



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 188 411**

② Número de solicitud: 200102488

⑤ Int. Cl.7: **B25J 5/00**
B25J 9/06
B25J 15/02
G05D 1/02

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **12.11.2001**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2003**

Fecha de la concesión: **22.04.2004**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **01.06.2004**

④ Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.06.2004

⑦ Titular/es: **Universidad de Málaga.**
Plaza de El Ejido s/n
29071 Málaga, ES

⑦ Inventor/es: **Martínez Rodríguez, Jorge Luis;**
González Jiménez, Javier;
Martínez Sánchez, María Alcazar;
Muñoz Martínez, Víctor;
Reina Terol, Antonio Jesús;
Fernández Madrigal, Juan Antonio;
Muñoz Ramírez, Antonio José;
Ollero Baturone, Aníbal y
Simón Mata, Antonio

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Vehículo robótico con capacidad de navegación autónoma dotado de brazo articulado para la manipulación remota de objetos.**

⑤ Resumen:

Vehículo robótico con capacidad de navegación autónoma dotado de brazo articulado para la manipulación remota de objetos.

La presente invención consiste en una máquina programable de uso general compuesta de un vehículo con capacidad de navegación en interiores y de un brazo articulado dotado de una garra servo-controlada para el manejo remoto de objetos.

El sistema robot comprende un sistema de manipulación autónomo, un sistema de locomoción que emplea ruedas, un sistema sensorial complejo y diverso, un sistema de control basado en una red de computadores, un sistema de alimentación eléctrica por baterías y un sistema de comunicaciones radio con estaciones remotas.

El robot está preparado para desenvolverse en entornos estructurados, como edificios, almacenes o fábricas. Las tareas que es capaz de realizar el sistema robot incluyen coger, transportar y soltar pequeños objetos tales como libros o cintas de video y presionar o girar dispositivos sencillos como interruptores o picaportes.

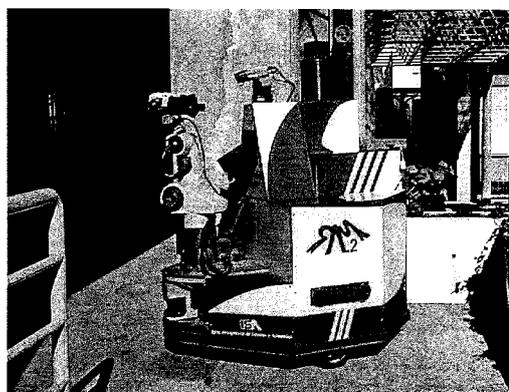


Figura 1

ES 2 188 411 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCION

Vehículo robótico con capacidad de navegación autónoma dotado de brazo articulado para la manipulación remota de objetos.

La presente invención se refiere a una máquina programable de uso general compuesta de un vehículo con capacidad de navegación autónoma y de un brazo articulado dotado de una garra servo-controlada para la manipulación remota de objetos. El sistema sensorial incluye odometría, telémetro láser radial y transductores sónicas para el vehículo, y cámaras y sensores de proximidad ópticos en la garra para el brazo. El robot se alimenta por completo desde baterías y dispone de un sistema de comunicaciones vía radio para posibilitar la intervención humana a distancia.

Estado de la técnica

Los trazos robot empleados en las cadenas de producción industrial se caracterizan por tener un limitado volumen de trabajo alrededor del lugar de anclaje de su base. Este hecho implica que sea preciso una cuidadosa organización de la célula de trabajo, la cual debe incluir cintas transportadoras o sistemas de almacenamiento automatizados cerca del brazo.

Por otro lado, los robots móviles terrestres, contruidos a partir de algún tipo de vehículo, suelen carecer de elementos complejos de interacción con el entorno de trabajo, restringiéndose su utilidad a tareas directamente relacionadas con el propio movimiento del vehículo tales como transporte de cargas, pulverización de sustancias o vigilancia.

Los brazos robot poseen cinco o más grados de libertad y desarrollan operaciones de manipulación o procesado de forma precisa y repetitiva. Por el contrario, los robots móviles cuentan con dos o tres grados de libertad y su principal cometido consiste en cambiantes.

Cuando el sistema robótico reúne en uno solo las características de ambos, se abre un nuevo campo de aplicación con una problemática adicional originada por la cooperación de ambos sistemas para llevar a cabo una misión. La complejidad del sistema compuesto requiere, en la actualidad, de la intervención de un operador humano para la especificación de tareas y la supervisión de su funcionamiento.

