



No. 13-206022- -00004-0000

Fecha: 2014-11-25 15:08:34 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 523 RESPUESTA Folios: 21

Clarke, Modet & Cº

COLOMBIA

P-3520

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Re: Expediente No. **13.206.022**
Solicitud de patente a nombre de **UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**.

Yo, SILVANA MARIA LOPEZ DIAZ identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53, piso 6, obrando como apoderada de la sociedad **UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**, domiciliada en Bogotá Colombia, solicitante de la patente de la referencia, en respuesta al oficio No. **8626** notificado por fijación en lista el 22 de Julio de 2014, relacionado con concepto técnico de fondo, nos permitimos manifestar lo siguiente:

1. Con fundamento en la facultad que confiere el artículo 34 de la Decisión 486 al solicitante para modificar la solicitud de patente en cualquier momento del trámite, presento junto con este memorial de nuevo la solicitud en donde se ha modificado el capítulo reivindicatorio el cual reemplaza el anteriormente presentado.

En cuanto a estas modificaciones, nos permitimos decir que las mismas no amplían de ninguna manera la materia objeto de la presente solicitud y se realizaron con el ánimo de superar las objeciones de claridad planteadas por el examinador en su concepto técnico.

En cuanto al número de reivindicaciones, nos permitimos decir que no se paga tasa por reivindicaciones adicionales, toda vez que el nuevo pliego contiene 11 reivindicaciones lo cual es un número menor que las reivindicaciones originales por la que se pagó tasa en su momento. Adicionalmente, el nuevo pliego reivindicatorio es en esencia el mismo anteriormente presentado en donde se han eliminado todas aquellas frases que podrían ser consideradas como resultados a alcanzar.

P-3520

1/21

2. Claridad de la solicitud

Atendiendo la solicitud del señor examinador en relación con la aclaración nos permitimos manifestar lo siguiente:

Se corrige el término “un bisagra” por la expresión correcta “una bisagra”

En cuanto a que la reivindicación 5 no es clara porque el término “...son de alta grado de fricción para adherirse a la superficie de inspección...” es relativo y no define de forma concreta la invención, atentamente nos permitimos decir que no nos encontramos de acuerdo con tal argumento toda vez que una persona versada en la materia sabe que el alto grado de fricción se define a valores superiores del coeficiente de fricción entre dos materiales y son superiores a 0.5. véase por favor la página 11, línea 27 de la memoria descriptiva.

Adicionalmente, es necesario señalar que estos valores son ampliamente conocidos, como así se puede corroborar a continuación en una tabla extraída de Wikipedia:

Materials		Static friction, μ_s	
		Dry and clean	Lubricated
Aluminium	Steel	0.61	
Copper	Steel	0.53	
Brass	Steel	0.51	
Cast iron	Copper	1.05	
Cast iron	Zinc	0.85	
Concrete	Rubber	1.0	0.30 (wet)
Concrete	Wood	0.62 ^[11]	
Copper	Glass	0.68	
Glass	Glass	0.94	
Metal	Wood	0.2–0.6 ^[11]	0.2 (wet) ^[11]
Polyethene	Steel	0.2 ^[12]	0.2 ^[12]
Steel	Steel	0.80 ^[12]	0.16 ^[12]
Steel	PTFE (Teflon)	0.05-0.2 ^[12]	
PTFE (Teflon)	PTFE (Teflon)	0.04 ^[12]	0.04 ^[12]
Wood	Wood	0.25–0.5 ^[11]	0.2 (wet) ^[11]

Fuente: Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Friction>[consultada 07 Octubre de 2014].

Por consiguiente, solicitamos amablemente que estas objeciones de claridad sean retiradas.

De otra parte, en cuanto a que la reivindicación 1 no es clara porque presenta funcionalidades definidas por los términos: "...para impulsar el robot y generan el contacto directo de fricción entre el robot y la superficie..." y "...de modo que el operador pueda controlar el robot y el sensor (5) a través de la interfaz Ethernet...", donde dichas funcionalidades pueden estar presentes en las reivindicaciones pero no le pueden dar novedad y/o nivel inventivo a un producto, respetuosamente nos permitimos decir que no nos encontramos de acuerdo con tal argumento.

La expresión "...para impulsar el robot y generan el contacto directo de fricción entre el robot y la superficie..." dentro de la reivindicación 1 aclara que existe dos grupos de ruedas (9b, 9c) ubicados entre las láminas (6a, 6b, 6c) para generar el empuje del robot con un coeficiente de fricción superior a 0.5 entre el robot y la superficie, en donde los ejes de las ruedas del robot son a la vez el sistema de bisagras (9) que unen las láminas móviles (6a, 6b, 6c) y permiten al robot auto-ajustarse a la forma de la superficie de inspección; (véase por favor la página 10, ítem c).

En relación con la expresión "...de modo que el operador pueda controlar el robot y el sensor (5) a través de la interfaz Ethernet...", el solicitante informa que la misma es suprimida dado que en efecto, si todos los aparatos se conectan por USB el operador los puede manipular. (Véase por favor página 11, líneas 6,7 de la descripción)

Respecto a la reivindicación 6 que se considera que no es clara porque está caracterizada por resultados a alcanzar y/o funcionalidades, lo cual no es aceptable, nos permitimos decir la misma se cancela del pliego reivindicatorio.

3. Novedad y Nivel inventivo

El señor examinador ha indicado en su concepto técnico que *"El estado de la técnica se determinó con base en la fecha de presentación de la solicitud de patente nacional: agosto 30 de 2013 y no se encontraron documentos que divulguen en su totalidad la materia reivindicada en la reivindicación 1."*

Así las cosas, entendemos que la presente invención cumple con los requisitos de novedad y nivel inventivo.

