

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 022**

51 Int. Cl.:

**B61L 25/02** (2006.01)  
**B66C 13/46** (2006.01)  
**G01D 5/249** (2006.01)  
**G01D 5/26** (2006.01)  
**G05D 1/02** (2006.01)  
**G01D 5/347** (2006.01)  
**B66C 13/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2008 E 08005215 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015 EP 2037227**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la determinación de la posición de un vehículo, programa de ordenador y producto de programa de ordenador**

30 Prioridad:

**12.09.2007 DE 102007043498**  
**12.09.2007 DE 202007012798 U**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.02.2016**

73 Titular/es:

**PEPPERL + FUCHS GMBH (100.0%)**  
**Lilienthalstrasse 200**  
**68307 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**HOFMANN, HILMAR;**  
**OPPER, RÜDIGER y**  
**KIRSCH, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 558 022 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento y dispositivo para la determinación de la posición de un vehículo, programa de ordenador y producto de programa de ordenador

5 La presente invención se refiere en un primer aspecto a un procedimiento para la determinación de la posición de un vehículo según el preámbulo de la reivindicación 1.

En otro aspecto, la invención se refiere a un dispositivo para la determinación de la posición de un vehículo según el preámbulo de la reivindicación 13.

Además, la invención se refiere a un programa de ordenador y un producto de programa de ordenador.

10 Por ejemplo en el documento DE 199 10 933 A1 se da a conocer un procedimiento genérico. Aquí, se mueve un vehículo a lo largo de una vía, que puede extenderse en principio a lo largo de cualquier curva y, para la detección de la posición, a lo largo de la vía están dispuestos códigos de barras unidimensionales como marcadores.

La invención se refiere en particular a vehículos como ferrocarriles suspendidos monocarriles, transelevadores, instalaciones de grúas u otros dispositivos desplazables, que son desplazables a lo largo de una vía o en una superficie predeterminada o en paralelo a la misma.

15 Otros procedimientos de posicionamiento están descritos en los documentos EP 0 039 921 A2, DE 38 25 097 A1, EP 0 116 636 A1, DE 39 10 873 A1, DE 42 09 629 A1 y DE 43 09 863 C1. Estos sistemas conocidos presentan los siguientes inconvenientes.

20 La precisión que puede conseguirse en la detección de la posición depende de la longitud de las marcas de los códigos o de los elementos de éstos, puestos que los elementos de código están dispuestos en fila en una o varias pistas paralelas a lo largo del recorrido de desplazamiento y deben ser explorados uno tras otro durante el desplazamiento. No obstante, la densidad de componentes de los elementos de código en el soporte de código no puede aumentarse más allá de una medida determinada, porque la capacidad de resolución espacial de los elementos de exploración, p.ej. barreras de luz, está limitada. Por lo tanto, la longitud de los soportes de código no puede reducirse por debajo de un valor mínimo determinado, de modo que la resolución está limitada.

25 Además, para cubrir sin lagunas un recorrido de desplazamiento largo con una resolución longitudinal suficiente se necesita un gran número de soportes de código y, por lo tanto, si no debe repetirse el contenido del código a lo largo del recorrido de desplazamiento, se necesita una anchura de palabra correspondientemente grande. No obstante, una anchura de palabra progresiva no solo hace que crezca muy rápidamente la longitud de los distintos soportes de código, sino también que aumente el esfuerzo y los costes para los lectores de códigos.

30 Además, a unos soportes de código más largos va unida una resolución inferior de la detección de la posición, de modo que es difícil realizar recorridos de desplazamiento de varios kilómetros, que pueden ser deseables o necesarios en líneas de fabricación industriales modernas, con una resolución suficiente. Esta problemática se agrava aun considerablemente cuando debe haber informaciones redundantes en los soportes de código para mejorar la seguridad de funcionamiento del sistema, p.ej. su resistencia a la suciedad o a defectos de partes del soporte de código, reduciéndose de este modo el riesgo de fallos o de posicionamientos erróneos, que pueden tener eventualmente consecuencias graves.

35 Asimismo, ninguno de los sistemas conocidos permite además de la detección de la posición en la dirección de marcha también una detección de la posición en la dirección transversal respecto a la dirección de marcha. Esta puede ser deseable, por ejemplo, para la compensación automática de deformaciones por flexión relacionadas con cambios de temperatura o de cargas. Además, los elementos de exploración necesarios, preferentemente barreras de luz, son susceptibles a desajustes y a la suciedad, por lo que requieren un mantenimiento intenso. Esto es especialmente importante en sistemas con una multitud de elementos de exploración dispuestos uno al lado del otro.

40 Otro inconveniente de los sistemas indicados está en que no es posible sin más una detección de la posición cuando el vehículo está parado. Aquellos sistemas que trabajan con procedimientos con luz transmitida son además costosos desde el punto de vista mecánico y son susceptibles a deformaciones del soporte de código. Algunos de los sistemas arriba indicados son además muy sensibles a cambios de la orientación de los soportes de código respecto al lector de códigos.

