(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 354 566**

(51) Int. Cl.:
***B25J 17/02*** (2006.01)
***B23Q 1/54*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **06708871 .6**
(96) Fecha de presentación : **08.02.2006**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1870214**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **26.12.2007**

(54) Título: **Robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad.**

(30) Prioridad: **17.02.2005 ES 200500357**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
**16.03.2011**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
**16.03.2011**

(73) Titular/es: **FUNDACIÓN TECNALIA RESEARCH & INNOVATION**
**Parque Tecnológico de Bizcaia**
**c/ Geldo, Edificio 700**
**48160 Derio, Bizcaia, ES**

(72) Inventor/es: **Pierrot, Francois;**
**Company, Olivier;**
**Bueno Zabalo, Ricardo;**
**Nabat, Vincent;**
**Rodríguez Mijangos, María de la O;**
**Florentino Pérez de Armentia, Karmele y**
**Azcoitia Arteche, José Miguel**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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).



Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

## DESCRIPCIÓN

### OBJETIVO DE LA INVENCIÓN

El objetivo del robot de la invención es desplazar una plataforma que lleva la correspondiente herramienta, con cuatro grados de libertad (tres traslaciones y una rotación alrededor del eje vertical), con muy altas aceleraciones y velocidades en cualquier dirección.

Otro objetivo de la invención es que los actuadores del robot estén dispuestos simétricamente, lo que permite funcionamiento homogéneo y alta rigidez en la totalidad del volumen de trabajo.

Este robot está indicado especialmente para tareas de recogida y ubicación.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Los robots paralelos están constituidos generalmente por un soporte fijo o placa base sobre la que hay actuadores ensamblados que, a través de brazos articulados o cadenas cinemáticas, se unen a una plataforma móvil a la que está anclada la correspondiente herramienta.

Un robot de este tipo con tres grados de libertad es describe, por ejemplo, en la patente de EE. UU. 4,976,582, mientras que la patente europea EP 1 084 802 describe un robot paralelo con cuatro grados de libertad (tres traslaciones y una rotación).

Los robots paralelos con cuatro grados de libertad son muy adecuados para realizar tareas de manipulación, empaquetado y ensamblaje parciales, y tienen ventajas sobre robots paralelos más complejos, por ejemplo, con 6 grados de libertad, en cuanto a simplicidad, precio y velocidad de movimientos.

El objetivo de la patente europea 1 084 802 es un robot paralelo en el que todas juntas de la plataforma móvil son conexiones de tipo articulación, siendo este un factor favorable para alcanzar altas velocidades y aceleraciones. Este robot comprende cuatro cadenas cinemáticas operadas por medio de cuatro actuadores que están fijos en uno de sus extremos y con orientación específica hacia la placa base, y en si otro extreme hacia la cadena cinemática. A su vez, las cadenas cinemáticas están unidas a la plataforma móvil que lleva la herramienta, estando constituida la plataforma móvil por dos partes o barras que están unidas en sus extremos a las cuatro cadenas cinemáticas y una tercera barra que está ensamblada entre las dos primeras, a través de dos conexiones articuladas, siendo esta barra la que lleva la herramienta.

La plataforma móvil permite una rotación de ± 45º que se puede ampliar por medio de del uso de anillos dentados.

El diseño específico de la plataforma móvil y el uso de conexiones articuladas conducen a la obtención de una configuración isostática y fuerza una disposición no homogénea de las cadenas cinemáticas y, por lo tanto, de los actuadores. Esta disposición especial de los actuadores combinada con la configuración isostática previene que el robot tenga un funcionamiento homogéneo y alta rigidez en la totalidad del volumen de trabajo, lo que es una desventaja muy importante.

Una configuración modificada del robot descrito en la patente EP 1 084 802 está descrita, por ejemplo, en la siguiente publicación: "14: Un nuevo mecanismo paralelo para movimientos de SCARA" Acta de IEEE ICRA: Conferencia Internacional Sobre Robótica y Automatización, Taipei, Taiwan, Septiembre 14–19, 2003.

La configuración descrita en este artículo busca compensar la principal limitación de la patente EP 1084802.

Otra configuración se describe en el artículo siguiente: "Un Robot Paralelo de Alta Velocidad para Movimientos de Scara" Acta de la Conferencia Internacional del IEEE 2004 sobre Robótica y Automatización, New Orleans, LA, USA, 26 Abril 26–Mayo 1, 2004.

Este robot está formado por cuatro cadenas cinemáticas, unidas a la plataforma móvil, operada por cuatro actuadores rotatorios, unidos a la base fija. Las diferencias principales comparada con la configuración antes descrita son el uso de actuadores rotatorios y el diseño de la plataforma móvil. Concretamente, la plataforma móvil está formada por dos partes unidas entre sí por medio de una guía prismática y un cable y sistema de poleas que transforma el movimiento de traslación lineal de la guía en la rotación deseada. Este diseño de la plataforma móvil permite que los actuadores estén dispuestos a 90º entre sí, lo que implica un diseño simétrico y un funcionamiento homogéneo en la totalidad del volumen de trabajo.

El principal inconveniente de las dos últimas configuraciones descritas es la limitación para alcanzar altas aceleraciones y velocidades, el principal requisito para las aplicaciones de recogida y ubicación. Esta limitación se debe al uso de guías prismáticas y más concretamente a la recirculación de bolas en las guías de

rodamiento.

El documento WO–A–03/1 06115 se refiere a un robot industrial y a un procedimiento de manipulación de un robot industrial que comprende un manipulador cinemático paralelo.

**DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN**

El robot objetivo de la invención tiene las ventajas de los robots mencionados con cuatro grados de libertad eliminando sus inconvenientes.

