

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 833**

51 Int. Cl.:

G05B 19/423 (2006.01)

B25J 13/02 (2006.01)

G01S 5/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2011 E 11716179 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.05.2016 EP 2566667**

54 Título: **Aparato de mano y procedimiento para controlar y/o programar un manipulador**

30 Prioridad:

06.05.2010 DE 102010019640

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

29.08.2016

73 Titular/es:

**KUKA ROBOTER GMBH (100.0%)
Zugspitzstrasse 140
86165 Augsburg, DE**

72 Inventor/es:

SEDLMAYR, ANDREAS

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 580 833 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

Aparato de mano y procedimiento para controlar y/o programar un manipulador

5 La presente invención se refiere a un aparato de mano portátil y a un procedimiento para controlar y/o programar un manipulador, especialmente un robot.

10 En procesos de trabajo, durante la ejecución de un programa con un punto de referencia, por ejemplo el Tool Center Point ("TCP"), un manipulador se acerca a diferentes puntos de trabajo, cuyas posiciones se almacenaron previamente en el control del manipulador.

15 En el presente documento, como posición de un punto se designa generalmente su situación, es decir, componentes de distancia del punto con respecto al origen de un sistema de coordenadas de referencia, y/o una orientación de un sistema de coordenadas con puntos de referencia fijos, con respecto a un sistema de coordenadas de referencia. Por lo tanto, la posición de un punto de trabajo en el espacio se puede describir por ejemplo mediante una o varias coordenadas cartesianas (x, y, z) del punto de referencia en un sistema de coordenadas definido por ejemplo en el bastidor base de un manipulador o de una celda de procesamiento, y/o uno o varios ángulos, por ejemplo ángulos de EULER o de KARDAN (α, β, γ) con respecto a este sistema de coordenadas.

20 Para acercarse a un punto de trabajo, un manipulador debe adoptar en su articulaciones determinadas posiciones de articulación, por ejemplo ángulos de giro, y si se conoce la cinemática del manipulador, las posiciones de articulación y la posición del punto en el espacio de trabajo pueden transformarse unas en otras soltando la cinemática hacia delante y hacia atrás. Por lo tanto, de la misma manera, una posición de un punto puede describirse por ejemplo mediante posiciones de articulación del manipulador y almacenarse de manera correspondiente en el control del manipulador.

25 Para almacenar este tipo de puntos de trabajo, además de la programación offline y la enseñanza mediante el acercamiento manual del manipulador a los puntos de trabajo, por ejemplo por el documento WO01/30545A1, se conoce ya un aparato de mano portátil, cuya posición es registrada por un sistema de seguimiento óptico y un sensor de aceleración, y que presenta un elemento palpador con un punto de referencia definido. Moviendo el aparato de mano, el usuario lleva dicho punto de referencia al punto de trabajo deseando donde la posición del punto de referencia se registra por medio del sistema de seguimiento y de los sensores de aceleración y se almacena como posición del punto de trabajo.

30 En el documento DE10048952A1 se propone hacer pivotar un elemento palpador con respecto a sensores del aparato de mano para facilitar el contacto visual entre los sensores ópticos y las marcas de referencia de un sistema de seguimiento. Sin embargo, de esta manera no sólo se modifica la transformación entre la posición espacial registrada de los sensores y el punto de referencia del elemento palpador, lo que requiere un registro adicional de esta transformación variable y constituye una fuente de errores adicional. Tampoco facilita el manejo del aparato de mano, ya que el teclado que ha de ser manejado y la pantalla que ha de ser leída están conectados con los sensores. Cuando los sensores han de ponerse en una posición determinado mediante un giro alrededor del punto de referencia que permanece en el punto de trabajo, a fin de permitir el contacto visual hacia las marchas de referencia, por ejemplo mediante el pivotamiento mutuo descrito del elemento palpador y los sensores, esto puede poner el teclado y la pantalla en una posición desfavorable para el usuario.

35 La solicitud de patente alemana DE102008062624.4 no publicada con anterioridad de la solicitante propone por tanto un aparato de mano para registrar la posición espacial de un punto de trabajo con un dispositivo de manipulación unido de forma articulada a un dispositivo de registro de posición.

40 Especialmente en procesos de mecanizado, por ejemplo una soldadura, un amolado, un pulido, un desbarbado o similares, el manipulador está al menos temporalmente en contacto por unión forzada con su entorno, especialmente una pieza de trabajo que ha de ser mecanizada que durante ello ejerce una fuerza de realización sobre un punto de referencia del manipulador.

45 Para que el manipulador ejerza durante ello fuerzas de proceso deseadas sobre su entorno, estas han de predefinirse como magnitudes teóricas de una regulación de fuerza. Para ello, por ejemplo, según el estado del contacto se puede conmutar entre la regulación de posición y la regulación de fuerza, y/o realizar una regulación híbrida de fuerza y posición, por ejemplo una regulación de flexibilidad como especialmente una regulación de impedancia o de admitancia.

50 El documento US2009/0187373A1 describe un sistema portátil para la medición sobre la base de una estructura articulada cinemática-serial que presenta una interfaz hombre-máquina. En el elemento de cabeza de la estructura del brazo se encuentra el punto de referencia para la medición. El registro de posición se realiza mediante codificadores de ángulo que están incorporados en las articulaciones y mediante un escáner láser.

55

La programación de este tipo de regulaciones todavía no es posible con los aparatos de mano conocidos por el estado de la técnica descrito anteriormente, que no permiten ni el registro de fuerzas teóricas ni la detección de estados de contacto.

5 La presente invención tiene el objetivo de mejorar el control y/o la programación de un manipulador y evitar al menos una de las desventajas mencionadas anteriormente.

10 Este objetivo se consigue mediante un aparato de mano con las características de la reivindicación 1 y/o mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 9 o 12. La reivindicación 14 protege un producto de programa informático correspondiente, las reivindicaciones subordinadas se refieren a variantes ventajosas.

15 Un aparato de mano portátil según la invención o un procedimiento según la invención sirven para controlar y/o programar un manipulador, especialmente un robot. Por programación se entiende especialmente el registro de magnitudes teóricas por el aparato de mano y su almacenamiento en el aparato de mano o en un dispositivo de procesamiento, especialmente un control de manipulador, que está conectado a este preferentemente de forma permanente o temporal por cable, de forma inalámbrica o a través de una interfaz, especialmente una interfaz USB, y que intenta entonces alcanzar dichas magnitudes teóricas durante el funcionamiento. Un control del manipular, en cambio, se puede realizar especialmente online, de manera que el manipulador intenta ajustar en un plazo de tiempo corto magnitudes teóricas registradas por el aparato de mano, por ejemplo si se usa como telerrobot.

20 Para una representación más compacta, en el presente documento, como control se designa también una regulación, es decir, la emisión de magnitudes de ajuste sobre la base de una comparación de magnitudes teóricas y reales. Igualmente para una representación más compacta, también un par de fuerzas antiparalelo, por ejemplo un momento de giro, se designa en el presente documento de forma generalizada como fuerza. Por lo tanto, un dispositivo de registro de fuerzas en el sentido de la presente invención puede presentar también por ejemplo un sensor de momento de giro de uno o varios ejes o un sensor de momento de fuerza de uno o varios, especialmente seis, ejes.

30 Un aparato de mano según un primer aspecto de la presente invención comprende un dispositivo de manipulación para la manipulación del aparato de mano por un usuario, un dispositivo de registro de posición y un elemento palpador que está conectado al dispositivo de registro de posición y en el que está definido un punto de referencia, cuya posición puede registrarse por medio del dispositivo de registro de posición.