45 Otro requisito y objetivo básico en sistemas de este tipo para la detección de la posición está en proporcionar la información acerca de la posición también con precisión cuando las vías en las que se mueven los vehículos a vigilar presentan curvas.

50 En el documento DE 10 2004 018 404 A1 está descrito un dispositivo con una cámara que es móvil respecto a una regla graduada de posición formada por marcadores. Una posición del dispositivo se determina con ayuda de la situación de un marcador en la zona de detección de la cámara así como las informaciones codificadas en el marcador.

El documento EP 1 582 846 A2 se refiere a un sensor de posición óptico, que comprende una cámara y una unidad de puntería. La unidad de puntería emite luz con un dibujo estructurado, que es medido y evaluado por la cámara para determinar una situación de la unidad de puntería respecto al sensor de posición.

5 El documento DE 41 04 602 C1 describe un procedimiento para la detección de la situación de un explorador respecto a una regla graduada, en la que están fijadas marcas a una distancia constante. El explorador toma una imagen de las marcas y lee informaciones acerca de la posición codificadas en los marcadores. La imagen tomada se evalúa adicionalmente respecto a las distancias entre los marcadores para determinar así una distancia y una inclinación entre el explorador y la regla graduada.

10 El documento EP 0 722 903 A1 describe un dispositivo para el control de un ascensor en una caja de ascensor. En la caja están fijadas pistas que portan códigos, de los que toma imágenes una cámara dispuesta en el ascensor, evaluándolas a continuación. A partir de imágenes sucesivas se determina un desplazamiento del código, a partir del cual se calcula una posición y una velocidad del ascensor.

15 Puede considerarse un objetivo de la invención poner a disposición un procedimiento y crear un dispositivo que permitan una resolución de la posición mejorada y que permitan recorridos de desplazamiento más largos. Además, también debe ser posible una determinación fiable de la posición cuando el recorrido de desplazamiento presenta curvas. Asimismo debe indicarse un programa de ordenador adecuado.

Este objetivo se consigue en un primer aspecto de la invención mediante el procedimiento con las características de la reivindicación 1.

20 En otro aspecto de la invención, este objetivo se consigue mediante el dispositivo con las características de la reivindicación 11.

Finalmente, el objetivo se consigue mediante el programa de ordenador con las características de la reivindicación 12 y el producto de programa de ordenador con las características de la reivindicación 13.

25 El procedimiento del tipo arriba indicado está perfeccionado de acuerdo con la invención, porque los marcadores se detectan con una cámara digital dispuesta en el vehículo y porque a partir de una posición de al menos una imagen de marcador en la zona de detección de la cámara digital y de una forma de la imagen de marcador o de las imágenes de marcadores se determina una posición relativa del vehículo respecto al marcador correspondiente o a los marcadores correspondientes con ayuda de un procesamiento de imagen.

30 El dispositivo del tipo arriba indicado está perfeccionado de acuerdo con la invención mediante una cámara digital a disponer en el vehículo para la detección de marcadores dispuestos a lo largo de una vía, en particular soportes de código o códigos de barras, y un dispositivo de cálculo, que está preparado para la determinación de una posición relativa del vehículo respecto a un marcador mediante procesamiento de imagen a partir de una posición y una forma de una imagen de marcador del marcador correspondiente en una zona de detección de la cámara digital.

Unas variantes de realización preferidas del procedimiento de acuerdo con la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

35 De acuerdo con la invención, se detectó en primer lugar que con ayuda de procedimientos de procesamiento de imagen es posible una determinación de la posición de un vehículo de una forma muy precisa, determinándose la posición o situación de un marcador determinado en una zona de detección de una cámara digital y evaluándose la misma.

40 El procedimiento de acuerdo con la invención, que es un procedimiento de luz incidente, puede suministrar en particular también una información acerca de la posición para un vehículo parado y, a diferencia de procedimientos del estado de la técnica, también es posible una determinación de la posición en una dirección transversal respecto a la dirección de marcha o movimiento.

45 Otra ventaja esencial de la invención puede verse en que las mejoras de acuerdo con la invención no se consiguen sustancialmente mediante inversiones adicionales en aparatos sino mediante un funcionamiento hábil de los componentes existentes.

Otra idea básica esencial de la invención es, además, que no solo se tiene en cuenta la situación o posición de una imagen de marcador en la zona de detección de la cámara digital sino también la forma de la imagen de marcador para la evaluación de la posición. A partir de los datos de medición determinados se extrae por consiguiente claramente más información en el procedimiento de acuerdo con la invención.

50 La evaluación de la forma de las imágenes de marcadores permite, en particular, también una determinación precisa de la orientación relativa y de la distancia de la cámara digital respecto al marcador correspondiente. A partir de estos datos puede determinarse con precisión la posición del vehículo con ayuda de cálculos geométricos elementales, cuando se conoce la geometría del vehículo y la disposición de la cámara digital en el vehículo.

