

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 484 166**

51 Int. Cl.:

G01D 5/251 (2006.01)

G21C 19/105 (2006.01)

G21C 19/20 (2006.01)

G21C 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2008 E 08168545 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014 EP 2061037**

54 Título: **Procedimiento y aparato para el control permisivo de un mástil y pinza**

30 Prioridad:

15.11.2007 US 984276

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

11.08.2014

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC
(100.0%)**

**3901 CASTLE HAYNE ROAD
WILMINGTON, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

JOHNSON, MICHAEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 484 166 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

Procedimiento y aparato para el control permisivo de un mástil y pinza

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

5 Formas de realización ejemplares se refieren, en general, a un procedimiento y a un aparato para el control del desplazamiento tridimensional de un mástil. Más en concreto, formas de realización ejemplares se refieren al control del desplazamiento de componentes de un reactor nuclear, en términos de aseguramiento de que su localización bidimensional (esto es, coordenada en planta), su elevación y su orientación (esto es, el ángulo de rotación) se corresponden con las instrucciones del ingeniero de un reactor. Formas de realización ejemplares se refieren también a un control permisivo que haga posible que los componentes del reactor sean recogidos y soltados en las coordenadas y orientaciones de la planta que se correspondan con la hoja de movimientos del ingeniero del reactor durante el reabastecimiento o puesta en marcha inicial del reactor nuclear.

Técnica relacionada

15 En un Reactor de Agua en Ebullición (BWR) la orientación de los componentes del reactor, por ejemplo los conjuntos combustible y la guía de hojas (hoja simple o doble) es importante por diversas razones. Durante la operación del reactor los conjuntos combustible deben ser orientados para mantener las varillas de control en una posición vertical permitiendo al tiempo el acceso con fines de inspección.

20 Los conjuntos combustible y la guía de hojas simple pueden ofrecer cuatro orientaciones posibles (cada una en un ángulo de rotación con incrementos de 90°) cuando son bajados hasta el núcleo o hasta la piscina del combustible gastado. Además de la orientación del conjunto combustible, otra consideración importante puede ser el emplazamiento del medio de sujeción del canal. Los conjuntos combustible pueden ser localizados en un cuadrante de una celda de combustible, y los medios de sujeción deben estar encarados hacia el centro de la celda. La guía de las hojas simple también ofrece un aspecto a tener en cuenta, dado que los botones dispuestos en el lateral de la hoja deben estar dispuestos frente a las varillas de control con el fin de que la hoja mantenga de manera eficaz las varillas en posición vertical después del emplazamiento de la hoja dentro de una celda. Una guía de hoja doble puede ser cargada en solo dos direcciones, dependiendo del mantenimiento o examen que esté llevándose a cabo en el núcleo.

30 Una orientación defectuosa de los motores del reactor puede ser un problema potencialmente costoso y que lleve mucho tiempo en la operación de los reactores nucleares. La mayoría de las plantas nucleares estadounidenses clasifican un conjunto combustible en la orientación equivocada como a un error de manipulación del combustible, si la orientación errónea reside en el núcleo. Un error de manipulación del combustible podría costar 1,5 M \$ en servicios a la hora de desarrollar la secuencia de etapas crítica. Tradicionalmente, la responsabilidad de la orientación de los conjuntos combustible ha recaído en el encargado del desplazamiento y en el encargo de ubicar el combustible, situado en la plataforma de reabastecimiento, para asegurar que los componentes del reactor sean recolocados y orientados de acuerdo con la hoja de movimientos de la planta. Incluso con un segundo o un tercer verificador, los componentes del reactor pueden ser instalados en la orientación errónea, conducente a la parada de la planta o incluso a un funcionamiento erróneo serio del reactor, a potenciales accidentes, y a multas y posibles investigaciones de la Comisión Reguladora Nuclear (NRC).

40 La Patente estadounidense No. 5644607 describe un aparato de reabastecimiento automático que incorpora un carro de desplazamiento, un carro de avance transversal y un aparato de aferramiento de conjuntos combustible compuesto por una pinza, y un tubo de extensión y un torno elevador. El aparato de reabastecimiento automático incluye también un sistema para controlar las operaciones de transferencia automáticas del combustible, en el que se disponen una unidad de cálculo y una unidad de control. Después de que son introducidas a través de un dispositivo de entrada las posiciones de un punto de partida y de un punto terminal de la transferencia de los conjuntos combustible, la unidad de cálculo determina la ruta más corta desde el punto de partida al punto terminal en una zona permitida de transferencia del combustible preestablecida, y la unidad de control genera unas señales de accionamiento para desplazar el aparato de aferramiento de los conjuntos combustible a lo largo de la ruta más corta obtenida por medio de un control simultáneo a lo largo de los ejes X, Y, Z.

50 La Patente estadounidense No. 4713212 describe un aparato y un proceso de supervisión y control de las operaciones de carga y descarga de combustible de un reactor nuclear. Una unidad de tratamiento recibe las señales de la posición, la velocidad y la carga de los grupos dispuestos en el núcleo y una unidad programable proporciona las señales de comando representativas de la secuencia de carga. Las señales de comando y control son tratadas en una unidad de cálculo central y proporcionan las coordenadas de todos los emplazamientos de los grupos y de los elementos amovibles así como las marcas y posiciones de identificación de cada grupo, compara las diferentes señales recibidas y, de acuerdo con su coincidencia, autoriza o detiene el movimiento dirigido.

55 La Patente estadounidense No. 4427623 describe una estructura de contención de un reactor nuclear, una disposición de transferencia de combustible que incluye un puente, un carro y una pinza, incorporando estos últimos

un sensor de la posición montados sobre ellos, y unos medios de control para determinar la posición del puente del carro y de la pinza en respuesta a las señales procedentes de dichos sensores de la posición, mediante los cuales los conjuntos combustible pueden ser transferidos entre localizaciones de la estructura de contención.

Sumario de la invención

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para permitir el desplazamiento de un componente de reactor nuclear situado dentro de un reactor nuclear según se define en las reivindicaciones 1 y 5.

Un reactor de agua en ebullición requiere el desplazamiento de los componentes del reactor (los conjuntos combustible y las guías de hojas simples / dobles) durante el reabastecimiento de la planta y la puesta en marcha inicial de la planta. El desplazamiento de estos componentes se produce entre el núcleo del reactor y la piscina del combustible gastado. Tradicionalmente, durante el reabastecimiento de la planta, 1/3 de los conjuntos combustible pueden ser sustituidos por nuevos conjuntos combustible mientras otro 2/3 de los conjuntos puedan ser recolocados dentro del núcleo del reactor. Durante la puesta en marcha inicial de la planta, el entero núcleo del reactor está lleno de conjuntos combustible. En un escenario, o bien de reabastecimiento o de puesta en marcha inicial puede producirse un movimiento considerable de los componentes del reactor cuando los conjuntos combustible y las guías de hojas sean levantadas y se dejen caer mientras se desplazan a través de una "rampa de caída de ganado" inundada que puede conectar el núcleo del reactor y la piscina del combustible gastado. El Sistema de Control Permisivo ayuda a prevenir la extracción o inserción física de los componentes del reactor si el mástil y pinza no están en el correcto emplazamiento u orientación, y el Sistema de Control Permisivo puede proporcionar un mensaje de error a un usuario u operador, en vez de basarse en la verificación personal para identificar los componentes mal orientados o mal colocados.

