



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 343 558**

⑫ Número de solicitud: 200703291

⑤① Int. Cl.:
B25J 5/00 (2006.01)
B25J 9/00 (2006.01)
B25J 9/06 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

⑫② Fecha de presentación: **13.12.2007**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **03.08.2010**

Fecha de la concesión: **04.08.2011**

⑫⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **17.08.2011**

⑫⑤ Fecha de publicación del folleto de la patente:
17.08.2011

⑦③ Titular/es: **Universidad de Málaga
c/ Severo Ochoa, 4 (PTA)
29590 Campanillas, Málaga, ES**

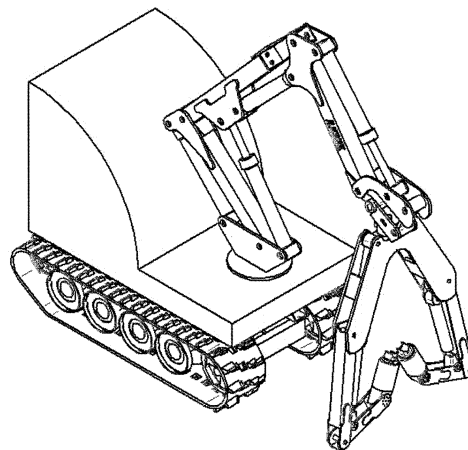
⑦② Inventor/es: **García Cerezo, Alfonso José;
Martínez Rodríguez, Jorge Luis;
Morales Rodríguez, Jesús;
Mandow Andaluz, Anthony;
Gómez de Gabriel, Jesús Manuel;
Serón Barba, Javier;
Reina Terol, Antonio;
Pequeño Boter, Alejandro;
Fernández Lozano, Juan Jesús y
Muñoz Martínez, Víctor Fernando**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales.**

⑤⑦ Resumen:

Sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales. El sistema consta de una plataforma móvil con tracción por medio de orugas, un sistema de control a bordo, un conjunto de sensores que obtienen información tanto del entorno como de la actitud del sistema robótico en su conjunto y un brazo manipulador múltiple. Este brazo permite al sistema manipular con destreza cargas de interés, como elementos peligrosos o víctimas de desastre. Gracias a que el sistema de control y el sistema sensorial son separables del sistema robótico pero mantienen su funcionalidad y comunican sus consignas y la información del entorno mediante enlaces por radio, la carga de pago del sistema robótico puede incrementarse si es necesario desmontando los mencionados sistema de control y/o sistema sensorial.



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales.

Sector de la técnica

La presente invención pertenece a los sectores del control y los vehículos de transporte, concretamente al de los sistemas de control de la posición, rumbo o altitud de vehículos y al de los vehículos a motor con cargas especiales.

Estado de la técnica

Las operaciones de búsqueda y rescate en escenarios de desastres plantean importantes problemas a los equipos de intervención, y en particular a los sistemas robóticos diseñados para trabajar en ellos: entornos desconocidos y no estructurados, movilidad sobre terreno difícil, detección y manipulación de víctimas y material peligroso, o retirada de escombros, por nombrar sólo unos pocos. Estos problemas implican enfrentarse con diferentes dificultades en el caso de sistemas robóticos, que cubren distintos niveles:

- a) Locomoción y mecánica. Se han usado robots de pequeño tamaño en minería y en búsqueda de víctimas. Estos elementos, ligeros y de bajo coste, pueden desplegarse en grupos y son útiles para la exploración de derrumbes. Sin embargo, se necesitan vehículos más robustos y potentes que sean capaces de subir por las pendientes del terreno o de moverse sobre los escombros. En este sentido, los vehículos con cadenas proporcionan mejor tracción que los ruedas debido a su mayor área de contacto.
- b) La manipulación diestra (es decir, la capacidad de manipular elementos con precisión) se necesita para manejar o retirar elementos peligrosos, como materiales contaminantes o artefactos explosivos. Además, se necesita una elevada relación potencia-peso para poder levantar y mover escombros o víctimas. Se han propuesto varios sistemas robóticos con un manipulador incorporado. Sin embargo la capacidad de carga suele ser limitada, y aún más su destreza, al disponer de un solo brazo. Sobre todo en el caso de sistemas teleoperados, esta característica supone una importante limitación para el operador que lo dirige.
- c) Para este tipo de operaciones de rescate se necesita un cierto grado de navegación autónoma. Sin embargo, la selección de los objetivos a un nivel local, y sobre todo la manipulación, requieren la intervención de operadores humanos a través de teleoperación. En este caso, y también de acuerdo con lo expuesto en el punto anterior, las diferencias entre el manipulador y los brazos de un ser humano limitan los resultados.
- d) A nivel de percepción, se presentan requerimientos diferentes según se trate de localización de víctimas o materiales peligrosos, o de navegación. En ambos casos son útiles las técnicas tridimensionales, por ejemplo mediante escáneres tridimensionales para generar mapas volumétricos. En cambio, para localizar víctimas en desastres es más útil la visión térmica.