- Una ventaja muy importante de la invención es, por lo tanto, que también en condiciones basculadas puede determinarse la posición correcta del vehículo o del dispositivo desplazable. Por lo tanto, las ventajas de acuerdo con la invención en conjunto se hacen especialmente efectivas en aplicaciones en las que los vehículos se desplazan en curvas pudiendo ocurrir, por consiguiente, que la cámara bascule respecto a los marcadores, en particular los códigos de barras.
- Respecto a la cámara puede recurrirse a componentes conocidos y disponibles. Pueden usarse, por ejemplo, cámaras con un chip receptor CCD o CMOS.
- También el dispositivo de cálculo puede estar formado por componentes en principio conocidos. De forma especialmente preferible se usan microcontroladores o componentes lógicos programables. En particular, pueden usarse componentes concebidos y previstos especialmente para el procesamiento de imagen.
- Como marcadores pueden usarse en principio todos los tipos de codificación y marcado que pueden representarse gráficamente, cuyas estructuras y por lo tanto las informaciones allí contenidas pueden detectarse y evaluarse con una cámara digital.
- Preferentemente se usan códigos de barras, en particular códigos de barras bidimensionales.
- Para que pueda obtenerse información acerca de la posición unívoca a partir de los marcadores es recomendable que los marcadores usados puedan distinguirse de forma unívoca mediante procesamiento de imagen por la cámara digital.
- La evaluación de la forma de las imágenes de marcadores se facilita si todos los marcadores usados presentan el mismo tamaño. En este contexto es posible facilitar el procedimiento aún más disponiéndose los marcadores en una orientación definida en la vía. Los marcadores pueden estar dispuestos, por ejemplo, con un lado largo en una dirección de extensión de la vía.
- En una variante especialmente preferida del procedimiento de acuerdo con la invención, los marcadores usados presentan un contorno externo rectangular, en particular cuadrado. Los algoritmos para calcular distancias y basculamientos pueden orientarse en este caso en los cantos de los rectángulos o cuadrados. Pueden colocarse, por ejemplo, líneas de fuga en estos cantos, que son útiles para el cálculo posterior de la posición.
- No obstante, el procedimiento de acuerdo con la invención también puede realizarse de tal modo y el programa de ordenador de acuerdo con la invención puede estar concebido de tal modo que en la evaluación no se realiza en primer lugar una identificación de los distintos marcadores. La información acerca de la posición se obtiene posteriormente contándose estructuras características detectadas, por ejemplo contándose los cantos detectados.
- En estas variantes del procedimiento, la información acerca de la posición puede ponerse a disposición de forma especialmente rápida, puesto que para detectar solo las estructuras características puede ser suficiente un número de píxeles comparativamente reducido.
- Condición previa es que se conozcan las distancias entre los marcadores. Por regla general, para ello los marcadores están dispuestos de forma equidistante unos a otros a lo largo de la vía.
- Para la detección y la evaluación de los códigos de barras con ayuda de procedimientos de procesamiento de imagen es recomendable que la distancia entre los distintos códigos de barras bidimensionales sea al menos tan grande como la estructura más pequeña que se presenta en los códigos de barras, es decir, al menos tan grande como una unidad de información mínima, en particular, al menos tan grande como un bit del código de barras bidimensional.
- En principio, para determinadas aplicaciones, por ejemplo cuando se conoce muy bien la geometría de la curva por la que se mueve el vehículo, puede ser suficiente determinar una distancia de la cámara digital de un marcador determinado en la vía. Esto puede realizarse mediante la evaluación de la forma de la imagen de marcador correspondiente, en particular mediante la evaluación del tamaño de la imagen de marcador.
- Correspondientemente, para las aplicaciones de este tipo también puede ser suficiente determinar al menos un ángulo de basculamiento de un eje óptico de la cámara digital respecto a la vía.
- La precisión de la detección de la posición se mejora si se realizan las dos medidas indicadas, es decir, si se determina una distancia de la cámara digital de la vía y, además, un ángulo de basculamiento de la cámara digital respecto a la vía.
- Independientemente de un conocimiento del curso de la curva, puede determinarse por consiguiente a partir de la distancia de la cámara digital de un marcador y del ángulo de basculamiento o de varios ángulos de basculamiento una posición real de la cámara digital encima de la vía.
- Una determinación precisa de la posición también puede conseguirse en el caso de geometrías muy complejas, si se determinan basculamientos de la cámara digital en dos direcciones independientes entre sí.

En principio puede determinarse la distancia a partir de una expansión o un recalcado de una imagen de marcador en una dirección a predetermined en comparación con la imagen del marcador correspondiente en caso de una posición normal, en particular vertical de la cámara digital a una distancia normal encima de la vía.

5 Correspondientemente, puede determinarse el ángulo de basculamiento o pueden determinarse varios ángulos de basculamiento de la cámara digital a partir de una expansión o un recalcado de una imagen de marcador en dos direcciones a predetermined en comparación con la imagen del marcador correspondiente en una posición normal, en particular vertical de la cámara digital a una distancia normal encima de la vía.

Estas etapas pueden ser sustituidas respectivamente por procesos matemáticamente equivalentes.

