

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 943 499**

51 Int. Cl.:

B66C 13/08 (2006.01)

B66C 13/46 (2006.01)

B66C 13/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2019** **E 19306413 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2023** **EP 3816090**

54 Título: **Procedimiento para generar una trayectoria para un aparato de elevación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.06.2023

73 Titular/es:

SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS
(100.0%)
35 Rue Joseph Monier
92500 Rueil Malmaison, FR

72 Inventor/es:

BLONDEL, CHARLES;
BODIN, YANNICK y
OLIVIER, EDOUARD

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 943 499 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

Procedimiento para generar una trayectoria para un aparato de elevación

La presente invención se refiere a un procedimiento para generar una trayectoria para un aparato de elevación que abarca un área de elevación, el aparato de elevación dispuesto para transportar una carga suspendida por cables a partir de un carro que se puede mover con el aparato de elevación.

Antecedentes

Los aparatos 1 de elevación, tales como grúas de puente, grúas de pórtico o grúas rodantes, normalmente comprenden un carro 2 el cual se puede mover sobre una viga simple o un conjunto de rieles 3 a lo largo de un eje X horizontal, como se muestra en la Figura 1. Este primer movimiento a lo largo del eje X se denomina en general movimiento de desplazamiento corto y/o movimiento de carro. Dependiendo del tipo de aparato, la viga o el conjunto de rieles 3, también denominado puente, también se puede mover a lo largo de un eje Y horizontal perpendicular al eje X, por lo tanto, permite que se mueva el carro a lo largo de los ejes X e Y. Este segundo movimiento a lo largo del eje Y se denomina en general movimiento de desplazamiento largo y/o movimiento de puente o grúa. La cantidad de desplazamientos cortos disponible a lo largo del eje X y de desplazamientos largos a lo largo del eje Y determina el área de elevación que abarca el elevador 1.

Un dispositivo 4 de suspensión de carga está asociado con cables los cuales atraviesan el carro 2, siendo la longitud de los cables 5 controlada por el carro 2 para variar, permitiendo así el desplazamiento de una carga 6 a lo largo de un eje Z vertical, denominado movimiento de elevación.

La manipulación de la carga por el aparato de elevación puede provocar el balanceo de la carga, el cual se amortigua preferentemente con el fin de realizar la transferencia de la carga de manera suave y segura, minimizando a la vez el tiempo necesario para la transferencia. Tal balanceo se genera por la aceleración del movimiento horizontal o de los movimientos del carro a lo largo de los ejes X y/o Y. Este balanceo es similar al de un péndulo, cuya frecuencia de oscilación y amplitud dependen de la longitud de los cables. Se han desarrollado diversas soluciones para ayudar a reducir el ángulo de balanceo de una tal carga suspendida.

El documento JP 2008 152380 divulga un procedimiento para transportar automáticamente un objeto a lo largo de un trayecto de transporte en un espacio tridimensional a partir de una posición inicial del transporte hasta justo por encima de una posición de destino mediante el uso de una grúa rodante operada de manera automática a través de un controlador. Se instala una pluralidad de cámaras para generar imágenes de un foco, se irradia un rayo láser sobre la superficie del piso de una posición de destino mediante el puntero láser para generar el foco, el foco generado es reflejado por al menos una cámara, las coordenadas espaciales tridimensionales de una posición central de gravedad del foco se determinan mediante el uso de datos de imágenes de los mismos, el trayecto de transporte es determinado por el controlador mediante el uso de las coordenadas espaciales tridimensionales como datos de la posición de destino, y el objeto se transporta automáticamente a partir de la posición inicial del transporte hasta justo por encima de la posición de destino a lo largo del trayecto del transporte.

El documento US 2007/219662 divulga un procedimiento para la transferencia automática de una carga que cuelga de una cuerda de carga de una grúa o excavadora con amortiguación de oscilaciones de carga y un planificador de trayectoria.

El documento WO 2019/092937 divulga un sistema de grúa y un procedimiento de control de grúa que considera la forma de una carga suspendida, la forma de un obstáculo y los comportamientos tales como el balanceo de la carga.

La transferencia de una carga suspendida a través de un pasillo, astillero, planta metalúrgica o nuclear, requiere que un operario sea muy cuidadoso para evitar que las personas, obstáculos u objetos que estén presentes dentro del área de elevación sean golpeados o dañados de alguna manera. Por lo tanto, además del tamaño, el balanceo de la carga suspendida, comúnmente denominado balanceo, es algo que el operario debe tener en cuenta al maniobrar la carga a través del lugar de trabajo a lo largo de una trayectoria dentro de los límites del área de elevación.

Esta complejidad es la que ha dificultado el desarrollo de sistemas de elevación totalmente automatizados capaces de transferir cargas suspendidas de manera independiente a lo largo de una trayectoria. En consecuencia, es necesario desarrollar grúas que puedan ajustar la trayectoria para tener en cuenta la presencia de personas, obstáculos y/u objetos, a la vez que mantiene las condiciones de seguridad y sincronización.

Sumario de la invención

Es un objeto de la invención proporcionar un aparato de elevación que pueda autotransferir una carga suspendida de manera automática e independiente.

De acuerdo con la invención, este objeto se logra proporcionando un procedimiento para generar una trayectoria para un aparato de elevación que abarca un área de elevación, el procedimiento incluye proporcionar un modelo tridimensional del área de elevación con objetos localizados dentro del área de elevación, proporcionar parámetros de carga que comprenden longitud, altura, ancho y peso de la carga, y generar una trayectoria para navegar a través del área de elevación utilizando el modelo del área de elevación y teniendo en cuenta los objetos localizados, los parámetros de carga; y los parámetros de movimiento de la carga que incluyen una velocidad máxima alcanzable del aparato elevador con la carga. En el que la trayectoria generada tiene un punto de partida, un punto de destino y un número de segmentos de línea consecutivos que conectan el punto de partida y el punto de destino. Y optimizar la trayectoria para la velocidad maximizando la longitud de al menos un segmento de línea en una dirección principal de desplazamiento con el fin de desplazarse a una velocidad máxima alcanzable del aparato de elevación con la carga en la dirección principal de desplazamiento.

Como minimiza el número de cambios de segmentos de línea consecutivos, y, por tanto, el número de cambios de dirección, la trayectoria generada se adapta así para favorecer la velocidad máxima de desplazamiento en lugar de la distancia.

En otro aspecto, la invención se refiere a un dispositivo de control configurado para realizar el procedimiento divulgado. Un tal dispositivo de control puede formar parte de un aparato de elevación. También puede formar parte de una grúa de elevación.

Una diferencia principal cuando se determina una trayectoria para aparatos de elevación en contraste con vehículos, tal como por ejemplo coches, es que las velocidades del elevador en las direcciones X e Y son independientes entre sí. Esto significa que para un vehículo que toma una curva con un ángulo determinado, la velocidad en

las direcciones X y Y están correlacionadas. Además, para un aparato de elevación, la velocidad en la tercera dirección Z es independiente de la velocidad en las direcciones X y Y. Las velocidades en las direcciones X y Y tienen un impacto en la cantidad de balanceo, es decir, en la amplitud de la carga transportada por el elevador, pero el principal parámetro que determina el balanceo máximo es la longitud del péndulo, es decir, de los cables. Por lo tanto, la altura Z controlada por el elevador determina principalmente el balanceo y, con ello, los límites de seguridad y/ o garantía que deben tenerse en cuenta.

En consecuencia, cuando se determina una trayectoria óptima, la decisión de pasar por encima de un obstáculo o de eludirlo se debe tener en cuenta la posible altura que se puede obtener; y considerar cuál de las opciones proporciona un óptimo. El óptimo puede determinarse en base a una mayor velocidad cuando se cambia la dirección de desplazamiento o en base al trayecto más corto para pasar a través de un área determinada.

Por ejemplo, eludir un obstáculo particular puede hacerse a mayor velocidad cuando se aumenta el margen de seguridad, por ejemplo, para tener en cuenta el balanceo y a expensas de un aumento de la longitud del trayecto, mientras que pasa por encima del obstáculo podría significar disminuir la velocidad en la dirección X o Y para acomodarse durante el tiempo necesario para elevar la carga hasta la altura necesaria.

Breve descripción de los dibujos

A modo de ejemplo únicamente, las realizaciones de la presente divulgación se describirán con referencia al dibujo adjunto, en el que:

La Figura 1 ilustra esquemáticamente un ejemplo de un aparato de elevación;

La Figura 2 ilustra un ejemplo de un diagrama de bloques de un procedimiento de creación de un trayecto para un aparato de elevación;

La Figura 3 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo para la gestión de accesos;

La Figura 4 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo para mantener un modelo 3D de un área de elevación;

La Figura 5 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo para encontrar un trayecto;

La Figura 6 ilustra un ejemplo de un procedimiento para generar una trayectoria para una carga transportada por un aparato de elevación;

La Figura 7 ilustra un ejemplo de un trayecto en un modelo del área de elevación;

La Figura 8 ilustra una optimización del trayecto de la Figura 7;

La Figura 9 ilustra otro ejemplo de un trayecto en un modelo del área de elevación;

La Figura 10 ilustra una optimización del trayecto de la Figura 9;

La Figura 11 ilustra una optimización adicional del trayecto de la Figura 10;

La Figura 12 ilustra otro ejemplo de optimización de un trayecto;

La Figura 13 ilustra un ejemplo de un modelo de un área de elevación con un objeto en movimiento;

5 La Figura 14 ilustra un ejemplo de búsqueda de un trayecto en el modelo de la Figura 13;

La Figura 15 ilustra un ejemplo de adaptación del trayecto en el modelo de la Figura 14;

