



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 277 442**

51 Int. Cl.:

B25J 9/10 (2006.01)

B25J 17/00 (2006.01)

G05B 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **99933350 .3**

86 Fecha de presentación : **17.06.1999**

87 Número de publicación de la solicitud: **1007294**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **14.06.2000**

54 Título: **Sistema y método para controlar un robot.**

30 Prioridad: **25.06.1998 SE 9802268**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

73 Titular/es: **PKMTRICEPT S.L.**
Polígono Industrial Comarca 2, c/ A, 37
31191 Esquiroz, Navarra, ES

72 Inventor/es: **Neumann, Karl-Erik**

74 Agente: **Azagra Sáez, María Pilar**

ES 2 277 442 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

Sistema y método para controlar un robot.

5 Ámbito técnico

La presente invención hace referencia al control y a la corrección de la posición espacial de una cabeza de posicionamiento de un robot. De aquí en adelante, la palabra “robot” incluye también herramientas del tipo de control numérico, por ejemplo, puesto que en determinadas aplicaciones, el presente robot actúa como una máquina herramienta controlada numéricamente.

Antecedentes

De acuerdo con la especificación de la Patente SE 8502327-3 (452 279), se conoce ya un robot con una cabeza de posicionamiento que está formado por al menos tres dispositivos de regulación que pueden alargarse y acortarse en dirección longitudinal. Cada uno de los dispositivos de regulación está sujeto a un bastidor fijo mediante una primera junta de forma que el dispositivo pueda rotar en todas las direcciones con respecto al bastidor. Cada uno de los dispositivos de regulación está unido en uno de sus extremos mediante una segunda junta a una cabeza de posicionamiento móvil. Un brazo rígido está unido y emerge de la cabeza de posicionamiento entre los dispositivos de regulación, estando este brazo guiado radialmente pero montado axialmente y de forma que pueda desplazarse en una junta universal con respecto al bastidor al que le une una conexión rígida.

Se conoce también un robot similar en el que los dispositivos de regulación están sujetos a un patín desplazable mediante una primera junta, estando dicho patín sujeto a un bastidor fijo de forma que cada uno de los dispositivos de regulación puede rotar en todas las direcciones con respecto al bastidor. De esta forma la junta está sujeta indirectamente al bastidor.

El estado de la técnica está representado también por la patente SE 509 505 que muestra un método de posicionamiento en el que se determina la posición de una pieza de trabajo en relación con una cabeza de posicionamiento mediante medios de registro que miden y corrigen la cabeza de posicionamiento en el espacio y un dispositivo para llevar a cabo dicha determinación.

La patente US 4,790,718 muestra un robot similar con tres brazos y con un sistema de mando por contrarreacción que trabaja en un sistema de coordenadas esféricas.

Estos robots ya conocidos son controlados por los dispositivos de regulación provistos de un motor para alargar o acortar dichos dispositivos de regulación. El control se efectúa mediante los dispositivos de regulación que son controlados linealmente hasta una posición predeterminada de la cabeza de posicionamiento o mediante la cabeza de posicionamiento que está controlada a través de un patrón de movimiento predeterminado. No hay control, pues, de la posición fijada para la cabeza de posicionamiento, lo que significa que la influencia de la fuerza y de la temperatura de los dispositivos de regulación, de las juntas, de la cabeza de posicionamiento, etc., resultará en una diferencia entre el valor de ajuste deseado y la posición real.

La diferencia entre el valor de ajuste y la posición real no es deseable y lleva a una reducción en la precisión del robot.

Objeto de la invención

El objeto de la presente invención es aumentar la precisión de un robot del tipo descrito arriba.

Resumen de la invención

El objeto de la invención se consigue disponiendo un sistema de mando por contrarreacción para complementar al sistema de control existente. Característico de la invención es, primeramente, que el sistema de control existente y el sistema de mando por contrarreacción indican las coordenadas de la cabeza de posicionamiento en distintos sistemas de coordenadas. En segundo lugar, los sensores del sistema de mando por contrarreacción se colocan, para realizar las mediciones, en una parte del robot que es móvil y acompaña al movimiento del mismo, pero que está libre de tensiones. Dicha parte no está, pues, influenciada por la temperatura o por la fuerza.

La invención se refiere a un sistema de control de un robot según la reivindicación 1.

La invención también hace referencia a un método para controlar la posición de la cabeza de posicionamiento de un robot, según la reivindicación 7.