Por lo tanto, consideramos que con las modificaciones realizadas en las reivindicaciones quedan cabalmente superadas las objeciones planteadas por el

Clarke, Modet & Cº

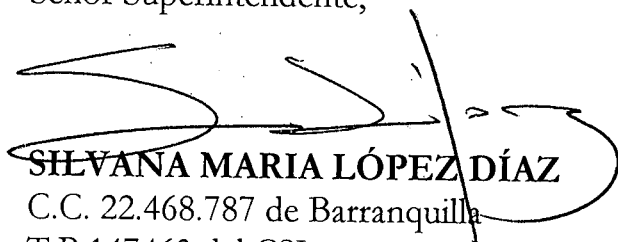
COLOMBIA

4

señor examinador y atentamente solicitamos se conceda el privilegio de patente de invención a la solicitud en estudio o si el examinador considera que subsisten razones para objetar la presente invención ruego expedir otro examen de fondo con los debidos motivos y razones que sustenten su objeción con el fin de que mi mandante tenga la posibilidad de exponer sus argumentos con base en la interpretación de los artículos 45 de la Decisión 486 -el cual otorga la facultad al examinador para emitir los exámenes de fondo-, 35 y 59 del Código Contencioso Administrativo que señala que: *“habiéndose dado oportunidad a los interesados para expresar sus opiniones, y con base en las pruebas e informes disponibles, se tomará la decisión que será motivada al menos en forma sumaria si afecta a particulares”* y *“(.) deberá proferirse la decisión definitiva. Esta se motivará en sus aspectos de hecho y de derecho, y en los de conveniencia si es el caso”*, respectivamente (El subrayado es nuestro).

En consecuencia, solicitamos a ese despacho pronunciarse en relación con todos los argumentos presentados en este memorial dando estricta aplicación al principio del debido proceso consagrado en el artículo 29 de la Constitución Nacional.

Señor Superintendente,



SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ

C.C. 22.468.787 de Barranquilla

T.P 147463 del CSJ

notificaciones@clarkemodet.com.co

Clarke, Modet & Cº

COLOMBIA

5

ANEXO 1

Nuevo capítulo Descriptivo y reivindicatorio

**SISTEMA ROBÓTICO ESCALADOR DE PAREDES PARA LA DETECCIÓN DE
FALLAS EN SOLDADURAS, MEDICIÓN DE CORROSIÓN Y MEDIDOR DE
ESPESORES POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS MEDIANTE LA TÉCNICA
DE ULTRASONIDO**

CAMPO TECNOLÓGICO

10 La presente invención se refiere a sistema robótico inalámbrico escalador de
paredes que se adhiere a las paredes por medio de magnetismo y está diseñado
para la medición continua de fallas en soldaduras, medición de espesores y
medición de corrosión en paredes ferromagnéticas por medio de técnicas de
mediciones no destructivas como la técnica de ultrasonido y palpador en forma de
15 rueda.

El área tecnológica es robótica, la automatización de sistemas para ensayos no
destructivos, ingeniería mecánica y control, especialmente en el estudio de robot
escalador de paredes para el mantenimiento e inspección de superficies
20 ferromagnéticos en aéreas industriales.

ESTADO DE LA TÉCNICA

En la actualidad la medición de espesores o corrosión y fallas en soldaduras se
25 hace en forma manual principalmente. Existen en la actualidad algunos aparatos
automatizados de inspección de fallas aplicados en la industria, pero ninguno de
ellos es un robot que se puede adherir a la pared metálica que se quiere
inspeccionar. En vista de esta situación, se han efectuado varios intentos para
obtener un robot con estas características.

30 En la patente EP 0401751 se describe un robot adecuado para escalar a lo largo
de una estructura de caballete, particularmente el caballete de un poste para
líneas eléctricas de alto voltaje, donde dicho robot comprende un cuerpo de
soporte principal, por lo menos una corredera movable a lo largo de dicho cuerpo
35 de acuerdo con un eje de movimiento principal sustancialmente vertical y paralelo
a la superficie del poste, por lo menos una primera mano de agarre soportada por
el cuerpo y por lo menos una segunda mano de agarre soportada por la corredera,
medios de desplazamiento para mover dichas manos de agarre de acuerdo con un
eje transversal, sustancialmente perpendicular a la superficie del poste, donde

6

P-3520
Rvs modificadas
25-11-14

- cada mano de agarre está equipada con medios de sujeción. El robot además comprende por lo menos un sensor de posición asociado con el cuerpo principal con el fin de adquirir los datos de posición relacionados con la configuración del caballete, y un sistema de procesamiento el cual controla los movimientos de
- 5 dicha corredera y de las manos de agarre y también almacena las señales enviadas desde dichos sensores. A partir de lo anterior, se puede ver claramente que este documento divulga un robot para escalar una estructura que tiene una serie de vigas o varillas cruzadas de las cuales se agarra el robot por medio de las manos para realizar la escalada, lo cual no resuelve el problema de adherirse por
- 10 medio de una serie de imanes o sistemas magnéticos que permiten que el robot se deslice de forma vertical sin caerse. Adicionalmente, el robot descrito en esta anterioridad no incluye ningún tipo de sistema de ultrasonido para la detección de fallas.
- 15 De otro lado, la patente WO 2009140396 menciona un robot escalador adecuado para escalar una superficie sustancialmente vertical, inclinada u horizontal, donde el robot comprende un cuerpo principal que incluye: un miembro superior cruzado que tiene un par de extremos, y un par de mecanismos de agarre separados acoplados al cuerpo principal. Así, el par de mecanismos de agarre están de forma
- 20 liberable independiente y selectivamente y unidos a una superficie sobre la cual el robot puede escalar. De este modo, el movimiento del robot para su desplazamiento se realiza por medio de un péndulo que se mueve por medio de un actuador y hace que un extremo del robot se mueva y se agarre para el desplazamiento sobre la superficie. De esta manera, es claro que el principio de
- 25 funcionamiento del dispositivo descrito en este documento se basa en un movimiento de péndulo para permitir que el robot se desplace tanto hacia arriba y abajo como hacia los lados en una superficie vertical. Sin embargo, esta patente no menciona el sistema de ultrasonido para la detección de fallas.
- 30 Complementando la información existente en el estado de la técnica, resulta necesario incluir el documento ES 2329389 que divulga un robot para trabajar sobre superficies o partes externas de grandes estructuras de acero, en donde el robot se basa en un funcionamiento de oruga magnética por medio del uso de dos orugas de pista completamente independientes y unidas lateralmente con bisagras
- 35 lo que permite el desplazamiento fácil a lo largo de la superficie en cualquier dirección y mejora la adherencia de ambas orugas incluso en superficies que no son planas, toda vez que las orugas se pueden inclinar una con respecto a la otra. De acuerdo con lo anterior, este documento si bien cuenta con un sistema magnético que permite que el robot se pueda adherir a una superficie metálica, sin

P-3520
Rvs modificadas
25-11-14

necesidad que dicha superficie esté inclinada u horizontal. Sin embargo, se puede ver que esta anterioridad menciona el uso de dos orugas, y no una pluralidad de ruedas que están dispuestas a lo largo de todo el cuerpo del robot. Adicionalmente, el robot descrito en este documento no incluye un sistema para la
5 detección de fallas que se hace por medio de un sistema de ultrasonido.