Específicamente, las ventajas principales del robot de la invención son alta rigidez, alta precisión, funcionamiento homogéneo en la totalidad del volumen de trabajo, buen rendimiento mecánico y muy altas velocidades y aceleraciones en cualquier dirección.

Estas propiedades se logran como consecuencia de la disposición simétrica de sus actuadores, del uso de juntas articuladas en la plataforma móvil y de un nuevo diseño de la plataforma móvil.

Específicamente, la plataforma móvil del robot de la invención está constituida por cuatro partes unidas entre sí por medio de juntas articuladas, siendo cada una de dichas partes paralela a otra de dichas partes formando una plataforma móvil articulada paralelogramo plano que tiene un grado de libertad en dicho plano.

La herramienta de trabajo puede ser integral con cualquiera de las partes que constituyen la plataforma móvil.

Las cadenas cinemáticas están formadas por un paralelogramo especial constituido por cuatro barras, paralelas en pares, unidas por medio de rótulas.

Estas cadenas cinemáticas están unidas en uno de sus extremos a una de las conexiones articuladas de la plataforma móvil y en su otro extremo, a través de una junta rotatorio o traslacional, a respectivos actuadores ensamblados sobre la placa base situada en la parte superior del, con la particularidad de que los actuadores están situados simétricamente en el plano de la placa base con cualquier orientación.

Los actuadores están situados simétricamente en una estructura fija, de manera tal que esta disposición simétrica de los actuadores y, especialmente, el uso de un paralelogramo plano en la plataforma móvil permite obtener un excelente rendimiento dinámico, alta rigidez y funcionamiento homogéneo en la totalidad del volumen de trabajo.

Controlando los actuadores la plataforma móvil alterna con cuatro grados de libertad, tres traslaciones y una rotación en relación con el eje vertical.

El grado de libertad asociado al paralelogramo plano es una rotación en relación al eje vertical que permite a la herramienta de trabajo una rotación entre –45° y +45°.

Se puede incluir otro mecanismo mecánico por medio de cinta, poleas o engranajes para incrementar el rango de rotación de la herramienta de trabajo. En este caso, la herramienta de trabajo será integral con cualquiera de las partes mecánicas complementarias necesaria.

**DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para complementar la presente descripción, y con el fin de ayudar a la mejor comprensión de las características de la invención, se adjunta un conjunto de dibujos como parte integral de dicha descripción que muestra, con un carácter ilustrativo y no limitativo, lo siguiente:

La figura 1 muestra una vista en perspectiva del robot objetivo de la invención.

La figura 2 muestra una vista en planta de un detalle de la plataforma móvil y de sus articulaciones a las cadenas cinemáticas del robot.

La figura 3 muestra una vista en planta del robot objetivo de la invención.

La figura 4 muestra una vista en planta de la plataforma móvil y de una realización preferente en cuanto a la ubicación de los actuadores.

La figura 5 muestra una vista en perspectiva de la plataforma móvil, que incluye un mecanismo de ampliación constituido por dos poleas y una cinta.

La figura 6 muestra una vista en perspectiva de una plataforma móvil, que no es un paralelogramo y que no está dentro del ámbito de las reivindicaciones, que incluye el mecanismo de ampliación constituido por un sector dentado y una rueda dentada.

La figura 7 muestra una vista en perspectiva de la plataforma móvil, que incluye un miembro intermedio y un mecanismo de ampliación constituido por dos poleas y una cinta.

La figura 8 muestra una vista en perspectiva de la plataforma móvil, que incluye un miembro intermedio y un mecanismo de ampliación constituido por un sector dentado y una rueda dentada.

La figura 9 muestra una vista en perspectiva de la plataforma móvil, que incluye dos miembros intermedios y un mecanismo de ampliación constituido por una caja de cambios.

**REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN**

El robot objetivo de la invención comprende, como se puede observar en la figura 1, cuatro cadenas (1) cinemáticas, unidas en uno de sus extremos por medio de articulaciones (2) rotatorias, a actuadores fijos a la placa (3) base, y en su otro extremo a una plataforma (4) móvil sobre la cual está ensamblada la herramienta (5) de trabajo.

Cada una de las cadenas cinemáticas está constituida por cuatro barras (6), (6'), (7), (7'), paralelas en pares, y unidas entre sí por medio de rótulas (8). En una realización alternativa, las cadenas cinemáticas están formadas por medio de una sola barra con dos articulaciones cardan o universales en sus extremos.

Cada uno de los cuatro actuadores está constituido por soporte (9) de fijación para fijarlo a la placa (3) base, un motor (10) rotatorio unido al soporte (9), y un brazo integral con el eje del motor que produce la rotación de la articulación (2) rotatoria. En una realización alternativa, se utilizan cuatro motores lineales dispuestos en el mismo plano y alineados en la misma dirección.

La plataforma (4) móvil está constituida por cuatro miembros (11), (11'), (12), (12'), unidos entre sí por medio de conexiones (13) articuladas, siendo cada uno de dichos miembros que forman la plataforma (4) móvil paralelos entre sí, para formar una plataforma móvil articulada con un grado de libertad en el plano de la plataforma móvil y, más específicamente, una rotación con respecto a un eje perpendicular al plano de la mencionada plataforma (4) móvil. Esta rotación permite una rotación de la herramienta de trabajo entre –45 y +45°, que se puede incrementar por medio de mecanismos de ampliación adicionales, que se describirán más adelante.

La herramienta (5) es integral con cualquiera de los miembros (11), (11 '), (12), (12'). En una realización mostrada en las figures adjuntas, dos de las miembros (11) y (11') están formados por brazos que tienen extensiones (14) transversales dotadas con un orificio interior en el que las barras (7') de las cadenas (1) cinemáticas están alojadas y pueden rotar, mientras que los brazos (12) y (12') están formados por barras unidas engoznadamente sobre las extensiones (14) transversales de las barras (11) y (11').