Breve descripción de los dibujos

A continuación, la invención se describirá en más detalle mediante realizaciones que hacen referencia a los dibujos que las acompañan.

En la figura 1 se muestra una vista frontal del robot según la invención.

En la figura 2 se muestra una vista en perspectiva de un soporte fijo para una junta universal según la invención

En la figura 3 se muestra una vista en perspectiva de un brazo central controlado en la junta universal, donde la junta está provista de sensores que funcionan en un sistema de coordenadas distinto, según la invención.

Descripción de la invención

La invención hace referencia directamente a un robot 1 que posee al menos tres dispositivos de regulación 2, 3, 4 que pueden alargarse o acortarse en dirección longitudinal, estando cada uno de estos dispositivos de regulación sujetos a un bastidor fijo 6 mediante una primera junta, 20, 30, 40 de modo que cada dispositivo de regulación 2, 3, 4 pueda rotar en todas las direcciones con respecto al bastidor 6. Cada dispositivo de regulación está también unido en un extremo a una cabeza de posicionamiento móvil 8 a través de una segunda junta 21, 31, 41. También existe un brazo intermedio 10 unido entre los dispositivos de regulación 2, 3, 4 y que emerge de la cabeza de posicionamiento 8. En la Fig. 1 el dispositivo de regulación 3 con su primera junta 30 y su segunda junta 31 queda oculto por este brazo intermedio 10 pero estas piezas están indicadas mediante flechas. De manera similar a la indicada en la especificación de patente SR 8502327-3 (452 279), cada uno de los dispositivos de regulación adoptan la forma de un pistón que se desplaza en un cilindro.

El brazo 10 está conectado a la cabeza de posicionamiento 8 y se prolonga hacia arriba entre los dispositivos de regulación. Es guiado radialmente en una junta universal 12 sujeta al bastidor 6. La junta universal 12 permite al brazo deslizarse axialmente en la junta a la vez que es guiado radialmente. La junta universal 12 también permite que el brazo 10 gire un ángulo α alrededor de un primer eje y un ángulo β alrededor de un segundo eje. El primer y segundo ejes se cortan entre sí a un ángulo de 90°.

Cada dispositivo de regulación 2, 3, 4, funciona con un motor 22, 32, 42, preferiblemente eléctrico, según un patrón de movimiento determinado de antemano. El patrón de movimiento constituye la base de un sistema de control S1 que activa respectivamente los motores 22, 32, 42 para alargar o acortar los dispositivos de regulación 2, 3, 4, provocando así el desplazamiento de la cabeza de posicionamiento 8 hasta una posición específica dentro de su espacio de trabajo o el movimiento continuo de la cabeza de posicionamiento 8 a lo largo de una curva determinada dentro del espacio de trabajo. Cada dispositivo de regulación está provisto de un transductor de ángulos que mide las posiciones del motor, lo que representa la posición longitudinal del dispositivo de regulación y es sinónimo a los sensores de longitud LS1, LS2 LS3 que forman parte de un sistema de control 51 para el control de la posición X, Y, Z de la cabeza de posicionamiento en el espacio de trabajo del robot. La cabeza de posicionamiento 8 es así guiada hasta una posición X, Y, Z en un sistema de coordenadas cartesianas, según se indica en el sistema de coordenadas de la figura 1. Como también se ilustra en la Figura 1, un cabezal portaherramientas 14 está conectado a la cabeza de posicionamiento 8 mediante sistemas de conexión 16, que determina si el robot ha de tener 4, 5 o 6 ejes. También es posible que tenga más de 6 ejes.

En la Figura 2 se muestra una parte de un robot con el brazo 10 y el alojamiento de la junta universal 13 del que se ha desmontado la parte interior de la junta universal 12. El alojamiento 13 de la junta universal lleva también las primeras juntas 20, 30, 40 en su exterior. Como queda patente en la Figura 2, todas estas primeras juntas son del tipo universal, es decir, los dispositivos de regulación pueden girar en la junta alrededor de dos ejes perpendiculares. No obstante, las juntas no permiten el desplazamiento axial de los dispositivos de regulación a través de las juntas. Tal como se ha descrito anteriormente, el movimiento en la dirección axial se consigue por el alargamiento o acortamiento del dispositivo de regulación.

