

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 746**

51 Int. Cl.:

**B25J 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.09.2012 PCT/FI2012/050909**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13041773**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.09.2012 E 12781129 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2758216**

54 Título: **Estructura tolerante a los choques**

30 Prioridad:

**21.09.2011 FI 20115923**

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

**07.12.2017**

73 Titular/es:

**ZENROBOTICS OY (100.0%)  
Vilhonkatu 5 A  
00100 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**LUKKA, TUOMAS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 645 746 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Estructura tolerante a los choques

**Campo técnico**

5 La invención se refiere en general al campo técnico de la robótica y la automatización. Especialmente, la invención se refiere a una estructura para mejorar la tolerancia a los choques de un robot u otro sistema de posicionamiento.

**Antecedentes de la invención**

10 Los robots son ampliamente utilizados en diferentes tipos de aplicaciones industriales, generalmente en aplicaciones de este tipo en las que la precisión desempeña un papel importante y las mismas operaciones se repiten continuamente. Un ejemplo de esta operación es la fabricación de placas de circuitos en las que el robot está equipado con un elemento de sujeción aplicable, que sujeta el componente y lo coloca con precisión en la placa de circuito para las siguientes etapas en la producción.

Los requisitos para los robots varían de acuerdo con los entornos en los que se utilizan. Un entorno específico es aquel en el que se levantan cargas pesadas y los robots son propensos a choques, como choques y toques, y los robots trabajan en condiciones sucias.

15 Uno de dichos entornos es la industria de residuos, en la que los residuos se clasifican, por ejemplo, de una cinta transportadora. Los robots están programados para recolectar y reciclar los residuos de acuerdo con las características de los residuos. Está claro que clasificar los residuos no es una tarea fácil, no solo debido al hecho de que los residuos varían en masa y forma, sino también porque el flujo de residuos en la cinta transportadora varía constantemente. En este tipo de clasificación, un requisito para los robots, además de la velocidad, es que los robots  
20 no deben ser vulnerables a los choques durante la operación. El coste del tiempo de inactividad de una estación de clasificación automática de residuos es significativo y, por lo tanto, es deseable hacer arreglos para minimizar los efectos de los choques esperados durante la operación.

25 La estructura más vulnerable para choques en robots es típicamente la herramienta, por ejemplo, una pinza. Los artículos en la cinta transportadora varían en tamaño y peso y pueden desplazarse o rodar durante la operación. Las colisiones con elementos en el transportador o la inercia de los elementos recolectados pueden causar choques al robot. Además, varios robots pueden desplegarse alrededor de la cinta transportadora y dos o más robots o sus cargas transportadas de forma desconocida pueden colisionar por cualquier motivo, causando daños graves a los robots.

30 Existen varios procedimientos de la técnica anterior para evitar tales daños a los robots. Típicamente, estos son disposiciones estructurales tales como partes de ruptura o de producción, o procedimientos operativos para prevenir el daño, por ejemplo, reconocer una posible colisión mediante la utilización de algún tipo de disposición de sensores.

35 En tales disposiciones estructurales, partes del robot, por ejemplo, un brazo robótico articulado, están dispuestas para ser al menos parcialmente flexibles. Esto se logra, por ejemplo, con la elección del material dentro del brazo. Por ejemplo, se puede disponer algún material elástico entre dos partes, por ejemplo, un brazo y una pinza, lo que permite que las partes se doblen entre sí en una situación de choque. Otro ejemplo son las soluciones de brazo con amortiguador, que también están diseñadas para minimizar el posible daño en caso de descarga. Una tercera categoría de soluciones de la técnica anterior para prevenir daños son estructuras que comprenden partes que ceden o se rompen cuando se excede una fuerza predeterminada en una situación de choque.

40 Un ejemplo de los procedimientos operacionales para la prevención de daños, de acuerdo con las soluciones de la técnica anterior, son disposiciones en las que el funcionamiento del robot se controla con sensores y, si se detecta una situación perjudicial, se altera para evitar daños, por ejemplo, deteniendo el robot.

45 Un ejemplo de absorción de choques en el entorno robótico se divulga en la publicación US 7.327.112 B1. La publicación revela un robot de volteo en el que un sistema de control coordina la acción de múltiples patas del robot para hacer que el robot caiga en cualquier dirección. Las patas están acopladas con alambres tensores que mantienen el robot en forma, pero también absorben el choque de las patas en contacto con el suelo cuando el material de los alambres se selecciona de manera óptima.

50 Otro ejemplo de mecanismo de suspensión en el área robótica se divulga en la publicación US 5.116.190. La publicación presenta un mecanismo de suspensión de cable que se implementa entre dos placas y el mecanismo de suspensión comprende cables de suspensión, rigidizadores y cables tensores. Es posible ajustar el nivel de suspensión controlando los rigidizadores. Esto permite la utilización de la estructura en el posicionamiento de un elemento de sujeción de un robot para que un artículo pueda ser sujetado de manera óptima.

