

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 786**

51 Int. Cl.:

B25J 9/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2010 E 10001255 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2216144**

54 Título: **Procedimiento y sistema para el control de piezas constructivas y/o unidades funcionales con un dispositivo de inspección**

30 Prioridad:

06.02.2009 DE 102009007932

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

29.06.2017

73 Titular/es:

**BATTENBERG, GUNTHER (100.0%)
UNIVERSITATSSTRASSE 42
35037 MARBURG, DE**

72 Inventor/es:

BATTENBERG, GÜNTHER

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 620 786 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 sistema para el control de piezas constructivas y/o unidades funcionales con un dispositivo de inspección

5 La invención se refiere a un procedimiento de producción e inspección centrado en la calidad de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Productos complejos se componen por lo general de varios componentes, que se fabrican previamente en etapas de producción independientes en régimen de división de trabajos y se ensamblan a continuación dando lugar a un producto final acabado. A este respecto cada componente, por ejemplo una pieza constructiva, una unidad funcional y similares, se crea en primer lugar por medio de un sistema CAD en el ordenador y se añade virtualmente a una estructura espacial, por ejemplo a una carcasa, a un bastidor o a otra pieza constructiva compleja. A continuación se fabrican todos los componentes con ayuda de los datos CAD en máquinas de control numérico CNC, y se montan en estaciones y/o cadenas de montaje por lo general robotizadas. El producto final acabado se suministra y dado el caso se equipa en una estructura espacial de orden superior, por ejemplo en un aparato, en una máquina o en un automóvil.

15 Debido a tolerancias o errores de fabricación, montaje y/o de otro tipo, componentes individuales pueden desviarse de las características de calidad, por ejemplo de especificaciones geométricas, ópticas, táctiles, acústicas y/o funcionales, debido a lo cual el producto final acabado no puede usarse o puede resultar totalmente inservible.

20 Sin embargo, tolerancias y errores también pueden provocar que un componente se disponga dentro de la estructura espacial de manera desviada con respecto a una posición teórica, lo que conduce igualmente a resultados no deseados. Tales errores pueden además sumarse unos tras otros a modo de propagación de errores o incluso potenciarse, de modo que componentes individuales ya no puedan añadirse a la estructura espacial, porque debido a errores de tolerancia sumados unos tras otros ya no hay disponible suficiente espacio constructivo.

25 No obstante, incluso aunque un componente se añada sin errores a una estructura espacial de orden superior, este puede resultar en comparación con otros componentes deficiente o inadecuado, por ejemplo si piezas constructivas o unidades funcionales individuales son deficientes o difieren unas de otras de tal manera que dentro del producto se producen imprecisiones, ya sea en el aspecto visual, en el tamaño, en las características táctiles o en el manejo.

30 Para poder suministrar bienes siempre impecables a los clientes se conoce, en la inspección final, cómo inspeccionar y tomar muestras de los productos acabados con ayuda de protocolos de inspección especificados por operarios especialmente formados para la inspección. Sin embargo, en particular en el caso de los automóviles, esto resulta muy costoso tanto entiendo como en costes, porque por lo general tienen que efectuarse muchas inspecciones. A esto se añade que una inspección manual apenas puede realizarse de manera reproducible y depende en gran medida de las cualidades personales y las percepciones del operario encargado de la inspección, porque muy difícilmente puede librarse de las mismas.

35 Se han desarrollado por tanto procedimientos de inspección automatizados, que llevan a cabo con ayuda de robots las tareas de inspección, prueba y montaje individuales. Un procedimiento desvelado en el documento EP 1 202 041 A1 inspecciona, por ejemplo, los sistemas eléctricos de un automóvil en su estado instalado y operativo, sometiendo el automóvil durante la inspección a condiciones de entorno reales. El documento DE 10 2006 006 246 A1 propone un procedimiento para el control final totalmente automático de piezas constructivas, orientándose los robots con ayuda de datos de orientación de manera autónoma con respecto a la pieza constructiva que va a inspeccionarse o con respecto a su unidad funcional y llevándose a cabo a continuación las tareas de inspección previstas de manera autónoma y evaluándose con ayuda de criterios objetivos.

45 Si el personal que realiza la inspección o el robot establece que se ha producido un error o una desviación de una especificación, el producto en cuestión o –siempre que el producto se haya equipado ya por ejemplo en un automóvil– el automóvil se descarta y por lo general se revisa manualmente. También esto lleva asociado un elevado esfuerzo de tiempo y coste, en particular cuando los daños o deficiencias en el producto acabado ya no puedan subsanarse sin más. Con frecuencia tienen que desmontarse componentes o unidades funcionales por completo y sustituirse por nuevos componentes o unidades funcionales no defectuosos, lo que puede conducir rápidamente a atascos en procesos de fabricación ajustados.

50 En caso de que se subsanen todas las deficiencias, el producto tiene que volver a controlarse a través del protocolo de inspección especificado, debiendo crearse este último independientemente de los procedimientos de fabricación anteriores para cada producto o para cada grupo de productos de manera individual. También esto repercute de manera desfavorable en los costes de producción.

55 Por el documento US 2007/0233445 A1 se conoce un procedimiento en el que, para la inspección de un producto, durante la creación de datos CAD en los que se basa el producto se programan etapas de inspección. Con estos datos CAD, teniendo en cuenta la configuración constructiva deseada del producto de acuerdo con los datos CAD se somete más tarde el producto real a una comprobación, a fin de obtener una desviación entre la configuración especificada por los datos CAD virtuales y la configuración verdadera determinada por una sonda de medición.

El objetivo de la invención es evitar estas y otras desventajas del estado de la técnica y crear un procedimiento que mejore notablemente los procesos de producción e inspección de productos complejos y dado el caso reduzca al mínimo las revisiones necesarias. El procedimiento posibilitará en particular una producción centrada en la calidad y tendrá la capacidad de adaptarse a variaciones y tareas requeridas.

5 La presente invención se basa además en el problema de indicar un sistema para inspeccionar piezas constructivas o unidades funcionales, que sea apto para la inspección automatizada y preferentemente sujeta a control remoto. A este respecto, la presente invención se dirige en particular a la inspección de productos complejos, que albergan piezas constructivas y/o unidades funcionales que están contenidas y previstas según una disposición especificada en el producto complejo, estando previstos los productos de manera descentralizada en el proceso de fabricación normal, es decir que no están dispuestos en un puesto de inspección predeterminado.

10 En cuanto al problema en relación con el procedimiento, con la presente invención se propone un procedimiento para el control de piezas constructivas y/o su unidad funcional por medio de un dispositivo de inspección a través de tareas de inspección definidas. La pieza constructiva o la unidad funcional se han creado de manera en sí conocida por medio de sistema CAD. De acuerdo con el modo de proceder conocido por el documento US 2007/0233445 A1, durante la creación de una pieza constructiva y/o de una unidad funcional en el sistema CAD se define una tarea de inspección asociada a la pieza constructiva y/o a la unidad funcional. A esta tarea de inspección están asociadas características de calidad.

15 En el procedimiento de acuerdo con la invención, la tarea de inspección se define sin embargo en un espacio funcional virtual. Se obtiene a este respecto un espacio funcional virtual gracias a los datos CAD relativos a la pieza constructiva o la unidad funcional teniendo en cuenta también la posición y las condiciones espaciales en el interior del producto complejo, de modo que el espacio funcional para que el dispositivo de inspección automatizado ejecute las tareas de inspección puede recorrerse sin que haya de temerse una colisión con otras piezas constructivas, unidades funcionales u otros elementos del producto complejo. De acuerdo con la presente invención se crea gracias al dispositivo de inspección que realiza la tarea de inspección un programa de movimiento que contiene la tarea de inspección. El movimiento del dispositivo de inspección especificado por este programa de movimiento se simula en el espacio funcional virtual asociado a la tarea de inspección. A este respecto se comprueban por un lado los procesos del dispositivo de inspección en el sentido de si estos especifican una utilización favorable desde el punto de vista energético y temporal del dispositivo de inspección. Por lo demás se valida en qué medida realmente se evita una colisión del dispositivo de inspección con piezas constructivas, unidades funcionales u otros elementos adyacentes del producto complejo durante la ejecución real de la tarea de inspección en el espacio funcional real. Una vez validado el programa de movimiento, dado el caso tras una optimización previa del mismo, el dispositivo de inspección ejecuta de manera automatizada la tarea de inspección asociada a cada pieza constructiva y/o a cada unidad funcional en un espacio funcional real.

20 Con ello, la presente invención ofrece la posibilidad de mejorar notablemente procesos de inspección en productos complejos. La simulación u optimización del programa de movimiento en un espacio de inspección virtual permite la mejor estructuración posible del programa de movimiento. Asimismo, la simulación permite una comprobación en cuanto a las superficies límite que rodean el espacio de inspección virtual, que pueden estar especificadas por otras piezas constructivas, unidades funcionales u otros elementos del producto complejo, en el sentido de si durante la ejecución real del programa de movimiento no es de temer ninguna colisión.

25 En un procedimiento para la fabricación, montaje y/o control de piezas constructivas y/o sus unidades funcionales por medio de un dispositivo de inspección a través de tareas de inspección definidas, creándose cada pieza constructiva y/o cada unidad funcional por medio de un sistema CAD, la invención prevé que, durante la creación de una pieza constructiva y/o de una unidad funcional en el sistema CAD, se defina una tarea de inspección asociada a la pieza constructiva y/o a la unidad funcional, definiéndose cada tarea de inspección en un espacio funcional virtual, y asociándose a cada tarea de inspección características de calidad, y que, después de y/o durante la fabricación o el montaje de la pieza constructiva y/o su unidad funcional, el dispositivo de inspección ejecute cada tarea de inspección asociada a la pieza constructiva y/o a la unidad funcional.

