

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 451**

51 Int. Cl.:

G01B 11/275 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.12.2011 PCT/IB2011/056032**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.07.2012 WO12090187**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.12.2011 E 11817246 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2659224**

54 Título: **Sistema para determinar la orientación de al menos dos ruedas de un vehículo con un dispositivo de detección, y método para calibrar el dispositivo de detección**

30 Prioridad:

30.12.2010 IT TO20101094

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

21.06.2019

73 Titular/es:

**SPACE S.R.L. CON UNICO SOCIO (100.0%)
Via Sangano 48
Trana, IT**

72 Inventor/es:

**CERRUTI, PIERO y
MANGANELLI, FAUSTO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 717 451 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 para determinar la orientación de al menos dos ruedas de un vehículo con un dispositivo de detección, y método para calibrar el dispositivo de detección

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un dispositivo de detección y a un sistema correspondiente para determinar la orientación de las ruedas de un vehículo.

10 **Antecedentes de la invención**

Se conocen en la técnica sistemas para determinar la orientación de las ruedas de un vehículo, en particular un vehículo de motor, que permiten una medición automática de uno o varios ángulos característicos de las ruedas, por ejemplo, los denominados ángulos de convergencia e inclinación, con el fin de verificar la alineación apropiada de las ruedas propiamente dichas en un sistema de referencia fijo con respecto al vehículo. De forma conocida, de hecho, una alineación incorrecta, con respecto a los parámetros de diseño, puede producir un desgaste excesivo o no homogéneo de los neumáticos, y además puede producir problemas de conducibilidad y estabilidad del vehículo.

20 Los sistemas para determinar la orientación de las ruedas de un vehículo están configurados en general para detectar, mediante dispositivos de detección específicos, la orientación espacial del plano de cada rueda con respecto a una sola tríada ortonormal tomada como referencia (se deberá indicar que por "plano de la rueda" se entiende aquí el plano en el que está una superficie lateral exterior de la rueda, por ejemplo la superficie identificada por la llanta correspondiente) con el fin de poder emprender acciones correctivas apropiadas para restablecer la alineación de las ruedas.

En particular, algunos sistemas contemplan el uso de dispositivos para detectar los ángulos característicos de las ruedas, o en cualquier caso de elementos sensibles apropiados, directamente acoplados a las ruedas del vehículo mediante herramientas de enganche específicas (las denominadas "pinzas"), con el fin de identificar su orientación.

30 En este caso, para evitar el daño de los dispositivos de detección, se precisa un cuidado considerable en su instalación en las ruedas y también durante la realización de los pasos de medición.

Otros sistemas desplazan el punto de observación fuera del vehículo de tal forma que se defina un sistema de referencia (SdR) fijo con respecto al de la posición, mediante observación de las variaciones angulares de las ruedas con uno o varios dispositivos de detección (los denominados "cabezales de medición") puestos en una posición externa al vehículo e independiente de la orientación del vehículo propiamente dicho. En este caso, los elementos que se aplican a las ruedas del vehículo también pueden ser pasivos, y, por lo tanto, ser ventajosamente menos delicados y sensibles a daño.

40 En particular, algunos sistemas contemplan la colocación de los dispositivos de detección directamente en la rampa hidráulica (diseñada para elevar el vehículo bajo observación, de forma conocida), en una posición lateral con respecto al vehículo. Otros sistemas contemplan la colocación de los dispositivos de detección en una posición delantera con respecto al vehículo propiamente dicho, en estructuras que están fijas o pueden moverse independientemente, que se ponen a distancia y están separadas tanto del vehículo como de la rampa hidráulica. En el primer caso, los dispositivos de adquisición de imagen siguen los movimientos de la rampa hidráulica, pero, por esta razón, sus deformaciones deben ser compensadas dinámicamente. En el último caso, los dispositivos de adquisición de imagen deben seguir los movimientos de la rampa hidráulica con el fin de seguir apuntando a las ruedas, pero no tienen que compensar sus deformaciones.

50 En cualquier caso, dichos sistemas usan por lo general blancos apropiados acoplados a las ruedas del vehículo de forma que resalten su rotación y posición en el espacio. Los dispositivos de detección incluyen, en particular, herramientas de adquisición de imagen apropiadas, diseñadas para encuadrar los blancos acoplados a las ruedas y adquirir imágenes correspondientes a ellas, en base a las que se realizan operaciones de procesamiento apropiadas para determinar la orientación de cada rueda y la alineación mutua.

55 Los blancos de tipo conocido presentan generalmente una configuración bidimensional con una superficie plana en la que se representan imágenes bidimensionales de múltiples formas, las cuales pueden ser reconocidas por un dispositivo de procesamiento, que está acoplado a los dispositivos de detección y generalmente lleva a cabo una denominada operación "de ajuste óptimo" entre geometrías de imágenes bidimensionales identificadas en una superficie genéricamente plana que forma parte del blanco real y las imágenes bidimensionales que los dispositivos de adquisición de imagen suministran en su propio sistema de referencia. Esta operación permite la determinación dinámica de la orientación del blanco en el espacio, y por lo tanto la definición de rototraslaciones elementales correspondientes al movimiento lineal y angular de cada rueda dentro de un solo sistema de referencia (por ejemplo, el sistema de referencia del vehículo). Entonces, dichas rototraslaciones elementales, puestas en relación apropiada una con otra, se usan para definir rotaciones y translaciones más complejas, que se refieren más específicamente a las características de posición y alineación del vehículo.

En el uso de dichos sistemas en un taller, pueden surgir casos donde la visibilidad simultánea, con respecto a cada lado del vehículo, del blanco aplicado a la rueda delantera y del blanco aplicado a la rueda trasera es problemático, y a veces imposible, debido a las características dimensionales del vehículo propiamente dicho (que pueden variar en un amplio rango donde la vía puede estar incluida, por ejemplo, entre 1000 mm y 1750 mm, y la distancia entre ejes puede estar incluida, por ejemplo, entre 1800 mm y 4100 mm), o que puede estar en peligro de otro modo por una alineación incorrecta del vehículo propiamente dicho con respecto a la zona de medición definida por la rampa hidráulica. En consecuencia, los sistemas de alineación de un tipo conocido, para cubrir completamente el amplio rango de vehículos existentes, requieren la intervención del operador, que debe desplazar cada dispositivo de detección a lo largo de la rampa hidráulica de forma apropiada para adaptarlo a, o que siga, la posición de las ruedas y de los blancos asociados.

Dicha operación puede resultar complicada, también porque requiere un desplazamiento manual de los dispositivos de detección, con el consiguiente movimiento del cableado correspondiente. Además, la propia operación de desplazamiento puede producir daño accidental a los dispositivos de detección, poniendo así en peligro las operaciones de medición o dando origen a errores de medición en la detección posterior de los ángulos de interés.

La solicitud de patente número EP 1 887 317 A1 describe un sistema para medir la alineación de las ruedas de un vehículo, que contempla el uso, en cada lado del vehículo, de cuatro cámaras vídeo, diseñadas para encuadrar, en pares, una rueda respectiva y el blanco correspondiente, que tiene una configuración bidimensional. El procesamiento de las imágenes es de tipo estéreo, dado que hay que procesar conjuntamente dos imágenes de uno e idéntico blanco, tomadas desde ángulos diferentes (por las dos cámaras vídeo diferentes de cada par), para determinar sus ángulos de alineación con respecto a un sistema de referencia. Cada videocámara es individualmente móvil y puede ser desplazada con respecto a una estructura de soporte de carga, en particular a lo largo de una guía respectiva. Dicha solución es claramente compleja de gestionar y usar, dado que requiere entre otras cosas mantenimiento de la colocación mutua correcta de gran número de dispositivos para adquirir las imágenes, y además implica complejas operaciones de procesamiento de las imágenes propiamente dichas.

Otros sistemas para medición de la alineación, aunque usan un menor número de elementos de filmación, requieren en cualquier caso un procesamiento estéreo de las imágenes correspondientes a los blancos planos encuadrados, para medir los ángulos de alineación. Con el fin de adquirir imágenes estéreo del blanco respectivo y permitir una operación de medición de los ángulos de alineación, cada elemento de filmación puede ser desplazado individualmente de manera que asuma, en tiempos consecutivos, al menos dos posiciones diferentes con respecto al blanco propiamente dicho. También dichos sistemas resultan en consecuencia y en general de producción y uso complejos.

US 2006/0227567 A1 describe un sistema de servicio de vehículos de visión por máquina, que utiliza sensores de formación de imágenes de lente variable, cuyo campo de visión puede ser modificado independientemente, con el fin de proporcionar una visión de cambio amplio o próximo con respecto a los blancos representados.

EP 1 887 317 A1 describe un sistema para medir la alineación de las ruedas de un vehículo, que contempla el uso, en cada lado del vehículo, de cuatro cámaras, fijadas al elevador de soporte de vehículo, que toman imágenes en pares de una rueda respectiva y el blanco correspondiente, con el fin de implementar un sistema estéreo de formación de imágenes.

US 2008/0289202 A1 describe un aparato para alineación de rueda, que usa blancos tridimensionales aplicados a las ruedas del vehículo bajo medición.

Descripción de la invención

La finalidad de la presente invención es proporcionar un sistema para determinar la orientación de las ruedas de un vehículo que permitirá la solución total o parcial de los problemas puestos de manifiesto anteriormente, incluyendo un dispositivo de detección según la reivindicación 1.

Según la presente invención, se facilita un método de calibración del dispositivo de detección del sistema anterior según la reivindicación 18.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la presente invención, ahora se describen sus realizaciones preferidas, puramente a modo de ejemplo no limitador y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema para determinar la orientación de las ruedas de un vehículo, según un aspecto de la presente invención.

Las figuras 2a-2c son representaciones esquemáticas de un blanco asociado a una rueda del vehículo en el sistema de la figura 1.

La figura 3 representa el sistema de la figura 1, en diferentes condiciones operativas de medición.

La figura 4 es un diagrama esquemático de bloques de un dispositivo de detección en el sistema de la figura 1.

Las figuras 5a-5c muestran detalles del dispositivo de detección de la figura 4 y de una unidad de movimiento asociada.

Las figuras 6a-6b ilustran con más detalle la producción del dispositivo de detección de la figura 4.

La figura 7 es un diagrama de bloques funcionales del sistema de la figura 1.

La figura 8 representa un diagrama de flujo para un procedimiento de calibración en el sistema de la figura 1.

Y las figuras 9a-9c muestran cantidades geométricas asociadas al procedimiento de calibración de la figura 9.

Mejor modo de realizar la invención

La figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema, designado en conjunto con 1, para determinar la orientación (y la alineación mutua) de las ruedas 2 de un vehículo 3 (cuya forma se esboza con una línea de trazos). En el ejemplo ilustrado, el vehículo 3 es un vehículo de motor provisto de cuatro ruedas 2, puestas en pares a la izquierda y derecha, respectivamente, con respecto a un eje longitudinal A de extensión del vehículo propiamente dicho. El vehículo 3 se pone, por ejemplo, en una rampa hidráulica 4, de tipo conocido y no descrito en detalle en este documento, incluyendo, por ejemplo, una primera plataforma 4a y una segunda plataforma 4b, puestas en lados opuestos con respecto al eje longitudinal A, y en las que descansa un par respectivo de ruedas 2; las plataformas 4a, 4b tienen una extensión longitudinal a lo largo del eje longitudinal A y definen, en este caso, una zona de medición para las operaciones realizadas por el sistema 1 (sin embargo, es evidente que la zona de medición puede ser definida por otros elementos, por ejemplo, en el caso donde el vehículo se pone en el denominado "foso de medición").

El sistema 1 incluye una pluralidad de blancos 5, aquí representados esquemáticamente, en número igual al de ruedas 2, estando acoplado mecánicamente cada blanco 5 a una rueda respectiva 2 mediante un elemento de enganche o "pinza" 6. Dicho elemento de enganche 6 puede ser, por ejemplo, el descrito en los Modelos de Utilidad italianos números IT-0000254272 e IT-0000254273, presentados a nombre del solicitante de la presente invención.

Cada blanco 5 se facilita ventajosamente como se describe en la solicitud de patente número PCT W02011/138662, presentada el 5 de mayo de 2010 a nombre del solicitante de la presente invención; por lo tanto, cada blanco 5 tiene una geometría tridimensional "real" concreta tal que permite la identificación de cantidades vectoriales establecidas según una disposición tridimensional conocida, y en particular la identificación de una tríada de ejes ortogonales asociados a la orientación del blanco 5 propiamente dicho, que también pueden ser identificados procesando una sola imagen bidimensional que entra procedente de un solo elemento de captura de imagen. Cada blanco 5 está constituido por una pluralidad de elementos blanco, que también tienen una forma tridimensional, puestos formando en conjunto la estructura tridimensional del blanco 5 propiamente dicho, y tienen una forma geométrica tal que permite su fácil reconocimiento dentro de las imágenes bidimensionales.

