

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 821 104**

21 Número de solicitud: 201930936

51 Int. Cl.:

B62D 65/02 (2006.01)

G01B 7/14 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

23.10.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.04.2021

Fecha de concesión:

16.08.2021

45 Fecha de publicación de la concesión:

23.08.2021

73 Titular/es:

EINES SYSTEMS, S.L. (100.0%)
Avda. Henry Ford, 19, Pol.Ind. Juan Carlos I
46440 ALMUSSAFES (Valencia) ES

72 Inventor/es:

BELDA PLA, Jesús;
BROTO RUIZ, Jorge;
ARRIBAS LOZANO, José y
ESTEVE CUBEL, María José

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **MÉTODO DE MEDICIÓN DE ENRASE Y SEPARACIÓN DE PARTES DE UN VEHÍCULO Y TÚNEL DE MEDICIÓN**

57 Resumen:

Método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo y túnel de medición.

Se divulga un método que es capaz de medir el enrase y la separación de partes de un vehículo mediante un túnel de medición. El método es capaz de determinar las coordenadas en 3D de los extremos o bordes de dos partes adyacentes de un vehículo. El túnel de medición (1) comprende varias cámaras de video (2), luces LED (22), un transportador (8), un codificador de posición (9) que mide el desplazamiento del vehículo (7); una estación total (11) que mide unos puntos fijos de la estructura del túnel de medición (12), un tablero de calibración (3) y un patrón de calibración (4); unos medios de procesamiento y almacenamiento (10) que almacenan imágenes tomadas por las cámaras de video, unos archivos de diseño asistido por computadora de los vehículos y un algoritmo de reconocimiento de extremos.

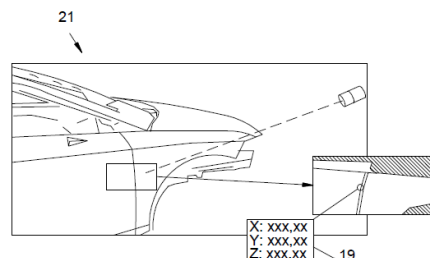


FIG. 11

ES 2 821 104 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

MÉTODO DE MEDICIÓN DE ENRASE Y SEPARACIÓN DE PARTES DE UN VEHÍCULO Y TÚNEL DE MEDICIÓN

Objeto de la invención

5 El objeto de la invención es un método de medición del enrase y la separación de partes de un vehículo y un túnel de medición dotado de los medios necesarios para llevar a cabo la medición del enrase y la separación de partes de un vehículo.

Mediante el método de la presente invención se trata de automatizar el proceso de medición del enrase y la separación que presentan las diferentes partes de un
10 vehículo respecto de las que les rodean. Por ejemplo, una puerta de un vehículo tiene un borde perimetral que tiene que estar enrasado con las partes del vehículo que rodean a la puerta como pueden ser otras puertas, aletas, etc. Además, la puerta tiene que tener una separación concreta dentro de unos márgenes muy estrechos para que
15 el movimiento de apertura y cierre de la puerta sea correcto.

Campo Técnico de la Invención

El campo técnico al que pertenece la presente invención es el campo de los
20 dispositivos y métodos de medición aplicados a las superficies de un vehículo sin contacto con el mismo.

Antecedentes de la Invención

25 Actualmente, los sistemas de medición de “Enrase y Separación” conocidos en inglés como “Flush & Gap” son sistemas automáticos que suelen utilizar Robots con un sensor 3D embarcado para realizar las mediciones (sobre todo en montaje final). Existen sistemas con sensores fijos, pero no tienen la precisión suficiente. También existen sistemas manuales donde un operario con un dispositivo portátil va
30 posicionando el medidor sobre los puntos de la carrocería del vehículo que se desea medir realizando movimientos oscilatorios para medir el enrasado.

Los sistemas donde intervienen operarios son lentos ya que un mismo operario se debe de trasladar a uno y otro lado del vehículo y además posicionar el dispositivo
35 medidor sobre la carrocería puede afectar a la pintura del vehículo.

En cuanto a los sistemas de medición basados en robots, estos sistemas presentan los inconvenientes tales como: son costosos de instalar por el alto coste de los robots, las seguridades, etc.; difíciles de configurar para usuarios no expertos en robots como
5 suelen ser los operarios de montaje final; alto coste de mantenimiento; poco flexibles a cambios, ya que al añadir o eliminar nuevos puntos, hay que reprogramar los robots; número de secciones a medir acotadas, es decir, hay un número máximo de secciones posibles, ya que hay una fuerte dependencia de la velocidad de los robots, los cuales tienen un límite físico.

10 Sería deseable, por tanto, encontrar una solución completamente automatizada al problema de calcular la distancia y el enrase de las partes que componen un vehículo.

Descripción de la Invención

15 La presente invención divulga un método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo y un túnel de medición de enrase y separación de partes de un vehículo.

20 En un primer aspecto de la invención se divulga el túnel de medición de enrase y separación de partes de un vehículo. El túnel de medición comprende: cámaras de video para tomar imágenes de un vehículo; un transportador que desplaza linealmente el vehículo y atraviesa longitudinalmente el túnel de medición; un codificador de posición que mide el desplazamiento del vehículo; una estación total que mide unos
25 puntos fijos de la estructura del túnel de medición en 3D con precisión; un tablero de calibración sobre el que se sitúa un patrón de calibración; al menos dos luces sincronizadas con las cámaras de vídeo; y, unos medios de procesamiento y almacenamiento que almacenan al menos unas imágenes tomadas por las cámaras de video, unos archivos de Diseño Asistido por Computadora – CAD - de los vehículos
30 y un algoritmo de reconocimiento de extremos. Además, los medios de procesamiento y almacenamiento están conectados a las luces, a las cámaras de video, al transportador y al codificador de posición. Finalmente, los medios de procesamiento y almacenamiento están adaptados para ejecutar los pasos del método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo que se definen posteriormente en el
35 segundo aspecto de la invención.

Puntualizar que el codificador de posición o “encoder” es un generador de pulsos, el cual se conecta al eje de un motor que mueve el transportador y genera pulsos mientras el motor va girando. En la presente invención, el codificador de posición sirve para medir el avance del vehículo a lo largo del transporte ya que los pulsos se traducen en medida de longitud.

En una forma de realización del túnel de medición, el patrón de calibración está formado por cuadrados dispuestos al tresbolillo. Adicionalmente, el patrón de calibración comprende un código datamatrix y una marca fiducial. El código datamatrix y la marca fiducial contienen información relativa al patrón de calibración como numero de filas y columnas, situación del cuadrado central, tamaño de los cuadrados, colores de los cuadrados, etc. De forma preferida, los cuadrados son blancos y negros porque tienen mejor contraste al tener que determinar sus puntos de unión.

En otra forma de realización del túnel de medición, el túnel de medición adicionalmente comprende una estructura soporte en forma de “U” invertida y una estructura soporte frontal para sustentar las luces, las cámaras de visión en el interior del túnel de medición. Estos soportes para las luces y las cámaras de video tienen la ventaja de situar las cámaras de video de tal forma que se puede realizar un escaneo completo del vehículo que se encuentre en el interior del túnel de medición.