35 El dispositivo de manipulación puede presentar especialmente un dispositivo de entrada para la entrada por el usuario, por ejemplo una o varias teclas, interruptores o similares, un dispositivo de salida para la emisión al usuario, especialmente una o varias pantallas y/o una manija para el usuario. El dispositivo de registro de posición puede presentar uno o varios marcadores que pueden ser registrados por un dispositivo de seguimiento de sistema de referencia fijo, y/o sensores que a su vez registran marcas de referencia de un sistema de referencia permitiendo de esta manera un registro de la posición del punto de referencia del elemento palpador conectado al dispositivo de registro de posición.

40 Según la invención, se propone que el aparato de mano presente un dispositivo de registro de fuerza para el registro de una fuerza de reacción que actúa sobre el elemento palpador, y que el dispositivo de manipulación y el dispositivo de registro de posición estén unidos uno a otro de forma articulada.

45 La unión articulada del dispositivo de manipulación y del dispositivo de registro de posición permite por una parte poner el dispositivo de registro de posición en una posición deseada en la que se pueda registrar bien por ejemplo su posición, porque por ejemplo son visibles muchos marcadores para un dispositivo de seguimiento óptico, o en la que por ejemplo el elemento palpador conectado al dispositivo de registro de posición simula una posición teórica de una herramienta de manipulador y especialmente ejerce una fuerza de proceso deseada sobre el entorno, y al mismo tiempo, por otra parte, poner el dispositivo de manipulación en una posición espacial ventajosa en la que por ejemplo su pantalla quede bien visible, su teclado quede bien accesible o su manija quede situada de forma favorable ergonómicamente.

50 Para ello, en una forma de realización, el dispositivo de manipulación y el dispositivo de registro de posición pueden estar unidos entre sí dentro de una articulación giratoria con uno o varios, preferentemente tres, grados de libertad de giro como los proporciona una articulación esférica. Sin embargo, adicionalmente o alternativamente, también son posibles articulaciones traslacionales tales como bisagras, guías de paralelogramo, ejes lineales o similares.

60 En una forma de realización preferible, los grados de libertad de la articulación entre el dispositivo de manipulación y el dispositivo de registro de posición son bloqueables o autobloqueantes. Por ejemplo, una articulación esférica puede permanecer en una posición de giro mediante autobloqueo por fricción, hasta que el usuario la ajusta superando una fuerza mínima de manejo. De la misma manera, una articulación esférica puede enclavarse en determinadas posiciones de giro o se pueden bloquear uno o varios sentidos de giro mediante tornillos de apriete, la activación de imanes de sujeción, la activación de frenos o similares. Lo mismo es válido evidentemente también para ejes traslacionales de articulaciones correspondientes.

5 Preferentemente, la articulación entre el dispositivo de manipulación y el dispositivo de registro de posición está realizada de tal forma que permanece en una posición, mientras las fuerzas de reacción que actúan sobre el elemento palpador, registradas por el dispositivo de registro de fuerzas, no sobrepasen un valor predeterminado que preferentemente corresponde al menos a una fuerza mínima que puede ser ejercida por el usuario. Para ello, por ejemplo, una unión por fricción puede estar realizada correspondientemente alta.

10 En una forma de realización preferible, el dispositivo de manipulación y el dispositivo de registro de posición están unidos entre sí de forma separable, lo que permite la combinación de diferentes dispositivos de manipulación, por ejemplo con diferentes pantallas y/o elementos de manejo, con diferentes dispositivos de registro de posición preparados por ejemplo para el registro por diferentes dispositivos de seguimiento.

15 De manera correspondiente, también el elemento palpador unido al dispositivo de registro de posición puede estar fijado de forma separable al dispositivo de registro de posición para permitir una combinación de diferentes dispositivos de registro de posición que por ejemplo presentan diferentes dimensiones geométricas para palpar puntos de trabajo en diferentes entornos o para la simulación de una herramienta y/o que pueden estar provistos de diferentes dispositivos de registro de fuerza. También estos elementos palpadores unidos de forma separable al dispositivo de registro de posición son preferentemente inmóviles con respecto al dispositivo de registro de posición, para garantizar una transformación constante entre la posición espacial registrada del dispositivo de registro de posición y del punto de referencia en el elemento palpador.

20 En una forma de realización preferible, en la manija del dispositivo de manipulación está dispuesto un interruptor de consentimiento que debe ser accionado por el usuario por ejemplo para poder desplazar en caso de necesidad los ejes de manipulador o ejes adicionales y/o para garantizar que manipuladores dispuestos en el entorno del usuario no pongan en peligro a este. De forma especialmente preferible, el interruptor de consentimiento se puede accionar con el dedo índice, de manera que otros interruptores puedan ser manejados especialmente con el pulgar de la mano que sujeta el dispositivo de manipulación.

25 Para facilitar un registro eficiente de puntos de trabajo convenientes, realizables con el manipulador, el elemento palpador puede estar realizado, dado el caso junto con el dispositivo de registro de posición, como herramienta simulada, por ejemplo presentar sustancialmente la forma de al menos una parte de un contorno exterior de la herramienta, con la que el manipulador debe acercarse a los puntos de trabajo. Preferentemente, el punto de referencia definido en el elemento palpador corresponde al TCP.

30 En una forma de realización preferible, el dispositivo de registro de posición comprende uno o varios, preferentemente al menos tres, marcadores activos y/o pasivos realizados para el registro por un dispositivo de seguimiento. Se puede tratar por ejemplo de marcadores emisores activos o reflectantes pasivos con una forma geométrica predeterminada que pueden ser registrados por un dispositivo de seguimiento óptico que trabaja por ejemplo en el espectro visible o ultravioleta, o por un dispositivo de seguimiento acústico que trabaja por ejemplo en el espectro de ultrasonido.

35 Adicionalmente o alternativamente, el dispositivo de registro de posición también puede presentar uno o varios, preferentemente al menos tres, sensores, por ejemplo sensores de aceleración, pero también sensores de un sistema de medición inercial o sensores que a su vez registran, por ejemplo de forma óptica o acústica, marcadores activos o pasivos de un sistema de referencia permitiendo de esta manera igualmente el registro de la posición espacial del dispositivo de registro de posición y por tanto del punto de referencia del elemento palpador conectado al mismo.

40 En una forma de realización preferible, el dispositivo de registro de posición presenta varios marcadores y/o sensores que están distribuidos por el contorno de uno o varios anillos que se extienden alrededor del dispositivo de registro de posición que preferentemente es sustancialmente cilíndrico. Esto facilita el registro de los marcadores de un anillo o el registro por sensores de un anillo desde todas las direcciones normalmente con respecto a la apotema a través del punto central de dicho anillo y permite especialmente un giro del dispositivo de registro de posición alrededor de dicho apotema sin perjudicar el registro.

45 Preferentemente, el dispositivo de registro de posición presenta al menos dos de estos anillos, cuyas apotemas no son coaxiales y especialmente encierran entre ellos un ángulo superior o igual a 10° . Esto aumenta la visibilidad en la dirección visual del dispositivo de seguimiento o de los sensores a lo largo de una apotema de un anillo hacia los marcadores o sensores del otro anillo.

50 Frecuentemente, una herramienta se guía en una dirección principal determinada y se coloca sobre una pieza de trabajo que está orientada en un ángulo condicionado por ejemplo por el proceso, por ejemplo, sustancialmente normalmente con respecto a la superficie de una pieza de trabajo. Por ejemplo, frecuentemente, una pistola de encolado o una pinza portaelectrodos se guían verticalmente con respecto a la superficie orientada horizontalmente de una pieza de trabajo.