30 Un procedimiento de este tipo posibilita la implementación de un sistema de producción inteligente, flexible y centrado en la calidad con la capacidad para poder adaptarse de forma rápida y precisa a variaciones y tareas en curso, ya que las tareas de inspección necesarias para el montaje y/o control final de los productos por lo general complejos no se establecen y crean solo una vez que el producto ya se ha terminado de producir y se ha suministrado conforme a lo previsto. Más bien, cada tarea de inspección se define ya durante la proyección y el diseño de la pieza constructiva y/o su unidad funcional en el sistema CAD y se especifica en un espacio funcional virtual asociado a la pieza constructiva, a la unidad funcional y/o a un entorno de orden superior. La tarea de inspección puede definirse a este respeto directamente por medio del sistema CAD. También puede definirse la tarea de inspección en un editor de proyectos de inspección y definirse en este caso los proyectos de criterios de inspección asociados a la tarea de inspección, que se enlazan en un archivo especial con los datos CAD.

35 Por consiguiente es posible especificar y/o definir ya durante la creación de un dibujo CAD criterios y especificaciones de calidad, pero también criterios de análisis y valoración así como parámetros de medición o variables de perturbación, que pueden aparecer durante el montaje y/o la inspección, para que se tengan en cuenta

de manera automatizada en la fabricación, el montaje o la posterior inspección de piezas. Igualmente pueden definirse instrucciones de montaje, rutinas y procesos de inspección, que posteriormente se realizarán durante la producción del producto complejo y se supervisarán permanentemente por el dispositivo de inspección.

5 El espacio funcional virtual se define por medio de la pieza constructiva, un grupo constructivo, la unidad funcional y/o en un entorno de orden superior de la pieza constructiva, del grupo constructivo o de la unidad funcional. De esta forma puede orientarse el dispositivo de inspección directamente en la pieza constructiva, en la unidad funcional o en el interior del entorno definido.

10 Un perfeccionamiento importante del procedimiento prevé que a cada tarea de inspección se asocien criterios de análisis o valoración, es decir no solo se definen especifican y definen características de calidad, sino también otros factores influyentes. En particular pueden introducirse conjuntamente datos experimentales y resultados de medición de procesos de producción y/o inspección hasta la fecha en la producción o en el montaje, por lo que el sistema puede aprender con cada nueva tarea. Las piezas constructivas que han de inspeccionarse pueden clasificarse en categorías en función de las especificaciones y el resultado de inspección, por ejemplo en diferentes niveles de calidad que se asignan después a diferentes líneas de producción.

15 Por lo que respecta a una ejecución de procedimiento en productos complejos se propone, de acuerdo con un perfeccionamiento preferido del procedimiento de acuerdo con la invención, que conjuntos de datos CAD de diferentes piezas constructivas y/o unidades funcionales se almacenen en una base de datos central, en la que también está referenciada la asociación espacial de las piezas constructivas y/o unidades funcionales en un entorno de orden superior, en particular en el entorno del producto complejo. En la simulación de la tarea de inspección asociada al espacio funcional virtual se valida la movilidad del dispositivo de inspección dentro del entorno de orden superior, de modo que la ejecución del programa de movimiento por el dispositivo de inspección no conduzca a ninguna colisión con piezas del entorno de orden superior.

20 De acuerdo con otra configuración preferida de la presente invención, las características de calidad comprenden propiedades geométricas, cinemáticas, táctiles, ópticas y/o acústicas. Estas propiedades diferentes son registradas durante la inspección por diferentes tareas de inspección sucesivas. A este respecto las tareas de inspección son diferentes en particular en cuanto a la propiedad que ha de inspeccionarse en cada caso. Así puede inspeccionarse en primer lugar una propiedad táctil y después una cinemática. Por propiedad cinemática se entiende a este respecto la reacción de una parte constituyente, por ejemplo un palpador, a un movimiento de activación. Resulta así evidente que las diferentes propiedades requieren en cada caso diferentes sensores para su registro. De acuerdo con el perfeccionamiento, en el sistema CAD, es decir durante la creación de la pieza constructiva y/o la unidad funcional, se define la selección de herramientas, elementos palpadores, dispositivos de medición y sensores asociados a las diferentes tareas de inspección por el dispositivo de inspección, así como la sucesión de las diferentes tareas de inspección.

Otras configuraciones preferidas de la presente invención se indican en las reivindicaciones 2 a 9.

35 Son posibles otras especificaciones. Así pueden asociarse a cada tarea de inspección parámetros de medición o montaje y/o posibles variables de perturbación y/o error. Estas últimas pueden derivarse, por ejemplo, de oscilaciones propias de las piezas constructivas o del vehículo, que pueden aparecer durante el transporte o durante el avance. Variables de perturbación pueden derivarse sin embargo también de vibraciones de una cinta transportadora, de influencias medioambientales como por ejemplo oscilaciones de temperatura o cambios en la humedad del aire. Aparte de eso también pueden tenerse en cuenta desviaciones de error, toleradas en límites especificables. Las piezas constructivas por consiguiente pueden clasificarse o separarse rápidamente

40 Las características de calidad pueden comprender o presentar propiedades geométricas, cinemáticas, táctiles, ópticas y/o acústicas. De este modo se define qué requisitos de calidad han de satisfacerse en la posterior pieza constructiva, controlándose el respeto de los parámetros de calidad e inspección especificados o bien inmediatamente tras la fabricación o bien tras el montaje o la instalación en un vehículo. En este caso resulta ventajoso que a cada espacio funcional virtual se asocien determinadas características de calidad. De este modo puede configurarse el procedimiento siempre de manera individual y adaptarse a los respectivos requisitos del cliente.

45 Es particularmente importante en este caso que, antes de la producción de un producto complejo, no solo se creen especificaciones de calidad, sino que también se definan al mismo tiempo correspondientes rutinas y tareas de inspección que se realizan y supervisan durante la verdadera producción. De este modo puede implementarse una producción centrada en la calidad. A este respecto son posibles igualmente manufacturas y producciones con reducción de costes para el incremento de la competencia, tal como la producción de productos orientados al cliente con funcionalidad segura, alto valor y calidad especificada. Al mismo tiempo pueden ajustarse mutuamente componentes ya de antemano, admitiendo por ejemplo en una línea de producción solo piezas constructivas o componentes que cumplan determinadas características de calidad en función de otras piezas constructivas o componentes, ya sea en cuanto al aspecto visual, el tamaño, características táctiles o de manejo.

Para implantar las tareas de inspección especificadas en el sistema CAD se derivan procedimientos a seguir,

trayectorias de referencia y/o puntos de referencia para el dispositivo de inspección y/o montaje y se asocian al espacio funcional virtual, teniendo en cuenta todos los parámetros y/o variables de perturbación, y asociando a cada procedimiento a seguir, a cada trayectoria de referencia y/o a cada punto de referencia las características de calidad de la tarea de inspección y/o montaje.

- 5 Los datos asociados a un procedimiento a seguir, a una trayectoria de referencia y/o a un punto de referencia se almacenan todos juntos en una base de datos, de modo que todas las unidades computacionales y ordenadores previstos pueden acceder a los datos.

- 10 Otra forma de realización importante de la invención prevé que cada tarea de inspección y/o montaje se simule en el espacio funcional virtual asociado en cada caso antes de su realización en un espacio funcional real. De este modo puede establecerse si también todas las tareas pueden realizarse conforme a lo establecido, en particular si la pieza constructiva puede fabricarse, montarse y/o probarse tal como se ha especificado.

- 15 Los datos asociados a una tarea de inspección y/o montaje se transmiten preferentemente a través de un sistema de gestión al dispositivo de inspección, realizando el sistema de gestión todas las tareas de control y administración y transmitiéndose cada tarea de inspección del respectivo espacio funcional virtual a un espacio funcional real asociado a la pieza constructiva, a la unidad funcional y/o al entorno de orden superior.

- 20 Para poder determinar desviaciones entre las especificaciones calculadas virtualmente y simuladas y las condiciones reales y tenerlas en cuenta, el dispositivo de inspección analiza y valora datos registrados en el espacio funcional real con procedimientos a seguir, trayectorias de referencia y/o puntos de referencian asociados en el espacio funcional virtual a través de comparación teórico-real. A este respecto desviaciones y/o perturbaciones determinadas se corrigen, compensan y/u optimizan en el espacio funcional real, es decir con ayuda de estos datos se derivan correcciones y cambios y se implantan de inmediato en la tarea de inspección prevista en cada caso.

El ajuste entre los espacios funcionales real y virtual se efectúa, por ejemplo, a través de puntos de referencia, estructuras relevantes o nubes de puntos (triangulación láser 2D). Sin embargo también pueden utilizarse otros métodos o procedimientos adecuados.

- 25 Una vez concluidos todos los cálculos y simulaciones, cada tarea de inspección es realizada por el dispositivo de inspección en cada caso asociado, pudiendo realizarse las tareas de inspección y montaje en cada caso por separado por un dispositivo de montaje y un dispositivo de inspección o al mismo tiempo por un dispositivo de montaje e inspección combinado.

- 30 Cada dispositivo de inspección se utiliza en una instalación de fabricación estacionara o en una móvil o en un objeto automotor, siendo el dispositivo de inspección un robot de inspección estacionario o móvil. Un robot de este tipo puede configurarse individualmente como componente de sistema adaptativo y equiparse con todas las herramientas, sensores, actuadores y similares necesarios para la respectiva tarea. Un robot móvil puede utilizarse además de manera flexible y desplazado en caso necesario junto a una cinta de transporte, lo que repercute de manera favorable en el proceso de trabajo global.

- 35 Cada robot de inspección constituye preferentemente un sistema autónomo, que –una vez transferidos todos los datos necesarios- realiza por sí mismo tareas de fabricación, montaje y/o inspección. A este respecto, cada robot de inspección es controlado y/o supervisado por el sistema de gestión. Las tareas especificadas y transmitidas por el sistema de gestión se ejecutan entonces en procedimientos a seguir centrados en la calidad, de modo que todos los productos que salen del proceso de fabricación o montaje son siempre impecables y cumplen con las especificaciones de calidad definidas en la fase de diseño.

- 40 Para poder configurar los procesos de fabricación, montaje y/o inspección de manera flexible e individual, está previsto de acuerdo con la invención que cada robot de inspección navegue de manera autónoma en su espacio funcional asociado con ayuda de datos de orientación y se oriente de manera autónoma con respecto a la pieza constructiva que va a inspeccionarse y/o su unidad funcional y/o sincronice su movimiento con el movimiento de la pieza constructiva que va a inspeccionarse y/o su unidad funcional. En este caso resulta ventajoso tener en cuenta no solo especificaciones y parámetros de calidad en el cálculo de los procedimientos a seguir, trayectorias de referencia y/o puntos de referencian asociados en el espacio funcional virtual, sino también valores experimentales ya existentes y/o variables de perturbación conocidas o que aparecen en el sistema.

