, a lo largo de la cual el dispositivo de arranque puede moverse sin intervención por parte del operador.

20 Además de definir puntos de ruta, también es posible enseñar otros datos de control conduciendo la máquina de arranque. Para hacer que una máquina de arranque equipada con una cuchara mueva automáticamente material excavado, también es posible enseñar el llenado y el vaciado de la cuchara manejando la máquina manualmente. Es importante que, especialmente durante el vaciado de la cuchara, la trayectoria del brazo y la cuchara estén correctamente definidas. Sin embargo, la enseñanza del movimiento de vaciado es propensa a errores. Frecuentemente, el movimiento de vaciado se enseña con una cuchara vacía, por lo que la máquina actúa de manera diferente a con una cuchara llena. La publicación de patente US 6076030 A presenta un algoritmo de aprendizaje para enseñar movimientos autónomos de máquina.  
25

Según un aspecto de la invención, se proporcionan un procedimiento para definir datos de control para preparar un control automático de una máquina móvil de arranque equipada con una cuchara según la reivindicación 1, un aparato que comprende un dispositivo de procesamiento de datos para definir datos de control utilizados para el control automático de una máquina móvil de arranque según la reivindicación 5, y un programa informático según la reivindicación 15.  
30

La presente invención proporciona varias ventajas que se harán patentes a partir de la descripción detallada. Ahora es posible almacenar para nuevas tareas un movimiento de vaciado aprobado como un modelo universal de vaciado de cuchara, es decir como un modelo de vaciado que no está ligado a una ruta específica. Es posible acelerar la introducción de nuevas rutas, entre otras cosas, porque ya no es necesario enseñar el vaciado de la cuchara por separado para cada ruta guiando manualmente la máquina.  
35

**Breve descripción de las figuras**

Ahora se describirán algunas realizaciones de la invención con mayor detalle por medio de algunas realizaciones preferidas y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

la Figura 1 es una representación lateral esquemática de un dispositivo móvil de arranque,

40 la Figura 2 ilustra, desde arriba, una disposición para posicionar y controlar una máquina de arranque según una realización,

la Figura 3 ilustra un aparato según una realización para definir rutas de una máquina de arranque,

la Figura 4 muestra un procedimiento según una realización, y

la Figura 5 muestra un procedimiento según una realización.  
45

**Descripción detallada de una realización de la invención**

La Figura 1 muestra una máquina móvil 1 de arranque, en este caso un dispositivo de carga con un brazo 16 y una cuchara 15 en la parte delantera para transportar y cargar material excavado. La máquina 1 de arranque comprende un portador móvil 2 con varias ruedas 3, de las cuales al menos una es una rueda motriz accionada por un motor 4 a través de una transmisión. El motor 4 puede ser un motor eléctrico, un motor de combustión, un motor hidráulico o cualquier otro dispositivo para proporcionar un par de rotación. La transmisión comprende normalmente una caja 5 de cambios y unos árboles cardán 6 necesarios, un engranaje diferencial y otros elementos de transmisión de potencia para transmitir el par de rotación del motor 4 a las ruedas motrices. La máquina 1 de arranque está equipada también  
50

con un sistema de control que comprende al menos una primera unidad 7 de control, que está preparada para controlar unos actuadores en el dispositivo 1 de arranque con el fin de controlar y conducir la máquina.

Además, la máquina 1 de arranque puede tener una unidad 8 de transferencia de datos, con la que la primera unidad 7 de control puede establecer una conexión de transferencia de datos con una segunda unidad 10 de control externa a la máquina 1 de arranque utilizando una conexión inalámbrica proporcionada por la estación base 9. La segunda unidad 10 de control puede residir en una sala 11 de control, que puede estar dispuesta fuera de la mina. Las unidades 7 y 10 de control pueden ser ordenadores equipados con un *software* adecuado.

Cabe señalar que una máquina de arranque puede referirse en general a diferentes máquinas utilizadas en operaciones de excavación de roca en un área de producción en la superficie o subterránea y que también pueden utilizarse en otros emplazamientos diferentes a las minas reales. La Figura 1 es una figura simplificada, y el sistema de control de una máquina 1 de arranque comprende típicamente varias unidades para implementar diferentes funciones de control. El sistema de control de la máquina 1 de arranque puede ser una entidad distribuida formada por módulos conectados a un bus CAN (*Controller Area Network* (red de zona de controlador)), por ejemplo, que gestione todas las mediciones y controles de la máquina. El sistema de información de la sala 11 de control puede comprender también uno o más servidores, bases de datos, estaciones de trabajo de operador y una conexión con otras redes y sistemas.

El sistema de control de la máquina 1 de arranque comprende un sistema o unidad de posicionamiento. Según una realización, el sistema de posicionamiento comprende al menos un giroscopio 12, que puede utilizarse para determinar con exactitud la dirección de la máquina para el posicionamiento. El sistema de posicionamiento comprende además medios para determinar la distancia que ha recorrido la máquina 1. Pueden utilizarse uno o más sensores 13 para medir la rotación de la rueda 3. Sobre la base de los datos de medición, el sistema de posicionamiento determina el movimiento de rotación de la rueda y después calcula la distancia que ha recorrido la máquina. El sistema de posicionamiento puede comprender además uno o más escáneres 14, tales como un escáner láser o un dispositivo correspondiente capaz de escanear el espacio y las formas que rodean la máquina 1 de arranque.

La Figura 2 muestra, de acuerdo con una realización, el principio de la definición y el uso de una ruta utilizado en el posicionamiento y basado en el escaneo. En uno o ambos lados de la máquina 1 de arranque puede haber escáneres láser 14, con los que pueden determinarse el perfil y los contornos de la superficie de un túnel 20 de mina.

