

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 375 988**

(21) Número de solicitud: 200801717

(51) Int. Cl.:

G21C 17/003 (2006.01)
G21C 19/20 (2006.01)

(12)

PATENTE DE INVENCIÓN

B1

(22) Fecha de presentación:

06.06.2008

(30) Prioridad:

20.06.2007 US 11/812,576

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

08.03.2012

Fecha de la concesión:

16.01.2013

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

14.12.2012

(45) Fecha de publicación de la concesión:

28.01.2013

(73) Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS, LLC
3901 CASTLE HAYNE ROAD
WILMINGTON, NORTH CAROLINA 28401 US**

(72) Inventor/es:

**ROWELL, Jason Maxey y
FOLEY, Kevin James**

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

(54) Título: **APARATOS Y PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN
PARA REACTORES NUCLEARES.**

ES 2 375 988 B1

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

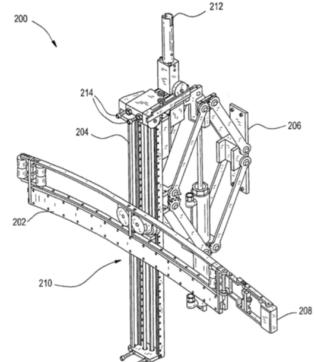


(11) Número de publicación: **2 375 988**

(21) Número de solicitud: 200801717

(57) Resumen:

Aparatos y procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación para reactores nucleares. Un aparato (200) para inspeccionar un reactor nuclear puede incluir una vía (204), un brazo (202), un dispositivo de fijación (206), y un efecto (208). El brazo (202) puede estar conectado de manera operativa con la vía (204), el dispositivo de fijación (206) puede estar conectado de manera operativa a la vía (204), y el efecto (208) puede estar conectado de manera operativa al brazo (202). El brazo (202) puede tener unas longitudes contraída y expandida. La longitud expandida puede ser mayor que dos veces la longitud contraída. La vía (204) puede incluir uno o más motores (1200, 1202, 1204) adaptados para mover el brazo (202) respecto a la vía (204). Un procedimiento de inspección, realización del mantenimiento, o reparación de un reactor puede incluir: conectar de manera operativa un dispositivo de fijación (206), una vía (204), un brazo (202) y un efecto (208) para formar un aparato (200); insertar el aparato (200) en el interior del reactor; fijar el aparato (200) en el interior del reactor; y operar el aparato (200). Un procedimiento de operar un reactor puede incluir la parada; inspección, la realización del mantenimiento, o la reparación del reactor; y el arranque del reactor.



ES 2 375 988 B1

DESCRIPCION

**APARATOS Y PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO Y
REPARACIÓN PARA REACTORES NUCLEARES**

OBJETO DE LA INVENCIÓN

5 Las realizaciones de ejemplo se refieren a aparatos y procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación para reactores nucleares. Además, las realizaciones de ejemplo se refieren a aparatos y procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación
10 para reactores nucleares en áreas confinadas, tal como en el anillo de retorno entre el recipiente de presión del reactor y la cubierta del núcleo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

15 La figura 1 es una vista en sección, con partes recortadas, de un recipiente de presión de reactor ("RPV") típico 100 en un reactor de agua en ebullición nuclear ("BWR"). Durante el funcionamiento del BWR, agua de refrigeración que circula en el interior del RPV 100 se
20 calienta mediante la fisión nuclear producida en el núcleo 102. Se introduce agua de alimentación en el RPV 100 a través de una entrada de agua de alimentación 104 y un rociador de agua de alimentación 106 (un conducto en forma de anillo que incluye aberturas para distribuir
25 circunferencialmente el agua de alimentación en el interior del RPV 100). El agua de alimentación desde el rociador de agua de alimentación 106 fluye hacia abajo a través de un anillo de retorno 108 (una región anular entre el RPV 100 y la cubierta del núcleo 110).

