



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 195 792**

② Número de solicitud: 200201197

⑤ Int. Cl.7: **B62D 57/02**

F16H 21/18

A63H 11/18

A63H 31/08

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **24.05.2002**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2003**

Fecha de la concesión: **14.02.2005**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **16.03.2005**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:
16.03.2005

⑰ Titular/es:
**Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Serrano, 117
28006 Madrid, ES**

⑱ Inventor/es: **Akinfiiev, Teodor;
Armada Rodríguez, Manuel Ángel y
Fernández Saavedra, Roemi Emilia**

⑳ Agente: **No consta**

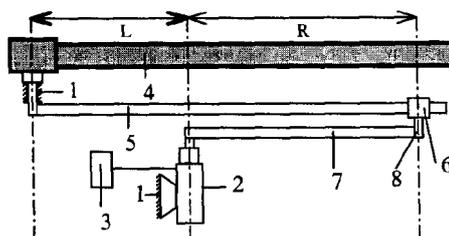
⑳ Título: **Actuador para movimientos de arranque-parada, principalmente en robots caminantes, y el procedimiento para su control.**

㉑ Resumen:

Actuador para movimientos de arranque-parada, principalmente en robots caminantes, y el procedimiento para su control.

Actuador para movimientos de arranque-parada, que se caracteriza porque la conexión cinemática entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) contiene un eslabón móvil (5) conectado a la base (1) y con posibilidad de rotación alrededor del punto de conexión, una corredera (6) que se desliza a lo largo del eslabón móvil (5), y una manivela (7) conectada cinemáticamente con el motor (2) y unida a charnela por medio del dedo (8) con la corredera (6).

El procedimiento para su control se caracteriza porque el movimiento del elemento de trabajo (4) se realiza a través del eslabón móvil (5), rotando la manivela (7) con la ayuda del motor (2) y porque las posiciones de arranque y parada están determinadas por el ángulo formado entre la manivela (7) y el eslabón móvil (5).



ES 2 195 792 B1

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

DESCRIPCION

Actuador para movimientos de arranque-parada, principalmente en robots caminantes, y el procedimiento para su control.

Sector de la técnica

La invención pertenece a la ingeniería mecánica, y se puede utilizar particularmente en robótica, en dispositivos para la automatización, en actuadores de paso y otros dispositivos.

Estado de la técnica

En los documentos de patente EP0433096 y US4834200 se utiliza lo siguiente. Actuador para las patas de un robot caminante, compuesto por una base, y un motor eléctrico instalado fijamente en la base, conectado con el sistema de control y conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo.

En estas soluciones, el motor del actuador junto con una caja de reducción de engranajes constante debe compensar el par producido por la fuerza de gravedad. Este par producido por la fuerza de gravedad se podría compensar entonces, utilizando motores pequeños con una relación de reducción grande, pero esta opción presenta el inconveniente de que restringe mucho la velocidad de la pata. Otra posibilidad sería compensar el par producido por la fuerza de gravedad utilizando motores grandes con una relación de reducción pequeña, pero tendría el inconveniente de que aumentaría tanto peso del robot como el consumo energético del mismo.

Descripción de la invención

Breve descripción de la invención

Actuador para movimientos de arranque-parada, principalmente en robots caminantes, que se caracteriza porque la conexión cinemática entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) contiene un eslabón móvil (5) conectado a la base (1) y con posibilidad de rotación alrededor del punto de conexión, una corredera (6) que se desliza a lo largo del eslabón móvil (5) en dirección radial, y una manivela (7) conectada cinemáticamente con el motor (2) y unida a charnela por medio del dedo (8) con la corredera (6), de tal manera que los ejes de rotación del eslabón móvil (5), de la manivela (7) y del dedo (8) son paralelos, y el eslabón móvil (5) está conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4). La distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7) puede ser mayor o menor que la longitud de la manivela (7). Dicha relación afecta directamente a las propiedades del actuador.

Descripción detallada de la invención

La presente invención hace referencia a un actuador para movimientos de arranque-parada, principalmente en robots caminantes, y al procedimiento para su control. El objetivo de dicha invención es la disminución de la potencia del motor del actuador, la disminución de los gastos energéticos y el aumento de la velocidad de acción del actuador.

El actuador está compuesto por una base (1), y un motor eléctrico (2) instalado fijamente en la base (1), conectado con el sistema de control (3) y conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4), y se caracteriza porque la conexión

cinemática entre el motor (2) el elemento de trabajo (4) contiene un eslabón móvil (5) conectado a la base (1) y con posibilidad de rotación alrededor del punto de conexión, una corredera (6) que se desliza a lo largo del eslabón móvil (5) en dirección radial, y una manivela (7) conectada cinemáticamente con el motor (2) y unida a charnela por medio del dedo (8) (esférico o cilíndrico) con la corredera (6). El eslabón móvil (5) está acoplado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4). Dicho acoplamiento se puede realizar por medio de un reductor, de un mecanismo piñón-cremallera, de un mecanismo de transmisión por cadena o correa dentada, etc.; en el más simple de los casos este acoplamiento se puede realizar fijando directamente el elemento de trabajo (4) en el eslabón móvil (5). Los ejes de rotación del eslabón móvil (5), de la manivela (7) y del dedo (8) son paralelos (cuando se utiliza un dedo esférico, esta última condición sobre la paralelidad del eje de rotación del dedo se realiza automáticamente).

La distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7) puede ser menor que la longitud de la manivela (7).

La distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7) puede ser mayor o igual que la longitud de la manivela (7).

Estas soluciones técnicas permiten disminuir la potencia del motor (2), disminuir los gastos energéticos y aumentar la velocidad de acción del actuador, a costa de que la relación de transmisión entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) sea variable y dependa esencialmente del ángulo de giro de la manivela (7).

La manivela (7) puede estar dotada de un dispositivo regulador que permita variar su longitud. Este dispositivo puede realizarse, por ejemplo, en forma de varilla de regulación (9) con una rosca izquierda en un extremo, con una rosca derecha en el otro extremo, y con las roscas correspondientes en las partes de respuesta, lo que permitiría realizar cambios de longitud de la manivela (7) al girar la varilla de regulación (9). El dispositivo regulador de la manivela puede contener un motor de regulación (10) conectado al sistema de control (3). En este caso, el motor de regulación (10) podría estar fijado en una de las partes de respuesta y conectado cinemáticamente con la varilla de regulación (9), por ejemplo, con la ayuda de engranajes cilíndricos de dientes rectos. Esto permitiría realizar un ajuste óptimo de la relación de transmisión en condiciones de carga variable. El sistema de control realizaría la regulación teniendo en cuenta la información de la posición de la varilla de regulación (9) que se recibe del sensor de posición del motor de regulación (10).

El actuador puede contener un sensor del ángulo de giro del motor (2), de tal forma que este sensor esté conectado con el sistema de control (3). El actuador puede contener un sensor del ángulo de giro del motor de regulación (10), de tal forma que este sensor esté conectado con el sistema de control (3). El actuador puede contener un sensor del ángulo entre la manivela (7) y el eslabón móvil (5), de tal forma que este sensor esté conectado con el sistema de control (3).

El actuador puede contener un sensor del ángulo entre la manivela (7) y la base (1), de tal forma que este sensor esté conectado con el sistema de control (3).