65

- 5 Por otra parte, las cámaras de un dispositivo de seguimiento también se inclinan preferentemente en ángulos determinados, por ejemplo de aprox. 45°, con respecto a la normal de la superficie de la pieza de trabajo. Si ahora, estando colocado el aparato de mano, una dirección de registro de marcadores igualmente está inclinada sustancialmente aprox. 45° con respecto a la normal de la superficie de la pieza de trabajo, resulta una posibilidad de registro óptima por las cámaras que miran sustancialmente directamente en la dirección de registro hacia los marcadores. En general, la orientación la dirección de registro de marcadores o de sensores en un determinado ángulo permite un posicionamiento del aparato de mano dentro de un cono con este ángulo de apertura sin perjudicar el registro.
- 10 Por lo tanto, en una forma de realización preferible, una dirección de registro de al menos un marcador o sensor en la que el registro es especialmente ventajoso, por ejemplo el eje óptico de un sensor o la normal de superficie de un marcador reflectante, está inclinada en un ángulo con respecto a una dirección principal del elemento palpador y/o del dispositivo de registro de posición, por ejemplo un eje longitudinal o de simetría, una dirección de colocación preferible del elemento palpador, una dirección de choque de la herramienta simulada o, estando colocada la
- 15 herramienta simulada en la posición de registro, una normal de superficie de una pieza de trabajo en la que se encuentra el punto de trabajo que ha de ser registro, que se sitúa entre 15° y 75°, especialmente entre 30° y 60°, ascendiendo de forma especialmente preferible a 45°.
- 20 Preferentemente, el dispositivo de manipulación presenta un dispositivo de entrada para la entrada por el usuario, que está preparado para el control de un eje adicional del manipulador, especialmente de una mesa de herramientas. De esta manera, el usuario puede, especialmente para palpar diferentes puntos de trabajos en diferentes posiciones de la pieza de trabajo, accionar mediante el aparato de mano ejes adicionales del manipulador, por ejemplo los ejes de giro de una mesa giratoria y/o basculante sobre la que está fijada la pieza de trabajo para
- 25 posicionar la pieza de trabajo de manera adecuada, especialmente de la manera en que queda dispuesta posteriormente durante el mecanizado de la pieza de trabajo por el manipulador, sin tener que manejar para ello un aparato de entrada adicional.
- 30 En una forma de realización preferible, en primer lugar, se registra una posición del punto de referencia y, a continuación, esta es desplazada por el usuario en una dirección predeterminada, especialmente una dirección de choque de una herramienta o una normal de superficie con respecto a la superficie de una pieza de trabajo, por ejemplo, introduciendo un importe de desplazamiento. La posición desplazada de esta manera en la dirección predeterminada con respecto a la posición registrada es registrada entonces como posición del punto de trabajo del manipulador.
- 35 Si durante el registro y el almacenamiento de posiciones de puntos de trabajo hay puntos de trabajo almacenados, por ejemplo puntos de soldadura o de encolado, que a causa de tolerancias de medición y de cálculo se encuentran erróneamente dentro del contorno de la pieza de trabajo de manera que existe el peligro que la herramienta guiada por el manipulador penetre en la pieza de trabajo dañando la pieza de trabajo y/o la herramienta durante la ejecución de un programa basado en estas posiciones, el usuario puede corregirlo desplazando los puntos de trabajo
- 40 almacenados, situados dentro del contorno de la pieza de trabajo, haciéndolos salir del contorno de la pieza de trabajo. Sin embargo, esto resulta difícil offline sin pieza de trabajo, especialmente en caso de una multiplicidad de posiciones almacenadas. La forma de realización preferible facilita para ello el registro de una posición de punto de trabajo ventajosa, situada fuera de la pieza de trabajo, de tal forma que una dirección, por ejemplo la dirección de choque de una herramienta o la normal de la superficie de una pieza de trabajo, se predefine preferentemente de
- 45 forma automática y la posición registrada inicialmente de forma errónea se desplaza en esta dirección y, después, se almacena como posición de punto de trabajo - situada ahora fuera de la pieza de trabajo.
- 50 Según un segundo aspecto de la presente invención, mediante un aparato de mano, además de una posición de un punto de referencia de dicho aparato de mano se registra también una fuerza de reacción que actúa sobre dicho aparato de mano, especialmente sobre dicho punto de referencia, y se predefine una magnitud teórica dominante de un control del manipulador en al menos una dirección sobre la base opcionalmente de una componente de posición de la posición registrada o de una componente de fuerza de la fuerza de reacción registrada.
- 55 Para ello, se puede usar especialmente un aparato de mano según el primer aspecto descrito anteriormente, que para este fin presenta el dispositivo de registro de fuerza para registrar una fuerza de reacción que actúa sobre el elemento palpador.
- 60 Dado que según el segundo aspecto se registran una o varias componentes de posición del punto de referencia y una o varias componentes de fuerza de una fuerza de reacción que desde el entorno, especialmente una pieza de trabajo que ha de ser mecanizada, actúa sobre el elemento palpador, especialmente en el punto de referencia de este, mediante el aparato de mano no sólo se pueden predefinir magnitudes teóricas de posición, sino también de fuerza.
- 65 Sin embargo, para una o varias direcciones predefinidas por ejemplo una dirección cartesiana, referida a un sistema de referencia de manipulador, de trayectoria o de pieza de trabajo, una dirección definida por grados de libertad del manipulador, o similares, se ha de predefinir respectivamente una magnitud teórica dominante para el control del

manipulador. Por lo tanto, una dirección en el sentido de la presente invención no designa solamente direcciones cartesianas, sin por ejemplo también ángulos de EULER o de KARDAN, cuaterniones, parámetros DENAVIT-HARTENBERG, posiciones de actuador o de articulación de un manipulador, ejes de un sistema de coordenadas de trayectoria o similares.

5 En un caso sencillo, para diferentes puntos de trabajo se predefine opcionalmente respectivamente una regulación pura de fuerza o una regulación pura de posición en todas las direcciones. Así, por ejemplo, para puntos auxiliares en trayectorias de aproximación o de levantamiento, sus posiciones pueden predefinirse como magnitudes teóricas, y en cambio, para puntos de trabajo en los que el manipulador está en contacto con el entorno, las fuerzas que han de ser ejercidas allí por el mismo.

10 De la misma manera, en conceptos de regulación híbridos, también se pueden predefinir como magnitudes teóricas para determinadas direcciones posiciones y, para otras direcciones, fuerzas. Por ejemplo, para el mecanizado de una superficie se puede predefinir la posición en direcciones tangenciales de una trayectoria de mecanizado, por ejemplo para seguir de manera óptima un patrón de mecanizado, mientras que en una dirección perpendicular a la superficie se predefine una fuerza para garantizar una fuerza de presión deseada, por ejemplo para el amolado, el pulido o similares. En este contexto cabe volver a mencionar que en el presente documento, generalizando, también los momentos de giro se designan como fuerzas, de manera que, por tanto, las fuerzas teóricas también pueden representar momentos de giro teóricos alrededor de ejes predefinibles. Por ejemplo, en procesos de junta puede ser conveniente predefinir opcionalmente ángulos teóricos o momentos de giro teóricos para ejes de giro, alrededor de los que se ha de bascular una pieza de trabajo guiada por manipulador.

15 Las regulaciones ventajosas pueden tener en consideración en una o varias direcciones tanto una posición teórica como una fuerza teórica, por ejemplo, de tal forma que en una regulación de impedancia, a partir de la posición teórica predefinida y la posición real se determina según una ley de fuerza, por ejemplo una ley de elasticidad, una fuerza teórica y esta es ajustada entonces por una regulación de fuerza. A la inversa, en una regulación de admitancia, una diferencia entre la fuerza teórica predefinida y la fuerza real puede transformarse según una ley de fuerza en una posición teórica, siendo ajustada ésta por una regulación de posición. Entonces, por lo tanto, o la posición o la fuerza se usa como magnitud teórica dominante, en la regulación de impedancia por ejemplo la posición teórica predefinida, y en la regulación de admitancia la fuerza teórica predefinida. Por lo tanto, en caso de tener en cuenta sólo o la posición o la fuerza, aquella que está predefinida es la magnitud teórica dominante en el sentido de la presente invención.

