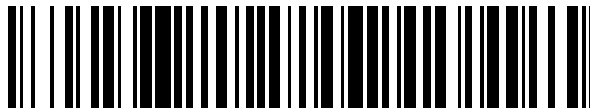


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 193**

51 Int. Cl.:

**G05D 1/02** (2006.01)

**G05B 19/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.11.2005 PCT/US2005/040501**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.08.2006 WO06083340**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2005 E 05856937 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 1810100**

54 Título: **Sistema, dispositivo y método de guiado por láser óptico**

30 Prioridad:

**12.11.2004 US 986292**

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

**03.07.2017**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 NORTH RIVERSIDE PLAZA  
CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**LEDET, ROGER, J. y  
YESTRAU, JOHN, E.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 621 193 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistema, dispositivo y método de guiado por láser óptico

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, a sistemas de guiado de vehículos. Más particularmente, la presente invención se refiere a sistemas de navegación y control basados en láser óptico para dispositivos de fabricación robotizada.

Antecedentes de la invención

10 Aunque los científicos anticiparon hace años que las máquinas automatizadas, o robots, podrían ser diseñadas para realizar tareas múltiples en lugar de los humanos, y la expectativa general de que los robots realizarían algún día la mayoría de las tareas físicas mundanas se ha convertido en omnipresente, la consecución de esta visión ha sido lenta de desarrollar. Incluso con la prominencia de los microprocesadores modernos, todavía se tienen que resolver muchas dificultades antes de que las máquinas robotizadas sean capaces de realizar tareas comunes, fácilmente, realizadas por los humanos. Sin embargo, se han realizado avances significativos en esta área de la tecnología, particularmente en lo que se refiere a máquinas robotizadas de aplicación específica desarrolladas para realizar tareas especializadas en procesos de fabricación de producción en masa o de alta precisión.

15 Aunque los robots estacionarios con apéndices de articulación múltiple pueden ser programados para ejecutar movimientos específicos dentro de un área limitada, o dichos robots pueden ser transportados con respecto a un área extendida mediante un pórtico, el desarrollo de máquinas robóticas de itinerancia libre capaces de recorrer su camino sobre una variedad de superficies diferentes ha demostrado ser más difícil. Los robots móviles dependen del avance de la tecnología en el área de vehículos de guiado automático (AGVs). Un número de esquemas de navegación para este tipo de vehículos ha tenido un éxito limitado, basándose en tecnologías tales como giroscopios, sensores magnéticos, codificadores de rueda, sensores de transpondedor de radio, sistemas de posicionamiento global (GPS) o reflectores láser.

20 Por desgracia, cada uno de estos sistemas falla en proporcionar una solución rentable con la precisión y el tiempo de respuesta requeridos. Por ejemplo, algunos sistemas existentes presentan dificultades en el tiempo de respuesta debido a la complejidad de los cálculos en tiempo real requeridos. Estas dificultades se ven agravadas cuando se contempla una navegación y control tridimensional, en oposición a la bidimensional. Otros sistemas no proporcionan una suficiente precisión para aplicaciones que requieren una precisión mayor, tal como en ciertos procesos de fabricación. Además, los sistemas existentes de posicionamiento y navegación pueden tener un coste prohibitivo.

25 El documento DE3536974 da a conocer un sistema de guía láser óptico del estado de la técnica anterior y un método para su uso con un vehículo.

30 Por consiguiente, es deseable proporcionar un método y dispositivo para la navegación y control de un vehículo que proporcione un alto grado de precisión posicional, a la vez que limite la cantidad y complejidad de cálculos en tiempo real necesarios para determinar y corregir la posición del vehículo, en dos dimensiones así como en tres dimensiones, y sin incurrir en costes excesivos.

Resumen de la invención

35 Las necesidades anteriores se cumplen, en gran medida, mediante la presente invención, en donde en un aspecto se proporciona un sistema y un método los cuales en algunos modos de realización proporcionan un guiado de navegación y un control por láser de un vehículo, tal como un robot, con un alto grado de precisión posicional, a la vez que limita la cantidad y complejidad de cálculos en tiempo real necesarios para determinar y corregir la posición del vehículo, en dos dimensiones así como en tres dimensiones, siguiendo un haz de láser proyectado desde una fuente remota.

40 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un sistema de guiado por láser óptico incluye un sensor de láser para detectar la posición de un haz de láser y generar en respuesta una señal de posición. El sistema también incluye un actuador de accionamiento del vehículo. El sensor de láser y el actuador de accionamiento del vehículo están conectados a un controlador, el cual recibe la señal de posición y controla al actuador de accionamiento del vehículo en respuesta a la señal de posición.

45 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un método para habilitar un controlador para guiar un vehículo basándose en una entrada correspondiente a la posición de un haz de láser detectado incluye recibir una señal desde un sensor de láser, siendo la señal representativa de la posición de un haz de láser e interpretando la señal representativa. El método también incluye generar una señal de control para controlar un vehículo para seguir la posición del haz de láser, y enviar la señal de control a un actuador de accionamiento del vehículo.

50 De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un método para crear una trayectoria de guiado del vehículo incluye determinar una secuencia de direcciones en la cual se apunta secuencialmente un haz de láser con

el fin de crear dinámicamente una trayectoria de guiado del vehículo. El método además incluye generar una señal de control para señalar secuencialmente una fuente de láser en una secuencia de direcciones para crear dinámicamente el recorrido de guiado del vehículo y enviar la señal de control a la fuente de láser. Además, el método incluye señalar secuencialmente el haz de láser en la secuencia de direcciones de manera que se crea dinámicamente la trayectoria de guiado del vehículo.