La Figura 16 ilustra un ejemplo de otro modelo de un área de elevación con un objeto en movimiento;

La Figura 17 ilustra un ejemplo de un trayecto más corto en el modelo de la Figura 16;

La Figura 18 ilustra un ejemplo de un trayecto adaptado en el modelo de la Figura 16;

10 La Figura 19 ilustra un ejemplo de búsqueda de un trayecto optimizado en el modelo de la Figura 16.

Descripción detallada

Con referencia a la Figura 2, se muestra un diagrama de bloques de un procedimiento 200 general para crear el trayecto que será seguido por la grúa para transportar una carga a partir de un lugar dentro del área de elevación a otro. El procedimiento puede ser ejecutado por un dispositivo de control de un aparato de elevación. El procedimiento 201 de "alrededor" para crear el trayecto incluye tres subprocedimientos. Un procedimiento 220 de modelado para mantener un modelo 3D del área de elevación, es decir, el patio y los obstáculos presentes en él. Un procedimiento 230 de gestión de acceso para garantizar que se gestiona la autorización para entrar y/o pasar a través de las áreas. Y un procedimiento 240 de búsqueda de trayecto para determinar el trayecto que debe completar el elevador. Un patio o pasillo, u otra área de trabajo, tendrá un sistema de control IT para la supervisión del patio o todo. Un tal sistema de supervisión, o subsistemas del mismo, pueden proporcionar las funcionalidades para la ejecución de la trayectoria, la autorización, es decir, la gestión de accesos, y la seguridad en general.

El procedimiento 220 de modelado tiene como entradas las dimensiones del propio 207 patio, la dimensión de los obstáculos dentro del patio 203, las áreas prohibidas dentro del patio 208 y el estado 202 de acceso a las mismas, las dimensiones 204 de la carga seleccionada para ser transportada, y las características 209 de movimiento de la carga y de los obstáculos que puedan estar presentes dentro del patio. El resultado del procedimiento 220 de modelado es el modelo 221 3D del área de elevación y todos los elementos en ella, es decir, las áreas prohibidas, los obstáculos y la carga.

El procedimiento 230 de gestión de acceso tiene como datos de entrada el modelo 221 3D y las solicitudes 201 de acceso del operador. Teniendo en cuenta la trayectoria y la velocidad actuales de la grúa, el procedimiento 230 de acceso concederá entonces las autorizaciones 231 de acceso o podrá denegar la autorización. El procedimiento 240 de búsqueda del trayecto ha introducido el modelo 221 3D, la posición 205 real o actual de la grúa, la posición 206 final deseada de la grúa, la dimensión 204 de la carga y las características 209 de movimiento. La salida del procedimiento 240 de búsqueda del trayecto es el trayecto 241 que debe completar el elevador.

Las dimensiones 207 del patio incluyen la longitud y el ancho del área de elevación que abarca la grúa y las especificaciones de altura mínima, mientras que la altura máxima está determinada básicamente por la altura de la propia grúa.

Las dimensiones 203 de los objetos incluyen la longitud, el ancho, el diámetro y/o la altura de cada obstáculo presente en el área de elevación, tales como diversos contenedores, cajas, mercancías, equipos, etc. Las dimensiones 203 de los objetos pueden incluir además los mismos datos para obstáculos potencialmente presentes tales como, por ejemplo, vehículos y otros equipos que se pueden mover. Las dimensiones 204 de carga de la carga seleccionada que será transportada pueden expresarse en longitud, ancho, diámetro, altura y/o peso. Las características 209 de movimiento de la carga y de los obstáculos pueden especificarse por velocidad, aceleración, desaceleración, balanceo máximo y/o altura de transporte.

Las áreas 208 prohibidas son áreas de acceso limitado o restringido, y pueden especificarse por longitud, ancho y altura. Estas áreas pueden incluir una zona de operación cubierta por determinados equipos, tales como una cinta transportadora, una zona de despliegue en la que se despliegan determinados equipos, o una zona de llegada donde llegan nuevas mercancías. También pueden incluir zonas de paso o senderos por las que podrían transitar los operarios y/u otro personal. El estado 202 de acceso de las áreas 208 prohibidas puede cambiar con el tiempo, cuando,

por ejemplo, un equipo únicamente se despliega temporalmente o la llegada de nuevas mercancías a la zona de llegada se produce únicamente durante intervalos de tiempo predeterminados.

La posición 205 actual de la grúa puede especificarse como coordenadas X, Y, Z dentro del área de elevación. Del mismo modo, la posición 206 final deseada de la grúa puede especificarse de manera similar.

- 5 El modelo 221 3D de salida del procedimiento 220 de modelado describe el área de elevación como un modelo espacial que define áreas o zonas libres y bloqueadas por donde y/o a través de las cuales puede desplazarse el carro movido por la grúa.

Con referencia a la Figura 3, se muestra un ejemplo de diagrama de flujo para el subprocedimiento de gestión 230 de acceso. Los aparatos de elevación pueden estar continuamente en funcionamiento dentro del área de elevación de, por ejemplo, un astillero o un almacén, y en consecuencia pueden estar realizando tareas consecutivas. Dentro de un astillero o almacén, algunas de las áreas pueden estar prohibidas por diversas razones. Por lo tanto, se requiere la gestión del acceso para áreas particulares para realizar las tareas solicitadas por los operarios.

El procedimiento inicia con una nueva solicitud 301 de acceso de un operario para acceder a un área determinada del patio industrial, a la vez que el aparato de elevación, por ejemplo, una grúa, puede estar transportando una carga particular a partir de una posición inicial a una posición de destino. Al recibir la nueva solicitud, se verifica 302 si la posición actual del equipo de elevación se encuentra en el área a la cual se realiza la solicitud de acceso. En caso afirmativo, el procedimiento espera 305 hasta que finalice el trayecto en curso, después de lo cual se acepta 306 la nueva solicitud y se actualiza la tabla de autorizaciones. En caso negativo, el procedimiento continúa, y se verifica si la nueva solicitud bloquearía el trayecto actual forzando a la grúa a detenerse 303. En caso afirmativo, se evita la parada y el procedimiento espera 305 hasta que finalice el trayecto en curso. En caso negativo, el procedimiento continúa, y se verifica si la nueva solicitud forzaría a la grúa para modificar 304 el trayecto actual y aumentaría el tiempo de ejecución. En caso afirmativo, se evita la interrupción y el procedimiento espera 305 hasta que finalice el trayecto en curso. Si la modificación debida a la solicitud que interrumpe no aumenta el tiempo de ejecución, por ejemplo, ya que se podría disponer de un trayecto de grúa alternativo, la nueva solicitud se podría aceptar. Además, se podría aplicar una determinada tolerancia de aumento del tiempo de ejecución, la cual permitiría la nueva solicitud si el aumento del tiempo de ejecución del futuro trayecto se mantiene dentro del umbral de tolerancia. En caso negativo, se acepta 306 la nueva solicitud y se actualiza la tabla de autorización.

La tabla de autorización puede ser una estructura variable que se comparte con el sistema de supervisión del pasillo o patio. A partir de esta información, como la posición actual de la grúa y la autorización, el sistema de supervisión será capaz de monitorear el pasillo o el patio con el fin de autorizar al personal a entrar en un área y monitorear y detener el equipo presente en caso de que invada esta área en particular.

Con referencia a la Figura 4, se muestra un ejemplo de diagrama de flujo de un procedimiento para mantener un modelo 3D de un área de elevación. El procedimiento puede activarse por un cambio 401 en el número de áreas de acceso, un cambio en las dimensiones de las áreas de acceso, o en el cambio de estado de las áreas de acceso prohibidas. A continuación, el procedimiento procede con el cálculo de una matriz 402 de datos, el cual representa el área de elevación como una superficie bidimensional en la que se delimitan varias áreas. Las áreas pueden representar obstáculos, pasarelas, zonas de despliegue y cualquier otro tipo de regiones y/o zonas.

Con el fin de mantener el número de áreas diferentes manejable, el procedimiento puede incluir opcionalmente una verificación 403 sobre si no se excede un número máximo. Si se excede el máximo, puede notificarse un error 404 y la matriz de datos se puede volver a calcular para añadir determinadas áreas.

Si el número es correcto, o si no se realiza la verificación 403, el procedimiento continúa con la actualización 405 de la altura para cada área respectiva. Una vez actualizada la altura de cada área, el modelo 3D se actualiza con las alturas respectivas; o al menos con las alturas de las áreas accesibles. Si un área está prohibida, fuera de los límites o por otras razones no es accesible, la altura es irrelevante, ya que la grúa no puede desplazarse por encima o a través del área.

Con referencia a la Figura 5, se muestra un ejemplo de diagrama de flujo de un procedimiento para encontrar un trayecto. El procedimiento se inicia cuando se solicita 501 una nueva tarea para transportar una carga a partir de una posición de partida hasta una posición de destino. A continuación, se calcula 502 un trayecto inicial utilizando, por ejemplo, el algoritmo del primer trayecto más corto de Dijkstra, conocido en la técnica. A continuación, el trayecto inicial se adapta 503 para tener en cuenta las dimensiones de la carga prevista.

A continuación, se verifica 504 la disponibilidad del trayecto; por ejemplo, si el trayecto no está bloqueado debido, por ejemplo, a la altura de la carga, al diámetro o debido a un acceso restringido. Si no está disponible, se notifica 505 un error y se puede calcular 502 un nuevo trayecto. Si el trayecto inicial está disponible, el trayecto puede ser optimizado

506 para el tiempo de desplazamiento mediante la determinación de los lugares de aceleración y / o desaceleración para pasar a través de cada área de acceso.