La ruta 21 de la máquina 1 de arranque puede establecerse mediante enseñanza. La máquina 1 de arranque se conduce entonces mediante control manual a lo largo de la ruta requerida y se almacenan en una memoria puntos 22a, 22b, 22c de la ruta 21 determinados sobre la base de datos de ubicación obtenidos de procesar los datos de escaneo. Una vez enseñada y almacenada en la memoria del sistema de control la ruta 21 requerida, la máquina 1 de arranque puede controlarse para que recorra la ruta 21 de forma autónoma. La ubicación de la máquina móvil 1 de arranque puede determinarse durante el control automático utilizando los escáneres láser 14, por ejemplo. Los escáneres láser escanean los perfiles de las paredes del túnel para determinar la ubicación sobre la base de un modelo previamente almacenado del entorno, y no se necesitan marcas separadas, tales como reflectores o marcas de radiofrecuencia, en las paredes del túnel. El sistema de control controla la conducción de la máquina de arranque sobre la base de la ubicación determinada y los datos de puntos de ruta de la ruta, de manera que la máquina de arranque permanezca dentro de la ruta 21.

Como está ilustrado en la Figura 2, en la zona de vaciado de cuchara en los alrededores del punto 22c de ruta, es posible enseñar varios puntos de ruta a corta distancia unos de otros con el fin de modelar exactamente el movimiento de vaciado de la cuchara. Cada uno de estos puntos de ruta puede contener los datos de posición de cuchara 15 y de brazo 16 requeridos para realizar el movimiento de vaciado de cuchara enseñado. Cuando una máquina 1 de arranque que se desplaza automáticamente a lo largo de este tipo de ruta alcanza la zona de vaciado de cuchara, la unidad 7 de control controla la cuchara 15 y el brazo 16 sobre la base de los datos de posición de la cuchara y del brazo asociados con los puntos 22c de ruta de la zona de vaciado con el fin de realizar el movimiento de vaciado definido para la ruta.

La Figura 3 ilustra un aparato según una realización. El aparato comprende al menos una unidad 30 que está adaptada para definir modelos universales de vaciado y/o utilizar modelos de vaciado a la hora de definir rutas que incluyan el uso de la cuchara. La unidad 30, que en lo que sigue se denomina unidad de definición de ruta, puede implementar una aplicación o herramienta de definición de ruta que el usuario pueda utilizar a través de una interfaz 32, 33 de usuario. La unidad 30 de definición de ruta puede implementar un algoritmo que esté preparado para definir, según una realización, sobre la base de unos primeros datos de ruta, un modelo universal de vaciado de cuchara y/o definir, para al menos un punto de ruta de una nueva ruta o una segunda ruta que se haya de modificar, datos de posición para la cuchara 15 y el brazo 16 sobre la base de un modelo de vaciado previamente almacenado. El término "ruta" debería entenderse ampliamente como referido a un suceso de conducción de cualquier tipo o longitud. Una primera ruta, cuyos datos se utilizan para definir el modelo de vaciado, puede por ejemplo ser una ruta para transportar material excavado del lugar de excavación al lugar de vaciado, o sólo un proceso de enseñanza de la máquina de arranque realizado en el lugar de vaciado de la cuchara.

5 La unidad 30 de definición de ruta puede por ejemplo implementarse mediante un procesador de un dispositivo de procesamiento de datos universal, en el que se ejecuten uno o más programas informáticos que ejecuten funciones de definición de ruta. El programa informático comprende un código para implementar al menos algunas de las características ilustradas a continuación y en conexión con las Figuras 4 a 5. Estas características pueden ser parte de un *software* de aplicación de definición de ruta, pero también pueden implementarse como una aplicación separada, es decir que la aplicación de definición de ruta puede tener una aplicación o unidad separada para la generación y/o el uso de modelos de vaciado. El programa informático puede estar almacenado en un medio de almacenamiento legible por máquina, tal como una memoria 31 o un medio de memoria separado, de la cual o del cual pueda extraerse el programa informático para su ejecución en el procesador.

10 La unidad 30 de definición de ruta está conectada a la memoria 31, en la que pueden estar almacenados datos utilizados en la definición de una ruta, tales como un modelo del entorno, datos de propiedad de la máquina de arranque y otros datos y ajustes que afecten a la definición de ruta. La unidad de definición de ruta comprende una interfaz para una pantalla 32 y al menos una interfaz para al menos un dispositivo 33 de entrada, tal como un teclado y/o un ratón. El aparato puede tener también otra u otras interfaces para otros sistemas. El aparato comprende típicamente al menos una unidad de transferencia de datos que puede utilizar protocolos estándares de red basados en TCP/IP (*Transport Control Protocol / Internet Protocol* (protocolo de control de transporte / protocolo de Internet), por ejemplo.

15 La unidad 30 de definición de ruta puede estar conectada de forma operativa a un sistema 34 de posicionamiento que determine la ubicación de la máquina 1 de arranque durante su funcionamiento. El sistema 34 de posicionamiento puede ser parte de un sistema de navegación implementado por la máquina móvil 1 de arranque, tal como la unidad 7 de control, y quizás parcialmente también por la unidad 10 de control externa de la máquina 1 de arranque.

20 La unidad 30 de definición de ruta puede estar implementada por ejemplo en una estación de trabajo universal preparada como parte del sistema de información de la mina. Sin embargo, no es necesario que la unidad 30 de definición de ruta esté implementada en el equipo de procesamiento de datos utilizado para controlar las labores de arranque ni incluso que pueda conectarse al mismo, lo que significa que la definición de rutas no está limitada a una ubicación o a un equipo específico. Sin embargo, cabe señalar que es posible implementar al menos algunas de las presentes características técnicas relacionadas con la definición de ruta, por ejemplo la unidad 30 de definición de ruta, en la máquina móvil 1 de arranque y su equipo de procesamiento de datos.

25 Al menos el equipo que implementa la unidad 30 de definición de ruta puede estar implementado en diferentes dispositivos de procesamiento de datos configurados adecuadamente. Una aplicación de *software* que implemente la unidad 30 de definición de ruta puede estar almacenada en un ordenador portátil, por ejemplo, del que puedan transferirse datos de ruta, a través de una conexión de telecomunicaciones o utilizando un dispositivo de memoria, a la unidad 10 de control de la sala de control, por ejemplo.