En un aspecto más, de acuerdo con la presente invención, un sistema de guiado por láser óptico incluye medios para detectar una secuencia de direcciones en la cual se señala secuencialmente un haz de láser con el fin de crear dinámicamente una trayectoria de guiado del vehículo. El sistema de guiado láser también incluye medios para generar una primera señal de control para señalar secuencialmente una fuente de láser en una secuencia de direcciones para crear dinámicamente la trayectoria de guiado del vehículo y medios para enviar la señal de control a la fuente de láser. Adicionalmente, el sistema de guiado por láser incluye medios para señalar secuencialmente un haz de láser para crear una trayectoria de guiado del vehículo, y medios para recibir una señal desde un sensor de láser, siendo la señal representativa de la posición de un haz de láser, así como medios para interpretar la señal representativa. Además, el sistema de guiado por láser incluye medios para generar una segunda señal de control para encontrar un vehículo para seguir la posición del haz de láser, y medios para enviar la segunda señal de control a un actuador de accionamiento del vehículo.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un producto de programa por ordenador para habilitar un controlador para guiar un vehículo basándose en una entrada correspondiente a la posición de un haz de láser detectado. El producto de programa por ordenador comprende instrucciones de software para habilitar un controlador para realizar operaciones predeterminadas y un medio legible por ordenador que ejecute las instrucciones de software. Las operaciones predeterminadas incluyen recibir una señal desde un sensor de láser, siendo la señal representativa de la posición de un haz de láser, interpretar la señal representativa, generar una señal de control para controlar un vehículo para seguir la posición del haz de láser y enviar la señal de control a un actuador de accionamiento del vehículo. Como resultado, el controlador se habilita para controlar el vehículo con el fin de seguir la posición del haz de láser.

De acuerdo con otro aspecto más de la presente invención, un producto de programa por ordenador para habilitar que un ordenador de una fuente de láser cree una trayectoria de guiado del vehículo. El producto de programa por ordenador comprende instrucciones de software para habilitar un controlador para realizar operaciones predeterminadas y un medio legible por ordenador que ejecute las instrucciones de software. Las operaciones predeterminadas incluyen determinar una secuencia de direcciones en las cuales se señala secuencialmente un haz de láser con el fin de crear dinámicamente una trayectoria de guiado del vehículo, generar una señal de control para señalar secuencialmente una fuente de láser en una secuencia de direcciones para crear dinámicamente la trayectoria de guiado del vehículo, y enviar la señal de control a la fuente de láser. Como resultado, el procesador del ordenador es habilitado para controlar la fuente de láser para crear dinámicamente la trayectoria de guiado del vehículo.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 ilustra un sistema de guiado por láser óptico de acuerdo con un modo de realización preferido de la invención.

La figura 2 ilustra un sistema de guiado por láser óptico de acuerdo con un modo de realización preferido alternativo de la invención.

La figura 3 ilustra una arquitectura de sistema para un controlador compatible con el sistema de guiado por láser óptico de la figura 2.

#### Descripción detallada

La invención se describirá a continuación con referencia a las figuras de los dibujos, en las cuales referencias numéricas similares se refieren a partes similares a lo largo de la memoria. Un modo de realización preferido, de acuerdo con la presente invención, ilustrado en la figura 1, proporciona un sistema 10 de guiado por láser óptico que incluye una fuente 12 láser y un procesador 14 asociado, un sensor 16 de láser montado en un vehículo, dos actuador de accionamiento, un actuador 18 de accionamiento de la rueda y un actuador 20 de direccionamiento, fijados al vehículo, y un controlador 22 asociado.

En este modo de realización, un haz de láser es proyectado de una manera tal que delinea una trayectoria de guiado correspondiente a una superficie 24 contorneada, y el sensor 16 de láser detecta la localización del haz de láser, que puede ser continuo o pulsado. Tal y como se utilizan el presente documento, una trayectoria de guiado representa una trayectoria curvilínea proyectada a través del espacio que proporciona un guiado de navegación para un vehículo. Una trayectoria de guiado puede ser o corresponder a una superficie bidimensional o tridimensional, o puede ser independiente de cualquier superficie. El procesador 14 determina la localización del haz de láser con respecto a una posición de referencia predeterminada y genera una señal de control para controlar el actuador 20 de direccionamiento con el fin de hacer que el vehículo siga la trayectoria de guiado proyectada. Este modo de realización de la presente invención por lo tanto proporciona un guiado de navegación y un control de un vehículo siguiendo un haz de láser proyectado desde una fuente remota.

Otro modo de realización del presente dispositivo inventivo es ilustrado en la figura 2, la cual ilustra un ejemplo de un sistema 52 de guiado por láser óptico. Este modo de realización incluye un sensor 16 de láser y un módulo 26 de control de interfaz asociado. Este modo de realización también incluye dos actuador de accionamiento: un servomotor 28 de accionamiento, un servomotor 30 de direccionamiento, cada uno de los cuales está conectado electrónicamente a un controlador 22. Adicionalmente, este modo de realización incluye un servomotor 32 o actuador efector final, el cual está conectado electrónicamente al controlador 22. El sensor 16 de láser y el módulo 26 de control de interfaz asociado también están conectados al controlador 22.