En otra forma de realización del túnel de medición, las luces tienen una longitud mínima de 400mm. Adicionalmente u opcionalmente, las luces tienen tecnología LED.

En un segundo aspecto de la invención se divulga el método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo asociado al túnel de medición del primer aspecto de la invención. El método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo comprende los siguientes pasos:

- calibrar las cámaras de video comprendidas en el túnel de medición calculando los parámetros intrínsecos y los parámetros extrínsecos de las cámaras de video;
- construir un sistema de referencia común –SCE- para el túnel de medición y referenciar las cámaras de video al sistema de referencia común –SCE-;
- calcular unas coordenadas 3D por estereovisión de al menos cuatro puntos de referencia del vehículo en base al sistema de referencia común –SCE- obteniéndose las coordenadas X,Y,Z de cada punto de referencia;

- calcular las coordenadas X,Y,Z de cada punto de referencia en base a un sistema de referencia vehículo –SCV- a partir de un archivo de Diseño Asistido por Computadora – CAD - con las medidas del vehículo en 3-dimensiones;
 - lanzar unos disparos, sincronizados con las cámaras de video, de al menos dos luces que generan reflejo de luz en unas partes del vehículo y ausencia de reflejo de luz en una separación entre las partes del vehículo de tal forma que la ausencia de reflejo de luz queda confinada entre unos extremos que sí generan reflejo de luz;
 - tomar al menos dos imágenes sincronizadas 2D de las partes del vehículo con ausencia de reflejo mediante las cámaras de video, donde un identificador -ID- de cada imagen sincronizada 2D queda asociado con la posición espacial del vehículo respecto del túnel de medición, y aplicar un algoritmo de reconocimiento de extremos que calcula las coordenadas X,Y de cada extremo así como del identificador -ID- en base al sistema de referencia común –SCE-;
 - combinar las imágenes sincronizadas 2D en imágenes 3D donde los extremos en las imágenes 3D tienen coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia común–SCE-;
 - calcular las coordenadas X,Y,Z de los extremos en las imágenes 3D referenciadas al sistema de referencia vehículo –SCV- mediante la relación:
- $$SCV = Inversa (MR) \times SCE$$
- donde SCV es una matriz que define las coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia vehículo –SCV-; SCE es una matriz que define las coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia común –SCE- y MR es la matriz de relación entre ambos sistemas de referencia y que define la traslación, rotación y escala necesarios para pasar de un sistema a otro de referencia;
- calcular un enrase y una separación de las partes del vehículo como la distancia de separación entre los extremos en coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia vehículo –SCV-.

Como ejemplo de lo anterior, si se desea medir la distancia de la puerta delantera de un vehículo a la correspondiente aleta del vehículo, hay una “sección” (recta) determinada por el último punto de la puerta que genera reflejo de luz al ser iluminada por las luces, que será un extremo de la sección, y por el último punto de la aleta que genera reflejo de luz al ser iluminada por las luces, que será el otro extremo de la

sección. La parte entre los extremos no genera reflejo de luz y representa la distancia en 3-dimensiones (enrase y separación) entre las partes (puerta y aleta) del vehículo.

El proceso de calibración de las cámaras de video descrito en el paso de calibración de las cámaras de video conlleva el cálculo de los parámetros intrínsecos y extrínsecos. Para calcular los parámetros intrínsecos se llevan a cabo los siguientes sub-pasos:

- tomar al menos dos imágenes del tablero de calibración que comprenda al menos el código datamatrix y la marca fiducial;
- decodificar el código datamatrix para obtener el tamaño del cuadrado, el número de filas y el número de columnas del tablero de calibración;
- determinar el cuadrado central del tablero de calibración en base al código datamatrix;
- calcular todas las uniones de los cuadrados partiendo del cuadrado central;
- calcular el Centro Óptico, la distancia focal, al menos seis parámetros de distorsión Radial (K1-K6) y al menos dos parámetros de distorsión tangencial (P1, P2) en base a las uniones de los cuadrados, el tamaño de la óptica comprendida en las cámaras de video y el tamaño de celda del CCD de la cámara de video.

Por otro lado, para calcular los parámetros extrínsecos, el método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo comprende los siguientes sub-pasos:

- situar el tablero de calibración dentro del túnel de medición en una posición donde sea visible por al menos una cámara de video;
- realizar una medición del tablero de calibración mediante la estación total, para lo cual:
 - medir cuatro puntos fijos sobre la estructura del túnel de medición mediante la estación total;
 - estacionar iterativamente la estación total obteniendo el sistema de referencia común – SCE - con respecto a un transportador de vehículos por el interior del túnel de inspección;
 - medir con la estación total en el sistema de referencia común – SCE - al menos doce puntos auxiliares ubicados sobre el tablero de calibración;
- calcular la relación entre el sistema de referencia común – SCE - y el tablero de calibración utilizando transformación y estimación de rígidos;

- guardar al menos una imagen del tablero de calibración por cada cámara de video;
- calcular un sistema de coordenadas local de cada cámara de video y calcular la transformación del sistema de coordenadas local al sistema de referencia común -SCE- .

Una vez calibradas las cámaras de video y construido el sistema de referencia común -SCE-, referenciando las cámaras de video al sistema de referencia común -SCE-, se aplica el siguiente paso consistente en calcular las coordenadas 3D por estereovisión de cuatro puntos de referencia de un vehículo en base al sistema de referencia común -SCE- obteniéndose las coordenadas X,Y,Z de cada punto de referencia. Para calcular las coordenadas 3D por estereovisión de los cuatro puntos de referencia de un vehículo, se llevan a cabo los siguientes pasos:

- elegir dos cámaras de video por lateral del vehículo que tengan acceso visual a los cuatro puntos de referencia que van a ser medidos;
- elegir los puntos de referencia a calcular sobre el vehículo teniendo en cuenta el desplazamiento sincronizado del vehículo sobre el transportador respecto del túnel de medición.

Opcional y adicionalmente a los dos pasos anteriores, se pueden generar patrones de reconocimiento para el reconocimiento de posteriores vehículos iguales mediante un algoritmo de búsqueda vectorial por contraste.

Breve descripción de las Figuras

La figura 1 muestra el túnel de medición de enrase y separación de partes de un vehículo y un vehículo en su interior.

La figura 2 muestra el túnel de medición de la presente invención en donde se ha situado interiormente el tablero de calibración.

La figura 3 muestra el patrón de calibración que porta el tablero de calibración.

La figura 4 muestra la estación total tomando coordenadas 3D de cuatro puntos fijos del túnel de medición.

La figura 5 muestra el cálculo de cuatro puntos de referencia del vehículo mediante las cámaras de video.

La figura 6 muestra un vehículo en perspectiva donde se indican cuatro puntos de referencia.

La figura 7 muestra el sistema de referencia común SCE y el sistema de referencia vehículo SCV.