10 Con un esfuerzo de cálculo comparativamente reducido, estas evaluaciones pueden realizarse en un ejemplo de realización especialmente preferido, en el que se usan como marcadores códigos de barras rectangulares o cuadrados. La distancia se determina a partir de una longitud de un lado corto de una imagen de marcador basándose en una longitud real conocida del lado corto del marcador correspondiente.

15 Un ángulo de basculamiento puede calcularse correspondientemente a partir de una longitud de una imagen de marcador en la dirección de extensión de la vía y de la distancia de la cámara digital del marcador correspondiente basándose en una longitud real conocida del marcador correspondiente en la dirección de extensión de la vía.

Una determinación de la posición con el procedimiento aquí descrito en principio también es posible en dos dimensiones, es decir, puede realizarse una detección de la posición del vehículo en la dirección X y en la dirección Y. Para ello, los marcadores, es decir, por ejemplo los códigos de barras bidimensionales, pueden estar dispuestos en varias filas a lo largo de la vía.

20 En principio puede ser suficiente determinar a partir de las imágenes de marcadores detectadas en la zona de detección de la cámara digital respectivamente la posición relativa del vehículo respecto al marcador correspondiente. En una variante del procedimiento de acuerdo con la invención puede determinarse adicionalmente a partir de la posición relativa respecto a un marcador determinado y una posición absoluta conocida de este marcador una posición absoluta del vehículo, por ejemplo respecto a un punto determinado en una nave de fabricación. La posición absoluta puede emitirse directamente y puede transmitirse por ejemplo mediante un controlador lógico programable a otros componentes.

Las etapas de cálculo y de evaluación del procedimiento de acuerdo con la invención se realizan preferentemente en el dispositivo de cálculo como programa de ordenador.

30 De forma en principio conocida, este programa de ordenador puede estar almacenado en un soporte de datos legible por ordenador, en particular en una ROM de un microcontrolador o de un componente lógico programable.

A continuación, se describirán otras ventajas y características de la invención haciéndose referencia a las Figuras esquemáticas adjuntas. Aquí muestran:

La Figura 1 una vista esquemática de un vehículo con un dispositivo de acuerdo con la invención dispuesto en el mismo en una vía que presenta una curva;  
 35 Las Figuras 2 y 3 una vista esquemática de la situación geométrica de cámaras digitales que están basculadas respecto a la vía; y  
 Las Figuras 4 y 5 respectivamente una vista esquemática de las condiciones geométricas para distintas etapas de cálculo en la evaluación de las imágenes de marcadores.

40 Los componentes equivalentes están provistos de los mismos signos de referencia en todas las Figuras.

Un ejemplo de realización de un dispositivo 100 de acuerdo con la invención está representado de forma esquemática en la Figura 1. El dispositivo 100 de acuerdo con la invención allí mostrado presenta como componentes esenciales una cámara digital 30 unida mediante un brazo 16 de forma rígida a un vehículo 10 y un dispositivo de cálculo 40. En variantes especiales, el dispositivo de cálculo 40 también puede estar integrado en la cámara digital 30.

El vehículo 10, que puede ser por ejemplo un ferrocarril suspendido monocarril, se mueve en rodillos aquí no mostrados en un soporte 14 que define una vía 12. En un lado exterior 15 del soporte 14 están dispuestos una multitud de marcadores 20, que no pueden verse en esta representación, tratándose de códigos de barras bidimensionales, que están dispuestos respectivamente a distancias constantes.

50 La cámara digital 30 está posicionada de tal modo que queda dispuesto respectivamente al menos un marcador 20 en la zona de detección 32 de la cámara digital 30. Una idea básica esencial de la invención es evaluar la información óptica registrada por la cámara digital 30 en su zona de detección 32, véase la Figura 2, en el marco de un procesamiento de imagen. En particular, se evalúan de acuerdo con la invención las posiciones de las imágenes de marcadores en la zona de detección 32. Una particularidad de acuerdo con la invención, que es especialmente eficaz en la situación mostrada en la Figura 1, cuando el vehículo 10 se mueve en una zona de curva 17, es que

además de la situación o posición de las imágenes de marcadores en la zona de detección 32 de la cámara digital 30 también se tiene en cuenta y se evalúa la forma de las imágenes de marcadores.

5 A partir de la situación y forma de las imágenes de marcadores puede calcularse a continuación la posición relativa y la orientación de la cámara digital 30 respecto al marcador correspondiente, por lo que gracias a ello puede calcularse el posicionamiento preciso del vehículo 10 respecto a la vía 12.

En el dispositivo de cálculo 40 previsto de acuerdo con la invención se ejecuta el programa de ordenador de acuerdo con la invención. Un producto de programa de ordenador en el sentido de la invención puede ser en particular el dispositivo de cálculo 40 propiamente dicho con una memoria ROM correspondiente.