Un mástil telescópico con una pinza dispuesta en el extremo está previsto para desplazar los componentes del reactor y hacerlos rotar hasta la orientación adecuada. Formas de realización ejemplares incluyen un aparato de orientación del mástil, el cual utiliza unos conmutadores de proximidad para verificar la posición (en incrementos de 90°), o cuatro (orientaciones "específicas") de la pinza. En la industria de los reactores nucleares estadounidense, estas cuatro orientaciones pueden a veces ser designadas como orientaciones 1, 2, 3 y 4 (las plantas foráneas pueden referirse a dichas orientaciones como 0, 1, 2 y 3). Como alternativa, las orientaciones pueden ser designadas como izquierda fácil, izquierda difícil, derecha fácil y derecha difícil. El Sistema de Control Permisivo proporciona una señal de orientación del mástil, que indica cuál es la "orientación" (1, 2, 3 o 4) en la que están el mástil y la pinza, que pueda ser transferida a un mueble - armario de un PLC (Controlador de Lógica Programable). Otras entradas al PLC pueden incluir las coordenada de la planta (emplazamiento del eje x y eje y) del mástil. El PLC puede entonces ofrecer la orientación de la pinza y la localización del mástil a un ordenador industrial, ordenador personal (PC), a una pantalla táctil de operador o a otra interfaz de usuario de este tipo, descritos en términos generales como "ordenador" a lo largo del resto de la memoria descriptiva. Como alternativa, la información de la orientación y localización puede puentear el PLC e ir directamente al ordenador. El ordenador puede proporcionar la información de la interfaz de usuario, incluyendo la orientación y localización a un usuario que puede estar situado, por ejemplo, en una plataforma de reabastecimiento. El PLC y / o el ordenador pueden proporcionar la entrada de usuario relacionada con el movimiento de los componentes del reactor. Dicha entrada puede ser introducida de forma no sistemática, en un modo pseudomanual o pseudoautomático o, como alternativa, los datos de entrada relacionados con el movimiento de los componentes (emplazamientos de recogida y de posición y orientaciones de los componentes, y la secuencia de los movimientos de los componentes) pueden ser programados de antemano de forma que el ordenador / PLC puedan operar de un modo más automático.

El ordenador puede proporcionar una interfaz de usuario relacionada con el movimiento de los componentes del reactor, la cual puede entonces ser transferida a un PLC que, a su vez, controle el movimiento del mástil en emplazamientos del eje x y el eje y por toda la planta. El PLC puede también controlar el movimiento del eje z de la pinza mediante el control de la naturaleza telescópica del mástil. El PLC examina la orientación (rotación) de las pinza y mástil y, a continuación, prohíbe el movimiento del eje z del mástil dentro del núcleo del reactor o de la piscina del combustible gastado.

Breve descripción de los dibujos

Las expuestas y otras características y ventajas de otras formas de realización ejemplares se pondrán de manifiesto de forma más acabada mediante la descripción en formas de realización detallados ejemplares al detalle con referencia a los dibujos adjuntos. La finalidad de los dibujos que se acompañan consiste en representar formas de realización ejemplares y no deben ser interpretados para limitar el alcance pretendido de las reivindicaciones. Los dibujos que se acompañan no deben ser considerados como trazados a escala a menos que explícitamente se indique otra cosa.

55 La FIG. 1 es una vista desde arriba de las celdas de combustible situadas en un núcleo de reactor nuclear; la FIG. 2 es una vista desde arriba de las celdas de combustible, con un único conjunto combustible retirado de una de las celdas de combustible;

la FIG. 3 es una vista desde arriba de las células de combustible, con dos conjuntos combustible (situados en diagonal uno respecto de otro) retirados de una de las celdas de combustible;

la FIG. 4 es una vista desde arriba de celdas de combustible, con una guía de hoja doble situada en las posiciones vacías de los dos conjuntos combustible que han sido retirados de una celda de combustible;

5 la FIG. 5 es una vista desde arriba de las celdas de combustible, con una guía de hoja doble situada en las posiciones vacías de dos conjuntos combustible de una celda de combustible, y un tercer conjunto combustible retirado de la celda de combustible;

10 la FIG. 6 es una vista desde arriba de los cuatro conjuntos combustible que son retirados de una celda de combustible, con una guía de hoja doble situada en las posiciones vacías de dos conjuntos combustible diagonalmente opuestos;

la FIG. 7 es una vista en alzado de unos mástil telescópico y pinza con un aparato de orientación del mástil añadido en la posición superior del mástil;

la FIG. 8 es una vista desde arriba de la parte superior del aparato de orientación del mástil;

15 la FIG. 9 es una representación de unos mástil telescópico y pinza situados por encima de un componente del reactor, y una plataforma de reabastecimiento que soporta un armario - mueble de PLC y una interfaz de usuario de ordenador;

la FIG. 10 es un diagrama de flujo de una forma de realización ejemplar del programa informático del Sistema de Control Permisivo en un modo automático; y

la FIG. 11 es un diagrama de flujo de una forma de realización ejemplar en un modo semiautomático.

20 **Descripción detallada**

En la presente memoria se divulgan de forma detallada formas de realización ejemplares. Sin embargo, los detalles estructurales y funcionales específicos divulgados en la presente memoria son simplemente representativos de la finalidad descriptiva de las formas de realización ejemplares. Las formas de realización ejemplares pueden, sin embargo, ser incorporadas de muchas formas alternativas y no deben ser consideradas como limitadas únicamente a las formas de realización definidas en la presente memoria.

Por consiguiente, aunque las formas de realización ejemplares son susceptibles de diversas modificaciones y formas alternativas, sus formas de realización se muestran a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en esta memoria a continuación con detalle. Se debe entender, sin embargo, que no se pretende limitar las formas de realización ejemplares a las formas de realización divulgadas, sino que, por el contrario, las formas de realización ejemplares están concebidas para amparar todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que se incluyan dentro del alcance de las formas de realización ejemplares. Los mismos números se refieren a los mismos elementos a lo largo de la descripción de las figuras.

Se debe entender que, aunque los términos primero, segundo, etc. pueden ser utilizados en la presente memoria para describir diversos elementos, estos elementos no deben resultar limitados por estos términos. Estos términos se utilizan solo para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría ser designado como segundo elemento y, de forma similar, un segundo elemento podría ser designado como primer elemento, sin apartarse del alcance de las formas de realización ejemplares. Según se utiliza en la presente memoria, la expresión “y / o” incluye todas las combinaciones de uno o más de los elementos relacionados asociados.

Se debe entender que, cuando un elemento es designado como que está “conectado” o “acoplado” a otro elemento, puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o a los elementos intervinientes que puedan existir. Por el contrario, cuando un elemento es designado como que está “directamente conectado” o “directamente acoplado”, a otro elemento, es que no hay elementos intervinientes. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben ser interpretadas de la misma manera (por ejemplo, “entre” frente “directamente entre”, “adyacente” frente a “directamente adyacente”, etc.).

