



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 362 312**

51 Int. Cl.:

B25J 9/00 (2006.01)

B25J 19/06 (2006.01)

B25J 21/00 (2006.01)

F16P 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07820762 .8**

96 Fecha de presentación : **01.10.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2212064**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2010**

54 Título: **Método para controlar una pluralidad de ejes en un sistema de robot industrial y sistema de robot industrial.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2011

73 Titular/es: **ABB Technology AB.**
721 83 Västerås, SE

72 Inventor/es: **Karlsson, Jan H y**
Lassuri, Antero

74 Agente: **Polo Flores, Luis Miguel**

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

Método para controlar una pluralidad de ejes en un sistema de robot industrial y sistema de robot industrial

ÁMBITO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere a un sistema de robot industrial que comprende una celda de trabajo que incluye un área de carga y un área de proceso, un manipulador ubicado en la celda de trabajo y adaptado para procesar una pieza de trabajo, al menos un posicionador adaptado para sostener la pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo al menos alrededor de un eje mientras el manipulador procesa la pieza de trabajo, y un intercambiador de estación que se puede mover alrededor de un eje y que está adaptado para mover, en respuesta a una orden recibida, el manipulador o el posicionador entre el área de carga y el área de proceso. En DE 35 32 305 A1 se describe un sistema de robot industrial como este.

[0002] La invención también se refiere a un método para controlar los ejes del posicionador y del intercambiador de estación en dicho sistema de robot industrial.

[0003] Un intercambiador de estación es, por ejemplo, uno de los ejes del manipulador, un recorrido lineal a lo largo del cual el manipulador se puede mover linealmente entre los posicionadores, o un dispositivo que lleva los posicionadores y que puede girar alrededor de un eje dispuesto entre los posicionadores.

TÉCNICA ANTERIOR

[0004] En general, en un sistema de robot que utiliza un manipulador para procesar una pieza de trabajo, con el manipulador se combina un posicionador para cambiar la posición de la pieza de trabajo durante el procesamiento. El posicionador está adaptado para sostener la pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo girándola alrededor de uno o más ejes. Tal posicionador se describe, por ejemplo, en EP 1 731 259. El proceso es, por ejemplo, soldadura por arco, soldadura por puntos, pintura, molienda, sellado, corte con chorro de agua y pegado.

[0005] En ciertas aplicaciones la pieza de trabajo se carga manualmente en los posicionadores, lo cual es muy exigente desde el punto de vista de la seguridad personal de las personas que cargan el posicionador. Por motivos de seguridad, el manipulador y los posicionadores se colocan dentro de una celda de trabajo. Generalmente la celda de trabajo es un área cerrada; por ejemplo, la celda de trabajo está rodeada por un cerco con una abertura provista de un portón o de un dispositivo de activación fotoeléctrico. El operador debe ingresar a la celda de trabajo y salir de la misma a través de la abertura. Con frecuencia la celda de trabajo está equipada con un detector que detecta cuando alguien ingresa a la celda de trabajo a través de la abertura. La celda de trabajo comprende al menos dos áreas: un área de carga a la cual se permite que ingrese el operador del robot durante la carga del posicionador, y un área de proceso que incluye el manipulador y a la cual no se permite que ingrese el operador del robot durante el funcionamiento normal. Solo se permite que el operador ingrese al área de proceso si el manipulador se coloca en estado de parada segura. En respuesta a una orden recibida, un intercambiador de estación mueve el manipulador o el posicionador entre el área de carga y el área de proceso de la celda de trabajo.

[0006] Para reducir el tiempo del ciclo se pueden usar dos o más posicionadores. En uno o más de los posicionadores se carga una nueva pieza de trabajo mientras el manipulador está procesando otra pieza de trabajo. El intercambiador de estación está adaptado para cambiar, en respuesta a una orden recibida, sobre cuál de los posicionadores está trabajando el manipulador y realizar el cambio moviendo el manipulador o los posicionadores alrededor de un eje.

[0007] Las figuras 1-5 muestran diferentes tipos de celdas de trabajo provistas de un manipulador, al menos un posicionador y un intercambiador de estación.

[0008] La figura 1 muestra un primer tipo de celda de trabajo que incluye un manipulador 1 adaptado para procesar una pieza de trabajo 2, un primer posicionador 4 adaptado para sostener la pieza de trabajo 2 y cambiar la orientación de la pieza de trabajo girándola alrededor de un eje A1, un segundo posicionador 5 adaptado para recibir una nueva pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo girándola alrededor de un eje A2, y un intercambiador de estación 7 adaptado para llevar los posicionadores 4,5. El intercambiador de estación 7 se puede mover alrededor de un eje A3 y está adaptado para cambiar, en respuesta a una orden recibida, sobre cuál de los posicionadores 4,5 está trabajando el manipulador. En este tipo de celda de trabajo el intercambiador de estación es un dispositivo separado del manipulador. La celda de trabajo está dividida en dos áreas: un área de carga 9a y un área de proceso 9b que incluye el manipulador 1. El intercambiador de estación está dispuesto de manera tal que cuando uno de los posicionadores está ubicado en la zona de proceso el otro posicionador está ubicado en el área de carga. El intercambiador de estación está adaptado para cambiar cuál de los posicionadores está ubicado en el área de proceso y cuál en el área de carga, moviendo los posicionadores entre el área de proceso y el área de carga.

[0009] Está permitido que el operador del robot ingrese al área de carga para cargar una nueva pieza de trabajo en el posicionador que se encuentra en el área de carga mientras el robot está procesando una pieza de trabajo sostenida por el posicionador ubicado en el área de proceso. Cuando el robot termina de procesar la pieza de trabajo, el intercambiador de estación gira alrededor de su eje y los posicionadores cambian de lugar de modo que el posicionador que sostiene la pieza de trabajo procesada se encuentra en el área de carga y la nueva pieza de trabajo se encuentra en el área de proceso.

[0010] El área de carga tiene una abertura 11. La única forma en que una persona puede ingresar al área de carga es a través de esta abertura. Es peligroso que una persona ingrese a la celda de trabajo mientras cualquiera de los ejes del intercambiador de estación, o los ejes del posicionador ubicado en el área de carga, se encuentran en movimiento. Estos ejes se desactivan antes de permitir que el operador ingrese al área de carga. Por motivos de seguridad, la abertura 11 está equipada con un sensor 6 que detecta cuando una persona ingresa al área de carga. El sistema también comprende un botón de activación 8 ubicado fuera de la celda de trabajo. Al abandonar el área de carga, el operador presiona el botón de activación para activar nuevamente los ejes.

[0011] La figura 2 muestra el mismo tipo de celda de trabajo ilustrada en la figura 1, la cual incluye un intercambiador de estación 20 que tiene cuatro posicionadores 10a-d, cada uno de los cuales está adaptado para sostener una pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo girándola alrededor de un eje A4-A7.

[0012] La figura 3 muestra otro tipo de celda de trabajo que incluye un manipulador 1, un primer posicionador 22 adaptado para sostener una pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo girándola alrededor de un eje A8 y un segundo posicionador 24 adaptado para recibir una nueva pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo girándola alrededor de un eje A9. Los posicionadores están dispuestos de manera fija dentro de la sala, y un primer eje A10 del manipulador funciona como intercambiador de estación. Cuando el manipulador termina de procesar una pieza de trabajo, el manipulador gira alrededor de su primer eje hasta llegar al otro posicionador y luego comienza a procesar la siguiente pieza de trabajo. El manipulador y los posicionadores están ubicados dentro de una celda de trabajo. La celda de trabajo está dividida en tres áreas, un área de proceso 26 y dos áreas de carga 28, 30. Para garantizar la seguridad de la persona que carga los posicionadores, el eje del intercambiador de estación, es decir, el primer eje del manipulador, y el eje del posicionador ubicado en el área de carga se desactivan antes de permitir que la persona ingrese al área de carga. Los ejes se activan nuevamente una vez que la persona abandona el área de carga. Cada área de carga tiene una abertura 11a, 11b para que el operador ingrese a dicha área de carga. Cada abertura 11a-b está equipada con un sensor 6a-b que detecta cuando una persona ingresa al área de carga.

[0013] La figura 4 muestra una celda de trabajo que incluye un manipulador 1 adaptado para procesar una pieza de trabajo 2, un primer posicionador 32 adaptado para sostener la pieza de trabajo 2 y cambiar la orientación de la pieza de trabajo girándola alrededor de un eje A11, un segundo posicionador 34 adaptado para recibir una pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo girándola alrededor de un eje A12, y un intercambiador de estación en forma de un recorrido lineal 35 que tiene un eje lineal A13 a lo largo del cual el manipulador se puede desplazar linealmente. La celda de trabajo tiene dos áreas de carga 36a, 37a y dos áreas de proceso 36b, 37b. Cada área de proceso y de carga está provista de un posicionador 32, 34. El manipulador se puede mover entre las dos áreas de proceso. Cada área de carga tiene una abertura 11a, 11b para que el operador ingrese a dicha área. No está permitido que una persona ingrese al área de carga si el manipulador está dentro del área de proceso correspondiente, ni tampoco si el posicionador que se encuentra en el área de carga está en movimiento. Para garantizar la seguridad de la persona que realiza la carga los posicionadores, el eje del intercambiador de estación, es decir, el eje lineal A13, y el eje del posicionador ubicado en el área de carga se desactivan antes de permitir que la persona ingrese al área de carga. Los ejes se activan nuevamente una vez que la persona abandona el área de carga.