30 La cubierta del núcleo 110 es un cilindro de acero inoxidable que rodea el núcleo 102. El núcleo 102 incluye una multiplicidad de conjuntos de haces de combustible 112 (dos matrices de 2x2, por ejemplo, se muestran en la figura 1). Cada matriz de conjuntos de haces
35 de combustible 112 está soportada en su parte superior

mediante una guía superior 114 y en su parte inferior mediante una placa 116 de núcleo. La guía superior 114 proporciona un soporte lateral para la parte superior de los conjuntos de haces de combustible 112 y mantiene la 5 correcta separación del canal de combustible para permitir la inserción de una varilla de control.

El agua de refrigeración fluye hacia abajo a través del anillo 108 de retorno y al interior de una cámara 118 de distribución inferior del núcleo. El agua de 10 refrigeración en el interior de la cámara 118 de distribución inferior del núcleo, a su vez, fluye hacia arriba a través del núcleo 102. El agua de refrigeración entra en los conjuntos de haces de combustible 112, en los que se establece una capa de límite de ebullición. Una 15 mezcla de agua y vapor sale del núcleo 102 y entra en una cámara 120 de distribución superior del núcleo bajo un cabezal de cubierta 122. La cámara 120 de distribución superior del núcleo proporciona una separación entre la mezcla de vapor y agua que sale del núcleo 102 y entra en 20 unos conductos ascendentes 124. Los conductos ascendentes 124 están dispuestos sobre el cabezal 122 de cubierta y en comunicación fluida con la cámara 120 de distribución superior del núcleo.

La mezcla de vapor y agua fluye a través de los 25 conductos ascendentes 124 y entra en unos separadores de vapor 126 (que pueden ser, por ejemplo, de tipo centrífugo de flujo axial). Los separadores de vapor 126 separan substancialmente la mezcla de vapor y agua en agua líquida y vapor. El agua líquida separada se mezcla con agua de 30 alimentación en una cámara de distribución de mezcla 128. Esta mezcla a continuación vuelve al núcleo 102 a través del anillo de retorno 108. El vapor separado pasa a través de unos secadores de vapor 130 y entra en un domo de vapor 132. El vapor seco se retira del RPV 100 a través de una 35 salida de vapor 134 para su uso en turbinas u otros equipos

(no representados).

El BWR también incluye un sistema de recirculación de refrigeración que proporciona el flujo de convención forzado a través del núcleo 102 necesario para conseguir la densidad de potencia requerida. Una porción del agua es absorbida desde el extremo inferior del anillo de retorno 108 a través de la salida de agua de recirculación 136 y es forzada mediante una bomba de recirculación centrífuga (no representada) en una pluralidad de conjuntos de bomba de chorro 138 (solamente se muestra una de las mismas) a través de unas entradas de agua de recirculación 140. Los conjuntos de bomba de chorro 138 están circunferencialmente distribuidos alrededor de la cubierta 110 del núcleo y proporcionan el flujo del núcleo del reactor requerido. Un BWR típico incluye de 16 a 24 mezcladores de entrada.

Tal como se muestra en la figura 1, los conjuntos de bomba de chorro 138 de la técnica relacionada incluyen típicamente un par de mezcladores de entrada 142. Cada mezclador de entrada 142 tiene un codo 144 soldado al mismo que recibe agua de accionamiento presurizada desde una bomba de recirculación (no representada) a través de una columna de entrada 146. Un mezclador de entrada 142 de ejemplo incluye una serie de cinco boquillas distribuidas circunferencialmente en ángulos iguales respecto al eje del mezclador de entrada. Cada boquilla está ahusada radialmente hacia el interior en su salida. La bomba de chorro es activada mediante estas boquillas convergentes. Cinco aberturas de entrada secundarias están radialmente fuera de las salidas de las boquillas. Por lo tanto, como chorros de agua salen de las boquillas, el agua del anillo de retorno 108 se aspira al interior del mezclador de entrada 142 a través de las aberturas de entrada secundarias, donde se mezcla con agua de refrigeración desde la bomba de recirculación. El agua de refrigeración

fluye a continuación al interior de un difusor 148.