45 La terminología utilizada en la presente memoria, tiene como finalidad únicamente la descripción de formas de realización concretas y no pretende ser limitativa de las formas de realización ejemplares. Según se utilizan en la presente memoria, las formas singulares “un”, “uno”, “una”, y “el”, “la” pretenden incluir también las formas plurales a menos que del contexto se derive claramente lo contrario. Así mismo, los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye” y / o “que incluye” cuando se utilizan en la presente memoria especifican la presencia de características, números enteros, operaciones, elementos y / o los componentes referidos, pero no precluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y / o grupos de estos distintos.

Se debe destacar que, en algunas formas de realización alternativas, las funciones / actos referidos pueden producirse fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, dos figuras mostradas en sucesión pueden, de

hecho, ser ejecutadas sustancialmente de forma simultánea o pueden algunas veces ser ejecutadas en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad / actos implicados.

5 Con referencia a la FIG. 1, un núcleo 105 de reactor nuclear puede estar compuesto por unos conjuntos o haces 104 de combustible individuales situados en un único cuadrante de una celda 102 de combustible. Las celdas 102 de combustible tienen forma genérica cuadrada y contribuyen a una apariencia global en forma de matriz del núcleo 105. Las celdas de combustible son sustituidas, durante una parada para reabastecimiento de la planta, retirando primeramente cada uno de los cuatro conjuntos combustible de una celda de combustible, como se representa en las Figs. 1 a 6.

10 Con referencia a la FIG. 2, durante una parada típica de reabastecimiento de la planta, uno de los conjuntos 104 de combustible es retirado, dejando un cuadrante 110 de la celda de combustible temporalmente vacío.

Con referencia a la FIG. 3, es una práctica habitual retirar y a continuación sustituir celdas enteras de combustible retirando primeramente un conjunto 104 de combustible de un cuadrante 110 de celda combustible y, a continuación, retirar el conjunto 104 combustible diagonalmente opuesto, dejando vacío un cuadrante 112 de celda de combustible diagonalmente opuesto.

15 Con referencia a la FIG. 4, una guía 114 de hoja doble puede entonces ser colocada en las áreas 110 y 112 vacías diagonalmente opuestas de la celda de combustible con el fin de asegurar que son soportados los conjuntos 104 combustible restantes en los cuadrantes 115 y 117 de celda de combustible situados cerca de los cuadrantes 110 y 112 vacíos, de forma que permanezcan en posición vertical.

20 Con referencia a la FIG. 5, otro conjunto 104 combustible puede ser retirado dejando otro cuadrante 117 vacío de la celda 102 de combustible.

25 Con referencia a la FIG. 6, el conjunto 104 combustible final de la celda 102 de combustible puede ser retirado dejando el cuadrante 115 vacío. La celda 102 de combustible con todos los cuadrantes vacíos, los cuadrantes 110, 112, 115 y 117, está ahora lista para ser inspeccionada para su reabastecimiento posterior (mediante la instalación de nuevos conjuntos 104 combustible dentro de la celda 102 de combustible, o desplazando los conjuntos combustible parcialmente utilizados desde las demás áreas del núcleo hasta la celda 102 de combustible).

30 Con referencia a la FIG. 7, un mástil 70 telescópico convencional y una pinza 72 para combustible pueden estar equipados con un aparato 71 de orientación del mástil, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. Aunque no se muestra, el mástil y pinza convencional incluye en términos generales un puente accionado por motor (para el desplazamiento del eje x del mástil) y un carro (para el desplazamiento del eje y) produciéndose la rotación del mástil de forma manual, un cable de izamiento accionado por motor para los cambios de elevación (desplazamiento del eje z) del mástil, en una apertura y cierre controladas neumáticamente de la pinza de combustible, un controlador que puede ser programado para situar el mástil (por medio del puente y del carro) en unas coordenadas específicas de la planta, y una pantalla de representación o una interfaz de usuario gráfica de notificar al usuario el emplazamiento (coordenadas) y la elevación del mástil y la posición de apertura / cierre de la pinza. El aparato 71 de orientación del mástil vigila e indica la orientación (ángulo de rotación) del mástil y pinza, cuando es manualmente rotado de forma convencional. En una forma de realización, dichas orientaciones pueden ser asignadas en incrementos de 90°. Por ejemplo, el mástil y la pinza pueden estar situados en una posición asignada como 0°, 90°, 180°, o 270°. El puente y el carro accionados por motor y el controlador convencional asociado con el puente / carro pueden ser operados de manera convencional para situar el mástil para coger o dejar caer los componentes, aunque formas de realización ejemplares proporcionan el desplazamiento controlado del mástil ya sea en el modo automático o en el semiautomático (mostrado en las FIGS. 10 y 11) representando una interfaz de usuario gráfica y un PLC (156 y 151, de la FIG. 9) el desplazamiento del mástil y los movimientos de los componentes de control adicionales. La detección del emplazamiento del mástil y la pinza puede llevarse a cabo por medios convencionales, cuando el desplazamiento del mástil y la pinza (coordenadas de la planta) sea calibrado, de modo convencional, en base al emplazamiento del puente y del carro, y el desplazamiento puede ser transmitido a un PLC, ordenador, controlador u otro medio de este tipo para controlar el emplazamiento del mástil y la pinza como parte del Sistema de Control Permisivo. El Sistema de Control Permisivo puede controlar el izamiento accionado por motor por medio del PLC (151 de la FIG. 9), aunque formas de realización ejemplares permiten que un usuario observe la elevación de la pinza de combustible dispuesto sobre una interfaz de usuario gráfica (156 de la FIG. 9). El Sistema de Control Permisivo puede controlar la apertura y cierre neumáticos de la pinza de combustible por medio del PLC (156 de la FIG. 9), aunque formas de realización ejemplares permiten que el usuario visualice el estado de apertura y cierre de la pinza sobre una interfaz de usuario gráfica (156 de la FIG. 9). El Sistema de Control Permisivo puede prohibir un cambio en la posición de la pinza (o bien de abierto a cerrado o bien de cerrado a abierto) a menos que los mástil y pinza estén en un emplazamiento, elevación y orientación solicitados de la planta. La pantalla de representación convencional o la interfaz de usuario gráfica (156 en la FIG. 9) pueden ser utilizadas con el Sistema de Control Permisivo, facilitando formas de realización ejemplares la información perteneciente al emplazamiento físico (coordenadas) del mástil, la elevación de la pinza de combustible, el estado abierto o cerrado de la pinza de combustible y la orientación del mástil.

El aparato 71 de orientación del mástil puede incluir una placa 78 de montaje de vagoneta en el que se apoye un soporte 74 cardánico. El soporte 74 cardánico soporta una placa 76 cardánica que se puede dejar rotar libremente sobre la parte superior del soporte 74 cardánico. Cuando el mástil 70 y la pinza 72 rotan alrededor de un eje geométrico de rotación 73 con el fin de ajustar la orientación, la placa 78 de montaje de la vagoneta y el soporte 74 cuadrático permanecen aproximadamente fijos, y al menos una porción de la placa 76 cuadrática rota con el mástil 70 y la pinza 72 con el fin de reproducir la orientación de la pinza 72. Una leva (u objetivo) 80 está situada sobre la parte superior de la placa 76 cardánica de forma que la leva 80 rote con la rotación de la placa 76 cardánica. Unos conmutadores 82 de proximidad pueden estar situados sobre la placa 78 de montaje de la vagoneta o situados en cualquier otro punto a lo largo de la periferia de la placa 76 cardánica. Cuando la leva 80 rota sobre la parte superior de la placa 76 cardánica, la posición de la leva 80 es girada por los conmutadores 82 de proximidad. Los conmutadores 82 de proximidad pueden ser cualquier conmutador / sensor de proximidad, un conmutador de láminas de conmutador límite, o tipo similar de dispositivo que pueda detectar la posición relativa de la leva 80. Los conmutadores 82 de proximidad pueden estar polarizados, de forma que, cuando se utilizan varios conmutadores 82 de proximidad, los conmutadores puedan reconocer con precisión cuál es el conmutador 82 que está más próximo a la leva 80 en cualquier momento dado.