Como se puede observar en la figura 3, las barras (7') de las cadenas (1) cinemáticas tienen la misma orientación especial que los ejes de salida de los motores (10) de los actuadores, estando los actuadores situados simétricamente sobre la placa (3) base, lo que permite obtener alta rigidez, alta precisión de ubicación y funcionamiento homogéneo en la totalidad del volumen de trabajo.

La mejor disposición de los actuadores y, por lo tanto, de las barras (7') de las cadenas cinemáticas y de las extensiones (14) de la plataforma (4) móvil, son 45°, 135°, 225° y 315°, como se puede observar en la figura 4, aunque hay infinitas posibilidades para la disposición de los actuadores.

La plataforma móvil puede incorporar un mecanismo de ampliación para amplificar la rotación de la herramienta e incrementar su rango de rotación. El ensamblaje de estos mecanismos en la plataforma móvil exige muchas veces partes adicionales.

Más adelante se describen diferentes realizaciones de los mecanismos de ampliación que se muestran en las figuras 5 a 9.

En una primera realización mostrada en la figura 5, la plataforma (4) móvil está constituida por cuatro miembros (11), (11'), (12), (12'), unidos por medio de conexiones (13) articuladas. Cada uno de dichos miembros es paralelo a otro de dichos miembros de manera que los miembros forman un paralelogramo plano. El mecanismo de ampliación está constituido por dos poleas (15,16), una (15) ensamblada sobre el miembro (11'), y la otra (16) ensamblada sobre el miembro (11) y una cinta (17) dispuesta entre ambas poleas (15) (16). En esta realización, la herramienta de trabajo está unida al eje de la polea (16).

En una segunda realización mostrada en la figura 6, que no está dentro del ámbito de las reivindicaciones, el miembro (11) tiene un sector (18) de anillo dentado y el miembro (11') tiene una rueda (19) dentada concordante con el sector (18) dentado. En este caso, la herramienta (5) de trabajo está unida al anillo dentado y tiene también cuatro grados de libertad.

Las figuras 7 y 8 muestran realizaciones alternativas en las que la plataforma (4) móvil incorpora un miembro o brazo (20) adicional.

En una realización de acuerdo con la figura 7, la plataforma (4) móvil está formada por cinco miembros (11), (11'), (12), (12') y (20), unidos entre sí por medio de conexiones articuladas. Cuatro miembros (11) y (11'), (12) y (12') son paralelos en pares y están unidos entre sí a través de sus extremos. El quinto miembro (20) está situado paralelo a uno de los pares de miembros (12), (12') y sus extremos están unidos a los otros dos miembros (11) y (11').

La ampliación de la rotación del miembro de trabajo se obtiene por medio de dos poleas (21), (22), una de ellas ensamblada sobre uno de los miembros (11), (11') y la otra sobre el miembro (20) adicional, y la correspondiente cinta (23). La herramienta (5) de trabajo está ensamblada sobre la polea (22).

En la figura 8, la plataforma (4) móvil está constituida por los mismos cinco miembros (11), (11'), (12), (12') y (20) de la realización mostrada en la figura 7, obteniéndose la ampliación de la rotación del miembro de trabajo por medio de un sector (24) de anillo dentado dispuesto en uno de los miembros (11), (11') y una rueda (25) dentada ensamblada en el miembro (20) adicional, ensamblándose la herramienta (5) de trabajo en el anillo (25) dentado.

En la figura 9, la plataforma (4) móvil está formada por seis partes (11), (11'), (12), (12'), (20) y (26) unidas entre sí por medio de conexiones articuladas. La plataforma (4) móvil está constituida por los mismos miembros mostrados en las figuras (7) y (8) aunque comprende un sexto miembro (26) que está situado paralelo al par de miembros (11), (11'), de manera tal que las sextas partes son paralelas en tríos. Los dos miembros (20) y (26) adicionales están unidos en un punto (27) central en el que está situada la herramienta (5) de trabajo. La ampliación de la rotación se obtiene utilizando una caja (28) de cambios y situándola en la intersección de las dos partes (20) y (26) adicionales.

**REIVINDICACIONES**

1. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad que comprende:

una placa (3) base;

una plataforma (4) móvil portadora de una herramienta (5);

cuatro actuadores, siendo cada uno de dichos actuadores integral con dicha placa (3) base;

cuatro cadenas (1) cinemáticas, estando articulada cada una de dichas cadenas (1) cinemáticas en uno de sus extremos a dicha plataforma (4) móvil y en su otro extremo, a través de una articulación (2) rotatoria, a un respectivo de dichos actuadores, **caracterizado porque**

la plataforma (4) móvil comprende cuatro miembros (11,11',12,12'),unidos entre sí por medio de conexiones (13) articuladas,

**porque** los miembros (11,11',12,12') están unidos entre sí a través de sus extremos, siendo cada uno de dichos miembros paralelo a otro de dichos miembros, de manera que dichos miembros forman un paralelogramo plano, formando dichos miembros una plataforma móvil articulada con un grado de libertad en el plano de la plataforma móvil; y **porque**

los actuadores están situados simétricamente en el plano de la placa (3) base.

2. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el grado de libertad de la plataforma móvil es una rotación con respecto al eje vertical, con un rango de –45° a 45°.

3. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los actuadores están situados sobre la placa (3) base a 45°, 135°, 225° y 315°.

4. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** los actuadores incluyen motores lineales dispuestos en el mismo plano y alineados en la misma dirección.

5. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada una de las cadenas (1) cinemáticas está constituida por cuatro barras (6, 6', 7, 7'), paralelas en pares, que están unidas entre sí por medio rótulas, que están unidas a la plataforma (4) móvil y a los actuadores, de manera tal que la barra (7') de unión para unión a la plataforma (4) móvil tiene la misma orientación que el correspondiente actuador.

6. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** algunas o todas sus cadenas (1) cinemáticas están formadas por medio de una sola barra con dos juntas cardan o universales, que están unidas a la plataforma (4) móvil y a los actuadores.

7. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la plataforma (4) móvil incorpora un mecanismo de ampliación para amplificar la rotación de la herramienta (5) de trabajo.

8. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** el mecanismo de ampliación está constituido por dos poleas (15,16), una primera de dichas poleas (15) ensamblada en uno de los cuatro miembros de la plataforma (4) móvil, y una segunda de dichas poleas (16) unida a otro de los miembros de la plataforma móvil, y una cinta (17) dispuesta entre dichas poleas (15, 16), ensamblándose la herramienta (5) de trabajo sobre el eje de la segunda de dichas poleas (16).

9. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la plataforma móvil comprende además un miembro (20) intermedio dispuesto entre dos de los miembros de la plataforma (4) móvil, por medio de conexiones articuladas, ensamblándose la herramienta (5) de trabajo sobre el miembro (20) intermedio.

10. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** los miembros que forman la plataforma (4) móvil están dispuestos paralelos en pares y el miembro (20) intermedio está ensamblado paralelo a uno de los pares de brazos (12,12') que constituyen la plataforma móvil y está unido a los otros dos miembros (11,11 ') en su parte central.

11. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** incorpora un mecanismo de ampliación para amplificar la rotación de la herramienta de trabajo.

12. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el mecanismo de ampliación está constituido por dos poleas (21, 22), una primera de dichas poleas (21) ensamblada sobre uno de los cuatro miembros de la plataforma (4) móvil y una segunda de dichas poleas (22) unida al miembro (20) intermedio, y una cinta (23) dispuesta entre dichas poleas (21, 22), ensamblándose la herramienta (5) de trabajo sobre el eje de la segunda de dichas poleas (22).

13. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el mecanismo de ampliación está constituido por un sector (24) dentado dispuesto en uno de los miembros de la plataforma (4) móvil y una rueda (25) dentada dispuesta en el miembro (20) intermedio, uniéndose la herramienta (5) de trabajo a la rueda (25) dentada.

14. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la plataforma (4) móvil comprende además dos miembros (20, 26) intermedios unidos a la plataforma (4) móvil por medio de conexiones articuladas.

15. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado porque** los miembros que forman la plataforma (4) móvil están dispuestos paralelos en tríos, con uno de los miembros (20) intermedios ensamblado paralelo a uno de los pares de brazos (12,12') que forman la plataforma (4) móvil y unido a los otros dos miembros (11,11 ') en su parte central, mientras que el segundo miembro (26) intermedio está ensamblado paralelo al segundo par de brazos (11,11 ') de la plataforma (4) móvil y unido a los otros dos miembros (12,12') en su parte central; uniéndose los dos miembros (20, 26) intermedios en un punto (27) donde está situada la herramienta (5) de trabajo.

16. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado porque** la plataforma móvil incluye un miembro de ampliación para ampliar la rotación de la herramienta.

17. Un robot paralelo de alta velocidad con cuatro grados de libertad de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** el miembro de ampliación comprende una caja (28) de cambios ensamblada en el punto (27) de unión de los miembros (20, 26) intermedios.