El trayecto optimizado puede utilizarse para determinar la cantidad de tiempo 507 necesario para ejecutar el trayecto. El tiempo de desplazamiento calculado se pone a disposición del sistema de supervisión general del pasillo para permitir la planificación de las actividades posteriores de la grúa en cuestión y de otras máquinas, incluidas grúas adicionales, presentes en el pasillo. En consecuencia, el trayecto optimizado se actualiza 508 con el tiempo de ejecución para permitir una mayor coordinación con otras tareas solicitadas.

Con referencia a la Figura 6, se muestra un ejemplo general de un procedimiento para crear y ejecutar una trayectoria para una grúa en un área de elevación. El procedimiento incluye proporcionar 601 un modelo 3D del área de elevación, cuyo modelo puede ser una representación como un conjunto de bloques o cubos tridimensionales. El modelo 3D puede definirse mediante un sistema de coordenadas, en el que cada bloque tiene una coordenada X-, Y- y Z-. Dentro del modelo 3D, los obstáculos se localizan indicando las coordenadas XYZ que definen el espacio que ocupa cada obstáculo. Para los objetos localizados, el modelo 3D puede definir uno o más parámetros de objeto, tales como la longitud, la altura, el ancho y/o el peso, la velocidad, la orientación, y la dirección del objeto; y/o un margen de seguridad del objeto. Además, el modelo 3D puede incluir datos del área restringida relativos a uno de los objetos localizados. Estos datos del área restringida pueden obtenerse como un área que disminuye con el tiempo o como posiciones definidas con un margen de seguridad en instancias consecutivas de tiempo.

El procedimiento incluye además proporcionar 602 parámetros de carga, por ejemplo, por el sistema de supervisión, y puede incluir peso y dimensiones como longitud, altura, y ancho de la carga. Estos parámetros pueden ser introducidos previamente por un operario o proporcionados por un equipo de exploración montado en la grúa o el aparato de elevación.

A continuación, se genera 603 una trayectoria para navegar a través del área de elevación utilizando el modelo del área de elevación. La generación 603 de la trayectoria puede tener en cuenta los objetos localizados, los parámetros de carga y los parámetros de movimiento de la carga. Los parámetros de movimiento de la carga pueden incluir una velocidad máxima alcanzable del aparato elevador con la carga. La velocidad máxima alcanzable puede depender de los parámetros de carga, tales como el peso y otras dimensiones. Los parámetros de movimiento de la carga pueden incluir además la aceleración máxima, la velocidad máxima, la desaceleración máxima, y/o el balanceo máximo de la carga dependiendo de la altura de elevación. La trayectoria incluirá un punto de partida, un punto de destino y un número de segmentos de línea consecutivos que conecten el punto de partida y el punto de destino. La trayectoria puede generarse mediante un algoritmo, puede seleccionarse a partir de un conjunto predeterminado de trayectos, o a partir de otros datos de trayectos almacenados previamente. Cuando se utiliza un algoritmo, tal como el algoritmo de Dijkstra, la generación 603 de la trayectoria puede incluir la selección del trayecto más corto entre todos los trayectos posibles. En general, un algoritmo de Dijkstra o cualquier otro algoritmo proporcionará múltiples trayectos posibles a partir del punto A hasta el punto B.

La trayectoria generada puede optimizarse para la velocidad maximizando la longitud de al menos un segmento de línea en una dirección principal de desplazamiento con el fin de desplazarse a una velocidad máxima alcanzable del aparato de elevación con la carga en la dirección principal de desplazamiento, como se explicará más adelante. En consecuencia, el aparato de elevación ejecuta 605 la trayectoria optimizada.

Para una mayor claridad, el procedimiento se explicará más adelante utilizando ejemplos en el espacio tridimensional dentro del mismo plano de altura, lo que significa que la coordenada Z o la altura no varía. Cabe señalar que el procedimiento puede ser igualmente aplicable en 3 dimensiones, es decir, con variaciones en la altura, es decir, en la dirección Z.

Con referencia a la Figura 7, se muestra un ejemplo de un primer trayecto obtenido a través del algoritmo de Dijkstra. El área 701 de elevación en vista superior está modelada por cubos A1 - A5, B1 - B5 y C1 - C5 de varios tamaños. Los obstáculos o áreas restringidas se indican mediante sombreado. El primer trayecto obtenido a partir de la posición A1 de partida hasta la posición A5 de destino se ejecuta como: A1 - A2 - B2 - B3 - B4 - A4 - A5. Este trayecto puede optimizarse teniendo en cuenta las áreas no restringidas, lo que da lugar a la fusión de las áreas P, Q y R no restringidas, como se aprecia en la Figura 8. Para el área P no restringida, esto permite omitir el punto A2 de cruce entre los puntos A1 y B2. De manera similar, para el área R no restringida, esto permite omitir el punto A4 de cruce entre los puntos B4 y A5. También para el área Q no restringida, esto permite omitir el punto B3 de cruce entre los puntos B2 y B4, ya que el elevador no necesita detenerse o reducir la velocidad en ese punto de cruce. Para los trayectos del punto A1 al B2 y del B4 al A5, el trayecto optimizado para la longitud da lugar a una trayectoria diagonal, reduciendo así el número de esquinas en ángulos perpendiculares.

Como se puede entender, aparte de y/o además de reducir los segmentos de línea, la trayectoria puede optimizarse de otras maneras como por ejemplo añadiendo segmentos de línea, eliminando segmentos de línea o ajustando

segmentos de línea, si esto mejora el trayecto sobre el cual el aparato de elevación puede desplazarse a la máxima velocidad en la dirección principal de desplazamiento.

Con referencia a la Figura 9, se muestra otro ejemplo de un trayecto optimizado para la longitud. El primer trayecto de Dijkstra puede haber sido A2 - B2 - B3 - B4 - B5 - A5 - A6, o A2 - B2 - B3 - B4 - A4 - A5 - A6. Para ambos, después de ser optimizada, una trayectoria optimizada resultante puede ser A2 - B2 - B4 - A6, como se muestra en la Figura 10. Este primer trayecto optimizado para la longitud puede optimizarse aún más para obtener la máxima velocidad de desplazamiento, reduciendo el número de segmentos de línea y los puntos de esquina asociados. Como se puede apreciar en la Figura 11, el primer trayecto optimizado puede adaptarse además a A2 - C2 - B5 - A6. Lo cual reduce el número de segmentos de línea y, por lo tanto, permite que la grúa se desplace en la misma dirección durante un tiempo más largo, lo que significa menos desaceleración y un período de tiempo más largo de desplazamiento a la máxima velocidad. Antes de tomar una curva, la grúa tendrá que desacelerar y después de tomar una curva tendrá que acelerar, la reducción de los segmentos de línea y de las esquinas asociadas aumentará la longitud del trayecto a lo largo del cual la grúa puede desplazarse a la máxima velocidad. Lo cual reduce el tiempo total necesario para desplazarse a partir de la posición de partida hasta la posición de destino.

Con referencia a la Figura 12, la optimización del trayecto puede incluir además tener en cuenta el siguiente segmento de línea y la velocidad máxima potencialmente alcanzable en el mismo. La grúa que se desplaza a partir de la posición A de partida hasta la posición C de destino, necesitará desplazarse la distancia Y y la distancia -X, cruzando así el punto B. Con el fin de maximizar la velocidad en la dirección -X, se puede calcular que con el fin de que la grúa se desplace a la máxima alta velocidad en la dirección -X, la grúa, a la vez que se desplaza en la dirección Y se moverá en la dirección +X, de tal manera que la distancia desplazada en +X será suficiente para que la grúa alcance la máxima alta velocidad cuando se mueva en el punto B' en la dirección -X.

De manera similar, cuando llega al punto B', la grúa puede retrasar la desaceleración en la dirección Y hasta que ya no sea necesario que se desplace más distancia en la dirección Y, o incluso retrasar la desaceleración más allá de la distancia Y requerida. Al igual que durante el desplazamiento en la dirección -X a máxima velocidad, el rebasamiento de la distancia en la dirección Y puede corregirse, ya que no es la dirección principal de desplazamiento.

Por lo tanto, a partir del punto B' el elevador puede desplazarse hasta el punto B disminuyendo la velocidad en la dirección Y y desplazarse a partir de allí hasta el punto C. O a partir del punto B' el elevador puede desplazarse hasta el punto B'' a máxima velocidad en la dirección Y, solo para disminuir la velocidad después de pasar a través del punto B y desplazarse a partir del punto B'' hasta el punto C.

De cualquier forma, se toma ventaja del hecho de que la velocidad de desplazamiento en las direcciones X, Y y Z son independientes entre sí. Mientras que, por ejemplo, en el caso de un coche que toma una curva, la velocidad en X e Y son interdependientes.

Aún otra forma en la cual se puede optimizar el tiempo de desplazamiento del trayecto es eludiendo los obstáculos en movimiento, en lugar de detenerse y esperar a que los obstáculos en movimiento despejen el camino. Con referencia a la Figura 13, un área S restringida en un área 1301 de elevación indica el área a través de la cual se desplazará el obstáculo M en movimiento. Como se muestra en las Figuras 14 y 15, el área restringida es conocida por el sistema de control de supervisión como un área restringida que disminuye en función del tiempo. Por lo tanto, la Figura 13 muestra el área S restringida en el momento T1, la Figura 14 muestra el área S' restringida en el momento T2 y la Figura 15 muestra el área S'' restringida en el momento T3.