Con referencia a la FIG. 8, una vista desde arriba del aparato 71 de orientación del mástil muestra la placa 78 de montaje de la vagoneta que soporta una carrera 76b exterior de la placa cardánica. La carrera 76b exterior de la placa cardánica, a su vez, soporta una carrera 76a interior de la aplaca cardánica. Una leva 80 está fijada a la carrera 76a interior de la placa cardánica. La leva 80 y la carrera 76a interior de la placa cardánica reproducen la rotación del mástil 70 y de la pinza 72 (FIG. 7), aunque la carrera 76b exterior de la placa cardánica puede permanecer fija con respecto a la rotación del mástil 70 y de la pinza 72 (FIG. 7). Los conmutadores 82 de proximidad pueden estar situados a lo largo de la periferia de la carrera 76b exterior de la placa cardánica, de forma que los conmutadores 82 de proximidad puedan detectar la posición de la leva 80, cuando la carrera 76a interior de la placa cardánica y la leva 80 roten con respecto a la placa 78 de montaje de la vagoneta y con respecto a la carrera 76b exterior de la placa cardánica.

Con referencia a la FIG. 9, un mástil 70 y pinza 72 convencionales pueden estar equipados con un aparato 71 de orientación del mástil. Un usuario 154, como por ejemplo un ingeniero del núcleo, puede visualizar la rotación del mástil 70 y de la pinza 72 desde una plataforma 158 de reabastecimiento. El aparato 71 de orientación del mástil puede generar una señal 200 de orientación del mástil que puede ser transmitida a un armario - mueble 151 del PLD (controlador de lógica programable) que reciba la señal 200 de orientación junto con otras informaciones, como por ejemplo el emplazamiento físico del mástil 70 o la elevación de la pinza 72. El PLC 51 puede, a continuación, generar una señal 202 de emplazamiento / orientación hasta una pantalla de interfaz de usuario, como por ejemplo un ordenador industrial, una pantalla táctil o un ordenador personal (ordenador 156). El ordenador 156 puede hacer posible que el usuario 154 visualice el emplazamiento (coordenadas físicas) del mástil 70, la elevación de la pinza 72, cuando el mástil 70 avance y se contraiga, la orientación (ángulo de orientación) de la pinza 72 cuando la pinza 72 rote alrededor de un eje geométrico de rotación 73. El ordenador 156 hace posible que el usuario introduzca la coordenada 150 de elevación y las coordenadas 152 de suelta de los componentes del reactor, ya sea antes de o durante el desplazamiento de los componentes del reactor.

El ordenador 156 puede generar una señal 204 de control que puede ser transmitida al PLC 151, que describe el desplazamiento deseado del mástil 70 y de la pinza 72. El PLC 151 puede entonces generar una señal 208 de control del mástil que puede ser transmitida a un motor (no explícitamente mostrado) del mástil 70 y de la pinza 72, con el fin de controlar el movimiento del eje x, del eje y, y del eje z del mástil 70 y la posición de apertura y cierre de la pinza 72.

El ordenador 156 puede ser programado, por medio de un programa informático, para controlar el emplazamiento del mástil y actuar como sistema permisivo para la apertura / cierre y elevación de la pinza de combustible, en un modo automático, semiautomático o manual. La FIG. 10 proporciona una descripción de una forma de realización ejemplar referida a un modo de tipo automático. Con referencia a la FIG. 10, los mástil / pinza pueden ser controlados mediante el empleo del programa informático del Sistema de Control Permisivo, por un usuario que seleccione manualmente un modo AUTOMATIC en la etapa S2 sobre una pantalla táctil u ordenador, haciendo que el mástil se desplace hasta una coordenada S4 de recogida preprogramada. Se debe apreciar que en el modo AUTOMATIC, las coordenadas de recogida y suelta de todos los componentes del reactor pueden ya estar programadas de antemano en un ordenador 156 o en el PLC 151 (mostrado en la FIG. 9) antes de que un usuario seleccione un modo AUTOMATICO en la etapa S2. Las coordenadas de recogida y suelta y las orientaciones de los componentes pueden coincidir con la hoja de movimientos, tradicionalmente utilizada para describir los emplazamientos de los componentes del reactor durante el reabastecimiento o la puesta en marcha de la planta. Se debe apreciar que la información de la recogida y suelta programada de antemano puede incluir la disposición en secuencia de estos desplazamientos, de forma que exista un orden programado de antemano en el que los componentes puedan ser desplazados.

Una vez que el mástil se desplace en posición por encima de un componente del reactor pero antes de que se autorice la entrada de la elevación programable por el usuario (por ejemplo, 15 cm) por encima de la guía superior del núcleo o por encima de la parte superior del bastidor del combustible gastado, el Sistema de Control Permisivo verifica que las coordenadas y la orientación del mástil y de la pinza efectivas coincidan con las coordenadas y la

orientación solicitadas en la etapa S24. Si el mástil / pinza no están en las coordenadas / orientación correctas, el Sistema de Control Permisivo puede permitir que el usuario baje manualmente la pinza hasta la elevación del componente del reactor en la etapa S6 para levantarlo. Se debe apreciar que debido a los condicionamientos físicos de un núcleo de reactor de haces compactos o de la piscina del combustible gastado, el Sistema de Control Permisivo no permite la rotación de los mástil / pinza una vez que la pinza se desplaza por debajo de la elevación programable por el usuario por encima de la guía superior del núcleo o por encima de la parte superior de la piscina del combustible gastado, dado que un componente del reactor fijado a la pinza podría golpear o dañar el equipamiento circundante si se dejara rotar durante la inserción o extracción del componente. Así mismo, entre el punto en el que un componente pueda ser levantado y antes de ser soltado (esto es, durante el periodo de tiempo en el que la pinza puede estar conduciendo un componente), el Sistema de Control Permisivo puede tener en cuenta la longitud del mismo componente, de forma que la elevación programable por el usuario por encima del núcleo o de la piscina del combustible gastado tendrá entonces en consideración que la pinza pueda estar conduciendo un componente de determinada longitud, que no se puede permitir que golpee o dañe el equipamiento que esté situado por debajo de dicha equipación programada de antemano.