La figura 8 muestra un vehículo sobre el que se desea medir el engrase y la distancia entre dos partes del mismo.

- 5 La figura 9 esquematiza un barrido de la superficie de dos partes de un vehículo y una discontinuidad en dicha superficie definida entre dos extremos.

La figura 10 muestra una imagen en 2D de una discontinuidad entre dos partes de un vehículo y la posición de los extremos en 2D mediante coordenadas X,Y de los extremos.

- 10 La figura 11 muestra una imagen en 3D de una discontinuidad entre dos partes de un vehículo y la posición de los extremos en 3D mediante coordenadas X,Y,Z de los extremos.

Descripción de una forma de realización

15

Lista de referencias

1. Túnel de medición;
2. Cámaras de video;
- 20 3. Tablero de calibración;
4. Patrón de calibración: 4a – código datamatrix; 4b – marca fiducial; 4c – cuadrados; 4d – cuadrado central;
5. Estructura soporte “U” invertida para las cámaras de video;
6. Estructura soporte frontal;
- 25 7. Vehículo;
8. Transportador del vehículo;
9. Codificador de posición o “encoder”;
10. Medios de procesamiento y almacenamiento;
11. Estación total;
- 30 12. Puntos fijos de la estructura del túnel de medición;
13. Parámetros intrínsecos;
14. Parámetros extrínsecos;
15. Puntos de referencia del vehículo;
16. Sistema de referencia común –SCE–;
- 35 17. Sistema de referencia vehículo –SCV–;
18. Coordenadas 2D XY de un extremo;
19. Coordenadas 3D XYZ de un extremo;

- 20. Imágenes sincronizadas 2D para los extremos;
- 21. Imágenes 3D para los extremos;
- 22. Luces LED;
- 23. Sección a medir;
- 5 24. Extremos de una discontinuidad en una sección;
- 25. Escaneado de la superficie de vehículo;

A continuación se describe una forma de realización de la invención en relación con las figuras.

10

En la figura 1 se muestra el túnel de medición 1 de la presente invención para realizar una medición del enrase y la separación entre cualesquiera dos partes de la carrocería de un vehículo. En la figura 1 se observa el túnel de medición 1 y, en el interior del mismo, el chasis del vehículo 7 sobre el transportador 8. El transportador 8 tiene la finalidad de desplazar el vehículo 7 por el interior del túnel de medición 1. El túnel de medición 1 se compone principalmente de las cámaras de video 2 y cercanas a las mismas, las luces LED 22, todas ellas (2,22) están soportadas por la estructura soporte 5 en forma de "U" invertida y también por la estructura soporte frontal 6. Adicionalmente, el túnel de medición 1 tiene el transportador 8 de vehículos, el codificador de posición 9 y los medios de procesamiento y almacenamiento 10. Los medios de procesamiento y almacenamiento 10 son procesadores y memorias configurados para ejecutar los pasos del método descrito en la presente invención así como interconectarse con el resto de elementos que forman el túnel de medición. Por su parte, el codificador de posición 9 sirve para que el túnel de medición 1 pueda conocer en todo momento la posición del vehículo. Esto permite tomar imágenes sincronizadas como de describirá más adelante.

25

Antes de comenzar el proceso de medición de la distancia en 3D entre partes de un vehículo, es necesario calibrar las cámaras de video 2. La calibración de las cámaras de video 2 consiste en calcular los parámetros intrínsecos y extrínsecos de las cámaras de video.

30

Para calcular los parámetros intrínsecos, se sitúa un tablero de calibración 3 en el interior del túnel de medición 1 tal y como se muestra en la figura 2. Sobre la superficie del tablero de calibración 3 se sitúa el patrón de calibración 4 cuya forma se muestra en la figura 3. El patrón de calibración 4 se compone de cuadrados 4c en blanco y negro que se alternan al tresbolillo, semejante a un tablero de ajedrez. El patrón de

35

calibración 4 comprende el código datamatrix 4a y la marca fiducial 4b dispuestos en distintos cuadrados blancos. Los medios de procesamiento y almacenamiento 10 llevan a cabo los siguientes pasos para calcular los parámetros intrínsecos: toman al menos dos imágenes del tablero de calibración 3 con el patrón de calibración 4

5 mediante las cámaras de video 2; decodifican el código datamatrix 4a para obtener el tamaño del cuadrado 4c, el cuadrado central 4d, el número de filas y el número de columnas del tablero de calibración 3. Con la información anterior, los medios de procesamiento y almacenamiento 10 calculan todas las uniones de los cuadrados a partir del cuadrado central, y con las uniones de los cuadrados, el tamaño de la óptica

10 comprendida en las cámaras de video y el tamaño de celda del CCD de la cámara, calculan los parámetros intrínsecos 13 que son: el centro óptico, la distancia focal, al menos seis parámetros de distorsión Radial (K1-K6) y al menos dos parámetros de distorsión tangencial (P1, P2).

15 Respecto de los parámetros extrínsecos, además de utilizar el tablero de calibración 3, se utiliza la estación total 11 según se muestra en la figura 4. En primer lugar, se sitúa el tablero de calibración 3 dentro del túnel de medición 1 en una posición donde sea visible por al menos una cámara de video 2. A continuación, se realiza una medición del tablero de calibración 3 mediante la estación total 11. Esto implica crear el sistema

20 de referencia común – SCE – 15, para lo cual, se realizan mediciones iterativas de cuatro puntos de la estructura del túnel de medición 1 y doce puntos ubicados sobre el tablero de calibración 3 mediante la estación total 11. Es decir, los mismos cuatro puntos del túnel de medición 1 y doce puntos ubicados sobre el tablero de calibración 3 se miden desde distintas posiciones de la estación total 11 respecto del túnel de

25 medición 1. Las distintas posiciones son, de forma preferida, las posiciones que recorrería un vehículo sobre el transportador 8. Dicho de otra manera, la relación entre las mediciones tomadas de los cuatro puntos fijos 12 del túnel de medición 1 y los doce puntos ubicados sobre el tablero de calibración 3 permite crear el sistema de referencia común - SCE- 15. Una vez definido el sistema de referencia común - SCE-

30 15, hay que referenciar cada cámara de video 2 respecto del sistema de referencia común - SCE- 15 con objeto de poder determinar posteriormente las coordenadas 3D de un extremo de una parte del vehículo. Para ello, primero se calcula la relación entre el sistema de referencia común -SCE- y el tablero de calibración mediante transformación y estimación de rígidos. Posteriormente, se guarda al menos una

35 imagen del tablero de calibración 3 por cada cámara de video 2, se calcula el sistema de coordenadas local de cada cámara de video 2 y, finalmente, se calcula la

transformación del sistema de coordenadas local al sistema de referencia común -SCE-.