La longitud de trayecto más corta a partir de la posición A de partida hasta la posición B de destino sería una línea recta. Pero debido al área S restringida en el momento T1, no hay ningún trayecto disponible. Como se muestra en la Figura 14, se producirá una primera solución en el momento T2. La disminución del área restringida a partir de S hasta S' permite al algoritmo de trayectoria encontrar un camino posible. Como el procedimiento permitirá la actualización continua de las áreas restringidas en el modelo 3D del área de elevación, la trayectoria podrá adaptarse como se muestra en la Figura 15 una vez que el obstáculo en movimiento haya despejado el camino como indica el área S'' restringida disminuida.

Esta forma de optimización permite una optimización en base al trayecto del objeto en movimiento, cuyo trayecto sería conocido por el sistema de supervisión del patio o pasillo. Además, puede conocerse el tiempo de desplazamiento del obstáculo en movimiento, aunque no es necesariamente requerido para realizar la optimización.

Con referencia a las Figuras 16 - 19, se muestra otro ejemplo para generar un trayecto. En este ejemplo, el área restringida del obstáculo M en movimiento se representa como pequeñas áreas consecutivas en los instantes T1 - T4 temporales. Mientras que en el ejemplo de las Figuras 13 - 15 el trayecto del obstáculo M en movimiento y el área restringida asociada solo se conocen con anterioridad como un área restringida que disminuye con el tiempo por el sistema de supervisión, este ejemplo muestra cómo se puede realizar el procedimiento cuando un tal trayecto del

obstáculo M en movimiento se conoce más completamente con anterioridad, es decir, la trayectoria del obstáculo en movimiento y las posiciones definidas del objeto M en instancias consecutivas de tiempo. La posición definida del objeto M puede incluir un margen de seguridad. Tal información predictiva puede adquirirse a partir de sistemas externos capaces de predecir o interpolar trayectos de obstáculos en movimiento. Estos sistemas pueden emplear Inteligencia Artificial u otra tecnología adecuada capaz de proporcionar trayectorias.

En la Figura 16, se muestra la trayectoria de un objeto M en movimiento en un área de elevación, así como el punto de partida y el punto de destino de una grúa destinada a transportar una carga a través del área de elevación. El margen de seguridad del objeto en movimiento u obstáculo M se indica como un recuadro sombreado con contorno de puntos.

En la Figura 17, se muestra el primer trayecto para la grúa a partir de la posición E3 de partida en el momento T1 hasta la posición A3 de destino en T4. El obstáculo M en movimiento se encuentra en la posición C1 en el momento T1. La predicción del trayecto del obstáculo en movimiento y del trayecto más corto de la grúa anticipa la colisión en la posición C3 en el momento T3. En consecuencia, el siguiente trayecto de la grúa que se sugeriría utilizando el algoritmo de Dijkstra, significaría moverse a partir de la posición E3 a la posición D2 en el momento T2. Entonces, como siguiente movimiento posible, se podría evaluar el desplazamiento de la grúa hasta la posición C3, pero de nuevo eso se evitaría debido al área restringida asociada con la ubicación del obstáculo M en movimiento en el momento T3, como se muestra en la Figura 18. En consecuencia, como siguiente movimiento posible, se evaluaría el desplazamiento de la grúa a la posición C2, la cual no se evitaría ya que ninguna área restringida asociada con el objeto M en movimiento interfiere con ello, como se muestra en la Figura 19. Siguiendo adelante, el procedimiento para generar un trayecto continuaría hasta la posición B2 en el momento T4, para llegar finalmente a la posición A3 de destino en el momento T5.

Este enfoque por etapas utilizando, por ejemplo, el algoritmo de Dijkstra permite tratar con objetos en movimiento sobre la marcha. Podría utilizarse como una subrutina cuando, por ejemplo, un objeto en movimiento recién identificado interrumpiera el trayecto actual que se está ejecutando de la grúa. Esta forma de optimización permite una optimización avanzada, una optimización en base tanto al trayecto como al tiempo de desplazamiento del objeto en movimiento, los cuales serían conocidos por el sistema de supervisión del patio o pasillo.

Estas formas diversas o adicionales de generar la trayectoria utilizando un algoritmo como el de Dijkstra, como se ha explicado anteriormente, pueden mejorarse aún más mediante la optimización de la velocidad, como se ha explicado en relación con la Figura 11. Por lo tanto, aumentar la longitud de uno o más segmentos de línea en una de las tres direcciones principales de movimiento X, Y, Z, para poder desplazarse a la velocidad máxima en la dirección respectiva a lo largo de ese segmento de línea.

Aunque la presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a realizaciones específicas, no pretende limitarse a la forma específica expuesta en la presente memoria. Más bien, la invención está limitada únicamente por las reivindicaciones adjuntas y, otras realizaciones que las específicas anteriores son igualmente posibles dentro del ámbito de estas reivindicaciones adjuntas.

En particular, se debe entender que, aunque el procedimiento descrito anteriormente se ha explicado con ejemplos sin variaciones de altura, es decir, en la dirección Z, el procedimiento puede ser igualmente aplicable en 3 dimensiones, es decir, en 3D.

Además, aunque las realizaciones ejemplares se han descrito anteriormente en alguna combinación ejemplar de componentes y/o funciones, se debe apreciar que, las realizaciones alternativas pueden ser proporcionadas por diferentes combinaciones de miembros y/o funciones sin apartarse del ámbito de la presente invención, siempre y cuando estén dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para generar una trayectoria para una carga transportada por un aparato de elevación que abarca un área de elevación, el procedimiento comprende:

5 proporcionar un modelo (601) tridimensional del área de elevación, comprendiendo el modelo objetos localizados dentro del área de elevación;
proporcionar parámetros (602) de carga;
generar una trayectoria (603) para navegar a través del área de elevación utilizando el modelo del área de elevación y teniendo en cuenta:

10 objetos localizados;
parámetros de carga; y
parámetros de movimiento de la carga que comprenden una velocidad máxima alcanzable del aparato elevador con la carga;
15 en el que la trayectoria comprende un punto de partida, un punto de destino y un número de segmentos de línea consecutivos que conectan el punto de partida y el punto de destino;

optimizar la trayectoria (604) para la velocidad maximizando la longitud de al menos un segmento de línea en una dirección principal de desplazamiento con el fin de desplazarse a una velocidad máxima alcanzable del aparato de elevación con la carga en la dirección principal de desplazamiento.

20
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la trayectoria se genera utilizando un algoritmo de Dijkstra.

25 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que los parámetros de carga comprenden la longitud, la altura, el ancho y el peso de la carga.

4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, que comprende además determinar los parámetros de movimiento de la carga a partir de los parámetros de carga, comprendiendo los parámetros de movimiento de la carga:
30 aceleración máxima, velocidad máxima, desaceleración máxima, y/o balanceo máximo de la carga dependiendo de la altura de elevación.

5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el modelo 3D comprende para los objetos localizados uno o más parámetros de objeto que comprenden:

35 longitud, altura, ancho y/o peso;
velocidad, orientación, y dirección del objeto; y/o
un margen de seguridad del objeto.

40 6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

obtener datos del área restringida asociados con un objeto como parámetro de un objeto respectivo;
45 en el que se proporcionan los datos del área restringida:

como un área que disminuye a lo largo del tiempo; o
como posiciones definidas con un margen de seguridad en instancias consecutivas de tiempo.

7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:

50 obtener una actualización del modelo 3D que comprenda los datos del área restringida;
generar una trayectoria actualizada para navegar a través del área de elevación utilizando el modelo del área de elevación;
optimizar la trayectoria actualizada para la velocidad.

55 8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la optimización de la velocidad comprende además tener en cuenta una altura de elevación óptima.

9. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la optimización de la velocidad comprende, además:

60

reducir segmentos de línea;
añadir y/o eliminar segmentos de línea;
ajustar segmentos de línea.

5

10. Dispositivo de control para un aparato de elevación, configurado para realizar el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9.

11. Aparato de elevación que comprende un dispositivo de control de acuerdo con la reivindicación 10.

10

12. Grúa de elevación que comprende un aparato de elevación de acuerdo con la reivindicación 11.

13. Un programa de ordenador ejecutable por un procesador y que comprende instrucciones para, cuando es ejecutado por el procesador, lleve a cabo las etapas del procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 9.

15

14. Un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador, con un programa de ordenador almacenado en el mismo, comprendiendo dicho programa de ordenador instrucciones para, cuando es ejecutado por un procesador, lleve a cabo las etapas de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 - 9.