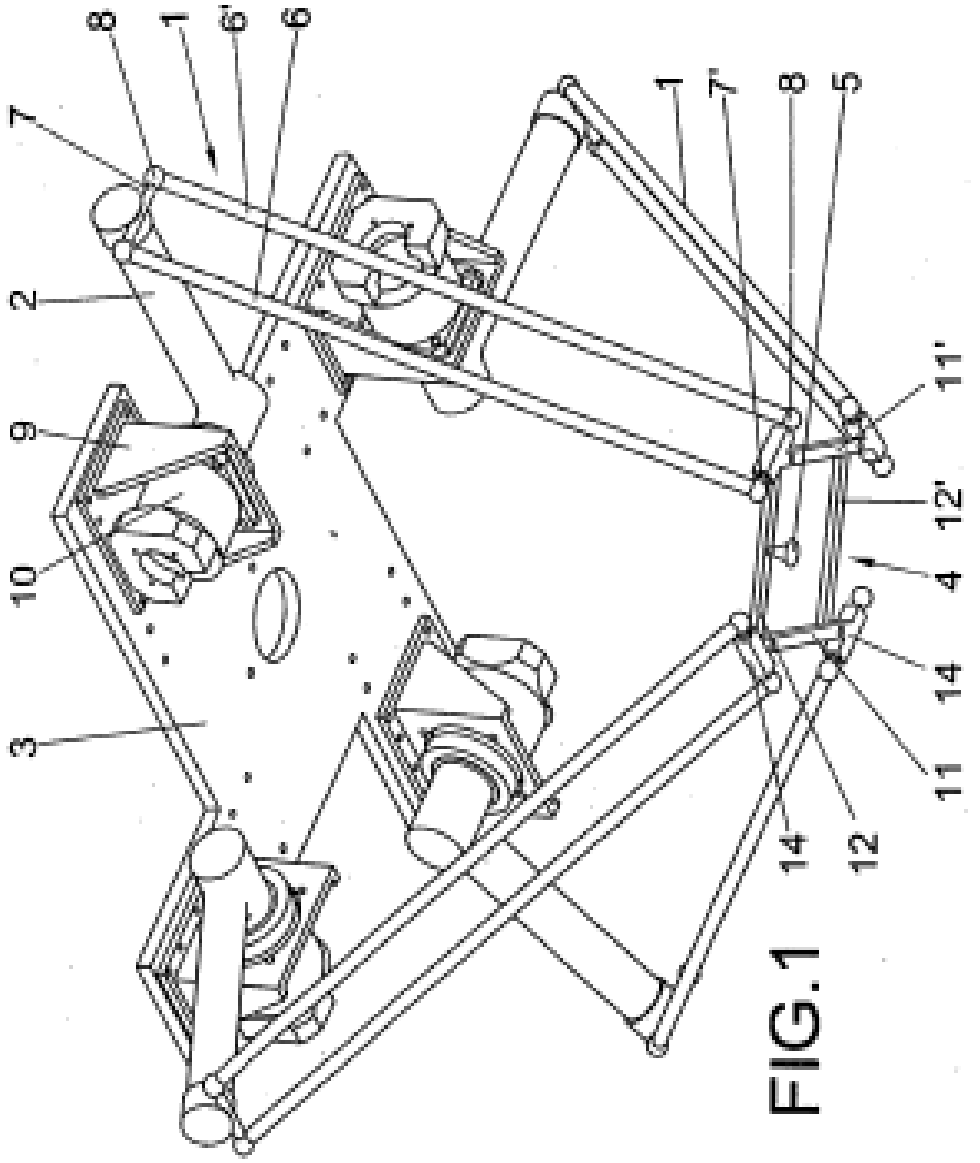



FIG.1

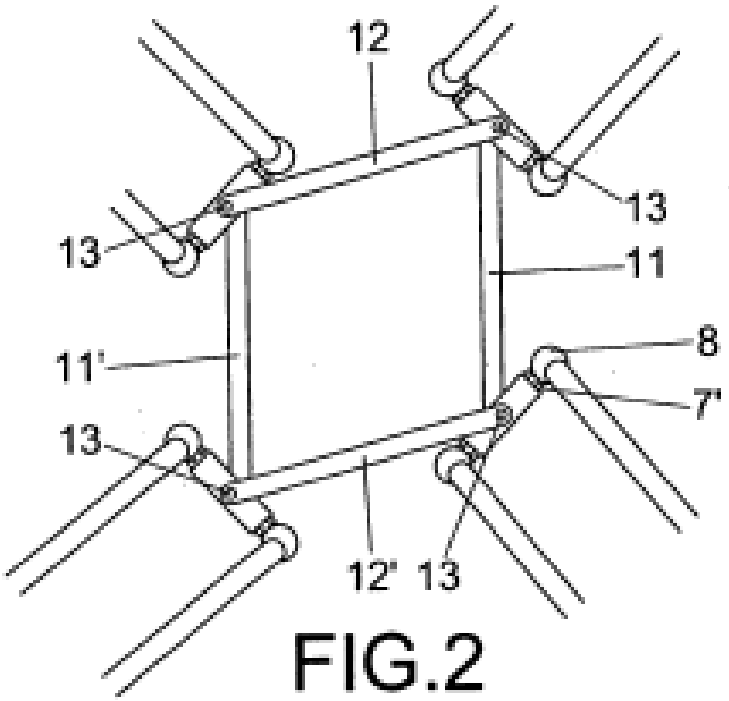



FIG.2