La conexión cinemática entre el motor (2) y la manivela (7) puede contener un reductor (16) con una relación de transmisión mayor o menor que la unidad. La conexión cinemática entre el eslabón móvil (5) y el elemento de trabajo (4) puede contener un reductor (20) con una relación de transmisión mayor o menor que la unidad. La conexión cinemática entre el eslabón móvil (5) y el elemento de trabajo (4) puede contener un mecanismo piñón cremallera, lo que no excluye la presencia de un reductor (20) (con una relación de transmisión mayor o menor que la unidad) en este circuito cinemático (por ejemplo, entre el eslabón móvil y la rueda dentada). El actuador puede contener también un sistema de elementos elásticos con uno o varios elementos elásticos (11). Al menos un elemento elástico (11) puede tener uno de sus extremos conectado al eslabón móvil (5), y el otro extremo conectado a la base (1) del actuador. Al menos un elemento elástico (11) puede tener uno de sus extremos conectado al elemento de trabajo (4), y el otro extremo conectado a la base (1) del actuador. Al menos un elemento elástico (11) puede tener uno de sus extremos conectado a la manivela (7), y el otro extremo conectado a la base (1) del actuador. El sistema de elementos elásticos puede estar regulado de tal forma que el eslabón móvil (5) se encuentre en posición de equilibrio cuando la manivela (7) esté paralela al eslabón móvil (5).

La presencia de los elementos elásticos (11) permite disminuir aún más los gastos energéticos y aumentar la velocidad de acción, a costa de que las fuerzas de inercia sean compensadas total o parcialmente en el proceso de movimiento con los elementos elásticos (11) y no con el motor (2).

El actuador puede contener fijadores de una o varias posiciones del elemento de trabajo (4). La fijación de la posición del elemento de trabajo (4) se puede realizar en relación a la base (1) (se prefiere esta variación, ya que asegura una mayor precisión en el posicionamiento), en relación al eslabón móvil (5) o en relación a la manivela (7). Además, son posibles otras variaciones como la fijación de la posición de la manivela (7) o del eslabón móvil (5) en relación a la base (1) o entre ellos mismos. Los picaportes mecánicos se pueden utilizar como fijadores. Estos picaportes mecánicos contienen dos partes. Una de las partes está compuesta de un electroimán (17) conectado a la base (1) y conectado al sistema de control (3) para desfijar la conexión, un elemento limitador ferromagnético (18) que interactúa con el electroimán (17) y un pestillo (12) de resorte (11) conectado al limitador (18). La otra parte contiene uno o varios cerraderos (19) instalados en el elemento de trabajo (4). Se puede realizar otra variación del fijador cuando una de sus partes (fijada, por ejemplo, en la base (1)) es un electroimán (17) conectado con el sistema de control (3), y la otra parte es una plataforma de hierro instalada rígidamente en el elemento de trabajo (4) de tal manera, que en una posición determinada del elemento de trabajo (4), el electroimán

interactúa con esta plataforma.

La utilización de fijadores permite disminuir los gastos energéticos ya que durante la parada, el motor (2) del actuador puede estar desconectado. Una ventaja adicional de la utilización de fijadores es el aumento de la precisión del posicionamiento del elemento de trabajo (4), sobre todo, cuando su fijación se realiza en relación a la base (1).

Descripción del funcionamiento del dispositivo

Régimen I. Consideremos primero el caso en el que la longitud de la manivela (7) es mayor que la distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7) (Figura 1).

En la posición inicial todos los elementos del actuador están en reposo. El sistema de control (3) aplica al motor (2) una tensión de una polaridad determinada y el motor (2) empieza a girar poniendo en movimiento la manivela (7) que está conectada cinemáticamente con el motor (2). A su vez, la manivela (7) pone en movimiento a través del dedo (8) la corredera (6), que empieza a deslizarse a lo largo del eslabón móvil (5) provocando simultáneamente su rotación. El eslabón móvil (5) pone en movimiento al elemento de trabajo (4) a través de la conexión cinemática (inmediatamente a través del reductor, a través de un mecanismo piñón-cremallera, etc.). Al alcanzar el elemento de trabajo (4) la posición determinada por el sistema de control (3) gracias a las señales de un sensor (por ejemplo, del sensor de posición del eslabón móvil (5) respecto a la base (1), del sensor de posición del motor (2), etc.) o de un contador (timer) incorporado en el sistema de control (3), se mantiene el motor (2) en dicha posición con la ayuda del sistema de control (3).

En principio, las posiciones inicial y final del actuador pueden ser cualesquiera. Sin embargo, cuando en la posición inicial (punto S1) y en la posición final (punto S3) del actuador, la manivela (7) está paralela al eslabón móvil (5) y dirigida en sentido contrario al eje de rotación del eslabón móvil (5), resulta de máximo interés. En este caso, se puede realizar un movimiento del elemento de trabajo (4) girando ininterrumpidamente la manivela (7) con la ayuda del motor (2) un ángulo de 360 grados, después de lo cual finaliza la rotación de la manivela (7). Con tal rotación de la manivela (7), el eslabón móvil (5) también girará 360 grados y el elemento de trabajo (4) girará un ángulo determinado por la relación de transmisión de la conexión cinemática entre el eslabón móvil (5) y el elemento de trabajo (4) (si se utiliza un mecanismo piñón-cremallera, entonces el elemento de trabajo (4) realizará un movimiento progresivo en lugar de un movimiento de rotación). Por ejemplo, si la relación de transmisión es igual a cuatro, entonces el elemento de trabajo (4) girará un ángulo de 90 grados. El próximo movimiento de la manivela (7) se puede realizar entonces, en el mismo sentido o en sentido contrario. Consecuentemente, el elemento de trabajo (4) girará otros 90 grados o volverá a la posición inicial. En tal régimen, el actuador considerado puede funcionar prácticamente como un actuador de paso. Sin embargo, a diferencia del actuador de paso tradicional que tiene una relación

de transmisión constante, el actuador propuesto se caracteriza porque su relación de transmisión no es constante, sino que depende del ángulo de giro de la manivela (7) (Figura 2). Así, en el momento inicial del movimiento, la relación de transmisión es máxima (lo que asegura una alta aceleración). Después, la relación de transmisión disminuye suavemente hasta la posición media de la manivela (7) (lo que asegura la posibilidad de movimiento del elemento de trabajo (4) con una velocidad alta). Después de que la manivela (7) pasa la posición media, la relación de transmisión empieza a crecer y se hace máxima en la posición final (lo que asegura la posibilidad de frenado intensivo del elemento de trabajo(4)). De esta manera, se garantiza una alta velocidad de acción del actuador. Además, con una relación de transmisión variable se consigue un rendimiento más alto del motor (2) del actuador ya que su velocidad va a ser prácticamente constante en una parte considerable de la trayectoria, sin tener en cuenta que la velocidad del elemento de trabajo (4) va a cambiar considerablemente.