Una vez calibradas las cámaras de video 2 y construido el sistema de referencia común -SCE- 16, referenciando las cámaras de video al sistema de referencia común -SCE- 16, se aplica el siguiente paso consistente en calcular las coordenadas 3D por estereovisión de cuatro puntos de referencia 15 de un vehículo en base al sistema de referencia común -SCE- obteniéndose las coordenadas X,Y,Z de cada punto de referencia como se muestra en las figuras 5 y 6. Como se muestra en la figura 5, sobre cada lateral del vehículo 7, dos cámaras de video 2 toman imágenes del punto de referencia 15 y obtienen las coordenadas 3D del punto de referencia 15 respecto del sistema de referencia común - SCE - 16. Se obtiene por tanto, las coordenadas 3D de dos puntos de referencia 15, uno por cada lado del vehículo. De forma simultánea o secuencial se calculan las coordenadas 3D de otros dos puntos de referencia 15 también a ambos lados del vehículo. Se puede realizar de forma simultánea si hay cámaras de video 2 que puedan tomar imágenes de los otros dos puntos de referencia 15 o de forma secuencial desplazando el vehículo 7 mediante el transportador 8 hasta que las dos cámaras de video 2 puedan tener acceso a los otros dos puntos de referencia 15. Las coordenadas 3D de los puntos de referencia 15 tienen un factor de corrección para eliminar el desplazamiento, para la forma secuencial, que se conoce por el codificador de posición o “encoder” 9 situado en el transportador 8. Para no tener que repetir los pasos descritos para las figuras 5 y 6 para posteriores vehículos iguales a inspeccionar por el túnel de medición 1, los medios de procesamiento y almacenamiento 10 pueden generar patrones de reconocimiento mediante un algoritmo de búsqueda vectorial por contraste.

Una vez calculadas las coordenadas 3D de cuatro puntos de referencia 16 del vehículo 7 respecto del sistema de referencia común - SCE- 16 es posible establecer una correspondencia entre las coordenadas 3D de los cuatro puntos de referencia 15 del vehículo respecto del sistema de referencia común - SCE- 16 y las coordenadas 3D de esos mismos cuatro puntos de referencia 15 del vehículo respecto del sistema de referencia vehículo - SCV - 17 (figura 7), localizando los cuatro puntos de referencia en un archivo de Diseño Asistido por Computadora - CAD - que contiene las medidas/coordenadas del vehículo en 3D. Es decir, se establece correspondencia entre cada uno de los puntos de referencia 15 calculados por las cámaras de video y los mismos puntos de referencia 15 extraídos del archivo CAD.

A continuación se analiza la superficie del vehículo 7 mediante un escaneo 25 (figura 9) de la superficie para detectar las zonas de separación (o secciones) 23 que se desean medir (figura 8). Concretamente, el método de la presente invención calcula las coordenadas 3D de los extremos 24 (figura 9) de la discontinuidad que se genera entre las distintas partes adyacentes del vehículo. Para ello, se lanzan disparos de luz mediante las luces 22, las cuales están sincronizadas con las cámaras de video 2. Los disparos de luz generan reflejo de luz en las partes que componen el vehículo y oscuridad (ausencia de reflejo de luz – ver detalle ampliado figura 10) en la separación (espacio entre los extremos 24 en la figuras 9 y 10) entre dichas partes del vehículo.

Para ello, se toman varias imágenes sincronizadas 2D 20 del vehículo 7 mediante las cámaras de video (figura 10). Las imágenes 2D se dicen que están “sincronizadas” porque para cada imagen “sincronizada”, existe una relación directa entre el identificador –ID- de la imagen, la posición espacial de la cámara de video y la posición espacial del vehículo, ya que el vehículo se encuentra sobre el transportador 8 cuya relación espacial con el túnel de medición 1 se conoce a través del codificador de posición 9. Como se muestra en la figura 10, a cada imagen sincronizada 2D 20 se le aplica un algoritmo de reconocimiento de extremos con el que los medios de procesamiento y almacenamiento pueden calcular las coordenadas X,Y 18 de cada extremo 24 en base al sistema de referencia común –SCE-, asociarlo al identificador - ID – y almacenarlo para su posterior tratamiento.

Una vez se toman varias imágenes (al menos dos) sincronizadas 2D 20 de los extremos 18, se combinan las imágenes sincronizadas 2D en imágenes 3D 21 para obtener imágenes 3D donde los extremos en las imágenes 3D tienen coordenadas X,Y,Z 19 referenciadas al sistema de referencia común -SCE-. Como se trata de calcular la distancia entre dos partes del vehículo, es decir, la distancia entre los extremos 24 sobre el propio vehículo, se calcula una transformación de las coordenadas X,Y,Z de los extremos en las imágenes 3D del sistema de referencia común –SCE- al sistema de referencia vehículo –SCV- mediante la relación ecuación:

$$SCV = Inversa (MR) \times SCE$$

donde SCV es una matriz que define las coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia vehículo –SCV-, SCE es una matriz que define las coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia común –SCE-, MR es la matriz de relación que define la traslación, la rotación y la escala necesaria para pasar del sistema de referencia –SCV- al –SCE-. Con esto se obtiene las coordenadas 3D (X,Y,Z) del

extremo 19 en la pintura del vehículo 7 en una imagen en 3D referenciada al sistema de referencia vehículo –SCV-.

REIVINDICACIONES

1.- Método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo mediante túnel de medición, caracterizado por que comprende los siguientes pasos:

- 5 • calibrar unas cámaras de video comprendidas en un túnel de medición calculando unos parámetros intrínsecos y unos parámetros extrínsecos de las cámaras de video;
- construir un sistema de referencia común –SCE- para el túnel de medición y referenciar las cámaras de video al sistema de referencia común –SCE-;
- 10 • calcular unas coordenadas 3D por estereovisión de al menos cuatro puntos de referencia de un vehículo en base al sistema de referencia común –SCE- obteniéndose las coordenadas X,Y,Z de cada punto de referencia;
- calcular las coordenadas X,Y,Z de cada punto de referencia en base a un sistema de referencia vehículo –SCV- a partir de un archivo de Diseño Asistido por Computadora -CAD- con las medidas del vehículo en 3-dimensiones;
- 15 • lanzar unos disparos, sincronizados con las cámaras de video, de al menos dos luces que generan reflejo de luz en unas partes del vehículo y ausencia de reflejo de luz en una separación entre las partes del vehículo de tal forma que la ausencia de reflejo de luz queda confinada entre unos extremos que sí
- 20 generan reflejo de luz;
- tomar al menos dos imágenes sincronizadas 2D de las partes del vehículo con ausencia de reflejo mediante las cámaras de video, donde un identificador -ID- de cada imagen sincronizada 2D queda asociado con la posición espacial del vehículo respecto del túnel de medición, y aplicar un algoritmo de
- 25 reconocimiento de extremos que calcula las coordenadas X,Y de cada extremo así como del identificador -ID- en base al sistema de referencia común –SCE-;
- combinar las imágenes sincronizadas 2D en imágenes 3D donde los extremos en las imágenes 3D tienen coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia común–SCE-;
- 30 • calcular las coordenadas X,Y,Z de los extremos en las imágenes 3D referenciadas al sistema de referencia vehículo –SCV- mediante la relación:

$$SCV = Inversa (MR) \times SCE$$

donde SCV es una matriz que define las coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia vehículo –SCV-; MR es la matriz de relación y SCE es una matriz que define las coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de

35 referencia común –SCE-;

- calcular un enrase y una separación de las partes del vehículo como la distancia de separación entre los extremos en coordenadas X,Y,Z referenciadas al sistema de referencia vehículo –SCV-.

