

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 166**

51 Int. Cl.:

B60R 21/0134 (2006.01)

B66F 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.07.2020** **PCT/IB2020/056730**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2021** **WO21014303**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2020** **E 20754832 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2025** **EP 3999384**

54 Título: **Sistema y procedimiento anticolidión para vehículos terrestres**

30 Prioridad:

19.07.2019 IT 201900012414

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

29.04.2025

73 Titular/es:

UBIQUICOM S.R.L. (100.00%)

Via Carlo de Angeli 3

20141 Milano, IT

72 Inventor/es:

ORLANDO, MICHELE;

CAPOLEI, ANDREA;

ROSACE, CLAUDIO y

SARASSO, STEFANO

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 3 015 166 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

Sistema y procedimiento anticolidión para vehículos terrestres

5 Campo Técnico

La presente invención se refiere a un sistema anticolidión y un procedimiento para vehículos terrestres. En particular, la presente invención se refiere a un sistema y un procedimiento para predecir y prevenir colisiones para carretillas elevadoras que operan tanto en interiores como en exteriores.

10 Estado de la técnica

La reducción y prevención de accidentes que involucran vehículos terrestres, en particular en el lugar de trabajo, son de importancia primordial en cualquier sector industrial, especialmente cuando los trabajadores están en contacto directo con vehículos en movimiento (tanto tradicionales como autónomos), obstáculos potenciales, maquinaria, tanto fija como autopropulsada, que presentan riesgos potenciales para los seres humanos. Un ejemplo de reducción de accidentes que involucran camiones de horquilla se describe en el documento CN105303346A.

Se producen muchos daños graves o muy graves, hasta la muerte, en caso de colisión de personas en el lugar de trabajo por máquinas y vehículos autopropulsados.

Los riesgos de colisión entre vehículos autopropulsados y operadores ocurren, por ejemplo, en sitios de construcción, donde operan máquinas de movimiento de tierras o transporte en general, en áreas portuarias, almacenes, áreas de almacenamiento y similares. Problemas similares también ocurren en plantas de fabricación en general, por ejemplo, encontradas en las millas de papel y similares. Se han desarrollado los llamados sistemas activos para la prevención de accidentes en el trabajo.

En el caso específico de la prevención de colisiones entre el hombre y el vehículo o entre el vehículo y el vehículo o entre el vehículo y el obstáculo fijo, se han adoptado sistemas activos que emplean sensores montados en vehículos, cuyos sensores se configuran, por ejemplo, como lectores de los llamados etiquetas RFID o transpondedores.

El operador usa al menos una etiqueta RFID, por ejemplo, montada en un casco, chaqueta u otro dispositivo de seguridad pasivo obligatorio. El operador que opera el vehículo autopropulsado es alertado por una unidad central cuando un sensor montado en el vehículo detecta la presencia de una persona dentro del alcance del vehículo, gracias a la interacción entre el sensor y la etiqueta RFID. Además, cuando se detecta la presencia de una persona dentro del alcance del vehículo, pueden activarse otras medidas de seguridad tales como, por ejemplo, desacelerar el vehículo. De manera similar, un obstáculo fijo o en movimiento puede estar provisto de etiquetas RFID. Por lo tanto, el uso de la tecnología de transpondedor RFID para la prevención activa de accidentes laborales es bien conocido. Esta tecnología conocida proporciona un sistema que comprende al menos un sensor y uno o más transpondedores o etiquetas RFID, que son capaces de comunicarse entre sí. Tanto el sensor o el lector como el transpondedor, o dispositivo de respuesta, comprenden cada uno dos antenas separadas.

Una primera antena en el sensor y una primera antena en el transpondedor sirven respectivamente para emitir y recibir una señal, típicamente de microondas, que tiene la función de "despertar" o activar el transpondedor RFID, que normalmente está en un estado de inactividad también para ahorrar energía.

El transpondedor se activa cuando entra en un intervalo restringido o volumen de control del sensor.

Una segunda antena en el transpondedor o dispositivo de respuesta y una segunda antena correspondiente en el sensor permiten la transmisión desde el transpondedor al sensor y/o viceversa en un canal, típicamente en radiofrecuencia, diferente del canal en el que se emite la señal de activación del transpondedor.

Las aplicaciones de esta tecnología se conocen en la prevención activa de accidentes laborales, en particular para evitar colisiones entre operadores terrestres y vehículos. Al menos un sensor, generalmente más de un sensor, se instala en el vehículo, mientras que el operador usa al menos un transpondedor. Cuando el operador ingresa el alcance de uno de los sensores a bordo del vehículo, dicho sensor hace que el transpondedor se despierte y emita una alarma.

Los sistemas descritos anteriormente han demostrado ser herramientas útiles en la prevención de accidentes en el trabajo.

En los sistemas conocidos, un problema percibido es el de la posible interferencia de la señal, especialmente en entornos cerrados tales como almacenes, furgonetas o en otros entornos laborales. De hecho, muchos sistemas de navegación actuales pierden la señal cuando hay un objeto o modo de interferencia presente. Este es un problema especialmente en edificios, que a menudo están abarrotados de varios tipos de objetos.

Sin embargo, todavía hay margen para aumentar aún más el nivel de seguridad alcanzable.

Uno de los objetivos de algunas modalidades de la invención descrita en la presente descripción es mejorar el nivel de seguridad, así como también la ergonomía de este tipo de sistema de protección activa.

5 Un objetivo adicional de la presente invención es aumentar la precisión mediante la eliminación de falsos positivos a través de la localización.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema anticolidión y un procedimiento para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo que pueden garantizar un alto nivel de seguridad.

10 Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema anticolidión y un procedimiento para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo que sea eficiente.

15 Un objetivo adicional y no menos importante de la presente invención es proporcionar un sistema anticolidión y un procedimiento para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo que sea altamente fiable, fácil de realizar y simple de usar.

Objeto de la invención

20 En un primer aspecto de la invención, los objetos mencionados anteriormente se logran mediante un sistema anticolidión para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo de acuerdo con lo que se describe en la reivindicación 1.

Los aspectos ventajosos se describen en las reivindicaciones dependientes 2 a 17.

25 En un segundo aspecto de la invención, los objetos mencionados anteriormente se logran mediante un procedimiento anticolidión para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo de acuerdo con lo que se describe en la reivindicación 18.

30 Los efectos/ventajas técnicas mencionados, y otros efectos/ventajas técnicas de la invención, surgirán con más detalle de la descripción proporcionada en la presente descripción a continuación de una modalidad ilustrativa proporcionada por medio de un ejemplo aproximado y no limitativo con referencia a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de las figuras

35 Para una mejor comprensión de la invención y para apreciar las ventajas de esta, algunas modalidades ilustrativas no limitantes se describen en la presente descripción a continuación, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- La Figura 1 ilustra un ejemplo del sistema de la invención adaptado para reducir la probabilidad de colisiones entre posibles obstáculos y vehículos terrestres que operan dentro de un lugar de trabajo.
- La Figura 2 es un diagrama de bloques del sistema de la Figura 1.
- 40 - La Figura 3 muestra un ejemplo no limitativo de un vehículo terrestre;
- La Figura 4 muestra un diagrama con la división temporal, en intervalos de tiempo, de una etiqueta;
- Las figuras 5a, 5b, 5c muestran un ejemplo de un procedimiento para identificar y rastrear vehículos terrestres más cercanos a una etiqueta dada;
- La Figura 6 muestra esquemáticamente un cálculo ilustrativo de la probabilidad de colisión a través del cálculo de trayectorias.

45

Descripción detallada de las realizaciones preferentes de la invención

50 Debe observarse que, en la siguiente descripción, los bloques, componentes o módulos idénticos o análogos se indican en las figuras con las mismas referencias numéricas, incluso cuando se ilustran en diferentes modalidades de la invención. Con referencia a las figuras citadas, el sistema anticolidión para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo de acuerdo con la invención se indica en general con el número de referencia 1 en el diagrama de bloques de la figura 2. Una parte del sistema se monta en al menos un vehículo terrestre A y otra parte se asocia con un posible obstáculo B.

55 El obstáculo B puede consistir en objetos, maquinaria y/o personas, estacionarias o en movimiento.

El obstáculo B también puede ser un segundo vehículo terrestre, capaz de moverse con respecto al primer vehículo A.