Cuando el movimiento de la manivela (7) se realiza en los alrededores de la posición en la cual la manivela (7) está paralela al eslabón móvil (5) y dirigida en el sentido del eje de rotación del eslabón móvil (5) (punto S2), también resulta de gran interés. En este caso, el actuador puede ser utilizado eficazmente en máquinas caminantes, y particularmente, en un robot bípedo. Por ejemplo, que el elemento de trabajo (4) del actuador represente una pata del robot bípedo, y que la base (1) del actuador represente el cuerpo del robot. Cuando la pata se apoya en la superficie sobre la cual se mueve el robot y el cuerpo del robot está en posición vertical, la manivela (7) está paralela al eslabón móvil (5) y dirigida en el sentido del eje de giro del eslabón móvil (5). En esta posición, la relación de transmisión entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) tiene un valor mínimo, y en las desviaciones del cuerpo del robot de la posición vertical, la relación de transmisión aumenta. La carga sobre el actuador se comporta análogamente; así, en la posición vertical del cuerpo del robot, la carga tiene un valor mínimo y, en las desviaciones del cuerpo del robot de la vertical, la carga aumenta. De esta manera, el actuador considerado se adapta automáticamente a la variación de carga externa cambiando la relación de transmisión. Esta adaptación es especialmente importante con cargas grandes sobre el actuador (en el ejemplo considerado corresponde a grandes desviaciones del cuerpo del robot de la vertical), ya que permite utilizar un motor menos potente, conservando una alta velocidad de acción del actuador con cargas pequeñas. Si el actuador contiene un dispositivo regulador que permite variar la longitud de la manivela (7), entonces se puede ajustar la dependencia de la relación de transmisión del actuador, del ángulo de giro de la manivela (7) (o del elemento de trabajo(4)), para una concordancia óptima del actuador con la carga (Figura 3). Y si el dispositivo regulador contiene un motor de regulación (10), entonces el ajuste se puede realizar directamente en el proceso de movimiento del actuador. En este caso se podría asegurar una adaptación del actuador

a la carga, que no dependería tan sólo del ángulo de giro del cuerpo del robot (por ejemplo, si en el proceso de inclinación el robot toma una carga pesada con la mano).

Régimen II. El funcionamiento del actuador cuando la longitud de la manivela (7) es menor que la distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7), es análogo (Figura 4). La diferencia radica en que en este caso la dependencia de la relación de transmisión del actuador, del ángulo de giro de la manivela (7), tiene un carácter completamente distinto (Figura 5). Dicha dependencia presenta un comportamiento periódico, con un período de 360 grados, dentro del cual se pueden distinguir dos partes: una parte donde la relación de transmisión tiene valores positivos (tramo A - B) y otra parte donde la relación de transmisión tiene valores negativos (tramo B - C). El valor negativo de la relación de transmisión significa que la manivela (7) Y el eslabón móvil (5) giran en sentidos contrarios. En los puntos A, B Y C la relación de transmisión tiende a más o a menos infinito. Estos puntos corresponden a las posiciones en las que entre la manivela (7) Y el eslabón móvil (5) hay un ángulo de 90 grados. En estos puntos, la desviación del eslabón móvil (5) de su posición media es máxima. Correspondientemente, en estos mismos puntos, la desviación del elemento de trabajo (4) (conectado cinemáticamente con el eslabón móvil (5) por medio de un mecanismo de transmisión con relación de marchas constante) de su posición media también va a ser máxima. A cada posición del eslabón móvil (5) dentro de sus límites de traslación (con excepción de los puntos extremos) le corresponden dos posiciones de la manivela (7), una dentro de los límites del ángulo α y otra dentro de los límites del ángulo β (Figura 6). Por tanto, el movimiento del eslabón móvil (5) de una posición a otra puede realizarse de dos maneras: moviendo la manivela (7) dentro de los límites del ángulo α o dentro de los límites del ángulo β . La relación de transmisión entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) dependerá esencialmente de que el movimiento de la manivela (7) se produzca dentro de los límites de uno u otro ángulo. Si la rotación se produce dentro de los límites del ángulo α , la magnitud absoluta de la relación de transmisión va a ser menor que en el caso en el que la rotación se produzca dentro de los límites del ángulo β . Esto permite mover la manivela (7) dentro de los límites de un ángulo, cuando la carga es pequeña (y obtener altas velocidades de traslación) o dentro de los límites del otro ángulo, cuando la carga sobre el actuador es grande (y con esto tener velocidades menores de traslación). El paso de un ángulo de trabajo a otro se realiza moviendo la manivela (7) a través de uno de los puntos críticos (A, B o C). El sistema de control (3) recibe del sensor de ángulo entre el eslabón móvil (5) y la manivela (7) (variantes: del sensor de posición del motor (2), del sensor de posición del eslabón móvil (5) o del elemento de trabajo (4) respecto a la base (1)), información sobre la posición de los elementos del actuador y realiza la aplicación de la tensión correspondiente sobre el motor (2).

Estas propiedades del actuador pueden ser

muy útiles si se utilizan, por ejemplo, en robots del tipo “pick & place”, en los que se realiza un movimiento con carga en el agarre (una gran carga de inercia), y otro sin carga (carga pequeña).

Sin embargo, el caso que presenta máximo interés es cuando en la posición inicial y en la posición final del actuador, la manivela (7) es perpendicular al eslabón móvil (5) (es decir, cuando se realiza el movimiento del eslabón móvil (5) de una posición extrema a otra). En este caso, el actuador asegura un cambio óptimo en la relación de transmisión para el mantenimiento de altas aceleraciones del elemento de trabajo (4) al principio y al final del movimiento (una magnitud absoluta alta de la relación de transmisión) y para el mantenimiento de altas velocidades en la parte media de la trayectoria (una magnitud absoluta baja de la relación de transmisión). Dicho movimiento puede realizarse dentro de los límites del ángulo α , o bien dentro de los límites del ángulo β , dependiendo del sentido de giro de la manivela (7) (y correspondientemente, del motor (2)). Como las relaciones de transmisión en estos movimientos son diferentes en magnitud, se puede utilizar el actuador en aquellos sistemas en los cuales la carga exterior (de inercia o de fuerza) cambia considerablemente. Por ejemplo, al trasladar la mano con carga del robot en un sentido y la mano sin carga del robot en otro sentido. Otro ejemplo de la utilización del actuador es en un robot caminante, donde el actuador tiene que trasladar alternativamente la pata del robot en el aire y después el cuerpo del robot en relación a la pata que se apoya en la superficie. Como las cargas en estos dos movimientos son considerablemente diferentes, se puede realizar un movimiento muy rápidamente, girando el motor (2) en un sentido y el siguiente movimiento lentamente, girando el motor (2) en sentido contrario. De tal manera, el actuador permitiría trasladar el elemento de trabajo (4) de una posición a otra y tener dos leyes de cambio de relación de transmisión del actuador diferentes, dependiendo del sentido del movimiento del motor (2).

Al igual que en el régimen I, la presencia de un dispositivo regulador permite variar la dependencia de la relación de transmisión del actuador, del ángulo de giro de la manivela (7). Sin embargo, a diferencia del caso considerado anteriormente, ahora el cambio de la longitud de la manivela (7) conlleva simultáneamente el cambio de la desviación máxima posible del eslabón móvil (5) (y correspondientemente, del elemento de trabajo (4)) de la posición media.

Con una reserva de regulación de la longitud de la manivela (7) suficiente, el mismo actuador puede funcionar en el régimen I y en el régimen II, y el paso de uno a otro se realizaría variando la longitud de la manivela (7). Este paso puede realizarse con el actuador en reposo o durante su funcionamiento (utilizado el motor de regulación (10)).