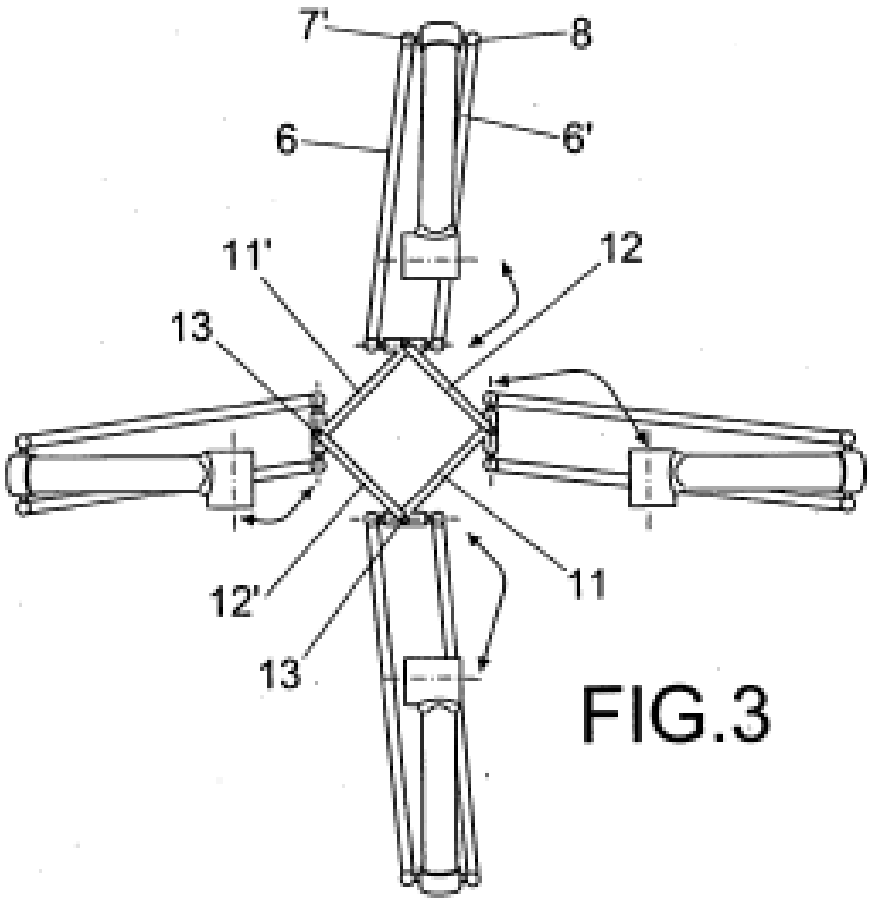



FIG.3

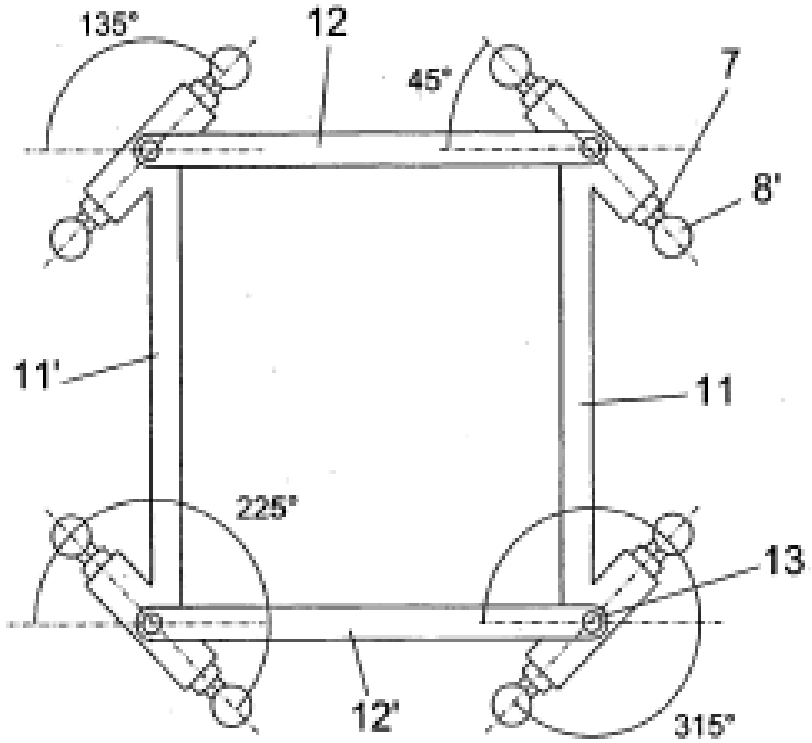



FIG.4

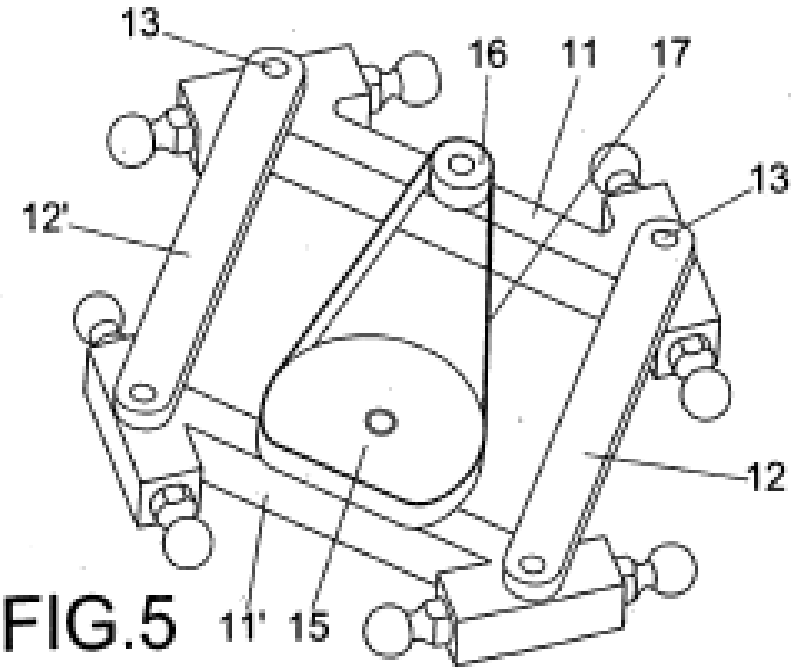