En este modo de realización, el servomotor 28 de accionamiento y el servomotor 30 de direccionamiento, respectivamente, están acoplados mecánicamente a un sistema de accionamiento, que incluye un mecanismo de accionamiento y un mecanismo de direccionamiento en un vehículo. El mecanismo de accionamiento incluye cualquier dispositivo adecuado o combinación de dispositivos capaces de propulsar el vehículo, tal como una rueda accionable o múltiples ruedas accionables, una pista accionable o múltiples pistas accionables, o similares. Del mismo modo, el mecanismo de direccionamiento incluye cualquier dispositivo adecuado o combinación de dispositivos capaces de cambiar la dirección de desplazamiento del vehículo, tal como una rueda direccionable o múltiples ruedas direccionables, o una velocidad diferencial de ruedas o pistas múltiples, o similares.

El servomotor 32 efector final está acoplado mecánicamente a un efector final robotizado, por ejemplo, una herramienta de fabricación, tal como un cabezal de dispensado de material de cinta de laminación. Un ejemplo de dicho dispositivo es divulgado en la solicitud de patente US No. 10/437.067, *Zapata de colocación por capas por vacío y método*, Ledet y otros, presentada el 14 de mayo de 2003. El término "efector final" es utilizado en el presente documento para referirse a cualquier mecanismo o dispositivo que puede estar acoplado a un vehículo o robot para realizar alguna función útil, tal como un proceso de fabricación o tareas que no sean de fabricación, incluyendo soldadura, corte, Taladro, limpieza, pintura, manipulación, transporte, etc.

En este modo de realización, un haz de láser proyectado desde una fuente externa para delinear una trayectoria de guiado es detectado por el sensor 16 de láser, el cual genera una señal eléctrica representativa de la localización del haz de láser. Esta señal es enviada al módulo 26 de control de interfaz, que acondiciona la señal y la envía al controlador 22. El controlador 22 ejecuta un algoritmo para determinar la localización del haz de láser con respecto a una posición de referencia predeterminada con respecto al sensor 16 de láser.

En respuesta a que el haz de láser sea mayor que una distancia predeterminada desde la posición de referencia, el controlador 22 utiliza la distancia entre el haz de láser y la posición de referencia, y la dirección (izquierda o derecha) desde la posición de referencia al haz de láser para generar una señal de control de direccionamiento eléctrica apropiada, que es enviada al servomotor 30 de direccionamiento y provoca que el motor 30 de direccionamiento gire a una posición angular específica, proporcional a la distancia entre la posición de referencia y el haz de láser, resultando en que la rueda direccionable sea orientada en un ángulo específico en la dirección que ajusta de forma correctiva la trayectoria del vehículo hacia la trayectoria de guiado. Ajustando de forma continua la señal de control de direccionamiento, el controlador 22 hace que el vehículo siga el haz de láser proyectado.

El sensor 16 de láser de ejemplo mostrado en la figura 2, es un receptor de láser lineal que comprende una matriz de fotodiodos, del tipo comúnmente utilizado en sistemas de control de una motoniveladora en la industria de la construcción. En estos sistemas, una matriz de celdas fotosensitivas ha sido implementada como un receptor láser proporcional para reconocer la altura a la cual un haz de láser proyectado contacta con la matriz con respecto a una altura de referencia predeterminada en la matriz. En estos sistemas, un haz de láser es proyectado a una altura predeterminada desde el nivel de inclinación deseado en un lugar de construcción, y los receptores de láser son fijados a esa altura desde el borde inferior de la hoja niveladora. Durante las operaciones de nivelado, el nivel de inclinación se ajusta de forma manual o automática en respuesta a la diferencia entre la altura del haz de láser y la altura de referencia con el fin de mantener el nivel de inclinación correcto.

Un modo de realización de la presente invención incorpora el receptor láser proporcional BULLSEYE®5MC de Apache Technologies. Sin embargo, se apreciará que cualquier foto detector con la suficiente precisión que es adecuado para la aplicación en un vehículo puede ser sustituido por el sensor 16 de láser. Esto incluye cualquier dispositivo adecuado con una o más matrices fotosensitivas o fotoactivas. Por ejemplo, un modo de realización de la invención puede implementar una cámara con un dispositivo de carga acoplada (CCD) o un sistema de visión artificial tal como el sensor 16 de láser.

El sensor 16 de láser puede ser lineal o proporcional, y proporcionar una respuesta posicional unidimensional con respecto a la incidencia del haz de láser contra la matriz (por ejemplo, arriba y abajo, o izquierda y derecha) o puede proporcionar una respuesta bidimensional (por ejemplo, izquierda y derecha, así como adelante y atrás). En un modo de realización, tres de las cuatro matrices fotosensitivas en un receptor láser proporcional de 360° están deshabilitadas, y la única matriz fotosensitiva restante en una cara del receptor láser es utilizada para detectar el haz de láser incidente. Adicionalmente, la matriz fotosensitiva está cubierta mediante un panel de filtrado de luz roja, con un acabado de textura desgastada, para controlar el espectro de color y la difusión refractiva del haz de láser proyectado. El panel de filtrado de luz también mejora el rendimiento de la matriz fotosensitiva minimizando los efectos provocados por fuentes ambientales.

En algunos modos de realización preferidos de la presente invención, el módulo 26 de control de interfaz acondiciona la señal de respuesta posicional desde el sensor 16 de láser como apropiada para compatibilidad entre el sensor 16 de láser específico empleado y el controlador 22. En algunos modos de realización de la invención, se emplea una caja de control disponible comercialmente fabricada para el uso con el receptor láser específico.