[0014] La figura 5 muestra otro tipo de celda de trabajo que incluye un manipulador 1 y un posicionador 22 dispuesto de manera fija dentro de la sala. Un primer eje A10 del manipulador funciona como intercambiador de estación. La celda de trabajo está dividida en un área de carga 38 y un área de proceso 39 a la cual, por motivos de seguridad, el manipulador se mueve durante la carga del posicionador 22. El posicionador está ubicado en el límite entre el área de carga y el área de proceso. El manipulador está ubicado en el área de proceso, pero el alcance del manipulador se extiende hasta el área de carga de modo que el manipulador pueda llegar hasta el posicionador y procesar la pieza de trabajo que sostiene el posicionador. Una vez que el manipulador termina de procesar una pieza de trabajo, el manipulador gira alrededor de su primer eje hasta estar completamente dentro del área de proceso 38. El operador carga el posicionador y, una vez que el posicionador está cargado, se hace girar el manipulador alrededor de su primer eje A10 en dirección contraria hasta que el manipulador pueda llegar hasta el posicionador y trabajar sobre la pieza de trabajo cargada.

[0015] La figura 6 muestra un sistema de control de la técnica anterior para controlar los ejes del intercambiador de estación y los posicionadores. El sistema de control comprende un controlador de ejes 40 adaptado para controlar los movimientos del eje del intercambiador de estación y los posicionadores, y un controlador de seguridad 42

adaptado para supervisar la celda de trabajo y generar señales de parada para los ejes. Se utiliza una unidad de mando 44 común para controlar los motores M1, M2 de los posicionadores así como el motor M3 del intercambiador de estación. Cada conexión entre la unidad de mando 44 y el motor está provista de un relé 46 para conectar y desconectar el motor de la unidad de mando. Cada motor está provisto de un dispositivo R1-R3 que mide la posición del eje. El controlador de ejes 40 recibe información sobre las posiciones reales φ_1 , φ_2 , φ_3 de los ejes y envía señales de referencia φ_{ref} para la posición y velocidad de los ejes a la unidad de mando.

[0016] Para garantizar la seguridad de la persona que realiza la carga los posicionadores, el eje del intercambiador de estación y el eje del posicionador ubicado en el área de carga se desactivan antes de permitir que la persona ingrese al área de carga. Los ejes se activan nuevamente una vez que la persona abandona el área de carga. Esto significa que en cada ciclo de operación los ejes deben ser activados y desactivados una vez.

[0017] Los siguientes pasos activan un eje:

- 1) Accionamiento del relé 46 entre la unidad de mando y el motor del eje, para conectar el motor a la unidad de mando.
- 2) Activación de la unidad de mando 44, lo que significa que se habilita el paso de corriente al motor, por ejemplo, habilitando la alimentación eléctrica a la unidad de mando.
- 3) Liberación del freno del motor.

[0018] Para desactivar un eje se siguen los mismos pasos pero en orden inverso. El tiempo total para activar y desactivar un eje es de 1.4 segundos.

[0019] Cuando se detecta que una persona está ingresando al área de carga, el controlador de seguridad 42 verifica si el eje del intercambiador de estación y el posicionador ubicado en el área de carga están desactivados. Para realizar esta verificación se verifica que los relés estén desconectados. Si alguno de los relés aun está conectado, se realiza una parada de emergencia de todo el sistema. Los ejes se activan cuando el operador presiona el botón de activación.

OBJETIVOS Y RESUMEN DE LA INVENCION

[0020] El objeto de la presente invención es reducir los costos y el tiempo del ciclo de un sistema de robot industrial que comprende al menos dos posicionadores y un intercambiador de estación.

[0021] De acuerdo con un aspecto de la invención, este objetivo se logra mediante un sistema de robot industrial como el que se define en la reivindicación 1.

[0022] Un sistema de robot industrial como este comprende una celda de trabajo que incluye un área de carga y un área de proceso, al menos un detector que detecta cuando una persona ingresa al área de carga de la celda de trabajo, un manipulador ubicado en la celda de trabajo y adaptado para procesar una pieza de trabajo, al menos un posicionador adaptado para sostener la pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo alrededor de al menos un eje mientras el manipulador procesa la pieza de trabajo, un intercambiador de estación que se puede mover alrededor de un eje y adaptado para mover, en respuesta a una orden recibida, el manipulador o el posicionador entre el área de carga y el área de proceso, un controlador de ejes adaptado para controlar los movimientos de los al menos dos ejes, y un controlador de seguridad adaptado para supervisar la celda de trabajo y generar señales de parada para los ejes.

[0023] La invención se caracteriza porque cada uno de los ejes está provisto de un motor y de una unidad de mando. Además, la invención se caracteriza porque el controlador de ejes está adaptado para conmutar entre la ejecución de al menos dos tareas: una primera tarea en la cual se ordena la detención de los ejes del posicionador y el intercambiador de estación, y una segunda tarea en la cual se permite que los ejes del posicionador y el intercambiador de estación se muevan. Una tarea es un programa de control que incluye instrucciones de programa que controlan los movimientos de los ejes del posicionador y el intercambiador de estación. La invención también se caracteriza porque el controlador de seguridad está adaptado para recibir continuamente información sobre la posición del posicionador y el intercambiador de estación, e información del detector, y porque el controlador de seguridad también está adaptado para que, al detectar que una persona está ingresando al área de carga de la celda de trabajo, supervise de manera continua, al menos durante el tiempo en que la persona se encuentre dentro del área de carga, si el intercambiador de estación o el posicionador están en movimiento, y genere una señal que desactive la unidad de mando del eje que está en movimiento si se detecta que cualquiera de los ejes supervisados está en movimiento, y mantenga las unidades de mando de los ejes supervisados activadas si se decide que los ejes supervisados no están en movimiento.

[0024] La invención permite eliminar los relés para conectar y desconectar los motores de la unidad de mando que se utilizaban en la técnica anterior, por lo que reduce los costos de hardware. Además, la invención permite mantener las unidades de mando de los ejes habilitadas y los frenos deshabilitados cuando el operador se

encuentra dentro del área de carga. En consecuencia, no es necesario desactivar los ejes del posicionador y el intercambiador de estación cuando una persona ingresa al área de carga ni desactivarlos cuando la persona abandona el área de carga. En consecuencia, no es necesario activar y desactivar los ejes en cada ciclo de trabajo, lo que supone una reducción del tiempo del ciclo.

[0025] En lugar de desactivar los ejes antes de que una persona ingrese al área de carga, el controlador de ejes ordena la detención de los ejes. La expresión "ordenar la detención de un eje" significa que se ordena al eje que mantenga su posición y que no se mueva. La detención de los ejes se ordena por medio de un software en forma de un programa de control que se ejecuta en el controlador de ejes. Al ejecutar el programa de control, el controlador de ejes genera señales de referencia para la posición y velocidad de los ejes. Las señales de referencia se envían a las unidades de mando de los ejes, las cuales generan corrientes variables hacia los motores que accionan los ejes en base a las señales de referencia. Cuando el controlador de ejes está conmutado a la primera tarea, las señales de referencia hacia las unidades de mando son tales que se ordena que la velocidad de los ejes sea cero y se permite que el operador ingrese al área de carga. Cuando el controlador de ejes está conmutado a la segunda tarea, no se permite que el operador ingrese al área de carga.

[0026] Sin embargo, para garantizar la seguridad personal del operador no alcanza con ordenar la detención de los ejes por software. Un defecto en el programa de control podría provocar movimientos del eje mientras el operador se encuentra en el área de carga. De acuerdo con la invención, la detención segura de los ejes se garantiza supervisando los movimientos del posicionador y el intercambiador de estación mientras el operador se encuentra en el área de carga. La supervisión para saber si el intercambiador de estación o el posicionador están en movimiento se puede realizar, por ejemplo, en base a una velocidad del eje medida o a una velocidad calculada en base a las posiciones recibidas de un dispositivo de detección de la posición. Aunque el programa de control ordene la detección de un eje, puede que se produzcan pequeños movimientos no visibles debido a un sistema de regulación del controlador de ejes. Por lo tanto, la supervisión preferentemente debería tolerar pequeños movimientos no visibles de los ejes.