10 Vistas parciales esquemáticas de esta situación base se ven además en las Figuras 2 y 3, donde está representada respectivamente la cámara en una posición no basculada, signo de referencia 31 y en una posición basculada, signo de referencia 30. El ángulo de basculamiento en la Figura 2 y 3 es respectivamente el mismo. Allí se muestran además los marcadores 20 en la vía 12. Típicamente, los marcadores están pegados como cinta de códigos 19 en la vía 12. En las Figuras 2 y 3 se muestra además esquemáticamente una zona de detección 32 de la cámara digital 30 basculada, quedando un marcador 22 completamente en esta zona de detección 32 y siendo detectados los marcadores 21, 23 adyacentes respectivamente por mitades por la zona de detección 32.

15 La situación de una cámara basculada respecto a la vía 12, también puede producirse cuando la cámara no puede montarse ortogonalmente respecto a la vía por razones técnicas o cuando es recomendable por otras razones elegir un modo de montaje basculado.

20 En la situación representada en la Figura 2, un eje de giro 52 imaginario se encuentra en un extremo posterior de la cámara digital 30, mientras que en la Figura 3 se gira alrededor de un eje de giro 54 imaginario en el extremo delantero, es decir, en la zona de la lente de la cámara digital 30.

La situación de los ejes cartesianos para las Figuras 2 y 3 se indica en un sistema de coordenadas 90.

25 Una idea esencial de la invención es que, con una distancia conocida del punto de giro, que en las Figuras 2 y 3 está representado como eje de giro 52 o eje de giro 54, de la vía 12, es decir de la superficie de lectura, se calcula a partir de una imagen captada por la cámara digital 30 una posición del punto de giro proyectado en la dirección perpendicular respecto a la vía.

En la Figura 3, el signo de referencia 60 se refiere a un eje óptico de la cámara 30 y el punto de incidencia de este eje óptico 60 en la vía 12 entre los marcadores 24 y 25 corresponde sustancialmente a la posición que se obtendría si no se podría determinar el basculamiento y se calcularía sobre esta base la proyección perpendicular en la vía 12.

30 Mediante cálculo retroactivo según el procedimiento de acuerdo con la invención se obtiene la posición del punto de giro ortogonalmente encima de la vía 12, que corresponde al punto de paso de un eje óptico 61 de la cámara 31 no basculada. Como puede verse en la Figura 3, este punto de paso está situado entre los marcadores 25 y 26.

35 De esta manera puede determinarse una posición del vehículo 10 prácticamente de forma independiente de la disposición concreta de la cámara digital 30 en el vehículo 10. Lo único que importa es que se conozca la geometría concreta de la disposición de la cámara digital 30 en el vehículo 10 y que puedan ponerse a disposición correspondientemente como parámetros a la unidad de cálculo 40. A partir de ello, para la aplicación resulta la ventaja importante de un ajuste considerablemente simplificado de la cámara. Además, un basculamiento de la cámara que se produce durante el funcionamiento no conlleva un cambio de la posición. Son posibles, por ejemplo, variantes del procedimiento en las que la distancia del punto de giro de la vía 12 o de la cinta de códigos 19 es el único parámetro a ajustar.

En una variante del procedimiento de acuerdo con la invención se registra en primer lugar una distancia del centro de la imagen de la cinta de códigos 19, es decir, del plano en el que están dispuestos los marcadores 20, basándose en la imagen tomada por la cámara digital 30.

45 Debido al teorema de Tales, el tamaño de una imagen de marcador es inversamente proporcional a la distancia del marcador correspondiente.

La condición previa esencial para ello es que los códigos de barras bidimensionales tengan el mismo tamaño en todos los sitios y que además estén normalizados.

50 Respecto a las Figuras 4 y 5 se explicarán a continuación distintas etapas de cálculo matemático para calcular la desviación de la posición. Las etapas están representadas en las Figuras 4 y 5 para un basculamiento de la cámara digital 30 alrededor del eje Y. Esto puede generalizarse en principio para todos los demás ejes. La situación de las direcciones especiales para las Figuras 4 y 5 es la misma que en las Figuras 2 y 3.

Además de las condiciones geométricas, la Figura 4 muestra también en una vista esquemática un código de barras 27 bidimensional así como una imagen 28 distorsionada de este código de barras, como es detectada en la situación de la cámara digital 30 mostrada en la Figura 4 por el basculamiento, que en la Figura 4 está identificado con un

ángulo  $\beta$ .

5 En la variante aquí descrita del procedimiento se calcula en primer lugar a partir del tamaño de la imagen de marcador una distancia E del canto delantero de la cámara digital 30. Además, se determina también a partir del tamaño de la imagen de marcador una anchura  $\delta$  del código de barras 28 representado. Está dada la anchura original  $\epsilon$  del código de barras 27 correspondiente. Esta corresponde sustancialmente a una longitud de canto del código de barras 27.