30 El sistema puede tener también un sistema de gestión de tareas de accionamiento específico, por ejemplo una aplicación ejecutada en la unidad 10 de control residente en la sala 11 de control. El sistema de gestión de tareas de accionamiento define tareas de accionamiento sobre la base de la entrada procedente del operador y transmite datos de tareas de accionamiento a la unidad 7 de control de la máquina 1 de arranque. Con referencia a la Figura 3, el sistema de gestión de tareas de accionamiento puede estar conectado a la memoria 31 y puede extraer de la memoria datos de ruta previamente almacenados y reenviar datos de ruta y/o comandos de control a la unidad 7 de control o al sistema de navegación de la máquina móvil 1 de arranque.

35 La Figura 4 muestra un procedimiento según una realización, que puede llevarse a cabo en la unidad 30 de definición de ruta ilustrada en la Figura 3, por ejemplo. En la etapa 40, existe necesidad de definir un modelo que ilustre el movimiento de vaciado de la cuchara. Esto puede tener lugar en conexión con la enseñanza de una ruta, por ejemplo, o posteriormente como una operación separada, cuando se considere bueno un perfil de vaciado de cuchara enseñado para una (primera) ruta. La etapa 40 puede iniciarse cuando, por ejemplo, el usuario de una aplicación de definición de ruta seleccione la definición de un modelo de vaciado de cuchara desde la interfaz de usuario de la aplicación de definición de ruta.

40 En la etapa 41, la aplicación o unidad que define el modelo de vaciado de cuchara recibe datos de posición de cuchara y de brazo y datos de ubicación de la máquina de arranque. Los datos pueden obtenerse extrayendo un archivo de ruta anteriormente almacenado seleccionado por el usuario y recuperando del mismo al menos los datos asociados con el vaciado de la cuchara. La sección de la ruta asociada con el vaciado de la cuchara puede almacenarse como un segmento separado, por ejemplo, de manera que la aplicación pueda extraer los datos de puntos de ruta definidos para este segmento en la etapa 41.

45 Según una realización alternativa, la etapa 41 se inicia como parte de una enseñanza de una nueva ruta o inmediatamente después de enseñarse una nueva ruta. Los datos pueden entonces ser incluso un resultado directo de procesar datos recibidos de la máquina 1 de arranque que está llevando a cabo el proceso de enseñanza.

Sobre la base de los datos de posición recibidos y/o datos de posición de cuchara y de brazo, se forman datos de

puntos de trayectoria para la cuchara y el brazo en la etapa 42. Los puntos de trayectoria pueden definirse o pueden haber sido definidos ya para una ruta anterior a intervalos predefinidos o cuando la posición cambie en la medida de un valor umbral predefinido, por ejemplo. Según una realización, los puntos de trayectoria se definen para que correspondan directamente a los puntos de ruta de los datos de ruta, es decir que se definen tantos puntos de trayectoria para el modelo de vaciado como existan en la sección correspondiente de la ruta asociada al vaciado de la cuchara.

Según una realización, en un modelo universal de vaciado de cuchara, se definen datos de distancia desde el punto inicial o final de la trayectoria para al menos algunos de los puntos de trayectoria. Esto significa que el sistema no está ligado a ningún sistema de coordenadas específico. Para la ubicación de la máquina 1 de arranque se define entonces un punto de referencia a partir de los puntos de ruta de la ruta asociada con el vaciado de la cuchara. El punto de referencia es preferiblemente bien el punto inicial, bien el punto final de la trayectoria de la máquina 1 de arranque asociada con el vaciado de la cuchara. Para el modelo universal de vaciado de cuchara, es posible definir para cada punto de trayectoria de la ruta anteriormente definido datos de distancia desde el punto de referencia dado, definiendo la longitud de la trayectoria entre dicho punto de ruta y el punto de referencia. En otras palabras, se calcula información de distancia independiente de coordenadas para definir la distancia entre el punto de trayectoria y el punto de referencia, que preferiblemente es el punto inicial o el punto final de la trayectoria. La información de distancia puede definirse para cada punto de trayectoria del modelo de vaciado.

Cabe señalar que no es necesario que los puntos de trayectoria por definir comprendan todos los datos antes mencionados. Es posible almacenar en el modelo puntos de trayectoria que sólo comprendan datos de posición de cuchara y de brazo o datos de distancia, por ejemplo.

Una vez definidos todos los puntos de trayectoria del modelo de vaciado, el archivo que contiene el modelo de vaciado puede almacenarse en la memoria 31, por ejemplo. El archivo puede almacenarse en una biblioteca establecida para la aplicación de definición de ruta, en la que esté fácilmente disponible para la persona que utilice la aplicación de definición de ruta a la hora de definir rutas. Al archivo se le da un identificador, por ejemplo un nombre que describa el modelo de vaciado. En el archivo se almacenan al menos datos de posición de cuchara y de brazo que definen la trayectoria de la cuchara y del brazo.

Según una realización, se utiliza un formato de archivo estructurado, en el que cada punto de trayectoria que comprende el valor de posición de cuchara, el valor de posición de brazo y los datos de distancia desde el punto de referencia forma su propio subelemento en el archivo. En el momento de la definición, los datos de puntos de trayectoria pueden también almacenarse en un archivo temporal, por ejemplo.

Las funciones y trayectorias en el lugar de vaciado de la cuchara pueden también dividirse en dos o más modelos de vaciado separados, en los que al menos algunas de las etapas de la Figura 4 pueden llevarse a cabo por separado. Por ejemplo, es posible definir y almacenar archivos de modelo separados para vaciar la cuchara 15 y salir del lugar de vaciado. Cabe señalar que entonces no es necesario almacenar otros que no sean los datos de distancia para el modelo que define la salida del lugar de vaciado con el fin de controlar la máquina 1 de arranque para sacarla del lugar de vaciado.

La Figura 5 ilustra la utilización en la definición de rutas de un modelo de vaciado de cuchara predefinido y almacenado. El procedimiento ilustrado en la Figura 5 puede utilizarse en la unidad 30 de definición de ruta, por ejemplo. En la etapa 50, existe necesidad de definir el vaciado de la cuchara en una (segunda) ruta. Esta necesidad puede darse, por ejemplo, a la hora de definir una nueva ruta mediante un proceso de enseñanza, a la hora de modificar una ruta ya existente con un nuevo modelo de vaciado, o a la hora de añadir el vaciado de la cuchara a una ruta ya definida.

