

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 906 703**

51 Int. Cl.:

**B62D 15/02** (2006.01)

**B62D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2018 PCT/US2018/042139**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2019 WO19027658**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2018 E 18842272 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.01.2022 EP 3661825**

54 Título: **Controlador robótico de dirección para la evaluación óptima de respuesta libre**

30 Prioridad:

**01.08.2017 US 201762539652 P**  
**08.08.2017 US 201715671976**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.04.2022**

73 Titular/es:

**DYNAMIC RESEARCH, INC. (100.0%)**  
**355 Van Ness Ave.**  
**Torrance, CA 90501, US**

72 Inventor/es:

**KELLY, JOE;**  
**WONG, NADINE;**  
**KEBSCHULL, BRIAN;**  
**SILBERLING, JORDAN y**  
**RHIM, STEPHEN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 906 703 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

Controlador robótico de dirección para la evaluación óptima de respuesta libre

### 5 1.0 Campo técnico

La presente invención se refiere a dispositivos y sistemas para probar las funciones, características y tecnologías de seguridad de los automóviles.

### 10 2.0 Antecedentes

Muchos vehículos nuevos están equipados con sistemas de dirección automáticos o de asistencia al conductor, como los sistemas de mantenimiento de carril (SMC) o las funciones de dirección automática. Estos sistemas ayudan al conductor a mantenerse dentro de un carril dado de la carretera, por ejemplo, ejerciendo un bajo nivel de par en el sistema de dirección del vehículo o aplicando un frenado diferencial a las ruedas.

Actualmente existen controladores robóticos de dirección para su uso en evaluaciones de vehículos altamente dinámicas, donde se requieren altos niveles de par de dirección, grandes ángulos de dirección y altas velocidades angulares. Estos controladores robóticos de dirección suelen incluir un motor de transmisión directa o un motorreductor montado en el volante del vehículo, y están equipados con un mecanismo de reacción a cargas para reaccionar a las cargas de la dirección a través de varillas, u otras articulaciones, fijadas a la estructura del vehículo, al parabrisas, etc. Estos sistemas suelen tener grandes características de autoinercia, amortiguación y fricción que afectan a las características de respuesta libre del sistema de dirección del vehículo mientras están instalados o conectados al volante. Cuando se evalúan los SMC, la contribución de la propia dinámica del controlador robótico de dirección puede afectar al rendimiento del SMC, lo que no es deseable.

Un aparato robótico de dirección se describe, por ejemplo, en la Publicación de la Solicitud de Patente de Estados Unidos US 2008/0197293 A1, que describe un aparato de corrección de la dirección de un vehículo que incluye un actuador conectado de forma soltable a un volante.

Para utilizar los controladores robóticos de dirección existentes para estos tipos de evaluaciones, los efectos indeseables de las características de inercia, amortiguación y fricción propias del controlador robótico deben aceptarse o compensarse electrónicamente mediante el uso de sensores de par de alta fidelidad, controladores de gran ancho de banda y algoritmos de compensación de inercia/amortiguación/fricción. Estos sistemas suelen ser bastante caros y complejos, y a menudo requieren una cuidadosa puesta a punto para minimizar el efecto del controlador robótico de dirección en la propia dinámica del sistema de dirección del vehículo. En muchos casos, el efecto del controlador robótico de dirección no puede eliminarse por completo mediante el ajuste, debido a las diminutas variaciones en las características de fricción o amortiguación del propio controlador resultantes del desgaste, los cambios de temperatura u otros factores, y el controlador sigue ejerciendo un par residual en el sistema de dirección del vehículo, perturbando su respuesta libre.

Por lo tanto, existe la necesidad de medir la respuesta libre del sistema de dirección/vehículo sin afectar a su dinámica. Además, se necesita un enfoque novedoso para un controlador robótico de dirección que facilite la evaluación de dichos sistemas de forma controlada con precisión.

Un objeto de la invención es proporcionar un aparato y un método para operar un volante de automóvil y probar las funciones de seguridad del automóvil. Este y otros objetos se consiguen mediante las características reivindicadas en las reivindicaciones 1 y 12. Otras realizaciones ventajosas se reivindican en las reivindicaciones dependientes.

### 50 3.0 Breve descripción de los dibujos

La invención puede entenderse mejor con referencia a las siguientes figuras. Los componentes de las figuras no están necesariamente a escala, haciéndose hincapié en cambiar en ilustrar claramente los aspectos de ejemplo de la invención. En las figuras, los números de referencia similares designan partes correspondientes a lo largo de las diferentes vistas y/o realizaciones. Además, varias características de diferentes realizaciones descritas pueden combinarse para formar realizaciones adicionales, que forman parte de esta descripción. Se entenderá que ciertos componentes y detalles pueden no aparecer en las figuras para ayudar a describir más claramente la invención.

La figura 1 muestra el robot de dirección unido a un volante por medio de un conector electromecánico y un brazo actuador.

La figura 2 muestra el robot de dirección girando el volante en una dirección.

La figura 3 muestra el robot de dirección girando el volante en la dirección opuesta a la figura 2.

La figura 4A muestra el robot de dirección separado del volante.

La figura 4B ilustra las fuerzas de separación que actúan sobre el robot de dirección.

La figura 5A ilustra una primera realización de un conector electro-mecánico y un soporte de volante.

5 La figura 5B ilustra una segunda realización de un conector electromecánico y un soporte de volante.

La figura 5C ilustra una tercera realización de un conector electromecánico y un soporte de volante.

La figura 5D ilustra una cuarta realización de un conector electromecánico.

10 La figura 6 es un diagrama del procesador de dirección conectado al actuador y al conector electromecánico y a otros procesadores.

15 La figura 7 es un dibujo lineal de una fotografía del robot de dirección conectado a un volante por medio de un conector electromecánico.

La figura 8 es un dibujo lineal de una fotografía del robot de dirección conectado a un volante por medio de un conector electromecánico.

20 La figura 9 es un dibujo lineal a partir de una fotografía del robot de dirección justo después de haberse separado del volante.

La figura 10 es un dibujo lineal de una fotografía del robot de dirección tomada una fracción de segundo después de la figura 9, separado del volante.

25 La figura 11 es un dibujo lineal de una fotografía tomada desde el lado del volante que muestra la posición final del actuador y del brazo de actuador en relación con el volante después de la separación.

30 La figura 12A muestra el robot de dirección unido a un volante mediante un conector electromecánico y un eje de actuador.

La figura 12B es otra perspectiva del robot de dirección de la figura 12A.

La figura 12C ilustra un conector electromecánico y un soporte de volante para la realización del eje de actuador.

35 La figura 12D ilustra un conector electromecánico y un soporte de volante para la realización del eje de actuador.

La figura 13 es un método de evaluación de respuesta libre de las funciones de seguridad de un automóvil de prueba utilizando el robot de dirección.

#### 40 **4.0 Descripción detallada**

En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Los ejemplos particulares de la presente invención pueden ser implementados sin algunos o todos estos detalles específicos. En otros casos, no se han descrito en detalle operaciones de proceso bien conocidas por los expertos en la materia para no oscurecer innecesariamente la presente invención. Las diversas técnicas y mecanismos de la presente invención se describirán a veces en singular para mayor claridad. Sin embargo, cabe señalar que algunas realizaciones incluyen múltiples iteraciones de una técnica o múltiples mecanismos, a menos que se indique lo contrario. Del mismo modo, varios pasos de los métodos mostrados y descritos en el presente documento no se realizan necesariamente en el orden indicado, o no se realizan en absoluto en ciertas realizaciones. Por lo tanto, algunas implementaciones de los métodos discutidos aquí pueden incluir más o menos pasos que los mostrados o descritos. Además, las técnicas y los mecanismos de la presente invención describirán a veces una conexión, relación o comunicación entre dos o más entidades. Cabe señalar que una conexión o relación entre entidades no significa necesariamente una conexión directa y sin obstáculos, ya que entre dos entidades cualesquiera puede residir u tener lugar una variedad de otras entidades o procesos. En consecuencia, una conexión indicada no significa necesariamente una conexión directa y sin obstáculos, a menos que se indique lo contrario.