La cubierta del núcleo 110 puede incluir, por ejemplo, un reborde de cabezal de cubierta (no representado) para soportar el cabezal de cubierta 122, una 5 pared de cubierta superior (no representada) que tiene un extremo superior soldado al reborde de cabezal de cubierta, un anillo de soporte de guía superior (no representado) soldado al extremo inferior de la pared de cubierta superior, una pared de cubierta media (no representada) que 10 tiene un extremo superior soldado al anillo de soporte de guía superior y que incluye dos o tres secciones de carcasa apiladas en vertical (no representadas) unidas mediante soldadura(s) de fijación de la cubierta media, y un anillo de soporte de la placa de núcleo anular (no representado) 15 soldado en el extremo inferior de la pared de cubierta media y en el extremo superior de una pared de cubierta inferior (no representada). Toda la cubierta está soportada mediante un soporte de cubierta (no representado), que está soldado en la parte inferior de la pared de cubierta 20 inferior, y mediante una placa de soporte de bomba de chorro anular (no representada), que está soldada en su diámetro interno al soporte de cubierta y en su diámetro externo al RPV 100.

Típicamente, el material de la cubierta de 25 núcleo 110 y las soldaduras asociadas es de acero inoxidable austenítico que tiene un contenido de carbono reducido. Las zonas afectadas por el calor de las soldaduras de perímetro de la cubierta, incluyendo la(s) soldadura(s) de fijación de la cubierta media, tienen 30 tensiones de soldadura residuales. Por lo tanto, están presentes mecanismos para la(s) soldadura(s) de fijación de cubierta media y otras soldaduras de perímetro que son susceptibles de fisuración por corrosión de tensión intergranular (IGSCC).

35 La IGSCC en la zona afectada por el calor de

cualquier soldadura de costura perimetral de la cubierta disminuye la integridad estructural de la cubierta del núcleo 110, que soporta vertical y horizontalmente la guía superior 114 y el cabezal de cubierta 122. En particular, 5 una cubierta de núcleo agrietada 110 aumenta los riesgos planteados por un accidente de pérdida de refrigerante (LOCA) o cargas sísmicas. Durante un LOCA, la pérdida de refrigerante desde el RPV 100 produce una pérdida de presión sobre el cabezal de cubierta 122 y un aumento en la 10 presión en el interior de la cubierta del núcleo 110, es decir, por debajo del cabezal de cubierta 122. El resultado es una fuerza de elevación aumentada sobre el cabezal de cubierta 122 y sobre las porciones superiores de la cubierta del núcleo 110 a las cuales se atornilla el 15 cabezal de cubierta 122. Si la cubierta del núcleo 110 tiene soldaduras perimetrales completamente agrietadas, las fuerzas de elevación producidas durante un LOCA podrían provocar que la cubierta del núcleo 110 se separara a lo largo de las áreas de las grietas, produciendo una fuga 20 indeseable del refrigerante del reactor. Además, si las zonas soldadas de la cubierta del núcleo 110 fallan debido al IGSCC, hay un riesgo de desalineación por cargas sísmicas y daños al núcleo 102 y los componentes de varillas de control, que afectaría de manera adversa a la 25 inserción de las varillas de control y una parada segura.