En la Figura 3 se muestra el brazo 10 y las piezas internas de la junta universal 12, es decir, las piezas montadas en el alojamiento 13 de la junta universal. Estas piezas internas consisten en un anillo interno 18 y un anillo externo 19. El brazo 10 puede deslizarse en el anillo interno 18 pero está bloqueado contra giro mediante unos carriles de deslizamiento 50 situados uno frente a otro en el brazo 10 y que se extienden a lo largo de los soportes 51 en el anillo interno. Externamente, el anillo interno está provisto de pasadores de cojinete 60 fijos y opuestos, montados de modo que permitan la rotación en el anillo externo 19. El anillo externo está provisto también de pasadores de cojinete 70 fijos y opuestos, montados en el alojamiento de junta universal 13. Todos los pasadores de cojinete están dispuestos en un único y mismo plano pero la línea axial a través de los pasadores de cojinetes del anillo interno se corta con la línea axial a través de los pasadores de cojinete del anillo externo a un ángulo de 90°.

El patrón de movimiento para el brazo 10 en la junta universal 12 es tal que puede girarse un ángulo α alrededor de un primer eje universal y un ángulo β alrededor de un segundo eje universal. El brazo también puede desplazarse la distancia 1 en el anillo interno 18. Puesto que el brazo está unido a la cabeza de posicionamiento 8, ello significa que puede asumir todas las posiciones X_n , Y_n , Z_r , de un espacio de trabajo determinado que sólo está limitado por la construcción del robot.

ES 2 277 442 T3

La Figura 3 también muestra que el anillo exterior 19 está provisto de un primer sensor angular 71, véase también la Figura 1, que detecta el ángulo α del brazo alrededor del primer eje universal. El anillo exterior también está provisto de un segundo sensor angular 72 que detecta el ángulo β alrededor del segundo eje universal. Además, un sensor de longitud 73, preferiblemente en forma de regla graduada de vidrio, se dispone a lo largo del brazo para detectar la longitud l del brazo. Estos tres sensores producen coordenadas que corresponden a la posición de la cabeza de posicionamiento 8 en un sistema de coordenadas esféricas indicado en la Figura 3. Esta posición en el sistema de coordenadas esféricas representa la posición real de la cabeza de posicionamiento 8. Esta posición real se obtiene en el sistema de coordenadas cartesianas mediante una transformación de coordenadas.

La transformación de coordenadas se obtiene con las ecuaciones:

$$X_a = l \sin \alpha \cos \beta$$

$$Y_a = l \sin \alpha \sin \beta$$

$$Z_a = l \cos \alpha \cos \beta$$

La cabeza de posicionamiento 8 es controlada en el sistema de coordenadas cartesianas hasta la posición (X_b, Y_b, Z_b) que representa un valor de ajuste. La posición se detecta posteriormente por los sensores 71, 72, 73 que indican la posición real (α, β, l) en el sistema de coordenadas esféricas. Se lleva a cabo la transformación de las coordenadas, mediante la cual se obtiene una posición real (X_a, Y_a, Z_a) en el sistema cartesiano. Después de esto, se calcula la diferencia $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$ entre el valor de ajuste y la posición real en el sistema de coordenadas cartesianas. Por último, esta diferencia se añade al valor de ajuste anterior (X_b, Y_b, Z_b) para así obtener un nuevo valor de ajuste (X_n, Y_n, Z_n) . Estas detecciones y cálculos se repiten de forma continua, lo que proporciona un control por contrarreacción y una mayor precisión de la posición de la cabeza de posicionamiento gracias a la compensación de la fuerza, la temperatura y las desviaciones mecánicas de la máquina.

La desviación $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$ entre el valor de ajuste (X, Y, Z) y la posición real (X_a, Y_a, Z_a) se suma, en el sistema de coordenadas cartesianas, al valor de ajuste anterior (X_b, Y_b, Z_b) para dar un nuevo valor de ajuste $X_n = X_b + \Delta X$, $Y_n = Y_b + \Delta Y$, $Z_n = Z_b + \Delta Z$. Este cálculo y esta corrección se repiten para conseguir un control continuo del valor de ajuste.