5 2.- Método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo mediante túnel de medición, según la reivindicación 1, caracterizado por que el paso de calibrar las cámaras de video adicionalmente comprende los siguientes sub-pasos para calcular los parámetros intrínsecos:

- 10 • tomar al menos dos imágenes de un tablero de calibración que comprenda al menos un código datamatrix y una marca fiducial;
- decodificar el código datamatrix para obtener un tamaño del cuadrado, un número de filas y un número de columnas del tablero de calibración;
- determinar un cuadrado central del tablero de calibración en base al código datamatrix;
- 15 • calcular todas las uniones de los cuadrados partiendo del cuadrado central;
- calcular un Centro Óptico, una distancia focal, al menos seis parámetros de distorsión Radial (K1-K6) y al menos dos parámetros de distorsión tangencial (P1, P2) en base a las uniones de los cuadrados, el tamaño de la óptica comprendida en las cámaras de video y el tamaño de celda del CCD de la
- 20 cámara.

25 3.- Método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo mediante túnel de medición, según la reivindicación 1, caracterizado por que el paso de calibrar las cámaras de video adicionalmente comprende los siguientes sub-pasos para calcular los parámetros extrínsecos:

- situar un tablero de calibración dentro del túnel de medición en una posición donde sea visible por al menos una cámara de video;
- realizar una medición del tablero de calibración mediante una estación total, para lo cual:
 - 30 ○ medir cuatro puntos fijos sobre la estructura del túnel de medición mediante la estación total;
 - estacionar iterativamente la estación total obteniendo un sistema de referencia común -SCE- con respecto a un transportador de vehículos por el interior del túnel del inspección;
 - 35 ○ medir con la estación total en el sistema de referencia común -SCE- al menos doce puntos auxiliares ubicados sobre el tablero de calibración;

- calcular la relación entre el sistema de referencia común -SCE- y el tablero de calibración utilizando transformación y estimación de rígidos;
- guardar al menos una imagen del tablero de calibración por cada cámara de video;
- 5 • calcular un sistema de coordenadas local de cada cámara de video y calcular la transformación del sistema de coordenadas local al sistema de referencia común -SCE- .

4.- Método de medición de enrase y separación de partes de un vehículo mediante
10 túnel de medición, según la reivindicación 1, caracterizado por que el paso de calcular las coordenadas 3D por estereovisión adicionalmente comprende los siguientes sub-pasos:

- elegir dos cámaras de video por lateral del vehículo que tengan acceso visual a los cuatro puntos de referencia que van a ser medidos;
- 15 • elegir los puntos de referencia a calcular sobre el vehículo teniendo en cuenta el desplazamiento sincronizado del vehículo sobre un transportador respecto del túnel de medición;
- generar patrones de reconocimiento para el reconocimiento de posteriores vehículos iguales mediante un algoritmo de búsqueda vectorial por contraste.

20 5.- Túnel de medición de enrase y separación de partes de un vehículo, donde el túnel de medición (1) está caracterizado por que comprende:

- cámaras de video (2) para tomar imágenes de un vehículo (7);
- un transportador (8) que desplaza linealmente el vehículo (7) y atraviesa
25 longitudinalmente el túnel de medición (1);
- un codificador de posición (9) que mide el desplazamiento del vehículo (7);
- una estación total (11) que mide unos puntos fijos de la estructura del túnel de medición (12);
- un tablero de calibración (3) sobre el que se sitúa un patrón de calibración (4);
- 30 • al menos dos luces (22) sincronizadas con las cámaras de video (2);
- unos medios de procesamiento y almacenamiento (10) que almacenan al menos unas imágenes tomadas por las cámaras de video, unos archivos de Diseño Asistido por Computadora – CAD - de los vehículos y un algoritmo de reconocimiento de extremos; estando conectados a las luces (22), cámaras de
35 video (2), transportador (8) y codificador de posición (9); y donde los medios de

procesamiento y almacenamiento están adaptados para ejecutar los pasos del método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

5 6.- Túnel de medición de enrase y separación de partes de un vehículo según la reivindicación 5, caracterizado por que el patrón de calibración (4) está formado por cuadrados (4c) dispuestos al tresbolillo; y donde adicionalmente comprende un código datamatrix (4a) y una marca fiducial (4b).

10 7.- Túnel de medición de enrase y separación de partes de un vehículo según la reivindicación 5, caracterizado por que el túnel de medición (1) adicionalmente comprende una estructura soporte (5) en forma de "U" invertida y una estructura soporte frontal (6) para sustentar las cámaras de visión (2) y las luces (22) en el interior del túnel de medición (1).