- 50 Cada robot de inspección ejecuta de manera reproducible las etapas de fabricación y/o montaje especificadas o los controles individuales previstos, repitiéndose las etapas de orientación autónoma y ejecución reproducible hasta que se satisfaga un criterio de parada y/o el montaje o los controles se hayan ejecutado por completo. Los datos determinados con ello se transmiten inmediatamente al sistema de gestión y son evaluados y almacenados por este.

- 55 Otra forma de realización prevé que cada robot de inspección se comunique con el producto complejo que va a inspeccionarse, de modo que dado el caso puedan leerse o grabarse datos o información del producto, por ejemplo para probar una memoria de datos, un ordenador de a bordo o un equipo de sonido.

El procedimiento de acuerdo con la invención posibilita de manera ventajosa la definición y la implantación de una

calidad de producto medible para toda la cadena de valor, incluida su supervisión y valoración por medio de sistemas adaptativos inteligentes, centrados en la calidad.

5 Con el procedimiento de acuerdo con la invención se definen desde el punto de vista constructivo etapas de fabricación e inspección centradas en la calidad de manera temprana, se derivan con capacidad de procesamiento, se simulan y, a continuación, se realizan en la fase de producción.

10 El concepto global se basa en la definición de tareas en espacios funcionales basados en vehículo, la derivación de procedimientos a seguir, trayectorias de referencia y puntos de referencia centrados en la calidad, el acoplamiento de un robot con o a un vehículo y la ejecución de las tareas de fabricación, montaje y/o inspección en tiempo real; se tematiza y se concretiza la producción adaptativa inteligente centrada en la calidad en la industria del automóvil con robots preferentemente móviles y con vistas a un modo de *plug and work*.

15 Lo anterior se ha orientado a un dispositivo de inspección o a un robot de inspección. Se entiende por sí solo que este dispositivo movido de manera automatizada no solo valora y evalúa el resultado de la inspección, sino que dado el caso también puede sustituir de manera automatizada piezas defectuosas. En este caso, el dispositivo de inspección o el robot de inspección pasan a ser un dispositivo de montaje o robot de montaje. Por otro lado, el procedimiento de acuerdo con la invención puede implantarse sin más también en un puesto de montaje ya existente, al que da servicio un robot, siempre que en el robot puedan proporcionarse opcionalmente el o los sensores necesarios para ejecutar la tarea de inspección, a fin de inspeccionar la pieza constructiva o la unidad funcional. Así es concebible por ejemplo que el extremo libre de un brazo de robot porte, además de una herramienta de activación para el montaje, sensores ópticos, acústicos o táctiles. Un sensor táctil, que también permite una comprobación geométrica o cinemática de una pieza constructiva o de una unidad funcional, se materializa por ejemplo como sensor de momentos de fuerza, que se comunica preferentemente con el control del robot, para procesar adicionalmente las señales captadas por el sensor para el control del robot.

25 En cuanto al aspecto en relación con el dispositivo de la presente invención se indica con esta un sistema para el control de piezas constructivas y/o sus unidades funcionales. El sistema tiene un dispositivo de inspección móvil que comprende una unidad de accionamiento, con la cual puede moverse el dispositivo de inspección móvil preferentemente de manera controlada por sí mismo o a distancia. Por lo demás, el dispositivo de inspección tiene por lo menos un sensor de inspección. Este puede ser un sensor geométrico, cinemático, táctil, óptico y/o acústico. Preferentemente están previstos varios, en particular todos, de estos sensores en el dispositivo de inspección, para inspeccionar diversas propiedades de la pieza constructiva que va a inspeccionarse o su unidad funcional. El dispositivo de inspección puede comprender a este respecto un espectrómetro y/o una cámara a color, a fin de comprobar en particular propiedades ópticas. Debería estar previsto dicho sensor de momentos de fuerza, el cual pueda conducirse, a través de un pico de palpado que sobresale libremente, contra la pieza constructiva que va a comprobarse o la unidad funcional. Para la activación pueden estar previstos por ejemplo también medios neumáticos, por ejemplo toberas de aire, con las que puede lanzarse un chorro de aire sobre la pieza constructiva que va a inspeccionarse o la unidad funcional. Por lo demás, el dispositivo de inspección debería comprender sensores de triangulación láser, para orientar el dispositivo de inspección con su cabezal sensor en una orientación predeterminada, preferentemente ortogonal a la superficie de una pieza constructiva que va a comprobarse o su unidad funcional. Además de los sensores de inspección también pueden estar previstos sensores a través de los cuales el dispositivo de inspección, a través de puntos de referencian de la pieza constructiva que va a inspeccionarse o su unidad funcional o el entorno de las mismas, pueda ajustar la posición real dentro del espacio de inspección con el entorno virtual definido mediante el sistema CAD, a fin de efectuar un ajuste fino del dispositivo de inspección en el espacio funcional virtual, con el objetivo de que la posición del sensor definida en el espacio funcional virtual se corresponda con la posición real en el espacio funcional real. Esta medida aumenta no solo la exactitud de la inspección, dado que es posible aproximarse a piezas constructivas o su unidad funcional de manera precisa en el sistema CAD de manera predeterminada durante la inspección, sino que mejora también la seguridad del dispositivo de inspección para evitar una colisión durante el desarrollo del programa de movimiento. El dispositivo de inspección tiene además un controlador que lo controla para controlar el dispositivo de inspección para la ejecución de la por lo menos una tarea de inspección en un espacio funcional real, asociado al elemento constructivo y/o a la unidad funcional. Este controlador puede recurrir a una memoria que contiene el programa de movimiento y que está prevista como parte del dispositivo de inspección, es decir de manera descentralizada en el dispositivo de inspección. Esta variante se adecua en particular en el caso de programas de movimiento complejos. Alternativamente o de manera complementaria también pueden enviarse señales individuales o todas las señales para el controlador a través de una interfaz del dispositivo de inspección. El dispositivo de inspección tiene de acuerdo con la invención una interfaz inalámbrica para la recepción de órdenes de inspección que influyen en el controlador. En una configuración sencilla, las órdenes de inspección provocan únicamente el desarrollo de un programa de inspección automatizado, que está almacenado en una memoria descentralizada del dispositivo de inspección. A través de la interfaz inalámbrica pueden comunicarse sin embargo todas las órdenes del programa de movimiento durante la ejecución del dispositivo de inspección. Los datos registrados durante la inspección pueden almacenarse en esta memoria. Los datos pueden leerse de manera igualmente adecuada a través de la interfaz inalámbrica. El almacenamiento de los datos en la memoria descentralizada es apto para inspecciones relativamente extensas con extensos conjuntos de datos relativos al comportamiento registrado de la pieza constructiva que va a inspeccionarse o su unidad funcional.

5 El sistema de acuerdo con la invención tiene por lo demás medios para orientar el dispositivo de inspección en el espacio funcional real. A este respecto puede tratarse por un lado de sensores que posibilitan una aproximación basta del dispositivo de inspección móvil al producto complejo, la unidad funcional o la pieza constructiva. En particular sensores ópticos permiten preferentemente una orientación exacta y un ajuste fino del dispositivo de inspección durante el acercamiento a la pieza constructiva que va a inspeccionarse, su unidad funcional o el producto complejo y durante la inspección de la misma o el mismo.

El sistema de acuerdo con la invención tiene por lo demás un sistema de gestión, que se comunica con la interfaz para comunicar al dispositivo de inspección órdenes para la inspección.

Perfeccionamientos preferidos del sistema de acuerdo con la invención se indican en las reivindicaciones 11 y 12.

10 Otras características, particularidades y ventajas de la invención se desprenden del texto de las reivindicaciones, así como de la descripción que sigue de ejemplos de realización con ayuda de los dibujos. Muestran:

la figura 1 una pieza constructiva que va a fabricarse, montarse y/o inspeccionarse;

la figura 2 un dispositivo de inspección para la ejecución del procedimiento de acuerdo con la invención;

la figura 3 una representación esquemática de una reducción de datos;

15 la figura 4 una representación esquemática de un punto de referencia y de una trayectoria de referencia para identificar un espacio funcional mediante un robot:

la figura 5 el establecimiento de especificaciones o características de calidad y su asociación en un espacio funcional;

20 la figura 6 una representación esquemática de la transmisión de una tarea de fabricación, montaje y/o inspección calculada y simulada a un robot por parte del sistema de gestión;

la figura 7 un robot móvil;

la figura 8 una representación esquemática del recorrido calculado de manera autónoma por un robot hasta un vehículo;

25 la figura 9 una representación esquemática de la transferencia de un espacio funcional virtual a un correspondiente espacio funcional real; y

la figura 10 un cabezal de medición del robot móvil.

30 La pieza constructiva designada en la figura 1 de manera general con 10 está prevista para su instalación en un automóvil 20. Se trata de un panel de mando para un sistema de climatización, que además de una carcasa 12 presenta numerosas unidades funcionales, en particular teclas 14, mando giratorio 15, regulador giratorio 16, LED 17 y dado el caso una pantalla LCD.

Para el control funcional y final automatizado del panel de mando 10 instalado en un vehículo 20 está previsto – tal como se muestra en la figura 2 – un dispositivo de inspección 50. Este comprende un robot 52, que con un brazo de robot 54 puede alojar las herramientas, dispositivos de medición 110 y sensores necesarios para las tareas de inspección previstas.

35 Además de un panel de mando 10 para el sistema de climatización se instalan también otras numerosas piezas constructivas (no mostradas), objetos y componentes en el vehículo 20, por ejemplo un puesto de conducción, asientos, un panel de mando de navegación, el chasis, piezas de carrocería, faros y demás similares. También estos objetos y componentes se someten a prueba todos juntos por medio del dispositivo de inspección 50, para producir y suministrar a los clientes siempre productos finales de alta calidad.