[0027] Si se detecta que alguno de los ejes está en movimiento, la unidad de mando del eje que está en movimiento se desactiva; caso contrario, las unidades de mando de los ejes supervisados se mantienen activadas. Para mejorar aun más la seguridad, si se detecta que alguno de los ejes está en movimiento es ventajoso deshabilitar las unidades de mando de todos los ejes. Cuando la unidad de mando está desactivada el paso de corriente al motor está deshabilitado. La unidad de mando se desactiva, por ejemplo, interrumpiendo la alimentación eléctrica a dicha unidad de mando.

[0028] De acuerdo con una realización de la invención, el sistema de robot comprende un segundo posicionador adaptado para sostener una pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo alrededor de al menos un eje, el intercambiador de estación está adaptado para cambiar, en respuesta a una orden recibida, sobre cuál de los posicionadores está trabajando el manipulador, y el controlador de seguridad está adaptado para recibir continuamente información sobre la posición del segundo posicionador y, al detectar que una persona está ingresando al área de carga de la celda de trabajo, determinar qué posicionador está dentro del área de carga, y detectar continuamente, al menos durante el tiempo en que una persona se encuentre dentro del área de carga, si alguno de los intercambiadores de estación o los posicionadores que se determinó que se encuentran dentro del área de carga están en movimiento, y si se detecta que alguno de los intercambiadores de estación o los posicionadores que se determinó que se encuentran dentro del área de carga están en movimiento, generar una señal que desactive la unidad de mando del eje que está en movimiento.

[0029] Además, el controlador de seguridad está adaptado para determinar cuál de los posicionadores se encuentra dentro del área de proceso, y el controlador de ejes está adaptado para controlar los movimientos de los tres ejes conmutando entre la ejecución de al menos dos tareas: una primera tarea en la cual se ordena la detención de los ejes del intercambiador de estación y el posicionador que se determina se encuentra dentro del área de carga y se permite el movimiento del eje del posicionador que se determina se encuentra dentro del área de proceso, y una segunda tarea en la cual se permite el movimiento de los ejes del intercambiador de estación y los posicionadores. Esta realización es útil para los tipos de celdas de trabajo descritas en las figuras 1-4, las cuales incluyen más de un posicionador. Esta realización garantiza la seguridad de un operador que carga un posicionador mientras el manipulador está trabajando en una pieza de trabajo sostenida por otro posicionador y se hace girar el eje del otro posicionador.

[0030] El controlador de seguridad está adaptado para determinar qué posicionador está dentro del área de carga y qué posicionador está dentro del área de proceso en base a la posición del eje del intercambiador de estación.

[0031] De acuerdo con una realización de la invención, el sistema comprende un medio de activación ubicado fuera de la celda de trabajo y dicho medio de activación está adaptado para generar una señal de "operador listo" al ser activado por una persona, y el controlador de ejes está adaptado para recibir la señal de "operador listo" y conmutar a la segunda tarea al recibir esta señal. Esta realización asegura que la persona esté fuera de la celda de trabajo cuando se permite el movimiento del eje del intercambiador de estación y el posicionador en el área de

carga.

[0032] De acuerdo con una realización de la invención, el área de carga incluye el primer posicionador y el área de proceso incluye el segundo posicionador, cada área está provista de un detector que detecta cuando una persona ingresa a dicha área, el intercambiador de estación está adaptado para mover el manipulador entre el área de carga y el área de proceso, y el controlador de seguridad está adaptado para determinar, al detectar que una persona está ingresando al área de carga o de proceso, si el manipulador se encuentra o no dentro del área a la cual está ingresando la persona y, si el manipulador está dentro de dicha área, generar una señal de parada para el manipulador. La señal de parada para el manipulador desactiva las unidades de mando de los ejes y aplica los frenos a los motores del manipulador. Esta realización es útil para los tipos de celdas de trabajo descritas en las figuras 4 y 5, en las cuales el alcance del manipulador se extiende hasta el área de carga. Esta realización garantiza la seguridad de un operador que carga un posicionador ubicado en un área hasta la cual puede llegar el manipulador mientras está trabajando.

[0033] De acuerdo con otro aspecto de la invención, este objetivo se logra mediante un método para controlar una pluralidad de ejes en un sistema de robot industrial como el que se define en la reivindicación 7.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0034] A continuación se explicará en mayor detalle la invención mediante la descripción de diferentes realizaciones de la misma y con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra un primer tipo de celda de trabajo de la técnica anterior que incluye un manipulador, dos posicionadores y un intercambiador de estación independiente.

La figura 2 muestra el primer tipo de celda de trabajo de la técnica anterior con cuatro posicionadores.

La figura 3 muestra un segundo tipo de celda de trabajo de la técnica anterior que incluye un manipulador, dos posicionadores y un intercambiador de estación en forma de uno de los ejes del manipulador.

La figura 4 muestra un tercer tipo de celda de trabajo de la técnica anterior provista de un manipulador, dos posicionadores y un intercambiador de estación en forma de un recorrido lineal.

La figura 5 muestra un cuarto tipo de celda de trabajo de la técnica anterior que incluye un manipulador, un posicionador y un intercambiador de estación en forma de uno de los ejes del manipulador.

La figura 6 muestra un ejemplo de un sistema de control de robot de la técnica anterior.

La figura 7 muestra un sistema de control de robot de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 8 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo de un programa para controlar los ejes de un posicionador y un intercambiador de estación.

La figura 9 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo de un programa para controlar los ejes de dos posicionadores y un intercambiador de estación.

La figura 10 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo para un controlador de seguridad.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

[0035] La figura 7 muestra un sistema de control de robot de acuerdo con una realización de la invención adecuado para controlar los ejes del intercambiador de estación y los posicionadores en las celdas de trabajo descritas en las figuras 1-5. Sin embargo, el número de unidades de mando, motores y dispositivos medidores de posición se debe adaptar según el número de posicionadores en el tipo de celda de trabajo. Los movimientos de los posicionadores y el intercambiador de estación se logran mediante una pluralidad de motores M_1 , M_2 , M_3 . Por ejemplo, con referencia a la celda de trabajo ilustrada en la figura 1, el motor M_1 controla el eje A_1 del primer posicionador, el motor M_2 controla el movimiento de los ejes A_2 , A_1 del primer posicionador, y el motor M_3 controla el movimiento del eje A_3 del intercambiador de estación. Cada eje está provisto de un dispositivo R_1 , R_2 , R_3 para medir la posición Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 del eje. El dispositivo para medir la posición del eje es, por ejemplo, un resolvente.

[0036] El sistema de control comprende un controlador de ejes adaptado para controlar los movimientos del eje del intercambiador de estación y los posicionadores. Preferentemente, el controlador de ejes también controla todos los ejes del manipulador 1. El controlador de ejes comprende medios de memoria para almacenar un programa de control del robot y medios de procesamiento, como por ejemplo una CPU, para ejecutar el programa de control. El controlador de ejes también comprende un bucle de servo que controla la posición de los ejes. El

controlador de ejes 50 recibe información sobre las posiciones reales Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 de los ejes y genera señales de referencia Φ_{ref1} , Φ_{ref2} , Φ_{ref3} para la posición y velocidad de los ejes en base a la información recibida sobre las posiciones reales y a las instrucciones contenidas en el programa de control del robot. En una realización alternativa, el controlador de ejes incluye un ordenador principal para almacenar y ejecutar el programa de control del robot y un ordenador de los ejes que incluye el bucle de servo.

[0037] El sistema de control también comprende una pluralidad de unidades de mando 53-55. Cada eje está provisto de su propia unidad de mando. El controlador de ejes 50 envía señales de referencia Φ_{ref1} - Φ_{ref3} para la posición de los ejes a las unidades de mando 53-55, las cuales controlan los motores M_1 - M_3 en base a las señales de referencia recibidas. El controlador de ejes 50 también recibe una señal del medio de activación 8 que le informa que el operador está listo, es decir, que el posicionador está cargado. El medio de activación 8 puede ser cualquier medio de activación conocido, tal como un botón físico o un botón digital en un dispositivo de visualización. Al ser activado por el operador, el medio de activación 8 genera una señal y la envía al controlador de ejes 50. En esta realización, las unidades de mando 53-55 son activadas y desactivadas mediante un interruptor 59 que, en respuesta a una orden recibida, interrumpe la alimentación de corriente alterna a las unidades de mando. Las unidades de mando 53-55 incluyen un rectificador que rectifica la corriente alterna suministrada y electrónica de potencia para generar corrientes variables hacia los motores dependiendo de los valores de referencia Φ_{ref1} - Φ_{ref2} del controlador de ejes 50.

[0038] El sistema de control también comprende un controlador de seguridad 58 adaptado para supervisar la celda de trabajo y generar señales de parada para los ejes. El controlador de seguridad 58 está adaptado para recibir información sobre la posición Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 de los ejes de los posicionadores y el intercambiador de estación de los dispositivos medidores de la posición R1 - R3. Además, el controlador de seguridad 58 está adaptado para recibir información de un detector 6, el cual detecta si una persona está ingresando a un área de carga de la celda de trabajo. Un área de carga es un área dedicada que el operador puede visitar durante la carga y la descarga del posicionador. El detector 6 puede ser cualquier tipo de detector que detecte cuando una persona ingresa a un área determinada, como por ejemplo una cámara, un detector fotoeléctrico, un escáner láser, una alfombra detectora de pisadas, o una puerta con un interruptor de límite.