20 Según la invención, en una o varias direcciones, se predefine, preferentemente en uno, dos o tres grados de libertad traslacionales y/o en uno, dos o tres grados de libertad rotatorios, se predefine una magnitud teórica dominante de un control del manipulador, respectivamente sobre la base opcionalmente de una componente de posición de la posición registrada o de una componente de fuerza de la fuerza de reacción registrada.

25 La componente de posición y la componente de fuerza pueden registrarse inicialmente de forma sincrónica en la misma dirección y, a continuación, se puede seleccionar una de las dos para predefinir la magnitud teórica. De la misma manera, conforme a una elección por el usuario, alternativamente, se puede registrar ya respectivamente sólo la componente de posición o la componente de fuerza en esta dirección.

30 Para poder hacer esta elección de manera ventajosa ya durante el registro, en una forma de realización preferible, un dispositivo de entrada de un aparato de mano comprende un dispositivo de selección para elegir entre una componente de posición y una componente de fuerza. Esto permite especialmente una enseñanza intuitiva, adaptada a la situación, ya que el usuario puede determinar al guiar el aparato de mano si para el proceso son prioritarias respectivamente componentes de posición o componentes de fuerza. De la misma manera, también es posible elegir después del registro entre la definición sobre la base de la componente de posición y la componente de fuerza, especialmente en el caso de una programación sobre la base de los valores registrados, después de haberse registrado inicialmente tanto componentes de posición como componentes de fuerza.

35 En una forma de realización preferible, las componentes de posición y/o las componentes de fuerza se someten a un procesamiento de señales antes de definir magnitudes teóricas sobre la base de las mismas. De esta manera, las componentes registradas por ejemplo pueden ser aplanadas, filtradas o subsampleadas, a fin de reducir o eliminar errores de medición o micromovimientos o fluctuaciones de fuerza del aparato de mano

40 Un procesamiento de señales puede comprender especialmente una transformación de una componente registrada en una dirección, a otra dirección. De esta manera, por ejemplo, mediante un sensor de fuerza de un solo eje es posible registrar la fuerza de presión en una dirección axial del elemento palpador y proyectarla en la dirección perpendicular con respecto a una superficie a mecanizar, para ser predefinida como fuerza de presión teórica.

45 Adicionalmente o alternativamente, un procesamiento de señales puede comprender especialmente una limitación de una fuerza de reacción registrada a fuerzas de proceso máximas admisibles y/o mínimas necesarias. Igualmente, el procesamiento de señales también puede comprender un aumento o una reducción, especialmente constantes o proporcionales, de valores registrados. Por ejemplo, si, para la enseñanza de un proceso de corte o de pulido guiado

por el manipulador, un usuario guía el aparato de mano sobre la pieza de trabajo que ha de ser mecanizada, durante lo que la fuerza de proceso ejercida por él por una parte varía ligeramente de forma no deseada y, por otra parte, es menor que la fuerza que posteriormente debe ser ejercida por el manipulador, la fuerza registrada por ejemplo puede transformarse a una fuerza de presión mínima condicionada por el proceso.

5 Según lo anterior, una magnitud teórica dominante también puede ser la magnitud teórica única de un control, una magnitud teórica predefinida sobre la base de una componente, también de esta misma magnitud teórica.

10 Adicional o alternativamente a la definición de la magnitud teórica opcionalmente sobre la base de la componente de posición o de la componente de fuerza, según el segundo aspecto de la presente invención puede registrarse sobre la base de la fuerza registrada un contacto del aparato de mano con el contorno.

15 De esta forma, por ejemplo es posible de manera ventajosa programar condiciones de transición correspondientes, por ejemplo de tal forma que en lugar de una herramienta guiada por el manipulador se aproxima un aparato de mano a la pieza de trabajo o se desplaza sobre esta contra un tope. También en este caso se pueden tener en consideración a su vez una o varias direcciones. De esta manera, por ejemplo durante el amolado descrito anteriormente, mediante una fuerza correspondientemente alta registrada en una dirección tangencial con respecto a la trayectoria de mecanizado, el alcance de un tope por unión geométrica en la superficie a mecanizar puede ser registrado por el aparato de mano y ser programado de esta manera.

20 El primer y el segundo aspecto se describen principalmente con la ayuda de la programación de un manipulador. Cabe volver a señalar que ambos aspectos también se pueden usar en un control, especialmente en un control online, por ejemplo de tal forma que en un manipulador, telecontrolado por el aparato de mano, que básicamente sigue inicialmente, con su punto de referencia, con un desplazamiento en el espacio, la posición registrada del punto de referencia del aparato de mano, y por medio de un dispositivo de registro de fuerza del aparato de mano detecta un contacto con el entorno y, como consecuencia, puede conmutarse, al menos con selección de dirección, a una regulación de fuerza o una regulación de flexibilidad, o puede cambiarse opcionalmente entre un telecontrol de una componente de fuerza o una componente de posición.

25 Los dos aspectos pueden actuar en conjunto sinérgicamente, por ejemplo de tal forma que mediante el ajuste articulado del elemento palpador conectado al dispositivo de registro de posición, con respecto al dispositivo de manipulación, se pueden definir de manera ventajosa direcciones de registro para fuerzas o posiciones. Por ejemplo, el elemento palpador puede orientarse con respecto al dispositivo de manipulación de tal forma que mediante este se puedan ejercer sobre una pieza de trabajo fuerzas de proceso deseadas, ventajosas ergonómicamente, y se puedan registrar como magnitudes teóricas las fuerzas de reacción correspondientes.

30 Un dispositivo de registro de fuerza según el primer aspecto presenta preferentemente una dirección de registro que corresponde al menos sustancialmente a una dirección de choque de una herramienta simulada por el elemento palpador, por ejemplo a una dirección de aplicación de una pinza portaelectrodos o a un eje de giro de un disco de amolado o de pulido. Adicionalmente o alternativamente pueden estar previstos direcciones de registro, especialmente tras direcciones linealmente independientes para el registro de fuerzas individuales y/o tres direcciones linealmente independientes para el registro de pares de fuerzas o momentos de giro, especialmente en forma de un sensor de fuerza y/o de momento de varios - especialmente seis - ejes.

35 Más ventajas y características resultan de las reivindicaciones subordinadas y los ejemplos de realización. Muestran esquemáticamente:

la figura 1: un aparato de mano portátil según una forma de realización de la presente invención, en una vista en perspectiva;

50 la figura 2: el aparato de mano colocado sobre la superficie de una pieza de trabajo según la figura 1, en alzado lateral;

la figura 3: el aparato de mano según la figura 1, en vista en planta desde arriba;

55 las figuras 4 a 6: el aparato de mano según la figura 1 con un dispositivo de registro de posición pivotado a diferentes posiciones;

60 la figura 7: un aparato de mano portátil según otra forma de realización de la presente invención, en alzado lateral;

la figura 8: un dispositivo de registro de fuerza del aparato de mano portátil según la figura 1 o 7, en una representación aumentada; y

65 la figura 9: el desarrollo de un procedimiento según la invención.

La figura 1 muestra un aparato de mano 1 portátil según una forma de realización de la presente invención, en una vista en perspectiva. Comprende un dispositivo de manipulación para la manipulación del aparato de mano 1 por un usuario con una manija 2 cilíndrica para el usuario y un dispositivo de entrada y salida 3 en forma de un ordenador portátil compacto, por ejemplo una PDA, con un teclado 3.1 para la entrada de comandos por el usuario y una pantalla 3.2 para visualizar información. La PDA 3 está fijada de forma removible a la manija 2 que presenta en un lado inferior de manija (abajo en la figura 1) un interruptor de consentimiento 2.1.