Cada blanco 5, como se representa esquemáticamente en las figuras 2a, 2b, está constituido, por ejemplo, por dos aros circulares concéntricos de elementos blanco 5', puestos dentro uno de otro (un primer aro, exterior, que tiene un diámetro d_1 más grande que el de un segundo aro, interior, que tiene un diámetro d_2). Los dos aros circulares están puestos en dos planos distintos, paralelos uno a otro y puestos uno encima de otro, y los centros respectivos O_1 , O_2 están separados una distancia h . Cada elemento blanco 5' tiene una forma geométrica tridimensional, en particular esférica. Ventajosamente, dicha forma esférica es tal que los elementos blanco 5' propiamente dichos mantendrán su forma sin cambiar dentro de imágenes bidimensionales enmarcadas a partir de cualquier ángulo (dentro de un rango angular dado), siendo así fácilmente identificables. En particular, el centro geométrico correspondiente, definido a continuación como "centro de esfera", puede ser identificado fácilmente en dichas imágenes bidimensionales. De hecho, las esferas tienen características de isotropía tanto con respecto a la forma como con respecto a la reflexión, en particular con respecto a una fuente de luz coaxial a los elementos para capturar las imágenes correspondientes.

Con más detalle, dentro del blanco 5 se identifica una tríada de vectores, ortogonales uno a otro, cada uno alineado a lo largo de un eje respectivo de una tríada de ejes ortogonales X_{trg} , Y_{trg} , Z_{trg} fijados con respecto al blanco 5 propiamente dicho. En particular, se identifica un primer vector blanco (a lo largo del eje Z_{trg}) correspondiente al vector que une los dos centros O_1 , O_2 de los aros circulares exterior e interior formados por los elementos blanco 5'. Dentro del blanco 5 propiamente dicho se identifican también un segundo vector blanco y un tercer vector blanco en función de la posición de elementos blanco específicos 5'. Por ejemplo, el segundo vector blanco corresponde al

- vector que une los centros de esfera de un primer par de elementos blanco preestablecidos 5' del aro circular exterior (alineado a lo largo del eje x_{trg}), mientras que el tercer vector blanco corresponde al vector que une los centros de esfera de un segundo par de elementos blanco 5', de nuevo pertenecientes al aro circular exterior (alineado a lo largo del eje y_{trg}). Con el fin de facilitar la identificación de dichos elementos preestablecidos del blanco 5' que definen los vectores blanco en las imágenes bidimensionales que son adquiridas por los dispositivos de captura de imagen, el blanco 5 puede incluir ventajosamente uno o varios elementos de referencia 5'' que indican su orientación, que también tienen una geometría tridimensional, y en particular una forma esférica, por ejemplo con un diámetro menor que el de los elementos blanco 5' (de manera que sean fácilmente reconocibles).
- En el uso, el blanco 5 está acoplado a una rueda respectiva 2 del vehículo 3, usando un elemento de enganche específico 6, de tal forma que el plano definido por los ejes y_{trg} , z_{trg} se aproxime al plano paralelo al plano de la rueda propiamente dicha, y el eje x_{trg} se aproximará a su normal. La relación entre el sistema de referencia de blanco y el sistema de referencia de rueda la garantiza la construcción o la ejecución de un procedimiento de calibración apropiado.
- Como se representa en la figura 2c, en una posible realización del blanco 5, éste último incluye una estructura de soporte S, que define en su interior una superficie esférica cóncava (o una parte de superficie esférica) en la que los elementos blanco 5' se han de aplicar (por ejemplo, por encolado). Por ejemplo, la estructura de soporte S está constituida por una cápsula esférica cóncava. Ventajosamente, dicha conformación permite una definición conveniente de la tríada de ejes ortogonales asociados al blanco 5 (que corresponde a una tríada de segmentos, o vectores, que pueden ser identificados también en el plano de imagen, donde se miden en píxeles). En la realización de la figura 2c, a una parte de borde de la estructura de soporte S están acoplados, por ejemplo, por encolado, los elementos blanco 5' que definen el aro circular exterior, mientras que a una parte más interna de la misma estructura de soporte S están acoplados los elementos blanco 5' que definen el aro interior circular. Los aros circulares exterior e interior están puestos en este caso en dos secciones de un segmento esférico subtendido por la cápsula esférica, paralelos uno a otro y ortogonales al eje del blanco. Un solo elemento de referencia 5'' está acoplado en este caso a una y la misma estructura de soporte S, dentro del aro interior circular de los elementos blanco 5'. El uso de una conformación del blanco 5 incluyendo una estructura de soporte S de forma análoga a una cápsula esférica cóncava, conteniendo en su interior los elementos blanco 5', permite la identificación de la tríada de vectores ortogonales asociados al blanco en un amplio rango angular de observación (por ejemplo, incluido entre -30° y $+30^\circ$).
- El sistema 1 (véase de nuevo la figura 1) incluye además un primer dispositivo de detección 7a y un segundo dispositivo de detección 7b, que están puestos lateralmente con respecto al vehículo 3 y con respecto a la zona donde el vehículo 3 propiamente dicho está en la rampa hidráulica 4, respectivamente en el lado derecho y en el lado izquierdo del vehículo 3 con respecto al eje longitudinal A. Los dispositivos de detección 7a, 7b están colocados de forma fija lateralmente con respecto al vehículo 3 (en una posición de detección respectiva) y alineados en una dirección transversal al eje longitudinal A. Por ejemplo, los dispositivos de detección 7a, 7b están acoplados rígidamente a la rampa hidráulica 4, cada uno a una plataforma respectiva 4a, 4b de la rampa hidráulica 4 propiamente dicha, por medio de un mecanismo de enganche soltable respectivo (como se ilustra a continuación). Además, los dispositivos de detección 7a, 7b están colocados de manera que estén puestos, a lo largo del eje longitudinal A, entre las dos ruedas 2 del vehículo 3 colocado en el mismo lado con respecto al eje longitudinal A.
- Cada dispositivo de detección 7a, 7b está provisto de un primer elemento de adquisición de imagen 8 y un segundo elemento de adquisición de imagen 8', que, por ejemplo, incluyen una videocámara, una cámara fotográfica o una herramienta similar de captura de imagen, configuradas con el fin de encuadrar, cada uno en una zona de visión respectiva \underline{V} , el blanco 5 asociado a una rueda respectiva 2 del par de ruedas 2 puestas en el mismo lado del eje longitudinal A.
- El primer elemento de adquisición de imagen 8 es soportado, por ejemplo, por delante por el dispositivo de detección correspondiente 7a, 7b (con respecto a dicho eje longitudinal A) con el fin de encuadrar un blanco 5 en una posición delantera (es decir, acoplado a la rueda 2 del eje delantero del vehículo 3), mientras que el segundo elemento de adquisición de imagen 8' es soportado por detrás por el mismo dispositivo de detección 7a, 7b (en una posición opuesta al primer elemento de adquisición de imagen 8 a lo largo del eje longitudinal A) con el fin de encuadrar un blanco respectivo 5 en una posición trasera (es decir, acoplado a la rueda 2 del eje trasero del vehículo 3).
- Cada elemento de adquisición de imagen 8, 8' tiene una apertura óptica dada (asociada con la zona de visión \underline{V}), por ejemplo, con una conformación cónica. Dicha apertura óptica tiene una apertura angular suficiente para permitir un correcto encuadre de los blancos delantero y trasero 5 en el caso de vehículos que tienen dimensiones medias de vía y distancia entre ejes, y es, por ejemplo, igual a 56° , en un plano horizontal paralelo al plano de la plataforma respectiva 4a, 4b (y sustancialmente paralelo al suelo), e igual a 43° en un plano vertical. Dicho ángulo puede ser trasladado a longitud focal de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos, que, para el ángulo indicado, es, por ejemplo, igual a 6 mm.
- Los elementos de adquisición de imagen 8, 8' están, por ejemplo, alineados uno a otro, paralelos al eje longitudinal A.

El sistema 1 incluye además un dispositivo de procesamiento 9, por ejemplo, en forma de un ordenador personal o de cualquier otro dispositivo procesador provisto de un procesador o herramienta de cálculo similar, acoplado operativamente a los dispositivos de detección primero y segundo 7a, 7b, mediante una interfaz de comunicación apropiada configurada de manera que implemente una transferencia de datos, de modo por cable o preferiblemente inalámbrico (con cualquier técnica conocida, por ejemplo, Bluetooth o Wifi). Como se describirá en detalle a continuación, el dispositivo de procesamiento 9 está configurado con el fin de procesar las imágenes bidimensionales de los blancos 5 suministradas por los dispositivos de detección 7a, 7b, con referencia a los respectivos sistemas de referencia de imagen, en base a un algoritmo de alineación apropiado, con el fin de determinar las características de orientación de las ruedas 2 del vehículo 3 y de alineación del vehículo 3 propiamente dicho en un solo sistema de referencia común (por ejemplo, el asociado al vehículo 3).

En particular, como se ilustrará en detalle a continuación, cada dispositivo de detección 7a y 7b contiene en su interior una unidad de procesamiento inteligente, capaz de ejecutar, por cada elemento de adquisición de imagen 8, 8', un primer procesamiento de las imágenes adquiridas de los blancos 5, identificando algunos puntos significativos en dichas imágenes. Esta información, conjuntamente con información adicional suministrada por sensores de alineación, que también se encuentran dentro de los dispositivos de detección 7a y 7b, es enviada al dispositivo de procesamiento 9 para implementación del algoritmo de alineación.

Como se esclarecerá a continuación, según un aspecto particular de la presente invención, para hacer que los dispositivos de detección 7a, 7b proporcionen un encuadre apropiado de los blancos 5 también en el caso donde las dimensiones del vehículo 3 difieren sustancialmente de las medias (con respecto, por ejemplo, a la distancia entre ejes y/o la vía) y/o para evitar una colocación inexacta del vehículo propiamente dicho en la rampa hidráulica 4, o en general con respecto a la zona de medición, los elementos de adquisición de imagen primero y segundo 8, 8' dentro de cada dispositivo de detección 7a, 7b son móviles, en particular, pueden ser accionados conjunta y simultáneamente de forma automática para ejecutar una rotación controlada en dicho plano horizontal por una unidad de movimiento integrada en el respectivo dispositivo de detección 7a, 7b, de tal forma que varíe la orientación de la respectiva apertura óptica hasta que el encuadre sea óptimo (en otros términos, de tal forma que se adapte o siga automáticamente la posición de los blancos respectivos 5). De esta forma, es posible variar la zona de espacio encuadrada con el fin de encuadrar de forma óptima el blanco respectivo 5 (es decir, poner, por ejemplo, el blanco 5 propiamente dicho sustancialmente en el centro de la zona de visión \surd) cuando la posición de la rueda asociada 2 varía, teniendo en cuenta, por ejemplo, al menos uno de entre: una alineación aproximada del vehículo 3 con respecto a la rampa hidráulica 4; una variación de la distancia entre ejes y/o vía de un vehículo a otro; o de nuevo una variación en la posición de la rueda 2 interna o externamente con respecto a la vía definida por las plataformas 4a, 4b de la rampa hidráulica 4 (en una dirección ortogonal al eje longitudinal A, perteneciente al plano horizontal).

Ventajosamente, y como se representa esquemáticamente en la figura 3, la rotación controlada de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' es tal que permita, incluso cuando cada uno de los dos dispositivos de detección 7a, 7b esté colocado de forma fija con respecto al vehículo 3 (en particular, en una posición rígidamente limitada a la rampa hidráulica 4, o en cualquier caso al lado de la zona donde se encuentra el vehículo 3), el encuadre de los blancos 5 colocados en las ruedas 2 en todas las condiciones de medición posibles, que van, por ejemplo, desde el caso del vehículo 3 con mínima distancia entre ejes cuyas ruedas 2 están colocadas en el borde exterior de la vía de la plataforma respectiva 4a, 4b (caso representado con una línea continua), al caso del vehículo 3 con máxima distancia entre ejes cuyas ruedas 2 están colocadas en el borde interior de la vía propiamente dicha (caso representado con una línea de trazos), siendo el borde exterior más próximo al respectivo dispositivo de detección 7a, 7b.

Por lo tanto, se hace notar que la rotación de cada elemento de adquisición de imagen 8, 8' no se usa para incrementar el campo de visión durante la medición (que, de hecho, puede ser suficientemente ancho en base a la longitud focal usada y, por lo tanto, en base al ángulo de visión horizontal y vertical ancho característico de la óptica usada), ni se usa para suministrar imágenes adicionales al procedimiento de procesamiento de imagen (dado que dicho procedimiento no requiere más de una imagen por blanco, como, en cambio, tiene lugar en los sistemas basados en mediciones estéreo).

En particular, la figura 3 ilustra dos posiciones posibles de los elementos de adquisición de imagen 8, 8', a las que corresponden respectivas zonas de visión, designadas V1 y V2, que son el resultado de una rotación controlada de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' ejecutada con el fin de seguir encuadrando los blancos 5 asociados a las ruedas 2 del vehículo 3 incluso en condiciones de medición que son sumamente diferentes una de otra (con respecto a la colocación del vehículo 3 en la rampa hidráulica 4). De nuevo en la figura 3 se puede indicar también la presencia de sensores de alineación específicos (descritos a continuación), soportados por cada dispositivo de detección 7a, 7b para encuadrar el otro dispositivo puesto en una posición frontal con respecto al eje longitudinal A.