Se recupera 51 de la memoria, por ejemplo de una biblioteca definida para el uso de la unidad 30 de definición de ruta, un archivo de modelo de vaciado universal previamente almacenado. El modelo de vaciado que se ha de recuperar puede definirse sobre la base de una entrada recibida del usuario a través del dispositivo 33 de entrada.

En la etapa 52, al menos los datos de posición de cuchara y de brazo obtenidos del archivo de modelo de vaciado recuperado de la memoria se añaden a al menos un punto de ruta adecuado, para lograr la secuencia de vaciado y la trayectoria de la cuchara definidas por el modelo de vaciado. Como está ilustrado posteriormente, la etapa 52 puede comprender varias subetapas.

Según una realización, el modelo de vaciado comprende un conjunto de puntos de trayectoria y, para cada uno de los puntos de trayectoria, se definen un valor de posición de cuchara, un valor de posición de brazo y una distancia desde el punto de referencia, por ejemplo desde el primer o el último punto de la trayectoria que se está definiendo. La definición de los puntos de ruta se comienza entonces por ejemplo desde el punto de vaciado de la cuchara, y puede definirse un punto de ruta para cada uno de los puntos de trayectoria en diferentes ubicaciones.

En la etapa 52, puede detectarse, por ejemplo sobre la base de una información de distancia diferente, que existe necesidad de definir datos de posición de cuchara y de brazo para diferentes puntos de ruta.

Según una realización, para cada punto de trayectoria se selecciona el más adecuado de los puntos de ruta ya

definidos, es decir el que mejor corresponda al punto de trayectoria sobre la base de la información de distancia. Entonces no es necesario añadir nuevos puntos de ruta en la ruta, sino que los datos de posición de cuchara y de brazo en el modelo de vaciado pueden añadirse directamente a los puntos de ruta más adecuados.

5 Según otra realización, es posible añadir según sea necesario un nuevo punto de ruta para cada punto de trayectoria que difiera en ubicación, es decir que, sobre la base de puntos de trayectoria en diferentes ubicaciones, se obtienen nuevos puntos de navegación para la ruta, si es necesario. Como alternativa, también es posible definir directamente puntos de ruta correspondientes a los puntos de trayectoria del archivo de modelo de vaciado. Las coordenadas de los nuevos puntos de ruta pueden definirse sobre la base de las coordenadas de al menos un punto de ruta ya definido para la nueva ruta y los datos de distancia definidos en el modelo de vaciado de cuchara, y éstos definen la distancia desde el punto de referencia dado. Así, se calculan entonces las coordenadas de cada nuevo punto de ruta.

10 Los datos de puntos de ruta que comprenden datos de control asociados con el vaciado de la cuchara se añaden 53 a los datos de ruta. La adición debería entenderse ampliamente, abarcando por ejemplo el almacenamiento de los datos de trayectoria de la cuchara en el archivo de ruta, o el almacenamiento de una referencia o un vínculo. Dependiendo de la implementación, es posible bien copiar los elementos de datos del archivo de modelo de vaciado como tales en los datos de ruta, bien recuperar del archivo de modelo de vaciado sólo los valores de posición de la cuchara y del brazo necesarios, para incluirlos en una forma adecuada en un archivo que define la ruta. Así, las funciones ilustradas en las etapas 52 y 53 pueden implementarse en una etapa. Si se ha de reemplazar una sección de ruta anterior que defina el vaciado, es posible reemplazar los puntos de ruta anteriores de una sección de ruta correspondiente con los puntos de ruta definidos en la etapa 52.

20 Según una realización, en el modelo de vaciado se almacenan para cada punto de trayectoria sólo la distancia desde el lugar de vaciado y la posición de la cuchara y del brazo a esta distancia. Cuando el modelo de vaciado se combina 52, 53 con una ruta enseñada, puede prepararse la unidad 30 de definición de ruta para copiar sólo las posiciones del brazo y de la cuchara, pero, en esta etapa, dicha unidad de definición de ruta no modifica otros datos de la ruta enseñada, tales como las coordenadas del punto de ruta, la multiplicación o la velocidad. Un algoritmo que define la secuencia de vaciado para la ruta busca así, a partir del modelo de vaciado y la ruta enseñada, un punto correspondiente utilizando la distancia desde el lugar de vaciado y copia sólo los datos de posición de cuchara y de brazo. El usuario sólo necesita seleccionar un modelo de vaciado adecuado, si se han almacenado varios. La idoneidad puede definirse por ejemplo sobre la base de la altura a la que la cuchara haya de volcarse, es decir cuál es la altura del brazo durante el vuelco.

25 En la etapa 54 se almacenan los datos de ruta finales. Cabe señalar que la Figura 5 es una figura simplificada y no presenta otras posibles acciones necesarias para definir la ruta, tales como la definición de coordenadas de puntos de ruta y otros datos de control de la máquina 1 de arranque.

30 Esto permite utilizar una trayectoria aprobada del brazo y de la cuchara definida para una ruta a la hora de definir otras trayectorias. Además, ya no es necesario enseñar el movimiento de vaciado por separado para cada ruta controlando la máquina manualmente, con lo que es posible acelerar la introducción de nuevas rutas automatizadas y reducir los errores. Cuando se utiliza un modelo de vaciado previamente almacenado que funciona bien, ya no se necesita un conductor profesional para la definición de un modelo de vaciado. A la hora de enseñar una nueva ruta, es suficiente con que el conductor conduzca la máquina 1 de arranque al lugar de vaciado en el área de producción. Por ejemplo, el conductor no necesita asegurarse de que el brazo se levante a tiempo y a suficiente altura.

Además, pueden reducirse o incluso evitarse por completo posteriores modificaciones del modelo de vaciado, lo que acelera la introducción de nuevas rutas.