Se puede obtener un aumento adicional de la efectividad del actuador a costa de la utilización de elementos elásticos (11) (muelles o resortes). Esto resulta útil para la compensación de cargas inerciales (proceso dinámico) y para la compen-

sación de cargas de fuerza (proceso cuasi-estático). Por ejemplo, para el actuador que funciona en las condiciones del régimen I, uno de los extremos del sistema de elementos elásticos (constituido por uno o varios elementos elásticos (11)) se puede fijar en la base (1) del actuador, y el otro extremo se puede conectar por medio de charnelas al dedo (8) de la manivela (7). El punto de fijación del sistema de elementos elásticos en la base (1), el eje de giro del eslabón móvil (5) y el eje de giro de la manivela (7) pueden estar en una línea del plano paralelo al plano de giro de la manivela (7), y el sistema de elementos elásticos puede ser estirado en todas las posiciones de la manivela (7). Si el actuador tiene principalmente una carga inercial y para la realización del paso de trabajo la manivela (7) se traslada 360 grados (actuador de paso), entonces el punto de fijación del sistema de elementos elásticos en la base (1) se coloca fuera del segmento que conecta el eje de giro del eslabón móvil (5) y la manivela (7), por el lado del eje de giro del eslabón móvil (5) (Figura 7). En la posición inicial la manivela (7) está en estado de equilibrio inestable. Después de que empieza el movimiento, el sistema de elementos elásticos empuja la manivela (7) en el sentido de su giro (ángulos de 0 a 180 grados), lo que favorece el movimiento de la manivela (7), del elemento de trabajo (4) y del eslabón móvil (5) (carga inercial). Después de pasar la posición media, cuando el sistema tiene una velocidad alta y correspondientemente una alta energía cinética, el sistema de elementos elásticos empuja la manivela (7) en el sentido contrario al de su movimiento (ángulos de 180 a 360 grados), lo que favorece un frenado intenso de los elementos. La energía cinética acumulada se transforma en la energía potencial del sistema de elementos elásticos estirado. Después, el proceso se repite. El actuador se mantiene en la posición inicial con la ayuda del motor (2) o del fijador de posición especial (por ejemplo, en forma de picaporte mecánico con muelles que cierra automáticamente la manivela en el momento en que ésta llega a la posición final) que se desfija (por ejemplo, con la ayuda de un electroimán especial) antes del comienzo del siguiente movimiento.

Si el actuador realiza un movimiento en los alrededores de una de las posiciones de la manivela (7) y la carga tiene principalmente un carácter de fuerza y está dirigida en el mismo sentido en el que comenzó la desviación de esa posición (por ejemplo, en el caso de utilización del actuador en un robot bípedo), entonces se puede utilizar como posición inicial tal posición de la manivela (7) cuando ésta es paralela al eslabón móvil (5) y está dirigida en el sentido del eje de giro del eslabón móvil (5) (Figura 8). En este caso, el sistema de elementos elásticos va a compensar de forma automática (parcial o totalmente) la carga externa, lo que permite utilizar un motor de menor potencia. Si la carga de fuerza tiene su valor mínimo, no en la posición inicial de la manivela (7), sino con cierta desviación de la posición inicial, entonces el punto de fijación del sistema de elementos elásticos en la base (1) se puede mover correspondientemente hacia fuera de la recta que pasa por el eje de giro de la manivela (7) y del eslabón móvil (5).

Si el actuador funciona en las condiciones del régimen II, entonces se puede utilizar otro Método de fijación del sistema de elementos elásticos. En este caso, se puede fijar un extremo del sistema de elementos elásticos en el eslabón móvil (5) o en el elemento de trabajo (4) (por ejemplo, en el eslabón móvil (5)), y el otro extremo en la base (1). El sistema de elementos elásticos puede estar constituido de dos elementos elásticos (11) o muelles, cada uno de los cuales está estirado (o comprimido) al trasladar el punto de fijación móvil en todo el intervalo de movimiento (Figura 9). Los elementos elásticos (11) están regulados de tal manera que el elemento de trabajo (4) ocupa la posición intermedia (15) con el motor (2) desconectado. En las posiciones extremas (13) y (14) el eslabón móvil (5) o el elemento de trabajo (4) se mantienen con fijadores (Figura 10). Antes de iniciarse el movimiento, se desfija el actuador de la posición inicial (13). Bajo la acción del sistema de elementos elásticos el eslabón móvil (5) comienza una aceleración intensa hasta la posición intermedia (15), después de ello sigue con un frenado intensivo y al llegar a la posición final (14) se cierra automáticamente el fijador. El motor (2) no influye considerablemente en el carácter del movimiento sino que sirve para la compensación de las pérdidas durante el mismo. Esto permite obtener altas velocidades de movimiento con pequeños gastos energéticos.

Descripción de los dibujos

Para la mejor comprensión de cuanto queda escrito en esta memoria, se acompañan unos dibujos en los que, tan sólo a título de ejemplo, se representan casos prácticos de realización del actuador y de su funcionamiento.

La figura 1 hace referencia al actuador para movimientos de arranque-parada. Dicho actuador está compuesto por una base (1), y un motor eléctrico (2) instalado fijamente en la base (1), conectado con el sistema de control (3) y conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4). La conexión cinemática entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) contiene un eslabón móvil (5) conectado a la base (1) y con posibilidad de rotación alrededor del punto de conexión, una corredera (6) que se desliza a lo largo del eslabón móvil (5) en dirección radial, y una manivela (7) conectada cinemáticamente con el motor (2) por medio de un reductor (16) y unida a charnela por medio del dedo (8) con la corredera (6). La longitud R de la manivela (7) es mayor que la distancia L entre los ejes de giro del eslabón móvil (5) y de la manivela (7). Los ejes de rotación del eslabón móvil (5), de la manivela (7) y del dedo (8) son paralelos. El eslabón móvil (5) está conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4) por medio de un reductor (20).

La figura 2 muestra la dependencia de la relación de transmisión K, del ángulo de giro de la manivela φ para el caso en el que R es mayor que L. En el momento inicial del movimiento S1, la relación de transmisión

es máxima (lo que asegura una alta aceleración). Después, la relación de transmisión disminuye suavemente hasta la posición media S2 de la manivela (7) (lo que asegura la posibilidad de movimiento del elemento de trabajo (4) con una velocidad alta). Después de que la manivela (7) pasa la posición media S2, la relación de transmisión empieza a crecer y se hace máxima en la posición final S3 (lo que asegura la posibilidad de frenado intensivo del elemento de trabajo(4)).

La figura 3 hace referencia al dispositivo para la regulación de la longitud de la manivela (7). Dicho dispositivo está realizado en forma de varilla de regulación (9) con una rosca izquierda en un extremo, con una rosca derecha en el otro extremo, y con las roscas correspondientes en las partes de respuesta, lo que permite realizar cambios de longitud de la manivela (7) al girar la varilla de regulación (9). El dispositivo regulador de la manivela contiene además un motor de regulación (10) conectado al sistema de control (3). En este caso, el motor de regulación (10) está fijado en una de las partes de respuesta y conectado cinemáticamente con la varilla de regulación (9), por ejemplo, con la ayuda de engranajes cilíndricos de dientes rectos.

La figura 4 hace referencia al actuador para movimientos de arranque-parada. Dicho actuador está compuesto por una base (1), y un motor eléctrico (2) instalado fijamente en la base (1), conectado con el sistema de control (3) y conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4). La conexión cinemática entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) contiene un eslabón móvil (5) conectado a la base (1) y con posibilidad de rotación alrededor del punto de conexión, una corredera (6) que se desliza a lo largo del eslabón móvil (5) en dirección radial, y una manivela (7) conectada cinemáticamente con el motor (2) por medio de un reductor (16) y unida a charnela por medio del dedo (8) con la corredera (6). La longitud R de la manivela (7) es menor que la distancia L entre los ejes de giro del eslabón móvil (5) y de la manivela (7). Los ejes de rotación del eslabón móvil (5), de la manivela (7) y del dedo (8) son paralelos. El eslabón móvil (5) está conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4) por medio de un reductor (20).