El mantenimiento en una empresa industrial es la más alta prioridad en el correcto uso y funcionamiento de la producción. Muchos de estos mantenimientos son realizados en forma manual y visualmente cuando los equipos no representan
10 gran riesgos para la salud de su personal o la producción. Pero para aquellos equipos o instalaciones donde una falla grave puede resultar catastróficamente en desastre el mantenimiento e inspección de sus instalaciones representa la mayor prioridad. Para el caso de las industrias petroquímicas los costos de mantenimiento son excesivamente altos debido a la alta planificación e instalación
15 de equipos y personal que esto representa. Las empresas petroquímicas cuenta con gran cantidad de aparatos e instalaciones como tanque de almacenamiento, líneas de transporte de crudo, sistemas estructurales, sistemas de refrigeración, producto procesado/terminado, entre otras.

20 La adecuación e instalación de estas fábricas son fundamentalmente en acero, donde el mantenimiento de un tanque de almacenamiento de petróleo por ejemplo, requiere no solo sacar de servicio este tanque sino además de una limpieza previa del mismo por sus operarios, exponiéndolos a gases tóxicos que perjudican su salud y el riesgo a un desastre. Las operaciones de inspección de
25 estos tanques se hacen con equipos especializados para la verificación del comportamiento interno del material, en la búsqueda y verificación de posibles fallas por estrés, tiempo de vida, sobre cargas y/o errores en la fabricación. Estos procedimientos de inspección se realizan en forma manual, donde las adecuaciones de las instalaciones para que los operarios puedan trabajar
30 requieren de una segura adecuación de andamios, en todo el espacio del tanque o superficie a revisar. Muchos de estas inspecciones son realizadas por aparatos de ensayos no destructivos que se operan principalmente en forma manual para garantizar la correcta evaluación de la estructura. Pero estas inspecciones además de ser tediosas representan para el operario un trabajo repetido que
35 puede resultar en fatiga o aburrimiento, donde una mala lectura de sus instrumentos pueda representar un desastre en la estructura.

Existen en la actualidad diversas técnicas de análisis de estructuras metálicas, estas dependen de la forma, tamaño y el tipo de material a evaluar. Las técnicas

P-3520
Rvs modificadas
25-11-14

de análisis de estructuras metálicas más conocidas son por ultrasonido, rayos X, corrientes de Eddy, entre otras, permitiendo obtener resultados rápidos para su análisis e interpretación.

- 5 Es claro que en el estado de la técnica no existen robots inalámbricos con la capacidad de realizar ensayos no destructivos mediante la adhesión a paredes por medio de magnetismo y que de esta manera pueda realizar una medición continua de fallas en soldaduras, medición de espesores y medición de corrosión en dichas paredes ferromagnéticas por medio de ultrasonido.

10

De acuerdo con lo anterior, se sabe que existen algunos robots que pueden hacer estas mediciones, pero la mayoría de estos son aparatos con cable directo hasta el operario. La presente invención corresponde a un robot portable, que se puede adherir a la pared metálica, de superficies planas, cóncavas o convexas, hace

- 15 medición de defectos en soldaduras y/o mediciones de corrosión y/o medición de espesores, además es un sistema inalámbrico. Es decir el operario del robot puede estar a una distancia de seguridad mucho mayor que la condicionada a la longitud de un cable. Es evidente que existía en el estado de la técnica la necesidad de contar con robots portables e inalámbricos que puedan realizar
20 medición continua de fallas en soldaduras, medición de espesores y medición de corrosión en paredes ferromagnéticas mediante la adhesión a la mismas por imanes.

DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

25

La invención puede ser entendida de una mejor forma por medio de las figuras, donde se muestran cada uno de los elementos que componen el robot de la invención. **Además, las figuras muestran los números de referencia asignados a los elementos que conforman dicho robot.**

30

Figura 1. Diagrama conceptual del robot para ensayos no destructivos por palpador en forma de rueda.

Figura 2. Diagrama conceptual sistema de articulación y adhesión a tuberías o tanques en forma longitudinal y transversal.

35

Figura 3. Sistema magnético de adhesión y módulos de auto-ajuste.

Figura 4. Diagrama esquemático del sistema de control.

40

Figura 5. Diagrama en explosión componentes ocultas vista superior.

Figura 6. Diagrama plataformas y láminas móviles.

9

DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

- 5 La presente invención está dirigida a un sistema robótico o robot escalador de paredes para la realización de mantenimiento e inspección del comportamiento mecánico de materiales ferromagnéticos como se observa en la Figura 1. La inspección está enfocada en la detección de fatiga, fracturas internas errores en las soldaduras, corrosión y medición de espesor de superficies ferromagnéticas.
- 10 Las superficies que pueden ser evaluadas por el robot de la invención corresponden a perfiles planos, cóncavos y convexos en cualquier ángulo y orientación (Figura 2); mediante el uso del sistema robótico escalador de paredes de la presente invención.
- 15 El sistema robótico o robot de la invención está diseñado y construido, como se muestra en la Figura 1. Dicho robot está compuesto principalmente por un sistema mecánico y por un sistema de control. El sistema mecánico del robot comprende dos plataformas (6) que comprenden a su vez 3 láminas móviles (6a, 6b, 6c) como se muestra en las Figuras 1 y 6. Dichas plataformas (6) están situadas a cada lado del robot y son idénticas entre sí, por lo que cada plataforma es un reflejo de la otra, lo que le da simetría al robot. Dichas plataformas (6) están unidas por una bisagra (14). La lámina (6b) se une a las láminas (6a) y (6c) por medio de dos bisagras (4a, 4b). Dichas bisagra (4a, 4b) tienen grupos de ruedas (9b, 9c) para impulsar el robot. La lamina (6a) tiene una rueda de soporte en la parte delantera (9a) unida por un eje. La lamina (6c) tiene un grupo de ruedas de soporte en la parte trasera (9d) unidas por un eje e impulsan también al robot. Los conjuntos de ruedas (9b, 9c, 9d) en cada una de las dos plataforma (6) están conectados a seis motores (10a, 10b, 10c,) de corriente continua que accionan diferencialmente dichos conjuntos de ruedas. Dichos motores están situados en la parte superior de las laminas (6b y 6c) de cada una las plataformas (6).
- 20
25
30

El robot de la invención comprende además imanes (7) que le permiten adherirse a las paredes mediante magnetismo, dichos imanes están situados en la parte inferior de las laminas (6a, 6b, 6c) de las dos plataformas (6). Dichas laminas (6a, 6b, 6c) están unidas entre sí por mecanismos de bisagra (9). Adicionalmente, el robot contiene concentradores (8) ubicados al exterior y alrededor de los imanes (7). Los ejes de las ruedas del robot (figura 3 y 5) son a la vez el sistema de bisagras (9) que permiten al robot auto-ajustarse a la forma de la superficie de inspección como se muestra en la Figura 2.