60 En particular, el vehículo terrestre puede ser una carretilla elevadora o un vehículo terrestre autónomo.

En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un sistema anticolidión 1 para vehículos terrestres, que comprende un primer dispositivo transceptor 4, asociado a un obstáculo B, configurado para generar y transmitir una

o más señales inalámbricas SG_B_i, a intervalos de tiempo predeterminados (es decir, es decir, periódicamente), la primera señal inalámbrica SG_B_1 lleva un código de identificación de obstáculos ID_1; un segundo dispositivo transceptor 3, asociado a un vehículo terrestre A, configurado para generar y transmitir una o más señales inalámbricas SG_A_i y para recibir dichas una o más señales inalámbricas SG_B_i, generadas por el obstáculo B, que comprende dicha primera señal inalámbrica SG_B_1 que lleva el código de identificación de obstáculos ID_1.

La señal inalámbrica SG_A_1 generada por el segundo dispositivo transceptor 3 asociado con el vehículo terrestre A lleva un código de identificación ID_2 del vehículo A.

El primer dispositivo transceptor 4 se configura para recibir dicha una o más señales inalámbricas SG_A_i transmitidas por el segundo dispositivo transceptor 3 asociado con el vehículo terrestre A.

El sistema anticolidión 1 para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo comprende además una unidad de procesamiento 20 configurada para procesar datos de colisión del vehículo A. La unidad de procesamiento 20 comprende:

- un primer módulo de cálculo 21 configurado para determinar la trayectoria D_TRJ del vehículo terrestre A y el obstáculo B como una función de dichas señales inalámbricas SG_B_i y de dicha una o más señales SG_A_i;
- un segundo módulo de cálculo 23 configurado para determinar, sobre la base de la trayectoria D_TRJ del vehículo terrestre A y del obstáculo B, la probabilidad de colisión entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B;
- un módulo de alerta 24 configurado para generar y enviar una señal de probabilidad de colisión S_COLL entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B como una función de una alta probabilidad de colisión entre dicho vehículo terrestre A y el obstáculo B.

En particular, un módulo de comparación (no mostrado en las figuras) está presente ventajosamente, configurado para comparar la señal de probabilidad de colisión S_COLL entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B, recibido del tercer módulo de cálculo 23, con valores de umbral preestablecidos almacenados en una unidad de memoria. En este caso, el módulo de alerta 24 se configura para generar y enviar una señal de probabilidad de colisión S_COLL entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B como una función de un partido OK de la comparación realizada por el módulo de comparación.

En general, debe señalarse que en el presente contexto y en las reivindicaciones posteriores, la unidad de procesamiento 20 se considera dividida en módulos funcionales distintos (módulos de almacenamiento o módulos operativos) con el único propósito de describir sus funcionalidades de manera clara y completa.

Tal unidad de procesamiento puede comprender un solo dispositivo electrónico, programado adecuadamente para realizar las funcionalidades descritas, y los diferentes módulos pueden corresponder a entidades de hardware y/o software de rutina que son parte del dispositivo programado.

Alternativa o adicionalmente, estas funcionalidades pueden realizarse mediante una pluralidad de dispositivos electrónicos en los que pueden distribuirse los módulos funcionales antes mencionados.

La unidad de procesamiento 20 también puede hacer uso de uno o más procesadores para ejecutar las instrucciones contenidas en los módulos de memoria.

Si hay dos o más vehículos terrestres y/o una pluralidad de obstáculos, cada uno alojará al menos un dispositivo transceptor 3,4.

Ventajosamente, el primer módulo de cálculo 21 comprende un primer submódulo de cálculo 21a configurado para calcular la distancia relativa D_REL entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B, sobre la base de las señales intercambiadas SG_B_i, SG_A_i; y un segundo submódulo 21b configurado para calcular el ángulo relativo A_REL entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B en un sistema de referencia dado S_RIF sobre la base de las señales SG_B_i recibidas del dispositivo transceptor 3.

Por ejemplo, el sistema de referencia S_RIF es un sistema de coordenadas cartesianas bidimensional y/o tridimensional integral con el vehículo A.

En un primer modo de funcionamiento de localización entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B, solo se usa un mensaje, SG_B_1, y la unidad de procesamiento 20 del vehículo terrestre A calcula la distancia relativa D_REL desde el obstáculo B mediante el uso de la potencia de la señal recibida (tanto UWB como Bluetooth).

El ángulo desde el cual el vehículo terrestre A ve el obstáculo B (por lo tanto, el sistema de referencia S_RIF es integral con el vehículo A) puede calcularse desde el vehículo A por medio de la técnica de Ángulo de Llegada (AoA), mediante el uso de múltiples antenas, tras la recepción de los mensajes SG_B_i.

El ángulo desde el cual el obstáculo B ve el vehículo A (por lo tanto, el sistema de referencia S_RIF es integral con el obstáculo B y no con el vehículo como antes) también puede calcularse mediante el vehículo A con la técnica de Ángulo de Salida Bluetooth (AoD). En este caso, el obstáculo B emite una señal SG_B_1 desde varias antenas y el vehículo recibe con solo una antena. Alternativamente, al recibir la señal SG_B_1, el vehículo A puede calcular tanto la distancia relativa D_REL como el ángulo A_REL mediante el uso de la diferencia en los tiempos de llegada de la señal SG_B_i de tres o más transceptores tipo-3 (técnica TDOA UWB, o la diferencia en el tiempo de llegada).

En un segundo modo de funcionamiento de localización entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B solo se usan dos mensajes SG_B_1, SG_A_1. Con la señal SG_B_1, el obstáculo B envía el código de identificación ID_1 de este. Si se conoce, el obstáculo B también envía la última posición calculada del obstáculo B con respecto al vehículo

A. Con la señal SG_A_1, el vehículo envía el tiempo T_reply_A (tiempo estimado transcurrido entre el inicio de la recepción del mensaje SG_B_1 y el inicio del envío de la señal SG_A_1) al obstáculo B que se usará para calcular el tiempo de viaje, después la distancia relativa D_REL entre el vehículo A y el obstáculo

B. Para este cálculo, puede usarse la fórmula $TOF = (t_2 - t_1 - T_{reply_A}) / 2$.

El ángulo que forma el obstáculo B con respecto al vehículo A se calcula por medio de la técnica de AoA, mediante el uso de múltiples antenas, tras la recepción de los mensajes SG_B_i.

En un tercer modo de funcionamiento de localización entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B, se usan tres mensajes SG_B_1, SG_A_1 y SG_B_2.

En detalle, por medio de la señal SG_B_1, el obstáculo envía el código de identificación ID_1 del mismo. Por medio de la señal SG_A_1 el vehículo A puede enviar la posición previamente calculada del obstáculo B al obstáculo B.

Subsecuentemente, el obstáculo B genera y envía la señal SG_B_2 que contiene el tiempo T_round_B (tiempo transcurrido entre el inicio del envío de SG_B_1 y el inicio de la recepción de SG_A_1) y T_reply_B (tiempo transcurrido estimado entre el inicio de la recepción de SG_A_1 y el inicio del envío de SG_B_2) que se usará para calcular el tiempo de viaje. El ángulo relativo A_REL que forma el obstáculo B con respecto al vehículo A se calcula por medio de la técnica de AoA, mediante el uso de múltiples antenas, tras la recepción de los mensajes SG_B_2. Al final del intercambio de los tres mensajes, la unidad de procesamiento 20 del vehículo A realiza el cálculo de la distancia relativa D_REL del obstáculo B mediante el uso de los tiempos de procesamiento (ida y vuelta y respuesta) tanto del obstáculo B como del vehículo A, junto con el tiempo de llegada del paquete final. En este caso, la precisión del cálculo de D_REL y el ángulo A_REL es alta.

En los tres modos de operación de localización, la distancia relativa D_REL entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B, el ángulo de la etiqueta del obstáculo B con respecto al vehículo terrestre A se calcula mediante la explotación de la recepción del último mensaje por dos o más antenas.

El procedimiento anticolidión para vehículos terrestres de la presente invención comprende etapas o fases para identificar y rastrear obstáculos (asociados con etiquetas) o vehículos terrestres que están más cerca de un vehículo dado y, por lo tanto, tienen más probabilidades de chocar con el vehículo.

En particular, dichas etapas de identificación y seguimiento de vehículos cercanos a un vehículo se llevan a cabo mediante el uso de la técnica UWB.

En particular, este procedimiento se basa en un intercambio continuo de mensajes entre las etiquetas y los vehículos más cercanos a ellas.

El intercambio de mensajes entre una etiqueta dada y un vehículo permite determinar la posición de la etiqueta con respecto al vehículo como se describió anteriormente.

La etiqueta inicia el intercambio de mensajes con un primer mensaje de solicitud inicial (SG_B_1). El intercambio de mensajes puede ser de dos tipos:

1. Intercambio de identificación (IE): donde el mensaje de solicitud inicial contiene una ID de destino única y solo el vehículo que tiene esa ID puede responder;

2. Intercambio de difusión (BE): donde el mensaje de solicitud inicial no contiene un ID de destino particular y todos los vehículos dentro del alcance pueden responder.