Formas de realización ejemplares dotan al Sistema de Control Permisivo con un sistema RESET en la etapa S10, en cualquier caso cuando: 1) el cable de la pinza presente holgura (esto es, el cable de la pinza puede estar en reposo, por oposición a estar tenso como en el caso de que la pinza pueda estar conduciendo un componente o esté de cualquier otra forma suspendida por debajo de un componente antes o después de la elevación o suelta del componente), y 2) los ganchos de la pinza cambien de posición (esto es, cambien de la posición abierta a la cerrada o de la cerrada a la abierta). Se debe destacar que los sistemas de control permisivo relacionados con cualquier otra etapa específica en una secuencia de recogida o suelta (por ejemplo, un control permisivo que no permita que la pinza sea manualmente elevada, porque la pinza no estuvo nunca cerrada durante la captura) puede ser manualmente puenteada (esto es, el sistema está en RESET) o bien desactivando el Sistema de Control Permisivo. Así mismo, formas de realización ejemplares hace posible que el sistema se disponga automáticamente en el modo RESET si se produce un mensaje de ERROR (este puede ser el caso cuando el mástil se desplace para una recogida o suelta, pero el emplazamiento o la orientación de los mástil / pinza no se corresponda con un emplazamiento / orientación solicitada o si se introduce un modo de operación MANUAL.

Cuando el usuario cierra manualmente la pinza en la etapa S8 con el fin de recoger un componente, el sistema entonces asume que, en este caso, el componente ha sido recogido, en la etapa S10. Formas de realización ejemplares del Sistema de Control Permisivo pueden referirse a ello como un sistema RESET, como sistema operativo sobre la base de que el cierre manual de la pinza de combustible en la etapa S8 indica que la pinza está ahora transportando un componente, como se indica en la etapa S11. El sistema entonces permite que un usuario eleve manualmente la pinza en la etapa S12.

Un usuario puede automáticamente desplazar un mástil hasta una coordenada de destino programada de antemano (suelta) efectuando una selección manual que puede encontrarse disponible en una interfaz de usuario, en la etapa S14. Formas de realización ejemplares pueden, de manera opcional, incluir una selección denominada "INCREMENT" (mostrada en la etapa S14) sobre una interfaz de usuario que pueda ser manualmente seleccionada para llevar a cabo dicho desplazamiento automático del mástil. Cuando el mástil alcance el punto de suelta, el sistema, a continuación, verifica que las coordenadas y la orientación reales de los mástil / pinza se corresponden con unas coordenadas y orientación solicitadas de la etapa S25. El sistema determina si los mástil / pinza están adecuadamente situados / orientados en la etapa S27 y, si no lo están, se puede impedir que la pinza sea bajada en la etapa S28 y se puede disponer una señal de error destinada a un usuario, en la etapa S28, con el fin de significar que el mástil y / o la pinza no están en el emplazamiento / orientación correctas para la suelta del componente. Si los mástil / pinza están correctamente situados / orientados, entonces se puede permitir que un usuario baje manualmente la pinza en la etapa S16 para la suelta del componente. Una vez que el usuario ha bajado manualmente el componente, el sistema permite que el usuario manualmente abra la pinza en la etapa S18 para completar la suelta del componente. Una vez que la pinza es manualmente abierta, el sistema puede automáticamente ponerse en modo RESET en la etapa S28, dado que el sistema considera que el componente ha sido soltado en la etapa S29. Se puede permitir entonces que el usuario eleve manualmente la pinza en la etapa S20. El usuario puede seleccionar el modo INCREMENT en la etapa S22, y el mástil puede entonces ser automáticamente recolocado en el siguiente emplazamiento S4 programado de antemano, con el fin de recoger el siguiente componente en la secuencia programada de antemano de los emplazamientos correspondientes del reactor.

Se debe apreciar que una de las ventajas del modo AUTOMATIC puede ser la naturaleza preprogramada de los emplazamientos de los componentes del reactor y la secuencia de desplazamientos de los componentes. Sin embargo, debido a la magnitud volumétrica de los componentes que necesitan ser desplazados durante el reabastecimiento o puesta en marcha de la planta, puede ser inevitable que dicha secuencia de desplazamientos de los componentes pueda llevarse a cabo más rápidamente apartándose de la secuencia exacta inicialmente programada mediante el ordenador o el PLC al inicio de los desplazamientos de los componentes. Por tanto, el Sistema de Control Permisivo puede ser capaz de permitir que los componentes sean recogidos y soltados en un orden que difiera de la hoja de movimientos del ingeniero del reactor originariamente planeada, asegurando sin embargo al tiempo que cada componente individual pueda ser recogido y soltado en el emplazamiento / orientación adecuados.

La FIG. 11 proporciona una descripción de una forma de realización ejemplar referida a un modo tipo semiautomático o seudomanual. Con referencia a la FIG. 11, los mástil / pinza pueden ser controlados mediante el uso del programa informático del Sistema de Control Permisivo en un modo pseudoautomático o seudomanual, mediante la selección manual de un usuario del modo SEMI-AUTOMATIC en la etapa S30. Un usuario introduce entonces, por medio de un ordenador 156 (FIG. 9) u otra interfaz de usuario, unas coordenada y orientación de recogida de un componente del reactor en la etapa S32. Un usuario verifica entonces manualmente que la coordenada / orientación de recogida introducida puede ser correcta en la etapa S34 antes de efectuar la selección manual que determine que el mástil se desplace de forma automática hasta la coordenada de recogida introducida en la etapa S36. Formas de realización ejemplares pueden, de manera opcional, incluir una selección denominada "AUTO - RUN" (mostrada en la etapa S36) sobre una interfaz de usuario que pueda ser manualmente seleccionada para llevar a cabo dicho desplazamiento automático del mástil.

Una vez que el mástil se sitúa en reposo sobre la coordenada de recogida introducida, el Sistema de Control Permisivo verifica que la coordenada / orientación real de los mástil y pinza se correspondan con la coordenada / orientación solicitada en la etapa S49. El sistema determina si la coordenada / orientación de la pinza adecuada existe en la etapa S51, y si no existe, el Sistema de Control Permisivo permite entonces que la pinza sea descendida en la etapa S58 y se proporciona una señal de error destinada a un usuario en la etapa S58 para significar que la coordenada u orientación de la pinza puede ser incorrecta. Si el Sistema de Control Permisivo determina que la pinza está en la coordenada u orientación adecuada entonces el usuario es autorizado para bajar manualmente la pinza hasta la elevación del componente en la etapa S38.

Una vez que la pinza es bajada hasta el componente, el usuario puede ser autorizado para cerrar manualmente la pinza en la etapa S40 con el fin de recoger el componente del reactor. En este punto, el Sistema de Control Permisivo puede situarse en el modo RESET en la etapa S42, cuando el sistema considere que el componente ha sido recogido en la etapa S53. El usuario puede entonces ser autorizado para elevar manualmente la pinza en la etapa S44.