La siguiente lista de características ejemplares se corresponde con las figuras 1-13 y se proporciona para facilitar la referencia, donde números de referencia similares designan características que se corresponden en toda la memoria descriptiva y las figuras:

Robot de dirección 5

65 Volante 10

## ES 2 906 703 T3

	Soporte de volante 15
	Soporte de volante (primera realización) 15A
5	Soporte de volante (segunda realización) 15B
	Soporte de volante (tercera realización) 15C
10	Soporte de volante (diseño del acoplador de eje, primera realización) 15D
	Soporte de volante (diseño del acoplador de eje, segunda realización) 15E
	Estructura del conector de soporte de volante (primera realización) 15AA
15	Estructura del conector de soporte de volante (segunda realización) 15BB
	Estructura del conector de soporte de volante (tercera realización) 15CC
20	Estructura del conector de soporte de volante (diseño del acoplador de eje, primera realización) 15DD
	Estructura del conector de soporte de volante (diseño del acoplador de eje, segunda realización) 15DD
	Actuador 20
25	Brazo de actuador (estructura de conexión) 25A
	Eje de actuador (estructura de conexión) 25B
	Acoplamiento adaptable 27
30	Conector electromecánico 30
	Conector electromecánico (primera realización, lado de estructura de conexión de actuador) 30A
35	Conector electromecánico (segunda realización, lado de estructura de conexión de actuador) 30B
	Conector electromecánico (tercera realización, lado de estructura de conexión de actuador) 30C
	Conector electromecánico (cuarta realización) 30D
40	Conector electromecánico (diseño del acoplador de eje, primera realización) 30E
	Conector electromecánico (diseño del acoplador de eje, segunda realización) 30F
45	Soporte de actuador 35
	Varilla de soporte 40
	Montaje de varilla de soporte 45
50	Rotación de dirección de robot 50
	Rotación de dirección de robot opuesta 55
55	Separación del actuador 60
	Fuerza de separación de actuador 65
	Fuerza de separación por gravedad 65A
60	Fuerza de rotación con resorte 65B
	Fuerza de traslación por resorte 65C
65	Actuación del conector electro/mecánico (primera realización) 70A

- Actuación del conector electro/mecánico (segunda realización) 70B
- Actuación del conector electro/mecánico (tercera realización) 70C
- 5 Actuación del conector electro/mecánico (cuarta realización) 70D
- Actuación del conector electro/mecánico (quinta realización) 70E
- 10 Actuación del conector electro/mecánico (sexta realización) 70F
- Procesador de dirección 75
- Procesador/Sensores de automóvil 80
- 15 Procesador/Controlador remoto 85
- Línea de control de conector electromecánico 90
- Línea de control de actuador 95
- 20 Montaje de automóvil 100
- Plano de rotación del actuador 105
- 25 Plano de rotación del volante 110
- Método de evaluación de la respuesta libre de las funciones de seguridad de un automóvil de prueba 200
- Pasos 205-230 del método de 200
- 30 Para minimizar o eliminar el efecto del robot de dirección en la dinámica de respuesta libre del sistema de dirección/vehículo, es necesario desacoplar el robot de dirección del volante lo más completamente que sea posible. La presente innovación lo consigue mediante el uso de un conector electrónico o mecánico (electromecánico) entre el actuador de control robótico y el volante. Este diseño proporciona un control de dirección preciso, en el centro y de seguimiento de trayectoria en ángulos pequeños, así como entradas precisas de la dirección en bucle abierto. Además, la desconexión rápida del actuador del volante cuando se cumplen las condiciones prescritas (por ejemplo, en un punto dado a lo largo de una trayectoria, a una velocidad de guiñada determinada, una curvatura de la trayectoria, etc.), minimiza los efectos inerciales y de otro tipo del actuador y sus accesorios mecánicos en la respuesta libre del sistema de dirección/vehículo.
- 40 El sistema descrito en este documento puede utilizar un servoactuador electromecánico de movimiento angular de grado comercial. Como se reconocerá, el actuador puede ser de cualquier tipo que cree un movimiento de rotación o traslación que pueda ser transferido al volante. Los tipos de actuadores no limitantes incluyen: actuadores hidráulicos, neumáticos, mecánicos, eléctricos, térmicos, magnéticos y de vacío (estos actuadores pueden ser combinaciones de los anteriores, también; por ejemplo, un mecánico asistido por vacío o electrohidráulico). En una realización preferida, el servoactuador electromecánico está montado en el automóvil, por ejemplo, mediante una varilla que está conectada al parabrisas por medio de una ventosa. Un conector electromecánico está unido al extremo del servo brazo y puede unirse a un pequeño soporte de volante, que se fija al aro del volante del vehículo mediante cintas de sujeción ligeras. En otra realización, el actuador puede estar conectado al volante (o a la tuerca del volante) mediante el uso de un eje en torsión. La estructura de conexión está destinada a transferir el par del actuador al volante.
- 45 Con referencia ahora a las figuras 1 a 4, se muestra un robot de dirección 5 para operar un volante 10 de un automóvil de prueba. El robot 5 incluye un actuador 20 (ilustrado como un servo) montado en el automóvil. El actuador puede estar alojado en un soporte 35 que tiene una varilla de refuerzo 40 que se extiende desde el mismo. En el extremo de la varilla de refuerzo hay un montaje de varilla de refuerzo 45 que se conecta a un montaje de automóvil 100, mostrado en las figuras 7-11. Un ejemplo no limitante del montaje de automóvil es una ventosa que puede conectarse al parabrisas del automóvil de prueba.
- 50 Una estructura de conexión -es decir, el brazo de actuador 25A- está conectada al actuador 20 que tiene un conector electromecánico 30 que conecta temporalmente el brazo de actuador 25A al volante 10. Opcionalmente, el volante 10 puede tener un soporte de volante ligero 15 que es el punto de conexión con el conector electromecánico 30. El brazo de actuador 25A se representa como una varilla longitudinal, pero no es necesario que lo sea; más bien, el brazo de actuador 25A puede utilizarse para amplificar el movimiento de rotación del actuador 20 mediante la conexión al eje de rotación del actuador 20 en un lugar del brazo de actuador 25A y la conexión al conector electromecánico 30 en otro lugar del brazo de actuador 25A. Por lo tanto, el brazo de actuador 25A puede tener una
- 60
- 65

forma más parecida a la de una placa si es necesario. Además, no es necesario utilizar el brazo de actuador 25A; más bien, el actuador 20 puede conectarse al volante a través de otros tipos de estructuras de conexión, como un eje, que se describen con más detalle a continuación con respecto a las figuras 12A a 12D.

5 Un procesador de dirección 75 está conectado al actuador 20 y al conector electromecánico 30 y puede controlar ambos. Accionando el actuador 20, el procesador 75 puede operar el volante 10 cuando el actuador 20 está conectado al volante 10 por medio del conector electromecánico 30. Esto se muestra por la rotación de dirección robótica 50 en la figura 2 y la rotación de dirección robótica opuesta 55 en la figura 3. Y mediante el accionamiento del conector electromecánico 30, el procesador 75 puede desconectar 60 el actuador 20 del volante 10 como se muestra en la figura 4A. El procesador puede realizar el accionamiento del actuador 20 y luego el accionamiento del conector electromecánico 30 mientras el automóvil de prueba está siendo conducido. Las figuras 7 a 11 ilustran la instalación del robot de dirección 5 en un automóvil de prueba. Además, las figuras 8, 9 y 10 muestran el desacoplamiento del conector electromecánico 30 del volante 10; cada una de estas figuras se ilustra con fracciones de segundo de diferencia.

15 Un acoplamiento adaptable 27 entre el extremo del brazo actuador 25A y la fijación al volante 10 es opcional. Algunos sistemas SMC determinan la atención/alerta del conductor monitorizando el par del volante y las variaciones angulares. En algunos casos, un acoplamiento rígido entre el brazo actuador 25A y el volante 10 puede interpretarse como un conductor atento, lo que puede hacer que el sistema SMC suprima ciertas características y funciones, incluida la intervención en la dirección, y afectar negativamente a la evaluación del sistema SMC. Un acoplamiento adaptable 27 puede interpretarse como un conductor menos atento, de manera que el SMC no suprimirá las intervenciones en la dirección. El acoplamiento adaptable 27 puede incluir además una tasa de resorte y una precarga ajustables, de manera que la adaptabilidad del acoplamiento pueda adaptarse a los requisitos de la evaluación.

20 Se prefiere que, tras el accionamiento y la desconexión del conector electromecánico 30, el actuador 20, incluido el brazo de actuador 25A, se aleje del volante 10 para evitar cualquier interferencia con el volante 10. Para ayudar a este movimiento, el robot 5 y el actuador 20 pueden experimentar una fuerza de separación de actuador 65, pero la conexión del actuador 20 al volante 10 por medio del conector electromecánico 30 es suficiente para superar la fuerza. El accionamiento del conector electromecánico 30 hace que la fuerza de separación de actuador 65 aleje el actuador 20 del volante 60 como se muestra en la figura 4A. La fuerza de separación puede ser la gravedad 65A, un resorte rotativo 65B, un resorte de traslación 65C, o combinaciones de los mismos como se muestra en la figura 4B. La figura 11 también ilustra la separación de actuador 60 del soporte de volante 15, que es producida por la fuerza de separación de actuador 65.