40 El procedimiento de acuerdo con la invención se planta como sigue:

Cada pieza constructiva 10 se diseña por medio de un ordenador (no representado) en un sistema CAD, poniéndose a disposición los datos por ejemplo en el formato CATIA. No obstante también es posible recibir externamente los datos de la pieza constructiva 10, por ejemplo desde una oficina de diseño o desde un proveedor que produce y suministra las piezas constructivas en cuestión.

45 Los dibujos del diseño CAD de todas las piezas constructivas, objetos y componentes se someten – tal como se representa esquemáticamente en la figura 3 – a una reducción de datos, con el fin de reducir la información que no sea relevante para la fabricación, el montaje, la instalación y/o la inspección de la respectiva pieza constructiva.

Los conjuntos de datos 3D obtenidos de esta forma de todas las piezas constructivas, objetos y componentes se almacenan en una biblioteca de objetos que se almacena y administra en una base de datos 30 central.

Cada pieza constructiva 10 se define como espacio funcional virtual en el que el robot 52 realizará todas las etapas de inspección y tareas necesarias y deseadas.

5 Un espacio funcional es el conjunto de todas las posiciones, puntos de referencia, entornos y sistemas de coordenadas de la respectiva pieza constructiva 10 al que hace referencia una transformación 6D. El espacio funcional no presenta en sí mismo ninguna deformación, por lo que se considera rígido. En cambio, diferentes espacios funcionales pueden y deben moverse unos respecto a otros.

De manera conveniente se distingue entre espacios funcionales en el interior del vehículo y espacios funcionales en el entorno exterior del vehículo. Con respecto a cada espacio funcional virtual dentro del sistema CAD existe siempre un espacio funcional real en o dentro de la pieza constructiva real, o en o dentro del vehículo.

10 Una vez establecido el espacio funcional, se crean por medio de un editor, por ejemplo en forma de *plugin*, tareas y procesos de inspección, que realizará más tarde el robot 52 en el espacio funcional real. Además se definen especificaciones de calidad, que tienen que satisfacer la pieza constructiva 10 y/o sus unidades funcionales 14, 15, 16, 17.

15 Para ello se define en primer lugar un objeto de referencia 40, es decir se establecen puntos 41 o rutas 42 para un reconocimiento del espacio funcional y por ello de la pieza constructiva 10 que va a inspeccionarse en el mundo real (véase a este respecto la figura 4).

20 Un objeto de referencia 40 puede ser, por ejemplo, una tecla 14 o un regulador giratorio 16 del panel de mando 10 en el vehículo 20. A este respecto, la posición de medición para el robot 52 se compone siempre de un punto de medición en el sistema de coordenadas del espacio funcional y de un vector de medición, especificando por ejemplo el vector de medición la dirección de activación de la tecla 14 o del regulador giratorio 16. No obstante es posible recorrer también con un sensor o una punta del palpador del brazo de robot 54 el contorno de un campo de tecla, a fin de identificar el espacio funcional o a fin de inspeccionar la posición correcta de la pieza constructiva 10. Es posible usar alternativamente como objeto de referencia 40 el contorno de la carcasa 12.

25 Mediante el objeto de referencia 40 se establecen dentro del sistema CAD las posiciones y movimientos de medición deseados o necesarios para el robot 52 y su brazo de robot 54, es decir se proyectan y definen ya durante el diseño de la pieza constructiva 10 en el sistema CAD tareas de inspección y medición concretas, que se realizarán tras la instalación de la pieza constructiva 10 en el vehículo 20 por el dispositivo de inspección 50, moviéndose el robot 52 siempre dentro del espacio funcional virtual definido por la pieza constructiva.

30 Sin embargo, no solo se establecen coordenadas o rutas de puntos de medición, sino también valores de medición, parámetros y valores límite como especificaciones de calidad, como por ejemplo velocidades, fuerzas umbral, histéresis, espectros auditivos y de color, luminosidades, intensidades de sonido y similares (véase a este respecto la figura 5). Por ejemplo puede especificarse una tasa de error admisible como máximo en relación con la posición de instalación de la pieza constructiva 10. Es posible establecer alternativamente una fuerza máxima o mínima que debe aparecer al pulsar una tecla o al girar un regulador.

35 Asimismo también pueden definirse virtualmente variables de perturbación ya conocidas o que aparecen durante la ejecución del procedimiento e incorporarse en el sistema, para poder tenerlas en cuenta más tarde durante la realización del procedimiento recién definido en el espacio funcional real. Variables de perturbación pueden obtenerse a partir del procedimiento, a partir del proceso de inspección o a partir del entorno de la pieza constructiva o del vehículo. Se trata, por ejemplo, de vibraciones de la cinta de transporte, oscilaciones de temperatura, desfases en el interior del vehículo y similares.

Si pieza constructiva 10 satisface los requisitos de calidad especificados, el vehículo correspondiente puede proseguir su camino en la línea de producción. Si no se satisfacen los requisitos, la pieza constructiva 10 en cuestión debe o bien retocarse, repararse o dado el caso retirarse junto con el vehículo 20.

45 En conjunto, las características de calidad pueden comprender o presentar propiedades geométricas, cinemáticas, táctiles, ópticas y/o acústicas.

Según sea necesario puede programarse además también la especificación de determinadas herramientas, elementos palpadores, dispositivos de medición, sensores y similares, que tiene que usar el robot 52 para la ejecución de la respectiva tarea de inspección, con el fin de poder detectar o medir las características de calidad.

50 No obstante, las tareas de inspección y los requisitos de calidad creados por el diseñador se efectúan para espacios funcionales individuales en primer lugar independientemente de un tipo de robot determinado. Del mismo modo, tampoco es importante el entorno real en el que se realizan las tareas de medición y de inspección. Esto solo se tiene en cuenta en las posteriores etapas de procedimiento.

Todos los objetos, datos, funciones, valores y parámetros que afectan a tareas de inspección se almacenan y administran en la base de datos 30 central.

5 En la siguiente etapa se crea ahora, a partir de los respectivos datos CAD de un espacio funcional con las tareas de inspección contenidas en los mismos, un programa de movimiento para el robot 52 del dispositivo de inspección 50, para que este pueda llevar a cabo, después de y/o durante el montaje de la pieza constructiva 10, cada tarea de inspección definida y asociada a la pieza constructiva 10. El cálculo se realiza, por ejemplo, por medio de un postprocesador, que a partir de los datos del espacio funcional, del robot 52 realmente empleado y del entorno real planifica un desarrollo de movimiento. A este respecto se tiene en cuenta la posibilidad de alcanzar todos los puntos de medición mediante el robot 52 al igual que sus dimensiones, para evitar colisiones entre el brazo de robot 54 y el entorno.

10 A continuación se simulan en el ordenador las trayectorias de robot, las curvas de trayectoria y los puntos de medición derivados para las tareas de inspección previstas teniendo en cuenta todos los parámetros y variables de perturbación y la persona encargada de las pruebas puede generar virtualmente el vehículo con todas las variantes.

15 La simulación gráfica, preferentemente tridimensional, de las trayectorias del robot creadas sirve para el control del proceso de movimiento. Este puede aún modificarse o adaptarse por tanto en caso necesario. Esto es particularmente muy ventajoso en la fase de desarrollo de una pieza constructiva 10, cuando el procesador de simulación y el postprocesador trabajan mano a mano, toda vez que la creación de procesos de movimiento óptimos no siempre puede automatizarse por completo, sino que requiere la integración de conocimientos técnicos.

20 La inspección de un vehículo 20 completo engloba la inspección de numerosas piezas constructivas 10 y por tanto numerosos espacios funcionales. A este respecto, cada vehículo individual requiere, dependiendo de su equipamiento, diferentes combinaciones de subprocesos. Los subprocesos generados mediante el cálculo del programa de movimiento (postprocesamiento) y su simulación se almacenan por tanto igualmente en la base de datos 30, que contiene por consiguiente todos los espacios funcionales que han de inspeccionarse y todos los datos y subprocesos correspondientes.

25 Una vez concluidos los trabajos de programación y una vez que han podido simularse satisfactoriamente todas las tareas de inspección y medición, puede efectuarse la ejecución del programa de inspección y medición en el espacio funcional real. Para ello recuperan todos los datos requeridos de la base de datos 30 y se transmiten a un sistema de gestión 70.

30 El sistema de gestión 70 forma parte – tal como se muestra adicionalmente en la figura 2 – del dispositivo de inspección 50. Tiene la función de controlar el proceso de inspección y de identificar el estado real a simple vista. Se comunica por tanto con todas las partes del sistema y distribuye las tareas u trabajos de inspección previstos en cada caso, conforme a las especificaciones y los recursos disponibles, a los robots 52, que están configurados preferentemente de manera móvil y se administran por el sistema de gestión 70 (véase a este respecto la figura 6).

35 Cada robot 52 móvil tiene una carcasa 53 con ruedas 55, que están equipadas con un sistema de suspensión neumática (no dibujado en detalle). A este respecto está prevista en la carcasa 53 una fuente de alimentación de energía 56, una electrónica de control 57, un compresor 58 y un acumulador de aire comprimido 59 (véase a este respecto la figura 7). En el lado superior de la carcasa 53 se asienta el brazo de robot 54, que puede llevar en su extremo libre 64 alternativamente una herramienta o un cabezal de medición 110.

40 Como parte constituyente central de cada robot 52 hay una unidad de controlador 60, que implanta y realiza a través de una electrónica de control 62 y el brazo de robot 54 las tareas de inspección. La electrónica 62 controla además el sistema de suspensión neumático y un accionamiento (no representado), alojado igualmente en la carcasa 53, de modo que el robot 52 pueda moverse de manera autónoma a través de una interfaz W-LAN.

45 El dispositivo de inspección 50 en su conjunto se comunica preferentemente a través de tecnologías inalámbricas. A través de puntos de acceso (*Access-Points*) 80 descentralizados existe un enlace con los robots 52 móviles, que disponen para la orientación y el control de un sistema de navegación 65. Este último comprende sensores de distancia láser 66, sensores de radar 67 y/o módulos GPS, que están enlazados con la electrónica de control 62 del robot 52. El punto de acceso 80 está enlazado a través de un *router* W-LAN 85 con el robot 52 y el vehículo 20.