5 Por ejemplo, en un modo de realización particular de la invención, se emplea la caja de control Modelo 24 de Apache Technologies con modificaciones para proporcionar la funcionalidad deseada. En este modo de realización, el módulo 26 de control de interfaz divide, de forma efectiva, la matriz utilizada de diodos fotosensitivos en quince segmentos, o bandas, a través de la matriz. Un segmento está en el centro de la matriz, o en el centro del receptor láser. Adicionalmente, siete bandas se disponen a ambos lados del segmento central. El módulo 26 de control de interfaz  
10 proporciona al usuario la capacidad para variar la anchura efectiva de los segmentos, bandas, por tanto variando la precisión de la señal posicional así como la anchura total de la porción activa de la matriz fotosensitiva. Adicionalmente, el módulo 26 de control de interfaz proporciona la capacidad de ajustar la frecuencia de actualización de la señal de salida, es decir, la frecuencia con la que la señal de salida es actualizada.

15 En otros modos de realización, dependiendo del sensor 16 de láser particular y del controlador 22 empleados en el modo de realización, se puede incluir un módulo 26 de control de interfaz diferente. En otros modos de realización más, en los cuales el sensor 16 de láser y el controlador 22 incluyen todas las funcionalidades apropiadas para una compatibilidad de interfaz completa, el módulo 26 de control de interfaz es opcional y por tanto es omitido sin ningún efecto en la funcionalidad global del sistema.

20 Un diagrama esquemático de un controlador 22 adecuado es mostrado en la figura 3. Este controlador 22 incluye un procesador 34, una memoria 36, y tres amplificadores 38, 40 y 42 de servo accionamiento, correspondiente al servomotor 28 de accionamiento, al servomotor 30 de direccionamiento, y al servomotor 32 efector final, respectivamente. El controlador 22 también incluye cuatro puertos 44, 46, 48 y 50 de entrada/salida (I/O) correspondientes a los tres amplificadores 38, 40 y 42 de servo accionamiento y al procesador 34, respectivamente.

25 El controlador 22 puede incluir además una interfaz de usuario, tal como una pantalla o monitor, o teclas o botones, para comunicar información a un usuario y aceptar una entrada de usuario, por ejemplo, por medio de una interfaz de usuario visual basada en una pantalla interactiva, controlada por menús. Varios modos de realización de la invención incluyen cualquier número de esquemas de interfaz de usuario funcionales, con o sin el uso de un dispositivo de pantalla visual integral o botones o teclas, incluyendo un sistema activado por voz.

30 En algunos modos de realización de la presente invención, un programa de ordenador que incluye instrucciones para procesar señales de entrada desde el sensor 16 de láser y generar señales de control para el actuador 18 de accionamiento de rueda, el actuador 20 de direccionamiento, y el actuador 32 efector final es descargado mediante el puerto 50 I/O en el controlador 22 desde un ordenador personal u otro dispositivo capaz de leer código desde un medio legible por ordenador y transmitirlo al controlador 22, y el programa está almacenado en la memoria 36. El procesador 34 ejecuta el programa, el cual ejecuta un algoritmo para determinar la dirección (izquierda o derecha) y la distancia desde el centro de la matriz receptora de láser al haz de láser, y para generar una señal de control de respuesta, que  
35 es enviada al amplificador 40 de servo accionamiento del direccionamiento. El amplificador 40 de servo accionamiento del direccionamiento amplifica la señal de control y transmite la señal de control de direccionamiento resultante al servomotor 30 de direccionamiento por medio del puerto 46 I/O.

40 El comportamiento del vehículo o robot puede ser modificado cambiando ciertos parámetros en el programa, tal como la cantidad de tiempo que va a funcionar el programa, la longitud del trayecto que se va a desplazar o la velocidad a la cual va a funcionar el vehículo. En algunos modos de realización, estos parámetros pueden ser cambiados modificando el programa de ordenador. En modos de realización alternativos, el programa puede requerir una entrada de usuario en el inicio del programa para establecer estos parámetros. En otros modos de realización adicionales alternativos, el programa puede dar al usuario la elección de introducir ciertos parámetros o de usar parámetros por defecto preprogramados.  
45

50 En otro modo de realización preferido más de la presente invención, Adicionalmente a la trayectoria de guiado de láser proyectado, el sensor 16 de láser puede también recibir mensajes de control óptico. Por ejemplo, el sensor 16 láser puede recibir de forma intermitente la trayectoria de guiado junto con un mensaje de control óptico en forma de un símbolo predeterminado, un código de barras o una forma, de acuerdo con la capacidad del sensor 16 para láser de distinguir símbolos, códigos de barra, o formas en una porción del sensor 16 de láser remota del área central en la que se recibe en general la trayectoria de guiado. El controlador 22 puede estar programado para reconocer una variedad de dichos mensajes de control ópticos y generar en respuesta a señales de control para una funcionalidad adicional del vehículo o robot.

55 Como un ejemplo específico, en el sistema 52 de guiado por láser óptico mostrado en la figura 2, el controlador 22 puede ser programado para producir señales de control de direccionamiento en respuesta a señales de respuesta posicional es que representan el segmento central de la matriz fotosensitiva del receptor láser y cinco de las siete bandas a cada lado. En este ejemplo, el controlador 22 puede además ser programado para generar señales de control adicionales basándose en la respuesta posicional recibida desde las dos bandas en cada extremo de la matriz fotosensitiva. Por tanto, en algún punto durante el funcionamiento del haz de láser, de forma momentánea, está dirigido

a una de estas cuatro bandas exteriores para ordenar al vehículo o robot realizar una función predeterminada, tal como dirigirse hacia adelante, dirigirse hacia atrás, detenerse, subir o bajar el efector final o similares.