Por medio de una articulación esférica 8 (véase la figura 2), un dispositivo de registro de posición 4 está unido de forma articulada al dispositivo de manipulación 3 y se puede hacer pivotar y girar con respecto a este. Los grados de libertad de giro son autobloqueantes, dado que la articulación esférica 8 presenta una fricción correspondientemente alta que fija el dispositivo de manipulación 3 y el dispositivo de registro de posición 4 uno respecto a otro pudiendo soltarse sólo por el usuario aplicando una fuerza de manejo adicional para superar la fricción. Por lo tanto, la articulación esférica 8 mantiene, sin intervención del usuario, la posición relativa correspondiente entre el dispositivo de manipulación 3 y el dispositivo de registro de posición 4, pero el usuario puede hacer pivotar y girar el dispositivo de manipulación 3 y el dispositivo de registro de posición 4 uno respecto a otro dentro de la articulación esférica 8.

Al dispositivo de registro de posición 4 está unido de forma separable un elemento palpador 5 intercambiable que sustancialmente presenta la forma de un contorno exterior de una herramienta de corte y en cuya punta está definido un punto de referencia R que corresponde al TCP de una herramienta de corte real, guiada por el manipulador.

Para registrar la posición del punto de referencia R sobre la base de la posición del dispositivo de registro de posición 4, este es registrado por un dispositivo de seguimiento óptico (no representado). Para ello, un primer anillo 6 se extiende alrededor del dispositivo de registro de posición 4 sustancialmente cilíndrico, de tal forma que su apotema 6.2 coincide con el eje de simetría y longitudinal del dispositivo de registro de posición 4. De manera correspondiente, un segundo anillo se extiende alrededor del elemento palpador 5 igualmente sustancialmente cilíndrico, de tal forma que su apotema 7.2 coincide con el eje de simetría y longitudinal de este, que en la posición de registro representada en la figura 2 se encuentra sustancialmente perpendicularmente sobre la superficie de la pieza de trabajo, tal como corresponde también a la dirección de choque o de guiado de la herramienta de corte real. Los ejes longitudinales del dispositivo de registro de posición 4 y del elemento palpador 5 y por tanto también las apotemas 6.2, 7.2 de los dos anillos 6, 6 encierran un ángulo $180^\circ - \beta$ de aproximadamente 15° .

A lo largo del contorno de los dos anillos 6, 7 están distribuidos respectivamente marcadores 6.1 o 7.2 circulares reflectantes que son registrados por cámaras CCD del dispositivo de seguimiento (no representado). La dirección de registro de los marcadores 7.1, es decir la apotema 7.3 a los marcadores planos, en la que estos reflejan al máximo y por consiguiente pueden ser registrados especialmente bien por las cámaras CCD, está representada en la figura 2 con una línea continua para un marcador del anillo 7, y como se puede ver en la figura 2, está inclinada en un ángulo α de aproximadamente 45° con respecto a los ejes longitudinales del elemento palpador 5, es decir, la apotema 7.2 del anillo 7.

Los marcadores 6.1 del anillo 6 están orientados respectivamente en la misma dirección que sus marcadores 7.1 correspondientes. A causa de la orientación de la apotema 6.2, que difiere de la apotema 7.2 en el ángulo de aprox. 15° , resultan por tanto para cada marcador 6.1 diferentes situaciones angulares de los marcadores 6.1 sobre el anillo 6. Dicho de otra manera, la orientación de los marcadores 6.1 no se rige por la situación de la apotema 6.2, sino por la situación de la apotema 7.2.

Los anillos superior e inferior 6, 7 presentan superficies trapezoidales distribuidos por el contorno, estando dispuesto en cada superficie trapezoidal un marcador. Los marcadores están orientados de forma idéntica con respecto a la superficie trapezoidal correspondiente. Por consiguiente, cada superficie trapezoidal de los marcadores del anillo superior 6 está orientada de manera distinta con respecto a la apotema 6.2. Como se puede ver en la figura 2, la superficie trapezoidal del anillo superior 6, representada a la izquierda del todo, es muy empinada y la superficie trapezoidal del anillo superior 6, representada a la derecha del todo, es muy plana. Dicho de otra manera, una superficie trapezoidal del anillo superior 6 está orientada en un segmento determinado siempre de forma paralela con respecto a la superficie trapezoidal del anillo inferior 7.

Cuando el elemento palpador 5 que presenta la forma de una herramienta simulada se coloca con su punto de referencia R en un punto de trabajo que ha de ser registrado en la superficie de la pieza de trabajo, indicada por una línea horizontal en las figuras 2, 8, de tal forma que su eje longitudinal 7.2 esté orientado sustancialmente normalmente con respecto a la superficie de la pieza de trabajo, las direcciones de registro de los marcadores 7.1 están inclinados por tanto sustancialmente 45° con respecto a la superficie de la pieza de trabajo. Para un registro óptimo, las cámaras CCD del dispositivo de seguimiento (no representado) están inclinadas sustancialmente 45° con respecto a la superficie de la pieza de trabajo, de tal forma que sustancialmente miran directamente hacia los marcadores 7.1 reflejándolos al máximo en las cámaras CCD. También los marcadores 6.1 del anillo 6 del dispositivo de registro de posición 4 doblado 15° con respecto a ello están inclinados aprox. 45° con respecto a la apotema 7.2 del anillo inferior 7 y por tanto pueden ser registrados muy bien por las cámaras CCD.

Por la dobladura entre la apotema 6.2, 7.2 del anillo 6, 7, como se puede ver especialmente en la vista en planta desde arriba de la figura 3, se evita un recubrimiento óptico completo del anillo 7 por el anillo 6 y de esta manera se garantiza la posibilidad de registrar ambos anillos de marcadores 6, 7 desde una multiplicidad de posiciones de cámara y en una multiplicidad de diferentes orientaciones del aparato de mano 1.

Como está representado a título de ejemplo en las figuras 4 a 6, mediante el pivotamiento y el giro del dispositivo de registro de posición 3 dentro de la articulación esférica 8 con respecto al dispositivo de manipulación 2,3, manteniéndose el buen posicionamiento ergonómico de la manija 2, de la pantalla 3.2 y del teclado 3.1 se pueden representar una multiplicidad de diferentes orientaciones de la herramienta simulada 5, siendo posible por la realización antes mencionada del dispositivo de registro de posición 3 siempre una buena posibilidad de registro de marcadores 6.1, 7.1 por el dispositivo de seguimiento óptico, y por la fijación inmóvil del elemento palpador 5 al dispositivo de registro de posición 3 es constante la transformación del punto de referencia R en un sistema de coordenadas fijo al dispositivo de registro de posición, cuya posición puede ser determinada por los marcadores 6.1, 7.1.

Mediante el accionamiento de un interruptor 3.1, el usuario puede ajustar un eje adicional de una mesa basculante y giratoria (no representada) y mover de esta manera una pieza de trabajo que está fijada a esta mesa y sobre la que quiere registrar puntos de trabajo con el aparato de mano 1. También se puede tratar de un interruptor multifuncional que ajusta el eje adicional sólo si previamente se ha invocado un menú correspondiente. En una variante no representada, la pantalla 3.2 está realizada como pantalla táctil en la que están definidos uno o varios botones de entrada.

En la figura 2 se puede ver la situación del punto de referencia R fijo al aparato de mano, en la posición de registro en la superficie de la pieza de trabajo. Por lo tanto, la posición espacial de este punto de referencia en la superficie de la pieza de trabajo se almacena, sin errores de medición y de cálculo, como posición espacial de un punto de trabajo. Sin embargo, debido a errores de medición o de cálculo, la posición espacial del punto de trabajo almacenado puede estar erróneamente dentro del contorno de la pieza de trabajo (debajo de la raya horizontal en la figura 2) lo que al ejecutar un programa con esta posición espacial errónea almacenada puede conducir a que la punta de la herramienta de soldar colisione con la pieza de trabajo. Por lo tanto, según un procedimiento según la invención, como dirección de desplazamiento se define la dirección principal definida por el elemento palpador 5, es decir, generalmente la dirección de choque de la herramienta. Ya durante el almacenamiento de la posición espacial o sólo durante un repaso o control de los puntos de trabajo almacenados, el usuario puede, mediante la entrada de un importe de desplazamiento correspondiente, desplazar la posición errónea almacenada de forma selectiva y definida haciéndola salir de la pieza de trabajo en la dirección de desplazamiento predefinida y almacenar esta posición desplazada como punto de trabajo del manipulador. De esta manera, la posición espacial libre de colisiones, situada fuera de la pieza de trabajo, se almacena como punto de trabajo teórico. Posteriormente, durante el acercamiento de la herramienta del manipulador, esta puede volver a ser desplazada a lo largo del eje de desplazamiento hasta incidir en la superficie de la pieza de trabajo.