35 En la biblioteca disponible para la aplicación de definición de ruta pueden estar almacenados previamente varios modelos de vaciado diferentes, tales como un vuelco con un movimiento alto del brazo o un vuelco sacudiendo la cuchara. Así, una aplicación que implemente sólo las características de la Figura 5 puede ser suficiente a la hora de planificar un desplazamiento automatizado al lugar de producción propiamente dicho.

40 El modelo de vaciado es preferiblemente un modelo universal, de tal manera que no esté ligado a ninguna ruta específica; en otras palabras: la trayectoria de vuelco puede definirse para cualquier ruta sobre la base del modelo de vaciado. Sin embargo, cabe señalar que es posible definir y almacenar modelos de vaciado específicos del modelo para diferentes modelos de máquina de arranque, debido a sus propiedades diferentes. En conexión con la aplicación de definición de ruta, es posible ofrecer modelos de vaciado definidos por el fabricante de la máquina 1 de arranque, con lo que se facilita aún más la introducción de un control automatizado en el área de producción. Así, cabe señalar que, aunque lo anterior ilustre la generación de un modelo de vaciado de cuchara durante la creación de una ruta o a partir de los datos de ruta, el modelo de vaciado de cuchara puede también generarse de otras maneras y por otros medios diferentes a la aplicación de definición de ruta. Los modelos de vaciado de cuchara podrían, por ejemplo, generarse enteramente sin datos de ruta anteriormente definidos utilizando un programa de diseño adaptado para este fin, e incluso de tal manera que no sea necesario conducir la máquina de arranque para enseñar el modelo de vaciado de cuchara.

Según una realización, el modelo de vaciado de cuchara se almacena en un archivo XML (*extensible markup language* (lenguaje extensible de marcado)) estructurado. Un archivo XML puede procesarse en la unidad 30 de definición de ruta en la manera anteriormente ilustrada. El archivo que define la ruta puede también tener un formato XML. Sin embargo, cabe señalar que la aplicación de las presentes realizaciones no está limitada a un formato de almacenamiento específico y que también es posible utilizar otros formatos de almacenamiento estructurados.

A continuación se muestra un ejemplo de una sección de formato XML de un modelo de vaciado de cuchara. El ejemplo ilustra datos de dos puntos de trayectoria.

```

- <point>
  <bo>40.0</bo>
  <bu>60.0</bu>
  <dist_from_end>0.0</dist_from_end>
</point>
- <point>
  <bo>40.0</bo>
  <bu>80.0</bu>
  <dist_from_end>1.2</dist_from_end>
</point>

```

Cada subelemento <point> define los datos de un punto de trayectoria que define la trayectoria de la cuchara y del brazo. Cada subelemento que define un punto de trayectoria comprende un subelemento <bo> para definir el valor de posición del brazo, un subelemento <bu> para definir el valor de posición de la cuchara, y un subelemento <dist\_from\_end> para definir la distancia desde el punto inicial de la trayectoria (si es una trayectoria para salir del lugar de vaciado) o el punto final (si es una trayectoria de vaciado). Los valores de posición del brazo y de la cuchara pueden definirse como porcentajes del valor extremo, por ejemplo. Sin embargo, cabe señalar que los datos del modelo de vaciado de cuchara pueden definirse en una forma estructurada de muchas maneras diferentes y utilizando elementos que posiblemente difieran en gran medida de los elementos antes ilustrados.

Con referencia a la Figura 4, en la etapa 42, se define un número necesario de subelementos <point> de punto de trayectoria y, para éstos, los valores de los elementos <bo>, <bu> y <dist\_from\_end>. Con referencia a la Figura 5, cuando se definen nuevos puntos de ruta en la etapa 52, la unidad 30 de definición de ruta puede estar preparada para definir en primer lugar puntos de ruta partiendo del último punto de trayectoria de la trayectoria de vaciado, por ejemplo. En este punto, la cuchara y el brazo están en posiciones adecuadas para el transporte, y los puntos siguientes definen valores de posición tales que la máquina 1 de arranque, siguiendo el modelo, comienza a mover la cuchara 15 y el brazo 16 a una posición más adecuada para el vaciado. En el modelo de vaciado puede entonces estar almacenada una segunda trayectoria separada que defina puntos de trayectoria sobre la base de los cuales la máquina 1 de arranque salga (hacia atrás) del lugar de vaciado de la cuchara.

Lo anterior describe algunas realizaciones en las que el modelo de vaciado de cuchara define datos de posición de cuchara y de brazo como un porcentaje de la posición extrema, por ejemplo. Sin embargo, cabe señalar que los datos de control del brazo y de la cuchara pueden definirse en el modelo de vaciado de cuchara de muchas maneras diferentes.

Según una realización, el modelo de vaciado de cuchara almacenado con el fin de definir rutas comprende parámetros de control de la cuchara y/o del brazo que pueden ser específicos de la máquina. Estos parámetros de control pueden definirse en una forma con la que sea posible controlar directamente los elementos de control de la cuchara 15 y/o del brazo 16 en la máquina 1 de arranque. Los parámetros de control se definen sobre la base del proceso de enseñanza en la etapa 41 de la Figura 4, por ejemplo, y pueden añadirse a los datos de ruta en la etapa 53 de la Figura 5. El modelo de vaciado de cuchara podría incluir por ejemplo una secuencia que definiese las señales de control de válvulas de control, tales como las válvulas de control de un cilindro de medio de presión, que afecten al movimiento de la cuchara 15.

Según una realización, las rutas se definen como secciones de ruta interconectadas o segmentos de ruta interconectados, que tienen sus propios códigos de identificación. Para cada segmento es posible a su vez definir unos valores (límite) para las velocidades de accionamiento y otras funciones según las propiedades del segmento. Utilizando el modelo universal de vaciado de cuchara anteriormente descrito, es posible definir rápidamente secuencias de vaciado de cuchara para nuevos segmentos de ruta de tal manera que la máquina de arranque ya no haya de ser conducida al segmento para vaciar la cuchara con el fin de enseñar la secuencia de vaciado para el segmento.