La Figura 3 también muestra un cabezal portaherramientas 14, móvil a lo largo de al menos dos ejes, que está conectado a la cabeza de posicionamiento 8. El giro alrededor de estos ejes es detectado también por los sensores 81, 82 que pueden incluirse también en el sistema de control para corregir el valor de ajuste. Si el número de ejes del cabezal para la herramienta es dos, se obtendrá un robot con 5 ejes. También es posible un mayor número de ejes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control para un robot (1) estando formado dicho robot por al menos tres dispositivos de regulación (2, 3, 4) que pueden alargarse o acortarse longitudinalmente, estando cada dispositivo de regulación directa o indirectamente sujeto en un bastidor fijo (6) a través de una primera junta (20, 30, 40) de modo que cada dispositivo de regulación pueda rotar en todas las direcciones con respecto al bastidor y que cada dispositivo de regulación esté unido por un extremo a una cabeza de posicionamiento móvil (8) a través de una segunda junta (21, 31, 41) y también un brazo rígido (10) unido y emergente de la cabeza de posicionamiento, situado entre los dispositivos de regulación y que está guiado radialmente pero montado axialmente y de forma móvil en una junta universal (12) con respecto al bastidor y con una conexión rígida al mismo, estando provistos los dispositivos de regulación de unos sensores de longitud (LS_1 , LS_2 , LS_3) que forman parte de un sistema de control (S1) que controla la posición (X, Y, Z) de la cabeza de posicionamiento en el espacio de trabajo del robot **caracterizado** porque el sistema de control incluye un sistema de mando por contrarreacción (R2) asociado a unos sensores situados en el propio robot e independientes del sistema de control (S1) y porque el sistema de mando por contrarreacción (R2) coopera con el sistema de control y porque el sistema de mando por contrarreacción (R2) está dispuesto de modo que corrige la posición (X, Y, Z) de la cabeza de posicionamiento en relación con el propio robot y porque el sistema de control (S1) y el sistema de mando por contrarreacción (R2) funcionan según sistemas de coordenadas distintos.

2. Un sistema de control según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el sistema de control (S1) está preparado para funcionar en un sistema de coordenadas cartesianas y porque el sistema de control (R2) está preparado para funcionar de acuerdo con un sistema de coordenadas esféricas.

3. Un sistema de control del tipo reivindicado en la reivindicación 2, **caracterizado** porque se colocan, junto con una junta universal, un primer sensor angular (71), un segundo sensor angular (72) y un sensor de longitud (73), indicando estos tres sensores (71, 72, 73) la posición real (α , β , l) según el sistema de coordenadas esféricas y que cooperan con el sistema de control (S1) para determinar la desviación (ΔX , ΔY , ΔZ) entre la posición espacial del valor de ajuste (X_b , Y_b , Z_b) y la posición real (X_a , Y_a , Z_a) de la cabeza de posicionamiento, con lo que se consigue que se realice la corrección de la posición ($X + \Delta X$, $Y + \Delta Y$, $Z + \Delta Z$) de la cabeza de posicionamiento en el espacio de trabajo del robot.

4. Un sistema de control del tipo reivindicado en la reivindicación 3, **caracterizado** porque los sensores (71, 72, 73) están situados para realizar las lecturas, en o en las proximidades de una parte del robot que es móvil y acompaña al movimiento del robot, estando dicha parte libre de tensiones.