35 Debido a que el robot de dirección 5 y tiene masa, también tiene auto-inercia. Su auto-inercia proporciona carga inercial cuando está conectado al volante. El actuador 20 también tiene resistencia interna a la rotación, y esto se experimenta en forma de una fuerza de arrastre cuando está conectado al volante. Esto ocurre incluso cuando el robot de dirección 5 está apagado o desactivado. Dado que los dispositivos de seguridad del automóvil de prueba intentan dirigir el coche en una dirección segura, pero pueden ser superados por un ligero par de torsión del conductor en el volante, esta inercia y arrastre pueden sesgar la evaluación de los dispositivos de seguridad de los automóviles de prueba. Lo ideal es que el volante tenga la menor inercia y resistencia externas posibles para que la evaluación sea útil e imparcial. Cuando el robot de dirección actual 5 acciona el conector electromecánico 30, el volante 10 se desacopla de la inercia y la resistencia externas, lo que permite una evaluación más precisa.

40 Volviendo a las figuras 5A a 5D, se describen varios conectores electromecánicos. La figura 5A ilustra un conector electromecánico que es un electroimán 30A y que es atraído a una estructura de conexión del soporte de volante -es decir, una pieza de metal 15AA- que forma parte del soporte de volante 15A. El accionamiento del conector electromecánico 30A comprende la desactivación 70A del electroimán 30A de manera que el electroimán 30A no sea atraído a la pieza de metal 15AA causando la separación del brazo de accionamiento 60. Las figuras 5B y 5C ilustran conectores electromecánicos que incluyen un pasador (30B, 30C) insertado en estructuras de conexión del soporte de volante -es decir, ranuras (15BB, 15CC)- que forman parte de los soportes del volante (15B, 15C). Accionando los conectores electromecánicos (30B, 30C) se retira el pasador (70B, 70C) de las ranuras (15BB, 15CC). Finalmente, la figura 5D ilustra un brazo actuador 25A con un conector electromecánico que es una pinza 30D que puede ser accionada 70D para la apertura y liberación del volante 10.

55 En la realización que se acaba de describir, el actuador 20 está situado a un lado del volante 10, de manera que su eje de rotación es paralelo, pero no coincidente, con el eje de rotación del volante 10. En este caso, el conector electromecánico 30 puede estar situado en el lado delantero del volante 10 (es decir, el lado opuesto al conductor), de manera que pueda caer fuera del volante 10 por su propio peso al desconectarse. En esta realización, el plano de rotación del actuador no es necesariamente igual al plano de rotación del volante. Esto se muestra en la figura 11 donde el plano de rotación del actuador cuando se conecta al volante 10 se muestra como la línea 105, y el plano de rotación del volante 10 se muestra como la línea 110. Por lo tanto, hay que aplicar compensación trigonométrica para lograr el ángulo deseado del volante, basado en la geometría de la instalación particular.

60

65

En otra realización, el actuador 20 está situado sobre el volante 10, de manera que su eje de rotación coincide con el eje de rotación del volante. En este caso, el conector electromecánico 30 está situado en el lado trasero del volante 10 (es decir, el lado más cercano al conductor). En esta realización, puede ser necesario proporcionar algún medio para empujar el brazo de actuador 25A alejándolo del volante 10 de tal manera que cuando el actuador 20 se desconecte del volante 10, se mueva ligeramente hacia arriba y aleje del volante 10. Las estructuras descritas en la figura 4B pueden ser utilizadas para lograrlo. En esta realización, el ángulo del actuador es igual al ángulo del volante, y ninguna compensación angular adicional puede ser necesaria.

La figura 6 ilustra un esquema del control del procesador del actuador 20 y el conector electromecánico 30. El procesador de dirección 75 está conectado al actuador 20 a través de la línea de control 95 y al conector electromecánico a través de la línea de control 90. Aunque estas líneas pueden ser de cable, también pueden ser inalámbricas. El automóvil de prueba también puede tener un procesador de automóvil 80 conectado a sensores del automóvil. El procesador de dirección 75 puede estar conectado al procesador de automóvil 80. Por último, el funcionamiento del robot de dirección puede ser realizado total o parcialmente por un control remoto 85 conectado al procesador de dirección 75 a través de una señal inalámbrica. El control remoto puede ser externo al automóvil de prueba.

Las figuras 12A y 12B ilustran el uso de un eje de actuador 25B como estructura de conexión. El actuador 20 está conectado a un eje de actuador 25B que tiene el conector electromecánico 30E que engancha un soporte de volante (acoplador de eje) 15D conectado al volante 10. El conector electromecánico 30E y el soporte de volante (acoplador de eje) 15D pueden tener estructuras de dientes complementarias para permitir un alto par de torsión del actuador 20 sin que la conexión entre el actuador 20 y el volante 10 experimente deslizamiento. El conector electromecánico 30E puede ser un electroimán que mantiene el eje de actuador en conexión con el soporte de volante (acoplador de eje) 15D.

Las figuras 12C y 12D ilustran conectores electromecánicos para el eje de actuador 25B. La figura 12C ilustra un conector electromecánico que es un electroimán 30E atraído por una estructura de conexión del soporte de volante - es decir, una pieza de metal 15DD- que forma parte del soporte de volante (acoplador de eje) 15D. El accionamiento del conector electromecánico 30E comprende la desactivación 70E del electroimán 30E de tal manera que el electroimán 30E no es atraído por la pieza de metal 15DD causando la separación del eje de actuador 60. La figura 12D ilustra un conector electromecánico que incluye una clavija 30F insertada en la ranura de conexión del soporte de volante 15EE que forma parte del soporte de volante 15E. Accionando el conector electromecánico 30F se saca el pin 70F de la ranura 15EE.

La figura 13 ilustra un método 200 de evaluación de respuesta libre de las funciones de seguridad de un automóvil de prueba utilizando el robot de dirección. En el paso 205, un robot de dirección es conectado a un volante del automóvil de prueba, teniendo el robot su propia inercia de tal manera que la inercia se acopla al volante. El automóvil de prueba es conducido (paso 210) y mientras es conducido el robot es accionado para operar el volante en el paso 215. Este accionamiento puede ser suficiente para dirigir el automóvil de prueba sacándolo de su carril de conducción actual. También mientras se conduce, el robot se desacopla del volante desacoplando así su propia inercia del volante en el paso 220. Ahora los resultados de la respuesta libre de las funciones de seguridad del automóvil de prueba pueden ser evaluados en el paso 225. Opcionalmente, la operación del robot de dirección podría realizarse a distancia (paso 230). El robot utilizado en el método 200 puede ser el robot de dirección 5 detallado anteriormente. Las funciones de seguridad del automóvil de prueba pueden incluir, aunque sin limitación, un sistema de mantenimiento de carril, un sistema de conducción autónoma y un sistema de conducción semiautónoma.