En la figura 8 está representado de forma aumentada un dispositivo de registro de fuerza en forma de un sensor 10 que, como se puede apreciar especialmente en las figuras 1, 2 y 7, está fijado a una brida del elemento palpador 5 estando orientado de tal forma que su dirección de registro coincide con la dirección de choque o de aplicación del elemento palpador 5, de manera que en esta dirección registra una fuerza de reacción F que actúa sobre el elemento palpador 5 cuando un usuario la presiona contra la pieza de trabajo con una fuerza que el manipulador debe ejercer como fuerza de proceso durante el funcionamiento. También pueden estar previstos sensores de varios ejes que registren componentes de fuerza de reacción adicionales en otras direcciones. Especialmente, un sensor como sensor de momento de giro o de momento de fuerza puede registrar alternativamente o adicionalmente momentos de giro alrededor de ejes de registro. Además, un sensor de uno o de varios ejes también puede estar dispuesto en otro punto, por ejemplo entre el elemento palpador 5 y el dispositivo de registro de posición 4, pero por ejemplo también dentro de la articulación 8, para registrar de esta manera, dado el caso con una transformación correspondiente, fuerzas de reacción que en el punto de referencia R actúan sobre el elemento palpador 5.

El aparato de mano registra en intervalos cíclicos, por ejemplo con una frecuencia de 40 Hz, sobre la base de la posición del dispositivo de registro de posición 4, la posición del punto de referencia R, especialmente sus componentes de posición cartesianas x, y, z en un sistema de referencia predefinido así como sus componentes de orientación en forma de los ángulos de EULER o de KARDAN α , β , γ de un sistema de coordenadas, de puntos de referencia fijos, con respecto al sistema de referencia, aunque a continuación, para mayor claridad, se hace referencia sólo a los componentes x, y en la superficie a mecanizar de la pieza de trabajo y z perpendicularmente con respecto a esta. De forma sincrónica a ello se registran las fuerzas, aunque a continuación, para mayor claridad, se hace referencia sólo a la fuerza F registrada en la dirección de choque.

Si el usuario quiere programar ahora mediante el aparato de mano 1 un corte de la pieza de trabajo con una fuerza de presión predefinida perpendicularmente con respecto a la superficie a mecanizar, acerca de manera deseada a la superficie a mecanizar el elemento palpador 5, correspondiente a la herramienta de corte, y, después, lo guía a lo largo de una trayectoria de mecanizado deseada sobre la pieza de trabajo ejerciendo manualmente la fuerza de presión deseada.

5 Ya durante esta enseñanza o a continuación de la misma elige, por ejemplo mediante una entrada correspondiente, guiada por menú, a través de las teclas 3.3, para las direcciones Δx , Δy tangencialmente con respecto a la superficie a mecanizar, las componentes de posición x , y registradas como magnitudes teóricas x_s , y_s únicas o dominantes de una regulación de posición. Para la dirección z , en cambio, elige, a su vez mediante una entrada correspondiente, guiada por menú, a través de las teclas 3.3, para un estado sin contacto, la componente de posición z como magnitudes teóricas únicas de una regulación de posición, mientras que para el contacto entre la tecla 5 y la pieza de trabajo elige una regulación de fuerza. La transición entre el estado contactado y el estado sin contacto puede registrarse de forma precisa sobre la base de la fuerza F registrada que cambia significativamente durante ello. Igualmente, el usuario también puede elegir manualmente entre la componente de posición z y la fuerza F , por ejemplo, mediante una entrada correspondiente a través de una tecla 3.3, en cuanto toca la pieza de trabajo con el palpador 5.

15 A continuación, por ejemplo en el aparato de mano 1 mismo o en un dispositivo de procesamiento (no representado) que recibe las posiciones y fuerzas, registradas por el aparato de mano, de forma inalámbrica, por cable o a través de una interfaz, se proyecta la fuerza de reacción F en la dirección z , y la componente F_z resultante se predefine como magnitud teórica F_s de la regulación de fuerza en esta dirección z . Antes o después, las componentes de posición x , y y/o las componentes de fuerza F_z o F_s registradas se aplanan mediante un procesamiento de señales S adecuado (véase la figura 9).

20 A continuación, las componentes de posición o de fuerza obtenidas se almacenan como magnitudes teóricas en una regulación de posición o de fuerza en la dirección correspondiente en un control de manipulador C (véase la figura 9), de manera que este guía la herramienta de corte guiada por manipulador, durante la ejecución del programa, sobre la trayectoria de mecanizado, enseñada por el usuario a través del aparato de mano, en la superficie de la pieza de trabajo, con la fuerza de presión deseada y perpendicularmente con respecto a la superficie a mecanizar.

25 La figura 9 muestra los pasos de procedimiento correspondientes: en primer lugar, se registran de forma sincrónica tanto las posiciones x , y , z ,... como las fuerzas F , F_x , F_y ,...

30 Para cada dirección, por ejemplo, las direcciones cartesianas x , y , z y las direcciones de orientación α , β , γ , o direcciones definidas por los grados de libertad, especialmente las posiciones de articulación del manipulador, se selecciona respectivamente una componente de posición o una componente de fuerza, como se indica en la figura 9 mediante posiciones de conmutación esquemáticas. Previamente, el usuario ha seleccionado, mediante una entrada a través de las teclas 3.3, las componentes de posición x , y , en las direcciones tangenciales Δx , Δy con respecto a la superficie a mecanizar.

35 Para la dirección z perpendicularmente con respecto a ello, el usuario o bien ha seleccionado una conmutación en caso de contacto. Este contacto se registra sobre la base de la fuerza F registrada. De esta manera, se elige automáticamente entre una definición de la componente de posición z perpendicularmente con respecto a la superficie a mecanizar, en estado libre de contacto, y la definición de la componente de fuerza F_z como magnitud teórica para el control de manipulador C , tal como se indica en la figura 9. Igualmente, el usuario también puede elegir manualmente, por ejemplo a su vez mediante una entrada correspondiente a través de las teclas 3.3, para zonas deseadas de la trayectoria enseñada, la componente de fuerza F_z como magnitud teórica para el control de manipulador C .

45 Después de un procesamiento de señales S , por ejemplo un aplanamiento, pero también una transformación que igualmente se puede realizar respectivamente al menos en parte en el aparato de mano 1 y/o, después de una transferencia de los datos de este, por ejemplo en un dispositivo de procesamiento (no representado), las magnitudes seleccionadas se usan como magnitudes teóricas del control de manipulador C . Para mayor claridad, están representadas a su vez sólo aquellas del total de seis componentes que se han mencionado.