La figura 5 muestra la dependencia de la relación de transmisión K, del ángulo de giro de la manivela φ para el caso en el que R es menor que L. Dicha dependencia presenta un comportamiento periódico, con un período de 360 grados, dentro del cual se pueden distinguir dos partes: una parte donde la relación de transmisión tiene valores positivos (tramo A B) y otra parte donde la relación de transmisión tiene valores negativos (tramo B - C). El valor negativo de la

relación de transmisión significa que la manivela (7) y el eslabón móvil (5) giran en sentidos contrarios. En los puntos A, B y C la relación de transmisión tiende a más o a menos infinito. Estos puntos corresponden a las posiciones en las que entre la manivela (7) y el eslabón móvil (5) hay un ángulo de 90 grados.

La figura 6 muestra las posiciones extremas del eslabón móvil cuando R es menor que L. A cada posición del eslabón móvil (5) dentro de sus límites de traslación (con excepción de los puntos extremos) le corresponden dos posiciones de la manivela (7), una dentro de los límites del ángulo α y otra dentro de los límites del ángulo, β . Por tanto, el movimiento del eslabón móvil (5) de una posición a otra puede realizarse de dos maneras: moviendo la manivela (7) dentro de los límites del ángulo α o dentro de los límites del ángulo β .

La figura 7 hace referencia a un ejemplo de la utilización del sistema de elementos elásticos. En este caso, uno de los extremos del elemento elástico (11) está conectado a la base (1) del actuador, y el otro extremo está conectado por medio de charnelas al dedo (8) de la manivela (7). El punto de fijación del elemento elástico (11) en la base (1), el eje de giro del eslabón móvil (5) y el eje de giro de la manivela (7) pueden estar en una línea del plano paralelo al plano de giro de la manivela (7), y el elemento elástico (11) puede ser estirado en todas las posiciones de la manivela (7). El punto de fijación del elemento elástico (11) en la base (1) se coloca fuera del segmento que conecta el eje de giro del eslabón móvil (5) y la manivela (7), por el lado del eje de giro del eslabón móvil (5).

La figura 8 hace referencia a un ejemplo de la utilización del sistema de elementos elásticos. Uno de los extremos del elemento elástico (11) está conectado a la base (1) del actuador, y el otro extremo está conectado por medio de charnelas al dedo (8) de la manivela (7). El punto de fijación del elemento elástico (11) en la base (1), el eje de giro del eslabón móvil (5) y el eje de giro de la manivela (7) pueden estar en una línea del plano paralelo al plano de giro de la manivela (7), y el elemento elástico (11) puede ser estirado en todas las posiciones de la manivela (7). El punto de fijación del elemento elástico (11) en la base (1) se coloca fuera del segmento que conecta el eje de giro del eslabón móvil (5) y la manivela (7), por el lado del eje de giro de la manivela (7).

La figura 9 hace referencia a un ejemplo de la utilización del sistema de elementos elásticos. Dicho sistema está constituido por dos elementos elásticos (11) o muelles, cada uno de los cuales está estirado al trasladar el punto de fijación móvil en todo el intervalo de movimiento. Uno de los extremos del sistema de elementos elásticos está conectado en el

eslabón móvil (5), y el otro extremo en la base (1). Los elementos elásticos (11) están regulados de tal manera que el elemento de trabajo (4) ocupa la posición intermedia (15) con el motor (2) desconectado. En las posiciones extremas (13) y (14), el eslabón móvil (5) o el elemento de trabajo (4) se mantienen con fijadores. Antes de iniciarse el movimiento, se desfija el actuador de la posición inicial (13). Bajo la acción del sistema de elementos elásticos el eslabón móvil (5) comienza una aceleración intensa hasta la posición intermedia (15), después de ello sigue con un frenado intensivo y al llegar a la posición final (14) se cierra automáticamente el fijador. El motor (2) no influye considerablemente en el carácter del movimiento sino que sirve para la compensación de las pérdidas durante el movimiento.

La figura 10 hace referencia a un ejemplo de realización del fijador del elemento de trabajo (4). En este caso se utiliza un picaporte mecánico que contiene dos partes. Una de las partes está compuesta de un electroimán (17) conectado a la base (1) y conectado al sistema de control (3) para desfijar la conexión, un elemento limitador ferromagnético (18) que interactúa con el electroimán (17) y un pestillo (12) de resorte (11) conectado al limitador (18). La otra parte es un cerradero (19) instalado en el elemento de trabajo (4).

Modos de realización de la invención

La presente invención se ilustra adicionalmente con los siguientes ejemplos, los cuales no pretenden ser limitativos de su alcance.

Ejemplo 1

El actuador en cuestión está compuesto por una base (1), y un motor eléctrico (2) instalado fijamente en la base (1), conectado con el sistema de control (3) y conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4). La conexión cinemática entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) contiene un eslabón móvil (5), conectado a la base (1) y con posibilidad de rotación alrededor del punto de conexión, una corredera (6) que se desliza a lo largo del eslabón móvil en dirección radial, y una manivela (7) conectada al motor (2) y unida a charnela por medio del dedo (8) cilíndrico con la corredera (6). El eslabón móvil (5) está conectado al elemento de trabajo (4) por medio de un reductor (20) en serie y de un mecanismo piñón-cremallera. Los ejes de giro del eslabón móvil (5), de la manivela (7) y del dedo (8) son paralelos. La distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7) es menor que la longitud de la manivela (7).

La manivela (7) está dotada de un dispositivo regulador, que permite ajustar su longitud. Este dispositivo está realizado en forma de varilla de regulación (9) con una rosca izquierda en un extremo, con una rosca derecha en el otro extremo, y con las roscas correspondientes en las partes de respuesta. Dicho dispositivo contiene además un

motor de regulación (10) conectado con el sistema de control (3). El motor de regulación (10) está fijado en una de las partes de respuesta y conectado con la varilla de regulación (9) por medio de engranajes cilíndricos de dientes rectos.

El sistema de control (3) contiene un sensor del ángulo de giro del motor (2), un sensor del ángulo de giro del motor de regulación (10) y un sensor del ángulo entre la manivela (7) y el eslabón móvil (5).

El actuador contiene un elemento elástico (11), con uno de sus extremos conectado a la base (1) y el otro extremo conectado por medio de charnela a la manivela (7) a través del dedo (8). El elemento elástico (11) está regulado de tal forma que la manivela (7) se encuentra en una posición de equilibrio cuando la manivela (7) está paralela al eslabón móvil (5) y dirigida en el sentido del eje de giro del eslabón móvil (5), y en una posición de equilibrio inestable cuando la manivela (7) está paralela al eslabón móvil (5) y dirigida en el sentido contrario al eje de giro del eslabón móvil (5).

El actuador contiene un fijador de una posición (inicial) del eslabón móvil (5), realizado en forma de electroimán instalado en la base (1), conectado con el sistema de control (3) y con una parte de respuesta hecha de un material ferromagnético, sujeta al eslabón móvil (5).

El procedimiento para el control del actuador se caracteriza porque el movimiento del elemento de trabajo (4) se realiza girando ininterrumpidamente la manivela (7) con la ayuda del motor (2) un ángulo de 360 grados, después de lo cual se termina el giro de la manivela (7), y porque en las posiciones de arranque y parada el ángulo formado Θ entre la manivela (7) y el eslabón móvil (5) es de 0 o 360 grados.

El procedimiento para el control del actuador se caracteriza por el hecho de que se realizan cambios de longitud de la manivela (7) con la ayuda

del motor de regulación (10) durante el proceso de movimiento de la manivela (7).