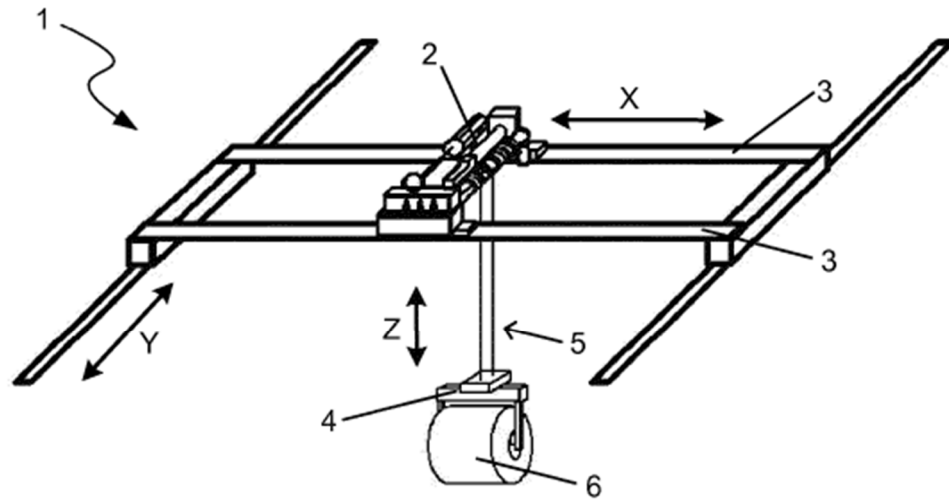


FIG. 1

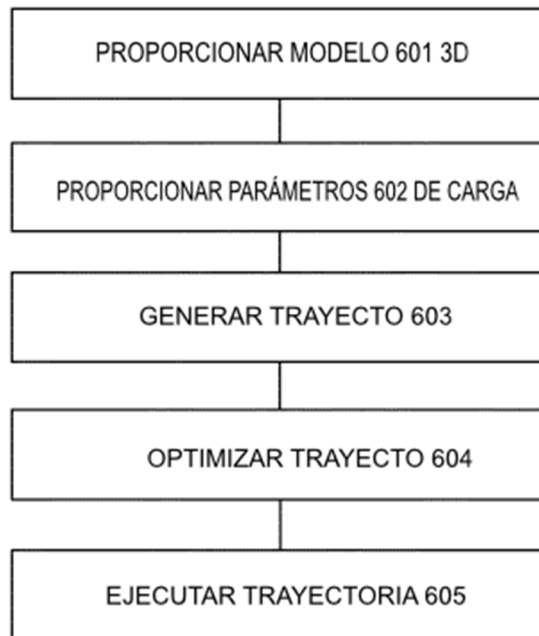


FIG. 6

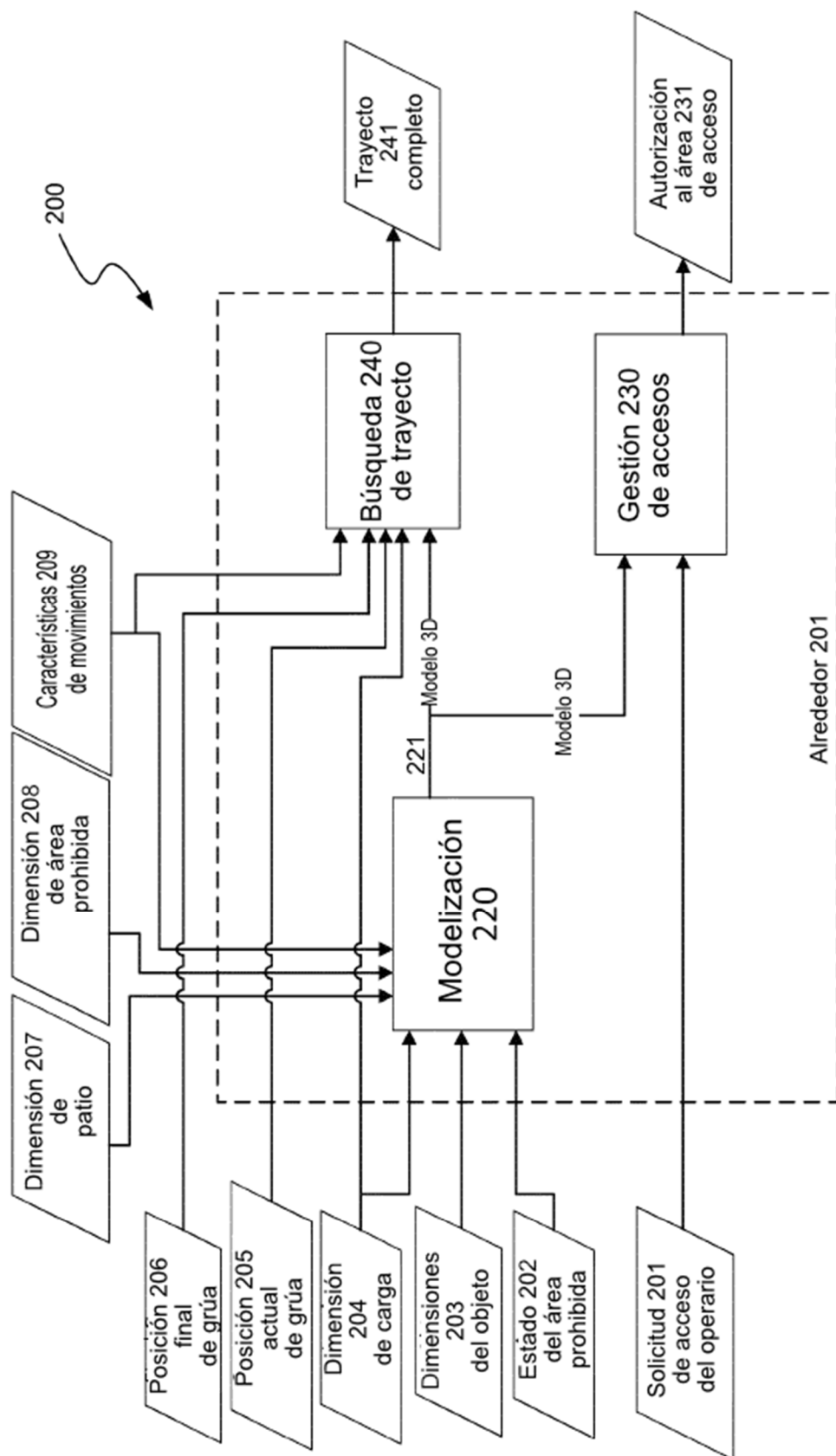