Encontrándose todavía en el modo SEMI-AUTOMATIC, el usuario, a continuación, entra manualmente en un emplazamiento de destino (suelta) en la etapa S46. El usuario puede efectuar una selección manual que permita que el mástil se desplace automáticamente en la etapa de suelta de la etapa S48. Formas de realización ejemplares, de forma opcional, pueden incluir una selección denominada "INCREMENT" (mostrada en la etapa S48) sobre una interfaz de usuario que puede ser manualmente seleccionada para llevar a cabo dicho desplazamiento automático del mástil. Una vez que el mástil se sitúa en reposo por encima de la coordenada de destino, el Sistema de Control Permisivo puede entonces verificar que el mástil y la pinza están en una coordenada y en una orientación que se corresponde con la coordenada y orientación solicitada / introducida en la etapa S55. El sistema determina si existe la adecuada coordenada / orientación en la etapa S56 y si los mástil / pinza no están en la coordenada con la orientación adecuada, entonces se impide que la pinza sea bajada en la etapa S58 y puede proporcionarse una señal de ERROR en la etapa S58 para notificar al usuario que los mástil / pinza no se encuentran en el emplazamiento u orientación adecuados para la suelta. Si los mástil / pinza no están en el emplazamiento / orientación adecuados entonces un usuario es autorizado para bajar manualmente la pinza en la etapa S50 para la suelta del componente. Una vez que la pinza baja el componente hasta una elevación de reposo, el usuario puede ser autorizado para abrir manualmente la pinza en la etapa S52. El sistema puede entonces situarse en el modo RESET en la etapa S57 cuando el Sistema de Control Permisivo considere que el componente ha sido soltado en la etapa S59.

El usuario puede entonces ser autorizado a levantar manualmente la pinza en la etapa S54, e introducir una nueva coordenada de recogida para otro componente en la etapa S32.

Se debe advertir que existen muchas similitudes entre el modo AUTOMATIC (FIG. 10) y el modo SEMI-AUTOMATIC (FIG. 11), estribando la diferencia en el hecho de que en el modo SEMI-AUTOMATIC el usuario puede introducir las coordenadas y orientaciones de recogida y suelta mientras el proceso está avanzado, por oposición a la introducción de coordenadas / orientaciones y la secuencia de desplazamiento de los componentes frontal hacia arriba como parte del proceso del modo AUTOMATIC. El modo SEMI-AUTOMATIC podría ser considerado modo seudomanual. En un modo operativo auténticamente MANUAL, en el que a un usuario se le puede otorgar el control total para desplazar y rotar el mástil y la pinza, el Sistema de Control Permisivo puede estar enteramente desconectado, de forma que el sistema no emita ninguna señal de error o prohíba el desplazamiento de las pinza / mástil durante el desplazamiento potencial de componentes. En un modo operativo auténticamente MANUAL, una interfaz del sistema puede proporcionar una indicación al usuario para indicar que el Sistema de Control Permisivo no está activo, de forma que el usuario pueda desplazar los componentes bajo su responsabilidad, sin guía o verificación procedente del Sistema de Control Permisivo.

Habiéndose descrito en las líneas anteriores formas de realización ejemplares, debe resultar evidente que dichas formas pueden ser modificadas de muchas maneras. Dichas variaciones no deben ser consideradas como apartamiento del alcance pretendido de las reivindicaciones subsiguientes.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para permitir el desplazamiento de un componente de reactor nuclear dentro de un reactor nuclear, que comprende:
- la detección de un mástil (70) y de una pinza (72);
 - 5 la detección de la orientación de la pinza que utiliza un aparato de orientación del mástil, incluyendo el aparato de orientación del mástil una leva (80) fijada a una placa (76) cardánica que está dispuesta para rotar al unísono con una rotación angular del mástil (70) y de la pinza (72), mientras detecta una posición de la leva (80) utilizando una pluralidad de conmutadores (82) situados próximos a la placa (76) cardánica;
 - 10 el cálculo acerca de si el emplazamiento detectado y la orientación detectada, respectivamente, se corresponden con un emplazamiento de recogida solicitado y una orientación (150) de recogida solicitada; y
 - la prohibición de bajada y agarre de la pinza (72), a menos que el desplazamiento detectado y la orientación detectada se correspondan con el emplazamiento de recogida solicitado y la orientación (150) de recogida solicitada.
- 2.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende también:
- 15 la introducción de una pluralidad de emplazamientos de recogida solicitados y de orientaciones (150) de recogida solicitadas, y del orden secuencial de los emplazamientos de recogida utilizando una interfaz de usuario.
- 3.- El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el emplazamiento de recogida solicitado y la orientación de recogida solicitada se corresponden con los emplazamientos y las orientaciones de recogida de los componentes del reactor nuclear descritos sobre una hoja de movimientos del reactor nuclear.
- 20 4.- El procedimiento de cualquier reivindicación precedente, que comprende también:
- la representación del emplazamiento detectado y de la orientación detectada sobre una pantalla de una interfaz de usuario.
- 5.- Un sistema para permitir el desplazamiento de un componente del reactor nuclear dentro de un reactor nuclear, que comprende:
- 25 un sensor configurado para detectar un emplazamiento de un mástil (70) y de una pinza (72);
 - estando un aparato de orientación del mástil configurado para detectar una orientación de un mástil (70) y de una pinza (72), comprendiendo el aparato de orientación del mástil una leva (80) fijada a una placa (76) cardánica que está dispuesta para rotar al unísono con la rotación angular del mástil (70) y de la pinza (72),
 - 30 mientras detecta una posición de la leva (80) utilizando una pluralidad de conmutadores (82) situados cerca de la placa (76) cardánica;
 - un controlador (156) configurado para recibir el emplazamiento detectado y la orientación detectada, estando el controlador configurado para prohibir un descenso de los mástil y pinza si el desplazamiento y la orientación detectados no se corresponden con un emplazamiento y una orientación detectados.
- 35 6.- El sistema de la reivindicación 5, que comprende también:
- una interfaz de usuario configurada para representar el emplazamiento y la orientación del mástil (70) y de la pinza (72) y la posición de la pinza, estando la pinza situada en posición o bien abierta o bien cerrada.
- 7.- El sistema de la reivindicación 5 o 6, en el que el controlador (156) está también configurado para prohibir un cambio de la posición de la pinza o bien de abierta a cerrada o de cerrada a abierta, si el controlador detecta que la orientación detectada de los mástil y pinza no están en el emplazamiento y orientación solicitados.
- 40 8.- El sistema de la reivindicación 6, en el que la interfaz de usuario está configurada para hacer posible que un usuario introduzca los emplazamientos y orientaciones solicitadas, correspondiendo los emplazamientos y orientaciones solicitados a los emplazamientos y orientaciones de recogida y suelta de los componentes del reactor.
- 9.- El sistema de la reivindicación 6 u 8, en el que la interfaz de usuario está configurada para hacer posible que un usuario introduzca un orden secuencial de los emplazamientos de los componentes del reactor, correspondiendo el orden secuencial al emplazamiento de los componentes del reactor dispuesto en una hoja de movimientos del reactor nuclear.
- 45 10.- El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, en el que la pluralidad de conmutadores (82) incluye cuatro conmutadores situados en un ángulo de sustancialmente 90 grados de separación angular entre sí.

11.- El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, en el que los conmutadores (82) comprenden unos conmutadores limitadores, unos conmutadores de proximidad, unos conmutadores de lámina u otros conmutadores de este tipo configurados para detectar la presencia de la leva.

5 12.- El aparato de orientación del mástil de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, en el que los conmutadores (82) están polarizados para que solo el conmutador situado más próximo a la leva pueda indicar la posición de la leva.