[0039] El sistema de control ilustrado en la figura 7 es adecuado para controlar los ejes de la celda de trabajo descrita en la figura 2, si el sistema de control está provisto de cinco unidades de mando, cada una de ellas conectada a un motor que controla el movimiento de cualquiera de los ejes A3 - A7. El sistema de control ilustrado en la figura 7 también es adecuado para controlar la celda de trabajo ilustrada en la figura 5 si se retira una de las unidades de mando y uno de los motores ilustrados en la figura. Luego la unidad de mando 53 se conecta a un motor que acciona el eje A8, y la unidad de mando 54 se conecta a un motor que acciona el primer eje del manipulador A10, el cual actúa como intercambiador de estación. El sistema de control ilustrado en la figura 7 también es adecuado para controlar los ejes de la celda de trabajo descrita en las figuras 3 y 4, si el controlador de seguridad recibe información de los detectores 6a y 6b cuando una persona ingresa a cualquiera de las áreas de carga 28 ó 30, y 36 y 37.

[0040] El controlador de ejes 50 está adaptado para conmutar entre la ejecución de al menos dos tareas: una primera tarea en la cual el controlador de ejes ordena la detención de los ejes del posicionador que se encuentran en el área de carga y el eje del intercambiador de estación, y una segunda tarea en la cual se permite el movimiento de los ejes de los posicionadores y el intercambiador de estación. La primera tarea se debe usar cuando el operador ingresa al área de carga y retira la pieza de trabajo terminada del posicionador que se encuentra en el área de carga y carga una nueva pieza de trabajo en el posicionador. La segunda tarea se debe usar cuando el operador está fuera de la celda de trabajo. Cuando el controlador de ejes ejecuta su segunda tarea, se permite que el intercambiador de estación se mueva alrededor de su eje y que mueva el manipulador o el posicionador entre el área de carga y un área de trabajo o de seguridad de la celda de trabajo. Cuando el controlador de ejes ejecuta la segunda tarea no se permite que el operador ingrese a la celda de trabajo. Una tarea es un programa escrito en un lenguaje de robot y que incluye instrucciones de programa que controlan los movimientos de los ejes de los posicionadores y el intercambiador de estación.

[0041] La figura 8 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo de un programa para controlar los ejes de un posicionador y un intercambiador de estación dispuestos como se muestra en la figura 5. Se comprenderá que cada bloque del diagrama de flujo se implementa mediante instrucciones de programa de un programa de control del robot. El programa de control del robot se puede escribir en cualquier tipo de lenguaje de programación. El tipo de lenguaje utilizado dependerá del tipo de robot.

[0042] El programa de control del robot coloca el ordenador de los ejes en la tarea 1 ordenando la detención del eje A8 del posicionador y el eje A10 del intercambiador de estación, bloque 60. La detención de los ejes se ordena generando señales de referencia Φ_{ref1} , Φ_{ref2} para los ejes que son constantes durante la primera tarea. Al operador se le informa que ahora es seguro ingresar al área de carga 38, bloque 62. Esta información se transmite, por ejemplo, encendiendo una luz verde. Después de terminar y abandonar el área de carga 38, el operador activa el

medio de activación 8 y el controlador de ejes recibe la señal de "operador listo", bloque 64. Mientras no se reciba ninguna señal de "operador listo", a los ejes se les ordena detenerse continuamente. Si se recibe una señal de "operador listo" el controlador de ejes conmuta nuevamente a la tarea 2, bloque 66. Cuando el ordenador de los ejes está en la segunda tarea se generan señales de referencia para los movimientos de los ejes en base a las instrucciones de programa contenidas en el programa de control del robot. Primero el programa de control ordena al eje A10 que gire alrededor del manipulador para que pueda llegar al posicionador 22. Luego el programa de control ordena al posicionador que gire alrededor del eje A8, mientras el manipulador procesa la pieza de trabajo que sostiene el posicionador. Cuando el manipulador termina de procesar la pieza de trabajo, se ordena al eje A10 que regrese a una posición segura dentro del área de seguridad 39. Mientras no sea seguro ingresar al área de carga este hecho se informa al operador, por ejemplo, mediante una luz roja.

[0043] La figura 9 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo de un programa para controlar los ejes de dos posicionadores y un intercambiador de estación, tal como se muestra en la figura 1. En este caso, el intercambiador de estación está adaptado para mover, en respuesta a una orden recibida, los posicionadores alrededor de su eje y así conmutar cuál de los posicionadores se encuentra dentro de las áreas de carga y de proceso. El controlador de ejes está adaptado para controlar los movimientos de los tres ejes A1, A2 y A3 conmutando entre tres tareas.

[0044] En una primera tarea se permite que el eje A1 del primer posicionador 4 se mueva y se ordena la detención de los ejes A2, A3 del intercambiador de estación 7 y el segundo posicionador 5. La primera tarea se usa cuando el primer posicionador 4 se encuentra en el área de proceso y el segundo posicionador 5 se encuentra en el área de carga. En la primera tarea se permite que el operador ingrese al área de carga y cambie la pieza de trabajo que sostiene el segundo posicionador 5, mientras el manipulador 1 procesa la pieza de trabajo que sostiene el primer posicionador 4.

[0045] En una segunda tarea se permite que los tres ejes A1 - A3 se muevan. Durante esta tarea el intercambiador de estación 7 se mueve alrededor de su eje A3 y se modifican las ubicaciones de los posicionadores. Durante la segunda tarea no está permitido que el operador ingrese al área de carga.

[0046] En una tercera tarea se permite que el eje A2 del segundo posicionador 5 se mueva y se ordena la detención del eje del primer posicionador 4 y el eje A3 del intercambiador de estación. La primera tarea se usa cuando el segundo posicionador 5 se encuentra en el área de proceso y el primer posicionador 4 se encuentra en el área de carga. Durante la tercera tarea se permite que el operador ingrese al área de carga para cargar el primer posicionador 4 con una nueva pieza de trabajo, mientras el manipulador 1 procesa la pieza de trabajo que sostiene el segundo posicionador 5.

[0047] Como se muestra en la figura 9, el controlador de seguridad se conmuta a la primera tarea cuando el primer posicionador 4 se encuentra en el área de proceso 9b y el segundo posicionador 5 se encuentra en el área de carga 9a, bloque 70. El eje A1 del primer posicionador se mueve de acuerdo con una señal de referencia Φ_{ref1} generada por el controlador de ejes en base a las instrucciones almacenadas en el programa de control del robot. Simultáneamente se ordena la detención del eje A2 del segundo posicionador 5 y el eje A3 del intercambiador de estación. Mientras el ordenador de los ejes está en la primera tarea el operador puede ingresar al área de carga y este hecho se le informa de manera acorde, por ejemplo, mediante una señal verde, bloque 71. En cuanto termina su trabajo en el área de carga, el operador activa el medio de activación 8. El controlador de ejes recibe la señal de "operador listo", bloque 72. Mientras no reciba ninguna señal de "operador listo", el controlador de ejes continúa en la primera tarea. Cuando recibe la señal de "operador listo", el ordenador de los ejes pasa a la segunda tarea, bloque 74. En la segunda tarea se permite que todos los ejes se muevan. Durante la segunda tarea el intercambiador de estación 7 se mueve alrededor de su eje A3 y se cambian las ubicaciones de los posicionadores 4, 5.

[0048] Cuando el intercambiador de estación está listo, el controlador de ejes cambia a la tercera tarea, bloque 76, y al operador se le informa que puede ingresar al área de carga, bloque 78. En la tercera tarea el eje de los movimientos del segundo posicionador 5 se controla de acuerdo con las instrucciones contenidas en el programa de control del robot, y se ordena la detención del eje del primer posicionador 4 y el eje A3 del intercambiador de estación. Durante la tercera tarea el operador carga una nueva pieza de trabajo en el primer posicionador 4. Luego de abandonar el área de carga 9a, el operador activa el medio de activación 8. El controlador de ejes recibe la señal de "operador listo", bloque 80. El controlador de ejes permanece en la tercera tarea en tanto no se reciba ninguna señal de "operador listo". Al recibir la señal de "operador listo", el controlador de ejes conmuta a la segunda tarea, bloque 82, que permite que todos los ejes se muevan. Durante la segunda tarea el intercambiador de estación 7 se mueve alrededor de su eje A3 y se cambian las ubicaciones de los posicionadores 4, 5. Cuando el intercambiador de estación está listo, el controlador de ejes se conmuta a la primera tarea, bloque 70, y al operador se le informa que puede ingresar al área de carga, bloque 71. A partir de entonces, el procedimiento descrito con referencia al bloque 70 - bloque 82 se repite de manera continua. Los bloques 70 - 90 representan un ciclo de trabajo del sistema de robot. De acuerdo con la invención, durante un ciclo de trabajo las unidades de mando 53 - 55 se mantienen activadas, es decir, el interruptor 59 está cerrado.