Como se ilustra en la Figura 4, cada etiqueta se configura para dividir el tiempo en intervalos de tiempo numerados "Intervalo_1", "Intervalo_2", "Intervalo_3", "Intervalo_N".

En cada intervalo de tiempo individual "IntervaloJ", una etiqueta puede realizar una o más de las siguientes etapas: mantener la memoria de cada vehículo con el que intercambia mensajes. En particular, al menos: el tipo de intercambio realizado, la distancia espacial (calculada o estimada) desde la etiqueta y el desfase de tiempo para el inicio del intercambio de mensajes (con relación al inicio del intervalo de tiempo). Un ejemplo de una implementación para

rastrear esta información es almacenar una tabla en la memoria, la "tabla de vehículos". Esta tabla contiene, para cada vehículo con el que el tag intercambia mensajes, al menos los campos de: ID de vehículo (único en la tabla), distancia espacial (euclidiana u otra) desde el tag, tipo de intercambio realizado, compensación de tiempo. Esta tabla puede contener N registros, está ordenada por valor de distancia creciente y se actualiza después de que se intercambian los mensajes previstos en cada intervalo de tiempo. Un vehículo VA se considera más cercano a la etiqueta de un vehículo VB si VA tiene un valor de distancia menor que VB. Y si, con $s \leq N$, los vehículos más cercanos de los que la etiqueta tiene conocimiento son los primeros s vehículos contenidos en la tabla de vehículos.

- gestionar hasta n_{ie} (mayor o igual a 1) intercambios de mensajes IE y hasta n_{be} (mayor o igual a 1) intercambios de mensajes BE con $(n_{ie} + n_{be})$ vehículos diferentes;

- un intercambio de mensajes puede mover su ejecución dentro de un intervalo de tiempo para evitar una colisión de RF;

- un mensaje BE siempre se ejecuta;

- un mensaje IE solo puede ejecutarse cuando hay al menos un vehículo que responde de los intervalos de tiempo anteriores;

- al final de los intercambios de mensajes del intervalo de tiempo, la tabla de vehículos se actualiza y se reorganiza con la nueva información adquirida como resultado del intercambio de mensajes, después se calculan las ID de los objetivos para cualquier mensaje IE posterior;

- los siguientes mensajes IE se dirigirán a los primeros n_{ie} vehículos que aparezcan en la tabla de vehículos;

- si no hay respuesta a un mensaje BE, entonces la etiqueta puede decidir si ejecutar el siguiente mensaje BE con un nuevo tiempo de compensación (con relación al inicio del intervalo de tiempo). Además, si esta BE se ha respondido en el intervalo de tiempo anterior desde el vehículo Az, la etiqueta puede decidir eliminar Az de la tabla de vehículos;

- si no hay respuesta a un mensaje IE del vehículo Ay durante un número determinado J de veces consecutivas, entonces: a) si no hay respuesta de ningún mensaje BE, solo se ejecutará un mensaje BE en el intervalo de tiempo posterior. Además, el vehículo Ay se elimina de la tabla de vehículos;

b) si una o más mensajes BE han sido respondidos, el Ay del vehículo se eliminará de la tabla de vehículos. Al final del intervalo de tiempo, después de actualizar y reorganizar la tabla de vehículos, se elegirá para esta IE si dirigir, en el siguiente intervalo de tiempo, el primer vehículo Ax en la tabla que tuvo un intercambio de tipo BE.

- un intercambio de mensajes que ha sido respondido por un vehículo, mantendrá su desplazamiento actual (con relación al inicio del intervalo de tiempo) también en el intervalo de tiempo posterior. En cada intervalo de tiempo individual "IntervaloJ", un vehículo A puede realizar una o más de las siguientes etapas:

- mantener la memoria del número de intervalo actual de cada etiqueta con la que se comunica. El número de intervalo de tiempo de la etiqueta puede enviarse por la propia etiqueta o el vehículo puede estimarlo al conocer la duración de un intervalo de tiempo y los tiempos de llegada de los mensajes de las etiquetas;

- tiene solo un intercambio de mensajes con una etiqueta predeterminada;

- puede responder inmediatamente a un intercambio de difusión o esperar un tiempo aleatorio entre 0 y un tiempo t_{Wait} .

El tiempo aleatorio puede preconfigurarse o ajustarse dinámicamente.

- puede que no responda a una etiqueta si la potencia recibida del primer mensaje, SG_B_1 , es menor que un umbral predeterminado;

- puede responder, en cada intervalo de tiempo o en cada intervalo de tiempo $n1$ ($n1 = 1, 2, 3, \dots$) a un Intercambio de Difusión del mismo tag. Esto puede preconfigurarse o ajustarse dinámicamente.

El procedimiento es eficiente tanto desde el punto de vista de la energía como para la ocupación del canal UWB. Esto se debe a que una etiqueta no se comunica con todos los vehículos presentes, sino que solo intenta comunicarse con los vehículos más cercanos espacialmente, por lo que con los vehículos que son más relevantes para detectar una posible colisión.

Además, el procedimiento no requiere etiquetas para saber a priori con qué vehículos posibles (es decir, los identificadores de estos) puede entrar en contacto.

Esto significa que las etiquetas no tienen que reconfigurarse cada vez.

Finalmente, el procedimiento garantiza que un obstáculo (etiqueta) sea detectado por los $n_{ie} + n_{be} * n1$ vehículos más cercanos.

Los intercambios de mensajes IE de una etiqueta al mismo vehículo se intercambiarán con una frecuencia de $1/T_{slot}$ (donde T_{slot} es la duración en segundos del intervalo de tiempo, típicamente $T_{slot} = 0,1$ s). Los intercambios de mensajes BE de una etiqueta al mismo vehículo se intercambiarán con una frecuencia de $1/(n_1 * T_{slot})$.

En la práctica, un buen cholee es $n_{ie} = n_{be} = 1$ y $n1=2$.

Las Figuras 5a, 5b y 5c ilustran un ejemplo de ejecución del procedimiento de acuerdo con la presente invención. En la Figura 5c se supone que los parámetros $n1$, n_{ie} y n_{be} son todos 1.

La Figura 5a muestra la distancia del primer VA y el segundo vehículo VB de la etiqueta. La Figura 5b en su lugar muestra la distancia de los dos vehículos VA y VB de la etiqueta desde el instante de 300 ms de la Figura 5c.

Las figuras muestran dos vehículos (VA y VB) en las cercanías de una etiqueta dada.

Hasta el tiempo de 300 ms, el primer vehículo VA está más cerca de la etiqueta que el segundo vehículo VB (figura 5a).

En el tiempo 300 ms, el primer vehículo VA se aleja y el segundo vehículo VB se acerca a la etiqueta más cercana del primer vehículo VA (figura 5b).

En el primer intervalo de tiempo (Intervalo_1), la etiqueta solo realiza un intercambio de mensajes en modo BE. Dado que el primer vehículo VA responde enviando la ID de este al tag, en el intervalo de tiempo_2 el tag realiza un IE con el primer vehículo VA y otro BE para buscar la presencia de otro vehículo. Dado que el segundo vehículo VB también responde al BE, se mantendrá el desplazamiento relativo de ambos mensajes.

En el intervalo de tiempo_3, la secuencia de intercambios de mensajes se repite exactamente porque el primer vehículo VA está más cerca de la etiqueta con respecto al segundo vehículo VB.

Además, en el intervalo de tiempo_4, la secuencia de intercambio de mensajes se repite de la misma manera que el intervalo de tiempo_2 e intervalo de tiempo_3.

Al final del intervalo de tiempo_4, la etiqueta se da cuenta de que el segundo vehículo VB es ahora el más cercano, mientras que el primer vehículo VA se ha alejado.

En el intervalo de tiempo posterior_5, el sistema realizará un IE con el segundo vehículo VB.

La Figura 6 muestra un cálculo ilustrativo de la probabilidad de colisión a través del cálculo de las trayectorias. En esta figura, h indica la posición del obstáculo (etiqueta) en el intervalo de tiempo j y v_i indica la velocidad del obstáculo en el intervalo de tiempo.

En la Figura 6, el intervalo de tiempo actual es el número 3 (intervalo_3).

La trayectoria histórica es el conjunto $rO, vO, r1, v1, r2, v2, r3, v3$.

La trayectoria predictiva es el conjunto $r3, v3, rj\text{mpatto}, vj\text{mpatto}, r4, v4$.