FIG. 2

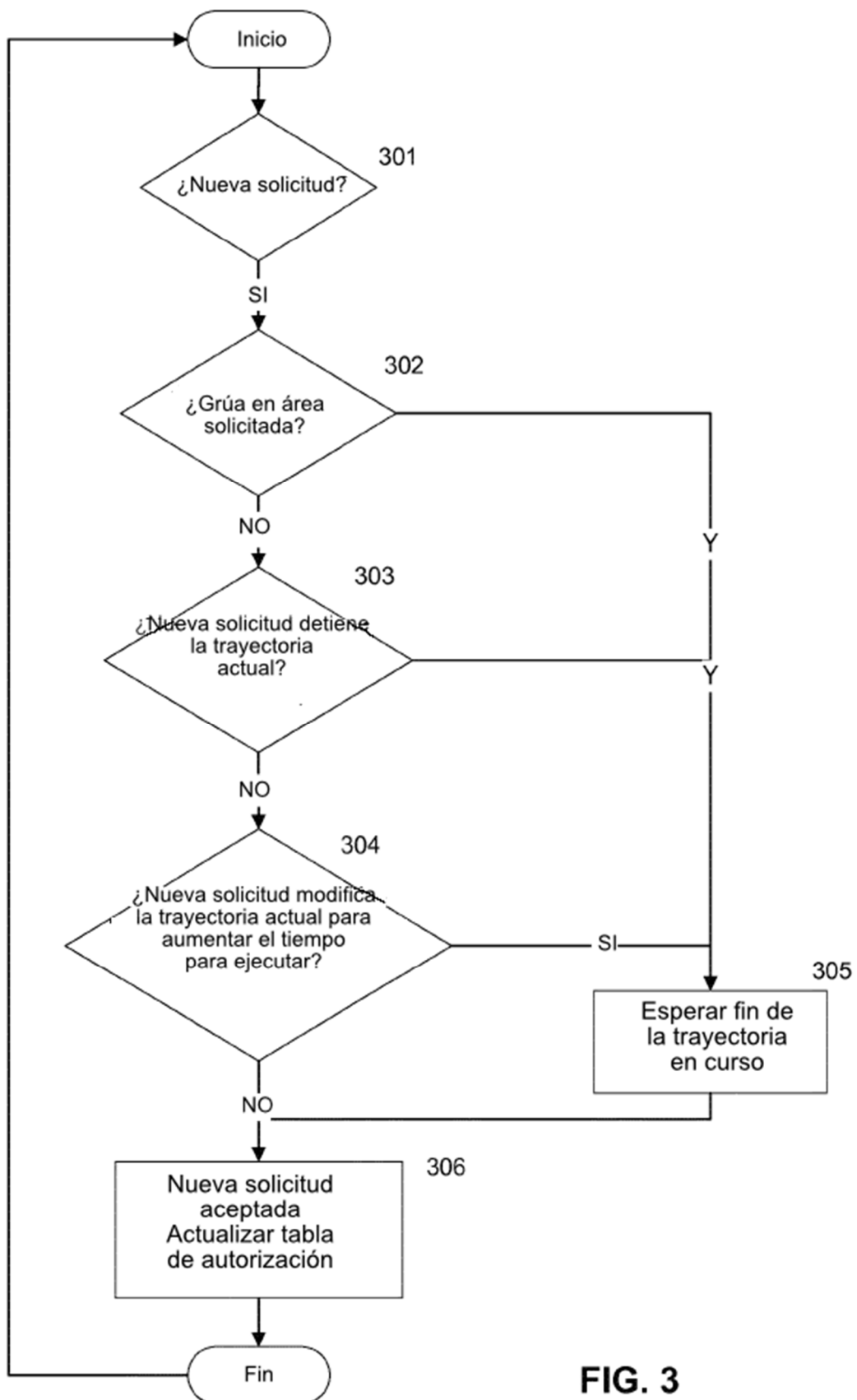
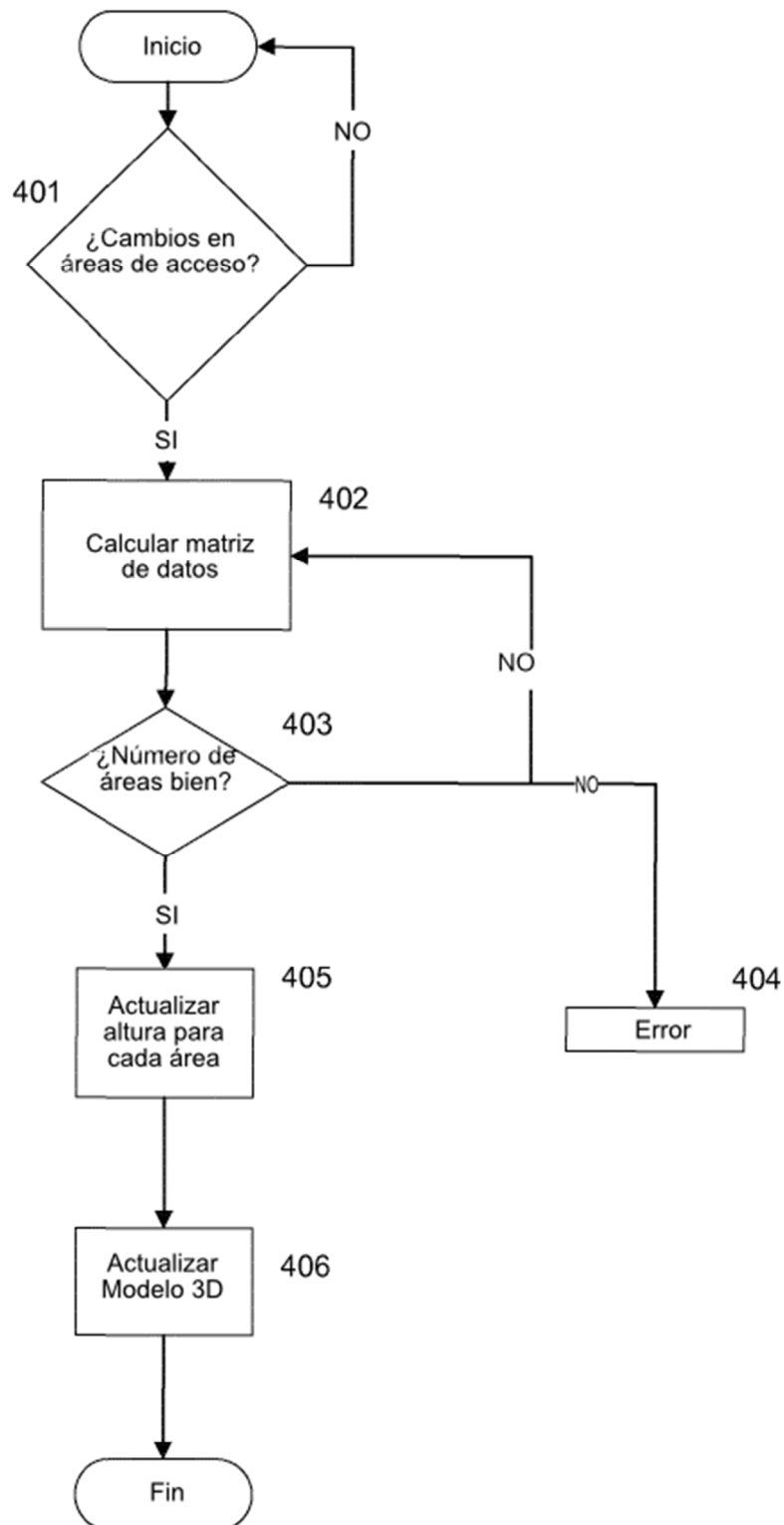
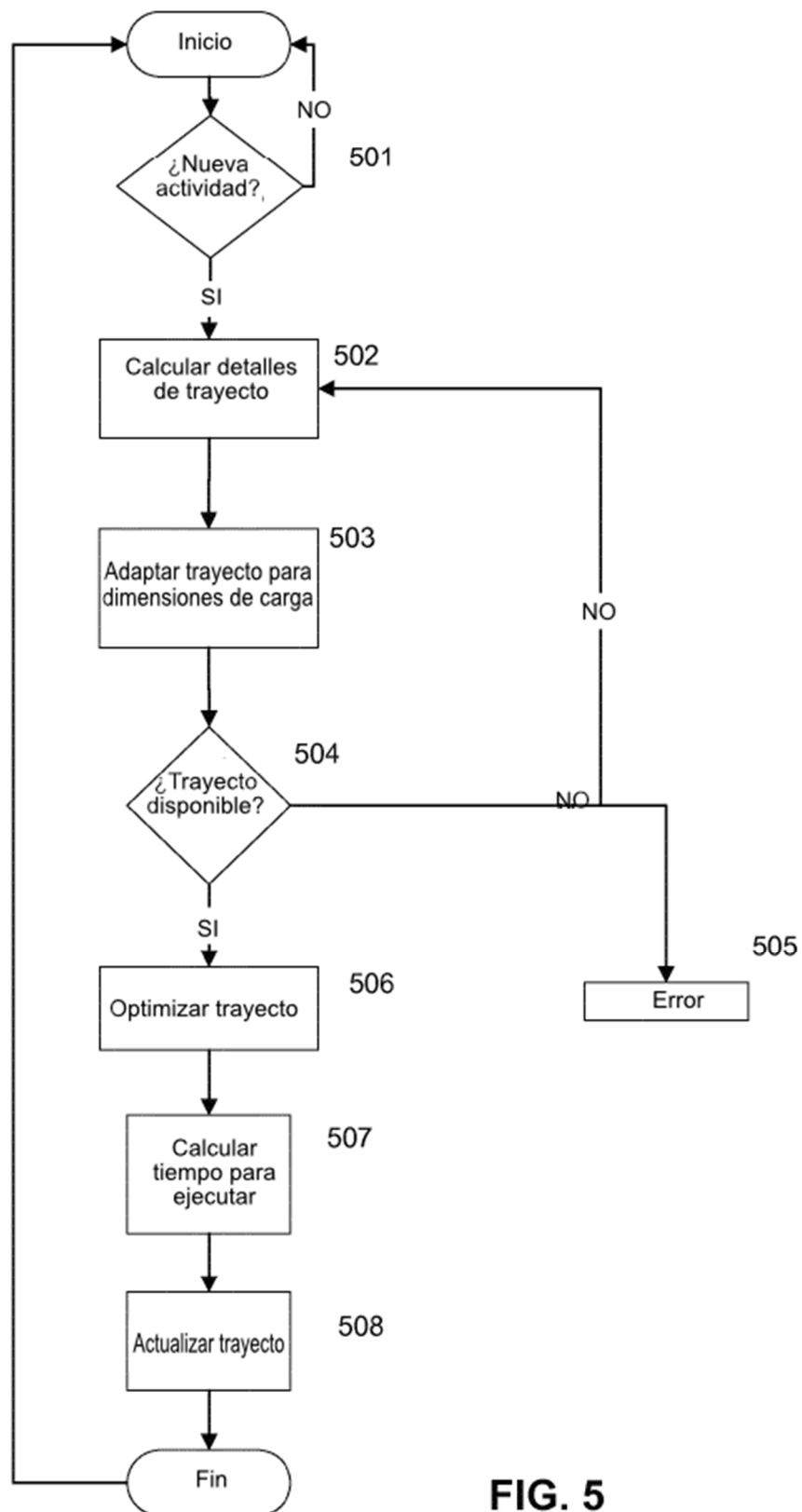