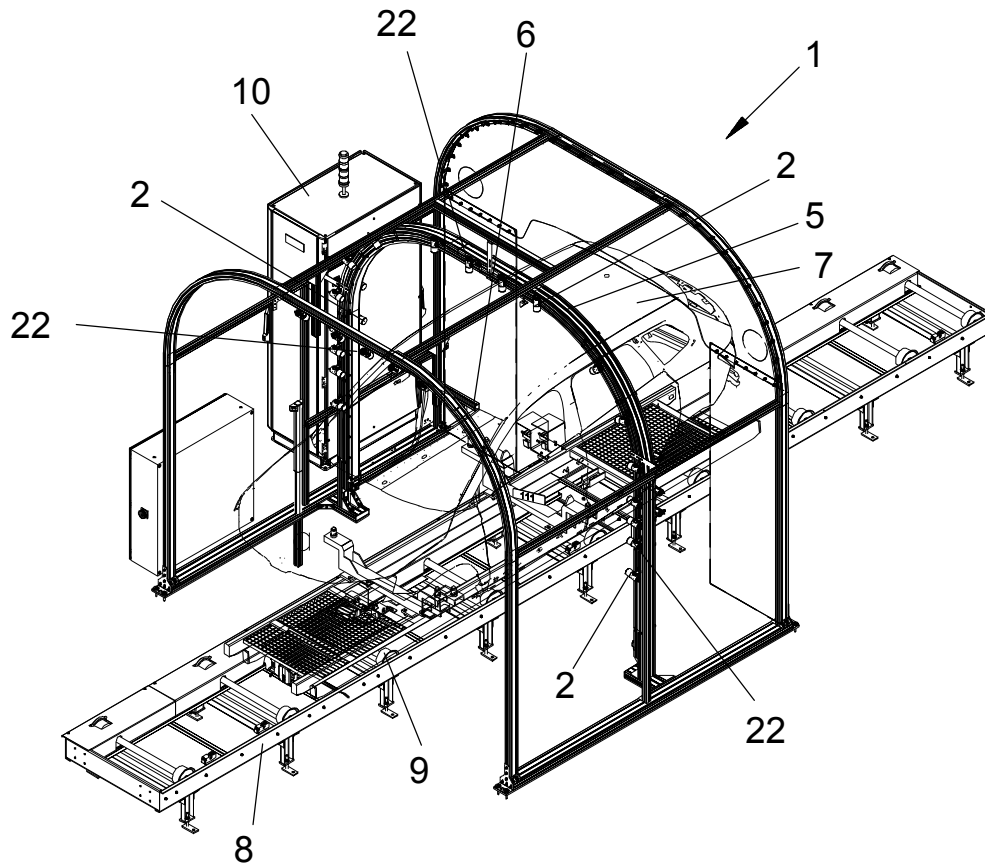


FIG. 1

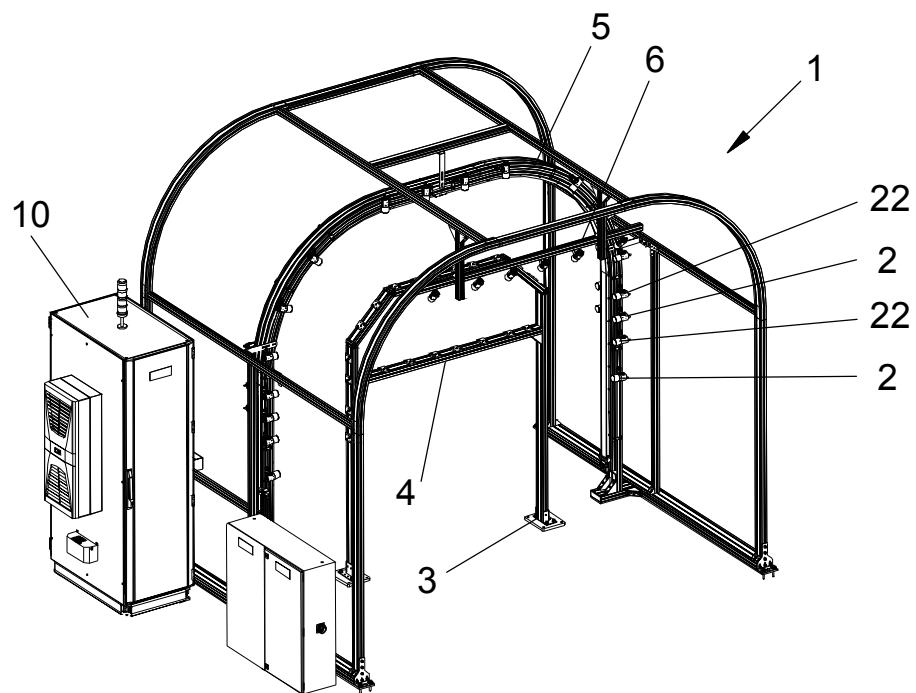


FIG. 2

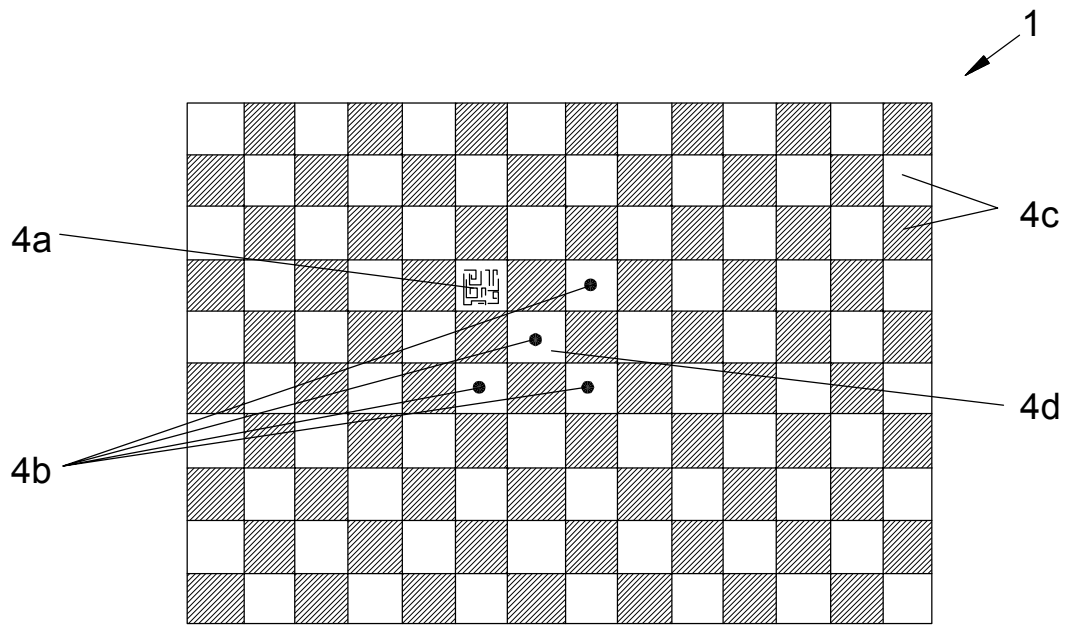


FIG. 3

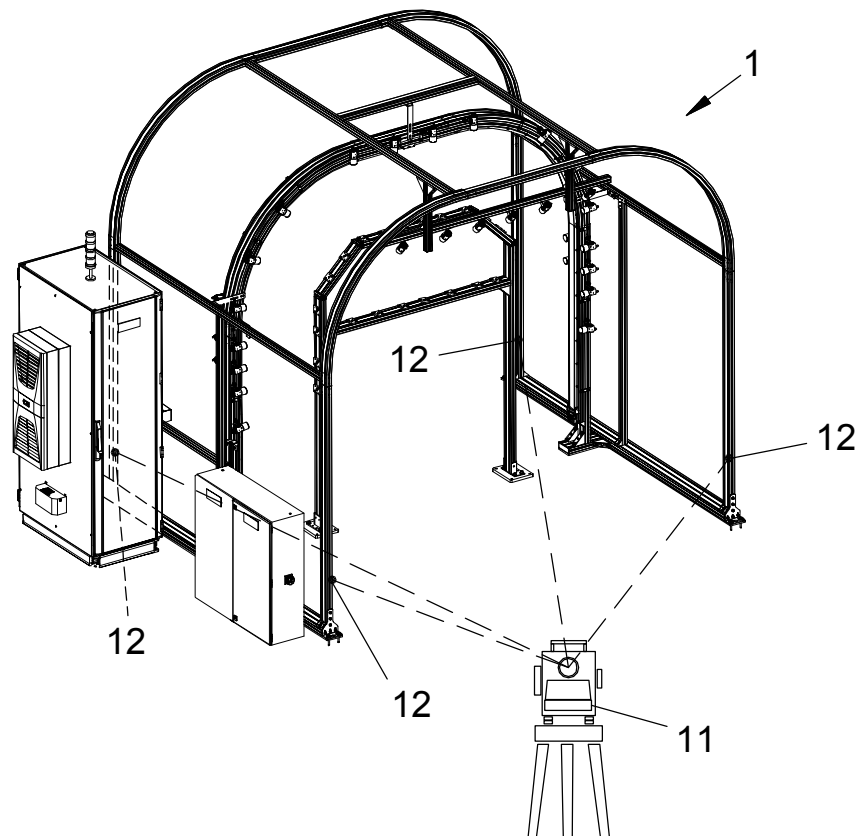