FIG. 1

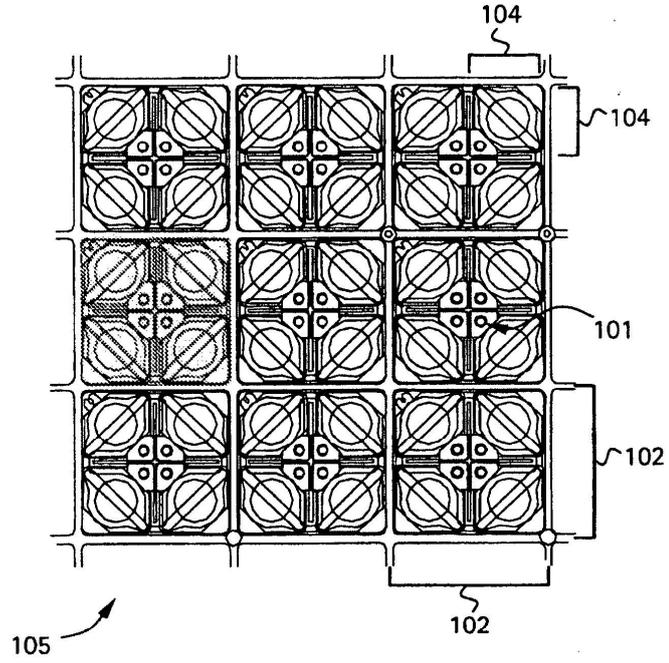


FIG. 2

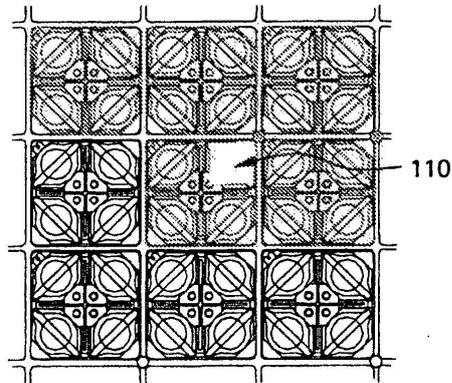


FIG. 3

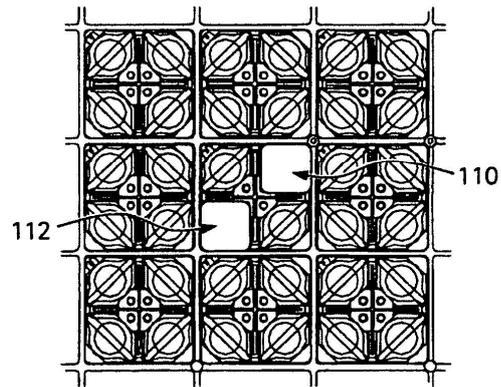


FIG. 4

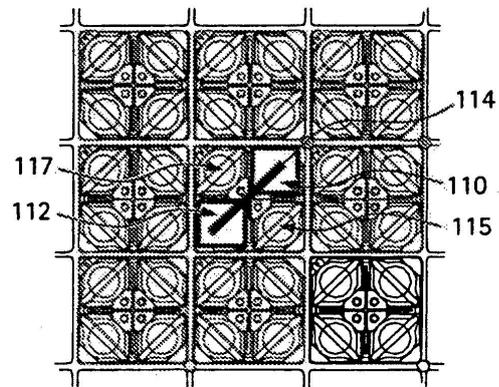


FIG. 5

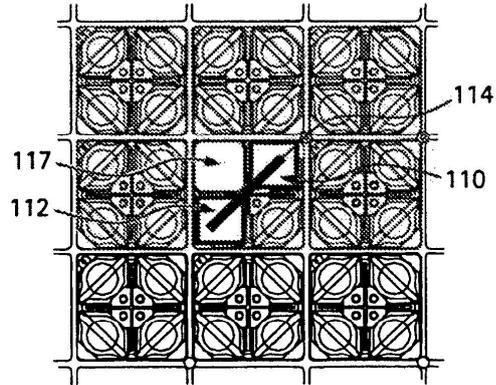


FIG. 6