Así, la cubierta del núcleo 110 se ha de examinar periódicamente para determinar su integridad estructural y la necesidad de reparación. La inspección ultrasónica es una técnica conocida para detectar grietas 30 en los componentes de reactores nucleares. El área de inspección de interés principal es la superficie externa de la cubierta del núcleo 110 en la(s) soldadura(s) de fijación de cubierta media horizontal y/o vertical. Sin embargo, la cubierta del núcleo 110 es de difícil acceso. 35 El acceso a la instalación está limitado al espacio anular

entre el exterior de la cubierta del núcleo 110 y el interior del RPV 100, entre conjuntos de bomba de chorro adyacentes 138. El acceso a la operación de escaneado también está restringido dentro del estrecho espacio entre 5 la cubierta del núcleo 110 y los conjuntos de bomba de chorro 138, que tiene una anchura de aproximadamente 12,7 milímetros en algunas posiciones. Las áreas de inspección son muy radiactivas y pueden estar situadas bajo el agua, a 15,24 metros o más por debajo de la plataforma de trabajo 10 del operador. Como resultado, la inspección de la cubierta del núcleo 110 y/o el RPV 100, así como todo el resto de inspección, mantenimiento y reparación dentro del anillo de retorno 108 es a menudo difícil y complicada.

Soluciones al problema de la inspección de la 15 cubierta del núcleo 110 se han propuesto, tal como se ha descrito, por ejemplo, en la patente US 5.586.155 ("la patente '155). La descripción de la patente '155 se incorpora en esta solicitud por referencia. Sin embargo, estas soluciones propuestas no incluyen aparatos y 20 procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación para reactores nucleares similares a la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Las realizaciones de ejemplo se refieren a 25 aparatos y procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación para reactores nucleares. Además, las realizaciones de ejemplo se refieren a aparatos y procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación para reactores nucleares en áreas confinadas, tales como 30 dentro del anillo de retorno entre el recipiente de presión del reactor y la cubierta del núcleo.

En una realización de ejemplo, un procedimiento de inspección de un reactor nuclear puede incluir: conectar de manera operativa un dispositivo de fijación, una primera 35 vía, un brazo, y un efecto para formar un aparato de

inspección; insertar el aparato de inspección en el reactor; fijar el aparato de inspección en el interior del reactor; y/o operar el aparato de inspección. El brazo puede tener una longitud contraída. El brazo puede tener 5 una longitud expandida. La longitud expandida puede ser mayor que dos veces la longitud contraída.

En otra realización de ejemplo, un procedimiento para realizar el mantenimiento en un reactor nuclear puede incluir: conectar de manera operativa un dispositivo de 10 fijación, una primera vía, un brazo, y una o más herramientas para formar un aparato de mantenimiento; insertar el aparato de mantenimiento dentro del reactor; fijar el aparato de mantenimiento dentro del reactor; y/o operar el aparato de mantenimiento. El brazo puede tener 15 una longitud contraída. El brazo puede tener una longitud expandida. La longitud expandida puede ser mayor que dos veces la longitud contraída.

En otra realización más de ejemplo, un procedimiento de reparación de un reactor nuclear puede 20 incluir: conectar de manera operativa un dispositivo de fijación, una primera vía, un brazo, y uno o más sensores, una o más herramientas, o uno o más sensores y una o más herramientas para formar un aparato de reparación; insertar el aparato de reparación en el reactor; fijar el aparato de 25 reparación dentro del reactor; y/o operar el aparato de reparación. El brazo puede tener una longitud contraída. El brazo puede tener una longitud expandida. La longitud expandida puede ser mayor que dos veces la longitud contraída.

30 En otra realización más, un aparato para inspeccionar un reactor nuclear puede incluir: una primera vía; un brazo; un dispositivo de fijación; y/o un efecto. El brazo puede estar conectado de manera operativa a la primera vía. El dispositivo de fijación puede estar 35 operativamente conectado a la primera vía. El efecto puede

estar operativamente conectado al brazo. El brazo puede tener una longitud contraída. El brazo puede tener una longitud expandida. La longitud expandida puede ser mayor que dos veces la longitud contraída.

5 En una realización de ejemplo adicional, un aparato para inspeccionar un reactor nuclear puede incluir: una primera vía; un brazo; un dispositivo de fijación; y/o un efecto. El brazo puede estar conectado de manera operativa a la primera vía. El dispositivo de fijación
10 puede estar operativamente conectado a la primera vía. El efecto puede estar operativamente conectado al brazo. La primera vía puede incluir uno o más motores adaptados para mover el brazo respecto a la primera vía.