5 Como un ejemplo específico, en respuesta a la retroalimentación posicional representativa de la banda (séptima) extrema a la derecha del centro, el controlador 22 podría ser programado para generar una señal de control para enviar al amplificador 42 de servo accionamiento de efector final para elevar un cabezal de dispensado de material de cinta de laminación. El amplificador 32 de servo accionamiento podría amplificar la señal de control y transmitir la señal de control de efector final resultante al servomotor 32 de efector final mediante el puerto 48 I/O para elevar el cabezal de dispensado de material de cinta de laminación a una posición predeterminada.

10 Del mismo modo, a las bandas restantes, o segmentos, de la matriz receptora de láser que no han sido utilizados para controlar el direccionamiento se les pueden asignar mensajes de control individuales adicionales, en respuesta a los cuales el controlador 22 puede ser programado para ordenar funciones adicionales de acuerdo con las capacidades del actuador 18 de accionamiento de rueda, el actuador 20 de direccionamiento, el actuador 32 de efector final, así como los mecanismos fijados a cada uno de estos.

15 En modos de realización alternativos de la presente invención, se pueden programar otros esquemas de mensajes de control en el controlador 22 de acuerdo con las capacidades del sensor 16 de láser específico empleado en un modo de realización para reconocer y distinguir dichos mensajes de control. Del mismo modo, otros modos de realización alternativos de la invención pueden incorporar múltiples sensores de láser conectados al controlador 22 para recibir señales posicionales o mensajes de control adicionales.

20 Aunque el actuador 32 de efecto final en un modo de realización está acoplado a un cabezal de dispensado de material de cinta de laminación, se apreciará que en modos de realización alternativos de la invención, cualquier otro dispositivo podría estar acoplado al actuador 32 de efector final en lugar del cabezal de dispensado de material de cinta de laminación. Por ejemplo, el efector final podría comprender un accesorio de taladrado, un accesorio de mecanizado un aplicador de pintura, o cualquier otra herramienta de fabricación o cualquier dispositivo configurado para realizar un proceso que no se ha de fabricación. Además, de acuerdo con el efector final específico empleado en un modo de realización dado, el controlador 22 puede ser configurado para controlar dispositivos electromecánicos diferentes de los servo motores y dichos dispositivos pueden ser incorporados en varios modos de realización de la presente invención tal y como se requiera para interactuar con y controlar la función del efector final específico empleado.

25 Además, aunque el modo de realización ilustrado en la figura 2 muestra un sólo servomotor 32 de efecto final, modos de realización alternativos podrían comprender servo motores adicionales para mecanismos de efector final adicionales. Por tanto, un modo de realización de la presente invención podría comprender múltiples efectores finales, tal como un accesorio de taladrado, un accesorio de mecanizado, un aplicador de pintura, todos conectados al controlador 22 y fijados al vehículo o robot.

30 De forma adicional, otros modos de realización más de acuerdo con la presente invención pueden incluir un controlador 22 que comprenda uno, dos o más de tres amplificadores de servo accionamiento configurados para accionar uno, dos o más de tres servo motores. Por otra parte, un modo de realización de la presente invención puede incorporar múltiples controladores, cada uno incluyendo múltiples amplificadores de servo accionamiento. Combinando múltiples controladores con múltiples sensores de láser en modos de realización alternativo de la presente invención, se puede controlar de forma simultánea cualquier número de servomotores en un solo vehículo o robot, o en múltiples vehículos o robots.

35 Aunque se muestra un ejemplo del sistema 52 de guiado por láser óptico en la figura 2 que utiliza un controlador 22 independiente, se apreciará que alguna o todas las funcionalidades del controlador 22 pueden ser realizadas mediante un procesador de ordenador adicional o sustituto, externo, incluyendo un ordenador personal conectado al controlador 22. En algunos modos de realización de la invención, el controlador 22 incluye un puerto 50 de comunicación y un conector externo correspondiente para acoplarse a un ordenador personal, el cual puede ser utilizado para descargar software al controlador 22 o puede reemplazar o añadirse a la funcionalidad del controlador 22.

40 En algunos modos de realización preferidos, un usuario puede introducir de forma manual comandos utilizando un ordenador personal conectado al controlador 22. En respuesta a dichos comandos manuales, el controlador 22 puede generar una señal de control apropiada para mandarla a uno de los servomotores 16,18 y 20. Por ejemplo, en un modo de realización preferido, un usuario puede introducir un comando manual para provocar que el vehículo o robot se ponga en marcha o se detenga, se dirija hacia delante o hacia atrás, o para provocar que un efector final realice alguna tarea, tal como elevar o descender el efector final. En respuesta, el ordenador personal envía una señal de comando al controlador 22, el cual genera una señal de control resultante para provocar que el servo motor 16 de accionamiento gire en cualquier dirección a una velocidad especificada o predeterminada, o para provocar que el servomotor 32 del efector final gire.

45 En otro modo de realización preferido del presente dispositivo y método inventivos, los componentes previamente descritos ilustrados en la figura 2 son combinados con una fuente 12 de láser, tal y como se ilustra en la figura 1. En este modo de realización, la fuente 12 de láser incluye un proyector láser conectado a un procesador 14. El procesador 14 ejecuta un algoritmo que determina una secuencia de direcciones en las cuales apunta un haz de láser con el fin

de proyectar secuencialmente una trayectoria de guiado o un mensaje de control óptico, y genera una señal de control de proyector láser. Por ejemplo en un modo de realización preferido de la invención, el procesador 14 genera la señal de control de proyector láser en respuesta a un archivo de datos generado por el algoritmo de programación de la trayectoria de guiado. El proyector láser recibe esta señal de control y proyecta en respuesta un haz de láser en una localización específica a lo largo de la trayectoria de guiado durante un breve periodo, entonces en otra posición a lo largo de la trayectoria de guiado en otro breve periodo, y así sucesivamente, a una frecuencia tal que la trayectoria de guiado parece ser continua, de una manera análoga a una película hecha de una secuencia de fotogramas.