50 Lista de signos de referencia

- 1 Aparato de mano
- 2 Manija (dispositivo de manipulación)
- 55 2.1 Conmutador de consentimiento
- 3 Ordenador portátil (dispositivo de manipulación)
- 3.1 Tecla (dispositivo de entrada)
- 3.2 Pantalla (dispositivo de salida)
- 3.3 Teclas (dispositivo de selección)
- 60 4 Dispositivo de registro de posición
- 5 Elemento palpador
- 6, 7 Anillo de marcadores
- 6.1, 7.1 Marcador reflectante
- 6.2, 7.2 Apotema
- 65 8 Articulación esférica
- 10 Sensor de fuerza (dispositivo de registro de fuerza)

α Ángulo entre la dirección de registro y la dirección principal
180°- β Ángulo entre apotemas de los anillos de marcadores
R Punto de referencia (TCP)

REIVINDICACIONES

1. Aparato de mano (1) portátil para controlar y/o programar un manipulador, especialmente un robot, con un dispositivo de manipulación (2, 3) para la manipulación del aparato de mano por un usuario;
 5 un elemento palpador (5) en el que está definido un punto de referencia (R);
 un dispositivo de registro de posición (4), unido al elemento palpador, especialmente de forma separable, para registrar una posición (x, y, z, α , β , γ) del punto de referencia;
 caracterizado por que
 10 el dispositivo de manipulación (2, 3) y el dispositivo de registro de posición (4) están unidos entre sí de forma articulada, y
 el aparato de mano presenta un dispositivo de registro de fuerza (10) para registrar una fuerza de reacción (F) que actúa sobre el elemento palpador.
2. Aparato de mano según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de manipulación y el dispositivo de registro de posición están unidos entre sí, especialmente de forma separable, dentro de una articulación de giro (8) con al menos un grado de libertad, especialmente bloqueable o autobloqueante.
3. Aparato de mano según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de manipulación presenta un dispositivo de entrada (3.1) para la entrada por el usuario, un dispositivo de salida (3.2) para la emisión al usuario y/o una manija (2) para el usuario.
4. Aparato de mano según la reivindicación 3, caracterizado por que el dispositivo de entrada (3.1) está preparado para el control de un eje adicional del manipulador, especialmente de una mesa de herramientas y/o presenta un dispositivo de selección (3.3) para seleccionar una componente de posición y una componente de fuerza.
 25
5. Aparato de mano según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento palpador o el dispositivo de registro de posición y el elemento palpador unido a este presentan sustancialmente la forma de al menos una parte de un contorno exterior de una herramienta de manipulador.
6. Aparato de mano según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el dispositivo de registro de posición presenta al menos un marcador activo y/o pasivo (6.1, 7.1) y/o al menos un sensor para registrar la posición.
 30
7. Aparato de mano según la reivindicación 6, caracterizado por que el dispositivo de registro de posición presenta varios marcadores (6.1, 7.1) y/o sensores que están distribuidos por el contorno de al menos un anillo (6, 7) que se extiende alrededor del dispositivo de registro de posición que especialmente es sustancialmente cilíndrico.
 35
8. Aparato de mano según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que un dispositivo de registro de al menos un marcador (6.1, 7.1) y/o sensor está inclinado en un ángulo (α) comprendido entre 15° y 75°, especialmente entre 30° y 60°, con respecto a la dirección principal del elemento palpador que especialmente es sustancialmente cilíndrico y/o del dispositivo de registro de posición que especialmente es sustancialmente cilíndrico.
 40
9. Procedimiento para controlar y/o programar un manipulador, especialmente un robot, en el cual se registran una posición (x, y, z, α , β , γ) de un punto de referencia (R) de un aparato de mano (1) según una de las reivindicaciones anteriores, así como una fuerza de reacción (F) que actúa sobre dicho aparato de mano, y se define una magnitud teórica dominante (X_s , Y_s , F_s) de un control del manipulador en al menos una dirección opcionalmente sobre la base de una componente de posición (x, y) de la posición registrada o una componente de fuerza (F_z) de la fuerza de reacción registrada.
 45
 50
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado por que se registran una componente de posición y una componente de fuerza en la misma dirección de forma sincrónica o alternativa.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 10 anteriores, caracterizado por que durante o después del registro se elige entre la definición sobre la base de la componente de posición y la componente de fuerza.
 55
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11 anteriores, caracterizado por un procesamiento de señales (S) de una componente de posición y/o una componente de fuerza registradas.
13. Procedimiento, especialmente según una de las reivindicaciones 9 a 12 anteriores, para controlar y/o programar un manipulador, especialmente un robot, en el cual se registran una posición (x, y, z, α , β , γ) de un punto de referencia (R) de un aparato de mano (1) según una de las reivindicaciones 1 a 8, así como una fuerza de reacción (F) que actúa sobre dicho aparato de mano, y sobre la base de la fuerza registrada se registra un contacto del aparato de mano con un entorno.
 60
 65

14. Producto de programa informático con código de programa que está almacenado en un soporte legible por máquina y que comprende un programa informático que realiza un procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12 anteriores cuando se ejecuta en un ordenador.

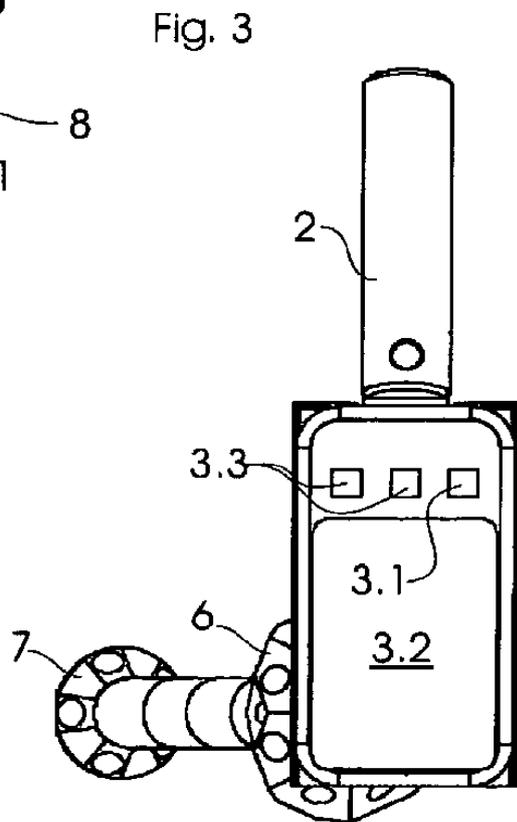
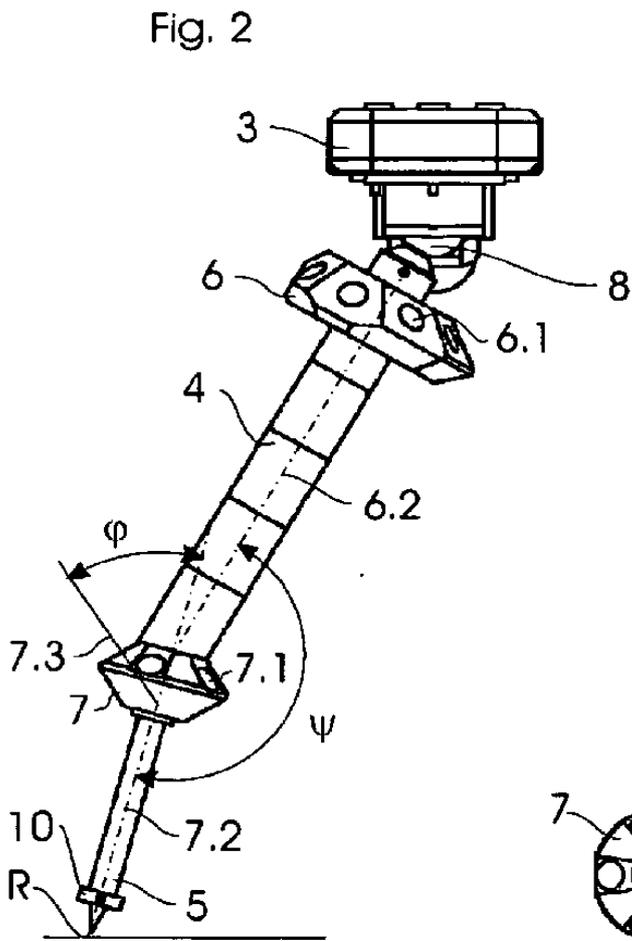
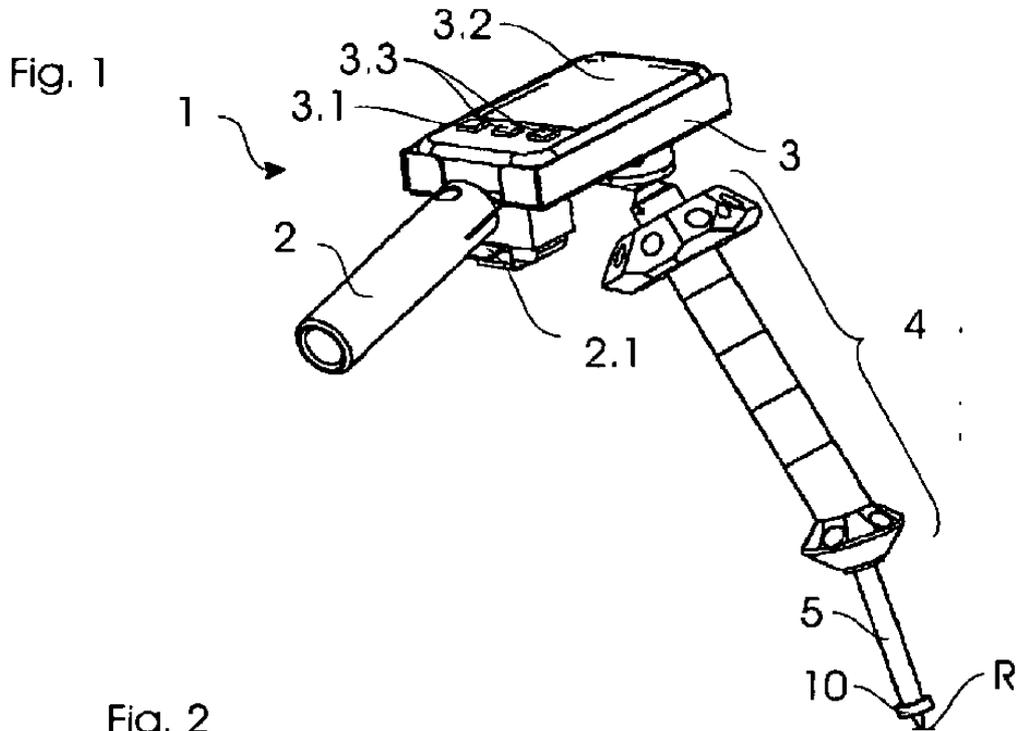