En particular, la unidad de movimiento integrada en cada dispositivo de detección 7a, 7b puede recibir ventajosamente señales de control apropiadas del exterior, por ejemplo, del dispositivo de procesamiento 9, con el fin de orientar automáticamente (es decir, sin ninguna intervención por parte del usuario) los elementos de

adquisición de imagen 8, 8' para encuadrar los blancos correspondientes 5. El dispositivo de procesamiento 9, según el procesamiento de las imágenes adquiridas (y la identificación de los elementos blanco 5'), es capaz, de hecho, de establecer la posición relativa del blanco 5 con respecto a la apertura óptica de cada elemento de adquisición de imagen 8, 8', y en consecuencia determinar la rotación necesaria a impartir mediante la unidad de movimiento para encuadrar el blanco propiamente dicho de forma óptima. Por ejemplo, puede ejecutarse un proceso iterativo que contemple impartir rotaciones sucesivas en los elementos de adquisición de imagen 8, 8' hasta que uno o varios elementos de referencia del blanco 5" estén en una posición preestablecida en el plano de imagen, indicando un encuadre óptimo del blanco 5.

Alternativamente, la unidad de procesado inteligente integrada en cada dispositivo de detección 7a, 7b puede ser capaz de ejecutar un primer procesamiento de las imágenes adquiridas, entre otras cosas con el fin de determinar de forma autónoma las rotaciones requeridas con el fin de encuadrar los blancos correspondientes 5 de forma óptima (por ejemplo, de nuevo mediante la identificación de la posición de elementos blanco específicos 5' en el plano de imagen). En este caso, las señales de control para la unidad de desplazamiento 10 son generadas, por lo tanto, dentro de los dispositivos de detección 7a, 7b propiamente dichos.

Como se ilustra en la figura 4, que representa esquemáticamente un solo dispositivo de detección (por ejemplo, el dispositivo de detección 7a, pero se entiende que consideraciones similares se aplican igualmente al dispositivo de detección 7b), y con más detalle en las figuras posteriores 5a-5c y 6a-6b, dicha unidad de movimiento, indicada con 10, incluye:

- un motor 11, por ejemplo, un motor paso a paso, diseñado para impartir la rotación controlada en los elementos de adquisición de imagen 8, 8';

- un primer engranaje 12, montado en el eje del motor 11, y que tiene una rueda dentada con un primer número n_1 de dientes;

- un segundo engranaje 13, que engrana con el primer engranaje 12 y que tiene un segundo número n_2 de dientes, mayor que el primer número n_1 (por ejemplo, diez veces dicho primer número n_1), y acoplado mecánicamente al primer elemento de adquisición de imagen 8 de tal forma que produzcan su rotación controlada en función del movimiento del motor 11; y

- un tercer engranaje 14, que tiene características mecánicas, y en particular un número de dientes, iguales a los del segundo engranaje 13, y colocado de manera que esté en contacto, y engrane, con el segundo engranaje 13 propiamente dicho.

El tercer engranaje 14 está acoplado mecánicamente al segundo elemento de adquisición de imagen 8' de tal forma que produzca su rotación controlada en función del movimiento del motor 11 y de la rotación del segundo engranaje 13. Dado que los elementos mecánicos de los engranajes segundo y tercero 13, 14 son sustancialmente idénticos, los elementos de adquisición de imagen primero y segundo 8, 8' se mueven, en el uso, la misma cantidad y experimentan la misma rotación controlada, girando el mismo ángulo en el plano horizontal.

En particular, se define un sistema de referencia de dispositivo RefSys_{sns} asociado y fijado con respecto a cada dispositivo de detección 7a, 7b, constituido por los ejes horizontales x_{sns} y z_{sns} (que definen dicho plano horizontal), y por el eje vertical y_{sns} , ortogonal a dicho plano horizontal.

Igualmente, se definen los ejes de rotación A_{yf} , A_{yr} de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' (donde el sufijo "f" indica la posición "delantera", mientras que el sufijo "r" indica la posición "trasera" con respecto al eje longitudinal A), que son sustancialmente ortogonales al plano horizontal, y también se definen los radios de rotación R_f , R_r asociados a los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos con respecto al eje de rotación correspondiente A_{yf} , A_{yr} . Se deberá indicar que las intersecciones de dichos ejes de rotación A_{yf} , A_{yr} con el plano horizontal están alineadas a lo largo del eje longitudinal A, como lo están los engranajes segundo y tercero correspondientes 13, 14.

Además, se define un sistema de referencia de imagen RefSys_{tel}, que está asociado y fijado con respecto a cada elemento de adquisición de imagen 8, 8', y está constituido por los ejes horizontales x_{tel} y z_{tel} , que están en el plano horizontal, y por el eje vertical y_{tel} , ortogonal al plano horizontal. En particular, los ejes x_{tel} y y_{tel} definen el plano de imagen asociado a las imágenes bidimensionales capturadas por el respectivo elemento de adquisición de imagen 8, 8' (es decir, el plano en el que las dimensiones de los objetos son evaluadas en número de píxeles), y el eje z_{tel} coincide con el eje óptico del elemento de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dicho (es decir, con el eje de simetría de la zona de visión respectiva, o apertura óptica \underline{V}).

Con el fin de evitar que cualquier posible holgura entre dichos engranajes produzca una falta de repetibilidad entre los movimientos de los elementos de adquisición de imagen 8, 8', y errores de medición consiguientes, un aspecto de la presente invención contempla el uso de engranajes de recuperación de holgura.

- Con más detalle, como se representa en la figura 5a (que ilustra, por debajo, una parte del dispositivo de detección 7a, con partes quitadas para mayor claridad), la unidad de desplazamiento 10 está acoplada mecánicamente a un soporte base 16 del dispositivo de detección 7a, por ejemplo, constituido por una chapa de aluminio. En particular, los engranajes primero, segundo y tercero 12, 13, 14 se ponen debajo del soporte base 16, en el lado opuesto a los elementos de adquisición de imagen 8, 8' con respecto al eje y_{sns} . En otros términos, dichos engranajes están acoplados a una superficie inferior 16a del soporte base 16, mientras que los elementos de adquisición de imagen 8, 8' se ponen encima de una superficie superior 16b del soporte base 16. El sistema de referencia de dispositivo RefSys_{sns} está fijado, por ejemplo, con respecto al soporte base 16.
- Los engranajes segundo y tercero 13, 14, como se puede ver también en la figura 5b (que representa, a modo de ejemplo, un detalle del segundo engranaje 13), están montados de forma rotativa alrededor de un eje respectivo 17, acoplado rígidamente al soporte base 16.
- En particular, cada uno de los engranajes 13, 14 incluye: un par de ruedas dentadas 18, 19, que están montadas alrededor de uno y el mismo eje 17 de manera que estén superpuestas verticalmente (en la dirección del eje de rotación) y tengan las mismas características geométricas (entre ellas el mismo diámetro y el mismo número de dientes); y además un elemento de empuje elástico 20, incluyendo un muelle, colocado entre, y diseñado para acoplar mecánicamente, las ruedas dentadas 18, 19. Cada rueda dentada 18, 19 del par asociado al segundo engranaje 13 está dispuesta con el fin de engranar con la rueda dentada correspondiente del par asociado al tercer engranaje 14.
- De esta forma, incluso en el caso donde una primera rueda dentada del par (por ejemplo, la rueda dentada 18) por alguna razón tiene una holgura dada (por ejemplo, a cuenta del desgaste de los dientes correspondientes), dicha holgura puede ser compensada, en el uso, por la segunda rueda dentada (en el ejemplo, la rueda dentada 19) del mismo par, que, engranando de forma correcta con la rueda dentada asociada a ella, es capaz de arrastrar a lo largo, mediante el elemento de empuje 20, la primera rueda dentada, favoreciendo así la recuperación de la holgura asociada.
- Con esta disposición, los engranajes segundo y tercero 13, 14 recuperan mutuamente cualquier posible holgura, y al mismo tiempo también se recupera la holgura posiblemente presente en el primer engranaje 12, montado en el eje del motor 11.
- Además, como se ilustra en la figura 5c, al soporte base 16 de cada dispositivo de detección 7a, 7b está asociado un mecanismo de enganche 21 para acoplamiento a la rampa hidráulica 4. Dicho mecanismo de enganche 21 incluye: una chapa de acoplamiento 21a, diseñada para acoplar, por ejemplo por medio de tornillos o elementos de fijación similares, con la superficie inferior 16a del soporte base 16; y una parte de enganche 21b, conectada a la chapa de acoplamiento 21a mediante una bisagra 21c, y diseñada para acoplar a una plataforma respectiva 4a, 4b de la rampa hidráulica 4 de tal forma que el plano horizontal del soporte base 16 sea sustancialmente paralelo al plano de la plataforma propiamente dicha. En particular, la bisagra 21c permite una rotación del soporte base 16, y del dispositivo de detección correspondiente 7a, 7b, alrededor de un eje de rotación R definido por la bisagra propiamente dicha, hacia el exterior del plano horizontal. Así es posible reducir las dimensiones generales de los dispositivos de detección 7a, 7b con respecto a la rampa hidráulica 4, cuando se detiene el procedimiento de alineación del vehículo 3. Además, dicha rotación puede garantizar la integridad de los dispositivos de detección 7a, 7b siempre que, cuando se baje la rampa hidráulica, pueda encontrarse un obstáculo que podría dañar los dispositivos de detección propiamente dichos en el caso de estar rígidamente fijados.
- Como se resalta en los dibujos detallados de las figuras 6a, 6b, que se refieren a modo de ejemplo a un solo dispositivo de detección (por ejemplo, el dispositivo de detección 7a, pero se aplican igualmente consideraciones similares con respecto al otro dispositivo de detección 7b), los elementos de adquisición de imagen primero y segundo 8, 8' están acoplados mecánicamente al eje 17 respectivamente de los engranajes segundo y tercero 13, 14, de tal forma que se muevan en rotación en función de las rotaciones de los engranajes 13, 14 propiamente dichos. Como se representa en dichas figuras, la apertura óptica de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' presenta además una inclinación no cero dada con respecto al plano horizontal.
- Cada dispositivo de detección 7a, 7b tiene una caja 22, por ejemplo, hecha de material plástico, que encierra la unidad de desplazamiento 10, los elementos de adquisición de imagen asociados 8, 8', y el soporte base 16. La caja 22 tiene, en una posición correspondiente a cada elemento de adquisición de imagen 8, 8', una ventana específica 23 (en particular definiendo una abertura o provista de una parte hecha de material transparente) de tal forma que no impida la zona de visión \mathcal{V} correspondiente. Ventajosamente, la disposición particular de la unidad de desplazamiento 10 y de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' permite la reducción del estorbo vertical de la caja 22 y en general del dispositivo de detección 7a, 7b.
- Como se puede ver, por ejemplo, en la figura 6b, a cada elemento de adquisición de imagen 8, 8' está asociado también un elemento de iluminación 24 específico, por ejemplo, incluyendo una serie de LEDs que operan en el infrarrojo, para orientar un haz de luz en la dirección de la apertura óptica del elemento de adquisición de imagen propiamente dicho, coaxialmente a él con el fin de permitir la adquisición de imágenes bien definidas incluso en

condiciones de luz medioambiental pobre. La longitud de onda de la radiación usada para la operación de iluminación puede definirse en general en función del blanco 5, y así también su frecuencia de encendido; por ejemplo, se puede usar una fuente de luz visible, en lugar de una infrarroja.

5 Como se ilustra esquemáticamente en dicha figura 4 y por ejemplo en la figura 5a, cada dispositivo de detección 7a, 7b incluye además sensores de alineación específicos, configurados con el fin de hacer posible, por medio de apropiadas operaciones de procesamiento de las señales eléctricas detectadas (como se explicará en detalle a continuación), poner en relación los sistemas de referencia de los dispositivos de detección 7a, 7b con el fin de definir su disposición espacial mutua.

10 En detalle, cada dispositivo de detección 7a, 7b incluye un codificador 25, acoplado operativamente al eje de rotación del motor 11, para detectar la posición angular asumida por los elementos de adquisición de imagen 8, 8'. Se deberá indicar que la colocación del codificador 25 en el eje del motor 11 permite aumentar la precisión de la lectura, dada la relación de transmisión (dada por la relación $n2/n1$, por ejemplo, igual a 10) entre el ángulo de rotación del eje del motor 11 y el ángulo de rotación de los elementos de adquisición de imagen 8, 8'. Alternativamente, en cualquier caso, es posible contemplar el uso de dos codificadores (o sensores angulares similares), para medir independientemente la rotación de los engranajes segundo y tercero 13, 14, y la rotación asociada de los elementos de adquisición de imagen 8, 8'.