En otra realización de ejemplo adicional, un
15 aparato para realizar el mantenimiento en un reactor nuclear puede incluir: una primera vía; un brazo; un dispositivo de fijación; y/o una o más herramientas. El brazo puede estar conectado de manera operativa a la primera vía. El dispositivo de fijación puede estar
20 operativamente conectado a la primera vía. La una o más herramientas pueden estar operativamente conectadas al brazo. El brazo puede tener una longitud contraída. El brazo puede tener una longitud expandida. La longitud expandida puede ser mayor que dos veces la longitud
25 contraída.

En otra realización de ejemplo adicional, un aparato para realizar el mantenimiento en un reactor nuclear puede incluir: una primera vía; un brazo; un dispositivo de fijación; y/o una o más herramientas. El
30 brazo puede estar conectado de manera operativa a la primera vía. El dispositivo de fijación puede estar operativamente conectado a la primera vía. La una o más herramientas pueden estar operativamente conectadas al brazo. La primera vía puede incluir uno o más motores
35 adaptados para mover el brazo respecto a la primera vía.

En otra realización de ejemplo adicional, un aparato para reparar un reactor nuclear puede incluir: una primera vía; un brazo; un dispositivo de fijación; uno o más sensores; y/o una o más herramientas. El brazo puede 5 estar conectado de manera operativa a la primera vía. El dispositivo de fijación puede estar operativamente conectado a la primera vía. El uno o más sensores, la una o más herramientas o el uno o más sensores y la una o más herramientas pueden estar operativamente conectadas al 10 brazo. El brazo puede tener una longitud contraída. El brazo puede tener una longitud expandida. La longitud expandida puede ser mayor que dos veces la longitud contraída.

En otra realización de ejemplo adicional, un 15 aparato para reparar un reactor nuclear puede incluir: una primera vía; un brazo; un dispositivo de fijación; uno o más sensores; y/o una o más herramientas. El brazo puede estar conectado de manera operativa a la primera vía. El dispositivo de fijación puede estar operativamente 20 conectado a la primera vía. El uno o más sensores, la una o más herramientas o el uno o más sensores y la una o más herramientas pueden estar operativamente conectadas al brazo. La primera vía puede incluir uno o más motores adaptados para mover el brazo respecto a la primera vía.

En otra realización de ejemplo adicional, un 25 equipo para inspeccionar, realizar el mantenimiento, o reparar un reactor nuclear puede incluir: una primera vía; un brazo; y/o un dispositivo de fijación. El brazo puede estar adaptado para estar operativamente conectado a la 30 primera vía. El dispositivo de fijación puede estar adaptado para estar conectado de manera operativa a la primera vía. El brazo puede tener una longitud contraída. El brazo puede tener una longitud extendida. La longitud expandida puede ser mayor que dos veces la longitud 35 contraída.

En otra realización de ejemplo adicional, un equipo para inspeccionar, realizar el mantenimiento, o reparar un reactor nuclear puede incluir: una primera vía; un brazo; y/o un dispositivo de fijación. El brazo puede 5 estar adaptado para estar operativamente conectado a la primera vía. El dispositivo de fijación puede estar adaptado para estar conectado de manera operativa a la primera vía. La primera vía puede incluir uno o más motores adaptados para mover el brazo respecto a la primera vía.