Breve descripción de la invención

La presente memoria describe un sistema robótico preparado para trabajar en entornos estructurados como interiores de edificios, almacenes o fábricas. El robot consta de un brazo manipulador montado a bordo de un vehículo autónomo.

Las tareas que permite realizar incluyen coger, transportar y soltar pequeños objetos tales como libros, herramientas, pequeños paquetes o sobres, y presionar o girar dispositivos sencillos como interruptores, válvulas, etc. Asimismo, está preparado para interactuar con operarios humanos.

El sistema sensorial del robot incluye odometría, telémetros láser y transductores sónicas para el vehículo, y odometría, cámaras de video y sensores de proximidad ópticos en la pinza para el brazo. También dispone de un sistema de comunicaciones vía radio para la transmisión de datos

sobre el estado del robo, de la tarea en curso y de los propios sensores.

El sistema de alimentación autónoma, que consta de un grupo de acumuladores de alto rendimiento tipo automóvil y de sus correspondientes cargadores desde la red eléctrica convencional, se caracteriza por la completa ausencia de ruidos y de contaminación. Además, cuenta con un sistema de control por realimentación sensorial interna y del entorno de trabajo basado en una red de computadores personales de bajo coste.

Explicación de los gráficos

Figura 1. Vista general del sistema robot donde se pueden observar el vehículo, el manipulador y los sensores externos.

Figura 2. Esquema del nivel inferior del robot

- (1) Ruedas de tracción del robot móvil,
- (2) Ruedas de direccionamiento del vehículo,
- (3) Motores de corriente continua del robot móvil,
- (4) Telémetro láser de 180° para la detección de obstáculos
- (5) Baterías conectadas en serie,
- (6) Transductores sónicas para la detección de colisiones laterales,
- (7) Banda parachoques.

Figura 3. Disposición de componentes en el segundo nivel:

- (8) Cargadores de baterías y convertidores de corriente continua,
- (9) Botón de emergencia del vehículo,
- (10) Caja de los computadores,
- (11) Etapas de potencia de los motores del vehículo,
- (12) Brazo robot de articulaciones rotatorias,
- (13) Pinza de dos dedos con sensores de proximidad,
- (14) Caja con las placas de control de los sónicas,
- (15) Amortiguadores de las ruedas de tracción.

Figura 4. Esquema del tercer nivel del robot:

- (16) Unidad controladora del manipulador,
- (17) Botón de emergencia del brazo,
- (18) Pistola de programación del manipulador,
- (19) Cestas para el depósito de objetos sobre el vehículo,
- (20) Palanca de control manual del robot móvil por infrarrojos.

Figura 5. Disposición de elementos del nivel superior:

- (21) Telémetro láser de 360° para la navegación global,
- (22) Mecanismo de orientación de las cámaras,
- (23) Cámaras de video para la teleoperación del brazo,
- (24) Radio enlace con el exterior.

Descripción de una realización preferida de la invención

La realización preferida del robot de la invención comprende los sistemas que se comentan a continuación, cuyos componentes se detallan en las figuras 2, 3, 4 y 5.

a) Sistema de manipulación

Consta de un brazo robot antropomórfico (12) de articulaciones rotatorias con capacidad de acceso al exterior del vehículo y al interior del

mismo, donde dispone de cestas para depositar objetos (19). La pinza servo-controlada (13) dispuesta en la muñeca del brazo permite el agarre con fuerza de objetos entre sus dos dedos. La unidad controladora (16) a bordo del vehículo se encarga de alimentar tanto al brazo como a la pinza.

b) *Sistema de locomoción*

En los laterales del robot móvil se encuentran las dos ruedas de tracción (1) con suspensión (15) a las que se les aplican giros independientes por medio de dos motores eléctricos (3). Además cuenta con dos ruedas, una delante y otra detrás del vehículo (2) para el direccionamiento del mismo. Ambas están sincronizadas mediante un eje rígido y accionadas por un único motor de corriente continua (3). Alrededor del vehículo, éste dispone de un parachoques (7) para protegerlo de posibles colisiones.

c) *Sistema sensorial*

El sistema sensorial consta de los siguientes elementos:

- Dos telémetros láser para la detección de características del entorno de trabajo en planos paralelos al suelo. El situado en el nivel superior tiene un rango de medidas completo de apertura (4).