20 Cada dispositivo de detección 7a, 7b incluye además:

- un inclinómetro 27, fijado con respecto a la caja 22, para determinar las rotaciones verticales del dispositivo de detección 7a, 7b (y en particular las rotaciones realizadas fuera del plano horizontal, alrededor de los ejes x_{sns} y z_{sns});

25 - un primer sensor de imagen 28a, por ejemplo, del tipo CCD (dispositivo de acoplamiento de carga), que tiene una extensión horizontal a lo largo de un eje dado del sensor (por ejemplo, a lo largo del eje z_{sns}), con el fin de permitir la detección de una rotación horizontal del dispositivo de detección 7a, 7b alrededor de la dirección identificada por el eje vertical y_{sns} , en particular según la posición del dispositivo de detección 7b, 7a, puesto en el otro lado del vehículo 3 (el valor de este ángulo de rotación contribuye a definir la rotación mutua entre los dos dispositivos de detección 7a, 7b); y

30 - un segundo sensor de imagen 28b, por ejemplo, de nuevo del tipo CCD, que tiene una extensión vertical, ortogonal al plano horizontal, por ejemplo, a lo largo del eje y_{sns} , con el fin de detectar la rotación del dispositivo de detección 7a, 7b alrededor del eje z_{sns} .

35 Las mediciones suministradas por los inclinómetros 27 contribuyen por lo tanto a orientar los dispositivos de detección 7a, 7b de forma absoluta en el espacio, y, además, ventajosamente, de forma relativa uno con respecto a otro, de modo que puedan ser independientes, por ejemplo, de la inclinación asumida por las plataformas 4a, 4b que forman la rampa hidráulica 4. Los ángulos detectados por los dos pares de sensores de imagen 28a y 28b pertenecientes a los dispositivos de detección 7a y 7b, conjuntamente con el valor de la distancia entre los dispositivos de detección 7a y 7b propiamente dichos detectada por los primeros sensores de imagen 28a (CCDs horizontales), se usan también para identificar cualquier deslizamiento mutuo de los dos dispositivos de detección 7a y 7b, respectivamente, a lo largo de los ejes z_{sns} y y_{sns} y la distancia mutua a lo largo del eje x_{sns} .

45 Cada dispositivo de detección 7a, 7b incluye además (véase de nuevo la figura 4 y también la figura 7):

- un circuito electrónico de adquisición 30, acoplado eléctricamente a los elementos de adquisición de imagen 8, 8' con el fin de recibir las imágenes bidimensionales adquiridas correspondientes a los blancos respectivos 5;

50 - un circuito de cálculo 32, incluyendo un microprocesador (o una herramienta de cálculo similar), acoplado eléctricamente al circuito electrónico de adquisición 30, y apropiadamente programado para llevar a cabo el procesamiento, del tipo denominado "de nivel bajo", de las imágenes adquiridas, en particular para identificar y determinar las dimensiones en píxeles de algunos elementos de información bidimensionales (por ejemplo, correspondientes a dichos vectores blanco), que entonces serán evaluados por el dispositivo de procesamiento 9 para identificación de la orientación de los blancos 5 y de las ruedas 2 a las que están asociados; por ejemplo, el circuito de cálculo 32 detecta la posición de elementos del blanco 5', considerados significativos, que identifican, es decir, de forma preestablecida, la tríada ortonormal asociada al blanco 5 propiamente dicho, en particular para obtener las proyecciones en el plano de imagen de los vectores blanco propiamente dichos;

60 - un circuito electrónico de interfaz 34, para interfaz con el dispositivo de procesamiento 9 a través de la interfaz de comunicación (tanto por cable, por ejemplo, con el protocolo serie, como inalámbrica), y en particular para enviar al dispositivo de procesamiento 9 propiamente dicho los valores de salida de los sensores de alineación presentes dentro del dispositivo de detección 7a, 7b (inclinómetro 27, codificador 25, y sensores de imagen primero y segundo 28a, 28b), y además los resultados del procesamiento de nivel bajo de las imágenes realizado por el circuito de cálculo 32; y

- un circuito de accionamiento 35, configurado con el fin de mover apropiadamente el motor 11, en función de señales de control específicas recibidas, por ejemplo, de fuera del dispositivo de detección 7a, 7b, en particular del dispositivo de procesamiento 9 propiamente dicho, mediante el circuito electrónico de interfaz 34.

5 Convenientemente, el circuito electrónico de adquisición 30, el circuito de cálculo 32, y el circuito electrónico de interfaz 34 (que definen en conjunto la unidad de procesamiento inteligente dentro de cada dispositivo de detección 7a, 7b) pueden estar integrados en una sola placa de circuitos impresos (no ilustrada), apropiadamente acoplada al soporte base 16 dentro de la caja 22 del dispositivo de detección 7a, 7b.

10 Con referencia de nuevo a la figura 7, el dispositivo de procesamiento 9, acoplado externamente a los dispositivos de detección 7a, 7b, incluye una primera etapa de procesamiento 40a y una segunda etapa de procesamiento 40b, acopladas, respectivamente, al primer dispositivo de detección 7a y al segundo dispositivo de detección 7b.

15 Cada etapa de procesamiento 40a, 40b incluye: una unidad de interfaz 42a, 42b, configurada de manera que esté acoplada al circuito electrónico de interfaz 34 del respectivo dispositivo de detección 7a, 7b con el fin de recibir la información previamente referida, entre la que están los resultados del procesamiento de nivel bajo de las imágenes realizadas por el circuito de cálculo 32; y una primera unidad de cálculo 43a, 43b, configurada con el fin de ejecutar un algoritmo de conversión de la información bidimensional recibida del respectivo dispositivo de detección 7a, 7b a coordenadas tridimensionales (3D) angulares y lineales (correspondientes a las características geométricas de orientación espacial del blanco asociado 5) en el sistema de referencia de imagen de cada elemento de adquisición de imagen 8, 8', en función, entre otras cosas, de parámetros de calibración apropiados para cada uno de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos, adquiridos durante un procedimiento de calibración preliminar (realizado, por ejemplo, en fábrica, al final del proceso de montaje de los dispositivos de detección 7a, 7b). Dichos parámetros de calibración están almacenados ventajosamente en una primera base de datos de calibración 44a, 44b, dentro del dispositivo de procesamiento 9.

25 El dispositivo de procesamiento 9 incluye además una segunda unidad de cálculo 45a, 45b, acoplada operativamente a la primera unidad de cálculo 43a, 43b, configurada con el fin de ejecutar un algoritmo de conversión de dichas coordenadas tridimensionales angulares y lineales en el sistema de referencia de dispositivo de cada dispositivo de detección 7a, 7b, en función, entre otras cosas, de parámetros de calibración apropiados correspondientes a la relación espacial entre los elementos de adquisición de imagen 8, 8', adquiridos durante el procedimiento de calibración preliminar (realizado durante la fabricación y/o durante la instalación del sistema) y almacenados en una segunda base de datos de calibración 47a, 47b.

30 El dispositivo de procesamiento 9 incluye además una unidad de determinación de alineación 48, que adquiere en entrada los datos generados en salida por la segunda unidad de cálculo 45a, 45b (que son referidos individualmente a los respectivos dispositivos de detección 7a, 7b), y convierte las coordenadas tridimensionales angulares y lineales a un solo sistema de referencia común (por ejemplo, el sistema de referencia del vehículo 3), en función, entre otras cosas, de parámetros de calibración apropiados correspondientes a la relación entre los dispositivos de detección 7a, 7b (por ejemplo, en términos de la orientación espacial mutua). Los parámetros de calibración son adquiridos durante un procedimiento de calibración preliminar realizado durante la instalación del sistema y almacenados en una tercera base de datos de calibración 49, y además adquiridos dinámicamente (es decir, durante la ejecución de las mediciones de alineación propiamente dichas) por medio de los resultados de las mediciones hechas por los sensores de alineación situados dentro de los dispositivos de detección 7a y 7b, como se ilustra previamente. La unidad de determinación de alineación 48 es así capaz de determinar y presentar en salida (mediante medios de visualización 50 específicos) los resultados correspondientes a la alineación de las ruedas 2 del vehículo 3 (por ejemplo, en términos de los correspondientes ángulos de convergencia e inclinación).

35 Como ahora se describirá en detalle, un aspecto particular del sistema 1 evita precisamente la necesidad, durante los pasos de medición, de procedimientos de calibración adicionales de los dispositivos de detección 7a, 7b, en la medida en que contempla el uso de los parámetros de calibración previamente determinados y almacenados (durante la fabricación y/o durante la instalación) para poner en relación las mediciones hechas por los varios elementos de adquisición de imagen. Durante las mediciones, es suficiente, por lo tanto, hacer, en forma dinámica, correcciones apropiadas de los valores detectados, para tomar en cuenta las relaciones entre los varios elementos de medición determinados durante dicho procedimiento de calibración preliminar y posiblemente las mediciones suministradas por dichos sensores de alineación, con el fin de referir todas las mediciones a un solo sistema de referencia común (por ejemplo, el asociado al vehículo 3), dentro del que los resultados de alineación son referidos.

40 En particular, dentro de cada dispositivo de detección 7a, 7b, según las imágenes capturadas por los elementos de adquisición de imagen 8, 8', respectivas imágenes de nivel bajo son procesadas (incluyendo un número limitado dado de puntos bidimensionales). Dichas imágenes son interpretadas después, a la luz de los parámetros de calibración de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos, para llegar a la posición y orientación de los blancos 5 en el sistema de referencia de cada elemento de adquisición de imagen 8, 8' que las observa (obteniendo así la información de orientación y posición de los blancos 5 en cuatro sistemas de referencia diferentes). La finalidad de los varios sensores de alineación (entre ellos el inclinómetro 27 y los sensores de imagen

28a, 28b), que están presentes dentro de los dispositivos de detección 7a, 7b es exactamente permitir la conversión de las mediciones a un solo sistema de referencia común, por medio de un procedimiento de calibración apropiado.

5 En general, un primer paso 52 del procedimiento de calibración (véase la figura 8), contempla la definición de los ejes de rotación A_{yf} , A_{yr} para cada elemento de adquisición de imagen 8, 8' y también de los radios de rotación R_r , R_f asociados a los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos con respecto al eje de rotación correspondiente A_{yf} , A_{yr} . A saber, en dicho paso 52 se define el modelo de rotación que describe y define la rotación de los dos elementos de adquisición de imagen 8, 8' de cada dispositivo de detección 7a, 7b.

10 A continuación (paso 53), el procedimiento de calibración contempla poner en relación los sistemas de referencia de imagen $RefSys_{stel}$ de los dos elementos de adquisición de imagen 8, 8' uno con otro y con respecto al sistema de referencia de dispositivo $RefSys_{sns}$ del dispositivo de detección correspondiente 7a, 7b, usando los ángulos suministrados por el inclinómetro 27 y por el primer sensor de imagen 28a cuando los dos elementos de adquisición de imagen 8, 8' están en una posición de referencia dada conocida. Durante las mediciones, dado que el ángulo de rotación de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos varía, esta relación puede ser actualizada fácilmente de forma dinámica, usando los modelos de rotación definidos en el paso 50.

20 Se deberá indicar que dichos pasos de calibración permiten la identificación del posible "descentrado" en el acoplamiento entre los engranajes que podría dar lugar a valores diferentes de la rotación angular realizada por los engranajes 13, 14 con respecto a los valores nominales dados por la relación de los dientes de las ruedas dentadas correspondientes. Dado que dicho error es repetible, el procedimiento de calibración hace posible, por lo tanto, tomarlo en cuenta, usando parámetros de calibración específicos.

25 Entonces, paso 54, los elementos de adquisición de imagen 8, 8' pertenecientes a un dispositivo de detección 7a se ponen en relación con los pertenecientes al otro dispositivo de detección 7b poniendo en relación uno con otro los sistemas de referencia de dispositivo $RefSys_{sns}$ de los respectivos dispositivos de detección 7a, 7b.

30 A continuación (paso 55), se definen las relaciones de calibración entre los sistemas de referencia de los respectivos dispositivos de detección 7a, 7b y el único sistema de referencia $RefSys_{COMMON}$, por ejemplo, el del vehículo 3, dentro del que los resultados de las mediciones angulares y lineales correspondientes a la alineación del vehículo 3 serán visualizadas (por ejemplo, en términos de los ángulos de convergencia e inclinación de las ruedas 2).

35 Con más detalle, y con referencia primero a la figura 9a, en dicho paso 52, las mediciones del inclinómetro 27 (que se representa en dicha figura 9a incluyendo un primer elemento de medición 27a y un segundo elemento de medición 27b, que están diseñados para suministrar respectivos valores de rotación alrededor de los ejes horizontales X_{sns} y Z_{sns}) y de los sensores de imagen 28a, 28b se ponen a cero. Entonces, los elementos de adquisición de imagen 8, 8' se ponen en una primera posición angular respectiva designada por pos1; por ejemplo, (véase también la figura 3), dicha primera posición angular pos1 corresponde a una posición de referencia preestablecida, por ejemplo, a una posición angular límite para permitir en encuadre de los blancos 5 aplicados a las ruedas 2 de un vehículo 3 provisto de mínima distancia entre ejes/vía (por lo tanto, dicha posición es preestablecida y conocida de antemano).