FIG. 4

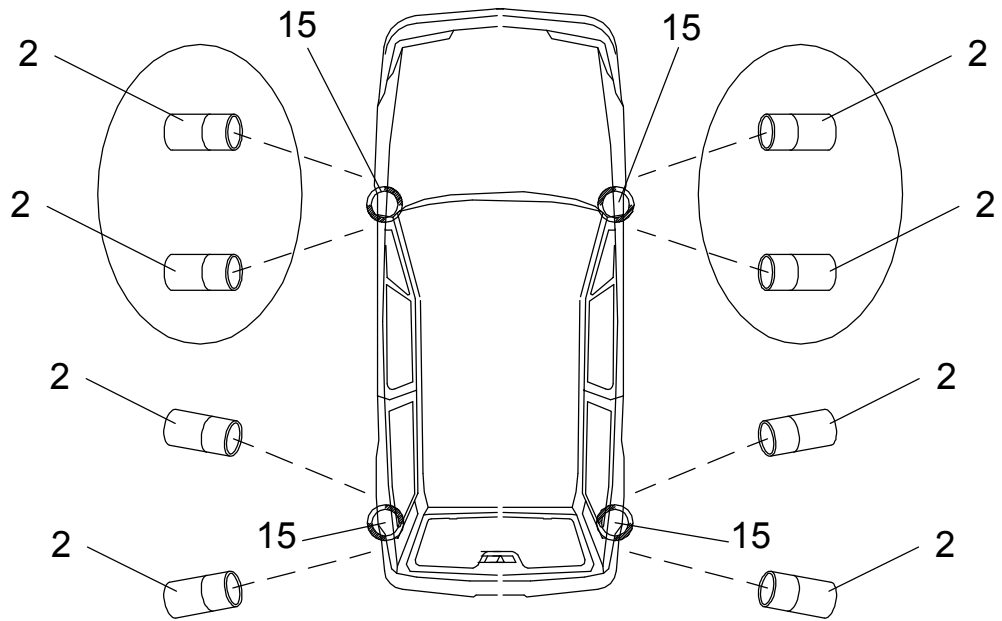


FIG. 5

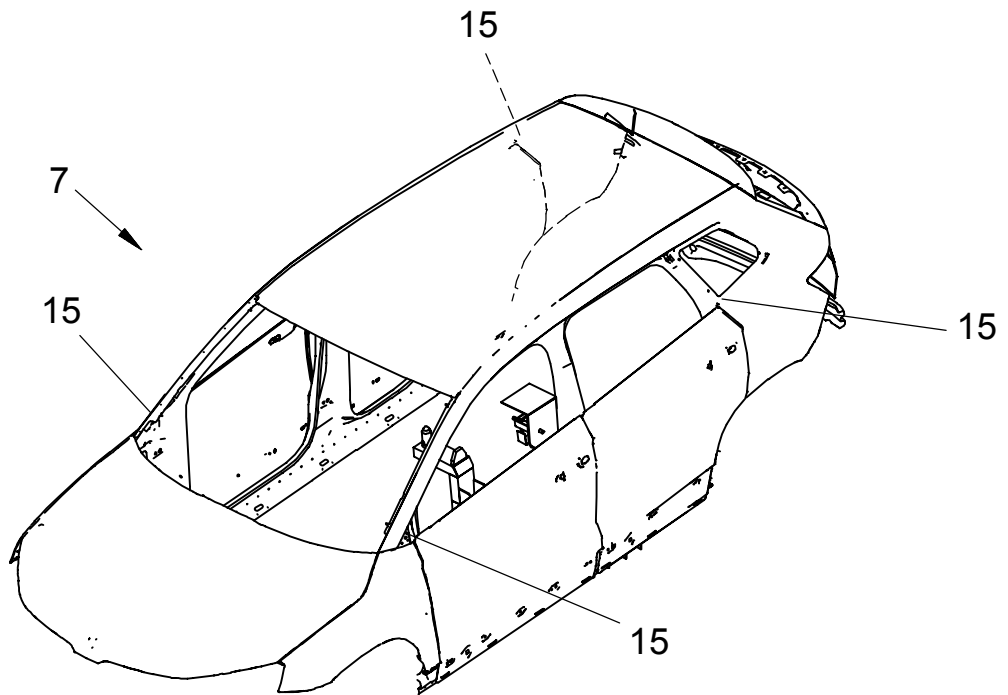


FIG. 6

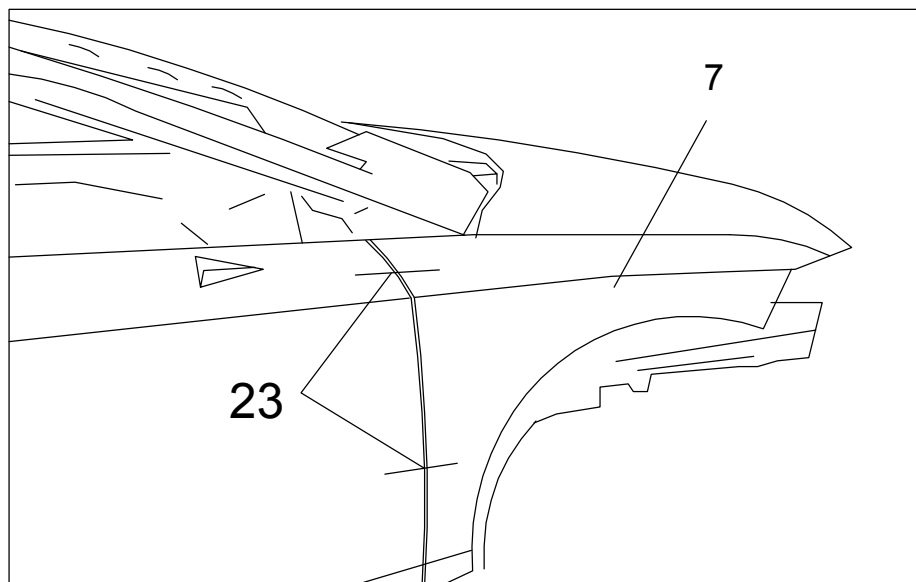
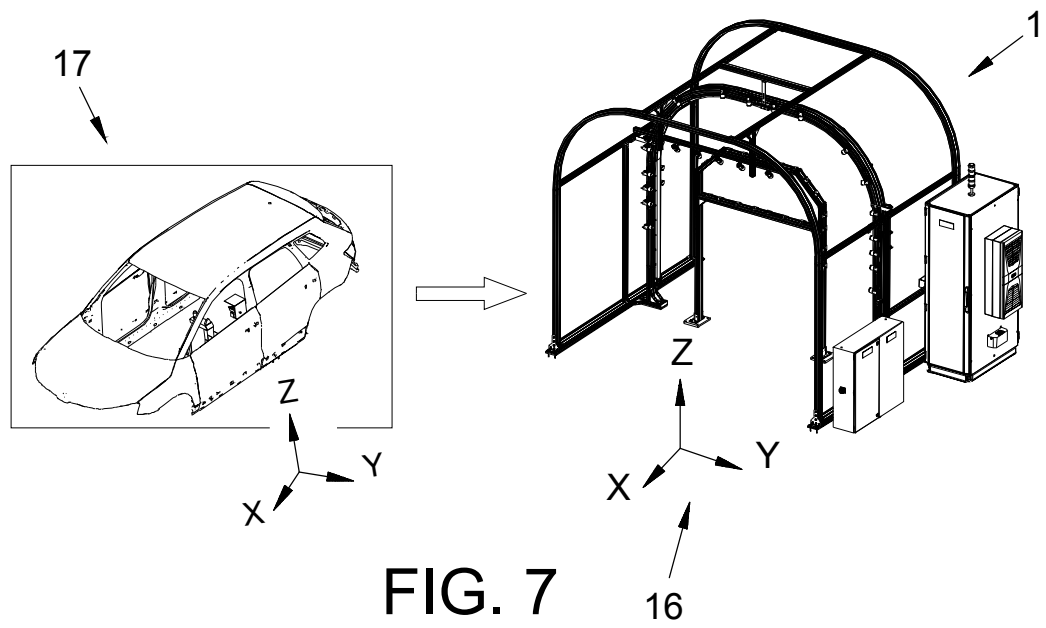