Fig. 4

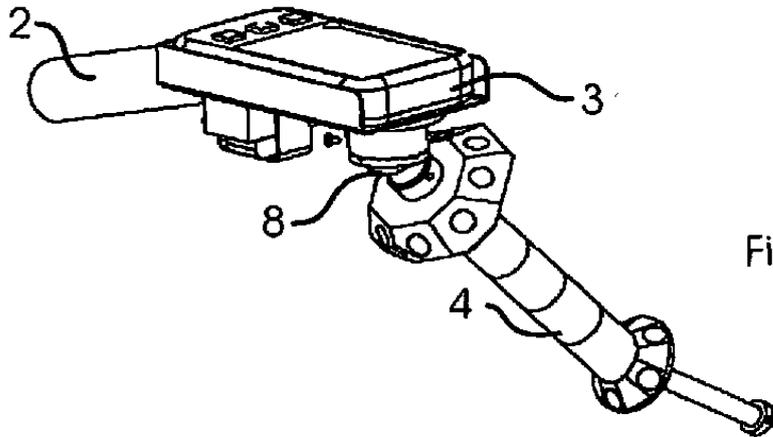
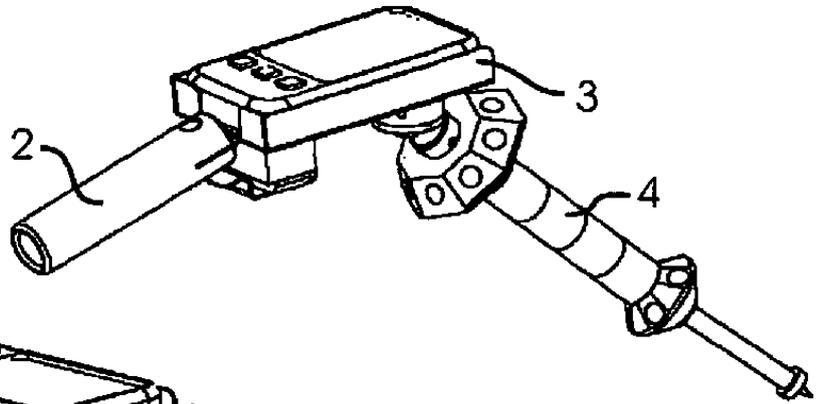


Fig. 5

Fig. 6

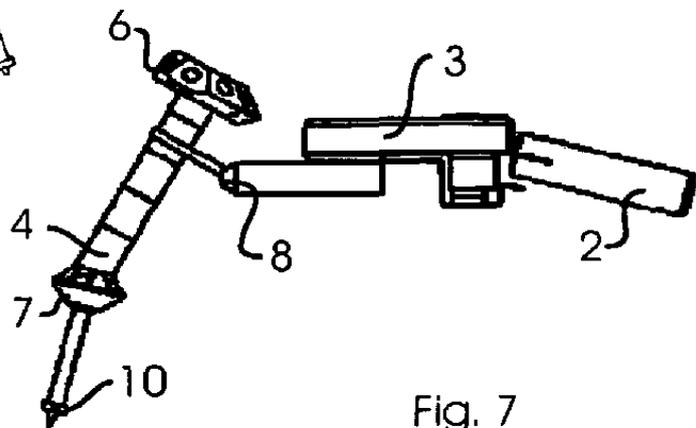
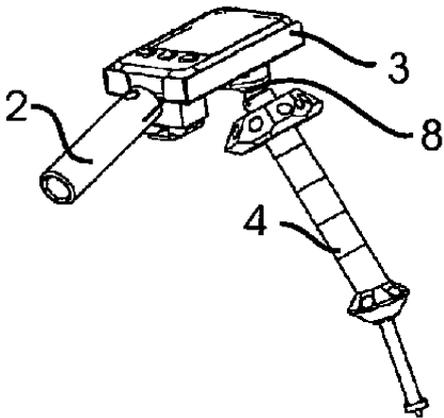


Fig. 7

Fig. 8

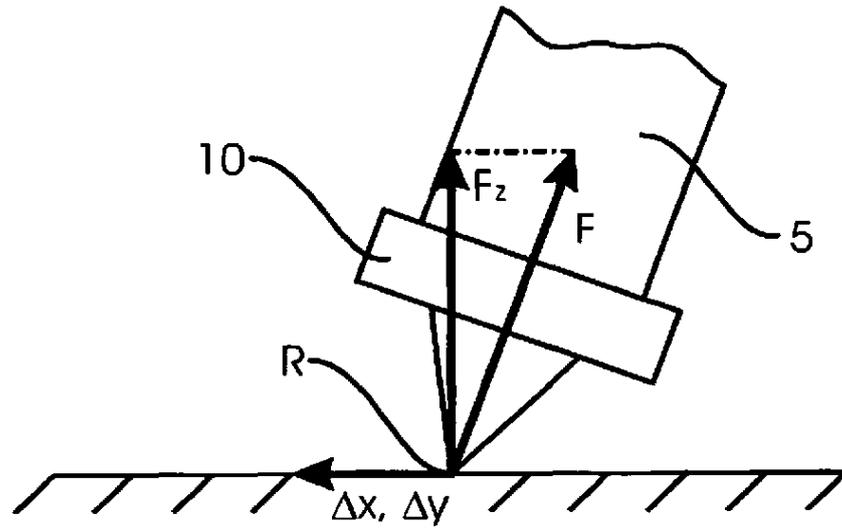


Fig. 9