Algunos de los inconvenientes de las soluciones de la técnica anterior es que son costosos de implementar, por ejemplo, procedimientos operativos basados en detectores, o que son difíciles de implementar en robots que están configurados para funcionar en ambientes difíciles, tales como instalaciones de clasificación de residuos. Además,

5 las soluciones de la técnica anterior basadas en piezas de ruptura, por ejemplo, abrazaderas, no pueden usarse en entornos, donde es básicamente imposible dejar todo el sistema inactivo mientras se repara el robot. Además, debido a la complejidad de las soluciones de la técnica anterior, la reparación lleva mucho tiempo, lo que de nuevo no es aceptable en, por ejemplo, soluciones de robótica en las que el ralentí del sistema causa costos significativos al operador.

### **Sumario de la invención**

10 Un objetivo de la invención es presentar en la estructura de un robot una disposición que reduce el riesgo de dañar el robot incluso si el robot recibe un choque. Además, un objetivo de la invención es implementar en la estructura de un robot una disposición que sea lo suficientemente rígida como para ser utilizada en entornos donde la precisión juega un papel importante.

15 Los objetivos de la invención se consiguen mediante la disposición de una estructura de elemento de montaje flexible entre un robot y un elemento de herramienta. La estructura del elemento de montaje flexible se consigue disponiendo un conjunto de cuerdas entre dos superficies de montaje que tienen una distancia predeterminada de tal manera que la estructura de la estructura del elemento de montaje es sustancialmente rígida hasta que una fuerza externa que excede un nivel predeterminado afecte a la estructura y, como resultado, la estructura se vuelve al menos parcialmente flexible y, por lo tanto, evita daños importantes al robot.

En alguna realización de la invención un elemento extensible está dispuesto entre dichas dos superficies de montaje de manera que cuando se activa el elemento extensible, provoca una fuerza contraria a dicho conjunto de cuerdas y por lo tanto toda la estructura se hace más rígida.

20 En alguna realización de la invención, el elemento extensible es un amortiguador. En otra realización de la invención, el elemento extensible es un cilindro hidráulico o neumático.

En una realización de la invención, la forma de dicha primera y segunda superficies de montaje es cuadrada, en alguna otra forma de realización la forma de dichas primera y segunda superficies de montaje es un triángulo con esquinas cortadas.

25 La ventaja según la presente invención es que es una disposición muy simple y, por lo tanto, de fabricación y reparación barata. Además, las reparaciones son rápidas y, por lo tanto, el tiempo de inactividad en caso de daño del robot es relativamente corto. La estructura según la invención también no incluye histéresis cuando se deforma, permitiendo el control del robot incluso en una situación de choque.

30 Las realizaciones ejemplares de la invención descritas en esta solicitud de patente no deben interpretarse como que presentan limitaciones a la aplicabilidad de las reivindicaciones adjuntas. El verbo "comprender" se utiliza en esta solicitud de patente como una limitación abierta que no excluye la existencia de otras características no recomendadas. Las características enumeradas en las reivindicaciones dependientes se pueden combinar mutuamente libremente a menos que se indique explícitamente lo contrario.

35 Las características novedosas que se consideran características de la invención se exponen en particular en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, la invención misma, tanto en cuanto a su construcción como a su procedimiento de operación, junto con objetos adicionales y ventajas de la misma, se comprenderá mejor a partir de la siguiente descripción de realizaciones específicas cuando se lee en relación con los dibujos adjuntos.

### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 ilustra una solución de brazo robótico de acuerdo con la técnica anterior,

40 La figura 2a-b ilustra una realización de la invención,

La figura 3a-b ilustra otras realizaciones de la invención,

La figura 4 muestra una realización adicional de la invención.

La figura 5 muestra una realización adicional de la invención.

### **Descripción detallada de la invención y sus realizaciones ventajosas**

45 A continuación, se describen algunas realizaciones preferidas de la invención haciendo referencia a las figuras descritas anteriormente.

50 La figura 1 muestra una solución de brazo robot generalmente conocida. El brazo del robot revela las partes principales en su forma más amplia, que también son relevantes en el contexto de la invención actual. El robot comprende el brazo, es decir, el brazo 101 del robot. En esta ilustración ejemplar, el brazo 101 del robot está formado a partir de dos partes, que están articuladas entre sí. El brazo 101 del robot está conectado al elemento 102 de sujeción montándolo con una estructura de articulación generalmente conocida, que permite, junto con cualquier

elemento de bisagra en el brazo 101 del robot, mover la pinza en un espacio tridimensional. De acuerdo con un procedimiento común, el brazo del robot y sus partes se controlan con una unidad de control central, que transmite señales de control a los motores del robot para que se pueda lograr el movimiento y la sujeción deseados. Además, el elemento 102 de sujeción se puede reemplazar con cualquier elemento de herramienta aplicable para ser utilizado en entornos de robótica.

La figura 2a muestra una realización de la invención actual, en la que el robot comprende un brazo 101 del robot y un elemento 102 de sujeción similar a los descritos en la figura 1.

