

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 067**

21 Número de solicitud: 201630834

51 Int. Cl.:

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 9/08 (2006.01)

G05B 19/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

20.06.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

27.03.2018

71 Solicitantes:

**ERLE ROBOTICS. S.L. (100.0%)
VENTA DE LA ESTRELLA, 6 PAB. 130
01006 VITORIA-GASTEIZ (Araba/Álava) ES**

72 Inventor/es:

MAYORAL VILCHES, Víctor

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE CONFIGURACIÓN DE UN ROBOT MODULAR**

57 Resumen:

Método de determinación de configuración de un robot modular.

Se describe de forma detallada, y con la inclusión de un ejemplo de implementación de la correspondiente invención, un método que permite llevar a cabo la configuración de robots a partir de sus distintos componentes. Para llevar a cabo dicho método se hace uso de datos inerciales que se captan mediante, o se encuentran definidos en, elementos insertados en cada uno de los distintos componentes que configuran el robot. A partir de dichos datos se hace posible determinar la ubicación de cada uno de los componentes, así como sus distintas capacidades, lo cual permite la reconfiguración de un robot cuando se inserta o elimina un componente del mismo. El objeto de la invención también permite generar un mapa físico del robot a partir de los datos de ubicación de cada uno de los componentes.

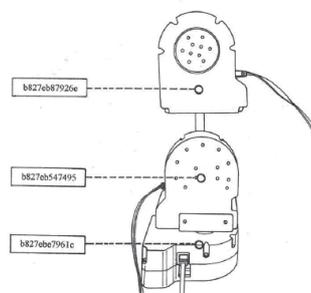


FIG.1

MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE CONFIGURACIÓN DE UN ROBOT
MODULAR

DESCRIPCIÓN

5

OBJETO DE LA INVENCION

El objeto de la invención se encuadra dentro del campo técnico de la robótica.

10

Más concretamente el objeto de la invención está orientado a actividades como la adaptación y autoconfiguración de componentes para su uso en distintos robots, la creación de modelos físicos para un robot de forma dinámica o la reconfiguración de componentes conectados a un robot para la identificación de la posición global del robot en cuestión.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En la actualidad, la mayoría de los componentes en robots cumplen un propósito específico y generalmente incluyen el sensado, o captación de datos, y la electrónica -imprescindibles para desempeñar este propósito. Además de los dispositivos genéricos de computación y elementos de comunicación, existen dos grandes grupos de componentes en un robot: aquellos que permiten medir cambios en el entorno conocidos como sensores y los que permiten generar un cambio físico en este, los actuadores.

25

En algunos casos, tanto sensores como actuadores se dotan de dispositivos adicionales (normalmente sensores, computación y electrónica) que les permite proporcionar información extra. Estos dispositivos reciben comúnmente la denominación de sensores y actuadores inteligentes.

30

Un ejemplo común de sensor inteligente son aquellos sensores inerciales que, además de varias unidades de medida inercial, se componen de un sistema integrado de computación (*Inertial Measurement Unit*, IMU) donde mezclan la información de todas ellas utilizando diferentes técnicas de filtrado (comúnmente conocidas como sensor fusión) para obtener medidas más precisas y robustas.

Un ejemplo de actuador inteligente son aquellos actuadores que integran sensores adicionales y un sistema de computación integrado para proporcionar respuestas y/o movimientos más precisos.

El uso de componentes inteligentes en robots o la integración de captura de datos mediante sensores y electrónica adicional en componentes ya existentes permite la creación de robots más eficientes y precisos. De este modo en los documentos US6995536 y DE4225112 se divulga el uso de sensores inerciales en diferentes robots que permiten la inferencia de la posición de los diferentes componentes dentro de un robot (generalmente los denominados “*endeffectors*”).

Sin embargo, ninguno de los dispositivos ofrecidos en la actualidad contempla la adaptación y autoconfiguración de componentes para su uso en distintos robots o la creación de un modelo físico y dinámico global del robot sin conocimiento previo de su estructura.

25 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**

El objeto de la invención permite tener un robot o sistema robótico que se configure de manera automática es decir se configure o reconfigure automáticamente; de esta manera se supera el problema existente de tener que configurar el robot o un sistema automatizado cuando se reemplaza,

elimina, cambia o añade un componente al mismo.