Ejemplo 2

El actuador en cuestión está compuesto por una base (1), y un motor eléctrico (2) instalado fijamente en la base (1), conectado con el sistema de control (3) y conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4). La conexión cinemática entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) contiene un eslabón móvil (5), conectado a la base (1) y con posibilidad de rotación alrededor del punto de conexión, una corredera (6) que se desliza a lo largo del eslabón móvil en dirección radial, y una manivela (7) conectada al motor (2) a través de un reductor (16) y unida a charnela por medio del dedo (8) cilíndrico con la corredera (6). El eslabón móvil (5) está conectado con el elemento de trabajo (4) por medio de un reductor (20) en serie y de un mecanismo piñón-cremallera. Los ejes de giro del eslabón móvil (5), de la manivela (7) y del dedo (8) son paralelos.

La distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7) es mayor que la longitud de la manivela (7). El sistema de control (3) contiene un sensor de ángulo entre la manivela (7) y el eslabón móvil (5).

El procedimiento para el control del actuador del robot caminante se caracteriza porque el movimiento del elemento de trabajo (4) se realiza rotando la manivela (7) con la ayuda del motor (2) en el sentido del eje de rotación del eslabón móvil (5) cuando la pata correspondiente del robot caminante no se apoya en la superficie, y en sentido contrario cuando la pata correspondiente del robot caminante se apoya en la superficie y porque en las posiciones de arranque y parada del elemento de trabajo (4), el ángulo Θ entre el eslabón móvil (5) y la manivela (7) es de 90 o 270 grados.

REIVINDICACIONES

1. Actuador para movimientos de arranque-parada, principalmente en robots caminantes, compuesto por una base (1), y un motor eléctrico (2) instalado fijamente en la base (1), conectado con el sistema de control (3) y conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4), y que se **caracteriza** porque la conexión cinemática entre el motor (2) y el elemento de trabajo (4) contiene un eslabón móvil (5) conectado a la base (1) y con posibilidad de rotación alrededor del punto de conexión, una corredera (6) que se desliza a lo largo del eslabón móvil (5) en dirección radial, y una manivela (7) conectada cinemáticamente con el motor (2) y unida a charnela por medio del dedo (8) con la corredera (6), de tal manera que los ejes de rotación del eslabón móvil (5), de la manivela (7) y del dedo (8) son paralelos, y el eslabón móvil (5) está conectado cinemáticamente con el elemento de trabajo (4).

2. Actuador para movimientos de arranque-parada según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque la distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7) es mayor que la longitud de la manivela (7).

3. Actuador para movimientos de arranque-parada según la reivindicación 1, que se **caracteriza** porque la distancia entre el eje de rotación del eslabón móvil (5) y el eje de rotación de la manivela (7) es menor que la longitud de la manivela (7).

4. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-3, que se **caracteriza** porque la manivela (7) tiene un dispositivo regulador, que permite variar la longitud de la manivela (7).

5. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-4, que se **caracteriza** porque el dispositivo regulador de la manivela (7) posee un motor de regulación (10) conectado con el sistema de control (3).

6. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-5, que se **caracteriza** porque contiene un sensor del ángulo de giro del motor (2), y ese sensor está conectado con el sistema de control (3).

7. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-6, que se **caracteriza** porque contiene un sensor del ángulo de giro del motor regulador (10), y ese sensor está conectado con el sistema de control (3).

8. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-7, que se **caracteriza** porque contiene un sensor del ángulo entre la manivela (7) y el eslabón móvil (5), y ese sensor está conectado con el sistema de control (3).

9. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-8, que se **caracteriza** porque la conexión cinemática entre el motor (2) y la manivela (7) contiene un reductor (16).

10. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-9, que se **caracteriza** porque la conexión cinemática entre el eslabón móvil (5) y el elemento de trabajo (4)

contiene un reductor (20).

11. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-10, que se **caracteriza** porque la conexión cinemática entre el eslabón móvil (5) y el elemento de trabajo (4) contiene un mecanismo piñón-cremallera.

12. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-11, que se **caracteriza** porque el actuador contiene un sistema de elementos elásticos, con al menos un elemento elástico (11) tal que, el primero de sus extremos está conectado al eslabón móvil (5) y el segundo está conectado a la base (1) del actuador.

13. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-12, que se **caracteriza** porque el actuador contiene un sistema de elementos elásticos, con al menos un elemento elástico (11) tal que, el primero de sus extremos está conectado al elemento de trabajo (4) y el segundo está conectado a la base (1) del actuador.

14. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-13, que se **caracteriza** porque el actuador contiene un sistema de elementos elásticos, con al menos un elemento elástico (11) tal que, el primero de sus extremos está conectado a la manivela (7) y el segundo está conectado a la base (1) del actuador.

15. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-14, que se **caracteriza** porque el sistema de elementos elásticos es regulado de tal manera que el eslabón móvil (5) se encuentra en una posición de equilibrio cuando la manivela (7) está paralela al eslabón móvil (5).

16. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-15, que se **caracteriza** porque contiene un fijador de al menos una posición del elemento de trabajo (4) o del eslabón móvil (5) o de la manivela (7).

17. Actuador para movimientos de arranque-parada según las reivindicaciones 1-16, principalmente en robots caminantes, que se **caracteriza** porque la base (1) es el cuerpo del robot, y el elemento de trabajo (4) es la pata del robot.

18. Procedimiento para el control del actuador según las reivindicaciones 1-17, que se **caracteriza** porque

- el movimiento del elemento de trabajo (4) se realiza a través del eslabón móvil (5), rotando la manivela (7) con la ayuda del motor (2)

- las posiciones de arranque y parada están determinadas por el ángulo Θ , que es el ángulo formado entre la manivela (7) y el eslabón móvil (5) y cuyo valor es definido por el sistema de control (3).

19. Procedimiento para el control del actuador según la reivindicación 18, que se **caracteriza** porque

- el movimiento del elemento de trabajo (4) se realiza rotando la manivela (7) con la ayuda del motor (2) en el sentido del eje de rotación del eslabón móvil (5) cuando la pata correspondiente del robot caminante

no se apoya en la superficie, y en sentido contrario cuando la pata correspondiente del robot caminante se apoya en la superficie.

- en las posiciones de arranque y parada del elemento de trabajo (4), el ángulo Θ es de 90 o 270 grados.

20. Procedimiento para el control del actuador según la reivindicación 18, que se **caracteriza** porque

- el movimiento del elemento de trabajo (4) se realiza rotando ininterrumpidamente en

cualquier sentido la manivela (7) con la ayuda del motor un ángulo de 360 grados, después de lo cual finaliza la rotación de la manivela

- en las posiciones de arranque y parada el ángulo Θ es 0 o 360 grados.