- Dos cámaras para visión estéreo (23) situadas sobre una base con orientaciones de giro y cabeceo ajustables (22).

- Transductores sónares en los laterales del vehículo para una navegación más segura (6).

Son disparados de forma simultánea por un sistema de doble frecuencia basado en un DSP que evita el problema de los ecos cruzados (14).

- Codificadores angulares incrementales en los motores (3) para el cálculo de la posición odométrica del vehículo y en cada una de las articulaciones rotatorias del brazo manipulador (12).

- Dinamos tacométricas para que las etapas de potencia (11) puedan controlar la velocidad de giro de los motores de corriente continua del robot móvil (3).

- Sensores de proximidad ópticos conducidos a través de fibra óptica sobre la garra (13) y empleados para la detección y el agarre de objetos.

d) *Sistema de control*

Está basado en la realimentación sensorial interna y del entorno de trabajo. Ha sido implantado en una red de computadores personales de bajo coste (10). Una tarjeta especializada se encarga del control de bajo nivel de los motores del vehículo en tiempo real duro, en tanto que el con-

trolador del brazo (16) maneja todas sus articulaciones, incluida la pinza.

Se dispone de una palanca de control manual (20) para el guiado del vehículo y de una pistola de programación para señalar al brazo posiciones de utilidad (18). Asimismo, tanto el robot móvil como el brazo disponen de dispositivos de parada de emergencia en forma de pulsadores con enclavamiento (9)(17).

e) *Sistema de alimentación autónoma*

Consta de un grupo de acumuladores de alto rendimiento tipo automóvil (5), de sus correspondientes cargadores desde la red eléctrica convencional y de convertidores de corriente continua para suministrar tensiones intermedias (8). Además, este sistema se caracteriza por la completa ausencia de ruidos y de contaminación, lo que posibilita al robot para trabajar en interiores.

f) *Sistema de comunicaciones*

Permite la transmisión de datos sobre el estado del robot, de la tarea en curso y de los propios sensores. Este sistema (24) comunica la red interna de los computadores a bordo del robot y la red externa a la que se conecta la estación de teleoperación.

Aplicaciones

Por las características de su sistema sensorial, de locomoción y de alimentación, el robot resulta muy adecuado para trabajar en entornos estructurados para el hombre como interiores de edificios, almacenes o fábricas. Su sistema de control permite especificar y llevar a cabo diferentes misiones en las que se combinan importantes desplazamientos con manipulación, todo ello de forma autónoma o teleoperada según la complejidad de la aplicación.

El robot objeto de la invención permite coger, transportar y soltar pequeños objetos tales como copio libros, herramientas, pequeños paquetes, etc., y presionar o girar dispositivos sencillos como interruptores, válvulas, etc. Asimismo, está preparado para interactuar con operarios, tanto para ayudarlos en tareas repetitivas, como para que sea manejado por ellos en determinadas circunstancias.

El programador puede hacer uso de una batería de operaciones independientes y especializadas tales como recorrer pasillo, coger objeto de una mesa o seguir a un móvil, para componer la tarea deseada en función de las situaciones en las que se pueda encontrar el sistema robot.

REIVINDICACIONES

1. Vehículo robótico con capacidad de navegación autónoma dotado de brazo articulado para la manipulación remota de objetos, que comprende un sistema de manipulación autónomo, un sistema de locomoción que emplea ruedas, un sistema sensorial complejo y diverso, un sistema de control basado en una red de computadores, un sistema de alimentación eléctrica por baterías y un sistema de comunicaciones radio con estaciones remotas, **caracterizado** porque el sistema de manipulación autónomo está compuesto de:

- un brazo robot antropomórfico (12) de articulaciones rotatorias con capacidad de acceso al exterior del vehículo y al interior del mismo, donde dispone de cestas para depositar objetos (19), dotado con una pinza servo controlada (13) dispuesta en la muñeca del brazo, que permite el agarre con fuerza de objetos entre sus dos dedos,
- una unidad controladora (16) a bordo del vehículo que se encarga de alimentar tanto al brazo como a la pinza.

2. Vehículo robótico según reivindicación 1, **caracterizado** porque el sistema de locomoción para interiores consta de ruedas de tracción (1) con suspensión (15) en los laterales del robot móvil a las que se les aplican giros independientes por medio de motores eléctricos (3), contando además con ruedas delante y detrás del vehículo (2), para el direccionamiento del mismo, sincronizadas mediante un eje rígido y accionadas por un motor de corriente continua (3).