FIG.5

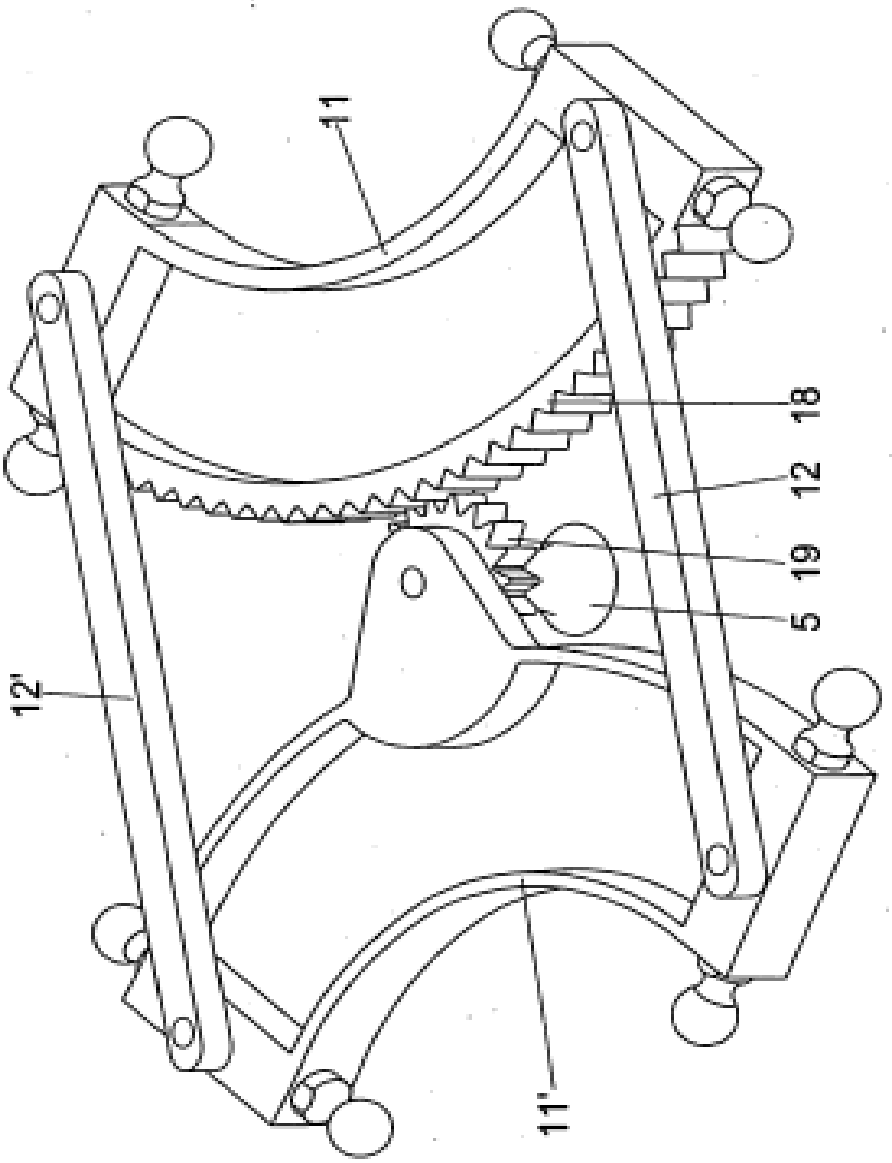



FIG.6

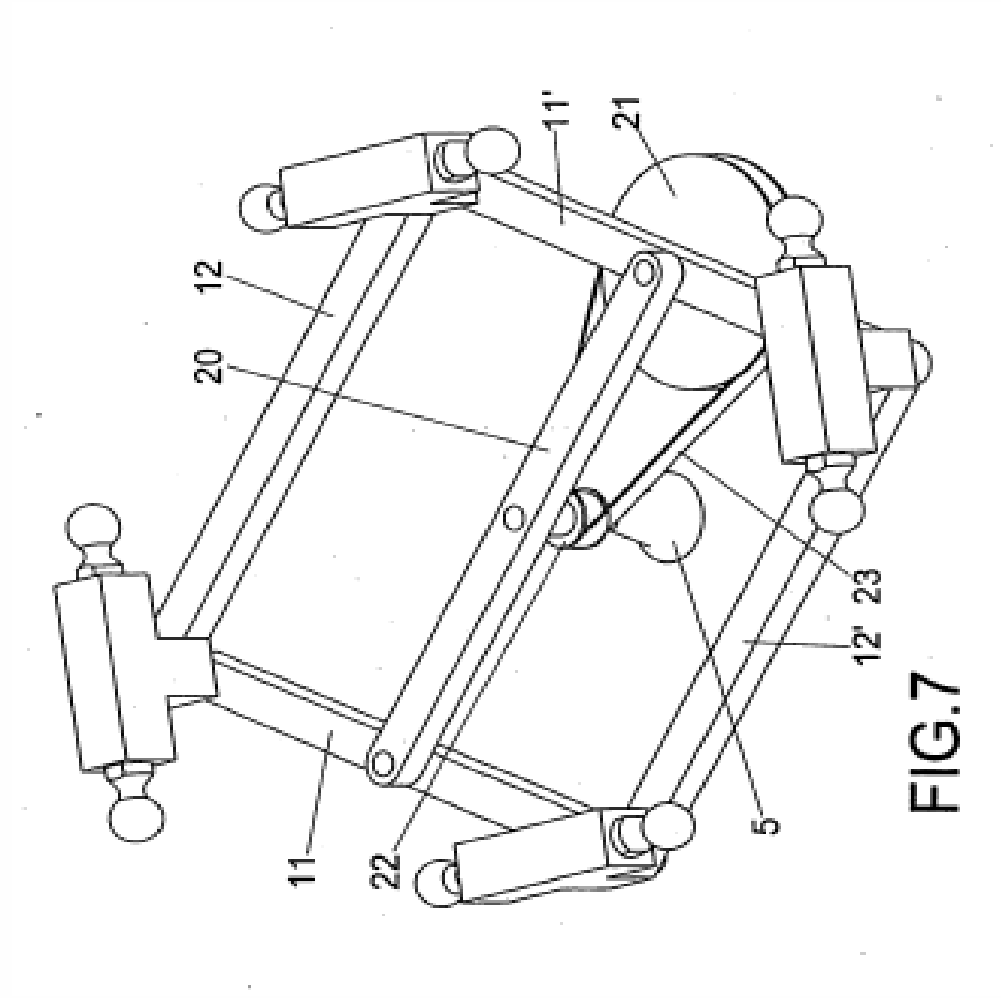