Además, según la presente invención entre dicho brazo 101 del robot y dicho elemento 102 de sujeción está dispuesta una estructura de elemento de montaje que consiste en una primera superficie 201 de montaje, que está configurada para ser conectable con el brazo 101 del robot. La conexión puede establecerse, por ejemplo, con una disposición de bisagra o con una unión esférica de modo que el movimiento de la superficie 201 de montaje en relación con el brazo 101 del robot sea posible de forma tridimensional. En algunas realizaciones, la superficie 201 de montaje es giratoria contra el brazo 101 del robot. Esto puede llevarse a cabo con un conector giratorio adecuado, tal como un eje giratorio o una junta esférica, y los motores necesarios que ejercen la fuerza necesaria sobre la superficie 201 de montaje para lograr el movimiento giratorio.

De acuerdo con ciertas realizaciones de la invención, la estructura de elemento de montaje comprende una segunda superficie 202 de montaje que está configurada para ser montada a una distancia  $d$  predeterminada desde la primera superficie 201 de montaje mediante la utilización de un conjunto 203 de cuerda. La segunda superficie de montaje proporciona una superficie en la que está conectado el elemento 102 de sujeción. De acuerdo con un ejemplo de la invención, el elemento 102 de sujeción se fija a la segunda superficie 202 de montaje. Según algunas otras realizaciones de la invención, el elemento 102 de sujeción está conectado de forma giratoria a la segunda superficie 202 de montaje. Esto se puede lograr con, por ejemplo, una disposición de cojinete móvil controlable de modo que el elemento 102 de sujeción pueda girarse y alinearse con el elemento que se va a sujetar de manera efectiva.

La distancia entre dicha primera y dicha segunda superficies de montaje y la geometría de cuerda se selecciona ventajosamente de tal manera que la flexibilidad de la estructura del elemento de montaje en situaciones de choque es aplicable a la necesidad, por ejemplo, para el peso de la pinza, el peso de los artículos que se van a sujetar y mover y/o a las posibles fuerzas de choque externas a las que están expuestos el brazo 101 del robot y/o el elemento 102 de sujeción. Al ajustar la distancia entre las superficies de montaje se ajusta la cantidad de fuerza necesaria para que la estructura se flexione.

La flexibilidad de la estructura está, en general, determinada por la geometría del conjunto de cuerda y la fuerza que separa las superficies de montaje. Las velocidades posibles de las superficies de montaje relativas entre sí cerca de la posición de reposo se pueden considerar como un espacio de 6 dimensiones, correspondiente a los 6 grados de libertad de movimiento de las superficies de montaje (velocidad en 3 dimensiones y velocidad angular en 3 dimensiones). En este espacio, cada cuerda constituye un plano de 5 dimensiones que divide el espacio de las velocidades posibles por la mitad.

La fuerza que separa las superficies de montaje separa las superficies hasta que se alcanza un límite en cada dimensión, haciendo que la estructura asuma una posición de reposo. Como hay 6 grados de libertad de movimiento, en una posición de reposo estable, al menos 6 cuerdas están tensas. Se puede pensar que la posición de reposo reside en un pozo potencial formado por los planos limitadores de intersección. Para que esta posición cambie, es decir, para que una fuerza deforme la estructura en alguna dirección, la fuerza de deformación debe ser lo suficientemente fuerte como para "levantar" la posición del pozo potencial.

La forma del potencial es un aspecto importante de la invención. Un amortiguador simple puede usarse como una estructura tolerante a los choques, para el cual el potencial es proporcional a  $x^2$ ,  $x$  indicando el desplazamiento. Tales disposiciones se deforman de manera continua, es decir, cualquier fuerza deforma la estructura al menos ligeramente con cualquier cantidad de fuerza, lo que la hace no rígida, tambaleante e imprecisa. El potencial de la disposición según la invención, en cambio, es proporcional a  $|x|$  (valor absoluto del desplazamiento), es decir, tiene una forma "nítida". Por lo tanto, la estructura no se deforma en absoluto hasta que la fuerza de deformación supere un cierto umbral, lo que hace que la estructura sea rígida en condiciones normales de funcionamiento. El umbral de fuerza puede, según la geometría del conjunto de cuerdas, ser diferente en diferentes direcciones y se escala linealmente por la magnitud de la fuerza de separación.

En algunas realizaciones de la invención, el material de la cuerda se asume esencialmente no elástico, es decir, las cuerdas no se estiran, pero constituyen límites rígidos para las distancias entre puntos de la superficie de montaje conectadas. Por lo tanto, el material de la cuerda, siempre que sea suficientemente no elástico, no afecta la rigidez del sistema.

Un aspecto importante de algunas realizaciones de la invención es que cada una de las cuerdas en el conjunto de cuerdas está desconectada de los otros, es decir, por lo tanto, no forman ninguna porción continua sobre los puntos de montaje. Cada una de las cuerdas está fijada al punto de montaje con algún procedimiento común, tal como con

un nudo adecuado y/o con un elemento de fijación adecuado.