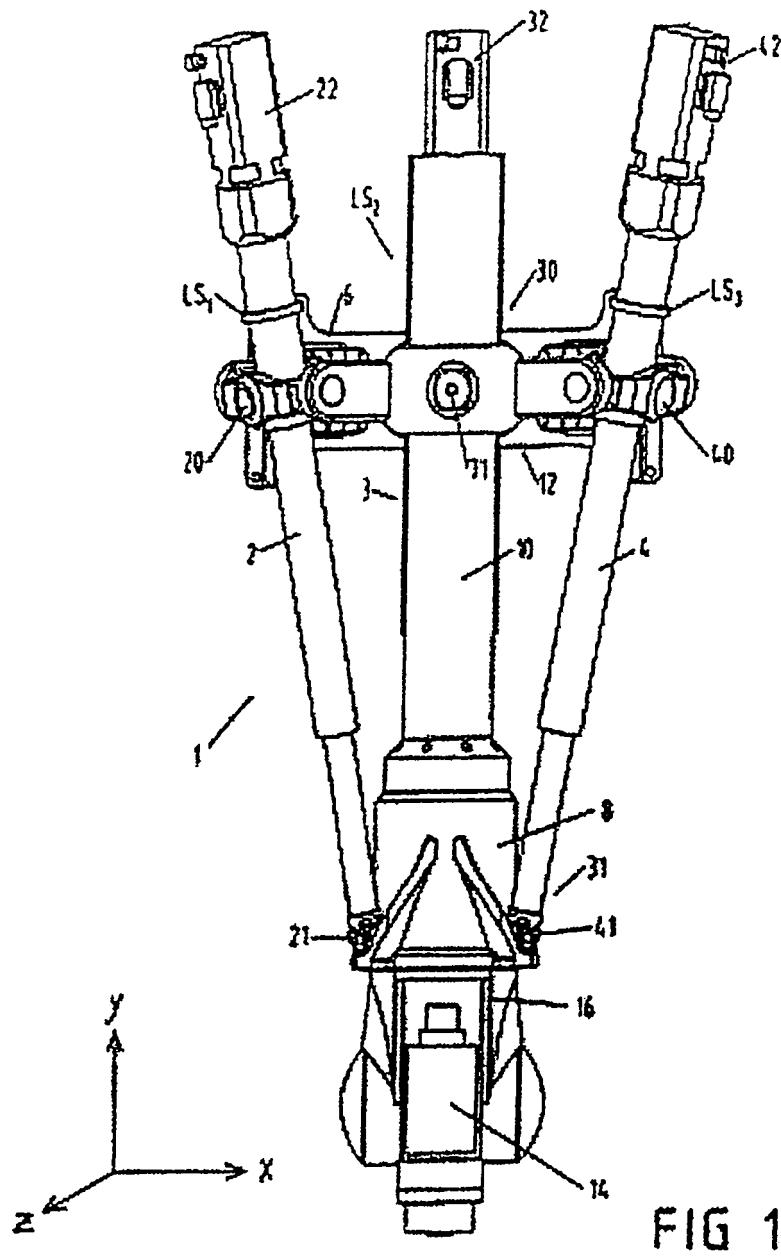
5. Un sistema de control del tipo reivindicado en la reivindicación 4, **caracterizado** porque los sensores angulares (71, 72) del sistema de control (R2) están situados en una junta universal (12) y por que el sensor de longitud (73) está situado en el brazo (10).

6. Un sistema de control del tipo reivindicado en la reivindicación 5, **caracterizado** porque al menos dos sensores angulares (81, 82) adicionales se conectan al sistema de control situado en un portaherramientas (80).

7. Un método para el control de la posición de una cabeza de posicionamiento de un robot **caracterizado** porque

- a) un sistema de control controla la cabeza de posicionamiento según un sistema de coordenadas cartesianas,
- b) un sistema de mando por contrarreacción equipado con sensores que forman parte del robot, detecta la posición (α , β , l) de la cabeza de posicionamiento según un sistema de coordenadas esféricas,
- c) se lleva a cabo una transformación de coordenadas de la posición (α , β , l) de la cabeza de posicionamiento, del sistema de coordenadas esféricas al sistema de coordenadas cartesianas,
- d) la desviación ΔX , ΔY , ΔZ obtenida entre el valor de ajuste y la posición real en el sistema de coordenadas cartesianas se añade al primer valor de ajuste X, Y, Z de la cabeza de posicionamiento para dar un nuevo valor de ajuste $X_n = X + \Delta X$, $Y_n = Y + \Delta Y$, $Z_n = Z + \Delta Z$,
- e) la posición de la cabeza de posicionamiento es modificada hasta este nuevo valor de ajuste,
- f) los pasos a) a e) se repiten para conseguir un control continuo del valor de ajuste.

8. Un método para controlar la posición de la cabeza de posicionamiento (8) de un robot según la reivindicación 7, **caracterizado** porque el método se utiliza en un robot (1) que está formado por al menos tres dispositivos de regulación (2, 3, 4) que pueden alargarse o acortarse longitudinalmente, estando cada dispositivo de regulación directa o indirectamente sujeto en un bastidor fijo (6) a través de una primera junta (20, 30, 40) de modo que cada dispositivo de regulación pueda rotar en todas las direcciones con respecto al bastidor y que cada dispositivo de regulación esté unido por un extremo a una cabeza de posicionamiento móvil (8) a través de una segunda junta (21, 31, 41) y también un brazo rígido (10) unido y emergente de la cabeza de posicionamiento y situado entre los dispositivos de regulación y que está guiado radialmente pero montado axialmente y de forma móvil en una junta universal (12) con respecto al bastidor y con una conexión rígida al mismo.