35

10

- El robot comprende además un sensor (5) (palpador) en forma de rueda, el cual realiza la evaluación de la superficie por medio de ultrasonido. Dicho sensor (5) está unido a cada una de las plataformas (6) por medio de bisagras dobles (11) que están unidas a los lados interiores de cada una de las laminas (6b) de las plataformas (6).
- El sistema de control del robot está compuesto por un módulo de control de motores (12) como se muestra en la Figura 5 y 6, una tarjeta de ultrasonido (1), una batería (13), un hub USB y un computador a bordo (2) con interfaz de acceso Ethernet vía WiFi. Todos los elementos se conectan al computador a través de USB y el computador (2) está conectado al operador en tierra a través de dicha interfaz Ethernet, de modo que el operador pueda controlar el robot y el sensor (5) a través de la interfaz Ethernet. Todos los elementos del módulo de control con interfaz USB estándar están conectados a un hub USB y luego conectados con el computador.
- El funcionamiento del robot de la invención está fundamentado en la medición de espesores, y medición del porcentaje de corrosión en tuberías, tanques e infraestructuras metálicas y/o ferromagnéticas de instalaciones industriales. Como se había mencionado las plataformas (6) son autoajustables en cualquier superficie tubular o plana por medio de varios mecanismos en bisagra (4 y 14) que permite el contacto permanente del sensor (5) en forma de rueda quien realiza la evaluación de la superficie por medio de ultrasonido. Esta señal de alta frecuencia es producida por la tarjeta de ultrasonido (1) que envía la información a un computador (2) (a bordo), que es quien almacena la información de la inspección. El robot es controlado en forma remota e inalámbricamente (figura 4) donde la información de la inspección es decodificada por el computador (2) quien además controla la velocidad, orientación y dirección del robot y la activación, ajuste y visualización de la inspección.
- El sensor (5) del robot corresponde a un palpador de rueda que permite inspeccionar espesor, corrosión y defectos de soldadura. Dicho sensor utiliza la tecnología de caucho para acoplamiento ultrasónico casi seco. El sensor (5) está diseñado para operar entre 1 MHz y 10 MHz y es capaz de funcionar en un neumático de baja presión de 58 mm de diámetro. El sensor (5) tiene un sistema de medición de distancia por un encoder óptico (15) de posición ubicado en

P-3520
Rvs modificadas
25-11-14

posterior del sensor (5). El sensor (5) se puede operar con o sin la medición del encoder óptico (15).

Los equipos existentes para ensayos no destructivos por ultrasonido en su gran mayoría son manuales, el desarrollado en la presente invención corresponde a un sistema robótico portátil (figura 1), que se adhiere a las paredes ferromagnéticas, con una autonomía hasta de 2 horas de operación continua, es muy liviano (5 kg) y tiene gran facilidad de operación. Puede ser empleado en condiciones industriales, es decir al interior o exterior de un tanque de petróleo, tuberías de transporte de petróleo internas y/o externas, áreas explosivas, en altas temperaturas, radiación solar entre otras. Tiene la posibilidad de cargar otros dispositivos para facilitar y/o complementar la inspección o supervisión hasta 10 kg sin perder el auto-ajuste al perfil de la tubería, tanque o superficie ferromagnética en forma plana, cóncava o convexa (figura 2).

El robot puede hacer transiciones entre dos superficies hasta de 60 grados de inclinación debido a su auto-adaptación por medio de sus dos plataformas (6) y la forma como las laminas (6a, 6b, 6c) están unidas por medio de bisagras (4a, 4b). Dichas plataformas (6) son la base y soporte de robot y están unidas por los ejes de bisagras (4 y 14), que permite el fácil manejo y operación del robot, sin que esto represente algún riesgo para el operario o para el sistema robótico.

El robot tiene la posibilidad de aplicar una fuerza constante sobre el sensor de medición (5) (palpador). El sistema robótico es adherido a la superficie de inspección por medio imanes permanentes (7) que incrementan su fuerza hasta 1000 veces mediante la utilización de concentradores (8), donde las fuerzas magnéticas son emitidas a la pared metálica produciendo una fuerza de adhesión exponencial a la distancia entre el robot y la superficie (figura 2).

El diseño de tres secciones de laminas (6a, 6b, 6c) en las plataformas (6), no sólo permite al robot transferirse entre superficies afiladas adyacentes en ángulo, sino que también mejora su capacidad de escalada en curvaturas. La figura 2 muestra el robot moviéndose alrededor de la superficie de tuberías, tanto interna como externamente, y también cuando se mueve a lo largo de la tubería. Con un tamaño de conjunto del robot, cuando el robot está trabajando en superficies cóncavas, el espacio de aire entre los imanes y la superficie en el diseño de las secciones es mucho más grande que en las convexas es decir, la superficie $d1 > d2$. Como consecuencia, la fuerza de adherencia en las superficies convexas se incrementa en gran medida debido a la reducción del espacio de aire. El requisito principal es

12

P-3520
Rvs modificadas
25-11-14

mantener el sensor (5) en permanente contacto con la superficie en todo momento, es decir, sobre superficies cóncavas y convexas y cuando se mueve a través y a lo largo de toda la tubería. Este diseño cumple con este requisito.

El robot se mueve a una velocidad constante para escanear los defectos de soldadura y la corrosión. La velocidad del robot puede ser modificada por el operador para adaptarse a los requisitos de inspección. Tiene muy buena capacidad de carga en relación al peso al subir verticalmente, pudiendo llevar a casi 10 kg de carga útil adicional, además de su propio peso de 5 kg. El robot de la invención corresponde a un diseño de alto poder impulsado por ruedas con capacidad de moverse a través de cualquier obstáculo de soldadura y ofrecer la opción de hacer las transiciones angulares entre las superficies de 0 a 60 °. Está diseñado en tres secciones con la ventaja de obtener alta fuerza de tracción en una velocidad baja en cualquier posición en la superficie, buena maniobrabilidad en ambas superficies planas y curvas.