Para solucionar todos estos problemas se han desarrollado distintos sistemas robóticos. Por ejemplo, en ES 2 156 767 se propone un sistema robótico con capacidades todoterreno capaz de reconocer una zona afectada para identificar víctimas u objetos de interés. Sin embargo, no dispone de manipuladores que le permitan rescatar víctimas o retirar material peligroso.

En ES 2 188 411 se describe un robot móvil dotado de un brazo manipulador de cinco grados de libertad. No obstante, no es capaz de moverse por terreno desigual y el manipulador no es capaz de evitar obstáculos en la manipulación al no superar el límite de los seis grados de libertad.

En US 6 859 359 se describe un sistema modular de sensores. Dicho sistema permite que un sistema robótico pueda contar con diferentes tipos de sensores y cambiar entre ellos con facilidad (a través de la intervención humana), pero no soluciona el despliegue simultáneo de los mismos en una misma plataforma robótica.

En US 6 438 456 se presenta un tipo de controlador remoto para un sistema robótico ligero, pero sus capacidades se limitan a facilitar la entrada de órdenes y la salida de la información, cuyo procesamiento no se hace a bordo del vehículo para limitar su necesidad de capacidad de procesamiento.

Resumiendo, el estado de la técnica presenta varias limitaciones:

- 1) La intervención en zonas de desastre necesita plataformas móviles capaces de moverse por terreno abrupto, y al mismo tiempo incorporar elementos de manipulación.
- 2) La manipulación de elementos peligrosos o la extracción de víctimas exige, por una parte, una estructura lo más parecida posible a la de los brazos de un ser humano, para facilitar la teleoperación; y por otra, una elevada potencia y capacidad de carga.

- 3) Las tareas que debe completar un sistema robótico para aplicaciones de rescate son, por una parte, la navegación en entornos no estructurados, y por otra, la localización de elementos muy concretos (como víctimas o materiales peligrosos). Ambas tareas tienen requisitos muy diferentes desde el punto de vista de los sensores necesarios.

Descripción detallada de la invención

El presente documento describe un sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales.

El sistema consta de una plataforma móvil con tracción mediante cadenas, un manipulador múltiple montado sobre la plataforma móvil, un sistema de control, un sistema de comunicaciones inalámbricas, un sistema de sensores externos y un sistema de sensores internos.

El sistema robótico recibe información del entorno a través del sistema de sensores externos. Dichos sensores recaban información acerca de obstáculos, terreno circundante, etc., y la envían al sistema de control. Dicho sistema de control genera órdenes para el sistema de locomoción del sistema robótico, y se encuentra dividido en dos subsistemas: de alto y bajo nivel. Al mismo tiempo, los sensores internos proporcionan información acerca del estado del sistema robótico, de modo que el subsistema de control de alto nivel pueda generar las órdenes apropiadas para aproximarse al objetivo de la misión a partir del conocimiento del estado actual. Estas órdenes son recibidas por el subsistema de control de bajo nivel que las transforma en consignas apropiadas para los medios de actuación del sistema robótico. Llegado el caso, el sistema sensorial y el subsistema de control a alto nivel pueden desmontarse del sistema robótico para aumentar su carga de pago y/o disminuir su vulnerabilidad, manteniendo su funcionalidad en todo momento mediante comunicaciones radio que transmiten la información del entorno y del propio sistema robótico, por una parte, y las órdenes por otra.

Sobre la plataforma móvil se encuentra instalado un brazo manipulador múltiple, que consta de un brazo principal de cinco grados de libertad más un manipulador doble montado al final del brazo principal. Este manipulador doble cuenta con dos manipuladores de tres grados de libertad cada uno, más un cuarto grado de libertad común a ambos en la unión de los mismos al brazo principal. Así se dispone en cada uno de los dos elementos terminales de una serie de nueve grados de libertad, lo que proporciona redundancia cinemática que permite evitar obstáculos para manipular una determinada carga. Asimismo, también se encuentran instalados sobre la plataforma los elementos sensoriales que necesite la aplicación, como por ejemplo cámaras CCD para navegación o escáneres láser.