3. Vehículo robótico según reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el sistema sensorial cuenta con los siguientes elementos:

- telémetros láser radiales para la detección de características del entorno de trabajo en planos paralelos al suelo, de los que el situado en el nivel superior tiene un rango de medidas completo de 360° (21), mientras que el inferior sólo capta la parte delantera en virtud de sus 180° de apertura (4)
- cámaras para visión estéreo (23) situadas sobre una base con orientaciones de giro y cabeceo ajustables automáticamente (22)
- transductores sónares en los laterales del vehículo para una navegación más segura

(6), los cuales son disparados de forma simultánea por un sistema de doble frecuencia basado en un DSP que evita el problema de los ecos cruzados (14)

- codificadores angulares incrementales en los motores (3) para el cálculo de la posición odométrica del vehículo y en cada una de las articulaciones rotatorias del brazo manipulador (12)
- dinamos tacométricas para que las etapas de potencia (11) puedan controlar la velocidad de giro de los motores de corriente continua del robot móvil (3)
- sensores de proximidad ópticos conducidos a través de fibra óptica sobre la garra (13) y empleados para la detección y el agarre de objetos.

4. Vehículo robótico según reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el sistema de control está basado en la realimentación sensorial interna y del entorno de trabajo y que ha sido implantado en una red de computadores personales de bajo coste (10), en el que una tarjeta especializada se encarga del control de bajo nivel de los motores del vehículo en tiempo real duro, en tanto que el controlador del brazo (16) maneja todas sus articulaciones, incluida la pinza, y que dispone de una palanca de control manual (20) para el guiado del vehículo y de una pistola de programación para señalar al brazo posiciones de utilidad (18), disponiendo, asimismo, tanto el robot móvil como el brazo de dispositivos de parada de emergencia en forma de pulsadores con enclavamiento (9)(17).

5. Vehículo robótico según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el sistema de alimentación autónoma consta de un grupo de acumuladores de alto rendimiento tipo automóvil (5), de sus correspondientes cargadores desde la red eléctrica convencional y de convertidores de corriente continua para suministrar tensiones intermedias (8), no emitiendo ningún ruido ni contaminación.

6. Vehículo robótico según reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el sistema de comunicaciones (24) permite la transmisión de datos sobre el estado del robot, de la tarea en curso y de los propios sensores, comunicando la red interna de los computadores a bordo del robot y la red externa a la que se conecta la estación de teleoperación.