10

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

El aspecto anterior y/o otros aspectos y ventajas se harán más evidentes y se apreciarán más fácilmente a partir de la siguiente descripción detallada 15 de realizaciones de ejemplo tomadas en conjunción con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección, con partes recortadas, de un RPV típico en un BWR de la técnica relacionada;

20 La figura 2 es una vista en perspectiva de un aparato de inspección, mantenimiento y reparación para reactores nucleares, según una realización de ejemplo;

La figura 3 es una vista en perspectiva en despiece de un brazo del aparato de la figura 2;

25 La figura 4 es una vista inversa en perspectiva en despiece de un brazo del aparato de la figura 3;

La figura 5 es una vista frontal en perspectiva de una segunda vía del brazo de la figura 3;

30 La figura 6 es una vista superior de la segunda vía de la figura 5;

La figura 7 es una vista posterior de la segunda vía de la figura 6;

La figura 8 es una primera vista detallada de la segunda vía de la figura 7;

35 La figura 9 es una segunda vista detallada de la

segunda vía de la figura 7;

La figura 10 es una tercera vista detallada de la segunda vía de la figura 7;

La figura 11 es una vista en perspectiva en 5 despiece de una primera vía del aparato de la figura 2;

La figura 12 es una vista inversa en perspectiva en despiece de la primera vía de la figura 11;

La figura 13 es una vista inversa en perspectiva en despiece de una primera porción de la primera vía de la 10 figura 11;

La figura 14 es una vista inversa en perspectiva en despiece de una segunda porción de la primera vía de la figura 11;

La figura 15 es una vista en perspectiva de un 15 dispositivo de fijación del aparato de la figura 2; y

La figura 16 es una vista inversa en perspectiva del dispositivo de fijación de la figura 15.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

20 Las realizaciones de ejemplo se describirán ahora más completamente con referencia a los dibujos adjuntos. Las realizaciones, sin embargo, se pueden realizar de muchas formas diferentes y no se debe interpretar como que están limitadas a las realizaciones de 25 ejemplo aquí incluidas. Además, estas realizaciones de ejemplo se proporcionan de manera que su descripción será amplia y completa, y transmitirán completamente el alcance a los expertos en la materia.

Se entenderá que cuando un componente se indica 30 como que está "sobre", "conectado a", "acoplado a", o "fijado a" otro componente, puede estar directamente sobre, conectado, acoplado, o fijado al otro componente o componentes interpuestos pueden estar presentes. Por el contrario, cuando un componente se indica que está 35 "directamente sobre", "directamente conectado a",

"directamente acoplado a", o "directamente fijado a" otro componente, no hay componentes interpuestos. Tal como se usa aquí, el término "y/o" incluye cualesquiera o todas las combinaciones de uno o más objetos listados asociados.

5 Se entenderá que aunque los términos primero, segundo, tercero, etc. se pueden usar aquí para describir varios elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones no están limitadas por estos términos. Estos
10 términos solamente se utilizan para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otro elemento, componente, región, capa o sección. Así, un primer elemento, componente, región, capa o sección descrito en lo que sigue se puede indicar como segundo elemento, componente, región, capa o sección sin apartarse de las enseñanzas de las realizaciones de ejemplo.

Los términos espacialmente relativos, tales como "bajo", "por debajo", "inferior", "encima", "superior" y similares se pueden usar aquí para facilitar la descripción
20 para describir un componente y/o la característica relativa a otro componente y/o característica, u otro(s) componente(s) y/o característica(s), tal como se muestra en los dibujos. Se entenderá que los términos espacialmente relativos están pensados para abarcar diferentes
25 orientaciones del dispositivo en uso u operación además de la orientación representada en las figuras.

La terminología aquí utilizada es para el propósito de describir realizaciones de ejemplo particulares solamente y no pretende para ser limitativa.
30 Tal como se usa aquí, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" pretenden para incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. También se entenderá que los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye" y/o "incluyendo",
35 cuando se utilizan en esta memoria, especifican la

presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes, pero no excluyen la presencia o la adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o 5 componentes adicionales.

A menos que se defina de otra manera, todos los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) aquí utilizados tienen el mismo significado que el que se entiende comúnmente por un experto en la materia al que 10 pertenecen las realizaciones de ejemplo. También se entenderá que los términos, tales como se definen en los diccionarios normalmente utilizados, se han de interpretar como que tienen un significado que es consistente con su significado en el contexto de la técnica relevante y no se 15 han de interpretar en un sentido idealizado o demasiado formal, a menos que se defina aquí expresamente.