45 Se deberá indicar que a las rotaciones de los elementos de adquisición de imagen 8, 8', impartidas por la unidad de desplazamiento 10, están asociados los ángulos de rotación θ_{fi} y θ_{ri} (donde los sufijos "f" y "r" indican de nuevo la posición delantera o la posición trasera del elemento de adquisición de imagen correspondiente 8, 8'), referida al eje Z_{sns} del sistema de referencia de dispositivo $RefSys_{sns}$ del dispositivo de detección correspondiente 7a.

50 Después de efectuar la medición en dicha primera posición angular, los elementos de adquisición de imagen 8, 8' son girados un ángulo de rotación dado θ_{f2} , θ_{r2} (véase también la figura 9b) de tal manera que los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos lleguen a una segunda posición angular, designada pos2, que todavía garantiza la visibilidad de los blancos respectivos 5.

55 Los resultados de las mediciones en dicha segunda posición angular pos2 permiten la determinación de los vectores $V_{t_{f2}}$ y $V_{t_{r2}}$, que describen los desplazamientos vectoriales de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos como resultado de la rotación a través del ángulo de rotación θ_{f2} , θ_{r2} , y además las matrices de rotación $matRot_{r_{f(2-1)}}$ y $matRot_{r_{r(2-1)}}$ que giran los sistemas de referencia de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos pasando de la primera posición angular (pos1) a la segunda posición angular (pos2).

60 En particular, en la figura 9b se ve que se aplican las expresiones siguientes para los radios de rotación R_r , R_f

$$R_f = (V_{t_{f2}}/2) / \sin(\theta_{f2}/2)$$

$$R_r = (V_{t_{r2}}/2) / \sin(\theta_{r2}/2)$$

Además, si $Z_{te1f1} = Z_{te1r1} = \{0, 0, 1\}$ es el eje Z_{te1} de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' en la primera posición angular (pos1) (deberá recordarse que dicho eje coincide con el eje óptico de los elementos de adquisición de imagen 8, 8'), el eje Z_{te1} de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos en la segunda posición angular (pos2) puede expresarse como

$$Z_{te1f2} = Z_{te1f1} * \text{matRot}_{f(2-1)}$$

$$Z_{te1r2} = Z_{te1r1} * \text{matRot}_{r(2-1)}$$

En este punto, es posible definir los dos ejes de rotación A_{yf} , A_{yr} de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' mediante las expresiones siguientes:

$$A_{yf} = Z_{te1f1} \times Z_{te1f2}$$

$$A_{yr} = Z_{te1r1} \times Z_{te1r2}$$

donde el símbolo "x" indica la operación de producto vectorial.

En el paso 53 siguiente, el procedimiento de calibración contempla, como se ha indicado previamente, poner en relación los sistemas de referencia de los dos elementos de adquisición de imagen 8, 8' uno con otro y con respecto al eje Z_{sns} del sistema de referencia del dispositivo de detección correspondiente 7a en la primera posición angular pos1 (usando, entre otras cosas, las mediciones del inclinómetro 27 y del primer sensor de imagen 28a).

En particular, con referencia de nuevo a la figura 9a y también a la figura 9c, los dos elementos de adquisición de imagen 8, 8' se giran un ángulo de rotación dado θ_{r3} , θ_{f3} , comenzando en la primera posición angular pos1 girando en una dirección opuesta con respecto a la rotación correspondiente a la segunda posición angular pos2 con el fin de llegar a una tercera posición angular pos3, en la que ambos son capaces de encuadrar un blanco de referencia 60 que tiene un sistema de referencia X_{trg_ref} , Y_{trg_ref} , Z_{trg_ref} propio.

El blanco de referencia 60 está configurado de tal forma que, cuando el ángulo leído por el primer sensor de imagen 28a es igual a cero, el eje Z_{ref_trg} coincide con el eje Z_{sns} del sistema de referencia asociado y fijado con respecto al dispositivo de detección 7a (que además constituye el eje de referencia para las rotaciones angulares θ_{fi} y θ_{ri}).

Así es posible definir la relación entre los sistemas de referencia de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' en la tercera posición angular pos3 y el sistema de referencia del blanco de referencia 60, determinando la orientación del blanco de referencia 60 por medio de adquisición y procesamiento de las imágenes adquiridas por los elementos de adquisición de imagen 8, 8'. Además, dado que la relación entre el sistema de referencia del blanco de referencia 60 y el del dispositivo de detección 7a es conocido (por razones de construcción y diseño), al final de dicho paso también se define la relación entre el sistema de referencia de imagen RefSys_{te1} de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' en dicha tercera posición angular pos3 y el sistema de referencia de dispositivo RefSys_{sns} del dispositivo de detección 7a.

Con respecto a los valores genéricos de las rotaciones angulares θ_{fi} y θ_{ri} , será suficiente poner en relación los sistemas de referencia de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' con los sistemas de referencia correspondientes asumidos para el ángulo de rotación θ_{r3} , θ_{f3} (que, a su vez, se ha establecido en relación con el sistema de referencia del dispositivo de detección 7a).

En detalle (véase también la figura 9c), la rotación experimentada por el primer elemento de adquisición de imagen 8 (puesto en una posición delantera) puede describirse definiendo la matriz de rotación $\text{matRot}_{f(3-1)}$ que es una función de: $(-\theta_{r3}, A_{yf})$; mientras que su traslación puede expresarse, con evidentes consideraciones geométricas, como

$$\text{trans}_{f(3-1)} = \{0, 0, R_f\} * \text{matRot}_{f(3-1)} - \{0, 0, R_f\}$$

Igualmente, la rotación experimentada por el segundo elemento de adquisición de imagen 8' (puesto en una posición trasera) puede describirse definiendo la matriz de rotación $\text{matRot}_{r(3-1)}$ que es una función de: $(-\theta_{r3}, A_{yr})$; como igualmente su traslación puede expresarse como

$$\text{trans}_{r(3-1)} = \{0, 0, R_x\} * \text{matRot}_{r(3-1)} - \{0, 0, R_x\}$$

5 Además, habiendo medido el blanco de referencia 60 usando ambos elementos de adquisición de imagen 8, 8', es posible definir la matriz $\text{matRot}_{r-f(3)}$ que define la rotación entre un elemento de adquisición de imagen y el otro en la tercera posición angular pos3, y el vector de traslación $\text{trans}_{r-f(3)}$ que enlaza los orígenes de los dos elementos de adquisición de imagen 8, 8' (es decir, la posición de los ejes de rotación correspondientes A_{yf} , A_{yr}); todo esto define la relación entre los sistemas de referencia de los elementos de adquisición de imagen primero y segundo 8, 8' en la tercera posición angular pos3.

El procedimiento de calibración se completa definiendo la matriz de rotación

$$15 \quad \text{matRot}_{r-f(1)} = \text{matRot}_{r(1-3)} * \text{matRot}_{r-f(3)} * \text{matRot}_{f(3-1)}$$

y el vector de traslación

$$20 \quad \text{trans}_{r-f(1)} = \text{trans}_{r(1-3)} + \text{trans}_{r-f(3)} + \text{trans}_{f(3-1)}$$

que describen la función de rototraslación usada para convertir los vectores medidos por el segundo elemento de adquisición de imagen (trasero) 8' en el sistema de referencia definido por el primer elemento de adquisición de imagen (delantero) 8, cuando ambos elementos de adquisición de imagen 8, 8' están en la primera posición angular pos1.

25 Durante los pasos de medición posteriores al paso de calibración previamente descrito, para valores diferentes de las rotaciones angulares θ_{ri} y θ_{ri} , será suficiente aplicar, para ambos elementos de adquisición de imagen 8, 8', matrices de rototraslación adicionales, que serán una función de los ángulos de rotación específicos cada vez medidos ($\theta_{ri} - \theta_1$; $\theta_{ri} - \theta_1$) y de los ejes de rotación A_{yf} y A_{yr} . En otros términos, será suficiente usar factores correctivos apropiados basados en los parámetros de calibración almacenados durante el procedimiento de calibración preliminar y en los valores actuales medidos.

35 Además, de nuevo durante los pasos de medición, los ejes de rotación A_{yf} y A_{yr} , ortogonales al plano horizontal ($Z_{el}X_{el}$) de cada elemento de adquisición de imagen 8, 8' (calculado en el paso de calibración cuando los valores de inclinación devueltos por el inclinómetro 27 y por el primer sensor de imagen 28a son cero, a excepción de un factor despreciable ϵ) serán corregidos girando alrededor del eje Z_{sns} y X_{sns} los valores de inclinación actuales leídos por los elementos de medición 27a, 27b del inclinómetro 27, y alrededor del eje Y_{sns} el ángulo leído por el primer sensor de imagen 28a. También las matrices de rototraslación propiamente dichas (que son una función de las rotaciones angulares θ_{ri} y θ_{ri} y de la posición de los ejes de rotación A_{yf} y A_{yr}) identificadas en la calibración en la misma hipótesis con respecto a los valores, que son sustancialmente cero, de las mediciones angulares, serán corregidas apropiadamente, de una forma evidente, con los valores actuales leídos por dichos sensores.

Las ventajas del sistema para determinar la alineación de las ruedas de un vehículo según la invención emergen de forma evidente de la descripción anterior.

45 En particular, la configuración de los dispositivos de detección 7a, 7b permite la medición de las características de alineación de vehículos 3 también puestos de forma asimétrica en la rampa hidráulica 4, y con dimensiones de distancia entre ejes y/o vía que son incluso marcadamente diferentes una de otra. De hecho, la presencia de la unidad de desplazamiento 10 asociada a los elementos de adquisición de imagen 8, 8' permite la adaptación automática y dinámica de la zona de visión V de los elementos de adquisición de imagen 8, 8' propiamente dichos en una forma que encuadre los blancos 5 asociados a las ruedas 2 del vehículo 3, en función de la colocación del vehículo 3 propiamente dicho en la rampa hidráulica 4. En particular, es posible garantizar el encuadre de los blancos 5, y poder distinguir los elementos de los blancos propiamente dichos i , comenzando en la distancia más corta hasta la distancia máxima contemplada entre la posición fija de los dispositivos de detección 7a, 7b y la posición variable de las ruedas 2, siguiendo manteniendo el encuadre también durante una dirección considerable de las ruedas 2 propiamente dichas (por ejemplo, con ángulos de dirección iguales a 47°).

60 La presencia de elementos sensores de alineación específicos (inclinómetros y sensores de imagen) a bordo de cada dispositivo de detección 7a, 7b hace posible poner en relación una con otra las mediciones efectuadas por los dispositivos de detección 7a, 7b de forma dinámica, durante la ejecución de las mediciones (que permite, entre otras cosas, la compensación de posibles deformaciones de la rampa hidráulica 4). En particular, ventajosamente, no se requieren más operaciones de calibración durante, o de forma preliminar a, las operaciones de medición, en lo que se refiere al procedimiento de calibración, de los dispositivos de detección y del sistema asociado ya han sido

realizadas en fábrica. Por lo tanto, no se necesita un procedimiento de calibración durante la instalación, aunque es posible permitir que el usuario lleve a la práctica un procedimiento de verificación para controlar que el sistema sigue estando correctamente calibrado después de haber experimentado un posible daño (tal como un impacto). En cambio, en una situación normal, durante el paso de medición, es suficiente aplicar factores correctivos específicos en función de las mediciones devueltas por los dispositivos de alineación (inclinómetro 27 y sensores de imagen 28a, 28b) para las rotaciones ejecutadas por los elementos de adquisición de imagen 8, 8', y de los parámetros de calibración almacenados durante la calibración realizada en factoría.

Las dimensiones exteriores de la caja 22 de los dispositivos de detección 7a, 7b son ventajosamente limitadas (gracias a la disposición particular de los componentes, y, en particular, a la disposición de los engranajes debajo del soporte base 16 y a su complejidad limitada), con un estorbo que no representa un obstáculo durante la ejecución de los procedimientos operativos de medición. La parte superior de la caja 22 no impide la apertura de las puertas también de vehículos 3 con un panel de suelo de poca altura con respecto a la superficie de apoyo, mientras que las dimensiones transversales no constituyen un obstáculo en el espacio de trabajo en el que se realizan los procedimientos de medición. Además, los modos de enganche y desenganche de los dispositivos de detección 7a, 7b propiamente dichos con respecto a la rampa hidráulica 4 son de realización simple y rápida.

Por otra parte, como se señala en dicha solicitud de patente número PCT WO2011/138662, se recalca de nuevo que el uso de blancos tridimensionales 5 (en particular constituidos por una configuración tridimensional de elementos blanco), y, en particular, el uso de elementos blanco 5' que también son tridimensionales, permite la determinación de la posición y orientación absolutas de cada blanco (y de la rueda 2 a la que el blanco propiamente dicho está acoplado), con respecto a un sistema de referencia fijo, de forma precisa y segura usando un solo elemento de captura de imagen, sin que sea necesario mover el vehículo o las ruedas del vehículo para determinar la posición espacial de los blancos (por ejemplo, desplazar el vehículo hacia delante y hacia atrás, la denominada operación de "salida"), desplazar los blancos o recurrir al uso de un sistema de adquisición estéreo. De hecho, es conveniente determinar en el espacio una tríada de ejes ortogonales asociados a cada blanco 5 (identificando sus elementos de referencia blanco 5"), y de esta forma determinar la orientación espacial del blanco propiamente dicho dentro de un sistema de referencia dado. En otros términos, ventajosamente, al blanco está asociada intrínsecamente una información tridimensional, mediante la que es posible determinar su orientación espacial comenzando en el procesamiento, en cada rango de procesamiento individual, también de una sola imagen bidimensional (transformar, gracias a la estructura particular geométrica del blanco, la información bidimensional suministrada por el dispositivo de captura de imagen a información tridimensional).