50 La figura 2 muestra esquemáticamente un proceso de inspección. El vehículo 20 se transporta, por ejemplo, sobre una cinta de transporte 22. No obstante, también es posible transportarse colgado o moverse ya por medio de un accionamiento propio. En el vehículo 20 se ha instalado ya una pieza constructiva 10, por ejemplo el panel de mando para un sistema de climatización representado en la figura 1, que aún debe someterse a prueba ahora. Un escáner de vehículos 23 identifica que se acerca el vehículo 20 y de qué vehículo se trata. Esta información se reenvía a través de un punto de acceso 80 al sistema de gestión 70.

55 El sistema de gestión 70 recupera con ayuda de los datos recibidos las tareas de inspección previamente definidas, calculadas, simuladas y almacenadas en la base de datos 30 para el vehículo 20 que se acerca y aclara qué robot 52 está disponible para la tarea por hacer. Si se identifica un robot 52, los datos se reenvían a través del punto de acceso 80 a la unidad de controlador 60 del robot 52 y se emite el trabajo de inspección.

En cuanto el sistema de gestión 70 ha transmitido las tareas de inspección y los correspondientes datos al robot 52 y este ha programado de manera correspondiente las especificaciones teóricas, el robot 52 se orienta en primer lugar

en el espacio y calcula, con ayuda de las especificaciones teóricas del sistema de gestión 70, su recorrido hasta el vehículo 20. El sistema de navegación 65 y la electrónica de control están configurados a este respecto de tal manera que se registran los movimientos propios del robot móvil 52 – lugar y posición - y se tienen en cuenta en el cálculo del recorrido.

5 En cuanto se determina el objetivo, el robot 52 se pone en movimiento. Tal como se representa esquemáticamente en la figura 8, se acerca de manera autónoma al vehículo 20 y se desplaza en paralelo junto con el mismo, hasta que estén sincronizados sus movimientos con el vehículo 20. Entonces busca un punto de acceso definido, para poder penetrar con el brazo de robot 54 en el interior del vehículo, por ejemplo a través de una ventanilla abierta del vehículo.

10 Una vez alcanzadas las coordenadas finales, el robot 52 se acopla mecánicamente al vehículo 20, de modo que puede realizar de manera fiable con su cabezal de medición 110 y/o con un actuador el trabajo de inspección en el panel de mando 10. Alternativamente puede sincronizarse el robot en desplazamiento también con el vehículo mediante un procedimiento de seguimiento (*tracking*).

15 Mientras el robot 52 acompaña al vehículo 20, el espacio funcional virtual previamente definido se adapta – tal como se indica esquemáticamente en la figura 9 – al espacio funcional real realmente presente, es decir la imagen real se ajusta inicialmente con la imagen virtual (*match*), para que el robot 52 pueda realizar de manera fiable las tareas establecidas en el espacio funcional virtual. A continuación se determina la mejor posición y/o movimiento para el brazo de robot 54 o para las herramientas o dispositivos de medición fijados al mismo (*best fit*). Dado el caso se adaptan u optimizan los procedimientos a seguir, trayectorias de referencia y puntos de referencia definidos a través de las características de calidad. Las variables de perturbación provocadas por los movimientos del vehículo 20, por ejemplo oscilaciones, ya se han registrado y pueden eliminarse de manera fiable.

20 En cuanto el brazo de robot 54 ha alcanzado su posición inicial, el robot 52 realiza las tareas de inspección previstas, se registran los datos de medición y se transmiten al sistema de gestión 70.

25 La figura 10 muestra el extremo libre 64 del brazo de robot 62. Este lleva un cabezal de medición 110 equipado con un sistema multisensorial, que puede registrar numerosos valores y parámetros. Así, el cabezal de medición 110 dispone, por ejemplo, de una cámara a color 112, sensores de posición 114, sensores 116 para un sistema de triangulación láser, un sensor de momento y fuerza 118, toberas neumáticas 120 así como un espectrómetro 122.

30 Con el cabezal de medición se activan los elementos funcionales 14, 15, 16, 17 de la pieza constructiva 10 conforme a las tareas de inspección definidas, registrándose al mismo tiempo magnitudes de recorrido, fuerza y tiempo en tiempo real y reenviándose al sistema de gestión 70.

A este respecto el robot 52 localiza el espacio funcional real para la inspección planificada de manera totalmente autónoma. En caso necesario efectúa una adaptación de posición (transformación 6D) así como un posicionamiento autónomo del brazo de robot 54. A continuación se lleva a cabo la tarea de inspección.

35 Durante el proceso de inspección real se produce mediante un sistema sensorial adecuado de manera permanente una adaptación entre el mundo real y el virtual. A este respecto se compensan por ejemplo desviaciones espaciales de los objetos de inspección respecto de la posición ideal virtual mediante una adaptación de posición dinámica. El ajuste entre los espacios funcionales real y virtual se produce por ejemplo a través de puntos de referencia, estructuras relevantes o nubes de puntos (triangulación láser 2D). La determinación de la posición espacial del sistema de coordenadas sensor del robot en relación con el sistema de coordenadas de la pieza constructiva se produce por medio de adaptación dinámica.

40 Para espacios funcionales internos y una compensación de desfase adaptativa con ayuda de un robot industrial multiaxial se emplea una determinación de posición 3D óptica. La orientación del brazo de robot 54 en caso de exámenes táctiles se produce preferentemente por medio de un sensor de triangulación láser 2D.

45 Un sistema de diagnóstico a bordo 100 previsto en el vehículo 20 puede controlar este y por ejemplo activar, disparar o registrar funciones en o dentro de una pieza constructiva 10. Por ejemplo, el robot 52 puede probar el sistema de iluminación exterior (no representado en detalle) del vehículo 20, encendiéndolo y apagándolo por el sistema de diagnóstico a bordo 100, mientras el sensor en el brazo de robot 54 registra la función de las luces. En el interior del vehículo 20 pueden probarse las teclas 14 del sistema de climatización 10 o del sistema de navegación. Por ejemplo si los recorridos y fuerzas de ajuste corresponden a las especificaciones o si los ruidos producidos con ello se sitúan dentro de límites definidos.

50 Si todas las tareas de inspección son satisfactorias, el robot 52 se desacopla del vehículo 20 y regresa de manera autónoma a su posición de partida. Allí espera el siguiente trabajo, en particular el siguiente vehículo 20.

55 El sistema no está limitado solo a la inspección final descrita de piezas constructivas 10. Los robots 52 pueden emplearse de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención también para instalar las piezas constructivas 10 en el vehículo 20. Las etapas de trabajo, rutinas, parámetros y variables de perturbación necesarios para ello se definen ya durante el diseño de la pieza constructiva en el sistema CAD. Las etapas de trabajo y

procesos de movimiento resultantes se calculan a continuación por el postprocesador y se simulan. También en este caso se tiene en cuenta la posibilidad de alcanzar todos los puntos de medición por parte del robot 52 al igual que sus dimensiones y las dimensiones de la pieza constructiva y el entorno, para evitar colisiones

5 En cuanto el vehículo 20 ha alcanzado una posición predeterminada, el robot 52 se acerca, tal como se muestra en la figura 8, al vehículo 20, se posiciona con respecto al vehículo 20 y se desplaza junto con el mismo tras sincronizarse. En cuanto el robot 52 ha alcanzado su posición especificada, la pieza constructiva 10 se monta en la posición especificada. A este respecto, el robot 52 emplea una herramienta adecuada o un elemento de agarre. A continuación, el robot 52 cambia la herramienta por un cabezal de inspección o sensor y realiza las tareas de inspección especificadas.

10 El sistema de gestión 70 puede dirigir varios robots 52 que realizan al mismo tiempo en un vehículo 20 diferentes tareas de montaje e inspección. Los correspondientes datos e información los obtiene el sistema de gestión 70 a partir de la base de datos 30. Así, por ejemplo un primer robot puede suministrar y colocar la pieza constructiva que va a montarse, mientras que un segundo robot efectúa con una herramienta la fijación. Un tercer robot transmite a continuación la inspección de la pieza constructiva. Los tres robots se controlan y supervisan a este respecto por el
15 sistema de gestión 70.

El procedimiento también puede aplicarse a la fabricación de las piezas constructivas 10, al instalar las unidades funcionales previstas, como por ejemplo teclas 14, mando giratorio 15, regulador giratorio 16 o LED 17 en la carcasa 12. En cuanto se ha montado una parte, esta puede probarse inmediatamente a través de tareas de inspección especificadas y valorarse. Si la pieza constructiva cumple todas las especificaciones de calidad, puede entregarse o
20 procesarse adicionalmente. Si no se satisfacen determinados criterios, la pieza constructiva puede retirarse o emplearse de otro modo.

Una ventaja fundamental de la invención consiste en que las tareas de inspección y los requisitos de calidad asociados se definen y asocian ya durante el diseño de la respectiva pieza constructiva en el ordenador. A este respecto pueden crearse virtualmente para todos los objetos que han de inspeccionarse los procesos de inspección
25 deseados y reproducirse en el respectivo espacio funcional virtual. Al mismo tiempo se establecen las herramientas y sensores necesarios, así como los parámetros de medición y análisis. El cálculo de las trayectorias de movimiento se produce en relación a un sistema de coordenadas de objeto establecido. Además las especificaciones de inspección están aplicadas en el espacio funcional virtual en el sistema CAD de tal manera que el robot puede encontrar más tarde el espacio funcional real y puede ejecutar la inspección.

30 Así puede definirse todo el proceso de inspección con todas las etapas de inspección y medición necesarias y deseadas en el sistema CAD.

En el mundo virtual se produce además la planificación de trayectoria para el brazo de robot 54 basándose en procesos de movimiento e inspección almacenados, que se agrupan dinámicamente en forma de un sistema modular. De este modo puede optimizarse todo el movimiento del robot 52, es decir este puede trabajar rápidamente
35 y de manera fiable, sin que exista el riesgo de colisiones u otros problemas. Para el ajuste espacial con el mundo real se determinan superficies y contornos de referencia.

Sin embargo, el procedimiento no se limita solo a tareas de inspección y medición. Más bien pueden proyectarse y ejecutarse también etapas de fabricación y montaje, es decir ya durante el diseño de la pieza constructiva en el ordenador se establecen etapas de fabricación o montaje y las correspondientes características de calidad, que a
40 continuación se realizan por un robot y a continuación se supervisan o controlan. A este respecto puede utilizarse incluso un mismo robot.