Todo el conjunto se encuentra alimentado mediante un generador eléctrico instalado a bordo, o en un remolque.

Descripción de los dibujos

Figura 1. Esquema general del sistema robótico, en el que se puede distinguir la plataforma móvil con tracción mediante cadenas (a), el manipulador múltiple (b) montado sobre la parte frontal de la plataforma móvil, y el sistema de control (c) en la parte trasera de la plataforma móvil.

Figura 2. Esquema del brazo manipulador múltiple, en el que se puede apreciar el brazo manipulador principal con su primera articulación (d), su segunda articulación (e), la tercera articulación (f), la cuarta articulación (g) y la quinta articulación (h); y el brazo manipulador doble (i) montado en el extremo del brazo principal a través de la articulación (l), y compuesto por el brazo izquierdo (j) y el derecho (k). En cada uno de esos brazos pueden apreciarse las articulaciones primera, segunda y tercera, señaladas como (m), (n) y (o) para el brazo derecho y como (p), (q) y (r) para el brazo izquierdo.

Modos de realización de la invención

A continuación se describe un ejemplo de realización de la invención de carácter no limitativo.

El sistema (Figura 1) consta de una plataforma móvil con tracción mediante cadenas (a), un manipulador múltiple (b) montado sobre la plataforma móvil, un sistema de control (c), un sistema de comunicaciones inalámbricas, un sistema de sensores externos y un sistema de sensores internos.

La plataforma móvil permite que el conjunto se desplace por terreno desigual, y cuenta con tracción mediante cadenas. Cada cadena cuenta con su propio motor, que en la realización preferida de la invención son de tipo hidráulico por su mayor relación potencia-tamaño, pero que pueden ser eléctricos o de otro tipo. Incorpora sensores que informan de la velocidad, actitud, etc., de la plataforma, y además cuenta con puntales retráctiles que pueden extenderse para estabilizar el conjunto cuando se opera el brazo manipulador.

El brazo principal (Figura 2) cuenta con cinco grados de libertad actuados mediante actuadores que en la realización preferida de la invención son hidráulicos, pero que pueden ser, por ejemplo, eléctricos o de otro tipo. Las articulaciones primera (d), segunda (e), tercera (f), cuarta (g) y quinta (h) se muestran en la Figura 2. Cada articulación incorpora sensores angulares que permiten conocer el ángulo en el que se encuentra respecto al elemento adyacente. En la realización preferida estos sensores son codificadores angulares ópticos, pero pueden ser de otro tipo, como por ejemplo potenciómetros o resolvers.

El brazo manipulador doble (i) reproduce la estructura de los brazos humanos, y se encuentra anexo al brazo manipulador principal. Consta de dos brazos, izquierdo (j) y derecho (k), que comparten un grado de libertad común (l) que los une al brazo principal. Además cuentan cada uno con tres grados de libertad (m, n, o) para la rama izquierda y otros tres (p, q, r) para la rama derecha. Ambos brazos pueden equiparse a su vez con diferentes elementos terminales, e incorporan sensores angulares en cada articulación para conocer el ángulo girado. En la realización preferida estos sensores son codificadores angulares ópticos, pero pueden ser de otro tipo, como por ejemplo potenciómetros o resolvers. Además, cuentan en el extremo con sensores de fuerza y par de seis ejes (tres fuerzas y tres pares), que permiten conocer los esfuerzos que cada brazo ejerce con su elemento terminal sobre el entorno. Adicionalmente, el brazo manipulador doble puede desmontarse para que el brazo principal monte un elemento diferente, como por ejemplo una pala, un gancho u otro elemento que pudiera ser necesario.

El sistema de control está dividido en dos subsistemas: de bajo nivel y de alto nivel. El subsistema de bajo nivel se encarga de leer los sensores internos del robot (como por ejemplo los mencionados en la descripción del brazo manipulador o en la descripción de la plataforma móvil) y genera las consignas apropiadas para los actuadores correspondientes de manera que se alcance el objetivo que le marcan las referencias que recibe del subsistema de control de alto nivel. Dicho subsistema se comunica con el subsistema de bajo nivel por medio de comunicaciones por radio, de manera que puede desmontarse del sistema robótico manteniendo su funcionalidad completa, al tiempo que se aumenta la carga de pago disponible del sistema robótico y se reduce su vulnerabilidad. El subsistema de control de alto nivel recibe la información de los sensores externos del sistema robótico, que capturan información del entorno en el que se encuentra el mismo, de obstáculos, caminos, posibles víctimas, elementos peligrosos, etc., y de acuerdo con las tareas dictadas por el operador humano genera las referencias apropiadas para el subsistema de bajo nivel.