Se hará ahora referencia a realizaciones de ejemplo, que se muestran en los dibujos adjuntos, en los que las referencias numéricas iguales se refieren a 20 componentes similares en toda la descripción.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un aparato de inspección, mantenimiento y reparación para reactores nucleares, según una realización de ejemplo. Tal como se muestra en la figura 2, el aparato 200 de 25 inspección, mantenimiento y/o reparación de reactores nucleares puede incluir: un brazo 202, una primera vía 204, un dispositivo de fijación 206 y/o un efecto 208. El brazo 202 puede estar operativamente conectado a la primera vía 204. El dispositivo de fijación 206 puede estar 30 operativamente conectado a la primera vía 204. El efecto 208 puede estar operativamente conectado al brazo 202.

El aparato 200 puede permitir un número reducido de movimientos para una cobertura completa o limitada de inspección, mantenimiento y/o reparación. Por lo menos 35 parcialmente, como resultado de lo anterior, el aparato 200

puede acortar los ciclos de inspección y/o simplificar los planes de inspección.

El brazo 202 puede tener una longitud contraída y una longitud expandida. La longitud expandida puede ser 5 mayor que dos veces la longitud contraída. Por ejemplo, la longitud expandida puede ser de aproximadamente 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5, 6, 6,5, 7, 7,5, 8 o más veces la longitud contraída. Además o alternativamente, la primera vía 204 puede incluir uno o más motores adaptados para 10 mover el brazo 202 respecto a la primera vía 204.

El brazo 202 puede estar adaptado para moverse respecto a la primera vía 204. Por ejemplo, el brazo 202 puede estar adaptado para moverse a lo largo de la primera vía 204, para moverse respecto a una conexión operativa 210 15 del brazo 202 en la primera vía 204, y/o rotar respecto a la primera vía 204.

El efecto 208 puede incluir uno o más sensores. Por ejemplo, el uno o más sensores pueden incluir por lo menos una cámara, por lo menos una cámara de video, por un 20 menos un transductor, por lo menos un transductor ultrasónico, y/o por lo menos un escáner. Por lo menos uno del uno o más sensores puede ser, por ejemplo, sensible al tacto y/o presión, humedad, temperatura, pH, conductividad y/o la presencia y/o concentración de productos químicos.

Además o alternativamente, el efecto 208 puede incluir una o más herramientas, tales como herramientas para limpiar el reactor, encontrar y/o recuperar componentes del reactor, soldar y/o de mecanizado por descarga eléctrica ("EDM").

En una realización de ejemplo, el aparato 200 se 30 puede insertar en el reactor en el extremo de una pértiga larga (no representada) conectada al conjunto adaptador 212. La pértiga puede tener una longitud de aproximadamente 18,29 metros a aproximadamente 24,38 metros, por lo menos 35 en parte debido a una o más de la distancia desde una

plataforma de trabajadores por encima del reactor en el propio reactor, la exposición a la radiación en el área de la plataforma de los trabajadores y el reactor, y el hecho de que el reactor puede estar substancialmente lleno de 5 agua cuando se inserta el aparato 200 dentro del reactor. La posición podría ser, por ejemplo, entre el exterior de la cubierta del núcleo 110 y el interior del RPV 100, con la primera vía 204, el efecto 208 y/o uno o más pies ajustables 214 substancialmente en contacto con la cubierta 10 del núcleo 110 y/o el dispositivo de fijación 206 substancialmente en contacto con el RPV 100. El aparato 200 también se puede insertar en el reactor usando un vehículo accionado a distancia ("ROV") (no representado), una grúa de cable/cadena (no representada), o dispositivo(s) 15 similar(es).