Un ejemplo de un proyector láser adecuado para el uso con el sistema 10 de guiado láser es un sistema de proyección Virtek LaserEdge®, el cual fue desarrollado para utilizarse en procesos de fabricación para proyectar modelos de fabricación bi- y tridimensionales sobre superficies de trabajo. En sistemas de este tipo, un procesador de ordenador controla un solo haz de láser de precisión mediante una combinación de espejos, el cual es proyectado secuencialmente, o es cambiado, sobre una superficie de trabajo para producir un contorno visible altamente preciso, reemplazando las máscaras o modelos físicos tradicionales. Con el fin de asegurar una precisión reproducible en estos sistemas, se disponen reflectores láser en la pieza de trabajo o en la herramienta de fabricación y los ángulos de los haces láser reflejados son utilizados para determinar la localización precisa del proyector láser con respecto a la superficie de trabajo.

Adicionalmente, este tipo de sistemas de proyección láser pueden ser programados para proyectar instrucciones escritas sobre la superficie de la pieza de trabajo o de la herramienta de fabricación. El modelado y posicionamiento de láser de precisión de este tipo ha sido utilizado ampliamente en la industria aeroespacial y en la fabricación de sistemas de transporte, particularmente en la fabricación de componentes de material compuesto, así como en la fabricación de componentes de construcción prefabricados, tal como segmentos de tejado prefabricados, puertas y paneles de pared, y armazones de suelo.

Un sistema de proyección de este tipo es divulgado en la patente US No. 5,381,258. Sin embargo, cualquier sistema de proyección láser capaz de proyectar una trayectoria de guiado bidimensional o cualquier sistema de proyección láser capaz de proyectar una trayectoria de guiado tridimensional podría ser suficiente para los propósitos del proyector láser en un modo de realización de la presente invención.

En algunos modos de realización, la trayectoria de guiado puede ser bidimensional, es decir, la trayectoria de guiado se puede corresponder a una superficie plana, o puede ser tridimensional, por ejemplo, correspondiendo a una superficie contorneada, tal como la de una pieza o herramienta de trabajo de fabricación. Adicionalmente, la trayectoria de guiado puede disponerse en una superficie física real sobre la cual se desplaza el vehículo o robot, o puede disponerse a una distancia por encima de la superficie correspondiente a la altura y orientación del sensor 16 de láser cuando se ha montado en el vehículo.

Es una ventaja de ciertos modos de realización preferidos de la presente invención que un algoritmo de programación de la trayectoria de guiado tenga cuenta desfases laterales así como verticales en la localización del sensor 16 de láser con respecto a la trayectoria superficial del vehículo e incorpore la información de desfase en un archivo de datos de la trayectoria de guiado, el cual es convertido en un formato compatible con el procesador 14. Por ejemplo, en un modo de realización en el que el haz de láser es recibido o interceptado directamente por el sensor 16 de láser, el algoritmo de programación de la trayectoria de guiado tiene en cuenta la orientación del vehículo y la posición resultante del sensor 16 de láser en cualquier punto dado a lo largo de la trayectoria de guiado o de la trayectoria del vehículo. Esta funcionalidad es particularmente útil en un modo de realización en el que la configuración de la base del vehículo y el contorno local de la superficie desplazada cada cierto tiempo resulta en una orientación del sensor 16 de láser que no se corresponde con una línea normal o con un punto en la superficie desplazada correspondiente a la trayectoria de guiado o a la trayectoria del vehículo.

Puesto que la trayectoria de guiado no es una proyección continua, sino más bien una proyección secuencial de alta frecuencia de puntos individuales o puntos, el proyector láser puede ser programado para proyectar simultáneamente códigos gráficos, o mensajes de control ópticos además de la trayectoria de guiado. En este caso, el procesador 14 comanda el proyector láser para proyectar de forma intermitente el haz de láser en una porción remota del sensor 16 de láser, de manera que se distinga de la propia trayectoria de guiado, formando símbolos o formas gráficas que el controlador 22 está programado para reconocer e interpretar.

Aunque se muestra un ejemplo de la fuente 12 de láser en la figura 1 que utiliza un proyector láser individual, se apreciara que se pueden utilizar múltiples proyectores láser para cubrir un área grande. Por tanto, en modos de realización alternativos cualquier número de proyectores láser individuales puede estar conectado en serie o en paralelo para proyectar de forma efectiva una trayectoria de guiado sobre un área de, prácticamente, cualquier tamaño.

En otro modo de realización más de la presente invención, se puede utilizar un láser giratorio para proyectar una trayectoria de guiado bidimensional. Esta fuente 12 de láser simplificada no requiere un procesamiento por ordenador, y por tanto puede funcionar independientemente de un procesador.

Aunque el procesador 14 de ejemplo mostrado en la figura 1 representa un ordenador personal (PC) común, se apreciará que en otros modos de realización el procesador 14 puede incluir cualquier sistema de procesamiento de

datos adecuado, tal como un servidor, una colección de servidores u ordenadores personales conectados en red, un ordenador central, etc. Además, en algunos modos de realización la funcionalidad de tanto el procesador 14 como el controlador 22 puede combinarse en un sólo ordenador conectado a cada uno de los sensores 16 de láser, los actuadores 18, 20 y 32 y la fuente 12 de láser.