En particular, gracias al uso de elementos blanco tridimensionales con características de isotropía, forma esférica, la exactitud de la medición permanece sin cambio cuando varía la inclinación de los blancos con respecto al sistema de referencia de imagen de la captura de elementos de imagen 8, 8'. La simetría estructural esférica de los blancos 5 usados también hace posible devolver los valores angulares por interpolación incluso cuando algunos elementos blanco 5', que constituyen su estructura, están parcialmente cubiertos.

En consecuencia, el uso de los dispositivos de detección 7a, 7b provistos de la unidad de desplazamiento 10 asociada a los elementos de adquisición de imagen 8, 8', conjuntamente con el uso de blancos tridimensionales, permite la provisión de un sistema de medición que es simple de instalar y usar, especialmente ventajoso con respecto a las operaciones de procesamiento de imagen requeridas para medir los ángulos de alineación.

Finalmente, es claro que se puede hacer modificaciones y variaciones en lo descrito e ilustrado en este documento, sin por ello apartarse del alcance de la presente invención, definido en las reivindicaciones anexas.

En particular, de nuevo se hace notar que los dispositivos de detección 7a, 7b pueden ponerse al lado de la rampa hidráulica 4 y el vehículo 3 a caracterizar, sin ponerse en contacto con la rampa hidráulica 4 propiamente dicha (por ejemplo, soportándose por respectivas estructuras de colocación fijas, no ilustradas en las figuras).

En general, es evidente que los blancos 5 pueden tener una conformación tridimensional diferente, en cualquier caso tal que permita la definición de cantidades vectoriales establecidas según una disposición tridimensional conocida, en particular con el fin de permitir la identificación de una tríada de ejes ortogonales asociados (por ejemplo, identificando puntos significativos o planos en los blancos propiamente dichos), preferiblemente desde diferentes ángulos de visión (por ejemplo, en un rango angular incluido entre -30° y $+30^\circ$).

Uno o varios blancos 5 también pueden ser sustituidos por blancos de un tipo activo, es decir, constituidos por elementos blanco que, en lugar de reflejar una radiación incidente, son capaces de generar y emitir una radiación electromagnética, en el rango visible, o, alternativamente, en el campo del infrarrojo.

Finalmente, de forma evidente, el sistema y el método descrito permiten la determinación de la orientación espacial también de un solo par de ruedas 2 del vehículo 3 (puestas en el mismo lado con respecto al eje longitudinal A), filmándose dicha imagen por un solo dispositivo de detección 7a o 7b.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) para determinar la orientación de al menos una primera rueda y una segunda rueda (2) de un
 5 vehículo (3) bajo examen en una zona de medición, estando dispuestas dichas ruedas en un primer lado de dicho
 vehículo (3) con respecto a su eje longitudinal (A), incluyendo:
- un primer blanco y un segundo blanco (5), acoplados, respectivamente, a dichas ruedas primera y segunda (2);
 - un primer dispositivo de detección (7a), dispuesto lateralmente con respecto a dicho vehículo (3) en dicho primer
 10 lado con respecto a dicho eje longitudinal (A), en una posición establecida entre dichas ruedas primera y segunda, e
 incluyendo un primer elemento de adquisición de imagen (8) y un segundo elemento de adquisición de imagen (8'),
 que tienen una zona de visión respectiva (V), configurados para adquirir imágenes respectivamente del primer
 blanco y el segundo blanco (5) acoplados, respectivamente, a dichas ruedas primera y segunda,
 - un dispositivo de procesamiento (9), acoplado operativamente a dicho primer dispositivo de detección (7a) y
 15 configurado para determinar ángulos de orientación característicos de dichas ruedas primera y segunda (2) en
 función de una sola imagen adquirida para cada una de dichas ruedas primera y segunda (2), respectivamente, por
 dicho primer (8) y segundo (8') elementos de adquisición de imagen de dicho primer dispositivo de detección (7a),
- 20 **caracterizado porque** el primer dispositivo de detección (7a) incluye una unidad de desplazamiento (10), acoplada
 operativamente a dicho primer elemento de adquisición de imagen (8) y segundo elemento de adquisición de imagen
 (8'), y configurada para girar conjuntamente dicho primer elemento de adquisición de imagen (8) y dicho segundo
 elemento de adquisición de imagen (8') en un plano horizontal en direcciones opuestas a través de un mismo ángulo
 25 de rotación con el fin de adaptar simultáneamente su zona de visión a la posición, respectivamente, del primer
 blanco y del segundo blanco (5), según valores diferentes de la vía y/o distancia entre ejes del vehículo (3) y/o a su
 colocación diferente en la zona de medición.
2. El sistema según la reivindicación 1, donde dicho primer dispositivo de detección (7a) está configurado para
 30 ponerse de forma fija con respecto a dicho vehículo (3), y dichas ruedas primera y segunda (2) están en un plano
 horizontal; estando configurada dicha unidad de desplazamiento (10) para producir una rotación de dicho primer
 elemento de adquisición de imagen (8) y segundo elemento de adquisición de imagen (8') en dicho plano horizontal
 de manera que dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') puedan ver dichos blancos
 primero y segundo (5) independientemente de un desplazamiento de dichas ruedas primera y segunda (2) a lo largo
 35 de, o transversal a, dicho eje longitudinal (A).
3. El sistema según la reivindicación 1 o 2, donde los ejes de rotación de dichos elementos de adquisición de imagen
 primero (8) y segundo (8') están alineados uno a otro paralelos a dicho eje longitudinal (A).
4. El sistema según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde dicha unidad de desplazamiento (10) incluye
 40 un motor (11) y un par de engranajes (13, 14) acoplados mecánicamente a dichos elementos de adquisición de
 imagen primero (8) y segundo (8') y movidos en rotación por dicho motor (11); estando dispuestos dichos engranajes
 (13, 14) para enganchar uno con otro con el fin de girar sustancialmente a través de dicho mismo ángulo de rotación
 al accionamiento realizado por dicho motor (11).
- 45 5. El sistema según la reivindicación 4, donde dicha unidad de desplazamiento (10) incluye un engranaje motor (12),
 montado en un eje de rotación de dicho motor (11) y puesto de manera que enganche con un engranaje dado (13)
 de dicho par de manera que lo mueva en rotación.
6. El sistema según la reivindicación 4 o 5, donde los engranajes (13, 14) de dicho par tienen compensación de
 50 holgura, incluyendo cada engranaje del par una primera rueda dentada (18) y una segunda rueda dentada (19),
 acopladas mecánicamente una a otra por un elemento de empuje elástico (20) y diseñadas para enganchar con una
 rueda dentada respectiva del otro engranaje del par de engranajes; siendo tal la deformación de dicho elemento
 elástico de empuje (20) que permita la recuperación de cualquier holgura asociada a dichas ruedas dentadas
 primera (18) y segunda (19).
- 55 7. El sistema según alguna de las reivindicaciones 4-6, incluyendo una caja (22) dentro de la que está dispuesto un
 soporte base (16); poniéndose dichos engranajes (13, 14) en una superficie inferior (16a) de dicho soporte base
 (16), y poniéndose dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') en una superficie superior
 (16b) de dicho soporte base (16), opuesta a dicha superficie inferior (16a); donde dichos elementos de adquisición
 60 de imagen primero (8) y segundo (8') están acoplado rígidamente a un eje de rotación respectivo (17) de un
 engranaje respectivo de dichos engranajes (13, 14).
8. El sistema según alguna de las reivindicaciones 4-7, incluyendo además una unidad electrónica (30, 32, 34, 35)
 65 incluyendo: un circuito de adquisición y procesamiento (30, 32), para adquisición de dichas imágenes y ejecución de
 un primer procesamiento de dichas imágenes destinadas a identificar parámetros geométricos preestablecidos de
 dichos blancos (5); y un circuito de accionamiento (35) para mover dicho motor (11), diseñado para recibir señales

de control y para controlar consiguientemente dicho motor (11) para ejecutar las rotaciones deseadas de dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') en función de dichas señales de control.

9. El sistema según alguna de las reivindicaciones precedentes, incluyendo un soporte base (16) al que están acoplados dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8'), y al que está asociado un primer sistema de referencia de dispositivo ($RefSys_{sns}$); donde a dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') están asociados, respectivamente, un primer sistema de referencia de imagen y un segundo sistema de referencia de imagen ($RefSys_{tel}$), dentro de los que dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') están configurados para adquirir dichas imágenes respectivas; incluyendo además elementos sensores de alineación (27a, 27b, 28a, 28b) configurados para permitir la definición del sistema de referencia de dispositivo ($RefSys_{sns}$) y para establecer una relación entre los sistemas de referencia de imagen primero y segundo ($RefSys_{tel}$) y el sistema de referencia de dispositivo ($RefSys_{sns}$); donde dichos elementos sensores de alineación incluyen: un detector de ángulo de rotación (25), configurado para permitir la detección de un ángulo de rotación de dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') en el sistema de referencia de dispositivo ($RefSys_{sns}$) alrededor de un eje (y_{sns}) ortogonal al soporte base (16); al menos un inclinómetro (27a, 27b), configurado para permitir la detección de rotaciones verticales de dicho sistema de referencia de dispositivo ($RefSys_{sns}$) con respecto a un plano horizontal perteneciente a un sistema de referencia externo ($RefSys_{COMMON}$); y al menos un sensor de imagen (28a, 28b), configurado para ver un dispositivo de referencia externo y permitir la determinación de una posición relativa de dicho primer dispositivo de detección (7a) con respecto a dicho dispositivo de referencia externo.

10. El sistema según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde dicho dispositivo de procesamiento (9) está configurado para generar, en base al procesamiento de dicha única imagen adquirida para cada una de dichas ruedas primera y segunda (2), señales de control para controlar dicha unidad de desplazamiento (10) de dicho primer dispositivo de detección (7a) con el fin de girar dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') a través de dicho mismo ángulo de rotación.

11. El sistema según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde dicho vehículo (3) está dispuesto en una rampa hidráulica (4), que define dicha zona de medición, y dicho primer dispositivo de detección (7a) está rígidamente fijado a dicha rampa hidráulica (4), lateralmente con respecto a dicho vehículo (3).

12. El sistema según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde dichos blancos primero y segundo (5) tienen una conformación tridimensional diseñada para definir cantidades geométricas establecidas según una disposición tridimensional conocida, y cada una incluye una pluralidad de elementos blanco (5; 5'), que tienen una conformación tridimensional y están dispuestos uno con respecto a otro según una distribución tridimensional, al menos algunos de ellos en posiciones mutuamente enlazadas por una relación geométrica conocida de manera que definan dichas cantidades geométricas.

13. El sistema según la reivindicación 12, donde dichos elementos blanco (5; 5') están dispuestos uno con respecto a otro según una distribución tridimensional diseñada para definir una tríada ortogonal de vectores blanco que definen un sistema de referencia (X_{trg} , Y_{trg} , Z_{trg}) asociado a dichos blancos primero o segundo (5).

14. El sistema según la reivindicación 12 o 13, donde dichos blancos primero y segundo (5) incluyen una estructura de soporte respectiva (S) que define internamente una superficie esférica cóncava; y donde dichos elementos blanco (5; 5') están acoplados mecánicamente a dicha estructura de soporte (S) y dispuestos en dicha superficie esférica para formar dicha distribución tridimensional.

15. El sistema según alguna de las reivindicaciones precedentes, donde dicho primer dispositivo de detección (7a) incluye sensores de alineación (27a, 27b, 28a, 28b) y un soporte base (16) al que están acoplados dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8'); y donde dicho dispositivo de procesamiento (9) incluye una memoria (44a, 47a, 49) que almacena parámetros de calibración, y está configurada para recibir mediciones de dichos elementos sensores de alineación (27a, 27b, 28a, 28b) con el fin de definir, en función de dichas mediciones y de dichos parámetros de calibración, un primer sistema de referencia de dispositivo ($RefSys_{sns}$) asociado al soporte base (16) de dicho primer dispositivo de detección (7a) y de establecer una relación entre un primer y un segundo sistemas de referencia de imagen ($RefSys_{tel}$), donde dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') están diseñados para adquirir dichas imágenes respectivas, y el primer sistema de referencia de dispositivo ($RefSys_{sns}$).