10 Usándose la distancia E obtenida a partir del tamaño de la imagen de la cinta de códigos 19 desde el punto de intersección óptico de los rayos delante de la lente de la cámara digital 30, la anchura  $\delta$  del código de barras representado también obtenido a partir del tamaño de la imagen y la anchura original  $\epsilon$  de un código de barras se calculan a continuación las siguientes magnitudes, usándose funciones geométricas y trigonométricas elementales:

15	$\gamma = \arctan (E/\delta)$ $\gamma' = 90^\circ - \gamma$ $v = 180^\circ - \gamma$ $\varphi = \arcsen (\delta/\epsilon * \text{sen}(v))$ $\theta = 90^\circ - \varphi$ $\theta' = \theta - \gamma'$ $\beta = 90^\circ - \theta'$	Véanse las Figuras 4 y 5 Véanse las Figuras 4 y 5
----	--	--

20 A partir de ello puede determinarse a continuación la magnitud  $X'$ , que corresponde a la distancia del centro del campo visual en la cinta de códigos 19 hasta el punto de intersección óptico de rayos mostrado en la Figura 4, directamente delante de la lente de la cámara 30. No obstante, realmente hay interés en la magnitud X representada en la Figura 5, es decir, el offset de posición entre la perpendicular trazada desde el punto de giro 52 de la cámara digital 30 a la cinta de códigos 19 y el canto delantero del código de barras 27. Este offset de posición X se obtiene usándose una distancia D predeterminada por un usuario del punto de giro 52 de la cinta de códigos 19 como sigue:

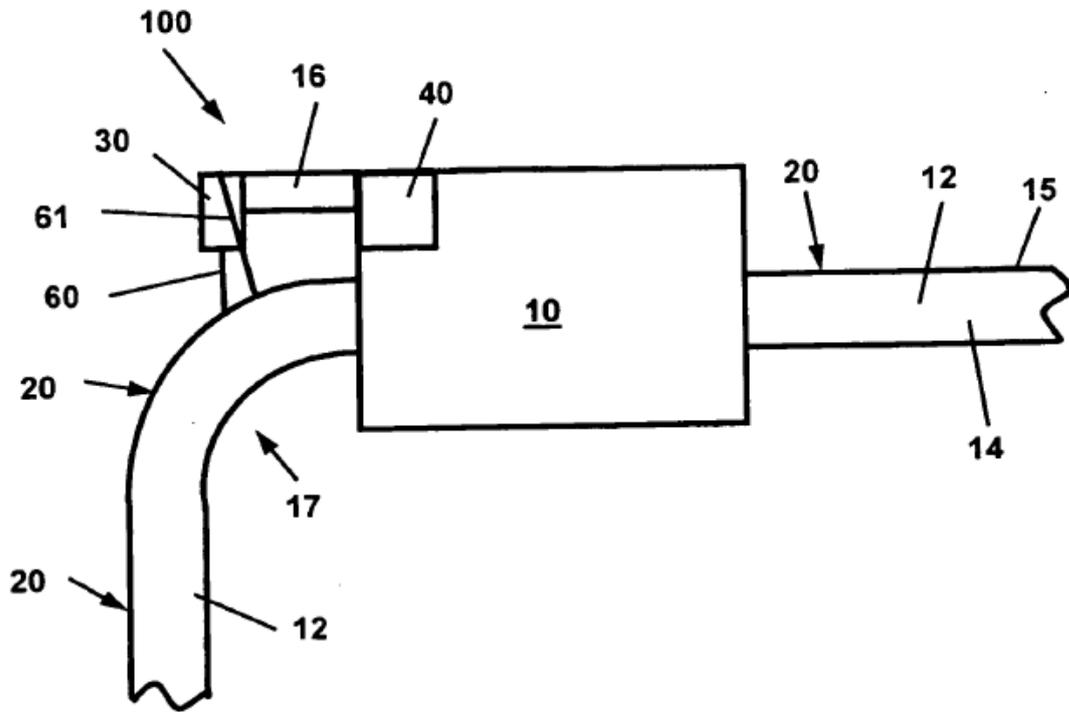
$$X = D/\tan (\beta).$$

25 Por consiguiente, la invención está basada en que puede calcularse la distancia X basándose el cálculo en la distancia E y un ángulo de basculamiento  $\beta$ , como está representado anteriormente. En el caso de la Figura 5, el punto de giro 52 de la cámara digital 30 está dispuesto en el extremo de la carcasa de la cámara. No obstante, en principio el punto de giro también puede estar dispuesto en otro lugar de la cámara digital 30 o completamente en el exterior de la carcasa de la cámara. El cálculo arriba detalladamente representado para esta variante del procedimiento requiere sustancialmente cálculos trigonométricos elementales. El offset de posición X se suma ahora a la posición leída del centro de la imagen, de lo que resulta, según lo deseado, una posición real del punto de giro 52 ortogonalmente encima de la cinta de códigos 19.