- 5 Del mismo modo, se apreciará que las funciones de procesamiento realizadas por el procesador 14 pueden ser realizadas igualmente en modos de realización alternativos por un sistema de ordenador con dispositivos periféricos, tal como un teclado asociado, un ratón, y un monitor, o mediante un sistema de ordenador sin dispositivos periféricos asociados. Por otra parte, las funciones de procesamiento realizadas por el procesador 14 podrían ser realizadas, en algunos modos de realización, mediante un sistema integrado incluido en el proyector láser.
- 10 Además, aunque los distintos ejemplos de enlaces de comunicación en la figura 1, la figura 2 y la figura 3 son mostrados utilizando conexiones de cable directas, se apreciarán que en otros modos de realización se pueden incorporar cualquier combinación de dispositivos, así como cualquier software o firmware asociados, configurados para acoplar sistemas basados en procesadores, incluyendo módems, tarjeta de interfaz de red, buses en serie, buses en paralelo, interfaces LAN o WAN, interfaces inalámbricos u ópticos y similares, junto con los protocolos de transmisión asociados, tal y como se puede desear o requerir por el diseño.
- 15

Por otra parte, cualquiera de las conexiones de comunicación mostradas en la figura 1, en la figura 2 o la figura 3 podrían ser reemplazados o completados, en modos de realización alternativos, mediante redes de comunicación que comprendan cualquier combinación viable de dispositivos y sistemas capaces de conectar sistemas basados en ordenadores, incluyendo redes privadas; una red pública, una red de área local (LAN); una red de área amplia (WAN); un sistema basado en Ethernet; una red en anillo, Internet, una intranet o una extranet; una red de valor añadido; un sistema basado en telefonía, incluyendo dispositivos T1 o E1; una red de modo de transferencia asíncrona (ATM); un sistema cableado; un sistema inalámbrico; un sistema óptico, una combinación de cualquier número de redes o sistemas de procesamiento distribuidos; etc.

20



**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (10) de guiado por láser óptico para uso con un vehículo, que comprende:  
un sensor (16) de láser montable en dicho vehículo para detectar una posición de un haz de láser proyectado desde una fuente remota y que genera en respuesta una señal de posición;
- 5 un actuador (18, 20) de accionamiento del vehículo;  
un controlador (22) conectado al sensor de láser y conectado al actuador de accionamiento del vehículo, para recibir la señal de posición y controlar el actuador de accionamiento del vehículo en respuesta a que el haz de láser sea más grande que una distancia predeterminada desde la posición de referencia,  
caracterizado porque
- 10 el sensor de láser comprende un sistema de visión artificial para detectar una localización en la cual el haz de láser contacta con una superficie adyacente, y el controlador además utiliza la señal de posición para determinar una posición relativa de la localización en la cual el haz de láser contacta con la superficie adyacente con respecto a una posición de referencia predeterminada.
- 15 2. El sistema de guiado por láser óptico de la reivindicación 1, en donde el sensor de láser comprende un receptor de láser para detectar una localización en la cual el haz de láser contacta con el receptor de láser, y el controlador además utiliza la señal de posición para determinar una posición relativa de la localización en la cual el haz de láser contacta con el receptor de láser con respecto a una posición de referencia predeterminada en el receptor de láser.
3. El sistema de guiado por láser óptico de la reivindicación 2, que además comprende:  
20 un módulo (26) de control de interfaz conectado al receptor de láser y al controlador para acondicionar la señal de posición; y  
al menos una primera matriz fotosensitiva en el receptor de láser;  
en donde el módulo de control de interfaz proporciona un ajuste en la anchura efectiva de la primera matriz fotosensitiva en el receptor de láser, y para el ajuste de una frecuencia con la cual se actualiza la señal de posición enviada al controlador.
- 25 4. El sistema de guiado por láser óptico de cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 3, que además comprende un sistema de accionamiento del vehículo asociado con el actuador de accionamiento del vehículo, en donde el controlador controla el sistema de accionamiento del vehículo mediante el actuador de accionamiento del vehículo, en donde el sistema de accionamiento del vehículo comprende un primer mecanismo de accionamiento y un segundo mecanismo de accionamiento, y el primer mecanismo de accionamiento es capaz de accionar a una velocidad relativa diferencial con respecto al segundo mecanismo de accionamiento.
- 30 5. El sistema de guiado por láser óptico de la reivindicación 4, que además comprende un vehículo en el cual es montado el sensor de láser y en el cual está fijado el sistema de accionamiento del vehículo.
6. El sistema de guiado por láser óptico de la reivindicación 5, en donde el controlador controla el sistema de accionamiento de vehículo por medio del actuador de accionamiento del vehículo con el fin de modular una dirección de desplazamiento del vehículo en respuesta a que el haz de láser sea mayor que una distancia predeterminada desde la posición de referencia, de tal manera que el vehículo se mueve a lo largo de una trayectoria correspondiente a la posición del haz de láser.
- 35 7. El sistema de guiado por láser óptico de la reivindicación 6, en donde el vehículo se mueve a lo largo de una trayectoria tridimensional correspondiente a una superficie contorneada.
- 40 8. Un método de guiado de un vehículo con un haz de láser utilizando un sistema de guiado por láser óptico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1- 7, que comprende las etapas de:  
recibir una señal desde el sensor de láser, siendo la señal representativa de una posición del haz de láser;  
interpretar la señal representativa;
- 45 generar una señal de control en respuesta a que el haz de láser es más grande que una distancia predeterminada desde la posición de referencia, estando la señal de control configurada para controlar un vehículo para seguir la posición del haz de láser; y  
enviar la señal de control al actuador de accionamiento del vehículo.
9. Un producto de programa de ordenador que habilita un controlador para guiar un vehículo con un haz de láser, que comprende:

instrucciones de software para habilitar un controlador para realizar el método de acuerdo con la reivindicación 8; y un medio legible por ordenador que ejecuta las instrucciones de software.