La figura 2b muestra un ejemplo de una estructura tridimensional del elemento de montaje de acuerdo con una realización de la invención. Además de dichas superficies 201, 202 de montaje, la estructura del elemento de montaje comprende un conjunto de cuerdas como se describe en la figura 2b. Dichas superficies 201, 202 de montaje están conectadas con una cuerda desde una esquina de la primera superficie 201 de montaje a una esquina correspondiente en la segunda superficie 202 de montaje, como se describe con una referencia 203a en la figura 2b. Además, una esquina de la primera superficie 201 de montaje está conectada a una esquina de la segunda superficie 202 de montaje con una cuerda 203b de cruce como se describe en la figura 2b. La misma disposición de cuerdas está dispuesta a cada esquina de la primera y segunda superficies 201, 202 de montaje. Por lo tanto, dicho conjunto de cuerdas 203 consta de 12 partes de cuerdas en total. Por medio de dicha disposición de montaje de cuerdas, la estructura no es elástica, es decir, no perturba el funcionamiento normal del robot, pero cuando una fuerza externa provoca un impacto en el robot y la fuerza supera un nivel predeterminado (definido con las características de la cuerda montaje) el conjunto de cuerdas se vuelve elástico, produciendo y absorbiendo la fuerza externa de una manera que reduce el riesgo de causar daños al robot.

Incluso si la figura 2b muestra que las superficies 201, 202 de montaje tienen forma cuadrada, no limita la aplicabilidad de la invención a superficies con otras formas.

La figura 3a describe otro ejemplo de la invención en el que las superficies de montaje tienen forma de triángulos con las esquinas cortadas. De nuevo, una primera superficie 301 de montaje está conectada a una segunda superficie 302 de montaje con un conjunto de cuerdas. El conjunto de cuerdas según la realización de la invención se establece conectando cada esquina de la primera superficie 301 de montaje con una cuerda a una esquina correspondiente de la segunda superficie 302 de montaje. Por lo tanto, los cables resultantes en todo el conjunto de cuerdas de acuerdo con la figura 3a son los siguientes: A-A', B-B', C-C', D-D', E-E' y F-F'.

Se prefiere un conjunto de 6 cuerdas porque es el número mínimo de cuerdas necesario para cubrir los seis grados de libertad de movimiento del sistema. Por lo tanto, no hay necesidad de ajustar con cuidado la tensión y la longitud de las cuerdas, ya que cada cuerda necesariamente se tensa y activa en el sistema. Según la realización de la invención mostrada en la figura 3a, las superficies 301, 302 de montaje están configuradas para ser montadas de tal manera que permita el entrelazado de las superficies 301, 302 al menos parcialmente durante la deformación de la forma del conjunto de cuerdas. Esto se ilustra en la figura 3b en la que se ilustra el entrelazado de las esquinas de las superficies de montaje. La ventaja de las esquinas de entrelazado es que permite un rango más amplio de movimiento de la estructura de montaje en una situación de choque causada por una fuerza externa. En otras palabras, cuando el robot recibe un impacto, las esquinas de intercalación de las superficies de montaje permiten un movimiento más amplio que, por ejemplo, en la estructura de montaje mostrada en las figuras 2a y 2b para obtener la fuerza de choque y, como consecuencia, reducir aún más el riesgo de daños al robot, herramienta o la estructura de montaje.

Algunas realizaciones de la invención comprenden además un elemento extensible para aumentar la fuerza que mantiene la primera y la segunda superficies de montaje dentro de una distancia predeterminada entre sí. Una de tales formas de realización de la invención se ilustra en la figura 4. La figura 4 ilustra una estructura de brazo de robot similar con el conjunto de cuerdas como ya se ha descrito en la figura 2. Los elementos correspondientes no se describen aquí. Además de esos elementos, la realización en la figura 4 describe un elemento 401 extensible, que es una estructura de amortiguador en este ejemplo. El amortiguador se ajusta de modo que esté en modo activo, es decir, tensionado, cuando está montado con el conjunto de cuerda entre la primera y la segunda superficies de montaje. En otras palabras, el amortiguador provoca al menos parcialmente una fuerza opuesta a la fuerza en el conjunto de cuerdas. El resultado total de esta disposición es que toda la estructura del elemento de montaje se vuelve más rígida y, por lo tanto, el nivel predeterminado de la fuerza sobre la que se deforma la forma del conjunto de la cuerda se puede ajustar controlando la fuerza de compresión del elemento extensible.

Una ventaja adicional de la utilización de un elemento extensible en la estructura de montaje es que todo el brazo de robot es operable en múltiples posiciones diferentes, por ejemplo, uno puede girar el brazo de robot para apuntar la pinza de lado o incluso hacia arriba. Esto aumenta la usabilidad de la invención en diversos entornos de robótica.

En algunos ejemplos de la invención, el elemento 401 de extensión es un cilindro hidráulico que aplica una fuerza de extensión a la primera y segunda superficies de montaje. Se puede lograr un efecto similar con un amortiguador de compresión, cilindro neumático, con un solenoide y/o con un elemento de extensión de tipo tornillo de ajuste del servomotor, así como con una transmisión de fuelle u otro amortiguador de aire, por ejemplo.