21. Procedimiento para el control del actuador según las reivindicaciones 18-20, que se **caracteriza** por el hecho de que se realizan cambios de longitud de la manivela (7) con la ayuda del motor de regulación (10) durante el proceso de movimiento de la manivela (7).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

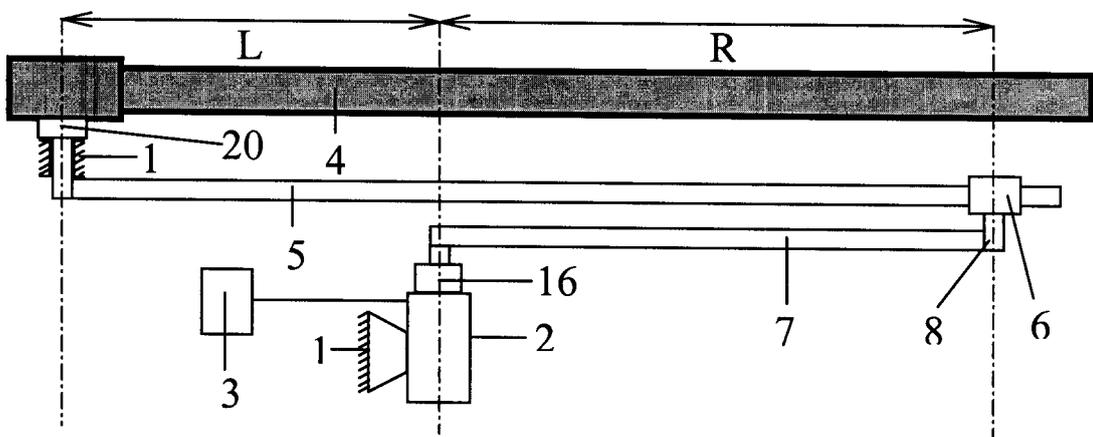


Figura 1

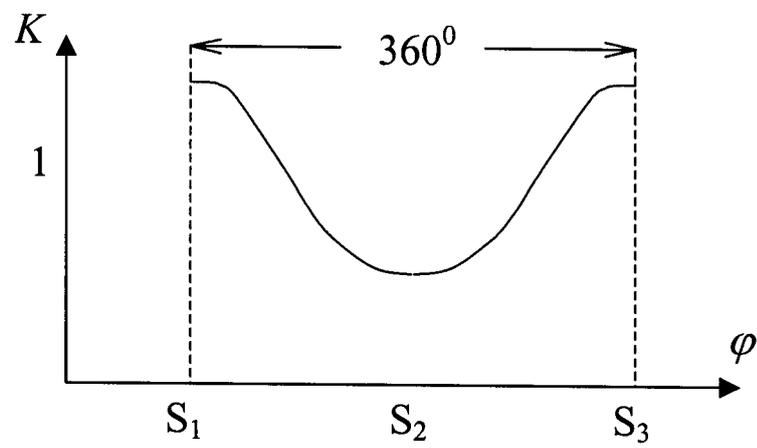
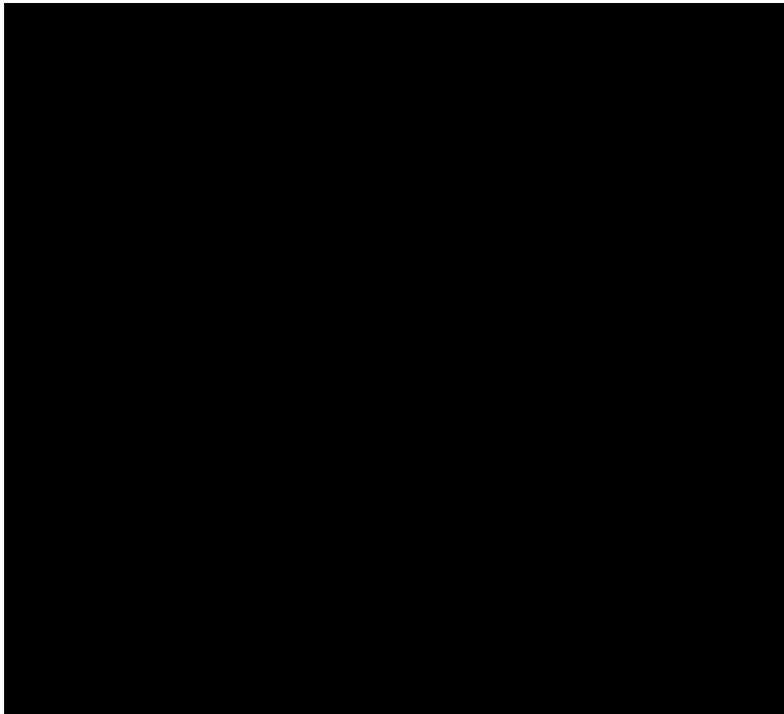