10. Un producto de programa por ordenador de acuerdo con la reivindicación anterior y para habilitar a un ordenador a controlar una fuente de láser para crear una trayectoria de guiado de un vehículo, que comprende:

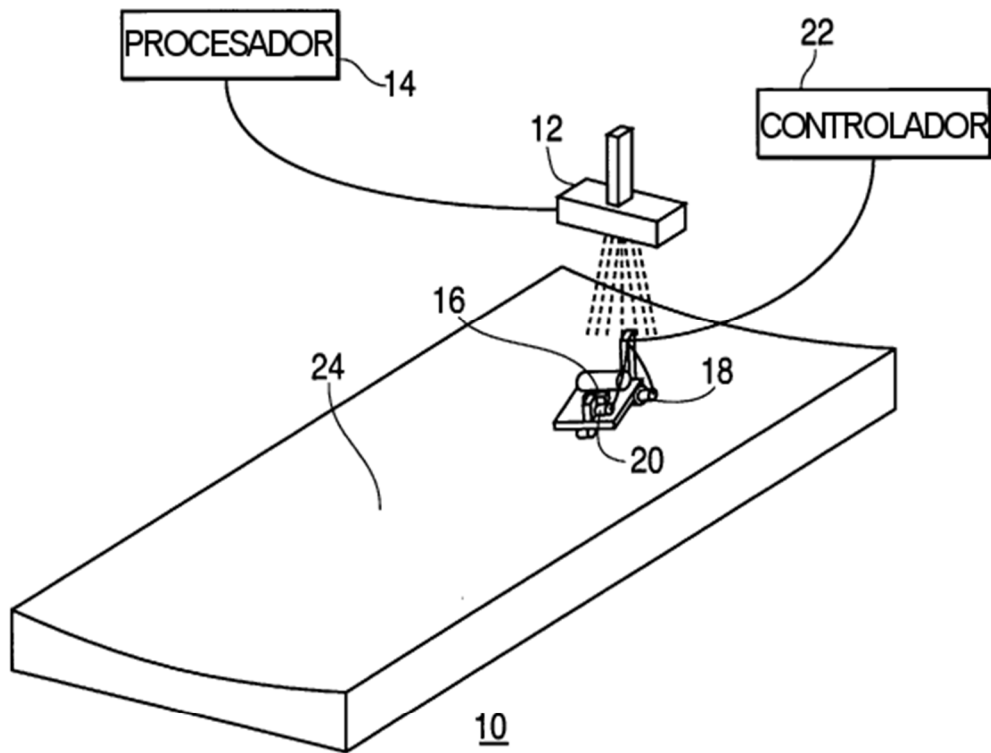
5 las operaciones predeterminadas que incluyen las etapas de:

determinar una secuencia de direcciones en las cuales se apunta secuencialmente un haz de láser con el fin de crear dinámicamente una trayectoria de guiado de un vehículo,

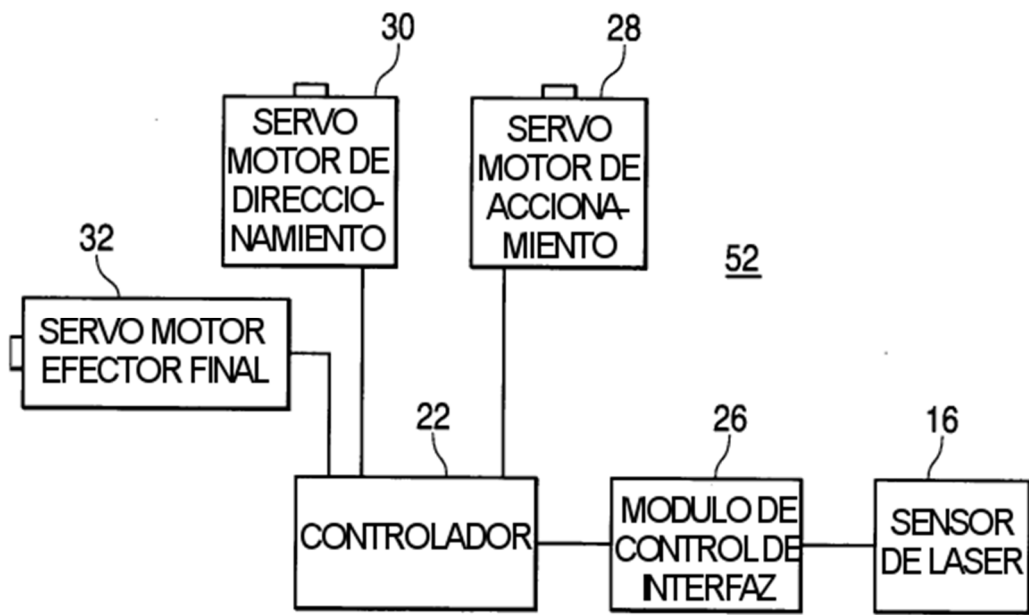
generar una señal de control para apuntar secuencialmente la fuente de láser en una secuencia de direcciones para crear dinámicamente la trayectoria de guiado del vehículo, y

10 enviar la señal de control a la fuente de láser.

**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**