Tiempo antes del impacto = distancia de impacto/ $|v3|$, donde $|v3|$ indica la intensidad del vector $v3$.

Un vehículo mantiene la trayectoria histórica de un obstáculo que se da por el conjunto de posición y velocidad con relación al vehículo para cada intervalo de tiempo hasta el intervalo de tiempo actual.

A partir de la trayectoria histórica de un obstáculo, el vehículo calcula una trayectoria predictiva para las próximas N intervalos de tiempo. A partir de la trayectoria predictiva y la información geométrica del vehículo (huella), el posible punto de impacto del vehículo con el obstáculo se calcula con el tiempo relativo antes del impacto.

Finalmente, la probabilidad de colisión se define al asignar un valor de probabilidad de impacto a cada valor de la magnitud "tiempo antes del impacto". Por ejemplo, podríamos decir que cuando el "tiempo antes del impacto" es menor que 2 segundos, entonces la probabilidad de colisión es igual a uno.

Si el "tiempo antes del impacto" es mayor que 2 segundos y menor que 4 segundos, entonces la probabilidad de colisión es 0.8 y así sucesivamente.

La trayectoria predictiva puede calcularse, por ejemplo, al asumir que el vehículo continúa moviéndose desde su posición actual a la última velocidad calculada.

El procedimiento descrito es eficiente tanto desde el punto de vista energético como para la ocupación del canal UWB.

Esto se debe a que, en cada intervalo de tiempo, una etiqueta carnes a lo máximo ($n_{ie} + n_{be}$) intercambios de mensajes para detectar la colisión con posibles obstáculos. Esto es posible porque una etiqueta solo intenta comunicarse con los obstáculos más cercanos espacialmente.

Además, el procedimiento no requiere etiquetas para saber a priori con qué vehículos posibles (es decir, los identificadores de estos) puede entrar en contacto. Esto significa que las etiquetas no tienen que reconfigurarse cada vez.

- 5 Las señales SG_1, SG_2 generadas y transmitidas por cada uno de los dispositivos transceptores 3, 4 presentes en el sistema 1 son ventajosamente señales de tipo banda ultraancha (UWB).

La señal de tipo de banda ultraancha se define como una señal de radiofrecuencia (RF) que ocupa una porción del espectro de frecuencias mayor que el 20 % de la portadora central o tiene un ancho de banda mayor que 500 MHz. El UWB es un canal de comunicación que se extiende sobre una gran porción del espectro de frecuencias. Esto permite que los transmisores UWB transmitan grandes cantidades de datos mientras consumen poca energía de transmisión. La UWB puede usarse para determinar el posicionamiento mediante el uso de la diferencia de tiempo de llegada ("TDOA") de las señales de RF para obtener la distancia entre el punto de referencia y el obstáculo o mediante el uso de una medición precisa de la distancia mediante el uso de la técnica de alcance bidireccional ("TWR").

Alternativamente, las señales transmitidas por los dispositivos transceptores 3 y 4 son señales Bluetooth.

Para aliviar la ocupación de la banda UWB y, en consecuencia, reducir la probabilidad de una colisión en el canal, especialmente en situaciones donde hay muchas etiquetas presentes en las cercanías de los vehículos, se pueden introducir transceptores adicionales en etiquetas y vehículos que operan en una banda de RF diferente (por ejemplo, BLE o RFID).

Nos referimos a esta banda como un canal de RF de soporte.

- 25 Además, estos transceptores se conectan a las unidades UWB para que la información pueda transmitirse (por ejemplo, señal de encendido).

En general, las etiquetas a través de un intercambio de mensajes en el canal de soporte intentan detectar la presencia de vehículos en las inmediaciones.

Si se detecta un vehículo, se calcula una estimación menos precisa de su distancia. Esta estimación generalmente se calcula mediante el uso de la intensidad de la señal recibida. Si esta estimación es menor que un umbral especificado, entonces la etiqueta activa la operación del sistema UWB para una localización más precisa y suspende el transceptor de soporte.

Cuando la etiqueta detecta que no hay vehículos más cercanos que un umbral especificado, suspenderá el sistema UWB y activará el transceptor de soporte.

A continuación, se presentan dos posibles opciones para iniciar el intercambio de mensajes de soporte entre etiquetas y vehículo:

1) los vehículos siempre están escuchando mensajes en la banda de soporte y responden a cualquier mensaje enviado por las etiquetas.

Una etiqueta intercambia mensajes periódicamente en el canal de soporte. La tecnología BLE se usaría preferentemente para esta opción.

2) los vehículos envían periódicamente un mensaje en el canal de soporte que puede recibirse por las etiquetas a través de una escucha continua o periódica del canal de soporte. La tecnología RFID se usaría preferentemente para esta opción.

En la situación en la que se detecta una probabilidad de peligro de colisión, el módulo de alerta 24 envía la señal de probabilidad de colisión S_COLL a un módulo de control 5 del vehículo terrestre A. En particular, una probabilidad de peligro de colisión se produce si la probabilidad de colisión S_COLL excede un valor umbral que puede preestablecerse y almacenarse en una unidad de memoria presente en el sistema 1, por encima de la cual el módulo de alerta 24 envía la señal de probabilidad de colisión S_COLL al módulo de control 5.

En este caso, el módulo de control 5 del vehículo A se configura para enviar a su vez una señal de comando adecuada S_COM al controlador 7 del vehículo A de manera que el controlador 7 pueda intervenir en el vehículo A en caso de un riesgo de colisión.

Los ejemplos posibles de modos de intervención del vehículo comprenden la actuación de emergencia del sistema de frenos del vehículo, la desaceleración del vehículo, la actuación de los miembros de dirección del vehículo, para evitar el posible impacto con el obstáculo B.

De esta manera, a través del módulo de control 5, la unidad de procesamiento 20 es capaz de actuar sobre el sistema de frenos y/o el sistema de motor y/o la dirección del vehículo A en función de la señal de probabilidad de colisión S_COLL recibida del módulo de alerta 24.

El módulo de alerta 24 también está configurado para enviar la señal de probabilidad de colisión S_COLL a un dispositivo de alerta 6 configurado para alertar al conductor del vehículo A y/o a las personas que están en las cercanías del vehículo A de una situación de peligro potencial. Algunos ejemplos no limitativos de posibles señales de control S_COM comprenden una o más acciones entre, al menos, una desaceleración del vehículo, un frenado del vehículo, un retorno a la operación normal del vehículo B, un cambio de dirección del vehículo A con relación a la dirección de colisión del obstáculo B en movimiento de colisión.

Algunos ejemplos no limitativos de posibles dispositivos de alerta 6 comprenden uno o más entre, al menos, una interfaz de usuario, un dispositivo de advertencia audible y/o un dispositivo de advertencia óptico.

Ventajosamente, el transceptor 3 presente en el vehículo terrestre A usa el procedimiento de Ángulo de Llegada y/o Ángulo de salida y/o diferencia de tiempo de llegada (TDOA) para determinar la posición relativa entre los dos transceptores 3 y 4.

Ventajosamente, el primer dispositivo transceptor 4 asociado con el obstáculo B se configura para enviar al menos un parámetro característico P_B_1 del movimiento del obstáculo B. En este caso, la unidad de procesamiento 20 comprende un módulo de cálculo 22 configurado para calcular el movimiento del obstáculo B como una función de dicho parámetro característico P_B_1. Alternativamente, el módulo para calcular el movimiento S_MOV del obstáculo B (dirección, velocidad, aceleración) puede estar presente en el obstáculo B (no mostrado en las figuras).

El parámetro característico opcional P_B_1, P_A_1 enviado por el transmisor 3 o 4 del posible movimiento del obstáculo B comprende uno o más entre, al menos, una señal de aceleración S_ACC, una señal de velocidad angular S_GYR (es decir, el ángulo separado en la unidad de tiempo en los varios ejes), una señal con relación al ángulo con respecto al norte magnético S_MAGN, una señal de presión atmosférica S_BAR, una señal con relación al tipo de obstáculo (por ejemplo, una persona, un objeto estacionario, un objeto en movimiento o similar) y/o una señal de temperatura S_TEMP y/o una señal de tiempo (por ejemplo, el número de intervalos de tiempo o el tiempo desde que se encendió el transmisor 3 asociado con el obstáculo).

Ventajosamente, el transceptor 4 asociado con el obstáculo B está asociado operativamente con una IMU (Unidad de Medición Inercial) 30 que comprende uno o más entre, al menos, un acelerómetro, un giroscopio, un magnetómetro, un barómetro y/o un termómetro.

Ventajosamente, el segundo dispositivo transceptor 4 asociado con el obstáculo B se configura para recibir la distancia relativa D_REL desde el primer dispositivo transceptor 3 asociado con el vehículo A.