Para ello el objeto de la invención presenta una solución tecnológica que permite, entre otras cosas, usar los mismos componentes (actuadores,
5 sensores, etc.) en diferentes robots mediante un sistema inteligente que determina la disposición de cada componente y cómo debe ser utilizado.

Esto último se consigue mediante la dotación a los componentes del robot de respectivos dispositivos que pueden comprender u captar datos inerciales de
10 cada componente de tal manera que una vez se inserta el componente en el robot, los datos inerciales de dicho componente - una vez captados por el dispositivo - se usan para aportar datos inerciales a cada componente del robot. De esta manera, se tiene un dispositivo que forma parte de un componente de un sistema robótico; componente que una vez integrado,
15 permite una re-configuración física del robot y sus componentes, para ello se hace uso de los anteriormente citados datos inerciales captados por el dispositivo de cada componente.

Dado un conjunto de $n + m$ componentes en un robot, siendo el subconjunto n
20 componentes que tienen capacidad para proporcionar información inercial de este modo, se propone un mecanismo para la adaptación y autoconfiguración de cada componente para su uso en distintos robots y la creación de un modelo físico global para un robot de forma dinámica, en función de los componentes conectados. Dado este determinado número n de componentes
25 en el robot, teniendo cada uno de ellos capacidad de reportar, al menos, su posición inercial; la reconfiguración física se lleva a cabo en un proceso en el cual cada componente informa de su presencia en un entorno denominado red de componentes que comprende los n componentes y en la cual se encuentran dispuestos e interconectados todos los n componentes del robot, para pasar a
30 notificar su posición inercial a cada instante.

La invención propuesta funcionará igualmente en robots que contengan componentes reconfigurables (que reportan o recogen datos inerciales, captados en el momento en el que un componente ejecuta la rutina de reconfiguración, tales como su posición inercial) y no reconfigurables. En este escenario la invención reconfigurará únicamente aquellos componentes que reporten su posición inercial.

La reconfiguración física del robot se coordina preferentemente haciendo uso de un componente principal que denominamos componente i . De forma iterativa, el componente i seleccionará de entre el resto de componentes en la red de n componentes al menos un componente j en el rango $[1, n)$. Una vez seleccionado, el componente j ejecuta (en caso de disponer de capacidades) una rutina de reconfiguración, es decir lleva a cabo ciertos movimientos que son preferentemente una serie de movimientos predefinidos. Durante la ejecución de la rutina de reconfiguración, se recogen los movimientos inerciales del resto de componentes en el robot ($n - 1$). Con la información recogida se calcula la posición relativa del componente j con respecto al resto de los ($n - 1$) componentes en el robot.

20

Adicionalmente, y una vez finalizado el proceso de reconfiguración, el robot podrá generar un mapa físico de la disposición de cada componente, al menos de los componentes n ; obteniendo de esta manera un mapa físico del robot que comprende la disposición de al menos cada uno de los n componentes.

25

El proceso de reconfiguración física podrá ser ejecutado cada vez que un nuevo componente se inserte o elimine y sea detectado en la red de componentes. De esta manera se tiene que, utilizando la información inercial disponible para cada componente en un robot, no sólo se puede llevar a cabo la adaptación y auto-configuración de cada componente robótico para su uso

30

en distintos robots; sino que también se puede llevar a cabo la creación de un modelo físico global para un robot de forma dinámica, en función de los componentes $m + n$ conectados.

5 DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista de una posible disposición de un robot de tres componentes destinado a ejecutar el método de la invención con las correspondientes direcciones de cada componente respectivamente etiquetadas.

Figura 2.- Muestra un diagrama donde se aprecia un paso del método de la invención correspondiente al proceso de reconfiguración física.

20

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

En una realización preferente del objeto de la invención se procede a reconfigurar un robot que corresponde a una configuración tal que representa un manipulador como el mostrado en la figura 1. En este ejemplo no limitativo se procede a la reconfiguración aquellos componentes del robot relacionados con actuadores; si bien puede extrapolarse a sensores. En esta realización preferente del objeto de la invención se ha hecho uso de componentes comandados haciendo uso de un entorno de trabajo para robots como puede

30

ser ROS, más concretamente un sistema operativo para componentes de robots como puede ser H-ROS que permite llevar a cabo el método de la invención mediante su implementación en componentes *hardware*.