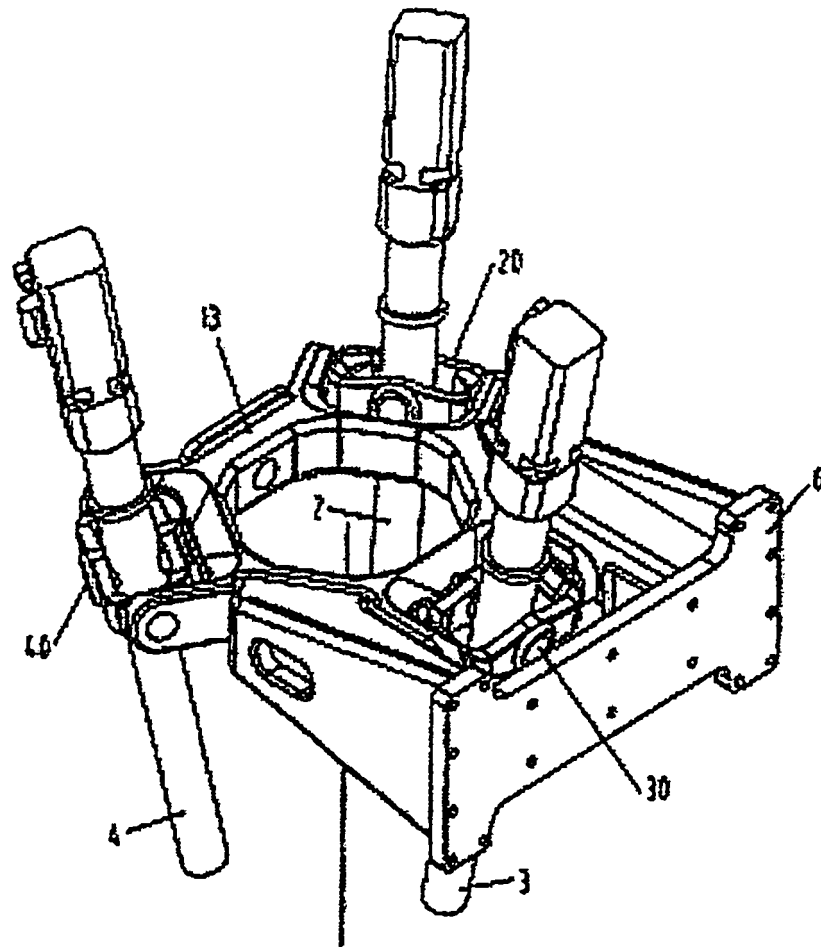


FIG 2

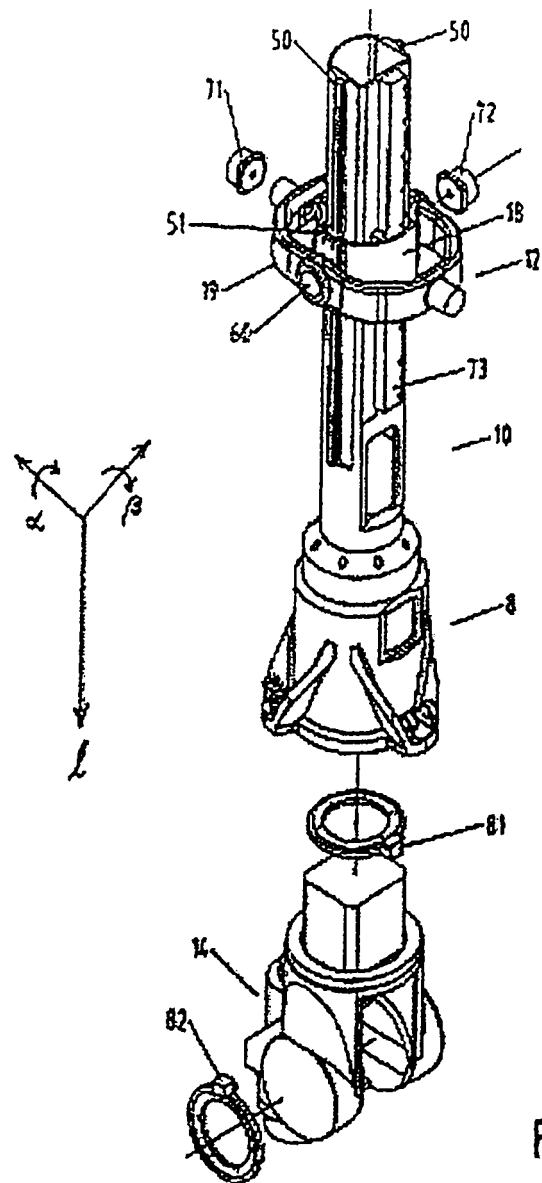


FIG 3