De esta manera, por ejemplo, también el obstáculo B, en el caso de un vehículo terrestre en movimiento y con la posibilidad de evitar la colisión con el vehículo terrestre A, también podrá evaluar la probabilidad de colisión con el vehículo A y evitar una colisión probable.

Ventajosamente, el segundo dispositivo transceptor 3 asociado con el vehículo terrestre A puede configurarse para recibir al menos un parámetro característico P_A_i del movimiento del vehículo A (detectado por sensores apropiados presentes en el vehículo terrestre o especialmente instalado en el vehículo) tal como velocidad, aceleración, ángulo de dirección, etc.

El segundo dispositivo transceptor 3 puede configurarse además para enviar dicho al menos un parámetro característico P_A_i, detectado por los sensores del vehículo A, al módulo 22 o al transceptor 4 del obstáculo B (en caso de que el obstáculo B esté en movimiento).

El parámetro característico P_A_i, detectado por los sensores también puede enviarse directamente al módulo de cálculo 22.

En la situación en la que el parámetro característico P_A_i y/o P_B_i esté disponible, el segundo módulo de cálculo 23 de la unidad de procesamiento 20 calculará con mayor precisión la probabilidad de colisión (o trayectoria de impacto).

La unidad de procesamiento 20 comprende opcionalmente un módulo de filtrado configurado para filtrar las señales SG_1, SG_2, P_A_i, P_B_i o las magnitudes derivadas de las mismas (por ejemplo, ángulo, distancia, etc.) de uno o más transceptores 3, 4.

Los ejemplos de filtrado son el filtro medio, el aplanamiento exponencial o los filtros bayesianos. Ventajosamente, la unidad de procesamiento 20 comprende un módulo de seguimiento y detección de peligros configurado para rastrear la ubicación, velocidad, orientación y aceleración de las etiquetas UWB externas y el vehículo terrestre anfitrión. Sobre la base de las posiciones actuales de las etiquetas UWB externas, la predicción de las posiciones futuras de estas y el movimiento del vehículo, es posible predecir situaciones peligrosas y posibles colisiones.

Opcionalmente, cada vehículo terrestre A y cada obstáculo B contiene un módulo de memoria que contiene un código

de identificación único ID_A, ID_B de dicho vehículo A y de dicho obstáculo B. De esta manera es posible conocer y rastrear la identidad de cada obstáculo y cada vehículo terrestre presente en el sistema 1.

Opcionalmente, el módulo de alerta 24 también se configura para activar y/o detener la alerta de un peligro potencial.

En particular, el vehículo terrestre A puede, a modo de ejemplo no limitativo, ser un montacargas.

Además, el obstáculo B puede ser un obstáculo fijo o un obstáculo móvil.

Si el obstáculo B se mueve, puede ser, a modo de ejemplo no limitativo, otro vehículo terrestre o una persona que usa el segundo dispositivo transceptor 4.

En un ejemplo no limitativo de la invención, como se ilustra en la Figura 3, el transceptor 3 alojado en el vehículo terrestre A comprende una etiqueta UWB 3a y una pluralidad de nodos AoA 3b, 3c, 3d, 3e.

Preferentemente, la etiqueta UWB 3a puede instalarse en el techo del vehículo terrestre A y cada uno de los nodos de AoA 3b, 3c, 3d, 3e puede instalarse, respectivamente, en la parte delantera, trasera y dos lados del vehículo A. De esta manera, se obtiene una direccionalidad completa de las señales transmitidas y recibidas por los dispositivos transceptores, lo que mejora la eficiencia general del sistema 1.

En particular, un nodo 3b, 3c, 3d, 3e de AoA UWB es un dispositivo transceptor capaz de comunicarse con una etiqueta UWB (instalada en un obstáculo B o en un segundo vehículo y/u operador) mediante el uso de tecnología de banda ultraancha (UWB). Un nodo UWB AoA 3b, 3c, 3d, 3e usa el procedimiento de ángulo de llegada (AoA) para determinar la posición relativa de una etiqueta UWB 3a con relación al nodo UWB AoA 3b, 3c, 3d, 3e.

Una etiqueta UWB 3a es un dispositivo transceptor capaz de comunicarse con un nodo de AoA UWB 3b, 3c, 3d, 3e mediante el uso de tecnología de banda ultra ancha (UWB).

Una etiqueta UWB AoA 3a puede incluir una IMU extendida 30. La IMU extendida 30 contiene al menos uno de los siguientes elementos: un acelerómetro, un giroscopio, un magnetómetro, un barómetro, un termómetro.

Una etiqueta UWB 3a puede comunicar los datos de la IMU extendida 30 de la misma al nodo de AoA UWB 3b, 3c, 3d, 3e y puede recibir la posición relativa de la misma desde el nodo de AoA UWB 3b, 3c, 3d, 3e.

Durante la operación, cada uno de los nodos UWB de AoA 3b, 3c, 3d, 3e y la etiqueta UWB 3a en el vehículo A detectan continuamente la proximidad de cualquier obstáculo B (por ejemplo, una persona en el trabajo, otro vehículo o una estructura) ubicado en las cercanías del aparato transceptor de montacargas.

Con respecto a esto, la proximidad de un obstáculo B a la carretilla elevadora A incluirá típicamente no solo la distancia relativa del obstáculo B al vehículo terrestre A, sino también la dirección con relación al vehículo A.

El sistema de detección puede incluir típicamente una pluralidad de sensores orientados o dirigidos en direcciones conocidas y cuyas señales colectivas pueden determinar la posición con relación a la carretilla elevadora o el aparato de obstáculos en una cuadrícula cartesiana bidimensional y/o tridimensional.

En un segundo aspecto de la invención, se proporciona un procedimiento anticolidión para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo que comprende las etapas de:

a) asociar un primer dispositivo transceptor 4 con un obstáculo B, dicho primer dispositivo transceptor 4 se configura para generar y transmitir una o más señales inalámbricas SG_B_1, la primera señal inalámbrica SG_B_1 lleva un código de identificación de obstáculos ID_1;

b) asociar un segundo dispositivo transceptor 3 con un vehículo terrestre A, dicho segundo dispositivo transceptor 3 se configura para generar y transmitir una o más señales inalámbricas SG_A_1;

c) transmitir desde dicho obstáculo B a intervalos de tiempo preestablecidos, dicha una o más señales inalámbricas SG_B_1;

d) recibir, desde dicho segundo dispositivo transceptor 4 asociado con el vehículo terrestre A, dicha primera señal SG_B_1 con el código de identificación de obstáculos ID_1 transmitida por el primer dispositivo transceptor 3 asociado con el obstáculo B;

e) determinar la trayectoria D_TRJ del vehículo terrestre A y el obstáculo B como una función de las señales SG_B_1; SG_A_1;

f) determinar la probabilidad de colisión entre dicho vehículo terrestre A y el obstáculo B como una función de la trayectoria D_TRJ del vehículo terrestre A y el obstáculo B;

g) generar una señal de probabilidad de colisión S_COLL entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B como una función de una alta probabilidad de colisión entre dicho vehículo terrestre A y el obstáculo B.

h) enviar dicha señal de probabilidad de colisión S_COLL.

Preferentemente, la trayectoria del vehículo terrestre A y el obstáculo B determinados en la etapa e) se calculan con

las subetapas de:

e1) calcular la distancia relativa D_{REL} entre el vehículo terrestre A y el obstáculo (B), sobre la base de las señales inalámbricas SG_{B_1} ; SG_{A_1} intercambiadas entre el primer dispositivo transceptor 4 y el segundo dispositivo transceptor 4 asociado con el obstáculo B;

5 e2) calcular el ángulo relativo A_{REL} entre el vehículo terrestre A y el obstáculo B en un sistema de referencia dado S_{RIF} .

Ventajosamente, las señales $SG_{_1}$; $SG_{_2}$ transmitidas por los dispositivos transceptores 3; 4 son señales de banda ultraancha.

10 Alternativamente, la primera y la segunda señal SG_{A_1} ; SG_{B_1} transmitidas por dichos primer y segundo dispositivos transceptores 3 y 4 son señales Bluetooth y la trayectoria determinada en la etapa e) se calcula con el procedimiento de ángulo de salida o con el procedimiento de ángulo de llegada.

15 La presente invención logra los siguientes efectos técnicos:

- cálculo preciso de la posición de los vehículos con respecto a una etiqueta, mediante el uso de la técnica AoA y la medición de la distancia (sin la cual la posición no puede calcularse con precisión) para la localización relativa precisa;
- uso de esta localización relativa precisa (la precisión es un facilitador importante) para discriminar:

20

- o entre situaciones en las que sería posible una posible colisión y en la que, para un sistema "genérico", sería posible y en cambio con el sistema objeto de la solicitud, se conoce que la colisión no ocurrirá (por ejemplo, el paso/intersección entre dos máquinas lado a lado);
- o el cálculo de trayectorias.