Según una realización, la secuencia de vaciado de cuchara para una ruta o trayectoria generada por medios informáticos se define sobre la base del modelo de vaciado de cuchara. La ruta puede definirse por medios informáticos sobre la base de un modelo del entorno previamente almacenado, datos de puntos iniciales y finales

5 recibidos del usuario y los datos de propiedad de la máquina de arranque. Este tipo de definición de ruta se describe con aún más detalle en otra solicitud de patente de la solicitante "Determination of driving route for arranging automatic control of mobile mining machine", número de solicitud FI 20095712, de la que la sección relativa a la definición de ruta sin un desplazamiento de la máquina de arranque se incorpora en la presente memoria por referencia. Las características antes descritas en conexión con la Figura 5, por ejemplo, pueden utilizarse también para definir datos de puntos de ruta para una ruta de este tipo. Los datos de posición de cuchara y de brazo obtenidos del modelo de vaciado de cuchara pueden añadirse a uno o más puntos de ruta de la zona de vaciado de cuchara de la ruta definidos por medios informáticos, a la hora de definir los datos del punto de ruta. Si es necesario, también es posible añadir nuevos puntos de ruta sobre la base de los datos de distancia del modelo de vaciado, de manera que la secuencia de vaciado de cuchara se defina para la ruta con una exactitud suficiente definida mediante el modelo de vaciado. Entonces, es posible utilizar a la hora de definir la ruta una secuencia de vaciado de cuchara aprobada y no es necesario enseñar el vaciado de la cuchara conduciendo la máquina de arranque a lo largo de la ruta.

10  
15 Para el experto en la técnica, es obvio que, según avance la tecnología, la idea básica de la invención podrá implementarse de muchas maneras diferentes. Así pues, ni la invención ni sus realizaciones están restringidas a los ejemplos anteriormente descritos, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones. Así pues, distintas características pueden excluirse, modificarse o reemplazarse por características equivalentes, y las características descritas en esta solicitud de patente pueden combinarse para formar diversas combinaciones.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un procedimiento para definir datos de control para preparar un control automático de una máquina móvil (1) de arranque equipada con una cuchara, que comprende definir para la máquina (1) de arranque datos de control que definen la posición de la cuchara, **caracterizado por** la generación (42) de un modelo universal de vaciado de cuchara, comprendiendo el modelo universal de vaciado de cuchara datos de posición de cuchara asociados a puntos de ruta de una ruta de movimiento de la máquina de arranque y definiendo el modelo universal de vaciado de cuchara una trayectoria de cuchara para vaciar la cuchara de la máquina de arranque,
- el almacenamiento (43) de dicho modelo de vaciado de cuchara en un medio de memoria para el uso en la definición de datos de control para el control automático de una máquina de arranque que comprende una o más cucharas,
- 10 la extracción (51) de dicho modelo de vaciado de cuchara que comprende datos de posición de cuchara, asociados a puntos de ruta, del medio de memoria en respuesta a una necesidad de definir un vaciado de la cuchara para una ruta que comprende puntos de ruta, y
- la adición (53) de los datos de posición de cuchara asociados a puntos de ruta que definen la trayectoria de la cuchara a datos de dicha ruta para el uso en el control automático de la máquina (1) de arranque.
- 15 2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en donde dicho modelo de vaciado de cuchara comprende puntos de trayectoria que definen la trayectoria de la cuchara y del brazo de la máquina de arranque y, para cada punto de trayectoria, se definen al menos datos de control de cuchara y datos de control de brazo.
3. Un procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que comprende recuperar de un archivo que define una segunda ruta anteriormente definida los datos de puntos de ruta asociados al vaciado de la cuchara, y
- 20 definir en dicho modelo de vaciado de cuchara puntos de trayectoria sobre la base de los datos de puntos de ruta recuperados del archivo que define la segunda ruta.
4. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho modelo de vaciado de cuchara comprende datos de control para realizar un movimiento de vaciado de cuchara y datos de control para guiar la máquina (1) de arranque para sacarla del lugar de vaciado.
- 25 5. Un aparato que comprende un dispositivo (30) de procesamiento de datos para definir datos de control utilizados para el control automático de una máquina móvil (1) de arranque, **caracterizado por que** el aparato está adaptado para:
- generar (42) un modelo universal de vaciado de cuchara que comprende datos de posición de cuchara asociados a puntos de ruta de una ruta de movimiento de la máquina de arranque y define al menos la trayectoria de la cuchara de la máquina de arranque para vaciarla, estando el aparato preparado para definir en dicho modelo de vaciado de
- 30 cuchara puntos de trayectoria sobre la base de datos de puntos de ruta de una ruta definida anteriormente y asociada a un vaciado de la cuchara; y
- almacenar (43) dicho modelo de vaciado de cuchara que comprende datos de posición de cuchara, asociados a puntos de ruta, en un medio (31) de memoria para el uso en la definición de datos de ruta para el control automático de una máquina móvil de arranque que comprende una o más cucharas.
- 35 6. Un aparato según la reivindicación 5, estando el aparato preparado para definir (42) en dicho modelo de vaciado de cuchara puntos de trayectoria que definen la trayectoria de la cuchara y del brazo de la máquina (1) de arranque y, para cada punto de trayectoria, definir al menos datos de control de cuchara y datos de control de brazo.
7. Un aparato según la reivindicación 6, estando el aparato preparado para definir, para la ubicación de la máquina de arranque, un punto de referencia a partir de los puntos de ruta asociados a un vaciado de la cuchara en un
- 40 archivo que define la ruta definida anteriormente, y
- estando el aparato preparado para definir en dicho modelo de vaciado de cuchara datos de distancia para uno o más puntos de trayectoria desde el punto de referencia definido, con el fin de determinar la ubicación de la máquina (1) de arranque.
- 45 8. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, estando el aparato preparado para definir en dicho modelo de vaciado de cuchara datos de control para realizar el movimiento de vaciado de la cuchara y datos de control para guiar la máquina (1) de arranque para sacarla del lugar de vaciado.
9. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, estando el aparato preparado para almacenar dicho modelo de vaciado de cuchara en un archivo en formato XML (*extensible markup language* (lenguaje extensible de marcado)) que comprende subelementos de punto de trayectoria de al menos una trayectoria, comprendiendo cada subelemento de punto de trayectoria un subelemento para definir un valor de posición de
- 50 brazo, un subelemento para definir un valor de posición de cuchara y un subelemento para definir la distancia desde el punto inicial de la trayectoria.

10. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, estando el aparato preparado para:
- extraer (51) el modelo universal de vaciado de cuchara previamente almacenado del medio de memoria (31) en respuesta a una necesidad de definir el vaciado de la cuchara para una ruta, definiendo el modelo de vaciado de cuchara al menos la trayectoria de la cuchara para vaciar la cuchara de la máquina (1) de arranque, y
- 5 añadir (53) al menos datos que definen la trayectoria de la cuchara en el modelo de vaciado de cuchara extraído del medio (31) de memoria a datos de dicha ruta.
11. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, comprendiendo dicho modelo de vaciado de cuchara puntos de trayectoria que definen la trayectoria de la cuchara y del brazo de la máquina (1) de arranque y definiéndose, para cada punto de trayectoria, al menos datos de posición de cuchara y datos de posición de brazo, y
- 10 estando el aparato preparado para definir (52), sobre la base de dicho modelo de vaciado de cuchara, datos de posición de cuchara y datos de posición de brazo para los datos de puntos de ruta de la ruta.
12. Un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, definiendo dicho modelo de vaciado de cuchara un punto de referencia para la ubicación de la máquina (1) de arranque, datos de distancia para uno o más puntos de trayectoria del modelo de vaciado de cuchara a partir del punto de referencia definido, con el fin de determinar la
- 15 ubicación de la máquina (1) de arranque, y
- estando el aparato preparado para añadir datos que definen al menos la trayectoria de la cuchara del modelo de vaciado de cuchara a al menos un punto de ruta de la ruta sobre la base de los datos de distancia.
13. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, comprendiendo dicho modelo de vaciado de cuchara datos de control para realizar un movimiento de vaciado de cuchara y datos de control para guiar la
- 20 máquina (1) de arranque para sacarla del lugar de vaciado, y
- estando el aparato preparado para definir, sobre la base de dicho modelo de vaciado de cuchara, datos de puntos de ruta para la ruta para realizar el movimiento de vaciado de cuchara y para guiar la máquina (1) de arranque para sacarla del lugar de vaciado.
14. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 13, estando el aparato preparado para almacenar dicho modelo de vaciado de cuchara en un archivo en formato XML (*extensible markup language* (lenguaje extensible de marcado)) que comprende subelementos de punto de trayectoria de al menos una trayectoria, comprendiendo cada subelemento de punto de trayectoria un subelemento para definir un valor de posición de
- 25 brazo, un subelemento para definir un valor de posición de cuchara y un subelemento para definir la distancia desde el punto inicial de la trayectoria.
15. Un programa informático, **caracterizado por que** comprende medios de código de programa informático preparados para ejecutar las etapas del procedimiento definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 cuando dicho programa se ejecuta en un ordenador.
- 30