- 5 Con el fin de representar la posición de cada componente actuador dentro de un robot con respecto a cada componente del mismo, como puede ser otro u otros actuadores, se hace uso de una representación matemática que denominamos matriz de reconfiguración; que no es sino una representación de los movimientos relativos de cada actuador o componente con respecto de
 10 cualquier otro componente o actuador dentro del robot.

De este modo se tiene que, dados n componentes dentro del robot, la matriz de reconfiguración es una matriz de $n \times n$ donde cada miembro e_{ji} de la matriz representa el movimiento de un componente j cuando un componente principal
 15 i está en modo reconfiguración seleccionando de entre el resto de componentes en la red de n componentes al menos un componente j en el rango $[1, n)$, llevando a cabo dicho componente j la realización de un movimiento previamente definido correspondiente a una rutina de reconfiguración. Donde e_{jj} representan el movimiento de un componente con
 20 respecto de sí mismo.

En una primera posible realización del objeto de la invención, referida a un escenario simplista de la misma, se representa los movimientos relativos de la siguiente manera:

- 25 • "1" representa que el motor es estático (sin cambios IMU pertinentes detectado)
- "0" representa que el motor ha medido un cambio relevante en cualquiera de los ejes ya sea guiñada, balanceo, cabeceo o alabeo; y por lo tanto podemos concluir que están vinculados de alguna manera.

30

ES 2 661 067 A1

Un manipulador con cuatro articulaciones tiene la siguiente matriz de reconfiguración inicial:

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

- 5 Si se tiene un manipulador de dos articulaciones el resultado correspondiente sería aquel dado por la matriz de reconfiguración:

$$\begin{matrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{matrix}$$

10 De esta matriz se entiende que dado un primer componente (motor) realizando movimientos, un segundo motor muestra un movimiento relativo con respecto del primero (mostrado en la primera fila como [1 0]). En otras palabras, cuando el primer motor estaba realizando un conjunto predefinido de movimientos para su reconfiguración, el robot detecta cambios inerciales relevantes en el segundo motor a partir de un dispositivo adaptado para captar
15 datos inerciales del propio componente (en el segundo motor) lo cual indica una conexión física y una dependencia entre ambos. Los datos inerciales son captados mientras el primer componente (motor) realiza su rutina de reconfiguración.

20 De esta manera, dado que cada componente comprende un dispositivo adaptado para captar los datos inerciales del propio componente, mediante el método de la invención se puede determinar cómo los distintos componentes están interconectados físicamente.

25 Asimismo, se puede hacer uso de las direcciones MAC de cada componente para identificarlo para luego calcular sus posiciones relativas, se tiene un

manipulador que presenta tres articulaciones como el mostrado en la figura 1, la invención aquí detallada genera la red de componentes a partir de tres motores identificados por sus respectivas direcciones o identificaciones MAC en la red, de esta manera haciendo uso de H-ROS tal y como se aprecia en la

5 figura 1, se tiene un nodo cognitivo *ros_cognition_ciri_001c42c866ea* y un maestro o *master* de comunicaciones *hros_communication_master_b827eba0371d* ambos conectados al componente principal *i* etiquetado como *base_link* en el diagrama de la figura 2. A continuación, se conecta al conjunto anterior un nuevo motor, el proceso

10 dinámico definido mediante D-URDF (*Dynamic Unified Robot Description Format*) permite realizar una detección en la red de dicho nuevo motor, el cual necesita la reconfiguración para poder determinar su posición relativa tal y como se muestra en la figura 2. Dicho motor comprende datos inerciales del mismo, datos inerciales que han sido captados en el momento en el que se

15 ejecuta la rutina de reconfiguración y que corresponden, pero no se limitan, a una orientación en forma de cuaterniones junto a su matriz de covarianza y una velocidad lineal y angular en forma de vectores de tres posiciones también junto a sus matrices de covarianza.