15

El robot es completamente inalámbrico (figura 4), es decir que la operación de todo el sistema robótico tanto de movimiento y dirección del robot, como la activación y supervisión de la medición en la superficie que se realiza por ensayos no destructivos por ultrasonido, donde medición y operación del robot es teleoperado en forma remota.

20

Sistema de Control:

La aplicación y la interfaz gráfica de usuario (GUI) se colocan en el robot, lo que garantiza que toda la información está a salvo y el operador no tiene que preocuparse por la pérdida de conexión o interferencia de otros dispositivos.

25

El operador puede acceder al computador de a bordo a través de la comunicación inalámbrica Wi-Fi mediante una interfaz Ethernet punto a punto y así supervisar la inspección o controlar el robot manualmente. Además, todos los equipos de control son alimentados por la batería (13) que puede ser una batería de polímero de alta capacidad de iones de litio y polímero (Li-Po), de tal forma que el robot es completamente independiente.

30

El robot utiliza la fuerza de adhesión magnética. En una modalidad de la invención el robot comprende 3 arreglos de imanes de que se dividen en tres módulos del robot. Dichos imanes están fijados a la parte inferior de tres placas concentradores de flujo en cada una de las dos plataformas (6) del robot. Dichos arreglos de imanes comprenden entre 1 y 12 imanes cada uno.

35

El sistema robótico de la invención representa fundamentalmente varias mejoras en el análisis e inspección de tanques y tuberías petroquímicas metálicas. La primera es la adhesión del robot a la superficie de inspección en cualquier
5 dirección y tamaño de la tubería sin que esto represente un riesgo para el operario, además de no requerir de instalación de andamios en grandes estructuras industriales, permitiendo la realización de las inspecciones en forma rápida y segura; debido a que el sistema robótico puede ser operado en forma remota a una distancia confortable para el operario. Otro de los beneficios del
10 sistema robótico es su autonomía, fácil transporte y operación del sistema de medición por ultrasonido. Este le permite al operario concentrarse principalmente en las labores de inspección sin correr ningún riesgo de exposiciones a gases tóxicos o trabajos a gran altura.

15

20

25

30

35

14

5

REIVINDICACIONES

1. Un robot inalámbrico escalador de paredes que se adhiere a las paredes por medio de magnetismo y está diseñado para la medición continua de fallas en soldaduras, medición de espesores y medición de corrosión en paredes ferromagnéticas **caracterizado porque** comprende:

10

Una parte mecánica y un sistema de control

en donde la parte mecánica comprende:

15

- a. un sensor (5) (palpador) en forma de rueda de medición por ultrasonido; dicho sensor (5) está unido a cada una de las plataformas (6) por medio de bisagras dobles (11) que están unidas a los lados interiores de cada una de las laminas (6b) de las plataformas (6);
- 20 b. dos plataformas (6) que comprenden a su vez 3 láminas móviles (6a, 6b, 6c), dichas plataformas (6) están situadas a cada lado del robot y son idénticas entre sí, por lo que cada plataforma es un reflejo de la otra, lo que le da simetría al robot; en donde las dos plataformas (6) están unidas por una bisagra (14) y en donde la lámina (6b) se une a las
- 25 láminas (6a) y (6c) por medio de dos bisagras (4a, 4b), que son quienes permiten la auto-adaptación en la superficie;
- c. dos grupos de ruedas (9b, 9c) ubicados entre las laminas (6a, 6b, 6c) para impulsar el robot y generan el contacto directo de fricción entre el robot y la superficie, en donde los ejes de las ruedas del robot son a la
- 30 vez el sistema de bisagras (9) que unen las laminas móviles (6a, 6b, 6c) y permiten al robot auto-ajustarse a la forma de la superficie de inspección;
- d. un grupo de ruedas (9a) de soporte delantero que se encuentra unido a la lamina (6a);
- 35 e. un grupo de rudas trasero (9d) unido por un eje a la lamina (6c);
- f. grupo de motores (10a, 10b, 10c,) de corriente continua que se encuentran conectados e accionan diferencialmente dichos grupos de ruedas, en donde dichos motores están situados en la parte superior de las laminas (6b y 6c) de cada una las plataformas (6);

- g. imanes (7) que le permiten adherirse a la pared, en donde dichos imanes están situados en la parte inferior de las laminas (6a, 6b, 6c) de las dos plataformas (6) y en donde el robot contiene concentradores (8) ubicados al exterior y alrededor de los imanes (7)
- 5 h. una batería (13) de litio polímero que energizan todo el robot; y

En donde el sistema de control comprende:

- 10 i. la interfaz gráfica de usuario (GUI) instalada en el computador a bordo del robot (2);
- ii. un módulo de control de motores (12);
- iii. una tarjeta de ultrasonido (1),
- iv. un hub USB;
- v. un computador a bordo (2) con interfaz de acceso Ethernet vía WiFi;

15

en donde todos los elementos se conectan al computador a través de USB y el computador (2) está conectado al operador en tierra a través de dicha interfaz Ethernet, y en donde todos los elementos del módulo de control con interfaz USB estándar están conectados a un hub USB y

20 luego conectados con el computador (2).

20

2. El robot de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** los motores (10) transmiten su potencia a las ruedas por cadena dentada en
- 25 número pares de motores hasta 8.
3. El robot de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** los números de imanes (7) son hasta 12 por lamina (6).
- 30 4. El robot de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** los concentradores (8) alinean el campo magnético hacia la superficie de inspección.
- 35 5. El robot de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** los grupos de ruedas comprenden entre 1 y 10 ruedas y en donde las ruedas (10) son de alta grado de fricción para adherirse a la superficie de inspección.

16

RESUMEN

5 La presente invención se refiere a un sistema robótico inalámbrico escalador de
paredes que se adhiere a las paredes por medio de magnetismo y está diseñado
para la medición continua de fallas en soldaduras, medición de espesores y
medición de corrosión en paredes ferromagnéticas por medio de técnicas de
mediciones no destructivas como la técnica de ultrasonido y palpador en forma de
10 rueda.

El área tecnológica es la robótica, la automatización de sistemas para ensayos no
destructivos, ingeniería mecánica y control, especialmente en el estudio de robot
escalador de paredes para el mantenimiento e inspección de superficies
15 ferromagnéticos en áreas industriales.