**REIVINDICACIONES**

1. Un robot de dirección (5) para operar un volante (10) de un automóvil de prueba, comprendiendo el robot (5):
- 5 un actuador (20) montado en el automóvil;
- un conector electromecánico (30, 30A, 30B, 30C, 30D, 30E, 30F) que conecta de forma separable el actuador (20) con el volante (10); y
- 10 un procesador de dirección (75) conectado al actuador (20) y al conector electromecánico (30, 30A, 30B, 30C, 30D, 30E, 30F), estando el procesador de dirección (75) adaptado para realizar el paso de:
- (1) accionar el actuador (215), operando así el volante cuando el actuador está conectado al volante a través del conector electromecánico;
- 15 **caracterizado porque** el procesador de dirección (75) está adaptado para realizar el paso de:
- (2) accionar el conector electromecánico (220), desconectando así el actuador del volante.
- 20 2. El robot de dirección de la reivindicación 1, que comprende además una estructura de conexión (25) que transfiere un par desde el actuador (20) al volante (10), seleccionándose la estructura de conexión (25) de un grupo que comprende: un brazo de actuador, un eje y una placa.
- 25 3. El robot de dirección de la reivindicación 1, en el que el conector electromecánico (30A) comprende un electroimán atraído a una pieza de metal.
4. El robot de dirección de la reivindicación 1, en el que el conector electromecánico (30B, 30C) comprende un pasador insertado en una ranura.
- 30 5. El robot de dirección de la reivindicación 1, en el que el actuador (20) experimenta una fuerza de separación de actuador (65), y en el que la conexión del actuador (20) al volante (10) es suficiente para superar la fuerza y en el que el accionamiento del conector electromecánico hace que la fuerza de separación de actuador aleje el conector electromecánico del volante.
- 35 6. El robot de dirección de la reivindicación 5, en el que la fuerza de separación (65) se selecciona del grupo que consta de: gravedad (65A), empuje de resorte rotacional (65B), empuje de resorte translacional (65C), y combinaciones de los mismos.
- 40 7. El robot de dirección de la reivindicación 1, en el que el automóvil de prueba comprende un procesador de automóvil (80) conectado a sensores del automóvil, en el que el procesador de dirección (75) está conectado al procesador de automóvil (80).
- 45 8. El robot de dirección de la reivindicación 1, comprendiendo además un control remoto (85) conectado al procesador de dirección (75) a través de una señal inalámbrica.
9. El robot de dirección de la reivindicación 1, en el que el robot (5) tiene auto-inercia y cuando el robot (5) está conectado al volante (10), el volante (10) experimenta la auto-inercia del robot y en el que, actuando el conector electromecánico (30, 30A, 30B, 30C, 30D, 30E, 30F), se desacopla la auto-inercia del robot del volante (10).
- 50 10. El robot de dirección de la reivindicación 1, en el que el procesador (75) realiza el paso (1) y luego el paso (2) mientras el automóvil de prueba está en movimiento.
11. El robot de dirección de la reivindicación 1, en el que el actuador (20) se selecciona de un tipo que consta de: hidráulico, neumático, mecánico, eléctrico, térmico, magnético, de vacío, y combinaciones de los mismos.
- 55 12. Un método (200) para probar funciones de seguridad de un automóvil de prueba, comprendiendo el método (200) los pasos de:
- 60 a. Proporcionar (205) un robot de dirección (5) conectado a un volante (10) del automóvil de prueba, comprendiendo el robot (5) una inercia, la inercia está acoplada al volante (10);
- b. conducir el automóvil de prueba (210);
- 65 c. durante la conducción, accionar el robot para operar el volante (215);

**caracterizado por** los pasos de:

d. durante la conducción, desacoplar (220) el robot (5) del volante (10) desacoplando así la inercia del volante (10); y

5 e. evaluar las funciones de seguridad del automóvil (225).

13. El método (200) de la reivindicación 12, en el que

10 el robot comprende un actuador (20) montado en el automóvil, y un conector electromecánico (30, 30A, 30B, 30C, 30D, 30E, 30F) que conecta de forma desmontable el actuador (20) al volante (10);

el paso (c) comprende el accionamiento del actuador (20) y el accionamiento del volante (10); y

15 el paso (d) comprende accionar el conector electromecánico (30, 30A, 30B, 30C, 30D, 30E, 30F) y desconectar así el actuador (20) del volante (10).

14. El método (200) de la reivindicación 12, en el que la función de seguridad del automóvil se selecciona de un grupo que consta de: un sistema de mantenimiento de carril, un sistema de conducción autónoma o un sistema de conducción semiautónoma.

20 15. El método (200) de la reivindicación 12, en el que los pasos (c), y (d) son controlados por un procesador (75, 85).