[0049] El controlador de seguridad 58 está adaptado para que, al detectar que una persona está ingresando al área de carga de la celda de trabajo, supervise de manera continua, al menos durante el tiempo en que la persona se encuentre dentro del área de carga, si el intercambiador de estación o el posicionador ubicado en el área de carga están en movimiento. El controlador de seguridad también está adaptado para generar una señal que al menos desactive la unidad de mando del eje que está en movimiento si se detecta que cualquiera de los ejes supervisados está en movimiento, y para mantener las unidades de mando de los ejes supervisados activadas si se decide que los ejes supervisados no están en movimiento.

[0050] La figura 10 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo para el controlador de seguridad 58. Este ejemplo se relaciona con el tipo de celda de trabajo ilustrada en la figura 5. Sin embargo, el mismo método se puede usar para cualquiera de los otros tipos ilustrados en las figuras 1-4. Se reciben los valores de las posiciones Φ_1 , Φ_2 de los ejes supervisados, es decir, los ejes del intercambiador de estación y el posicionador ubicado en el área de carga, bloque 92. Se recibe la señal del detector 6, que detecta cuando una persona ingresa al área de carga de la celda de trabajo, bloque 94. Se determina si alguien está ingresando al área de carga en base a la señal recibida del detector, bloque 96. Si no se detecta que una persona está ingresando al área de carga, se continúan recibiendo las posiciones de los ejes supervisados y la señal del detector.

[0051] Al detectar que una persona está ingresando al área de carga de la celda de trabajo, se determina continuamente si el eje del posicionador ubicado en el área de carga está en movimiento en base a las posiciones del eje del posicionador recibidas, bloque 98. Por ejemplo, se calculan las velocidades de los ejes en base a las posiciones medidas recibidas y a un intervalo de tiempo conocido entre mediciones de posición. Si la velocidad calculada es superior a un valor límite, se determina que el eje está en movimiento; caso contrario, el eje no está en movimiento. Preferentemente, el valor límite de la velocidad se debe configurar muy bajo, aunque debe permitir pequeños movimientos no visibles del eje.

[0052] Si se detecta que el posicionador ubicado en el área de carga está en movimiento se genera una señal de parada, bloque 100. La señal de parada desactiva la unidad de mando del eje que está en movimiento, por ejemplo abriendo el interruptor 59 que permite el paso de corriente alterna hacia la unidad de mando. Preferentemente, la señal de parada desactiva las unidades de mando 53 - 55 de todos los ejes. También es posible que la señal de parada aplique los frenos al motor M1, o a todos los motores M1 - M3. Del mismo modo, se controla continuamente si el eje del intercambiador de estación está en movimiento, bloque 102. Si el intercambiador de estación está en movimiento se genera una señal de parada, bloque 100. Si ninguno de los ejes del posicionador ubicado en el área de carga ni el eje del intercambiador de estación está en movimiento las unidades de mando se mantienen activadas, bloque 104.

[0053] El controlador de seguridad también recibe la señal de "operador listo" del medio de activación 6. La supervisión continúa hasta que se recibe la señal de "operador listo", bloque 106. Alternativamente, la supervisión continúa hasta que el detector 6 detecta que la persona abandona la celda de trabajo.

[0054] El algoritmo de supervisión arriba descrito provisto por el controlador de seguridad asegura que todos los ejes cuya detención se ordena no estén en movimiento. Si alguno de los ejes cuya detención se ordena está en movimiento mientras el operador se encuentra dentro del área de carga se podría producir un accidente.

[0055] No obstante, es posible que el operador seleccione una tarea manual que le permita mover manualmente los ejes del intercambiador de estación y el posicionador en el área de carga cuando el operador se encuentra dentro del área de carga. En este caso el operador anula el sistema de seguridad. Sin embargo, solo se permite que los ejes se muevan a baja velocidad.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La presente lista de referencias citadas por el solicitante es sólo para la conveniencia del lector. No forma parte del documento de Patente Europea. A pesar de la extrema diligencia tenida al compilar las referencias, no se puede excluir la posibilidad de que haya errores u omisiones y la OEP queda exenta de todo tipo de responsabilidad a este respecto.

Patentes citadas en la descripción

- DE 3532305 A1 [0001]
- EP 1731259 A [0004]

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de robot industrial que comprende:

- 5 una celda de trabajo que incluye un área de carga y un área de proceso (9a,9b; 28,30,26; 36,37; 38,39),
al menos un detector (6,6a-b) que detecta cuando una persona ingresa al área de carga de la celda de
trabajo,
un manipulador (1) ubicado en la celda de trabajo y adaptado para procesar una pieza de trabajo,
10 al menos un posicionador (4,5; 10a-d; 2,24; 32,34) adaptado para sostener la pieza de trabajo y cambiar la
orientación de la pieza de trabajo respecto de al menos un eje mientras el manipulador procesa la pieza de
trabajo,
un intercambiador de estación (7;1) que se puede mover alrededor de un eje y adaptado para mover, en
respuesta a una orden recibida, el manipulador o el posicionador entre dicha área de carga y un área de
proceso de una celda de trabajo,
15 un controlador de ejes (50) adaptado para controlar los movimientos de dichos al menos dos ejes, y
un controlador de seguridad (58) adaptado para supervisar la celda de trabajo y generar señales de parada
para los ejes, caracterizado porque cada uno de dichos ejes está provisto de un motor ($M_1 - M_3$) y una
unidad de mando (53 - 55),
el controlador de ejes está adaptado para conmutar entre la ejecución de al menos dos tareas: una primera
20 tarea en la cual se ordena la detención de los ejes del posicionador y el intercambiador de estación, y una
segunda tarea en la cual se permite que los ejes del posicionador y el intercambiador de estación se muevan,
y dicho controlador de seguridad está adaptado para recibir continuamente información sobre la posición del
posicionador y el intercambiador de estación, e información de dicho detector, y al detectar que una persona
está ingresando al área de carga de la celda de trabajo:
25
supervisar de manera continua, al menos durante el tiempo en que la persona se encuentre dentro del
área de carga, si el intercambiador de estación o el posicionador están en movimiento, y
generar una señal que desactive la unidad de mando del eje que está en movimiento si se detecta que
cualquiera de los ejes supervisados está en movimiento, y mantener las unidades de mando de los
30 ejes supervisados activadas si se decide que los ejes supervisados no están en movimiento.

2. El sistema de robot industrial según la reivindicación 1, donde dicho sistema comprende un segundo
posicionador adaptado para sostener una pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo alrededor
de al menos un eje, el intercambiador de estación está adaptado para cambiar, en respuesta a una orden recibida,
35 sobre cuál de los posicionadores está trabajando el manipulador, y dicho controlador de seguridad está adaptado
para recibir continuamente información sobre la posición de un segundo posicionador, y, al detectar que una
persona está ingresando al área de carga de la celda de trabajo, determinar qué posicionador está dentro del área
de carga, y detectar continuamente, al menos durante el tiempo en que una persona se encuentre dentro del área de
carga, si el intercambiador de estación o el posicionador que se determinó que se encuentra dentro del área de
40 carga están en movimiento, y, si se detecta que el intercambiador de estación o el posicionador que se determinó
que se encuentra dentro de dicha área de carga están en movimiento, generar una señal que desactive la unidad de
mando del eje que está en movimiento.

3. El sistema de robot industrial según la reivindicación 2, donde el controlador de seguridad está adaptado para
45 determinar cuál de los posicionadores se encuentra dentro del área de proceso, y el controlador de ejes está
adaptado para controlar los movimientos de dichos tres ejes conmutando entre al menos dos tareas: una primera
tarea en la cual se ordena la detención de los ejes del intercambiador de estación y el posicionador que se
determina se encuentra dentro del área de carga y se permite el movimiento del eje del posicionador que se
determina se encuentra dentro del área de proceso, y una segunda tarea en la cual se permite el movimiento de los
50 ejes del intercambiador de estación y los posicionadores.

4. El sistema de robot industrial según las reivindicaciones 2 ó 3, donde dicho controlador de seguridad está
adaptado para determinar qué posicionador está dentro del área de carga y qué posicionador está dentro del área
de proceso en base a la posición del eje del intercambiador de estación.

5. El sistema de robot industrial según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema comprende
un medio de activación ubicado fuera de la celda de trabajo y el medio de activación está adaptado para generar una
señal de "operador listo" al ser activado por una persona, y dicho controlador de ejes está adaptado para recibir la
señal de "operador listo" y conmutar a dicha segunda tarea al recibir esta señal.