17

FIGURAS

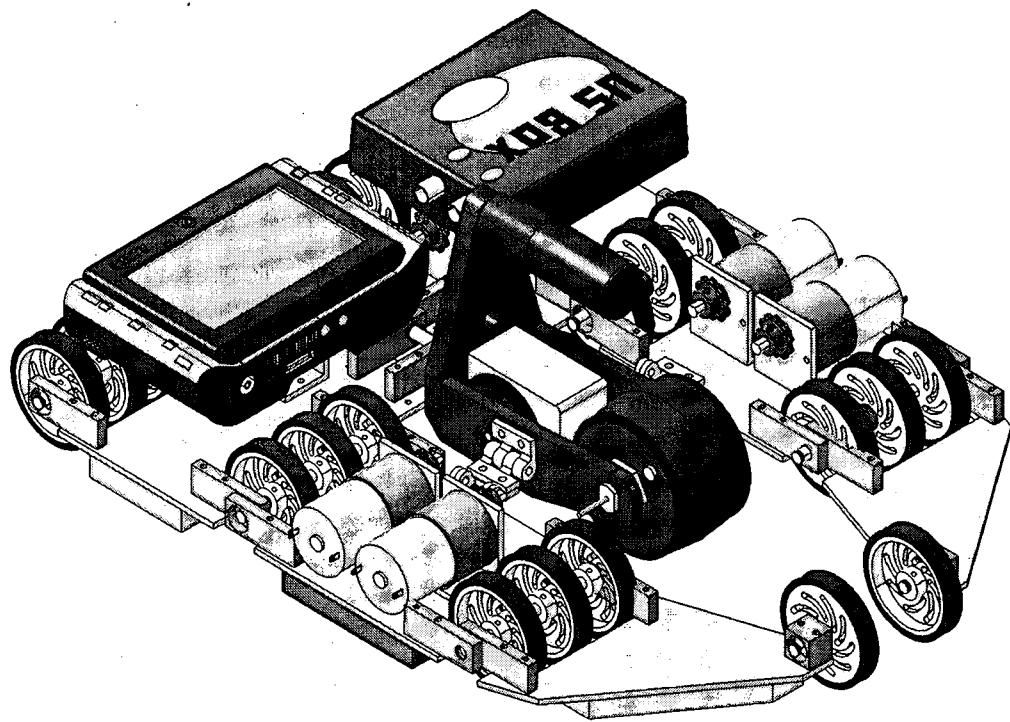
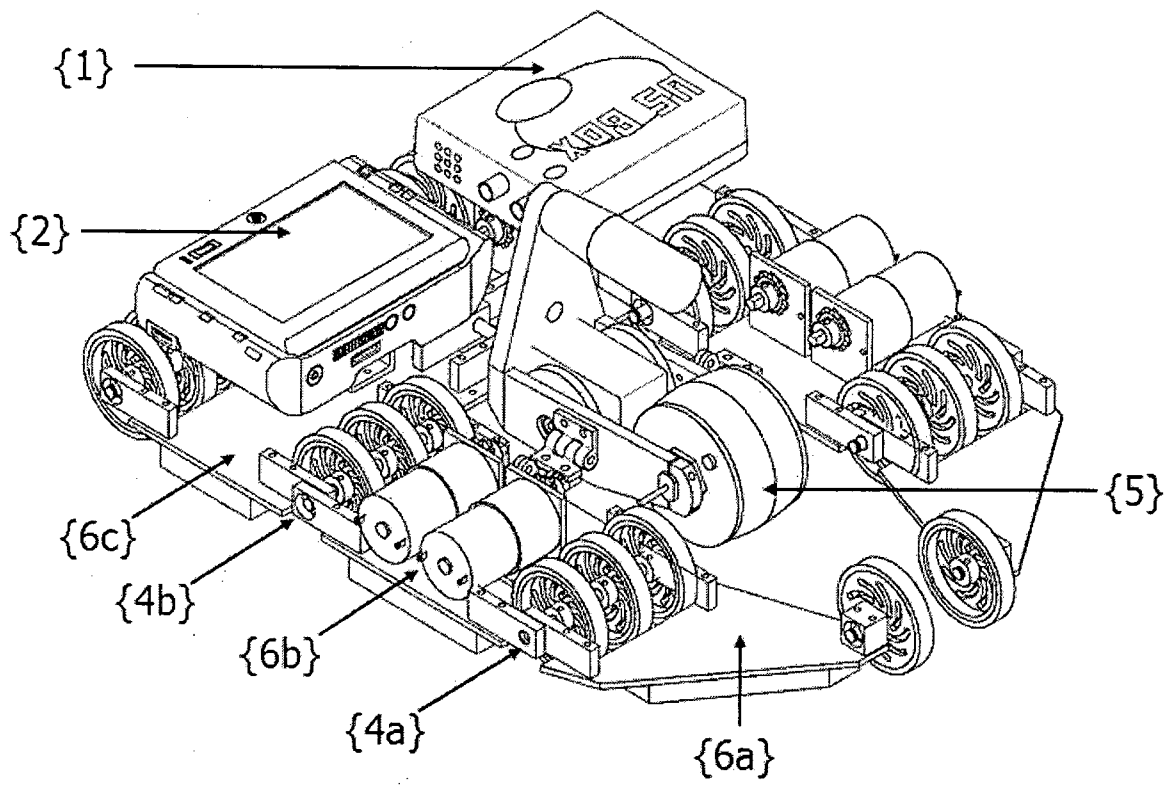