Figura 2

ES 2 195 792 B1



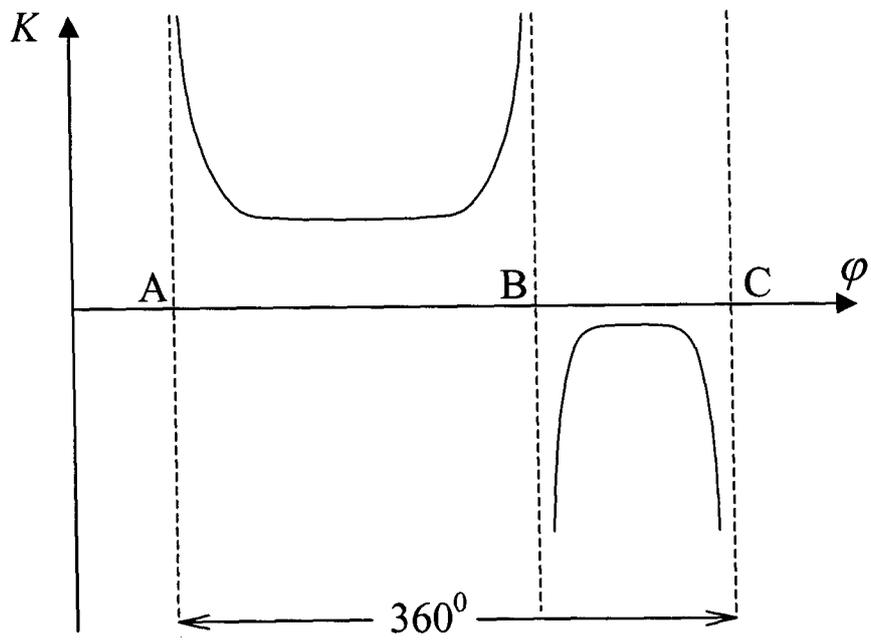


Figura 5

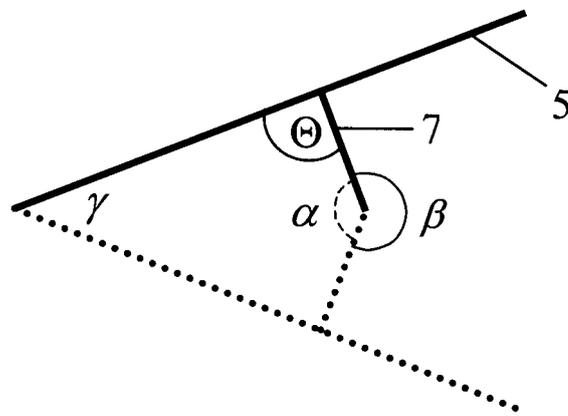


Figura 6

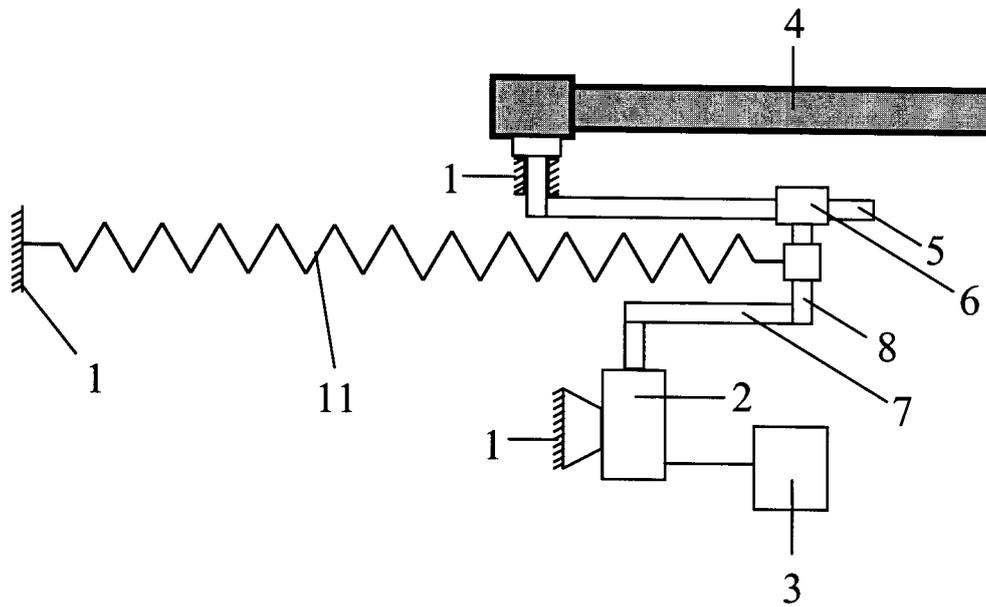


Figura 7

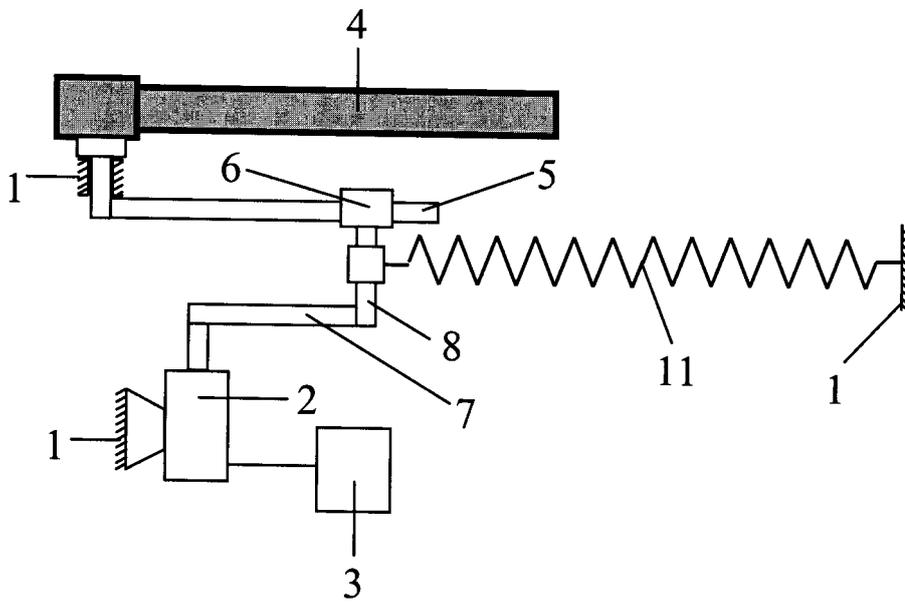


Figura 8

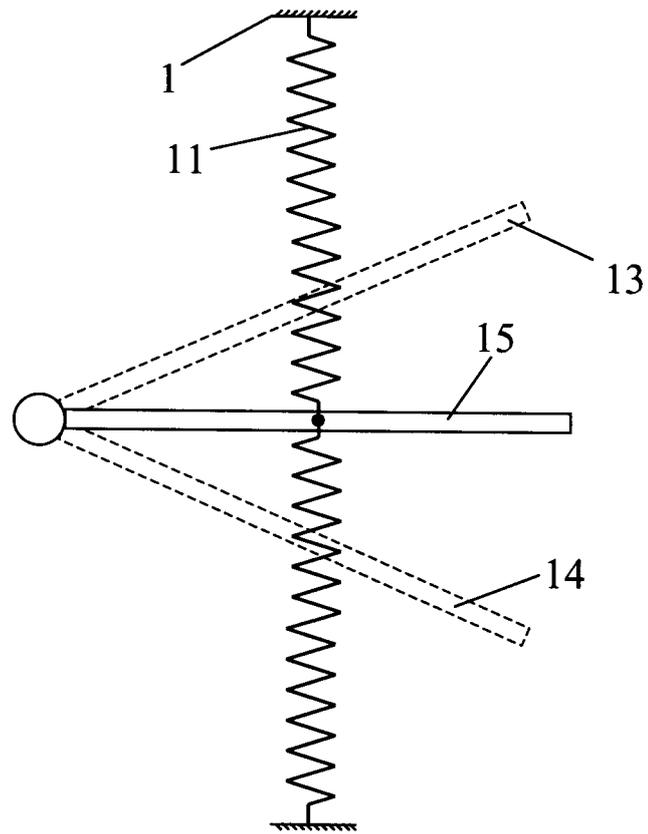


Figura 9

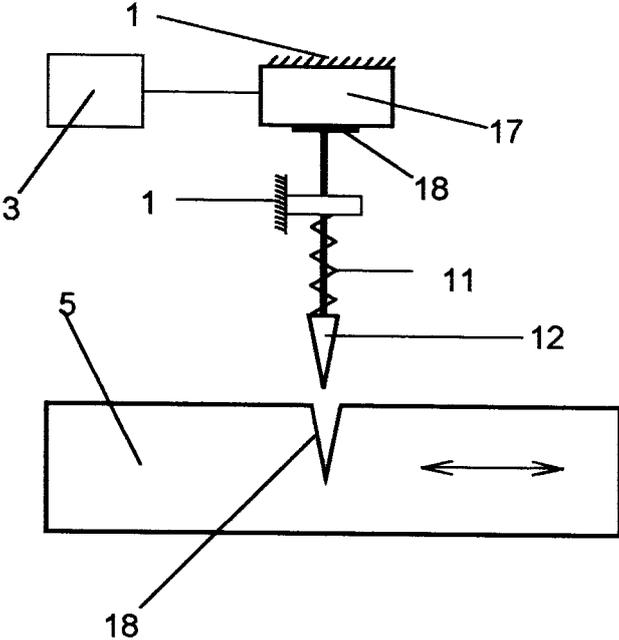


Figura 10



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 195 792

② Nº de solicitud: 200201197

③ Fecha de presentación de la solicitud: **24.05.2002**

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: B62D 57/02, F16H 21/18, A63H 11/18, 31/08

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
E	JP 2002306858 A (GENOID PROTO DESIGN KK) 22.10.2002, todo el documento.	1-19
A	GB 2150451 A (NIPPON SUNRISE INC.) 03.07.1985, todo el documento.	1-19
X	JP 01-256991 A (KUNITAKA TAKEMAE) 13.10.1989, figuras 1,2,6.	1-3,8-11, 16,18,19
Y		4-7,12-15, 17
Y	JP 04-256589 A (SHIGEO HIROSE) 11.09.1992, figuras 1,5,6.	4-7,17
Y	JP 07-227482 A (GENOID PROTO DESIGN KK) 29.08.1995, todo el documento.	12-15
Y	ES 1018896 U (FÁBRICAS AGRUPADAS DE MUÑECAS DE ONIL S.A.) 01.02.1992, todo el documento.	1-19
Y	WO 0117631 A1 (DSLE SYSTEM S.A.) 15.03.2001, todo el documento.	1-19
Y	US 5739655 A (TORII et al.) 14.04.1998, todo el documento.	1-19

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

13.08.2003

Examinador

M. Fluvià Rodríguez

Página

1/1