25 Como un experto en la técnica puede entender fácilmente, la invención permite superar los inconvenientes destacados anteriormente con referencia al estado de la técnica.

En particular, la presente invención permite mejorar la seguridad de los operadores y los medios que operan en un entorno de trabajo o en un entorno abierto en riesgo de posibles colisiones. También permite una mejor gestión de la

30 seguridad en entornos donde operan vehículos terrestres.

Está claro que las características específicas se describen en relación con diferentes modalidades de la invención con una intención ilustrativa y no limitativa. Obviamente, un experto en la técnica puede realizar modificaciones y variantes adicionales a la presente invención, para satisfacer necesidades contingentes y específicas. Por ejemplo, las

35 características técnicas descritas en relación con una modalidad de la invención pueden extrapolarse a partir de la misma y aplicarse a otras modalidades de la invención. Tales modificaciones y variaciones se incluyen además dentro del alcance de la invención como se define por las siguientes reivindicaciones.

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un sistema anticolidión (1) para vehículos terrestres, que comprende:

- 5 un primer dispositivo transceptor (4), asociado con un obstáculo (B), configurado para generar y transmitir una o más primeras señales inalámbricas (SG_B_i) a intervalos de tiempo preestablecidos, la primera señal inalámbrica (SG_B_1) que transporta un código de identificación de obstáculos (ID_1);
- 10 un segundo dispositivo transceptor (3), asociado con un vehículo terrestre (A), configurado para transmitir una o más segundas señales inalámbricas (SG_A_i) y para recibir dicha una o más primeras señales inalámbricas (SG_B_i) que comprenden dicha primera señal inalámbrica (SG_B_1) que transporta el código de identificación del obstáculo (ID_1);
- dicho primer dispositivo transceptor (4) se configura para recibir directamente dichas señales (SG_A_i) transmitidas por el segundo dispositivo transceptor (3) asociado con el vehículo terrestre (A);
- 15 una unidad de procesamiento (20) configurada para procesar datos de colisión de dicho vehículo (A), que comprende:
- un primer módulo de cálculo (21) configurado para determinar la trayectoria (D_TRJ) del vehículo terrestre (A) y del obstáculo (B) como una función de dichas primeras señales inalámbricas (SG_B_i) y dichas segundas señales inalámbricas (SG_A_i);
 - 20 - un segundo módulo de cálculo (23) configurado para determinar, sobre la base de dicha trayectoria (D_TRJ), la probabilidad de colisión entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B);
 - un módulo de alerta (24) configurado para generar y enviar una señal de probabilidad de colisión (S_COLL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) como una función de una alta probabilidad de colisión entre dicho vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B),
 - 25 en el que dicha unidad de procesamiento (20) está comprendida en dicho vehículo terrestre (A).

2. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer módulo de cálculo (21) comprende:

- 30 un primer submódulo de cálculo (21a) configurado para calcular la distancia relativa (D_REL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B), sobre la base de la señal transmitida (SG_B_1) por el segundo dispositivo transceptor (4) asociado con el obstáculo (B); y un segundo submódulo (21b) configurado para calcular el ángulo relativo (A_REL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) en un sistema de referencia dado (S_RIF).

35 3. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que las señales transmitidas por dichos dispositivos transceptores (3; 4) son señales de banda ultraancha.

40 4. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que el primer submódulo de cálculo (21a) se configura para calcular la distancia relativa (D_REL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) sobre la base de la potencia de la señal transmitida (SG_B_1) y en el que el segundo submódulo (21 b) se configura para calcular el ángulo relativo (A_REL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) en un sistema de referencia dado (S_RIF) mediante el uso de la técnica de ángulo de llegada o ángulo de salida en la señal recibida (SG_B_1).

45 5. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que el vehículo terrestre (A) comprende una pluralidad de segundos dispositivos transceptores (3), el primer submódulo de cálculo (21a) se configura para calcular la distancia relativa (D_REL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) sobre la base de la diferencia en el tiempo de llegada de la señal (SG_B_1) recibida de la pluralidad de segundos dispositivos transceptores (3), y en el que

50 el segundo submódulo (21 b) se configura para calcular el ángulo relativo (A_REL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) en un sistema de referencia dado (S_RIF) mediante el uso de la técnica de diferencia de tiempo de llegada.

55 6. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el obstáculo (B) comprende un módulo configurado para calcular la distancia relativa (D_REL_B) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) sobre la base de un intercambio periódico y ordenado de dos mensajes (SG_B_1; SG_A_1).

60 7. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el obstáculo (B) se configura para enviar la última distancia relativa calculada (D_REL_B) en cada mensaje (SG_B_i).

8. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la unidad de procesamiento (20) del vehículo terrestre (A) determina la distancia relativa (D_REL) desde el obstáculo (B) por medio de un intercambio ordenado de al menos tres señales (SG_B_1; SG_A_1; SG_B_2), en el que:

65 la señal SG_B_2 incluye el tiempo transcurrido (t_round_B) entre el inicio del envío de la señal (SG_B_1) y el inicio de la recepción de la señal (SG_A_1) y el tiempo estimado (t_reply_B) transcurrido entre el inicio de la recepción de

la señal (SG_A_1) y el inicio del envío de la señal (SG_B_2).

9. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o una o más de las reivindicaciones 3 a 8, en el que las señales transmitidas por dichos dispositivos transceptores (3; 4) son señales Bluetooth.

10. El sistema (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de alerta (24) envía dicha señal de probabilidad de colisión (S_COLL) a un módulo de control (5) del vehículo terrestre (A) y/o a un dispositivo de alerta (6) configurado para alertar al conductor del vehículo (A) y/o a las personas que están en las cercanías del vehículo (A) de una situación de peligro potencial.

11. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el módulo de control (5) del vehículo (A) se configura para enviar una señal de comando (S_COM) al controlador (7) del vehículo (A) de manera que el controlador (7) sea capaz de actuar sobre el vehículo (A) en caso de un riesgo de colisión.

12. El sistema (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores 5 a 7, en el que el dispositivo de alerta (6) comprende uno o más entre, al menos:

- una interfaz de usuario;
- un dispositivo de advertencia audible;
- un dispositivo de advertencia óptico.

13. El sistema (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho primer dispositivo transceptor (4) asociado con el obstáculo (B) se configura para enviar al menos un parámetro característico (P_B_i) del movimiento del obstáculo (B) y la unidad de procesamiento (20) comprende un módulo de cálculo (22) configurado para calcular el movimiento (S_MOV) del obstáculo (B) como una función de dicho parámetro característico (P_B_i).

14. El sistema (1) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el parámetro característico (P_B_i) del posible movimiento del obstáculo (B) comprende uno o más entre, al menos:

- tipo de obstáculo (S_OBS);
- una señal de aceleración (S_ACC);
- una señal de velocidad angular (S_GYR);
- una señal con relación al ángulo con respecto al norte magnético (S_MAGN);
- una señal de presión atmosférica (S_BAR);
- una señal de temperatura (S_TEMP).

15. El sistema (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el transceptor (4) asociado con el obstáculo (B) se asocia operativamente con una IMU (20) que comprende uno o más entre, al menos:

- acelerómetro;
- giroscopio;
- magnetómetro;
- barómetro;
- termómetro.

16. El sistema (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el segundo dispositivo transceptor (4) asociado con el obstáculo (B) se configura para recibir la posición relativa del primer dispositivo transceptor (3) asociado con el vehículo (A).

17. El sistema (1) de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de procesamiento (20) comprende un módulo de filtrado configurado para filtrar las señales (SG_A_1; SG_B_2; P_B_i; P_A_i) que provienen de uno o más transceptores (3; 4).