6. El sistema de robot industrial según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, donde el área de carga incluye
dicho primer posicionador y dicha área de proceso incluye dicho segundo posicionador, cada área de carga está
provista de un detector que detecta cuando una persona ingresa al área de carga, y el intercambiador de estación
está adaptado para mover el manipulador entre el área de carga y el área de proceso, y dicho controlador de

seguridad está adaptado para determinar, al detectar que una persona está ingresando a cualquiera de las áreas de carga, si el manipulador se encuentra o no dentro del área de proceso correspondiente al área de carga a la cual está ingresando la persona, y generar una señal de parada para el manipulador si el manipulador se encuentra dentro del área de proceso correspondiente.

7. Un método para controlar una pluralidad de ejes en un sistema de robot industrial que comprende: una celda de trabajo que incluye un área de carga y un área de proceso, al menos un detector que detecta cuando una persona ingresa al área de carga de la celda de trabajo, un manipulador ubicado en la celda de trabajo y adaptado para procesar una pieza de trabajo, al menos un posicionador adaptado para sostener la pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo alrededor de al menos un eje mientras el manipulador procesa la pieza de trabajo, un intercambiador de estación que se puede mover alrededor de un eje y adaptado para mover, en respuesta a una orden recibida, el manipulador o el posicionador entre dicha área de carga y dicha área de proceso, **caracterizado porque** el método comprende:

conmutar entre la ejecución de al menos dos tareas: una primera tarea en la cual se ordena la detención de los ejes del posicionador y el intercambiador de estación, y una segunda tarea en la cual se permite que los ejes del posicionador y el intercambiador de estación se muevan, recibir continuamente información sobre la posición del posicionador y el intercambiador de estación, y recibir continuamente información de dicho detector, y al detectar que una persona está ingresando al área de carga de la celda de trabajo, supervisar continuamente, al menos durante el tiempo en que la persona se encuentre dentro del área de carga, si el intercambiador de estación o el posicionador están en movimiento, desactivar la unidad de mando del eje que está en movimiento si se detecta que alguno de los ejes supervisados está en movimiento, y mantener las unidades de mando de los ejes supervisados activadas si se decide que los ejes supervisados no están en movimiento.

8. El método según la reivindicación 7, donde el sistema de robot industrial comprende un segundo posicionador adaptado para sostener una pieza de trabajo y cambiar la orientación de la pieza de trabajo al menos alrededor de un eje, y el intercambiador de estación está adaptado para cambiar, en respuesta a una orden recibida, sobre cuál de los posicionadores está trabajando el manipulador, donde el método comprende:

recibir continuamente información sobre la posición del segundo posicionador, y al detectar que una persona está ingresando a dicha área de carga de la celda de trabajo, determinar cuál de los posicionadores se encuentra dentro del área de carga, detectar continuamente, al menos durante el tiempo en que una persona se encuentre dentro del área de carga, si el intercambiador de estación o el posicionador que se determinó se encuentra dentro del área de carga están en movimiento, y, si se detecta que el intercambiador de estación o el posicionador que se determinó se encuentra dentro de dicha área de carga está en movimiento, generar una señal que desactive la unidad de mando del eje que está en movimiento.

9. El método según la reivindicación 8, donde el método comprende:

determinar cuál de los posicionadores está dentro del área de proceso, y conmutar entre al menos dos tareas: una primera tarea en la cual se ordena la detención de los ejes del intercambiador de estación y el posicionador que se determina se encuentra dentro del área de carga y se permite el movimiento del eje del posicionador que se determina se encuentra dentro del área de proceso, y una segunda tarea en la cual se permite el movimiento de los ejes del intercambiador de estación y los posicionadores.

10. El método según las reivindicaciones 8 ó 9, donde se determina qué posicionador está dentro del área de trabajo y qué posicionador está dentro del área de proceso en base a la posición del eje del intercambiador de estación.

11. El método según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, donde el sistema de robot comprende medios de activación ubicados fuera de la celda de trabajo y adaptados para generar una señal de "operador listo" al ser activado por una persona, y la conmutación a dicha segunda tarea se realiza al recibir dicha señal de "operador listo".