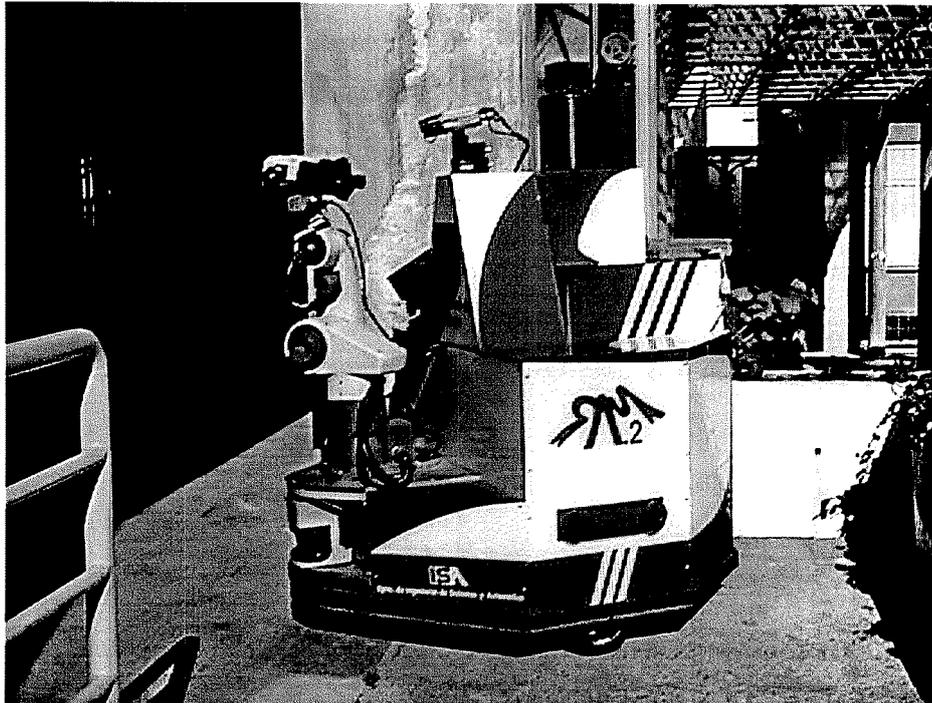


Figura 1

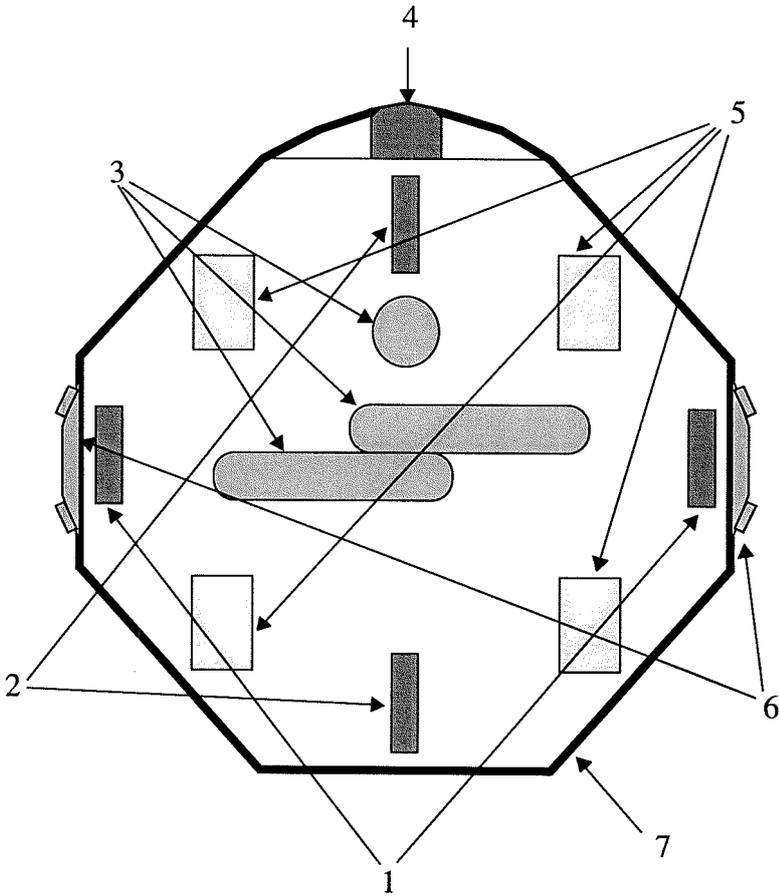


Figura 2.