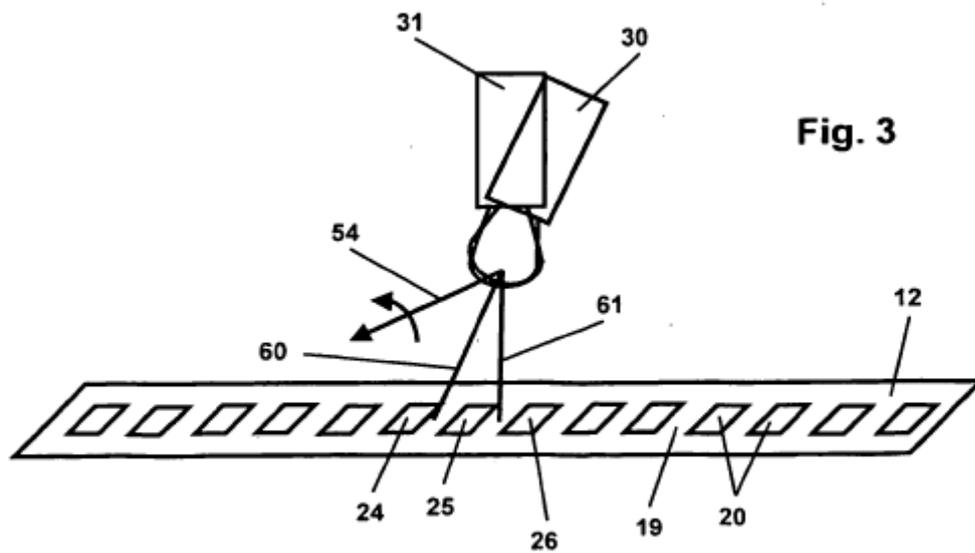
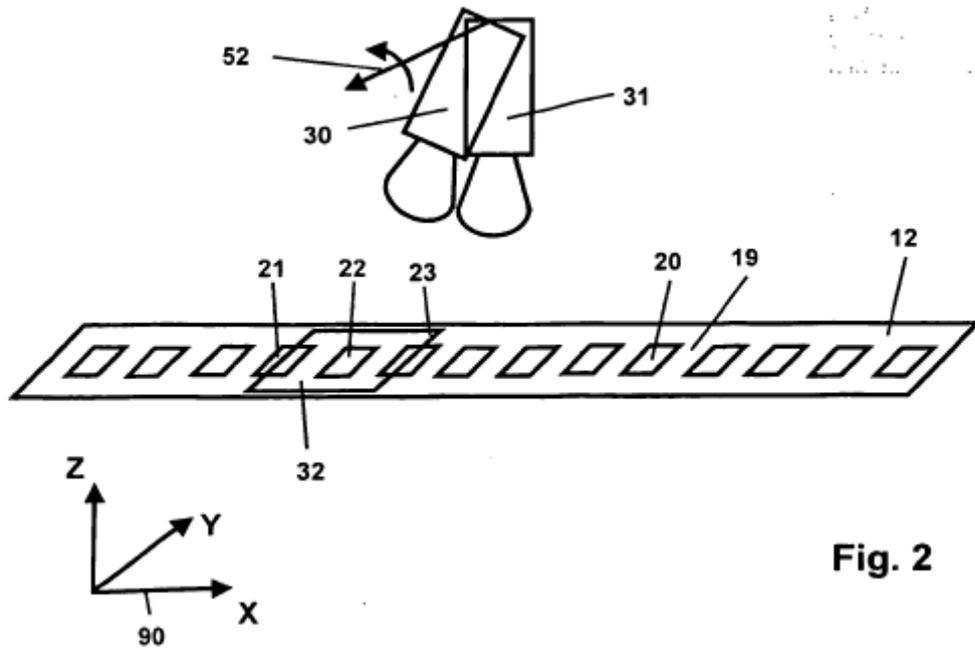
35 Con la presente invención se indican un nuevo procedimiento y un nuevo dispositivo para la determinación de la posición en vehículos, con los que son posibles recorridos de desplazamiento claramente más largos, además de poderse detectar la posición con precisión también en curvas. La precisión de posicionamiento para vehículos queda por lo tanto mejorada además de poderse linealizar la información acerca de la posición emitida.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la determinación de la posición de un vehículo que se mueve a lo largo de una vía (12), estando dispuestos a lo largo de la vía (12) marcadores (20), en particular soportes de código o códigos de barras, que son detectados con una cámara digital (30) dispuesta en el vehículo (10), **caracterizado porque** a partir de una posición de al menos una imagen de marcador en la zona de detección (32) de la cámara digital (30) y de una forma de la imagen de marcador o de las imágenes de marcadores se determina una posición relativa del vehículo (10) respecto al marcador (21, 22, 23) correspondiente o a los marcadores (21, 22, 23) correspondientes con ayuda de procesamiento de imagen, **porque** se determina al menos un ángulo de basculamiento ( $\beta$ ) de un eje óptico (60, 61) de la cámara digital (30) respecto a la vía (12) y **porque** a partir de la distancia (E) de la cámara digital (30) de un marcador (21, 22, 23) y del ángulo de basculamiento ( $\beta$ ) o de los ángulos de basculamiento se determina una posición real de la cámara digital (30) encima de la vía (12).
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** mediante la evaluación de la forma, en particular del tamaño, de una imagen de marcador se determina una distancia (E) de la cámara digital (30) del marcador (21, 22, 23) correspondiente en la vía (12).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** los basculamientos de la cámara digital (30) se determinan en dos direcciones independientes una de otra.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la distancia (E) se determina a partir de una longitud de un lado corto de una imagen de marcador basándose en una longitud real conocida del lado corto del marcador (21, 22, 23) correspondiente.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se determina un ángulo de basculamiento ( $\beta$ ) a partir de una longitud ( $\delta$ ) de una imagen de marcador en la dirección de extensión de la vía (12) y la distancia (E) de la cámara digital (30) del marcador (21, 22, 23) correspondiente basándose en una longitud ( $\epsilon$ ) real conocida del marcador (21, 22, 23) correspondiente en la dirección de extensión de la vía (12).
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** como marcadores (20) se utilizan códigos de barras bidimensionales.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** los marcadores (20) utilizados pueden distinguirse de forma unívoca uno de otro mediante procesamiento de imagen.
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** los marcadores (20) se disponen en una orientación definida en la vía (12).
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** los marcadores (20) utilizados presentan un contorno externo rectangular, en particular cuadrado.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** a partir de las posiciones relativas determinadas para el vehículo (10) respecto a distintos marcadores (20) se determinan posiciones absolutas del vehículo (10) respecto al entorno basándose en posiciones conocidas de estos marcadores (21, 22, 23) respecto al entorno.
11. Dispositivo para la determinación de la posición de un vehículo que es móvil a lo largo de una vía (12), en particular para la realización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, con una cámara digital (30) a disponer en el vehículo (10) para la detección de marcadores (20) dispuestos a lo largo de la vía (12), en particular soportes de código o códigos de barras, **caracterizado por** un dispositivo de cálculo (40) que está preparado para la determinación de una posición relativa del vehículo (10) respecto a un marcador (21, 22, 23) mediante procesamiento de imagen a partir de una posición y una forma de una imagen de marcador del marcador (21, 22, 23) correspondiente en una zona de detección (32) de la cámara digital (30), para la determinación de al menos un ángulo de basculamiento ( $\beta$ ) de un eje óptico (60, 61) de la cámara digital (30) respecto a la vía (12) y para la determinación de una posición real de la cámara digital (30) encima de la vía (12) a partir de la distancia (E) de la cámara digital (30) de un marcador (21, 22, 23) y el ángulo de basculamiento ( $\beta$ ) o los ángulos de basculamiento.
12. Programa de ordenador con medios de código de programa para realizar las etapas de cálculo y evaluación de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, cuando el programa de ordenador se ejecuta en un ordenador unido de forma funcional a la cámara digital (30), en particular el dispositivo de cálculo (40) de acuerdo con la reivindicación 11.
13. Producto de programa de ordenador con medios de código de programa que están almacenados en un soporte de datos legible en un ordenador, para realizar las etapas de cálculo y evaluación de un procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, cuando el programa de ordenador se ejecuta en un ordenador unido de forma funcional a la cámara digital (30), en particular el dispositivo de cálculo (40) de acuerdo con la reivindicación 11.