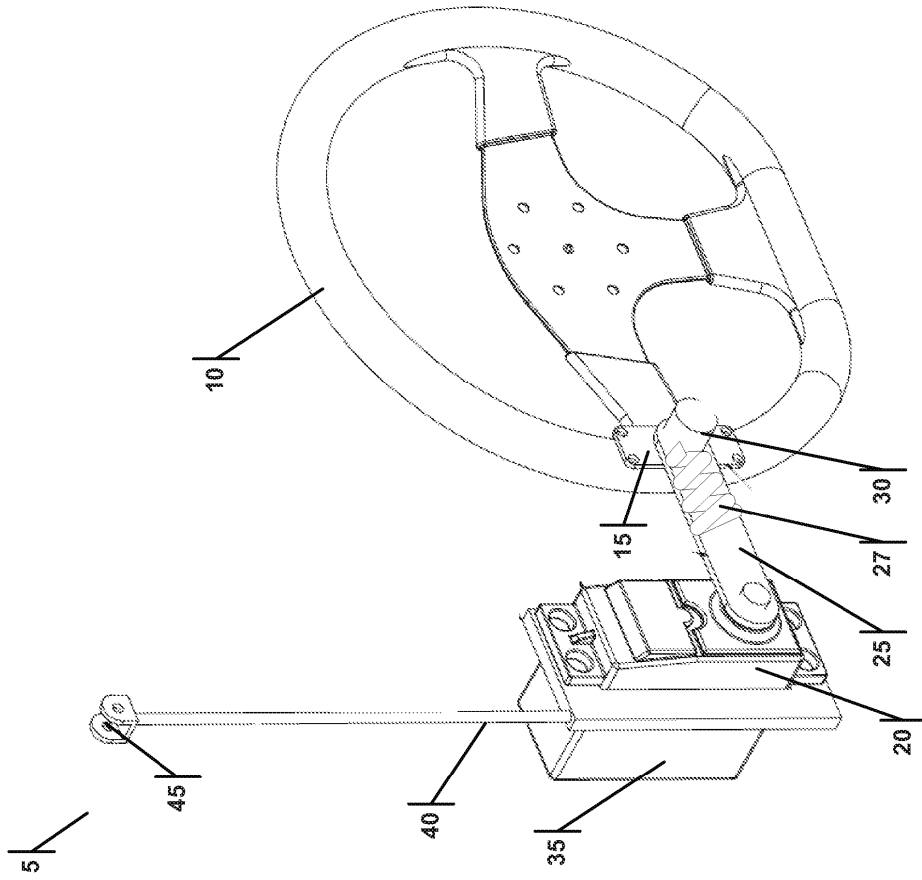


FIG. 1

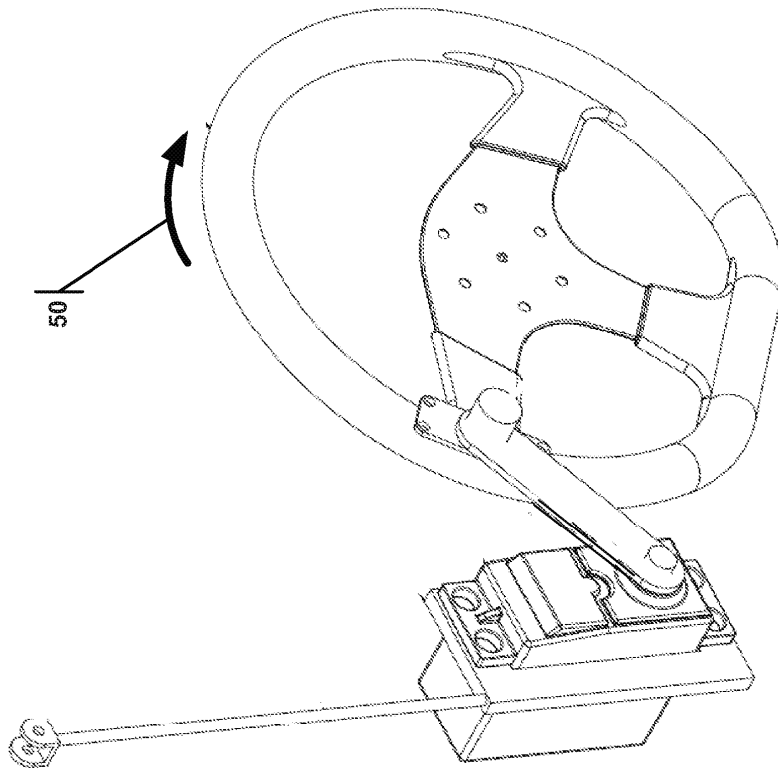


FIG. 2

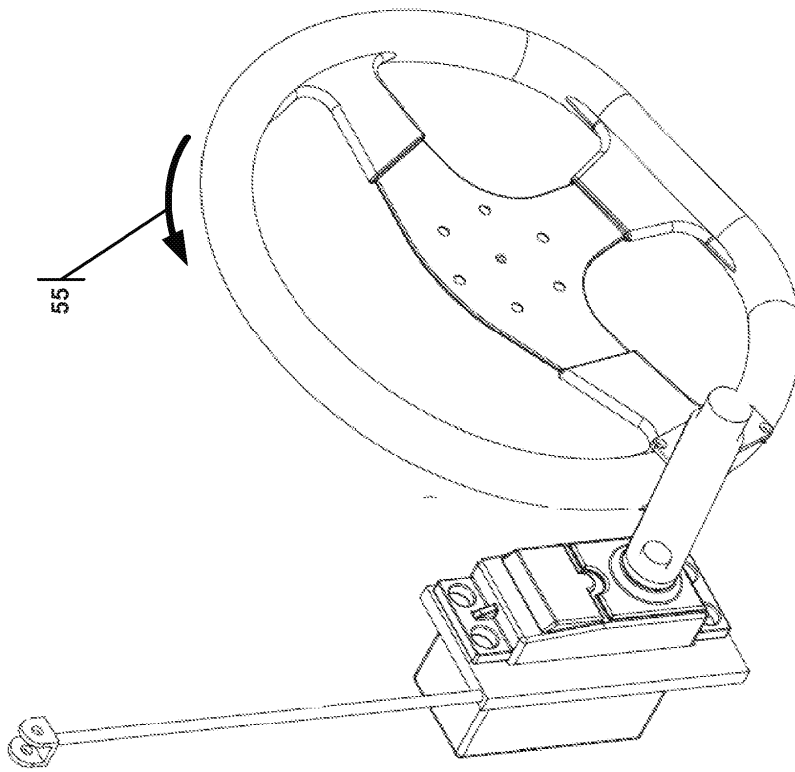


FIG. 3

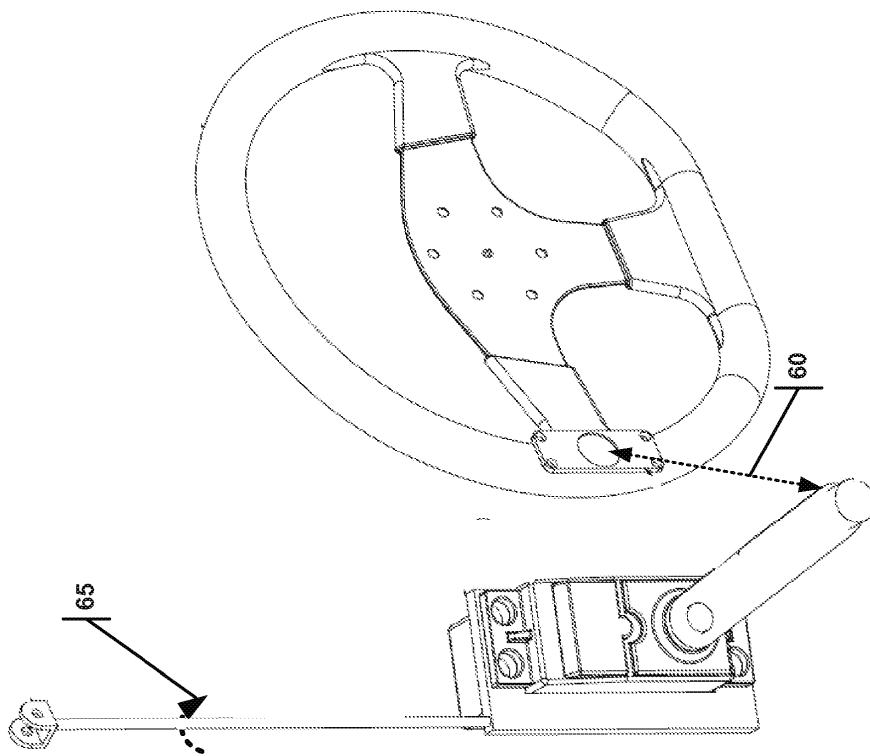


FIG. 4A

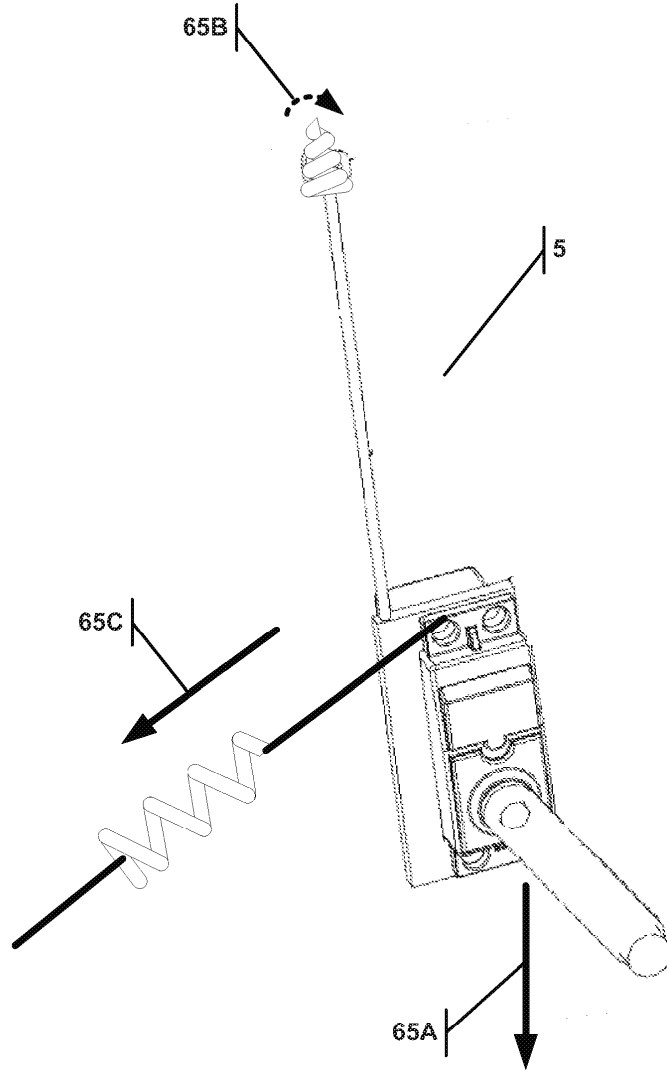


FIG. 4B

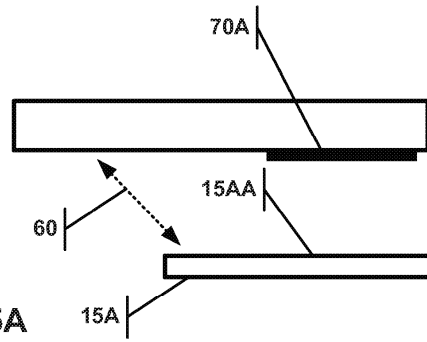
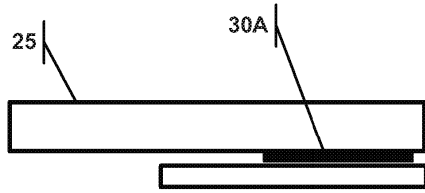


FIG. 5A

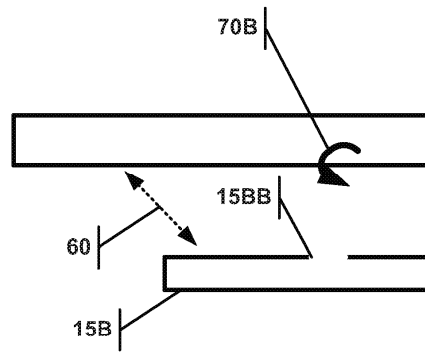
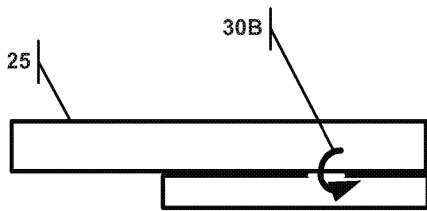


FIG. 5B

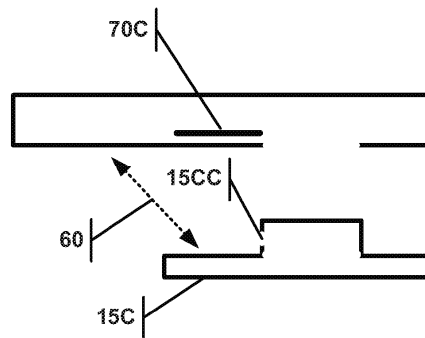
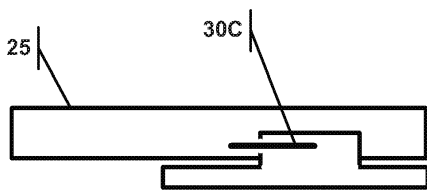