El elemento extensible se coloca ventajosamente en el centro de la estructura de montaje para lograr un efecto simétrico. Alternativamente, hay múltiples elementos de extensión, por ejemplo, uno para cada una de las esquinas de las superficies de montaje, aplicado en la estructura. De acuerdo con alguna realización de la invención, la posición del al menos un elemento extensible se selecciona de acuerdo con la dirección de rendimiento más probable. Esto permite el ajuste del nivel predeterminado de la fuerza necesaria para que produzca el conjunto de la cuerda. En otra realización adicional de la invención, el elemento extensible se integra con el conjunto de cuerdas. Además, o como alternativa, se pueden montar cilindros hidráulicos o amortiguadores en el lugar de las cuerdas de

modo que formen restricciones similares a las cuerdas, pero también pueden actuar como elementos de extensión. Dicho montaje puede incluir bisagras, uniones esféricas, longitudes de cuerda u otros mecanismos de montaje flexibles entre los extremos de los elementos extensibles y las superficies de montaje.

5 Además, la estructura de montaje también se puede aplicar en otros tipos de robots que los brazos del robot. Por ejemplo, una herramienta de robot, que se controla mediante cables de control montados en la estructura de soporte, como una pared, puede aplicar la estructura del elemento de montaje como se ilustra en la figura 5. La figura 5 describe una herramienta de robot, como un elemento 102 de sujeción, que está montado en la estructura 501 de soporte con un brazo 101. El control del robot está dispuesto por medio de cables 502 de control, que son accionados con un motor correspondiente, como servomotores. Además, dos superficies 201, 202 de montaje, así como la estructura del elemento de montaje que comprende un conjunto 203 de cuerdas como se explica, por ejemplo, cuando se analiza la figura 2a, se aplican a este tipo de robot. Asimismo, la estructura de montaje es aplicable a robots cartesianos o de pórtico conocidos, o robots de otros tipos.

15 Los sensores pueden montarse en las superficies de montaje o en las cuerdas. Los sensores están conectados al sistema que controla el robot, normalmente para que los valores del sensor se muestren utilizando, por ejemplo, convertidores A/D u otros componentes de la interfaz del sensor, que luego se conectan al sistema de control del robot. Las lecturas de los sensores que miden la distancia entre las superficies de montaje pueden usarse para controlar la alineación de la estructura. El sistema de control puede entonces configurarse para, por ejemplo, detener el sistema y/o generar una señal de falla para evitar daños al robot. El sistema de control también puede utilizar las lecturas del sensor para calcular una posición de sujeción precisa tomando en cuenta la posición de sujeción, o para planificar o hacer en tiempo real movimientos más precisos después de sujetar un objeto. Las lecturas del sensor también se pueden usar para calcular el peso de un objeto sujetado. Los sensores pueden ser, por ejemplo, sensores de distancia por infrarrojos, cámaras, codificadores o sensores que monitoreen la presión dentro de cilindros hidráulicos o neumáticos o amortiguadores de aire que actúen como elementos o cuerdas extensibles, como se describió anteriormente. Los sensores que miden las fuerzas que afectan las cuerdas o las superficies de montaje también pueden usarse de la misma manera. Dichos sensores pueden ser, por ejemplo, extensómetros o potenciómetros equipados con amortiguador.

20 En algunas realizaciones de la invención, es posible ajustar la alineación de las superficies de montaje controlando la longitud de las cuerdas correspondientes de modo que se logre una alineación óptima. Dicha solución puede necesitar uno o más motores para ser utilizados cuando se alinean las superficies. Una solución de este tipo incluye tornillos ajustables como aparejos o torniquetes.

25 De acuerdo con ciertas realizaciones de la invención, el conjunto de cuerdas está conectado directamente a la superficie de un brazo de robot y/o a la superficie del elemento de sujeción sin ninguna superficie de montaje específica. Además, incluso si se describe en las realizaciones explicadas anteriormente que la primera superficie de montaje está montada hacia un brazo robótico, el montaje se puede realizar de otras maneras. Por ejemplo, se puede conectar un número necesario de alambres a la primera superficie de montaje, controlando los alambres por ejemplo servomotores, para lograr un sistema de control de movimiento aplicable a la pinza.