El sistema sensorial está compuesto por los sensores internos, ya mencionados en la descripción de los diferentes elementos del sistema robótico, y por los sensores externos. Como sensores externos el sistema robótico puede incorporar los que dicte la naturaleza de la misión, pero en la realización preferida de la invención dispone de una cámara CCD montada en la plataforma móvil y acoplada a un escáner láser 3D, y un conjunto de una cámara CCD y una cámara térmica montadas en la articulación común del brazo manipulador doble.

Aplicación industrial

El sistema permite intervenir en situaciones de desastres naturales u otras de riesgo en las que no puedan intervenir seres humanos por las limitaciones del entorno o los riesgos existentes. Permite moverse en terreno desigual gracias a la plataforma móvil dotada de cadenas, y dispone de un brazo manipulador múltiple que permite acceder a zonas difíciles evitando obstáculos al contar con más de seis grados de libertad desde la base hasta el extremo. Además, cuenta con una carga de pago que puede ampliarse desmontando el subsistema de control o el subsistema sensorial, o ambos, lo que también reduce la vulnerabilidad del sistema robótico en su conjunto. Las aplicaciones en las que estas características son necesarias van desde el rescate de víctimas en desastres como terremotos o derrumbes hasta la retirada o desactivación de artefactos explosivos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales, **caracterizado** porque comprende:

- a. Una plataforma móvil con tracción mediante cadenas;
- b. Un brazo manipulador múltiple, que a su vez comprende un brazo principal de cinco grados de libertad más un manipulador doble con tres grados de libertad en cada brazo y uno adicional común a ambos brazos en el punto de unión con el brazo manipulador de cinco grados de libertad sobre el que va montado, disponiendo cada uno de los dos elementos o brazos terminales una serie de nueve grados de libertad;
- c. Un sistema de control, que a su vez comprende un subsistema de bajo nivel y subsistema de alto nivel que se comunican entre sí mediante un sistema de comunicaciones inalámbricas; y
- d. Un sistema sensorial, que a su vez comprende sensores internos que obtienen información del estado del sistema robótico y sensores externos que obtienen información del entorno de trabajo.

2. Sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales según la reivindicación anterior **caracterizado** porque las comunicaciones inalámbricas son por radio.

3. Sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque el subsistema de control de alto nivel y el sistema de sensores externos pueden desmontarse del sistema robótico y mantener su funcionalidad gracias al enlace de comunicaciones por radio.

4. Sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque:

- a. El sistema de tracción incorpora sensores y puntales retráctiles que pueden extenderse para estabilizar el conjunto cuando se opera el brazo manipulador; y
- b. Los sensores del brazo manipulador principal y/o del brazo manipulador doble son codificadores angulares ópticos, potenciómetros, resolvers, o sensores de fuerza y par de seis ejes.

5. Sistema robótico con capacidad todoterreno y brazo manipulador múltiple, y elementos de control y sensoriales separables y al mismo tiempo funcionales según cualquiera de las reivindicaciones anteriores **caracterizado** porque comprende además una cámara CCD montada en la plataforma móvil y acoplada a un escáner láser 3D, y un conjunto cámara CCD - cámara térmica montadas en la articulación común del brazo manipulador doble.