FIG. 5C

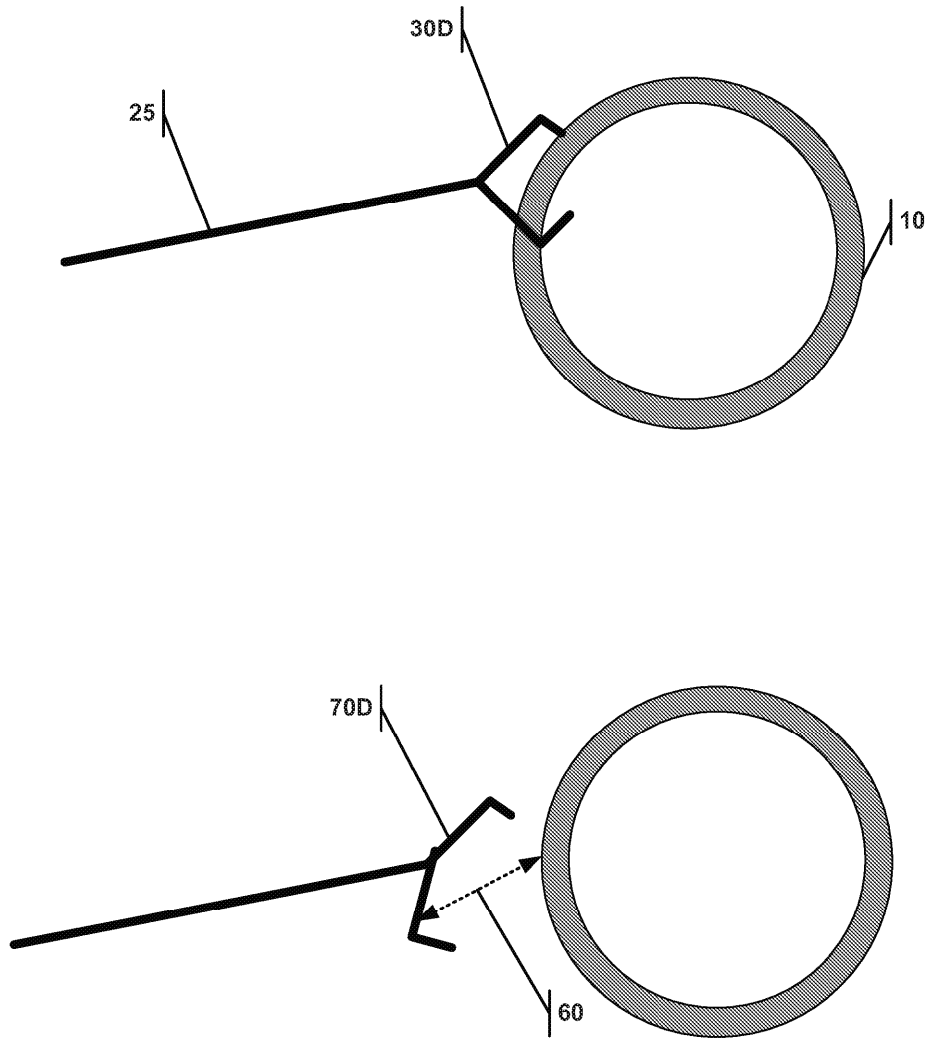


FIG. 5D

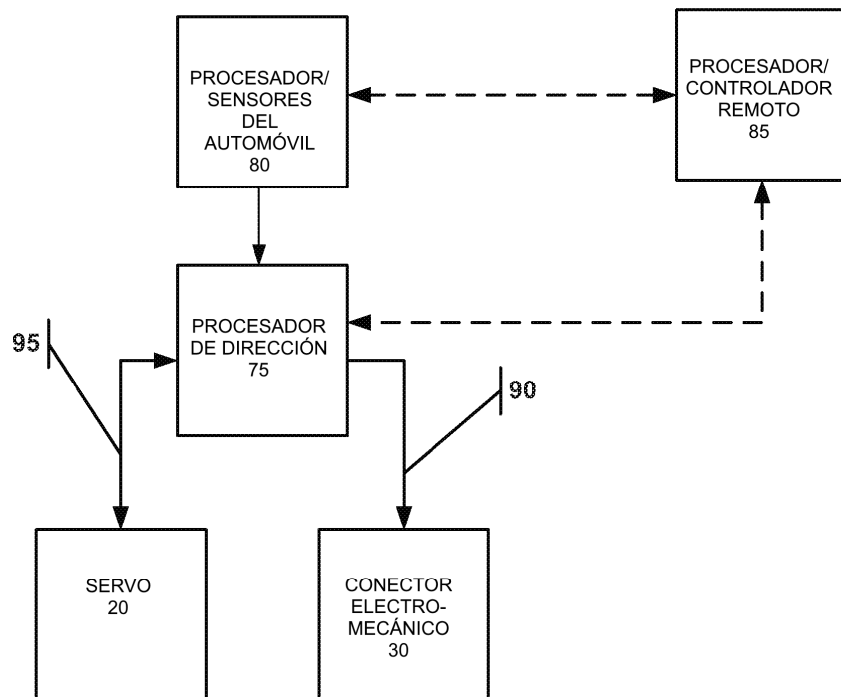


FIG. 6

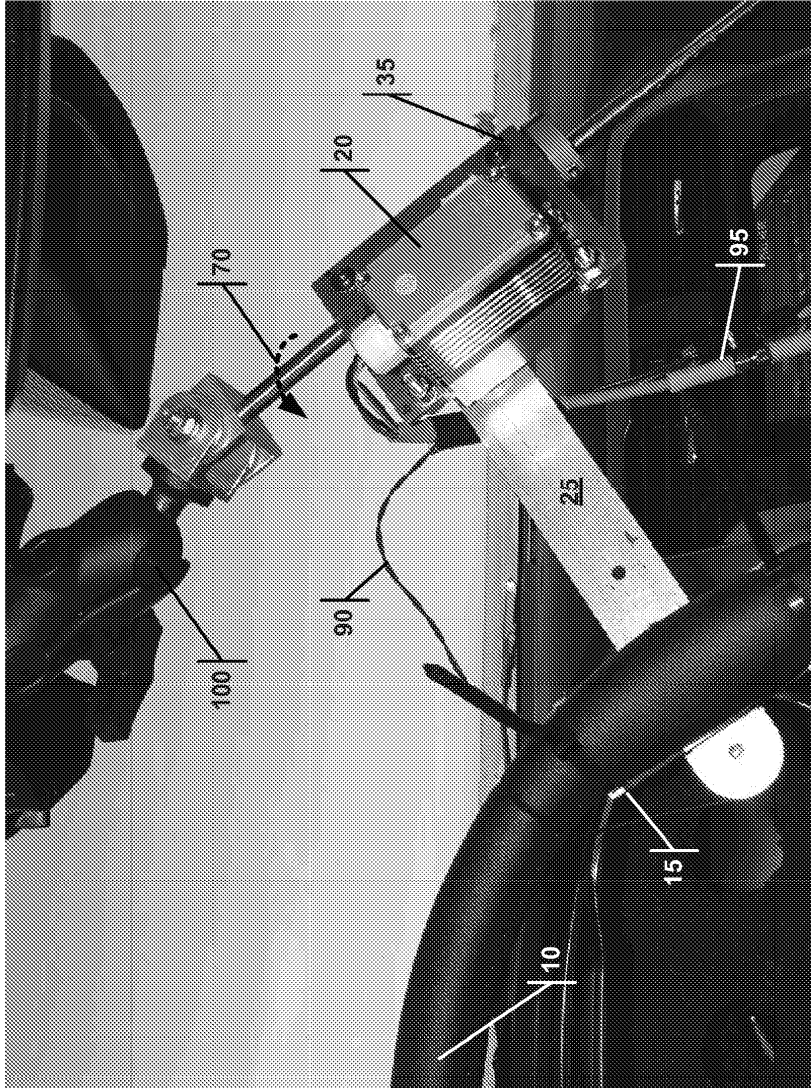


FIG. 7



FIG. 8

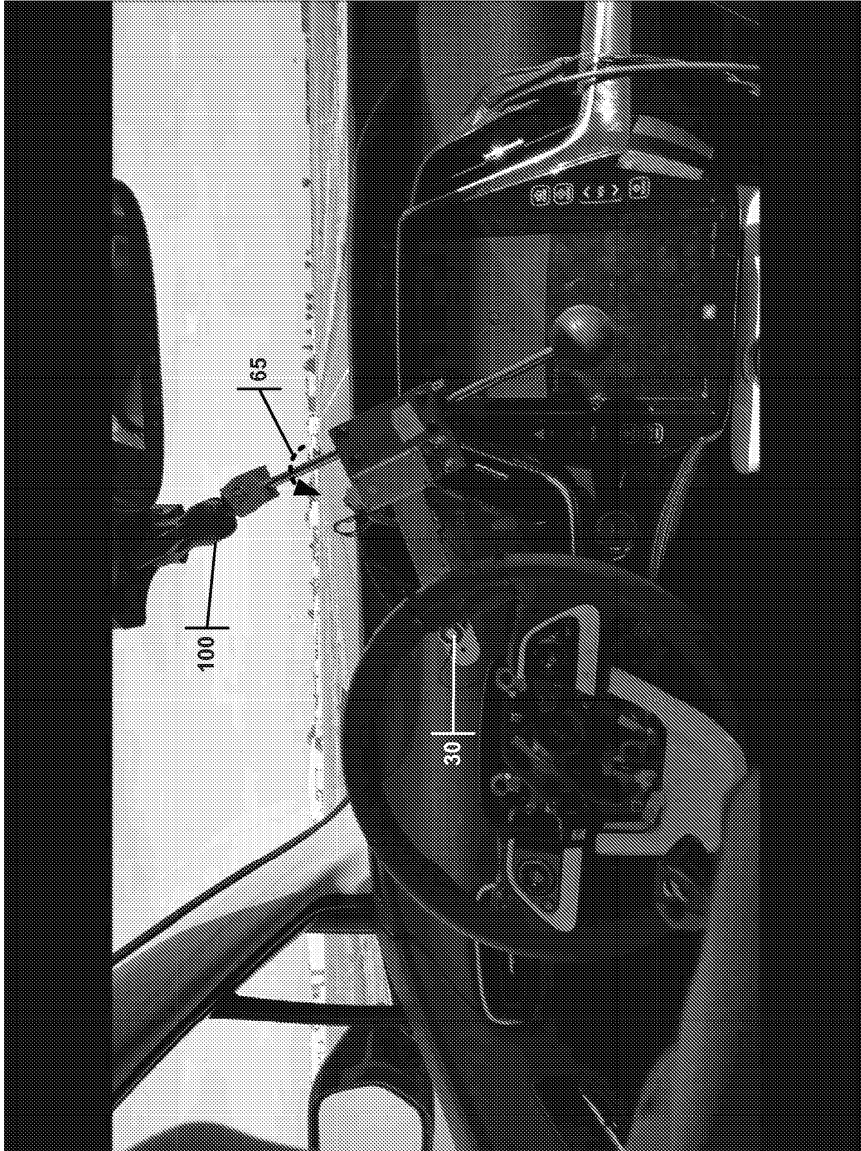