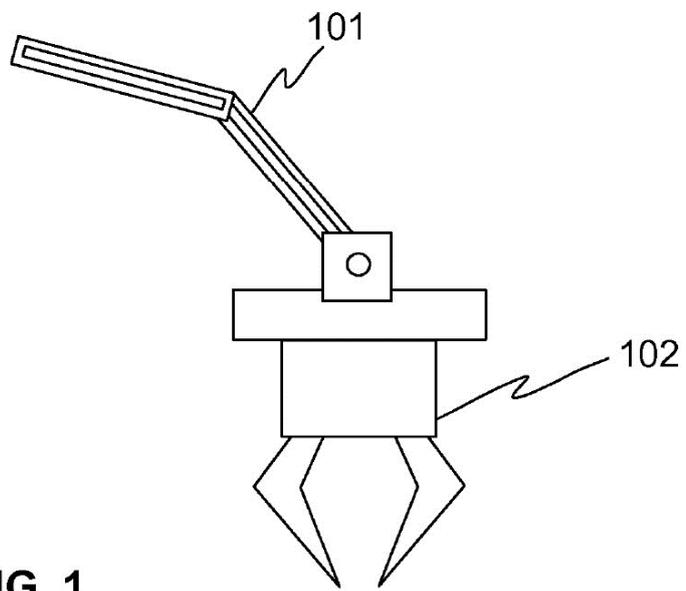
30 El término cuerda en este contexto no limita el material o forma de la misma de ninguna manera. La cuerda, como tal, se puede considerar como una cuerda, un cable de alambre, una correa o similar, que tiene las características aplicables que se utilizarán en las aplicaciones como se describe aquí. Una estructura similar a un calcetín cilíndrico o tubular hecha del material de la cuerda puede usarse como la disposición de la cuerda al unir las llantas en cada extremo de la estructura cilíndrica a cada superficie de montaje; la estructura actuando como un conjunto de cuerdas con una gran cantidad de cuerdas casi paralelas. Ventajosamente, el material de cuerda no es elástico, es decir, no se extiende sustancialmente cuando la fuerza externa está causando una deformación de la forma del conjunto de cuerda. Además, la durabilidad es un requisito general importante para que el material de cuerda se aplique en los robots utilizados en la clasificación de residuos.

35 En las realizaciones descritas aquí, se ilustra que la estructura de montaje según la invención se aplica entre el brazo del robot y la pinza. En otras realizaciones de la invención, la estructura de montaje se puede fijar a otras partes de los robots, por ejemplo, entre dos elementos de brazo del robot. La elección de la ubicación de la estructura de montaje puede basarse, por ejemplo, en experimentos para descubrir qué parte del robot es más vulnerable a las descargas externas y/o qué posición de la estructura de montaje ofrece la mejor protección contra daños al brazo del robot. Además, la aplicación de la invención no está limitada solamente al elemento de sujeción, ya que la invención es aplicable en cualquier tipo de herramienta de robot existente. Los ejemplos de las herramientas incluyen imanes para sujetar material magnético y/o herramientas específicas para necesidades específicas, por ejemplo, una herramienta de corte.

55

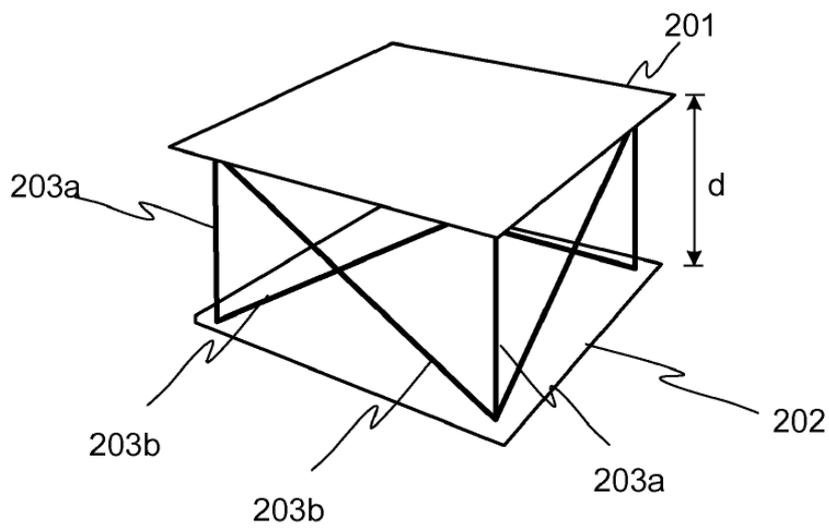
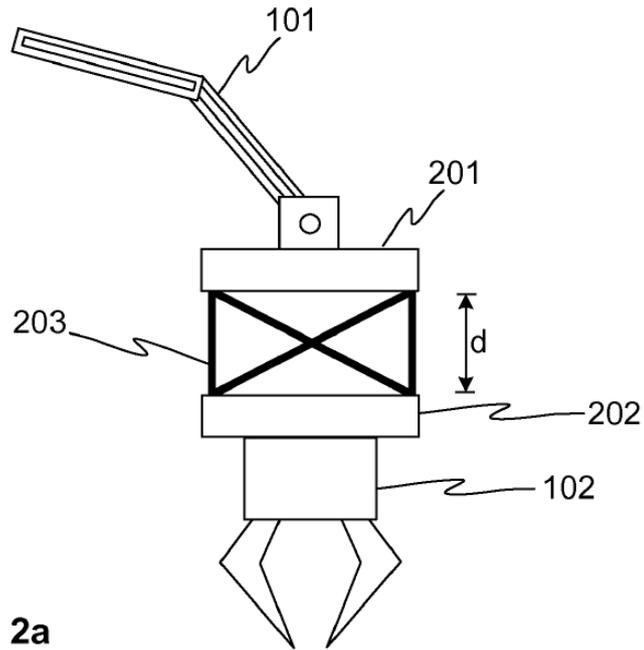
## REIVINDICACIONES