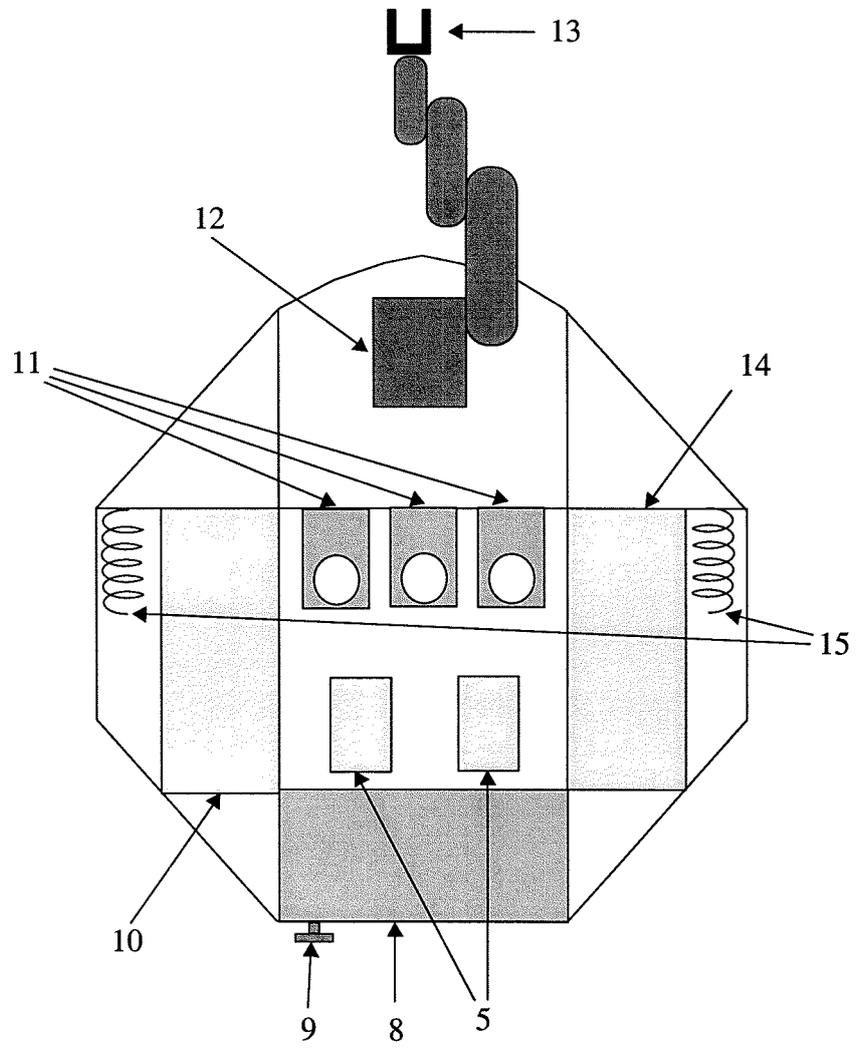


Figura 3.

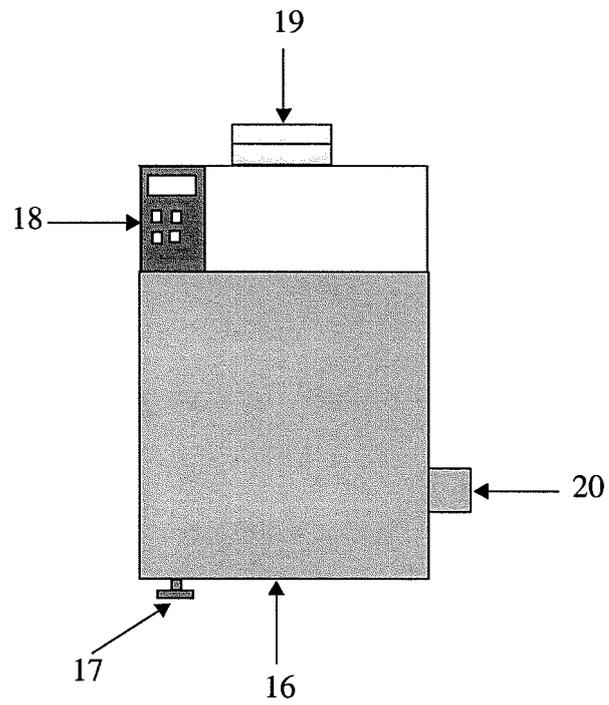


Figura 4.

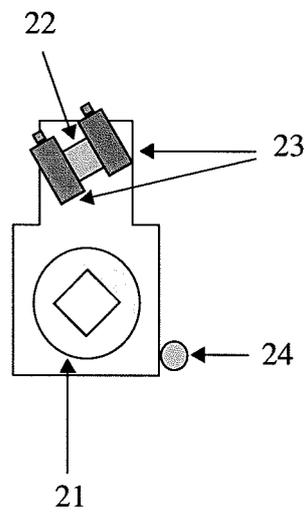


Figura 5.



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 188 411

② Nº de solicitud: 200102488

③ Fecha de presentación de la solicitud: 12.11.2001

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: B25J 5/00, 9/06, 15/02, G05D 1/02

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X A	US 5413454 A (MOVSESIAN) 09.05.1995, todo el documento.	1 2-6
Y A	US 4621562 A (CARR et al.) 11.11.1986, todo el documento.	1 2-6
Y A	EP 0260984 A (TEXAS INSTRUMENTS INC) 23.03.1988, columna 4, línea 42 - columna 6, línea 41; figuras 1,2.	1 3,4
X A	US 5350033 A (KRAFT) 27.09.1994, todo el documento.	2 1,3-6
X A	US 5652489 A (KAWAKAMI) 29.07.1997, columna 2, línea 28 - columna 4, línea 4; figuras 1,2.	2 1,3,4,6
A	ES 2156767 A1 (UNIVERSIDAD DE MÁLAGA) 01.07.2001, columna 2, línea 42 - columna 4, línea 24; figura 2.	1,3-6

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

03.03.2003

Examinador

P. Pérez Fernández

Página

1/1