FIG.7

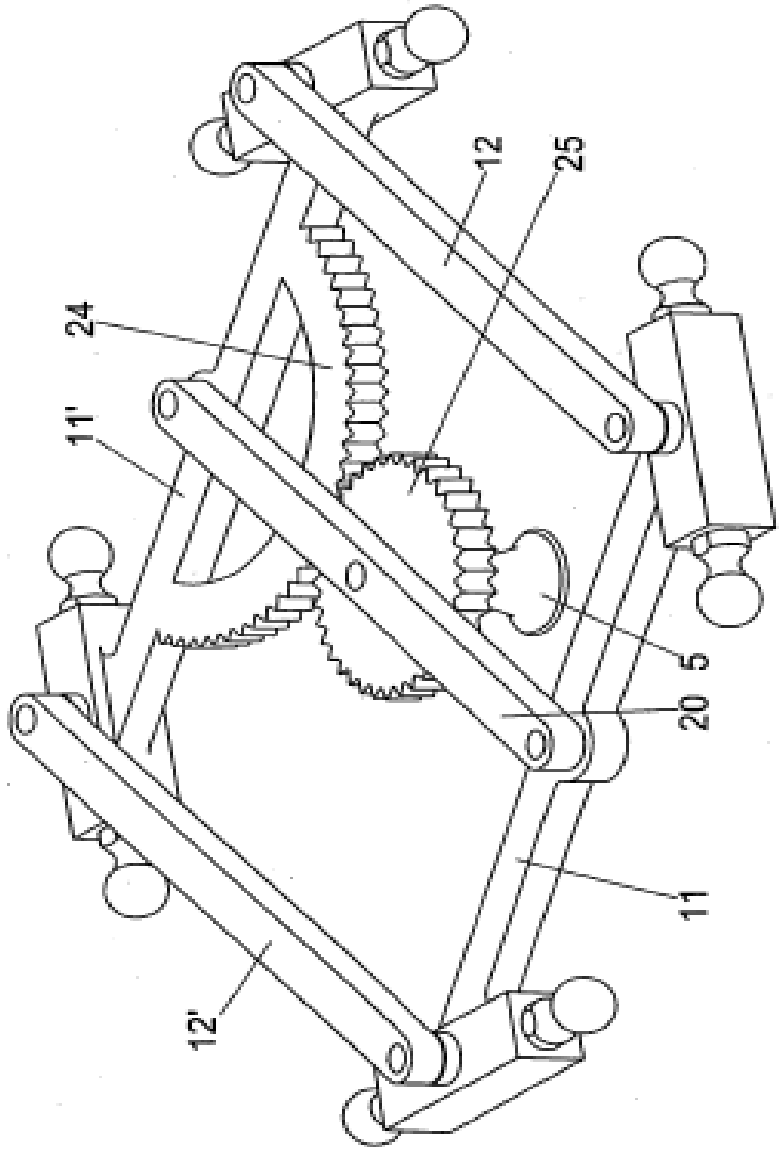



FIG.8

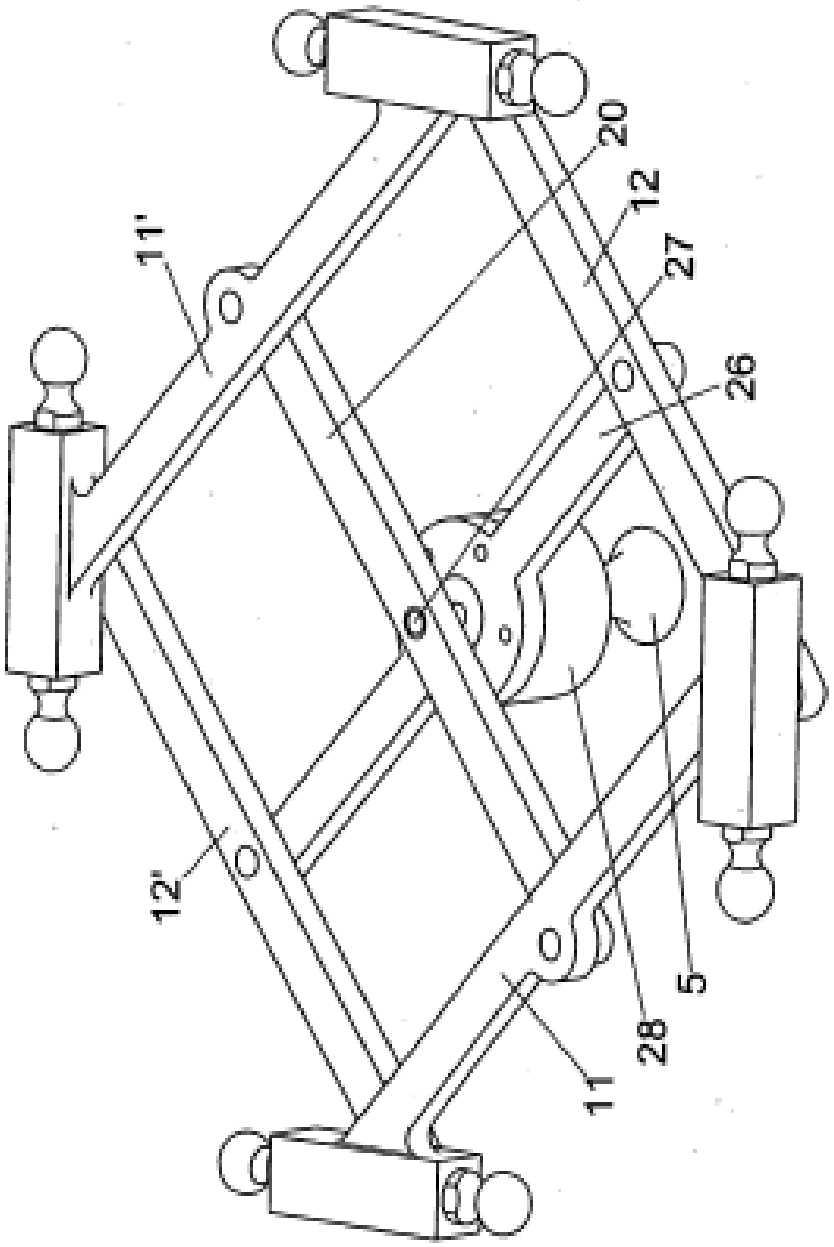



FIG.9