18. Un procedimiento anticolidión para vehículos terrestres que operan en un entorno de trabajo, que comprende las etapas de:

- a) asociar un primer dispositivo transceptor (4) con un obstáculo (B), dicho primer dispositivo transceptor (4) se configura para generar y transmitir uno o más primeros señales inalámbricas (SG_B_i), la primera señal inalámbrica (SG_B_1) que transporta un código de identificación (ID_1) de obstáculos;
- b) asociar un segundo dispositivo transceptor (3) con un vehículo terrestre (A), dicho segundo dispositivo transceptor (3) se configura para generar y transmitir una o más segundas señales inalámbricas (SG_A_i);
- c) transmitir dicha una o más señales inalámbricas (SG_B_i) desde dicho obstáculo (B) a intervalos de tiempo preestablecidos;
- d) recibir directamente, por parte de dicho segundo dispositivo transceptor (4) asociado con el vehículo terrestre (A),

dicha primera señal (SG_B_1) con el código de identificación de obstáculos (ID_1) transmitido por el primer dispositivo transceptor (3) asociado con el obstáculo (B);

e) determinar la trayectoria (D_TRJ) del vehículo terrestre (A) y del obstáculo (B) en función de las señales (SG_B_i; SG_A_i);

f) determinar la probabilidad de colisión entre dicho vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) como una función de la trayectoria (D_TRJ) del vehículo terrestre (A) y del obstáculo (B);

g) generar una señal de probabilidad de colisión (S_COLL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) como una función de una alta probabilidad de colisión entre dicho vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B);

h) enviar dicha señal de probabilidad de colisión (S_COLL), en el que las etapas e) a h) se realizan en dicho vehículo terrestre (A).

19. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la trayectoria (D_TRJ) del vehículo terrestre (A) y del obstáculo (B) determinados en la etapa e) se calcula con las subetapas de:

e1) calcular la distancia relativa (D_REL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B), sobre la base de señales inalámbricas (SG_B_i; SG_A_i) intercambiadas entre el primer dispositivo transceptor (4) y el segundo dispositivo transceptor (4) asociado con el obstáculo (B);

e2) calcular el ángulo relativo (A_REL) entre el vehículo terrestre (A) y el obstáculo (B) en un sistema de referencia dado (S_RIF).

20. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 19, en el que las señales (SG_1; SG_2) transmitidas por dichos dispositivos transceptores (3; 4) son señales de banda ultraancha.

21. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 18 a 20, en el que una o más etapas se implementan por medio de un ordenador