La creación del conjunto de todas las instrucciones de fabricación, montaje y/o inspección relevantes para el vehículo se produce igualmente por medio del editor, estableciéndose para todas las tareas de fabricación, montaje e inspección todas las características de calidad correspondientes o deseadas.

45 Una vez calculadas y simuladas todas las tareas de fabricación y montaje, el sistema de gestión 70 asume el control y la coordinación de los robots 52, que están equipados con correspondientes herramientas de montaje. El sistema de gestión 70 controla por consiguiente todo el proceso de producción e inspección. Se comunica con todas las partes del sistema o los componentes del sistema y distribuye las tareas de producción y medición conforme a las especificaciones y los recursos disponibles.

50 Cambios en el producto y fluctuaciones en la capacidad pueden tenerse en cuenta inmediatamente gracias a la flexibilidad del procedimiento y del sistema de inspección correspondiente, simplemente introduciendo en el sistema los datos CAD modificados o especificados de nuevo. Es posible transmitir tareas de producción cambiantes de manera rápida y cómoda a instalaciones flexibles y adaptables, centradas en la calidad; en este caso en especial a los robots 52 móviles, que en función de una tarea previamente programadas, calculadas y simulares dentro de un espacio funcional especificado puede aceptar tanto tareas de montaje como de inspección. El sistema de gestión 70
55 administra, determina la posición de y programa de manera específica para la tarea en coordenadas teóricas todos los robots 52.

5 El procedimiento de acuerdo con la invención también puede aplicarse cuando el vehículo 20 no está dispuesto sobre una cinta de transporte, sino que se monta y controla en un lugar fijo. A este respecto también es concebible que los robots 52 estén dispuestos igualmente de manera estática. En este caso se produce un acoplamiento meramente estático del robot 52 al vehículo 50. Si ambos están en movimiento se produce el acoplamiento dinámico anteriormente descrito. A este respecto puede moverse el vehículo también ya con su accionamiento propio.

10 La presente idea se basa en la definición de tareas concretas en espacios funcionales basados en vehículo o pieza constructiva directamente en el sistema CAD. A partir de estas tareas se derivan procedimientos a seguir, trayectorias de referencia y puntos de referencia centrados en la calidad para un dispositivo de fabricación, montaje y/o inspección, que se acola de manera autónoma y en tiempo real al vehículo que va a inspeccionarse y ejecuta o lleva a cabo las tareas especificadas. La idea tematiza y concretiza por consiguiente la producción adaptativa inteligente centrada en la calidad en la industria del automóvil con robots 52 móviles. Se posibilita la implantación directa de un modo de *plug and work*.

El procedimiento en su conjunto puede trasladarse también a otros ámbitos, por ejemplo a la fabricación de muebles, aparatos electrónicos y similares

15 Otras ventajas de la invención se presentan tal y como sigue:

- El procedimiento posibilita la implementación de sistemas de producción inteligentes y flexibles con la capacidad de poder adaptarse a variaciones y tareas en curso.
- El procedimiento posibilita una producción centrada en la calidad, es decir que piezas constructivas fabricadas o montadas pueden controlarse de inmediato a través de tareas de inspección ya especificadas, definidas en el espacio funcional propio. De este modo se evita emplear absolutamente piezas constructivas defectuosas. Piezas constructivas que solo cumplen de manera limitada los requisitos de calidad especificados pueden suministrarse de forma rápida y cómoda a otro uso, a un retoque o a una retirada.
- El procedimiento define una calidad de producto medible para toda la cadena de valor y a través de un sistema adaptativo inteligente, centrado en la calidad, posibilita su valoración.
- Las tareas de inspección establecidas en el sistema CAD durante el diseño de una pieza constructiva se derivan con capacidad de procesamiento, se simulan y se realizan en la fase de producción.
- El procedimiento posibilita una adaptación permanente a nuevas series constructivas, variaciones en la capacidad y tareas cambiantes.
- El sistema de gestión de orden superior se dirige a la producción global, identifica todos los sistemas y robots automáticamente, comunica las tareas establecidas de manera descentralizada, controla y regula el proceso de producción global. El punto de partida para ello son imágenes digitales del procedimiento de producción global en la producción a través de espacios funcionales.
- Los robots autónomos se encuentran en permanente interacción con el sistema de gestión, aprenden nuevas tareas con nuevas herramientas, navegan de manera autónoma en su entorno, localizan su lugar de acción, cooperan constantemente con el vehículo y ejecutan, mediante procedimientos a seguir centrados en la calidad, las tareas de inspección con responsabilidad propia. Las tareas de inspección centradas en la calidad se derivan de los datos CAD, se simulan, se resuelven espacialmente y se realizan por los sistemas robóticos autónomos sobre plataformas estacionarias o móviles.

40 La invención se refiere, por consiguiente, a un procedimiento para la fabricación, montaje y/o control de piezas constructivas 10 por medio de un dispositivo de inspección 50 a través de tareas de inspección definidas, creándose cada pieza constructiva 10 por medio de un sistema CAD. De acuerdo con la invención está previsto que durante la creación de una pieza constructiva 10 en el sistema CAD se defina una tarea de inspección asociada a la pieza constructiva 10, definiéndose cada tarea de inspección y/o montaje en un espacio funcional virtual. Además pueden asociarse a cada tarea de inspección características de calidad así como criterios de análisis o valoración así como variables de perturbación y error. A partir de cada tarea de inspección se derivan procedimientos a seguir, trayectorias de referencia y/o puntos de referencia para el dispositivo de inspección 50 y se asocian al espacio funcional virtual. A continuación se simula cada tarea de inspección en el espacio funcional virtual asociado en cada caso antes de su realización en un espacio funcional real. Tras una adaptación del espacio funcional virtual al espacio funcional real se realizan las tareas de inspección especificadas por el dispositivo de inspección 50.

50 Todas las características y ventajas que se desprenden de las reivindicaciones, de la descripción y del dibujo, incluidas las particularidades constructivas, las disposiciones espaciales y las etapas de procedimiento, pueden ser esenciales para la invención tanto en sí mismas como en las más diversas combinaciones.

Lista de referencias

10 pieza constructiva

	12	carcasa
	14	teclas
	15	mando giratorio
	16	regulador giratorio
5	17	LED
	20	automóvil
	22	cinta de transporte
	23	escáner de vehículos
	30	base de datos
10	40	objeto de referencia
	41	punto
	42	ruta
	50	dispositivo de inspección
	52	robot
15	53	carcasa
	54	brazo de robot
	55	ruedas
	56	fuelle de alimentación de energía
	57	electrónica de control
20	58	compresor
	59	acumulador de aire comprimido
	60	unidad de controlador
	62	electrónica de control
	64	extremo libre
25	65	sistema de navegación
	66	sensor de distancia láser
	67	sensor de radar
	70	sistema de gestión
	80	punto de acceso
30	85	<i>router</i> W-LAN
	90	sistema de seguimiento
	100	sistema de diagnóstico a bordo
	110	cabezal de medición
	112	cámara a color
35	114	sensores de posición
	116	sensor para sistema de triangulación láser
	118	sensor de momento y fuerza
	120	toberas neumáticas
	122	espectrómetro
40		

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el control de piezas constructivas (10) y/o unidades funcionales (14, 15, 16, 17) con un dispositivo de inspección (50) a través de tareas de inspección definidas, creándose cada pieza constructiva (10) y/o cada unidad funcional (14, 15, 16, 17) por medio de un sistema CAD y definiéndose, durante la creación de una pieza constructiva (10) y/o de una unidad funcional (14, 15, 16, 17) en el sistema CAD, una tarea de inspección asociada a la pieza constructiva (10) y/o a la unidad funcional (14, 15, 16, 17), estando asociadas a cada tarea de inspección características de calidad,
- caracterizado porque** la tarea de inspección se define en un espacio funcional virtual,
- 10 **porque**, debido a la tarea de inspección, para un dispositivo de inspección (50) que ejecuta la tarea de inspección se crea un programa de movimiento que contiene la tarea de inspección,
- porque** el movimiento del dispositivo de inspección (50) se simula en el espacio funcional virtual asociado a la tarea de inspección y,
- a continuación, la tarea de inspección asociada a cada pieza constructiva (10) y/o a cada unidad funcional (14, 15, 16, 17) es realizada de manera automatizada por el dispositivo de inspección (50) en un espacio funcional real.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** conjuntos de datos CAD de diferentes piezas constructivas (10) y/o unidades funcionales (14, 15, 16, 17) se almacenan en una base de datos central, en la que también está referenciada la asociación espacial de las piezas constructivas (10) y/o de las unidades funcionales (14, 15, 15, 17) en un entorno de orden superior, y **porque** la simulación de la tarea de inspección asociada al espacio funcional virtual valida la movilidad del dispositivo de inspección (50) dentro del entorno de orden superior.
- 20 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 ó 2, **caracterizado porque** las características de calidad comprenden propiedades geométricas, cinemáticas, táctiles, ópticas y/o acústicas y **porque** se registran diferentes propiedades a través de diferentes tareas de inspección sucesivas y **porque** en el sistema CAD se define la selección, por parte del dispositivo de inspección, de herramientas, elementos palpadores, dispositivos de medición y sensores asociados a las diferentes tareas de inspección.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** a una tarea de inspección se asocian posibles variables de perturbación y/o error.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** de cada tarea de inspección se derivan procedimientos a seguir, trayectorias de referencia y/o puntos de referencia para el dispositivo de inspección (50) y se asocian al espacio funcional virtual,
- 30 **porque** a cada procedimiento a seguir, a cada trayectoria de referencia y/o a cada punto de referencia están asociadas las características de calidad de la tarea de inspección,
- porque** datos asociados a un procedimiento a seguir, una trayectoria de referencia y/o un punto de referencia se almacenan en una base de datos (30), y
- 35 **porque** cada tarea de inspección se simula en el espacio funcional virtual asociado en cada caso antes de su realización en un espacio funcional real.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los datos asociados a una tarea de inspección se transmiten a través de un sistema de gestión (70) al dispositivo de inspección (50).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo de inspección (50) analiza y valora datos registrados en el espacio funcional real con los procedimientos a seguir, las trayectorias de referencia y/o los puntos de referencia asociados en el espacio funcional virtual con ayuda de comparación teórico-real en el marco de la inspección de calidad.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los datos registrados por el dispositivo de inspección (50) en el espacio funcional real se ajustan con los datos asociados de los procedimientos a seguir, las trayectorias de referencia y/o los puntos de referencian determinados en el espacio funcional virtual, y
- 45 **porque** se corrigen, compensan y/u optimizan desviaciones y/o variables de perturbación determinadas.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el ajuste entre los espacios funcionales real y virtual se efectúa con ayuda de puntos de referencia, estructuras relevantes o nubes de puntos (triangulación láser 2D).
10. Sistema, adaptado para la ejecución del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, con
- 50 un dispositivo de inspección móvil que comprende

una unidad de accionamiento, por lo menos un sensor de inspección, un controlador (60) que controla el dispositivo de inspección para controlar el dispositivo de inspección (50) para la ejecución, por parte del dispositivo de inspección (50), de por lo menos una tarea de inspección en un espacio funcional real asociado a la pieza constructiva (10) y/o a la unidad funcional (14, 15, 16, 17),

- 5 una interfaz inalámbrica (85) para la recepción de órdenes de inspección que influyen sobre el controlador (60), con medios para orientar el dispositivo de inspección (50) en el espacio funcional real y con un sistema de gestión (70), que se comunica con la interfaz.