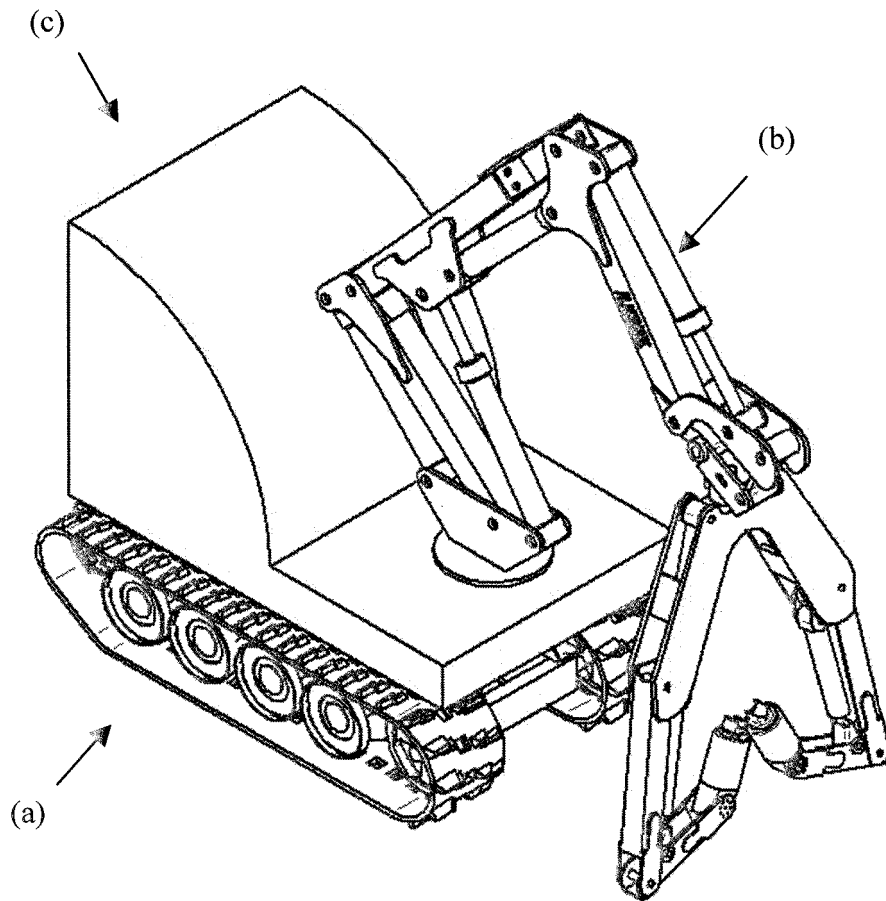


Figura 1

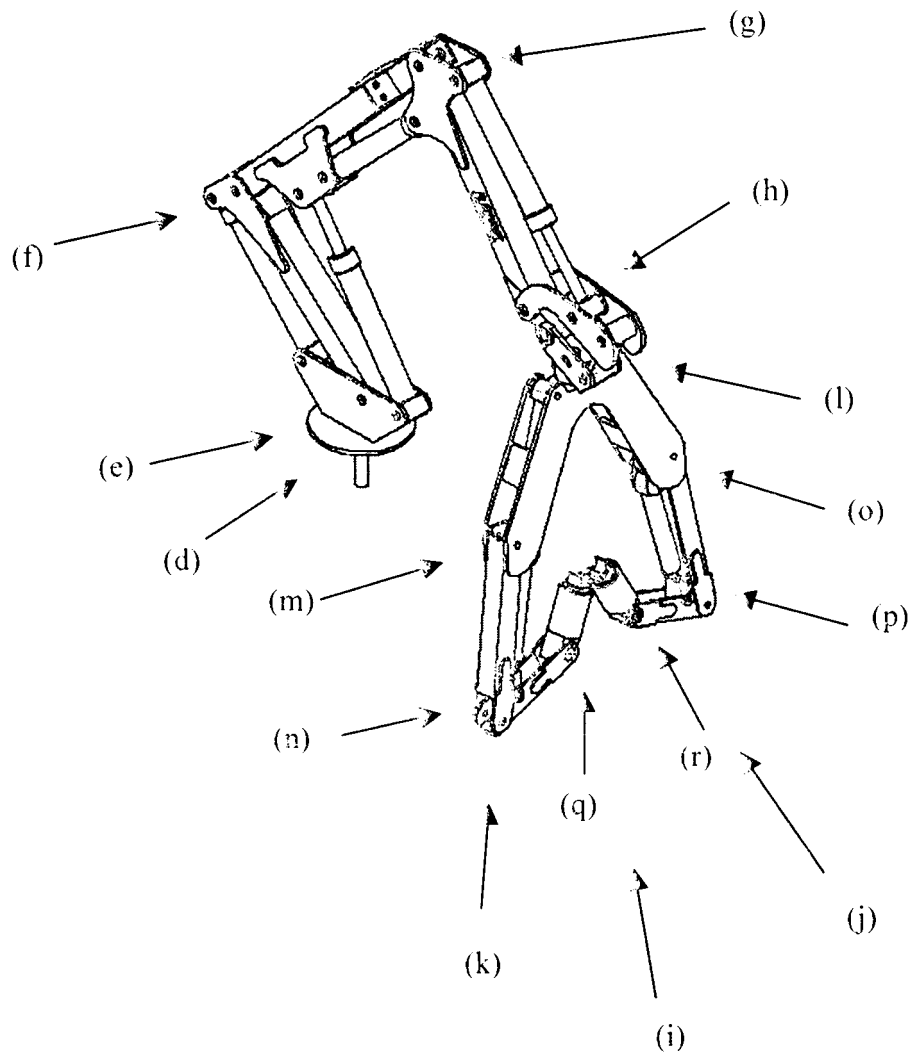


Figura 2



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 343 558

⑫ Nº de solicitud: 200703291

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 13.12.2007

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y A	US 6113343 A (GOLDENBERG et al.) 05.09.2000, todo el documento.	1,5-7,9 4,10
Y	JP 62079980 A (KOMATSU MFG Co. Ltd.) 13.04.1987, figuras 1,2.	1,6,7,9
Y	US 5281079 A (LEMELSON) 25.01.1994, columna 8, líneas 23-30; columna 9, líneas 5-24; figura 2.	5
A	EP 1632317 A1 (TMSUK Co. Ltd.) 08.03.2006, párrafos [0001],[0053],[0097]-[0102]; figuras 12A,12B.	1-3,6,7, 10
A	US 4932831 A (WHITE et al.) 12.06.1990, todo el documento.	1,3,5,7
A	US 4773298 A (TISCHER et al.) 27.09.1988, todo el documento.	1,10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe

20.07.2010

Examinador

F. García Sanz

Página

1/4

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

B25J 5/00 (2006.01)

B25J 9/00 (2006.01)

B25J 9/06 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B25J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.07.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-10	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	2-4,8,10	SÍ
	Reivindicaciones	1,5-7,9	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 6113343 A	05-09-2000
D02	JP 62079980 A	13-04-1987
D03	US 5281079 A	25-01-1994

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01, que se considera el más próximo del estado de la técnica para la solicitud en estudio, da a conocer un sistema robótico adaptado especialmente para su utilización en entornos peligrosos, que tiene capacidad todoterreno, dos brazos manipuladores y elementos de control y sensoriales separables, y al mismo tiempo funcionales, comprendiendo dicho sistema una plataforma móvil (14) con tracción mediante cadenas (véase fundamentalmente la figura 4), un brazo manipulador múltiple, un sistema de control (claramente representado en la figura 1) y un sistema sensorial (a través de una videocámara (382) y/o un sistema láser (384) de señalización de puntos objetivo).