FIG. 3

**FIG. 4**



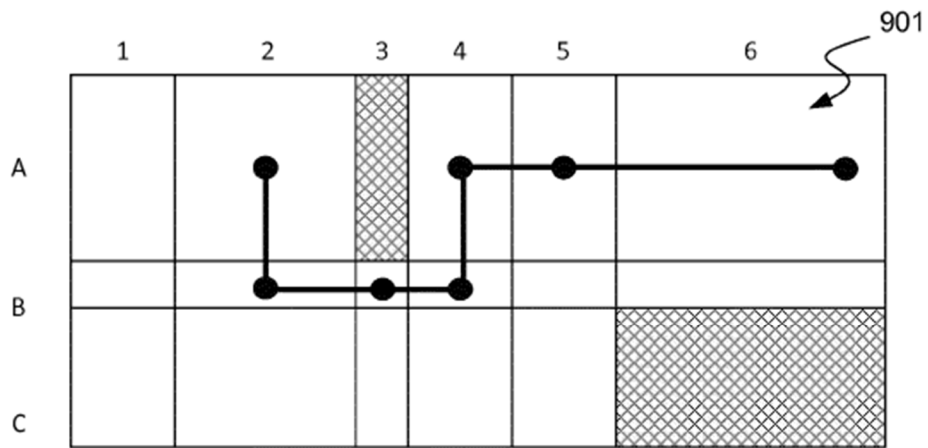


FIG. 9

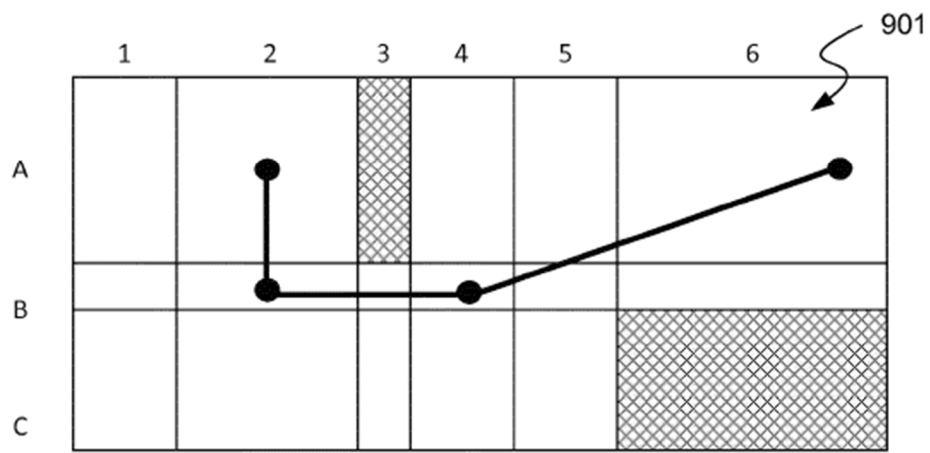


FIG. 10

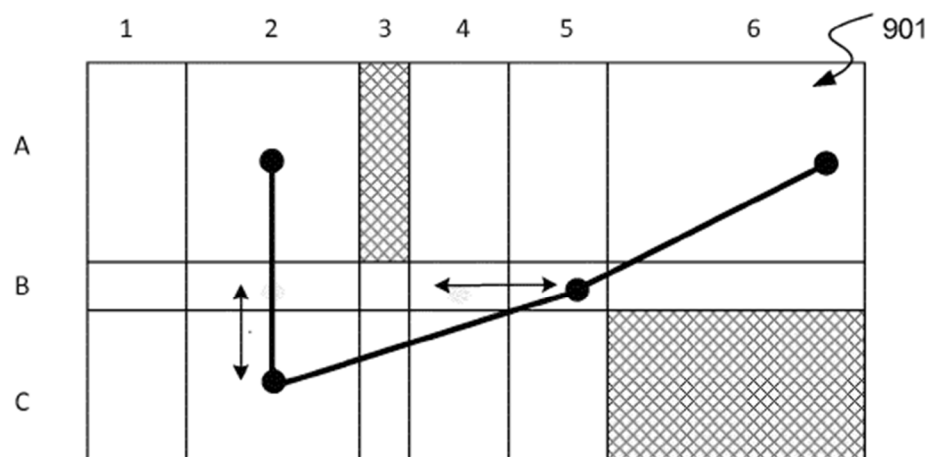


FIG. 11

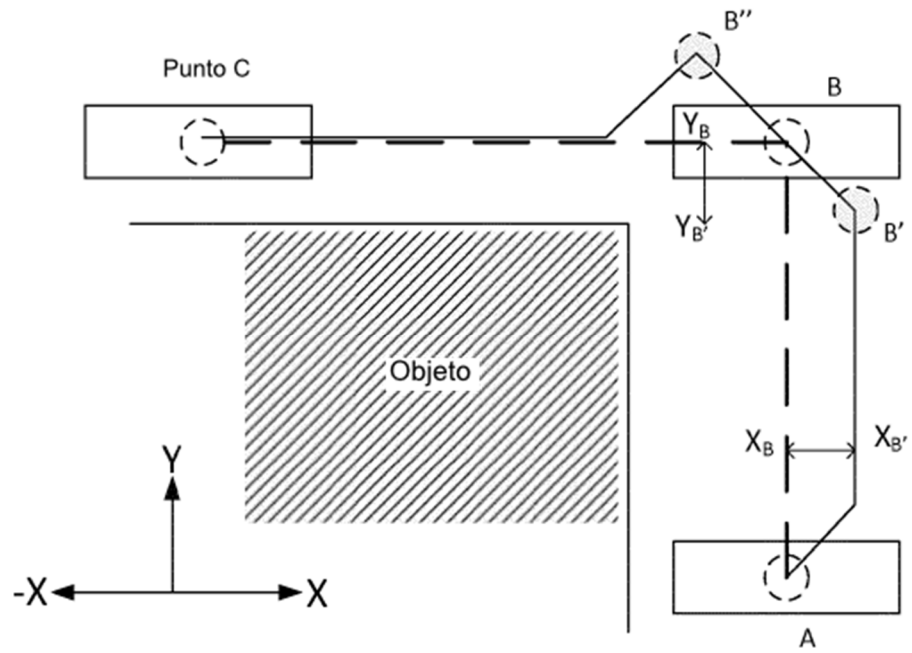


FIG. 12

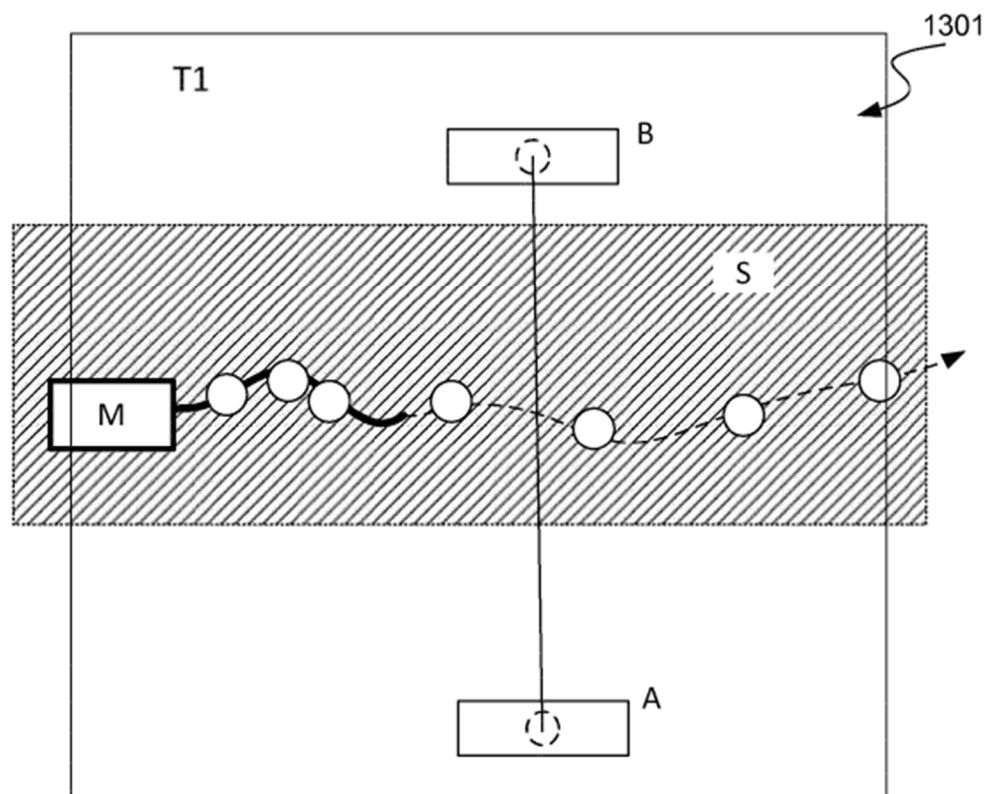


FIG. 13