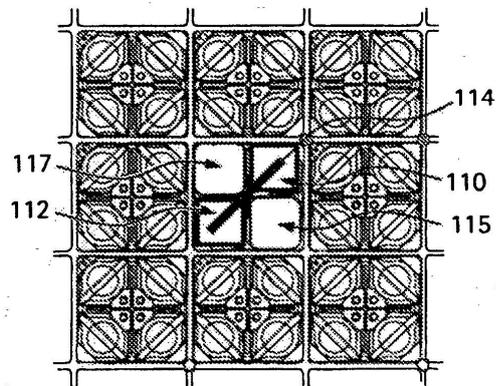


FIG. 7

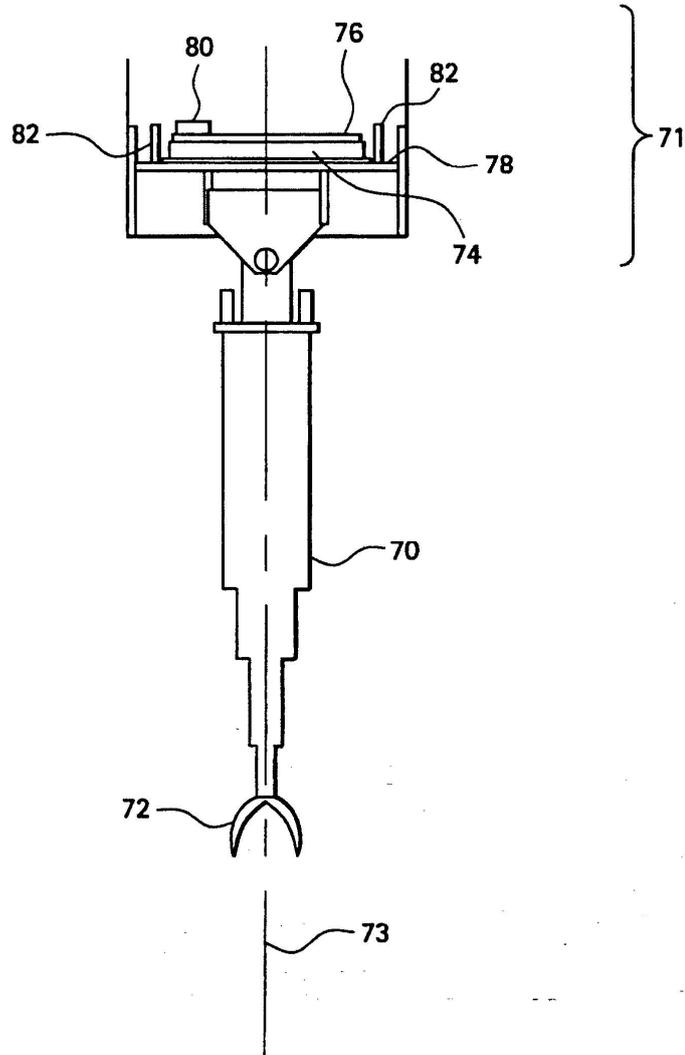


FIG. 8

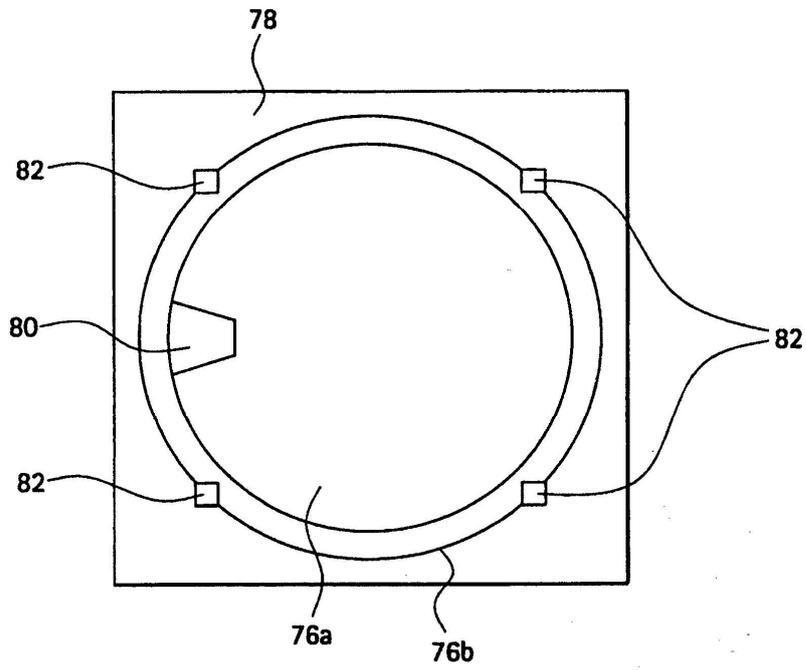


FIG. 9

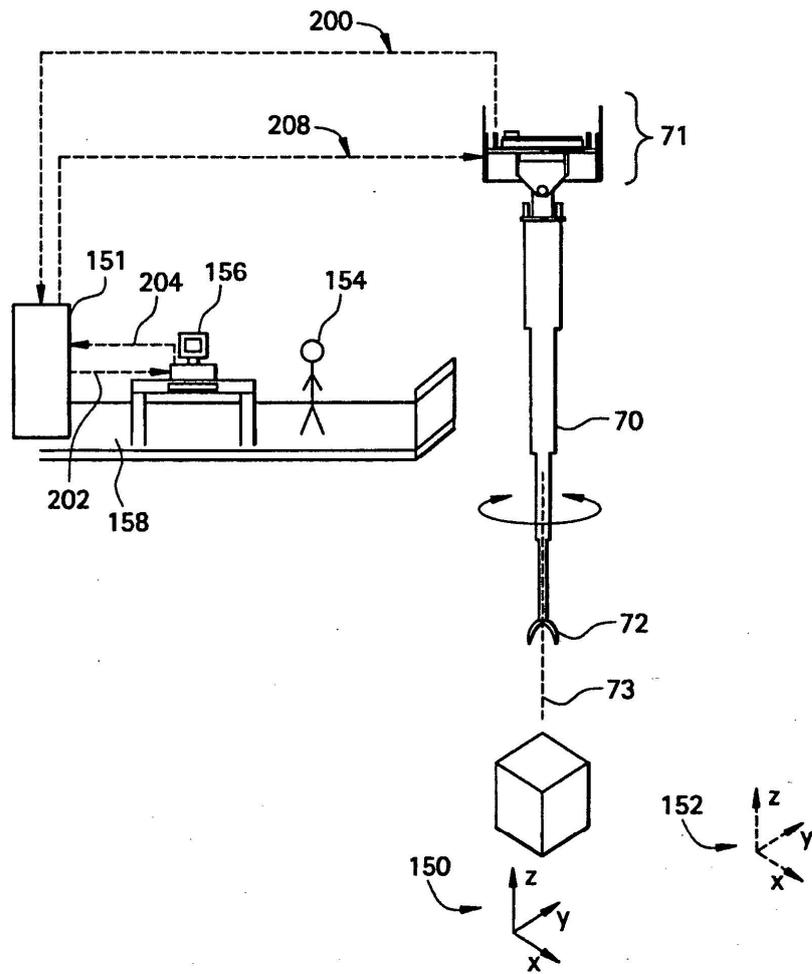


FIG. 10

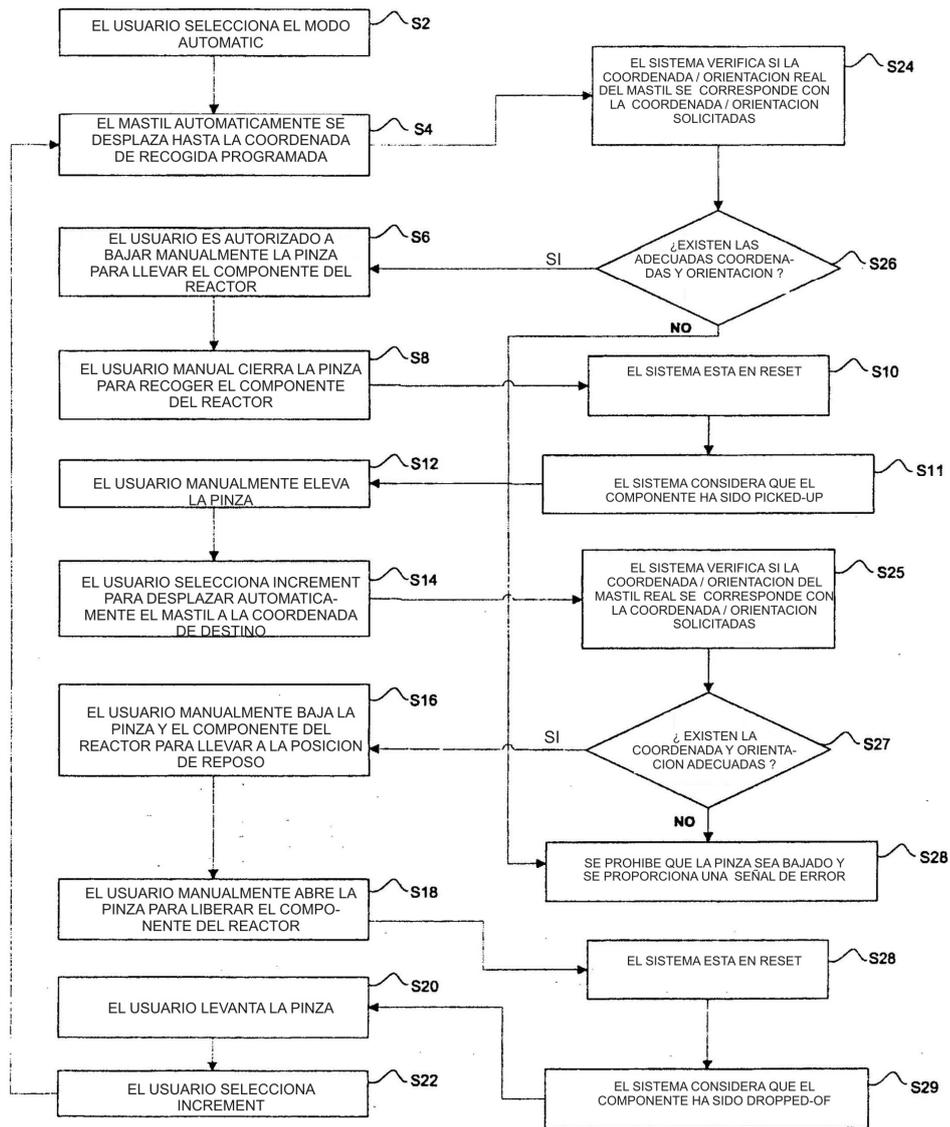


FIG. 11