- 5 1. Una estructura de elemento de montaje para aumentar la tolerancia a los choques en un robot que comprende un elemento de herramienta de robot, **caracterizada porque** la estructura de elemento de montaje, que está configurada para montarse dentro de la misma unidad controlable que el elemento de herramienta de robot, comprende
- una primera superficie (201) y
  - una segunda superficie (202) hacia el elemento de herramienta del robot,
  - y **porque** dichas primera y segunda superficies (201; 202) están configuradas para conectarse con un conjunto (203) de cuerdas que comprende una pluralidad de cuerdas (203a, 203b) que constituyen límites rígidos para
- 10 distancias entre puntos de conexión en la primera superficie (201) y la segunda superficie (202)
- en la que el conjunto (203) de cuerda tiene una geometría que se mantiene sustancialmente rígida bajo exposición de fuerza externa por debajo de un nivel predeterminado definido al menos parcialmente por la geometría del conjunto de cuerdas y bajo exposición de fuerza externa que excede el nivel predeterminado definido al menos por
- 15 parte la geometría del conjunto de cuerdas, estando el conjunto (203) de cuerdas configurado para reducir el daño causado por la fuerza al deformar la forma del conjunto (203) de cuerdas.
2. Una estructura de elemento de montaje según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la estructura de elemento de montaje comprende además al menos un elemento (401) de extensión para ajustar el nivel predeterminado de una fuerza que hace que el conjunto de cuerdas deforme la forma.
3. Una estructura de elementos de montaje según la reivindicación 2, **caracterizada porque** el ajuste del nivel predeterminado de una fuerza que hace que el conjunto de cuerdas transforme la forma se logra controlando una
- 20 fuerza de compresión del elemento (401) de extensión.
4. Una estructura de elemento de montaje según la reivindicación 2 o 3, **caracterizada porque** el elemento (401) de extensión es al menos uno de los siguientes: un amortiguador, un cilindro hidráulico, un cilindro neumático, un solenoide, un elemento de extensión en forma de tornillo ajustado por servomotor, un amortiguador de aire.
5. Una estructura de elemento de montaje según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el elemento (401) de extensión está integrado con el conjunto de cuerdas.
6. Una estructura de elemento de montaje según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la primera y segunda superficies (201; 202) están configuradas para intercalarse al menos parcialmente durante la deformación de la forma del conjunto de cuerdas.
- 30 7. Una estructura de elemento de montaje según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** cada una de las cuerdas (203a, 203b) que forman el conjunto (203) de cuerdas se ajusta de manera tensa.
8. Una estructura de elemento de montaje según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** las cuerdas (203a, 203b) en el conjunto (203) de cuerdas no están conectadas entre sí.
9. Una estructura de elemento de montaje según la reivindicación 7 u 8, **caracterizada porque** cada una de las cuerdas (203a, 203b) en el conjunto (203) de cuerdas está montada en la primera y segunda superficies (201; 202).
- 35 10. Una estructura de elemento de montaje según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el conjunto (203) de cuerdas consta de seis cuerdas.
11. Una estructura de elemento de montaje según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la estructura incluye al menos un sensor para controlar la alineación de la estructura.
- 40 12. Una estructura de elemento de montaje según la reivindicación 11, **caracterizada porque** el sensor es un sensor de distancia láser o de infrarrojos, una cámara, un codificador, un medidor de deformación, un potenciómetro o un sensor que monitoriza la presión dentro de un cilindro hidráulico o neumático o amortiguador de aire.
13. Una estructura de elemento de montaje según la reivindicación 11 o 12, **caracterizada porque** una señal de fallo está configurada para ser generada en base a la alineación de la estructura medida por el al menos un sensor.
- 45 14. Una estructura de elemento de montaje según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizada porque** un sistema que comprende la estructura del elemento de montaje está configurado para detenerse en respuesta a las lecturas de los sensores.
15. Una estructura de elemento de montaje según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, **caracterizada porque** el peso de un objeto sujetado está configurado para calcularse en base a las lecturas del sensor.