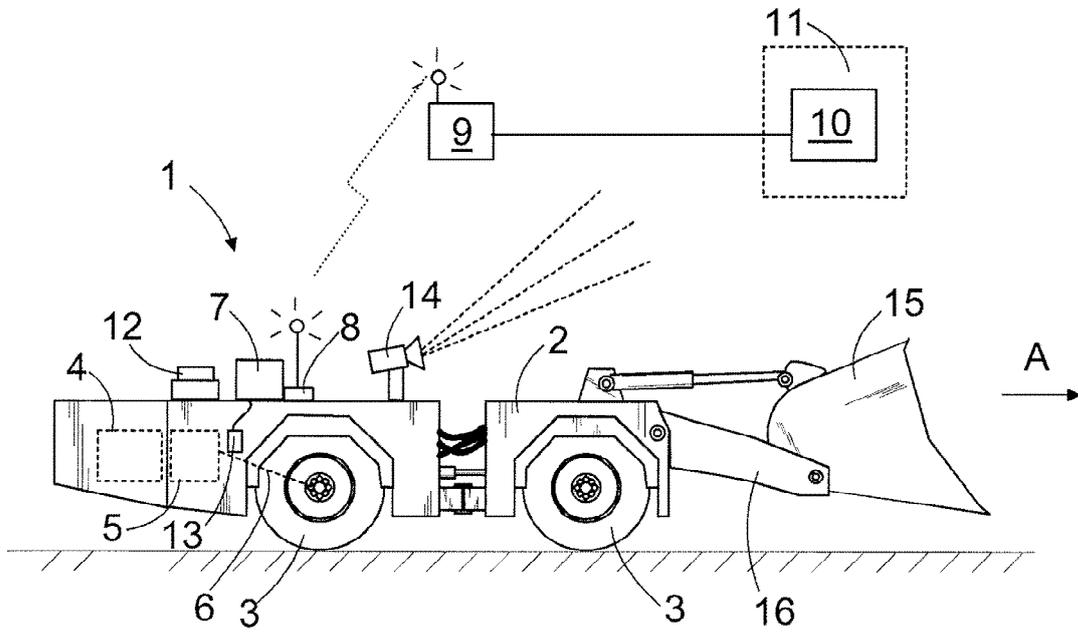


FIG. 1

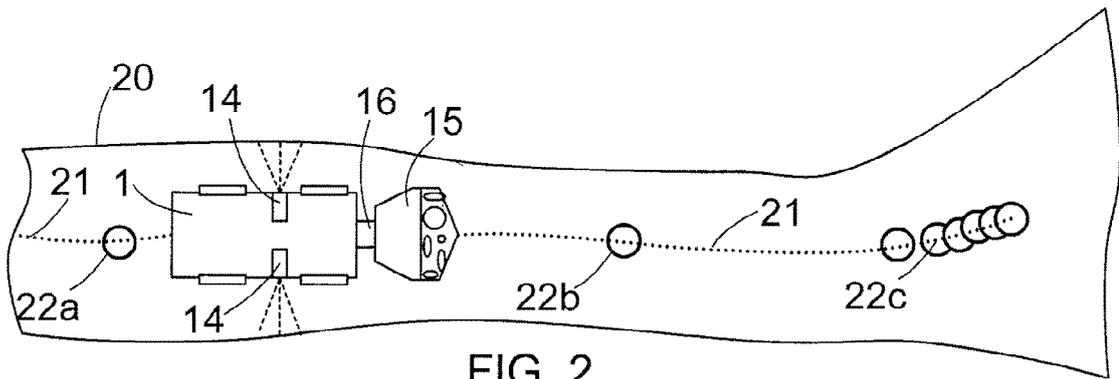


FIG. 2

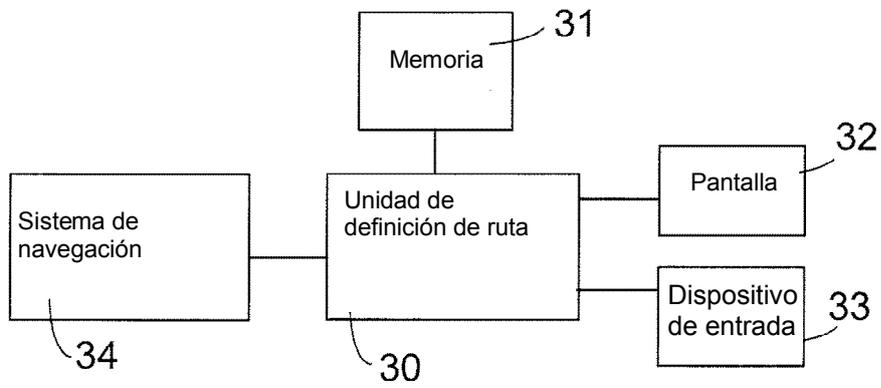


FIG. 3

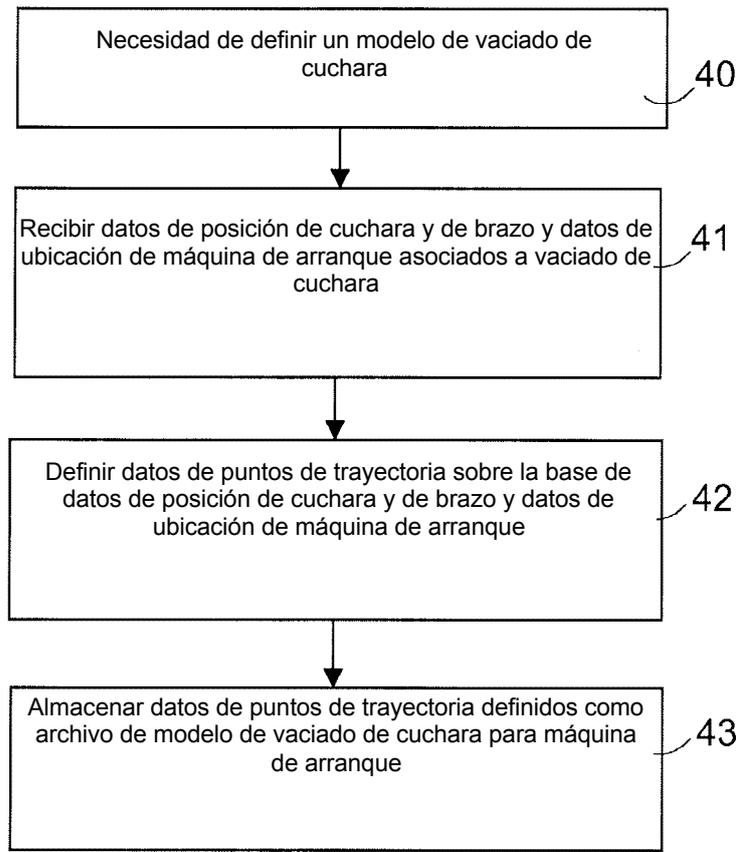


FIG. 4

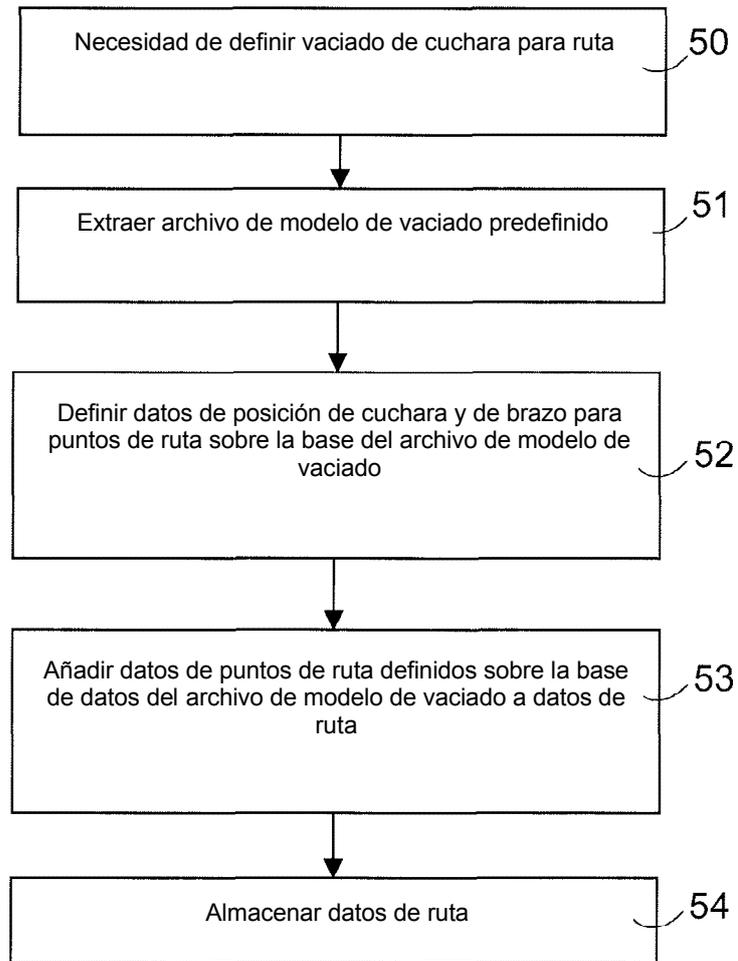


FIG. 5