FIG. 9

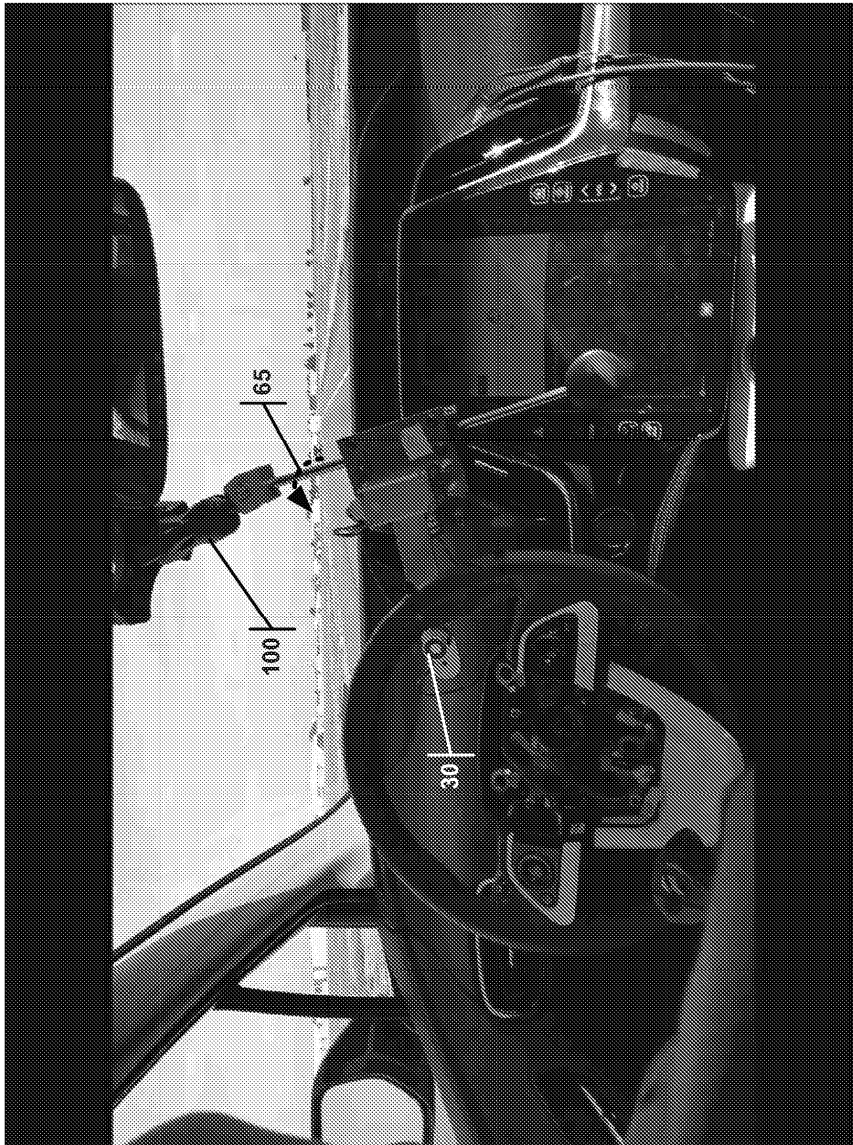


FIG. 10

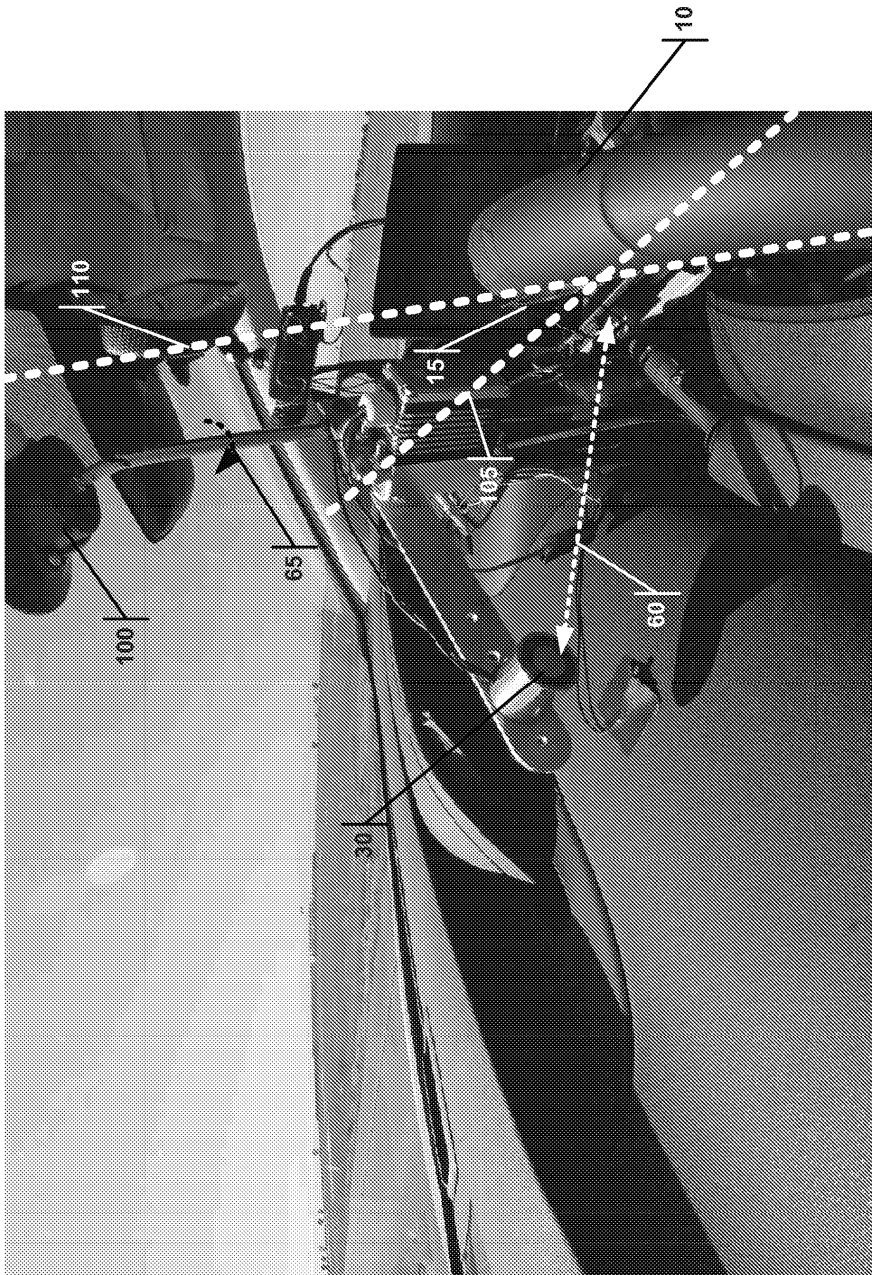


FIG. 11

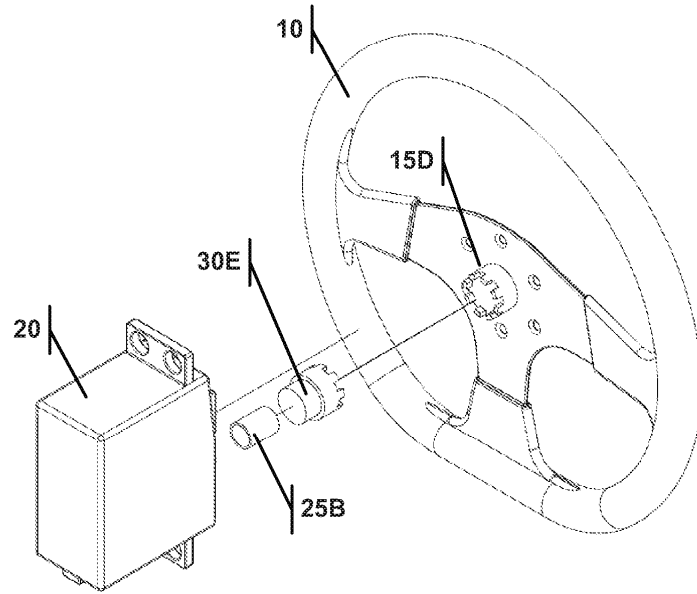


FIG. 12A