Figura 1

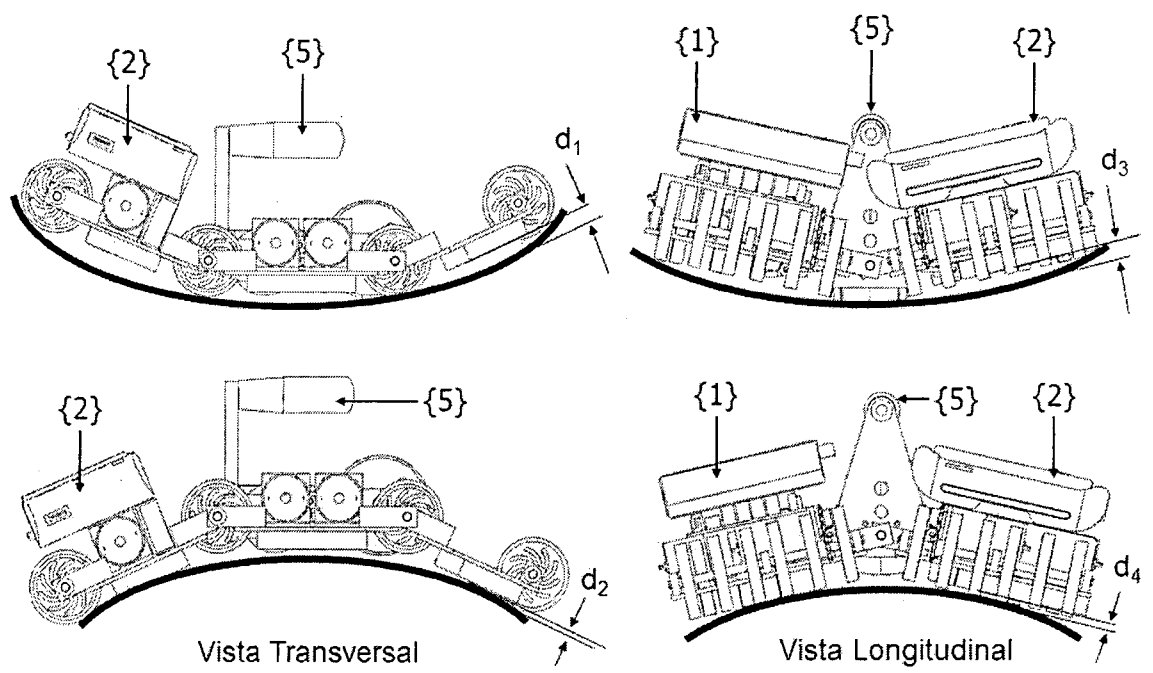


Figura 2

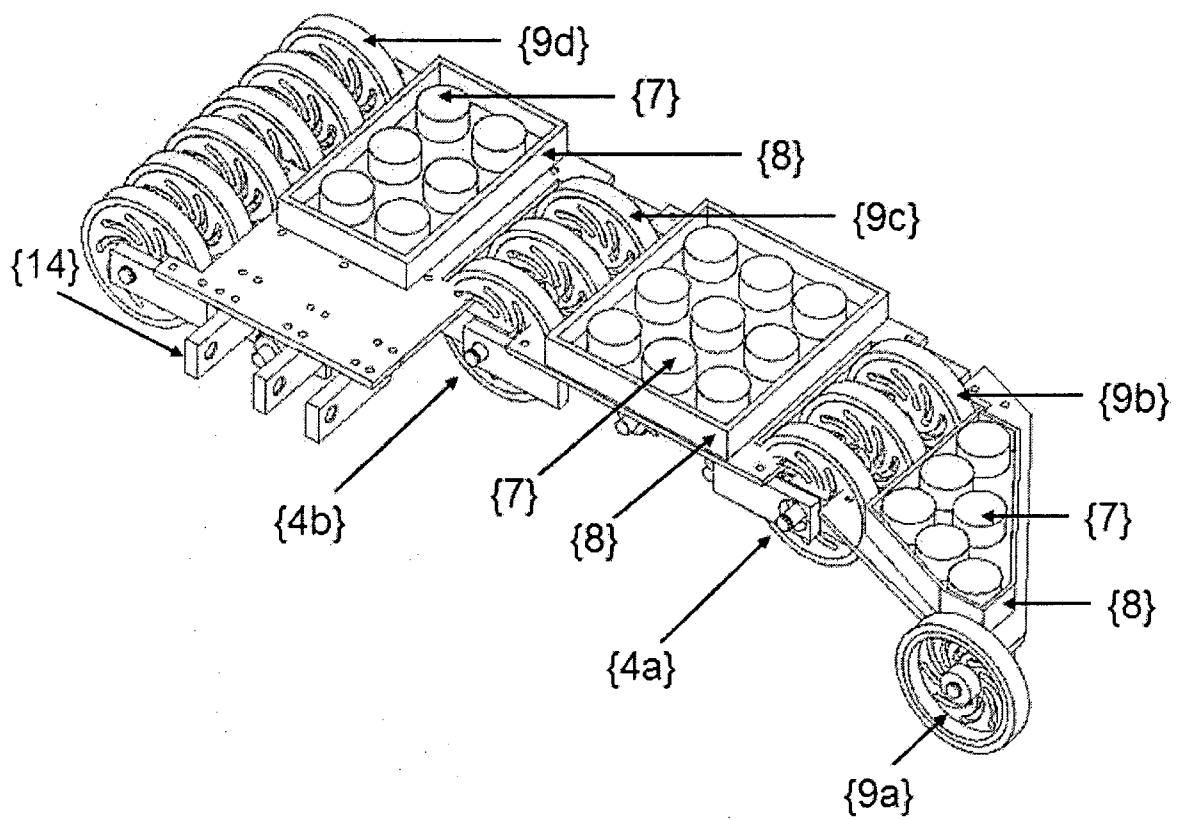


Figura 3