- 10 11. Sistema según la reivindicación 10, **caracterizado por** un medio de identificación (23) para identificar una pieza constructiva (10) que va a inspeccionarse, una unidad funcional (14, 15, 16, 17) y/o por lo menos un producto complejo (20) que aloja una pieza constructiva (10) y/o una unidad funcional (14, 15, 16, 17), comunicándose el medio de identificación (23) con la interfaz (85).

- 15 12. Sistema según las reivindicaciones 10 u 11, **caracterizado por** un módulo de corrección para el ajuste de los datos registrados por el dispositivo de inspección (50) en el espacio funcional real con los datos asociados de los procedimientos a seguir, las trayectorias de referencia y/o los puntos de referencia determinados en el espacio funcional virtual y para la adaptación dinámica de la posición del dispositivo de inspección (50) en el espacio funcional real.

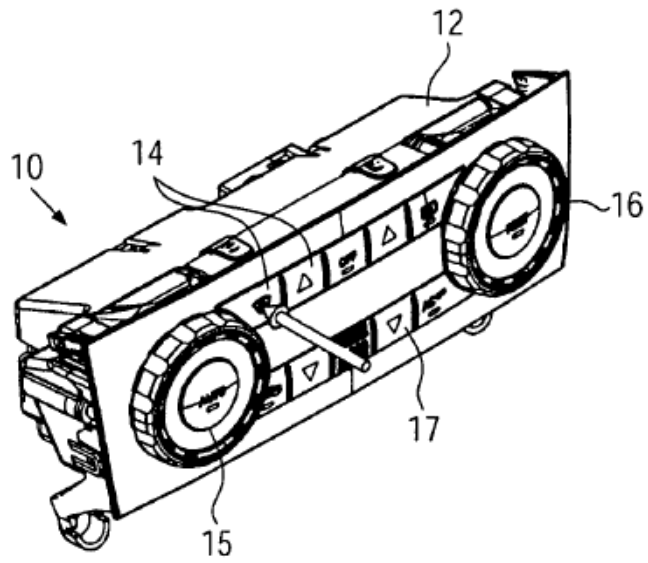


FIG. 1

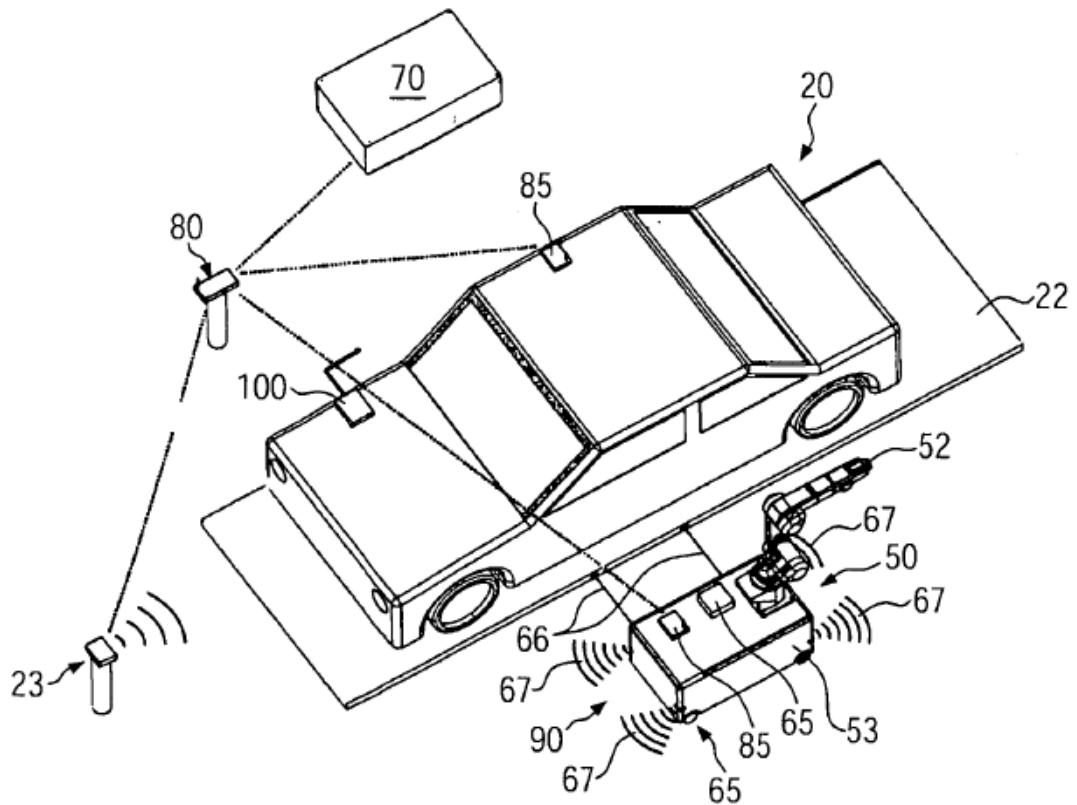


FIG. 2

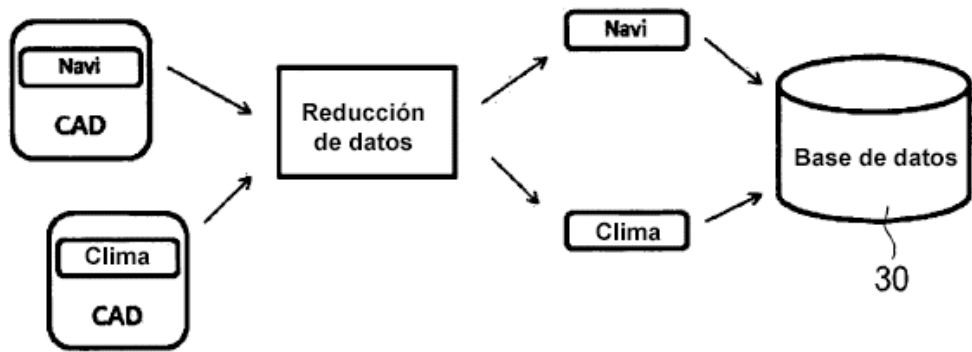


FIG. 3

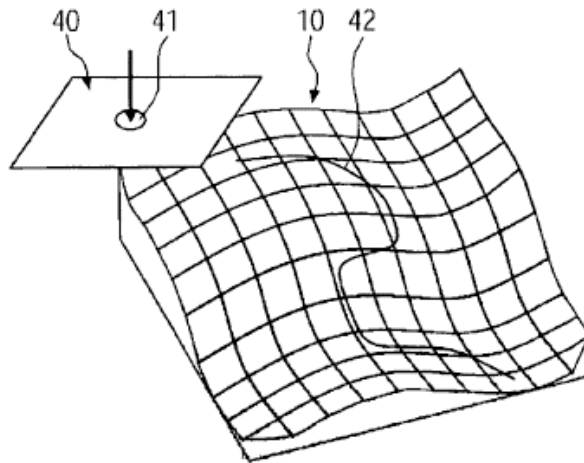


FIG. 4

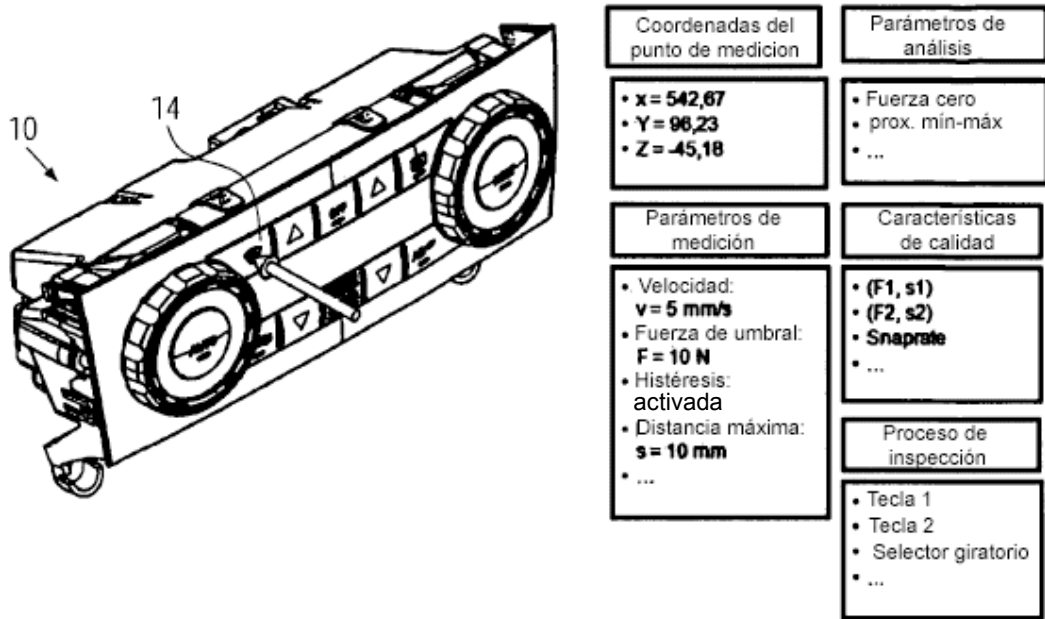


FIG. 5

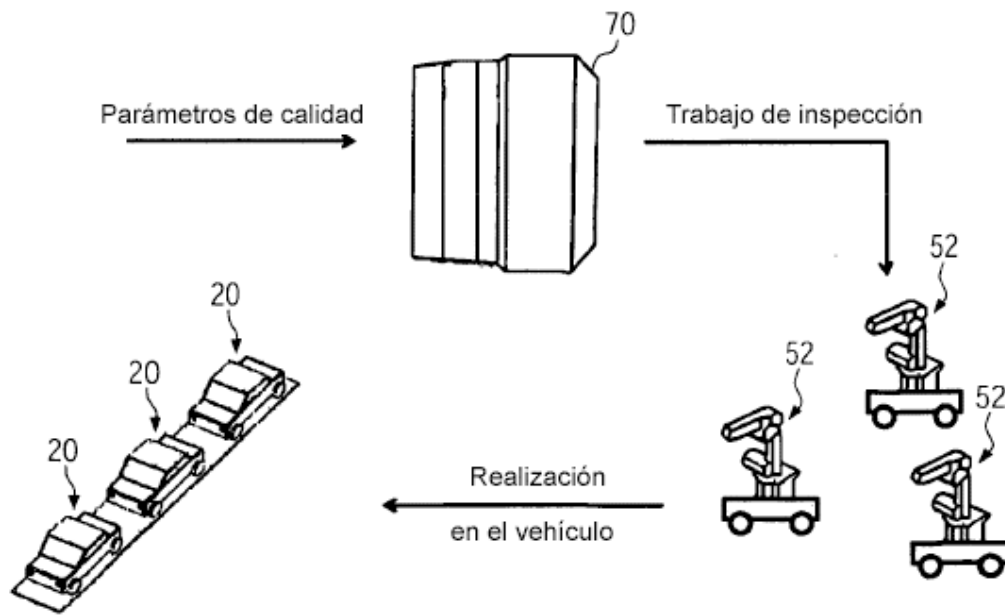


FIG. 6

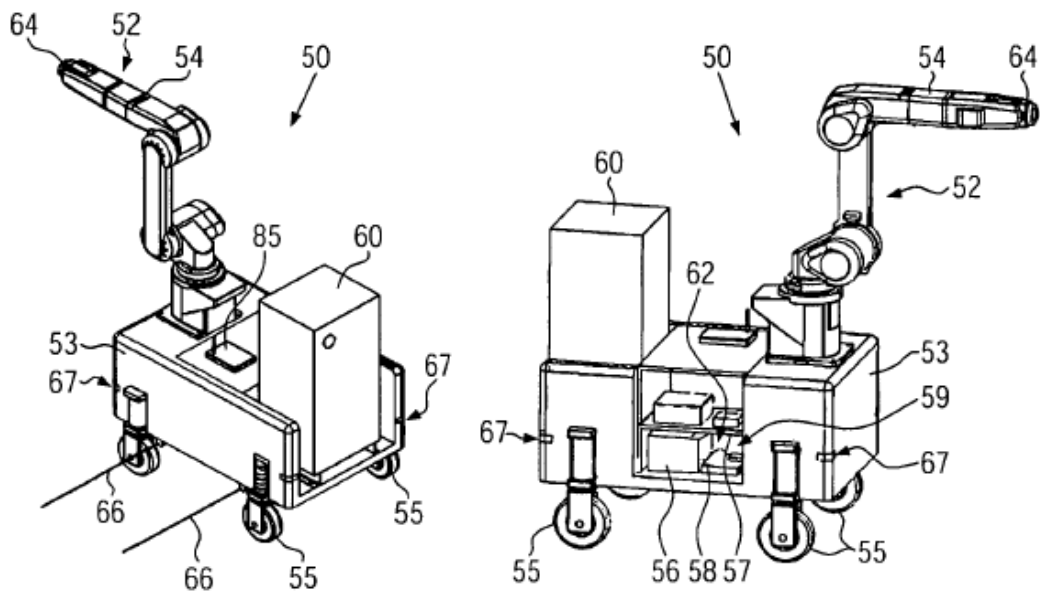


FIG. 7

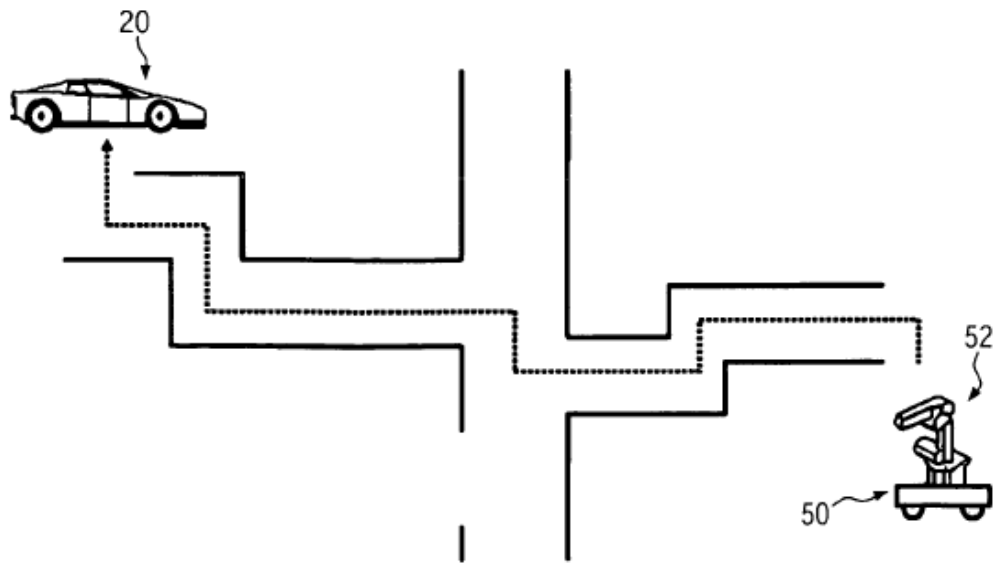


FIG. 8

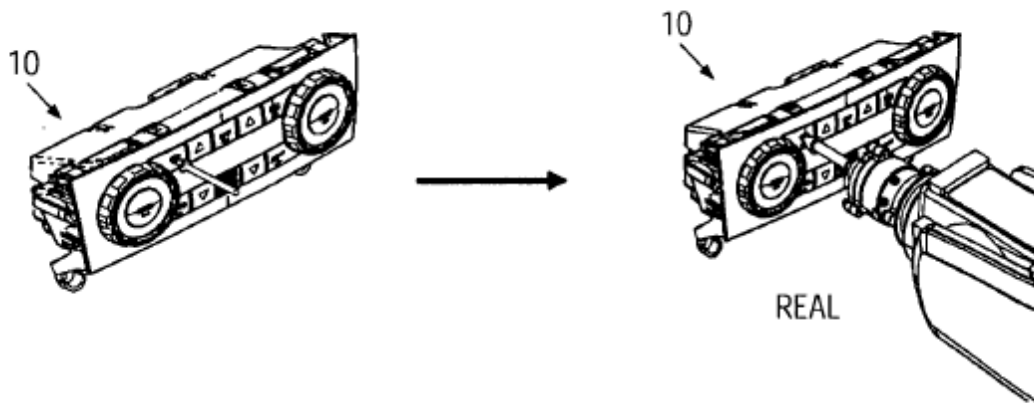


FIG. 9

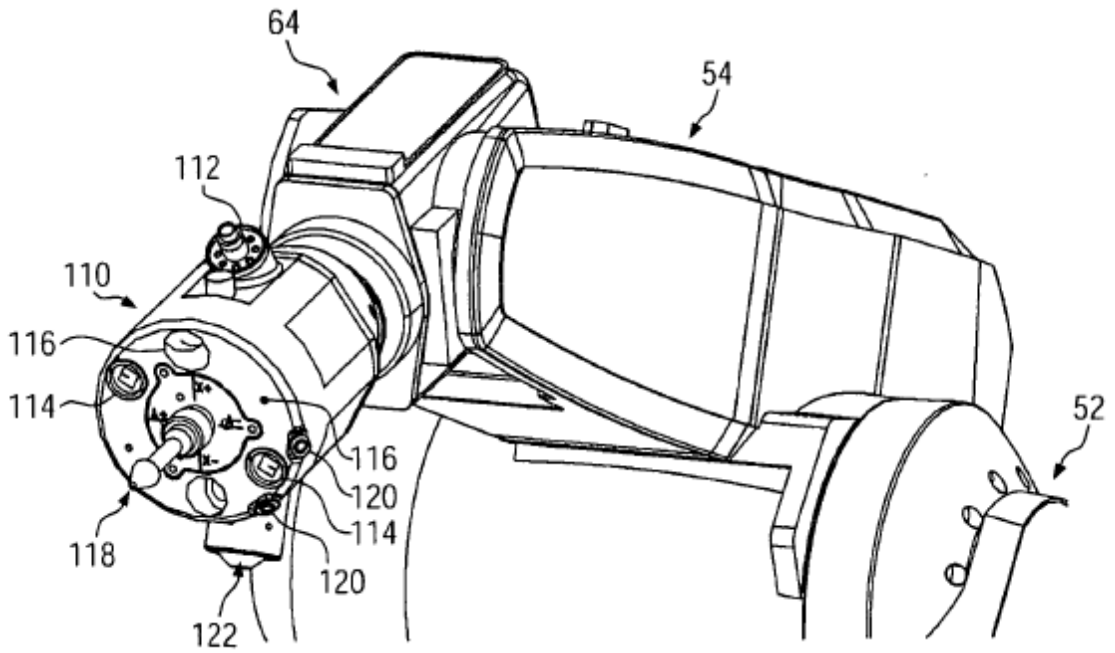


FIG. 10