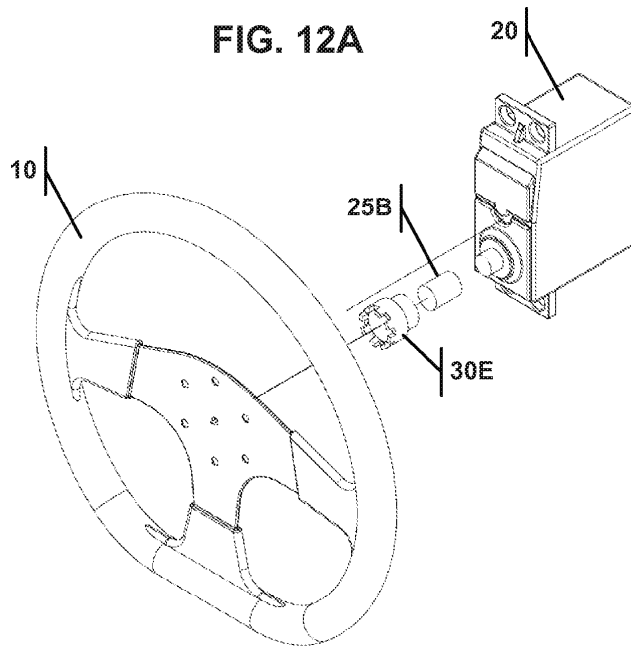


FIG. 12B

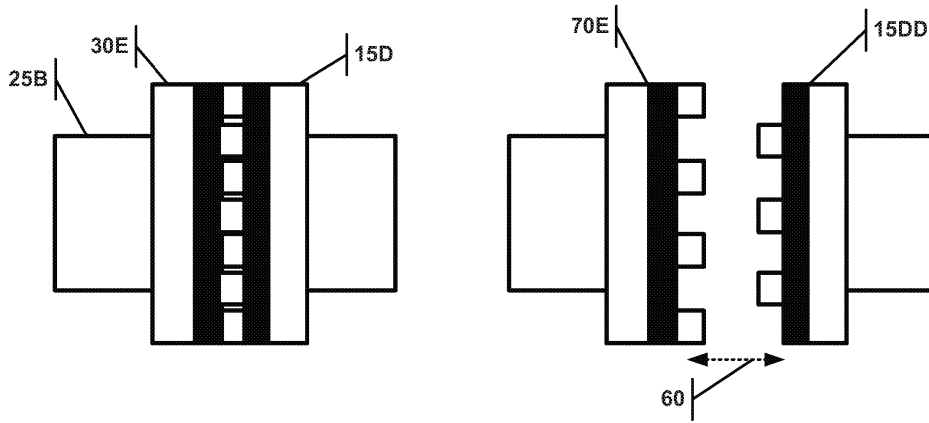


FIG. 12C

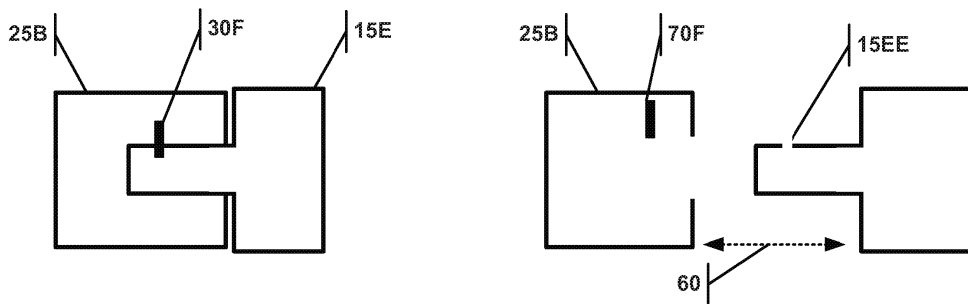


FIG. 12D

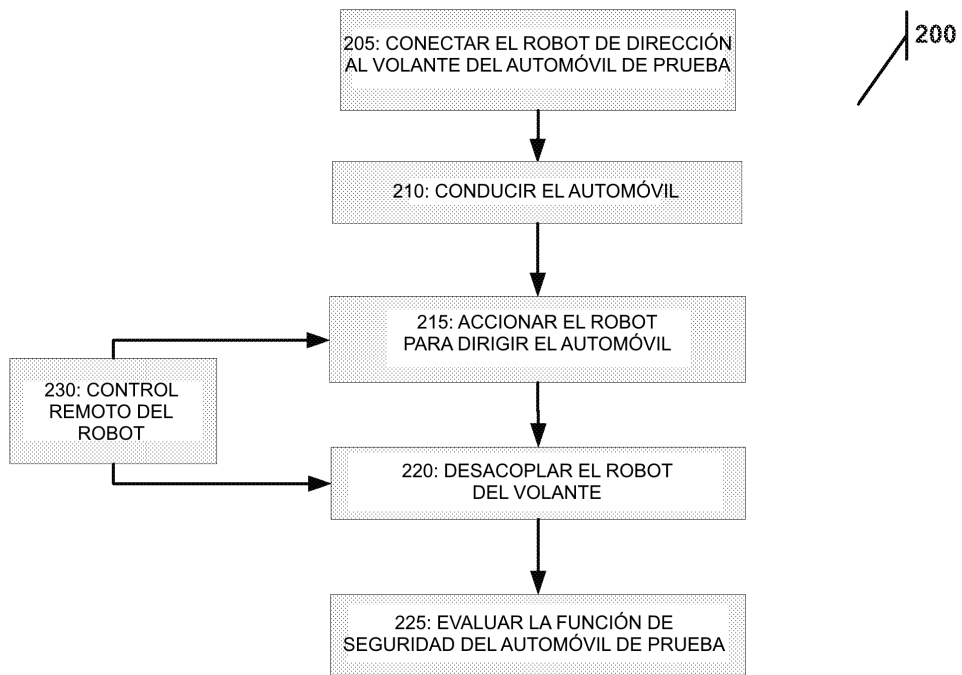


FIG. 13