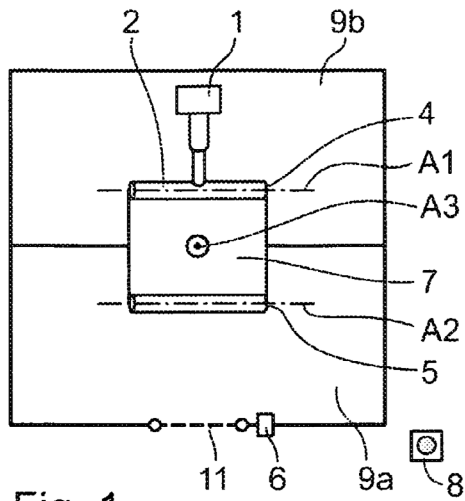


Fig. 1

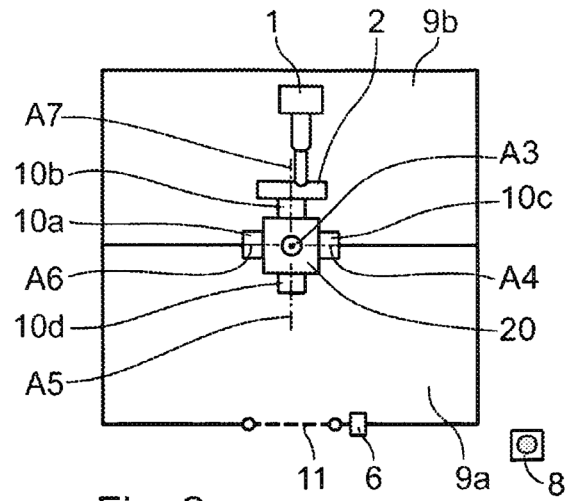


Fig. 2

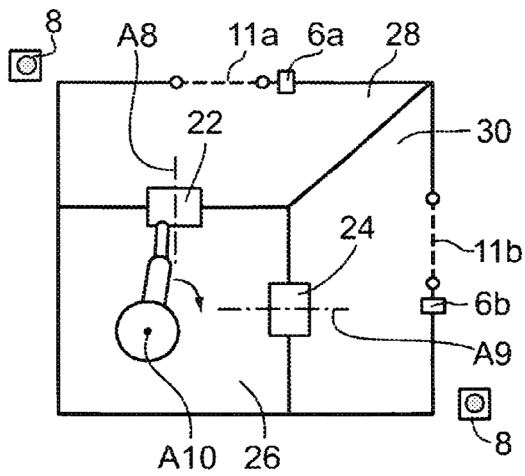


Fig. 3

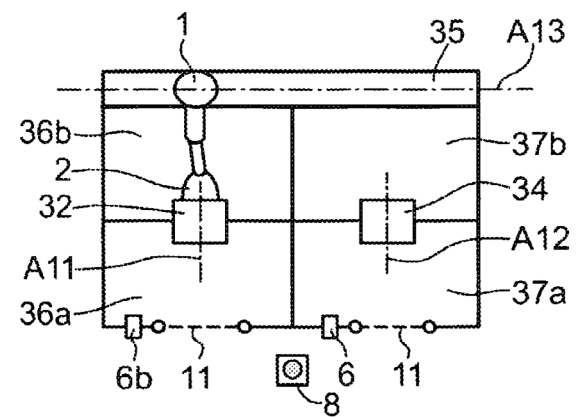


Fig. 4

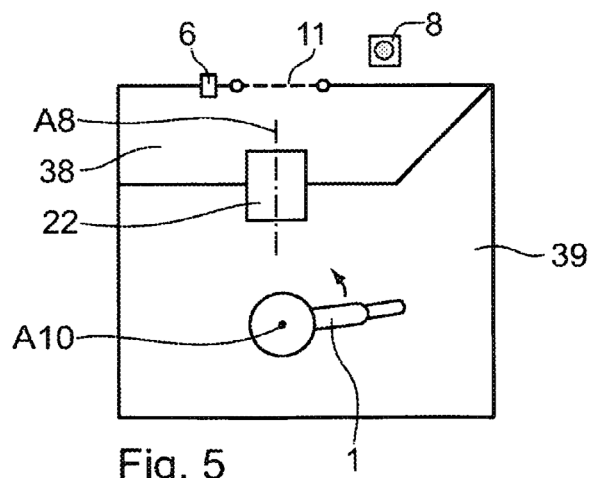


Fig. 5