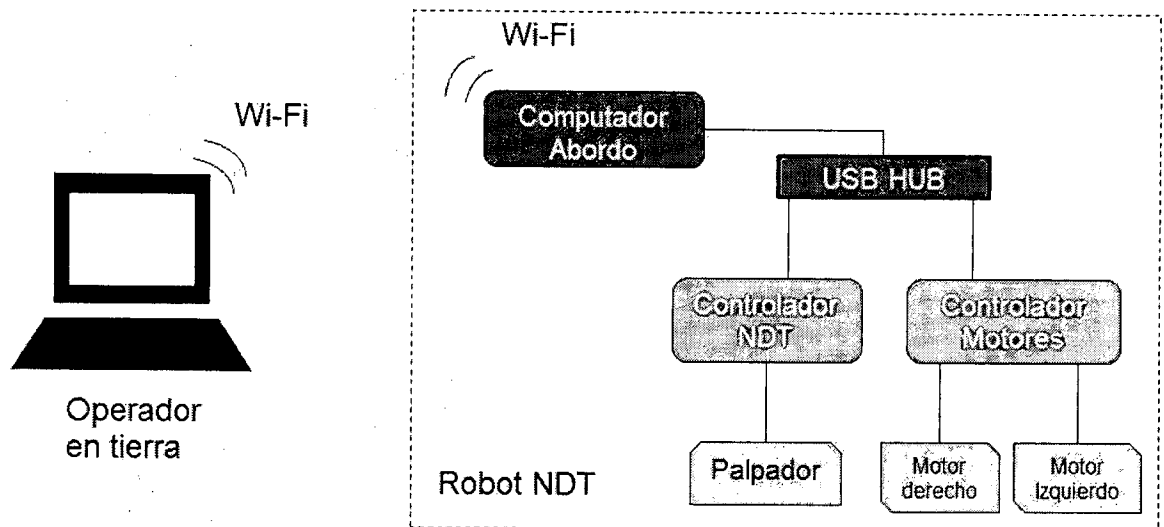


Figura 4

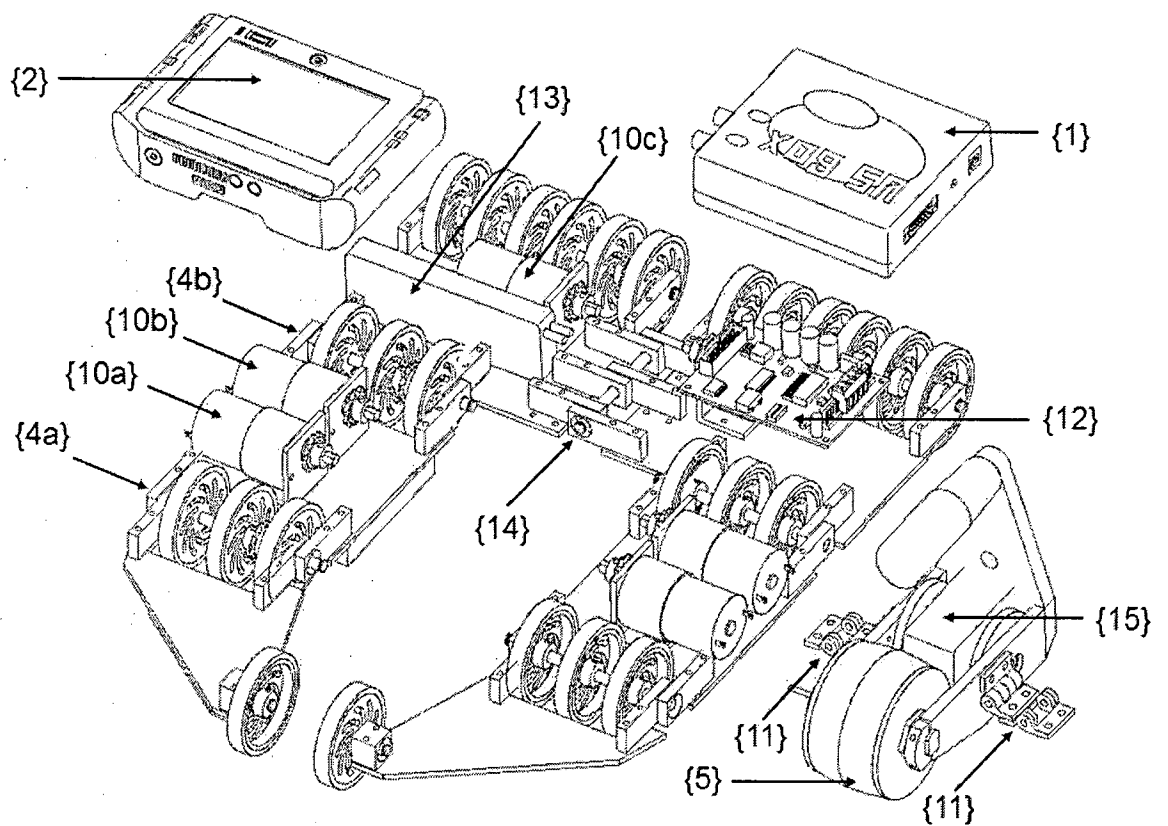


Figura 5

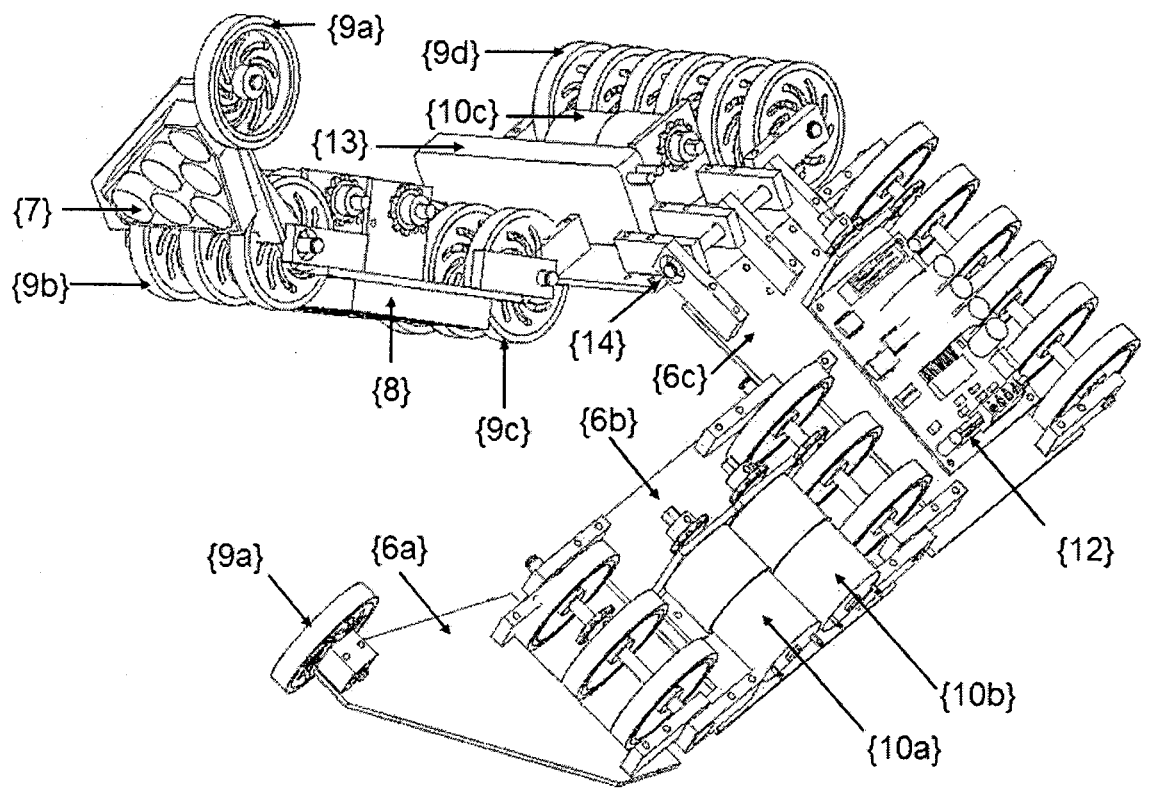


Figura 6