FIG. 8

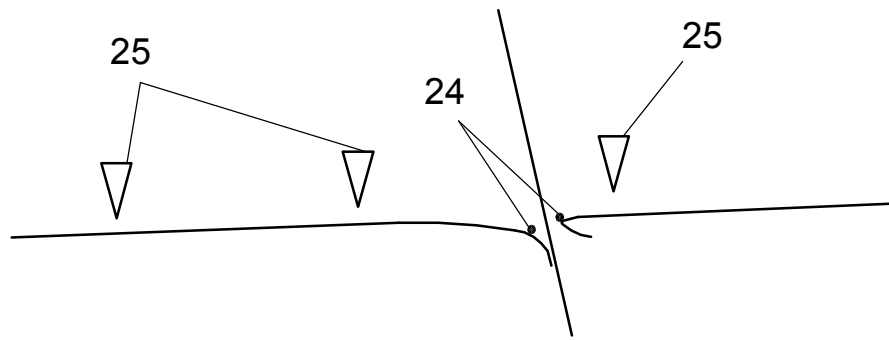


FIG. 9

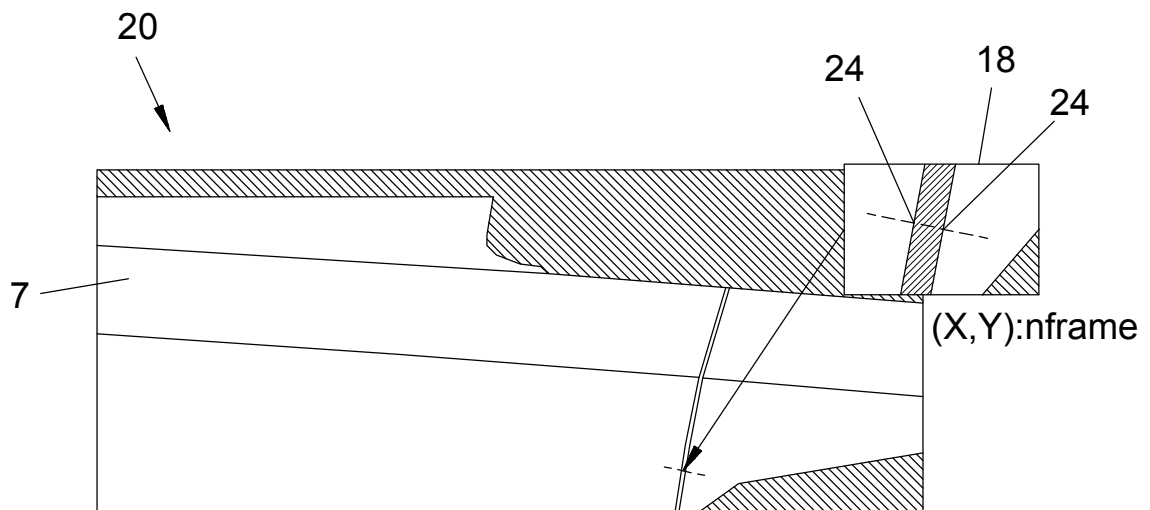


FIG. 10

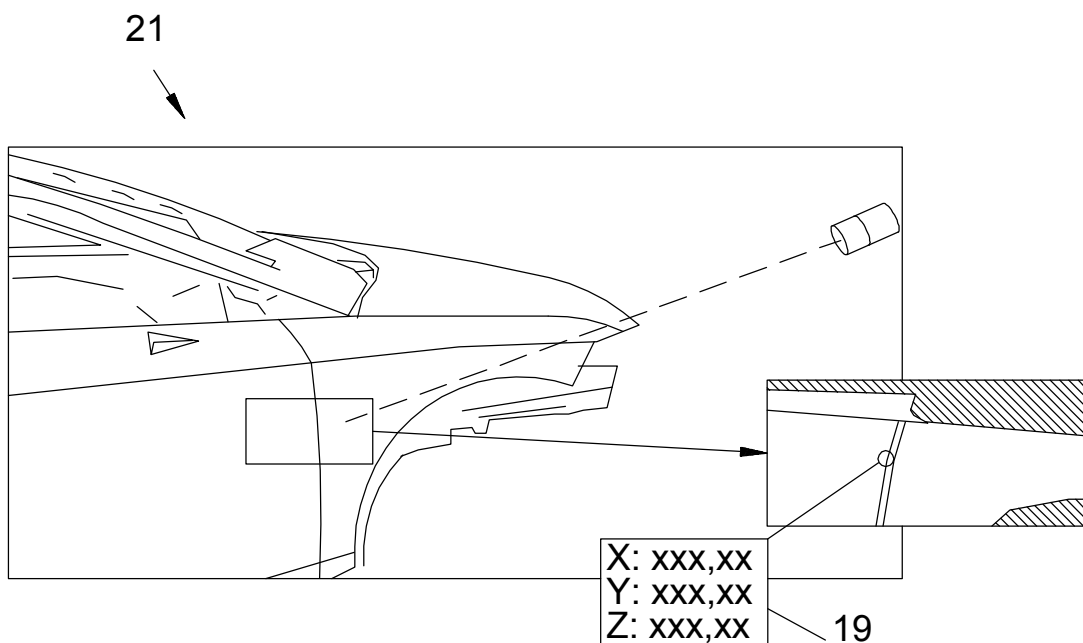


FIG. 11