**Fig. 1**



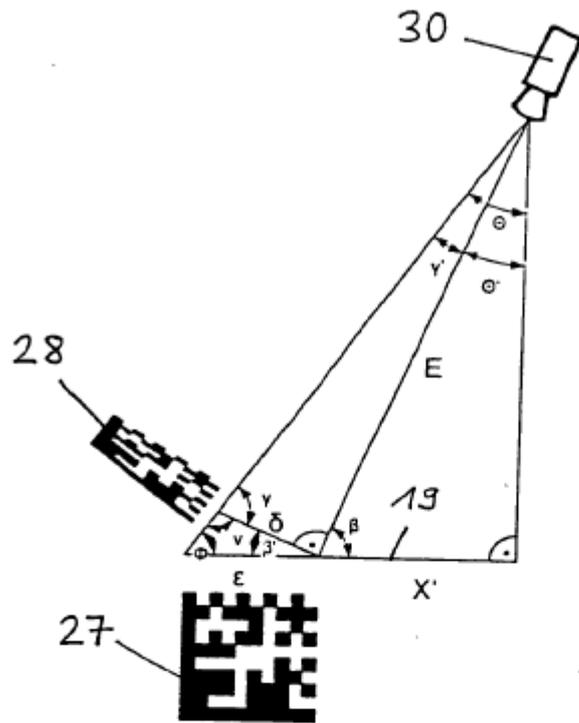


Fig. 4

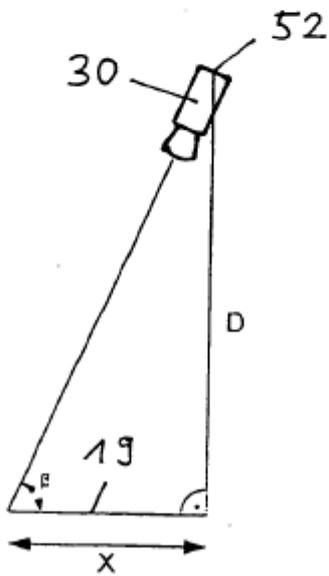


Fig. 5