Por lo tanto, D01 posee las características estructurales citadas anteriormente, comunes con la única reivindicación independiente de la solicitud en estudio, pero su brazo manipulador múltiple carece de las propiedades cinemáticas (fundamentalmente en lo que se refiere a los grados de libertad de los distintos brazos) que se especifican en dicha reivindicación. No obstante, con una simple evaluación de las figuras 1 y 2 del documento japonés D02 se puede ver que se trata de un vehículo de servicio, semejante a un sistema robótico, en el que existe un brazo principal de cinco grados de libertad, más un manipulador doble con tres grados de libertad en cada brazo y uno adicional para cada brazo en la unión con el brazo manipulador de cinco grados de libertad sobre el que va montado (aunque en este caso no haya un único punto físico de unión común), disponiendo por ello cada uno de los dos elementos o brazos terminales de una serie de nueve grados de libertad.

Además, en D01 se explica que los brazos del sistema robótico pueden ser desplazados por actuadores lineales, accionados por un motor que es preferentemente eléctrico, pero que podría ser neumático o hidráulico (véase fundamentalmente el tercer párrafo de la séptima columna). También se deja claro a lo largo de todo el documento D01 que el sistema presenta una gran "modularidad" de todas sus partes y, por ello, la posibilidad de poder desmontar los brazos manipuladores y montar otros elementos diferentes (característica técnica que, por otra parte, es ampliamente conocida en este campo técnico).

Por lo explicado anteriormente, aunque la presente invención es nueva, su objeto técnico, en la medida que se ha interpretado, no tiene actividad inventiva si se combinan los documentos particularmente relevantes D01 y D02, al resultar evidente dicha combinación para un experto en la materia, todo ello según las exigencias de los Artículos 6.1 y 8.1 de la Ley de Patentes 11/86.