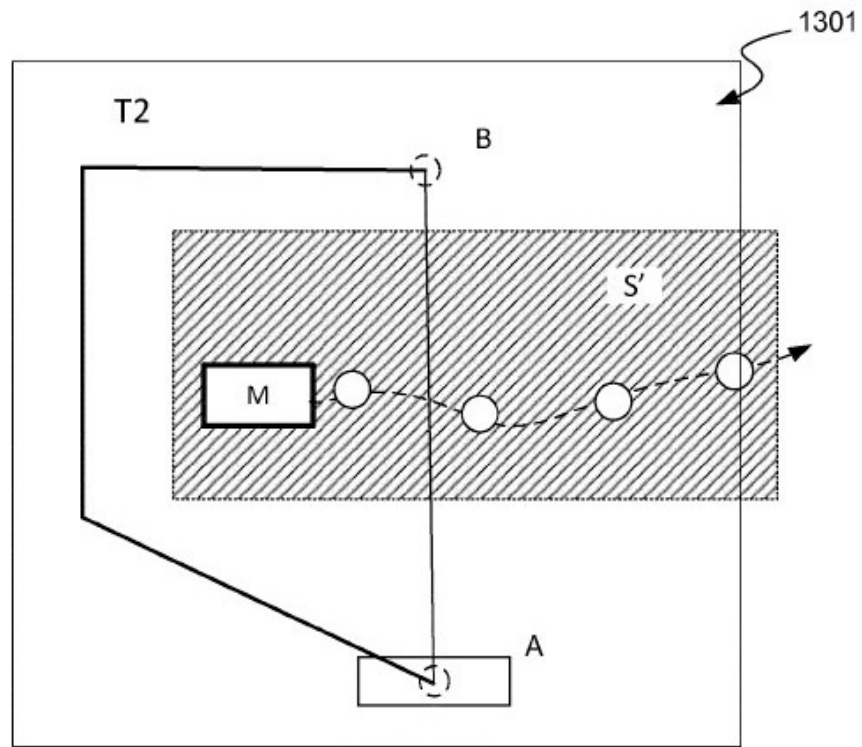


FIG. 14

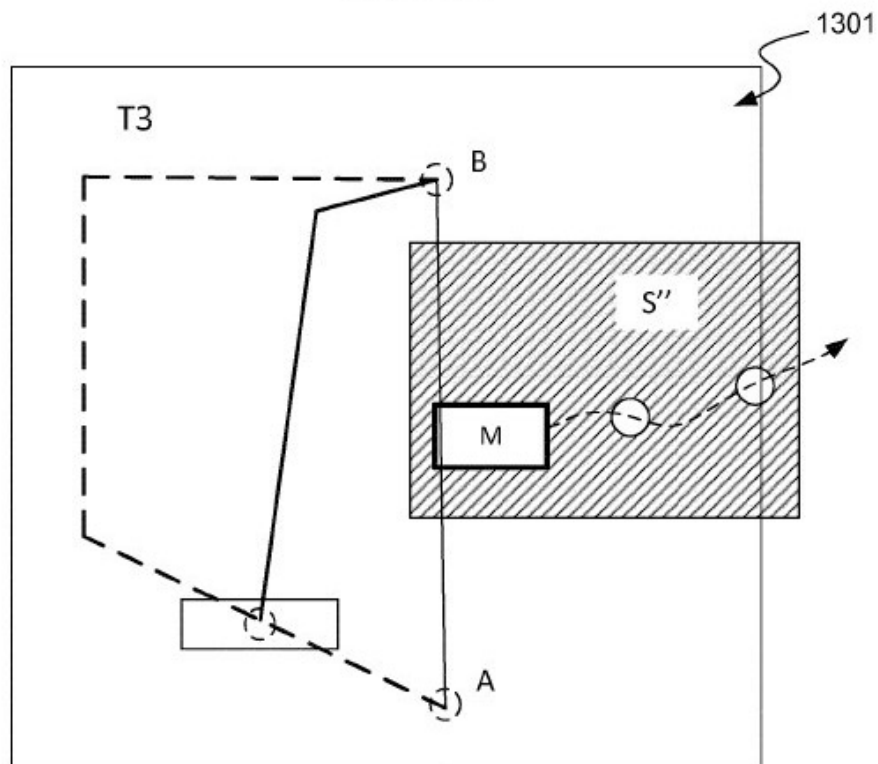


FIG. 15

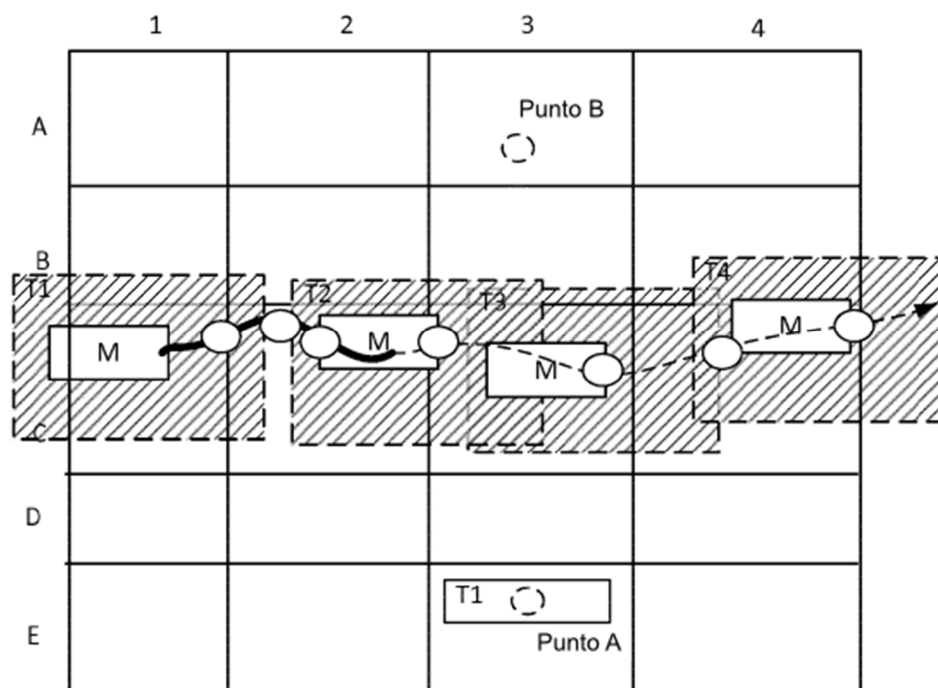


FIG. 16

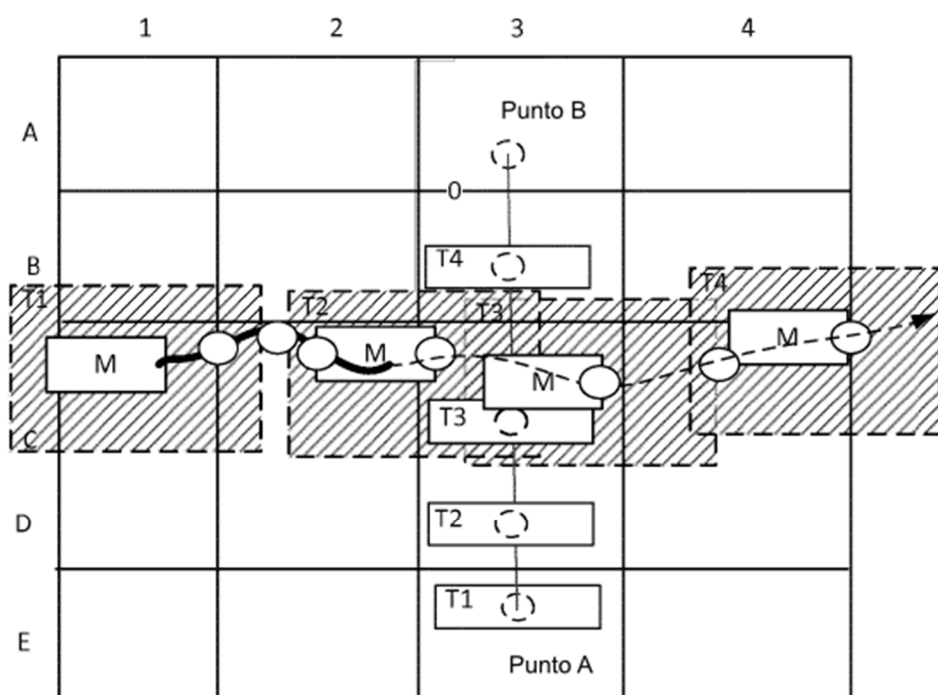


FIG. 17

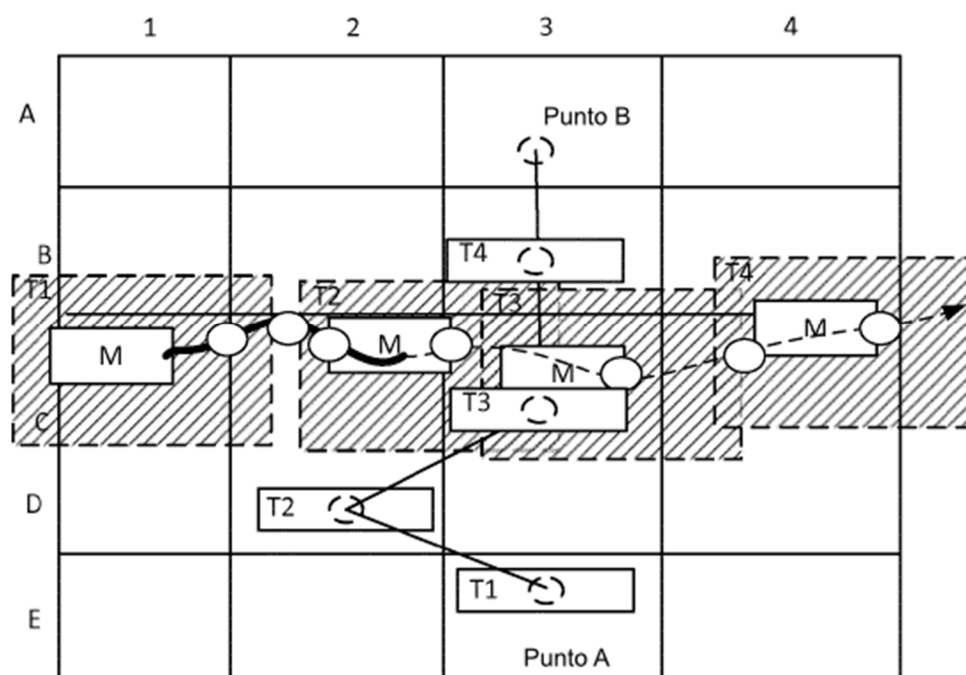


FIG. 18

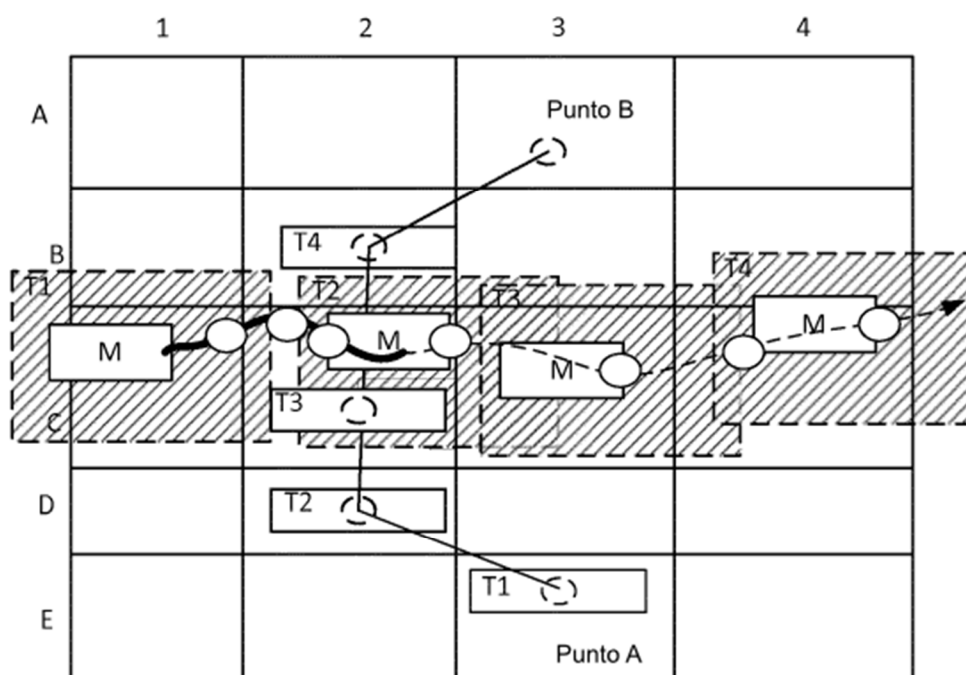


FIG. 19