16. El sistema según la reivindicación 15, incluyendo además: un segundo dispositivo de detección (7b), dispuesto lateralmente con respecto a dicho vehículo (3) en un segundo lado de dicho vehículo (3), opuesto a dicho primer lado con respecto a dicho eje longitudinal (A), en una posición establecida entre una tercera rueda y una cuarta rueda (2) de dicho vehículo puestas en dicho segundo lado; y un tercer blanco y un cuarto blanco (5), acoplados respectivamente a dichas ruedas tercera y cuarta (2), estando configurado dicho segundo dispositivo de detección (7b) para adquirir imágenes de dichos blancos tercero y cuarto (5); donde dicho dispositivo de procesamiento (9) está acoplado operativamente a dichos dispositivos de detección primero (7a) y segundo (7b) y está configurado para determinar, en función de dichas imágenes, dicha orientación y una alineación mutua, de dichas ruedas primera, segunda, tercera, y cuarta (2); estando configurado además dicho dispositivo de procesamiento (9) para

5 poner en relación, en función de dichas mediciones y de dichos parámetros de calibración, dicho primer sistema de referencia de dispositivo con un segundo sistema de referencia de dispositivo (RefSys_{sns}), asociado a dicho segundo dispositivo de detección (7b), y dichos sistemas de referencia de dispositivo primero y segundo con un sistema de referencia común (RefSys_{COMMON}), asociado a dicho vehículo (3), donde la información de orientación y alineación mutua de dichas ruedas (2) son procesadas.

10 17. El sistema según la reivindicación 16, donde dichos elementos sensores de alineación incluyen: al menos un sensor de imagen (28a, 28b), configurado para encuadrar un sensor de imagen respectivo (28a, 28b) de dicho segundo dispositivo de detección (7b); estando configurado dicho dispositivo de procesamiento (9) para procesar mediciones hechas por los sensores de imagen (28a, 28b) de dichos dispositivos de detección primero (7a) y segundo (7b) con el fin de determinar una posición relativa de dicho primer dispositivo de detección (7a) con respecto a dicho segundo dispositivo de detección (7b).

15 18. Un método para calibración del dispositivo de detección (7a) del sistema (1) según alguna de las reivindicaciones precedentes, incluyendo:

- definir un modelo de rotación para cada uno de dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') durante la rotación por dicha unidad de desplazamiento (10);

20 - definir una relación entre respectivos sistemas de referencia de imagen (RefSys_{tei}) asociados a dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8'), con respecto a un sistema de referencia de dispositivo (RefSys_{sns}) asociado a dicho dispositivo de detección (7a); y

25 - almacenar una serie de parámetros de calibración asociados a dichos modelos de rotación y a dicha relación entre los respectivos sistemas de referencia de imagen,

30 incluyendo dicho paso de definir una relación: colocar dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') en posiciones angulares preestablecidas, y girar más por dicha unidad de desplazamiento (10) dichos elementos de adquisición de imagen primero (8) y segundo (8') de un ángulo respectivo de rotación con el fin de ver uno y el mismo blanco de referencia (60) que tiene una conformación preestablecida y una relación geométrica preestablecida con respecto a dicho dispositivo de detección (7a).

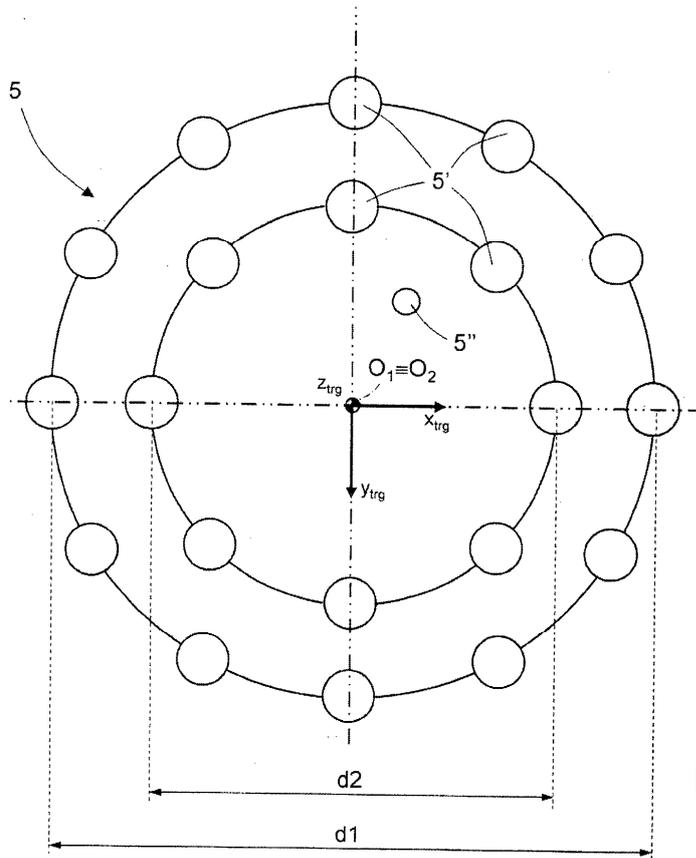


Fig.2a

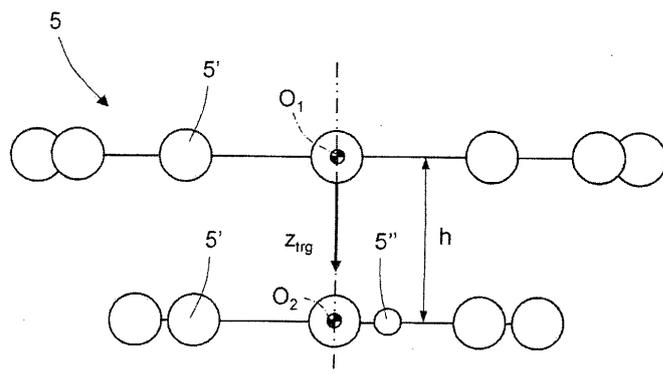


Fig.2b

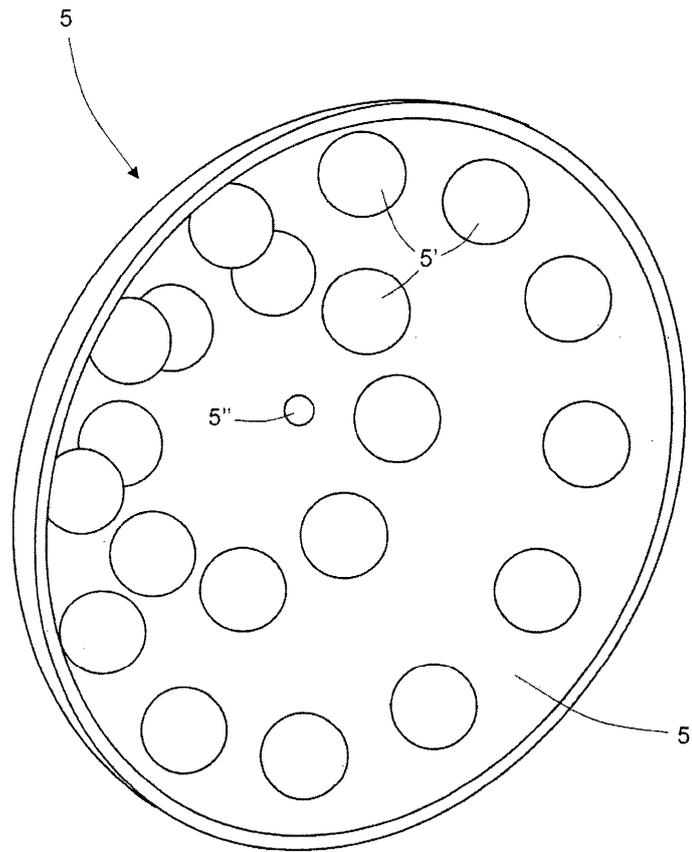
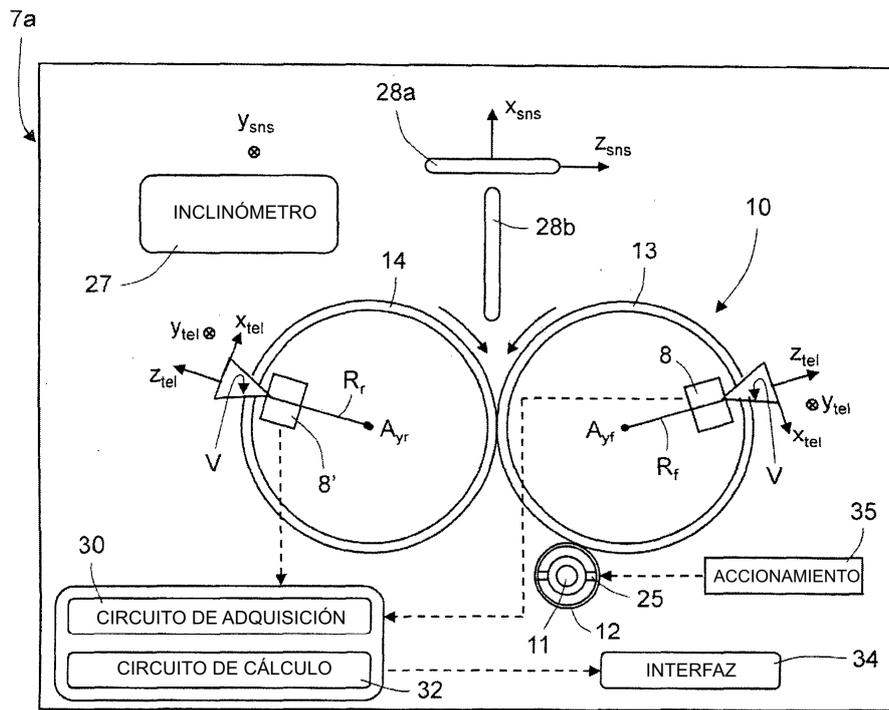
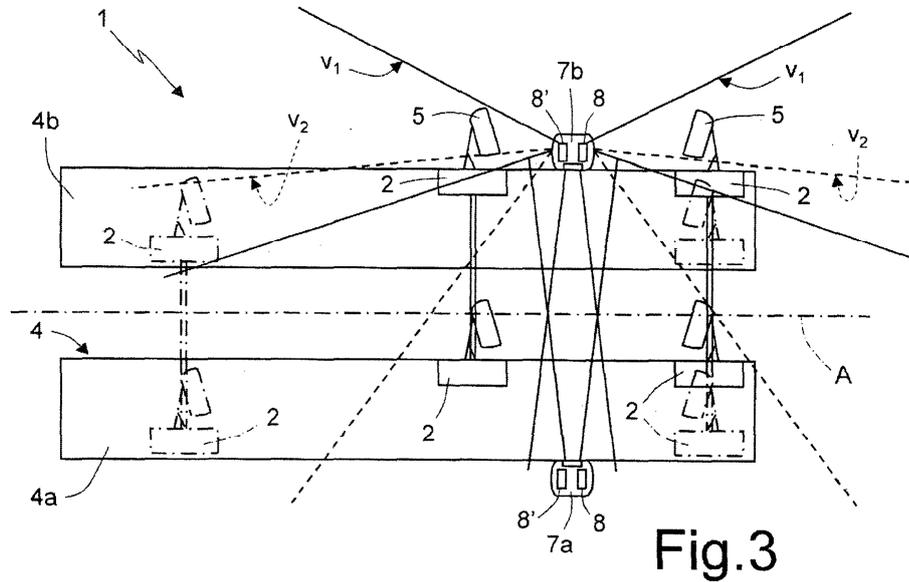