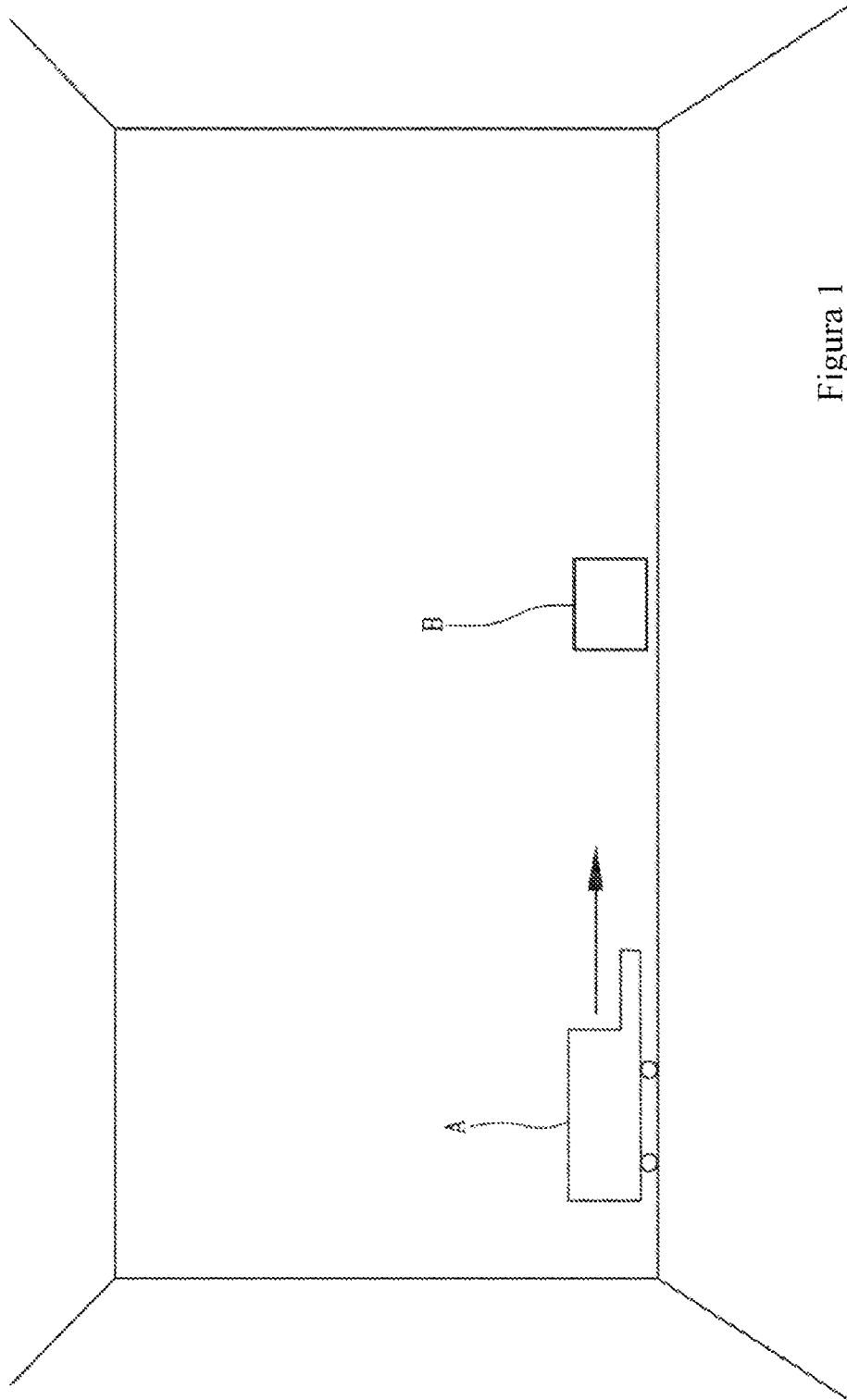


Figura 1

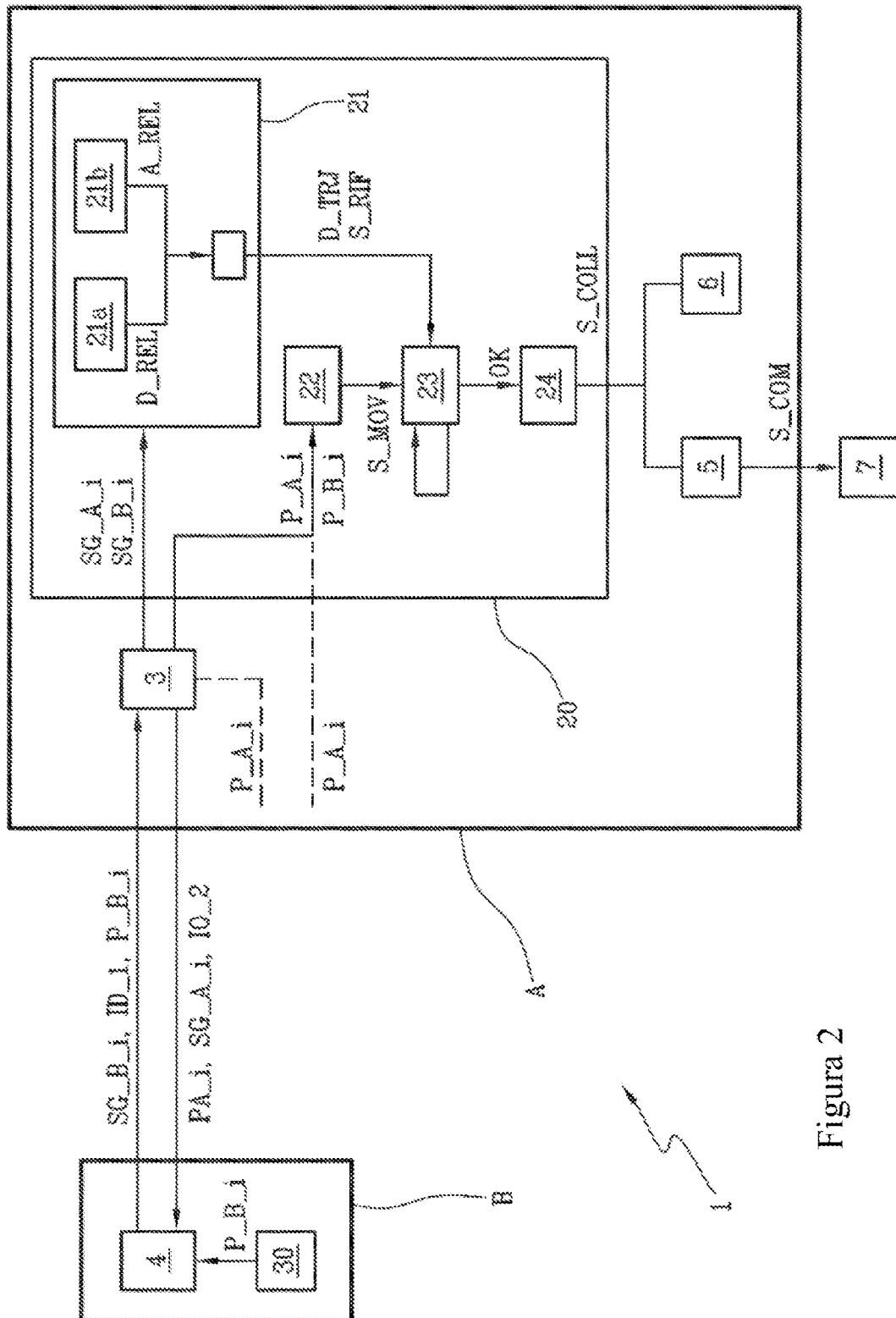
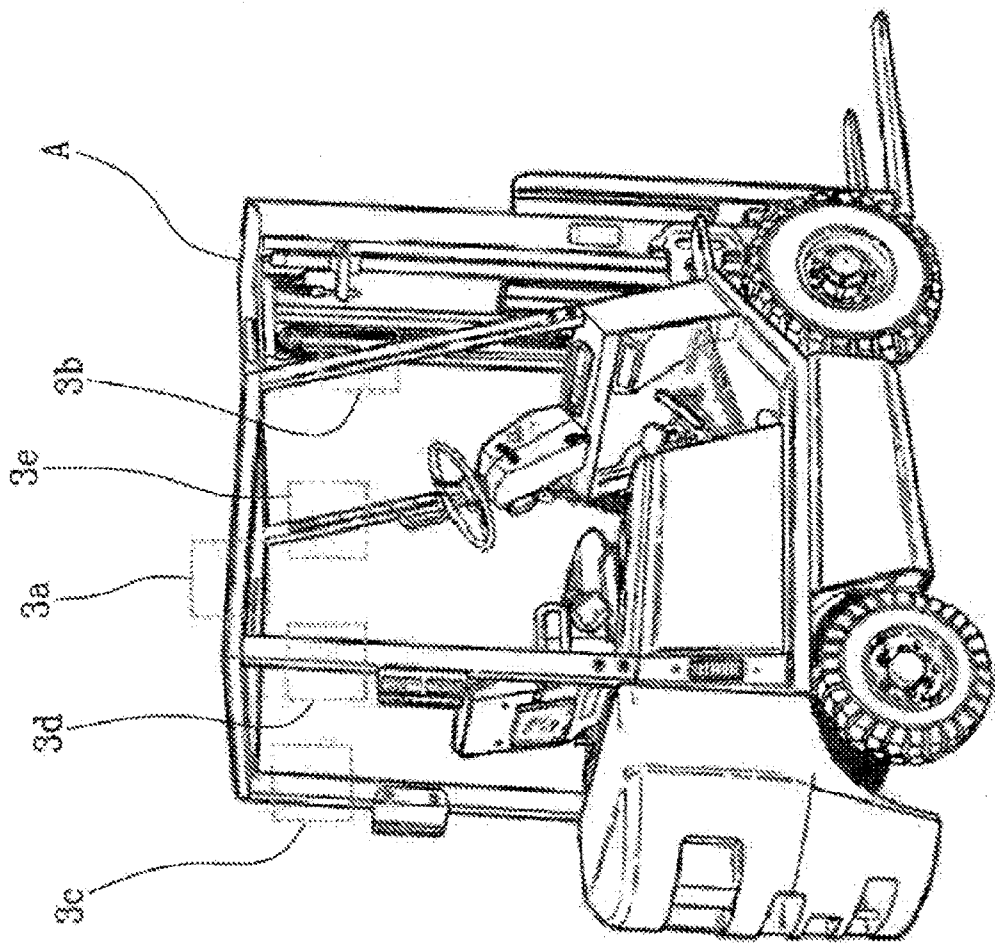


Figura 2

Figura 3



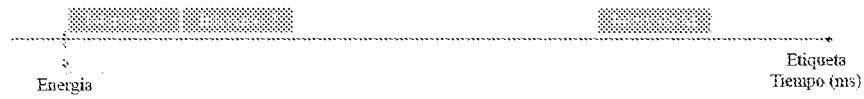


Figura 4

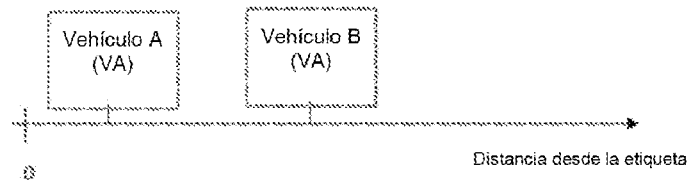


Figura 5a

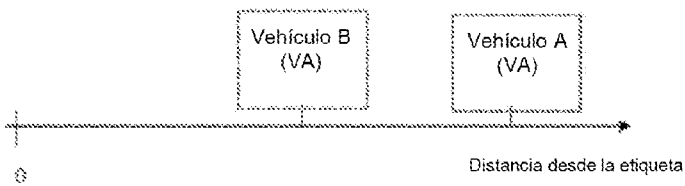


Figura 5b

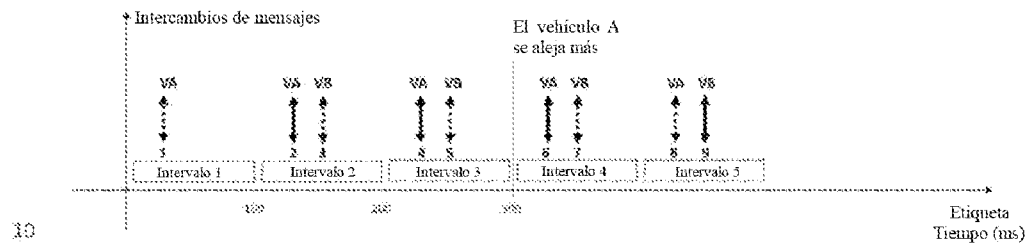


Figura 5c

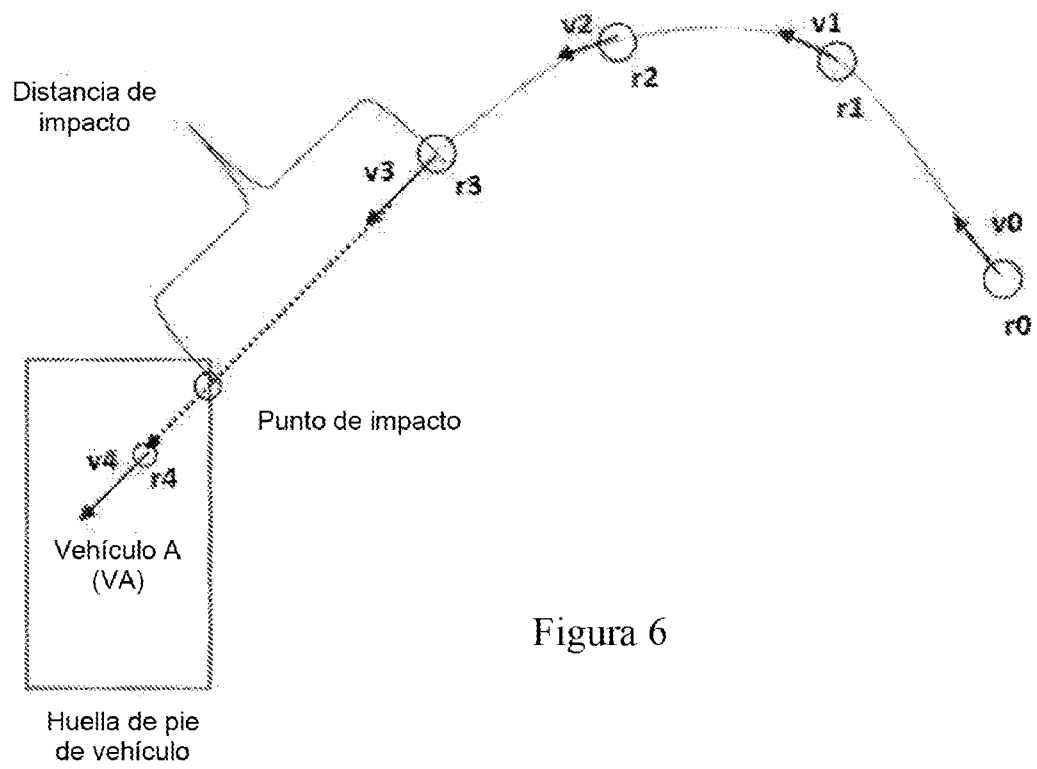


Figura 6