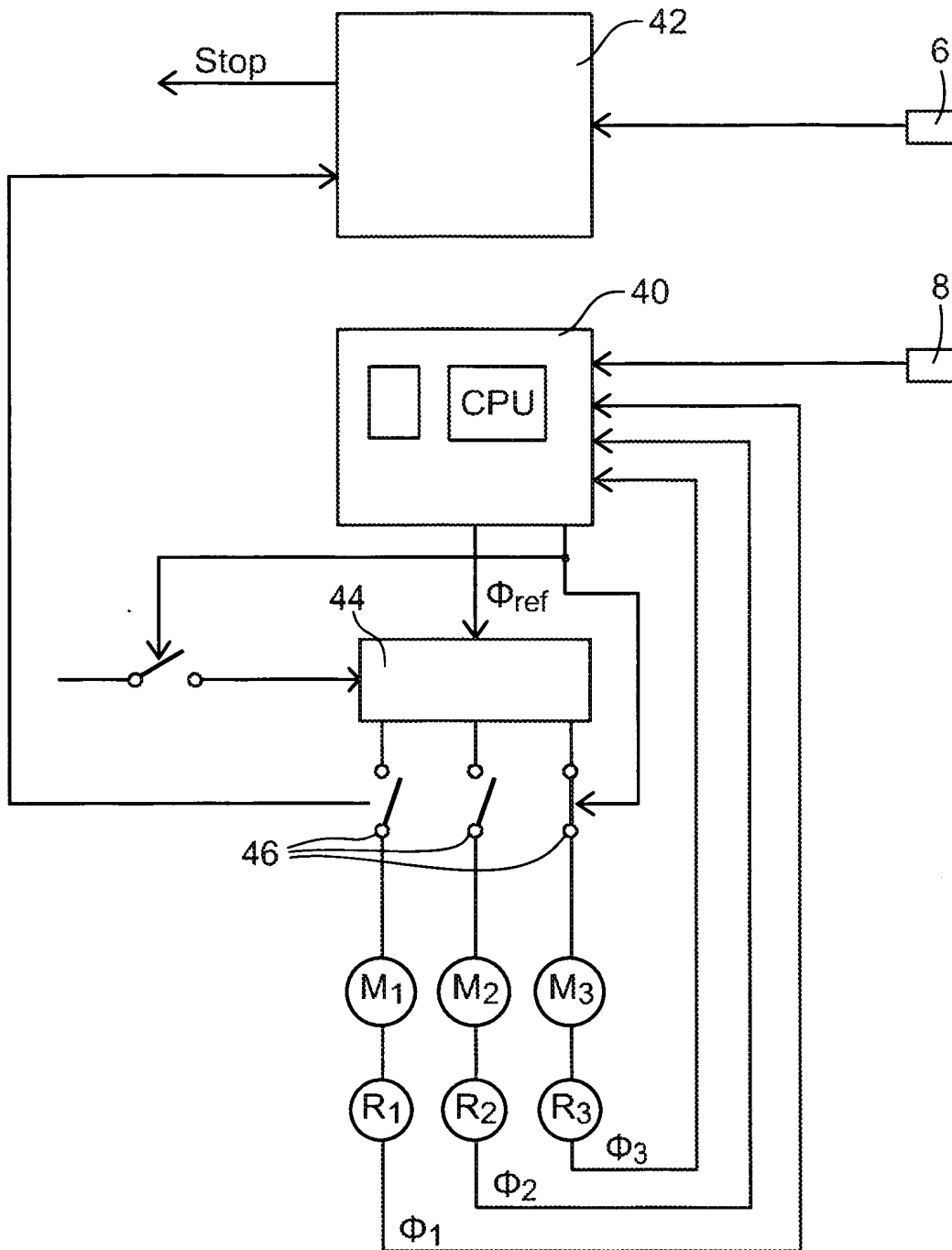


Fig. 6

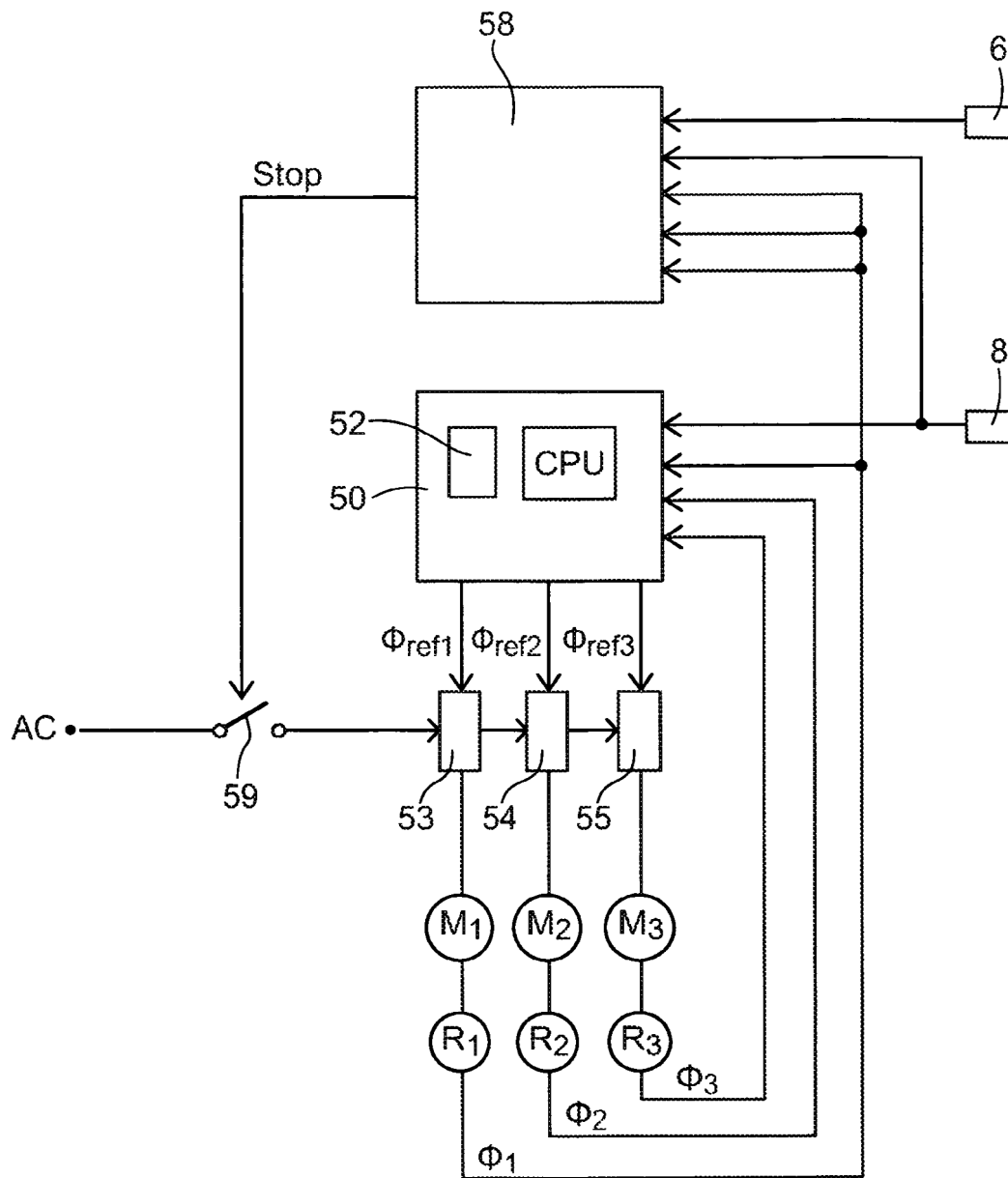


Fig. 7

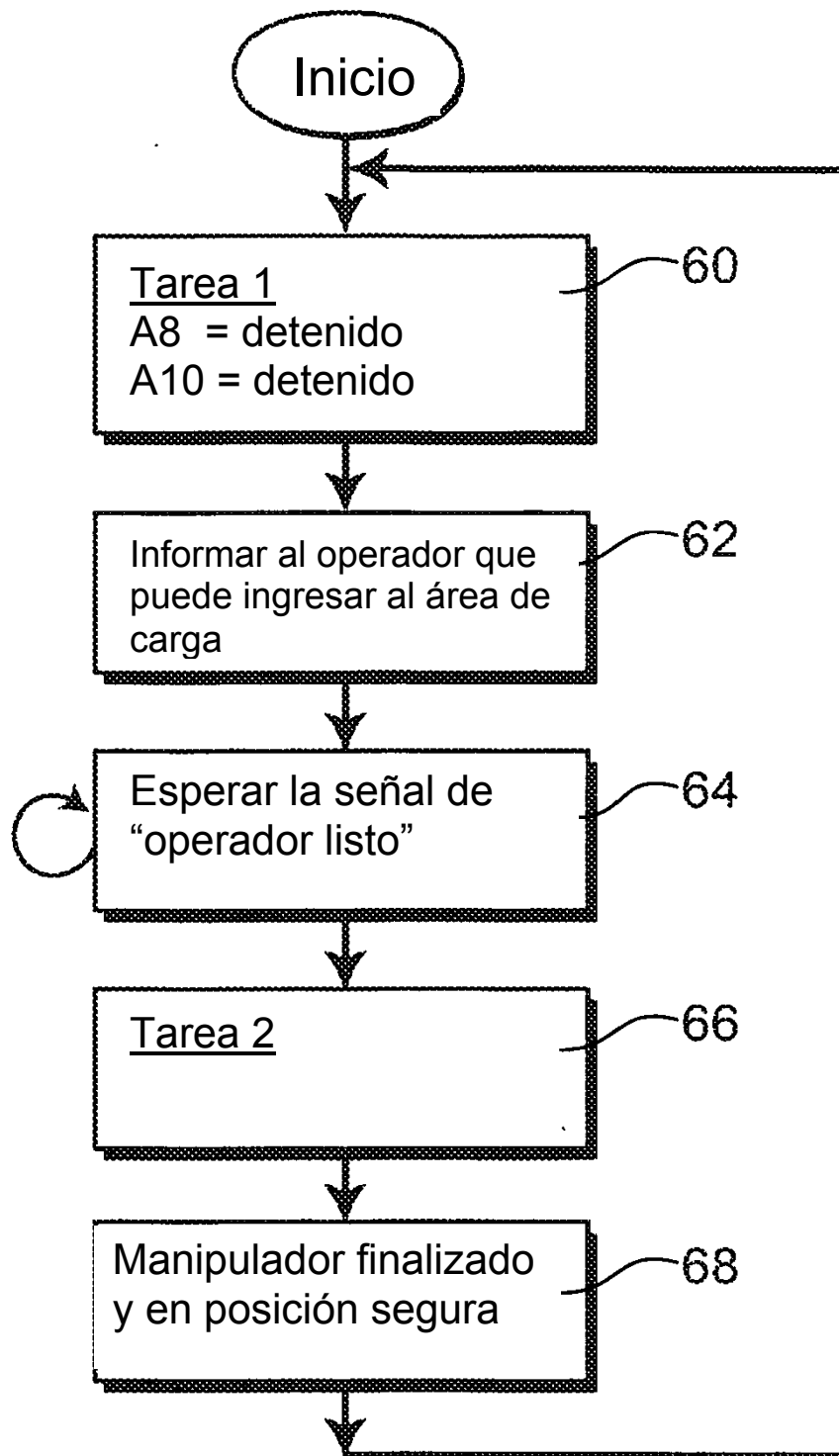


Fig. 8

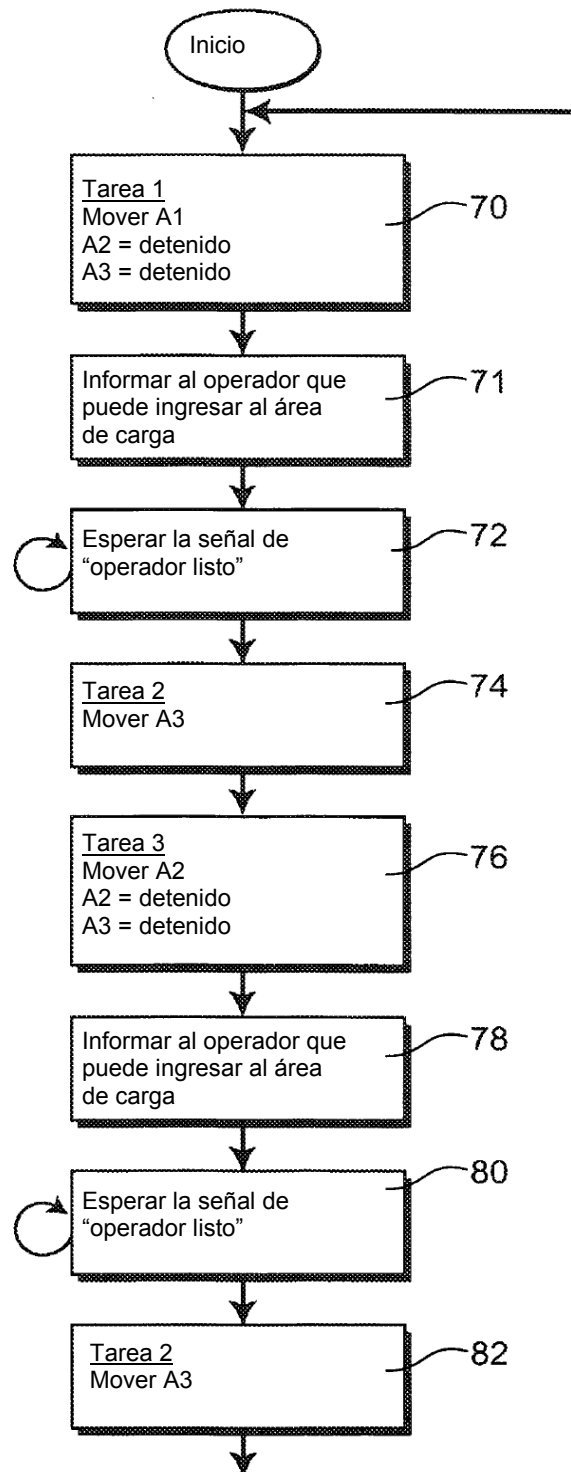


Fig. 9

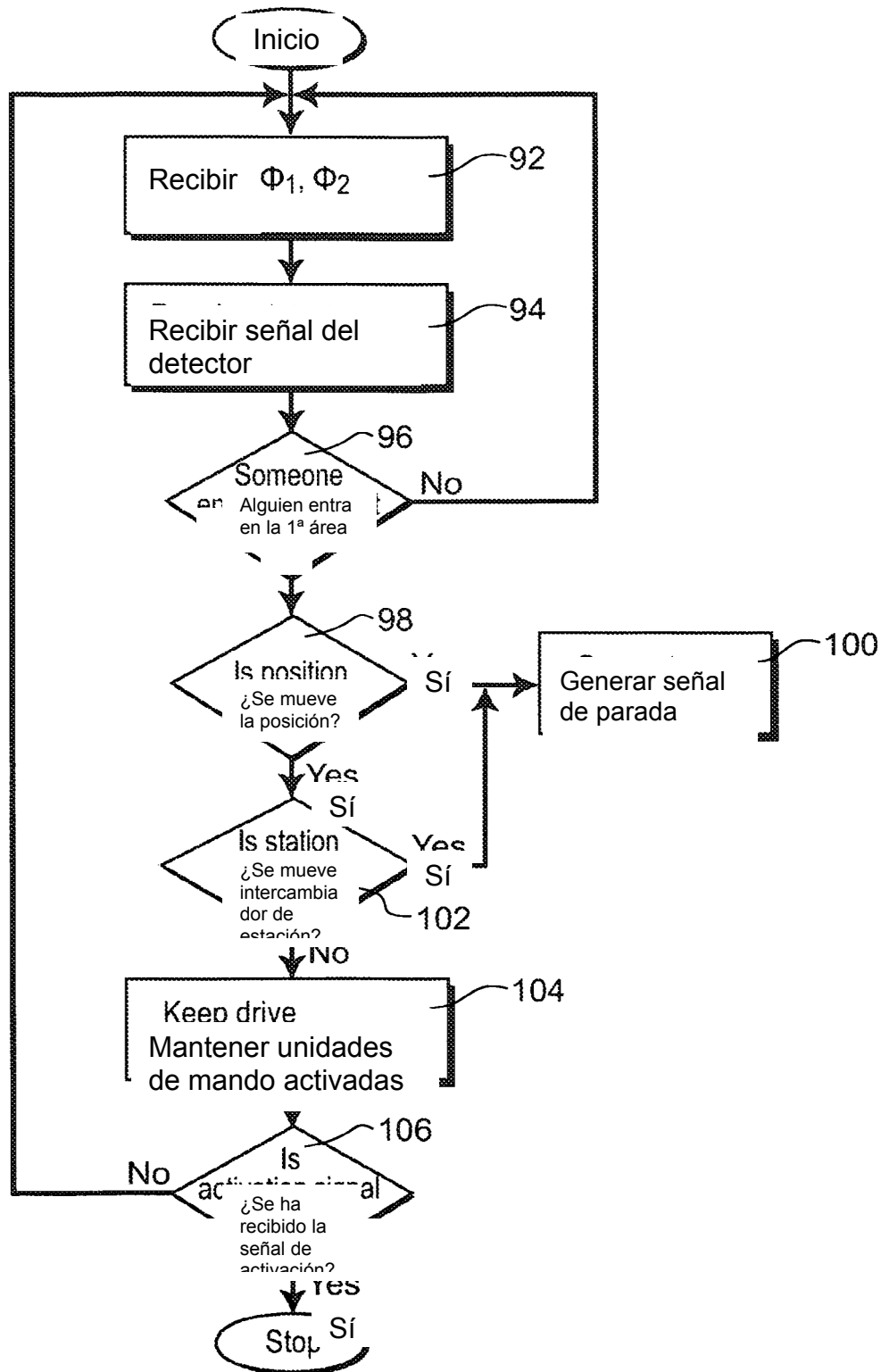


Fig. 10