20 En una segunda posible realización del objeto de la invención se procede a determinar de entre todos los componentes del robot un enlace inicial, generalmente conocido como el enlace base. Para ello, a partir de la matriz de reconfiguración se procede a sumar los valores de cada fila de la matriz, de tal manera que la fila que obtiene un valor máximo se corresponde con un último

25 elemento o componente del robot, el enlace inicial. Se puede dar el caso en el que se tienen varios componentes vinculados al enlace base, por lo que, al sumar los valores de cada fila de la matriz, se sigue teniendo que el valor máximo obtenido de la suma de los valores de cada fila de la matriz corresponde con el último elemento o componente del robot, el enlace inicial.

30

En el método objeto de la invención se tiene que los datos inerciales de al menos uno de los n componentes, preferiblemente de todos y cada uno de los n componentes, se encuentran definidos en Sistemas Microelectromecánicos conocidos por su acrónimo en inglés MEMS (*MicroelectroMechanical Systems*) que permiten portar dichos datos inerciales cuando se incorporan al componente del robot o captar dichos datos una vez han sido incorporados al robot y el correspondiente componente inicia su operación; en cualquiera de los casos el dispositivo citado dispone de datos inerciales del componente respectivo. Dada la naturaleza de los datos inerciales, puede ser utilizado cualquier dispositivo que permita capturar dichos datos inerciales o información que pueda derivar en dichos datos inerciales.

REIVINDICACIONES

1. Método de determinación de configuración de un robot modular, robot que comprende un número $m + n$ de componentes, donde se tiene un componente principal i , estando el método caracterizado por que comprende:
- 5
- a. dotar a un subconjunto n de componentes de un dispositivo adaptado para captar datos inerciales del componente respectivo,
- b. seleccionar de manera iterativa mediante el componente principal i al menos un componente j en el rango $[1, n)$,
- 10
- c. iniciar en el componente j una rutina de reconfiguración que comprende una serie de movimientos predefinidos,
- d. recoger datos inerciales de los $(n - 1)$ componentes durante la ejecución de la rutina de reconfiguración del paso anterior,
- 15
- e. calcular una posición relativa del componente j con respecto al resto de los n componentes en el robot, a partir de los datos inerciales recogidos de los $(n - 1)$ componentes , y
- f. determinar respectivas ubicaciones de cada uno de los n componentes en el robot a partir de los datos inerciales de cada componente j seleccionado iterativamente.
- 20
2. Método de determinación de configuración de un robot modular, según reivindicación 1 caracterizado por que cada componente se encuentra identificado en la red de componentes por su identificación MAC.
- 25
3. Método de determinación de configuración de un robot modular, según reivindicación 1 caracterizado por que el dispositivo que recoge datos inerciales del componente respectivo es un dispositivo tipo MEMS.
- 30
4. Método de determinación de configuración de un robot modular, ración

según reivindicación 1 caracterizado por que la posición relativa de cada componente se calcula mediante una matriz de reconfiguración que es una representación matemática de movimientos relativos de cada componente con respecto de cualquier otro componente dentro del robot.