**FIG. 1**

TÉCNICA ANTERIOR



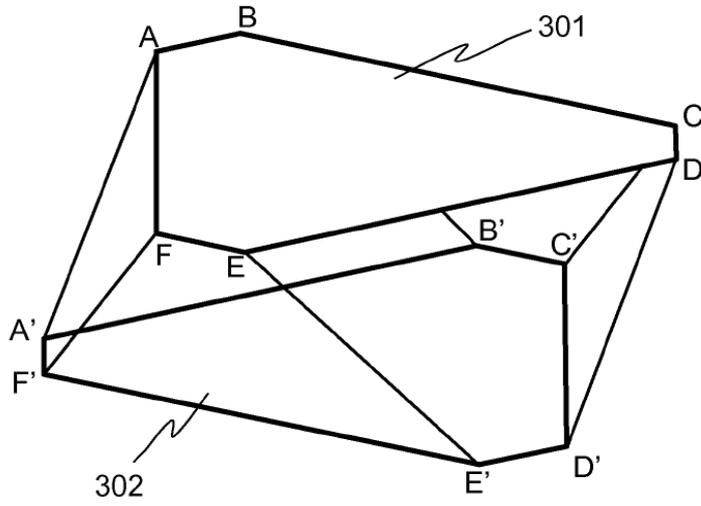


FIG. 3a

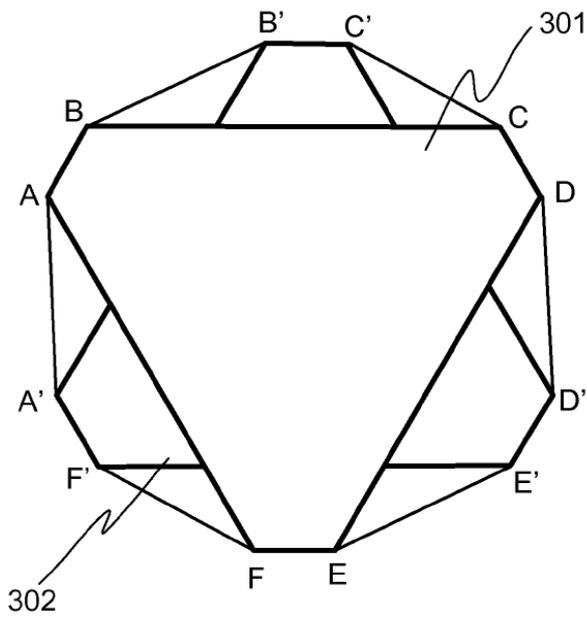


FIG. 3b

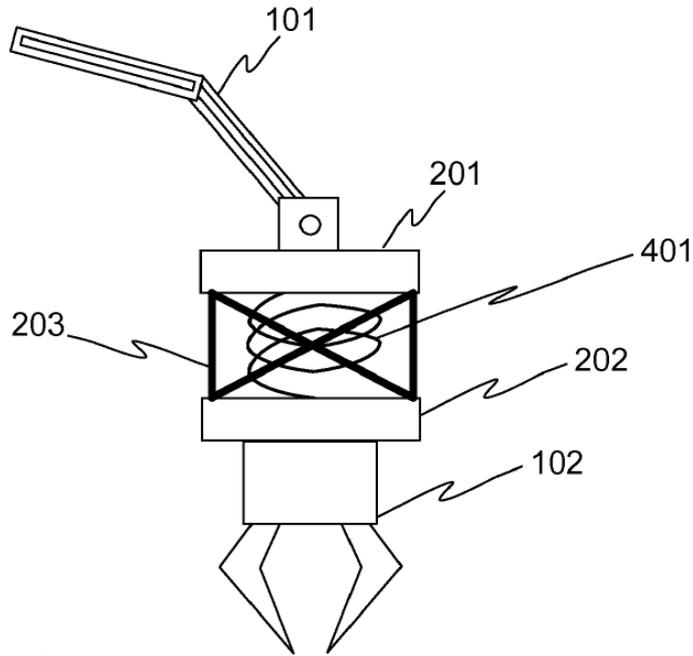


FIG. 4

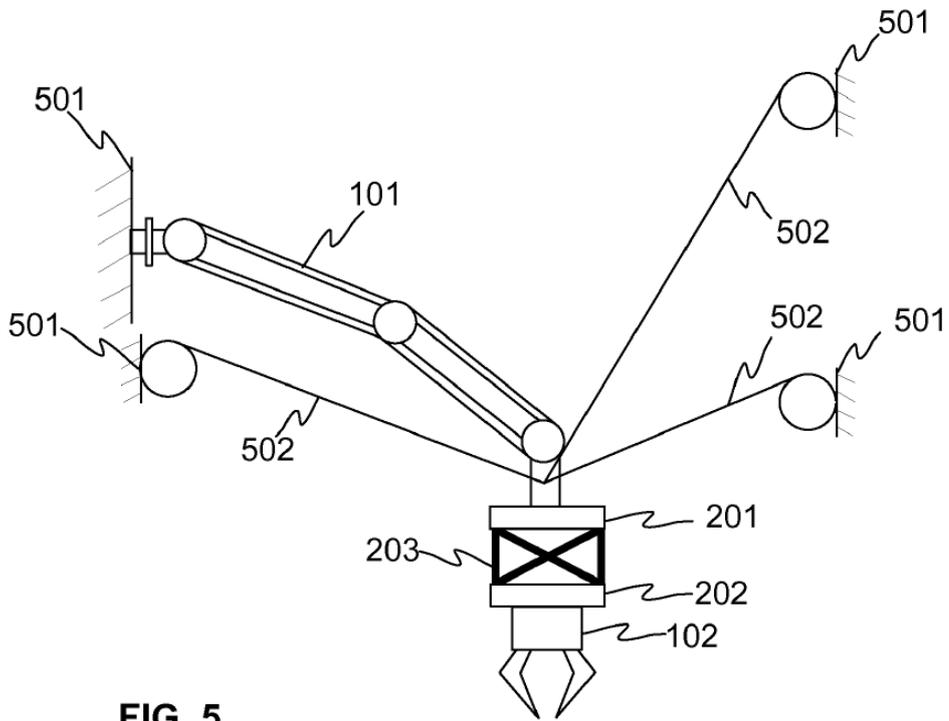


FIG. 5