Fig.2c



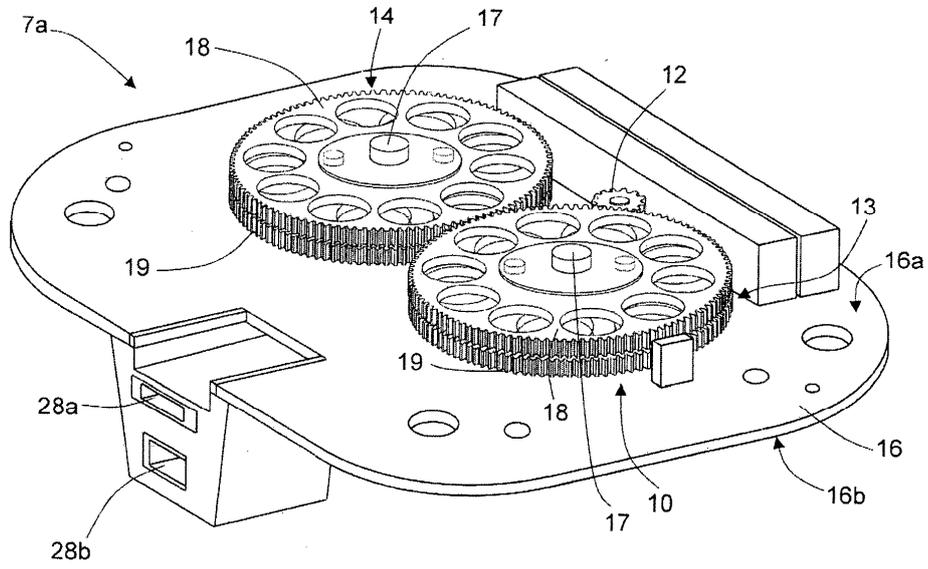


Fig. 5a

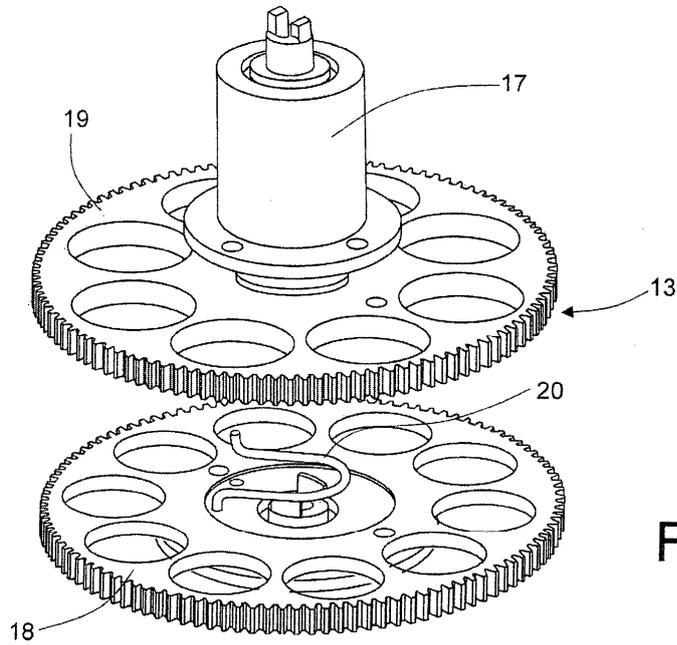


Fig. 5b

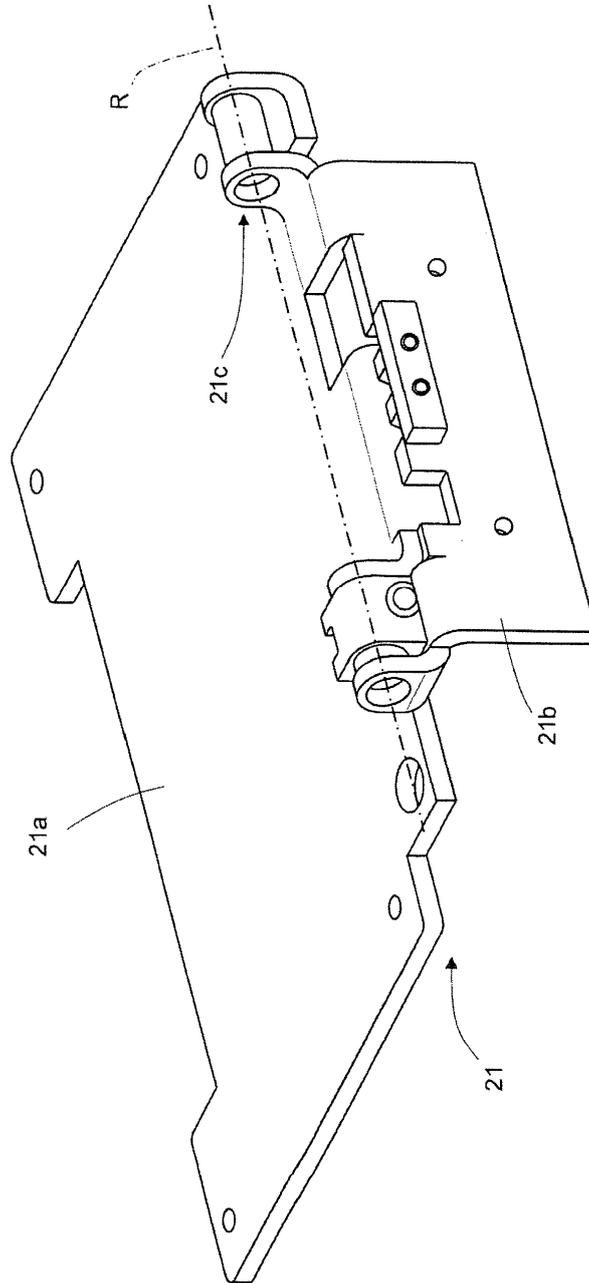


Fig.5c

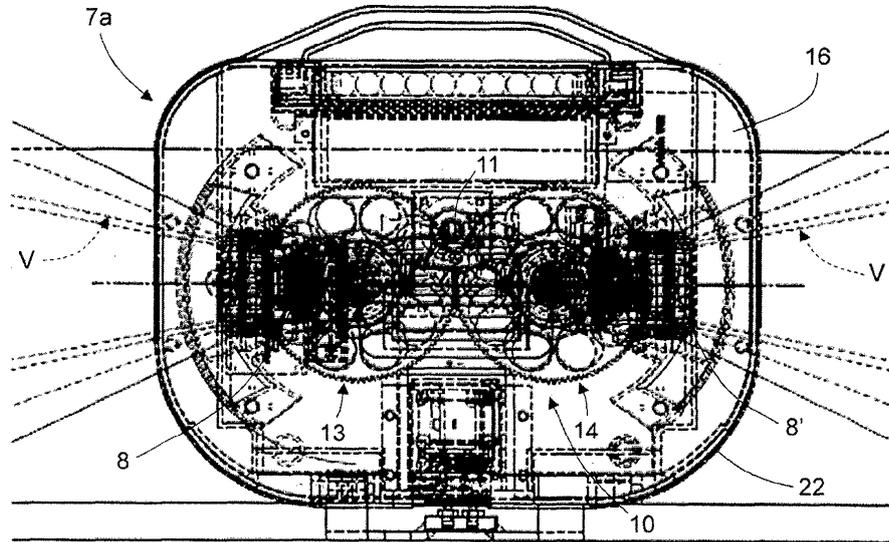


Fig. 6a

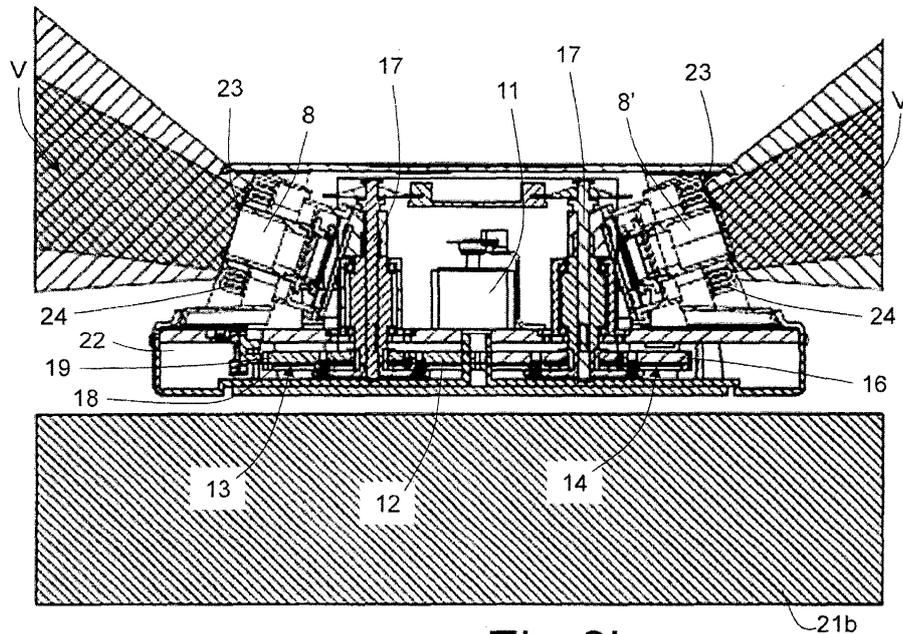


Fig. 6b

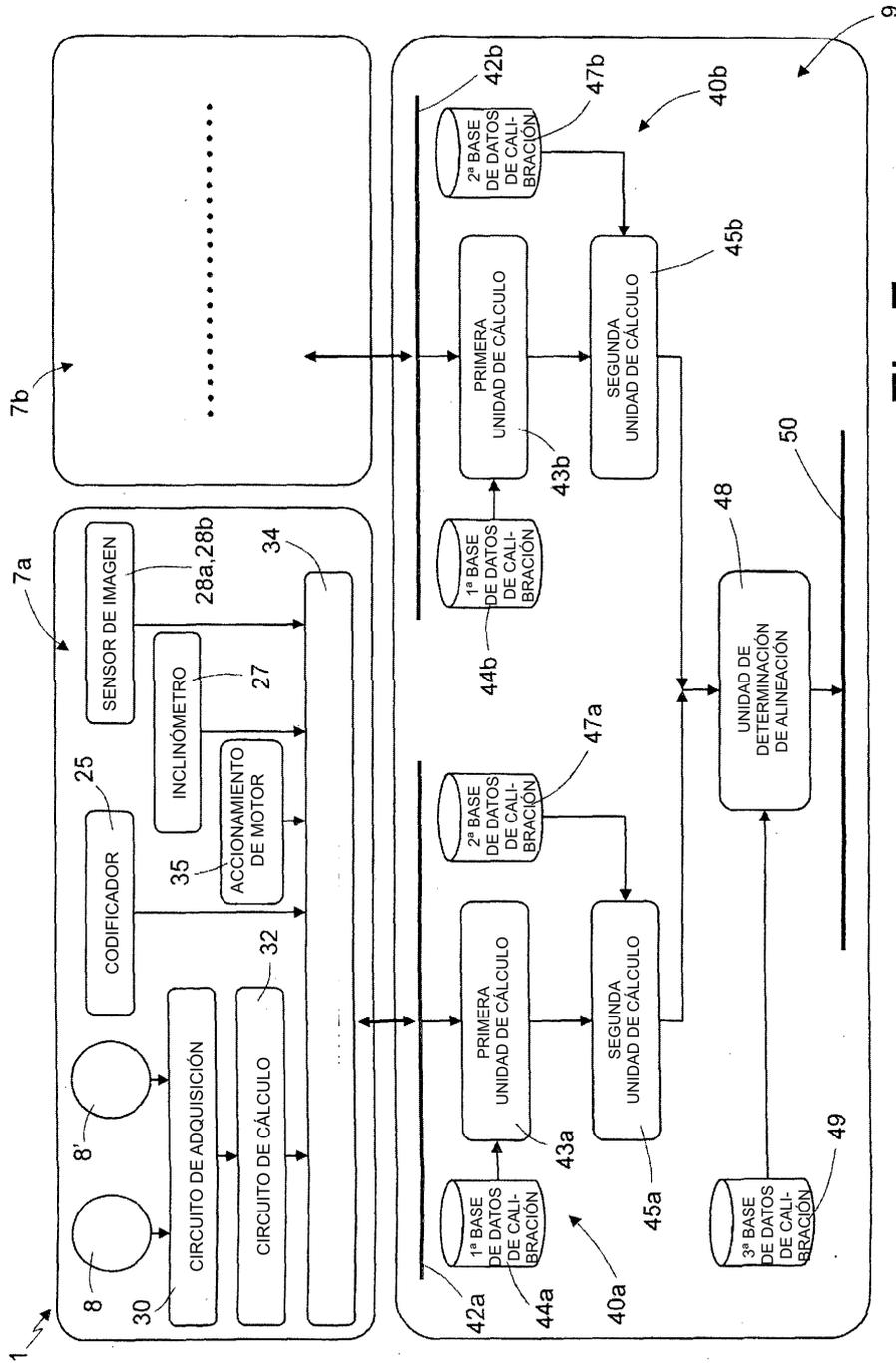


Fig.7

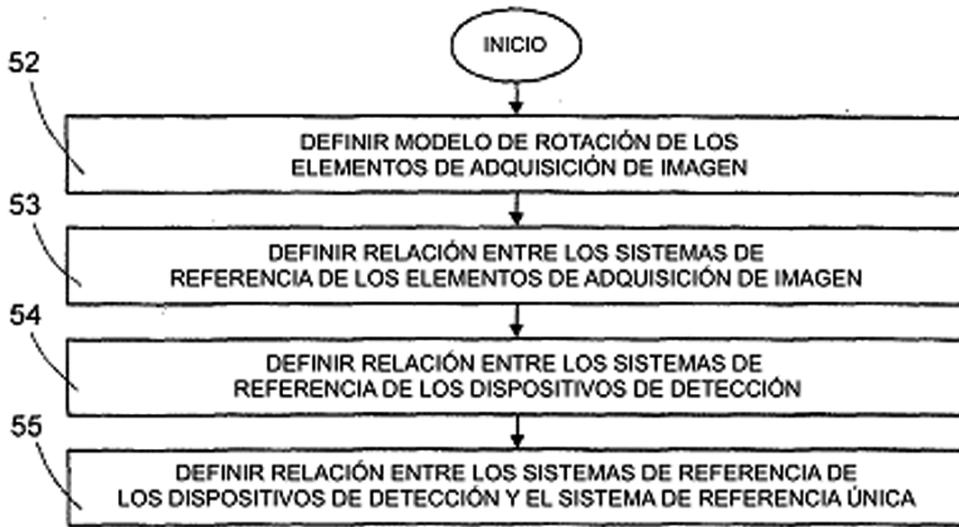


Fig.8