5

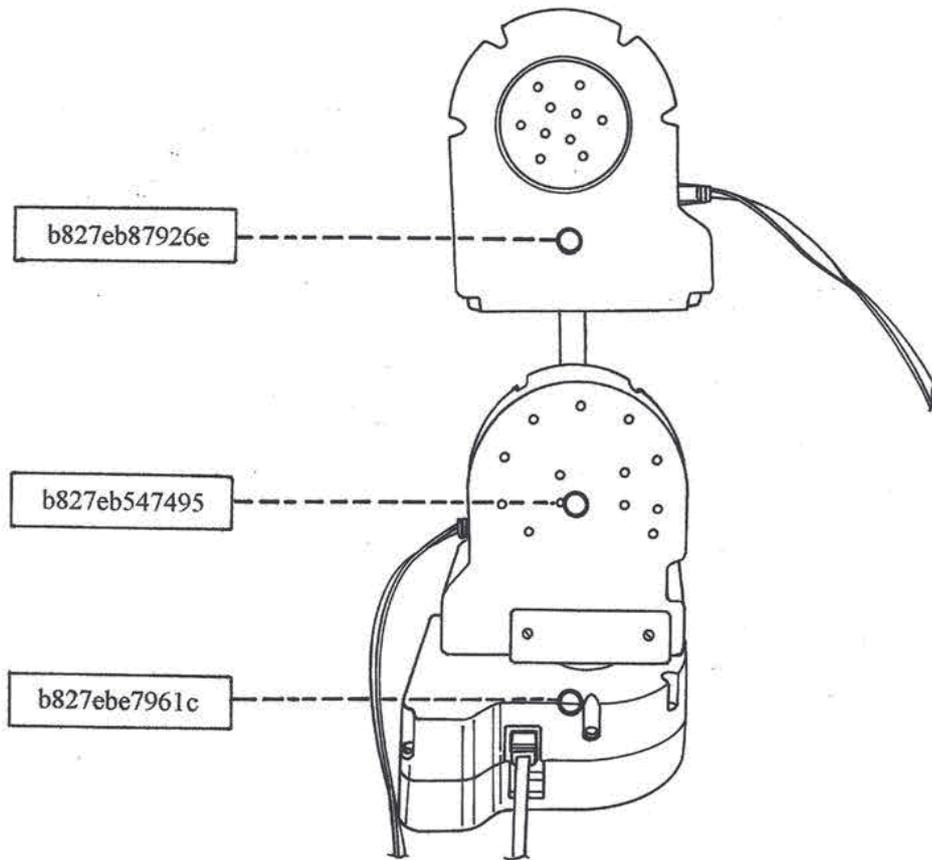
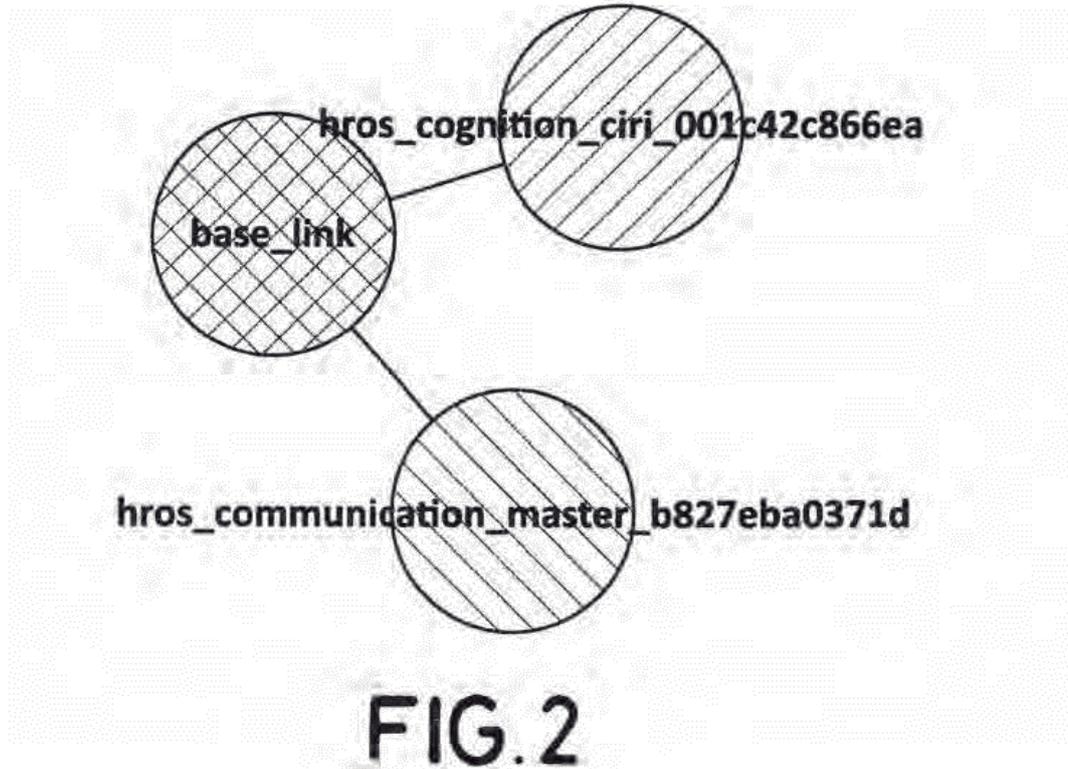


FIG.1





- ②① N.º solicitud: 201630834
②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.06.2016
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2012150348 A1 (HA TAE SIN et al.) 14/06/2012, Párrafos 6-9, 17-27, 35-53, 67-91; figuras 1, 2, 4, 5.	1-4
A	WO 2013033354 A2 (5D ROBOTICS INC et al.) 07/03/2013, Párrafos 9, 10, 25-36, 44-59; figuras.	1-4
A	US 2003178964 A1 (CHALLONER A DORIAN) 25/09/2003, Párrafos 7-9, 17-40; figuras.	1-4

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
19.03.2018

Examinador
M. J. Lloris Meseguer

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

B25J9/16 (2006.01)

B25J9/08 (2006.01)

G05B19/02 (2006.01)

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

B25J, G05B

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

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 19.03.2018

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 2-4	SI
	Reivindicaciones 1	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-4	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 se publica.

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 2012150348 A1 (HA TAE SIN et al.)	14.06.2012
D02	WO 2013033354 A2 (5D ROBOTICS INC et al.)	07.03.2013
D03	US 2003178964 A1 (CHALLONER A DORIAN)	25.09.2003

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

De todos los documentos recuperados del estado de la técnica, se considera que el documento D01 es el más próximo a la solicitud que se analiza. A continuación se comparan las reivindicaciones de la solicitud con este documento.

Reivindicación 1

El documento D01 describe un método (ver párrafos 22-27, 41-47, 80-91) para determinar la configuración de un robot modular (100, ver figuras 1 y 2) que comprende un número $m + n$ (50, 60, 10, 20 en figura 1) de componentes.

El método comprende:

- Dotar a un subconjunto n de componentes con un dispositivo (40) que permite captar datos inerciales del componente respectivo (ver párrafos 41-47 y figura 2).
- Seleccionar, de manera iterativa, al menos uno de los n componentes, j . En particular, en la realización mencionada en el documento D01, $n=4$ (ver figura 5 y párrafos 23, 83, 85). Aunque el documento D01 no menciona explícitamente un componente principal, i , que realice la selección del componente j , necesariamente el controlador del robot en D01 debe de realizar esta selección.
- Iniciar en el componente j una rutina de reconfiguración que comprende una serie de movimientos predefinidos (ver párrafos 24, 84).
- Recoger datos inerciales de los $(n-1)$ componentes durante la ejecución de la rutina de reconfiguración del paso anterior (ver párrafos 24, 84).
- Calcular una posición relativa del componente j con respecto al resto de los componentes en el robot, a partir de los datos inerciales recogidos de los $(n-1)$ componentes y , determinar las ubicaciones de cada uno de los n componentes en el robot a partir de los datos inerciales de cada componente j seleccionado iterativamente (ver párrafos 22, 27, 86 y 89).

Tras el análisis del documento D01, las características descritas en la reivindicación 1 ya se consideran comprendidas en dicho documento, por lo que la reivindicación 1 no se considera que cumpla el requisito de novedad conforme al artículo 6.1 LP.

Reivindicación 2

En relación a la reivindicación 2, el documento D01 no indica que los componentes se encuentren identificados por su identificación MAC. Sin embargo, esta opción se considera una de las posibilidades conocidas en el estado de la técnica a la hora de poder identificar unos componentes que se encuentran conectados. El documento D02 del estado de la técnica ilustra esta posibilidad (ver párrafo 54). En consecuencia, no se considera que la reivindicación 2 cumpla el requisito de actividad inventiva conforme el artículo 8.1 LP.

Reivindicación 3

La invención definida en la reivindicación 3 difiere del documento D01 en que indica que el dispositivo que recoge datos inerciales del componente respectivo es un dispositivo tipo MEMS. Sin embargo, esta diferencia no se considera que confiera ningún elemento de significación inventiva con respecto al estado de la técnica conocido, tal y como por ejemplo ilustra el documento D03 (ver párrafos 25-31 y figura 1A), no cumpliendo así el requisito de actividad inventiva conforme el artículo 8.1 LP.

Reivindicación 4

La invención definida en la reivindicación 4 difiere del documento D01 en que indica que la posición relativa de cada componente se calcula mediante una matriz de reconfiguración que es una representación matemática de movimientos relativos de cada componente con respecto de cualquier otro componente dentro del robot. Sin embargo, el empleo de matrices para representar los movimientos de unos componentes respecto de otros es una técnica habitual en el campo de la robótica y, por lo tanto, no se considera que esta solución cumpla el requisito de actividad inventiva conforme el artículo 8.1 LP.