Cuando se inserta el aparato 200 en el reactor, el brazo 202 se puede rotar para que esté substancialmente paralelo a la primera vía 204. Este paralelismo puede ayudar a uno o más trabajadores en la colocación con 20 prontitud del aparato 200 en el reactor.

En una realización de ejemplo, una vez el aparato 200 está adecuadamente colocado, el trabajador o trabajadores puede provocar que el dispositivo de fijación 206 ejerza una presión sobre el RPV 100 para forzar que la 25 primera vía 204, el efecto 208 y/o uno o más de los pies ajustables 214 contacten con la cubierta 110 del núcleo, fijando el aparato 200 en posición. El aparato 200 también se puede fijar en posición mediante el dispositivo de fijación 206 en forma de un mástil, brazo de exploración, o 30 equivalente que se puede conectar, por ejemplo, a la cubierta 110 del núcleo y/o al reborde del cabezal de la cubierta (no representado), o puede desplazarse sobre el dique de vapor (no representado) del reactor.

Con el aparato 200 fijo en posición, el efecto 35 208 se puede colocar tal como se requiere usando el brazo

202 y la primera vía 204. Por ejemplo, asumiendo que la primera vía 204 está fijada en una orientación vertical, el brazo 202 se puede mover a lo largo de la primera vía 204 para elevar o bajar la conexión operativa 210 (y, así, elevar o bajar el efecto 208), el brazo 202 se puede mover respecto a la conexión operativa 210 (y, así, cambiar la distancia del efecto 208 desde la conexión operativa 210), y/o el brazo 202 se puede rotar respecto a la primera vía 204 para cambiar el ángulo del brazo 202 respecto a la primera vía 204 (y, así, cambiar la posición angular del efecto 208). El perfil estrecho del brazo 202 y el efecto 208 puede permitir que efecto 208 acceda a espacios confinados inaccesibles mediante otros dispositivos, tal como ROVs.

15 El efecto 208 se puede colocar mediante cualquiera de estos "grados de libertad" de manera independiente o mediante dos o más de manera simultánea. Además o alternativamente, el efecto 208 puede tener "grados de libertad" diferentes de los descritos 20 anteriormente. Algunos ejemplos están incluidos en la descripción del brazo 202 posterior.

El aparato 200 también puede incluir un sistema de administración de cable. El sistema de administración de cable ayuda a administrar uno o más cables umbilicales (no representados) que, por ejemplo, pueden suministrar energía (es decir, eléctrica, neumática y/o hidráulica (basada en agua)) al aparato 200, puede proporcionar señales de control al aparato 200, y/o puede proporcionar a uno o más trabajadores señales de sensores desde el aparato 200. Uno 25 o más cables umbilicales pueden alcanzar desde una plataforma de los trabajadores al aparato 200 y/o el deflector 208.

La primera vía 204 puede incluir por lo menos una porción del sistema de administración de cable. De una 35 manera similar, el brazo 202 puede incluir por lo menos una

porción del sistema de administración de cable. En una realización de ejemplo, la primera vía 204 puede incluir una primera porción del sistema de administración de cable y el brazo 202 puede incluir una segunda porción del sistema de administración de cable.

La figura 3 es una vista en perspectiva en despiece de un brazo del aparato de la figura 2, mientras que la figura 4 es una vista inversa en perspectiva en despiece del brazo de la figura 3. Tal como se muestra en las figuras 3 y 4, el brazo 202 puede incluir una segunda vía 300; una barra transversal 302; un bloque de guía 304; unas guías 306 y/o 308; unas abrazaderas de rodillo 310, 312, y/o 314; unos rodillos 316, 318, y/o 320; y/o una abrazadera de efector 322.

La segunda vía 300 puede incluir tres o más secciones. Típicamente, como las secciones están apiladas, más secciones provocan una segunda vía 300 más gruesa.

Las secciones de la segunda vía 300 pueden fabricarse con un radio de curvatura estándar o radios de curvatura estándares. Sin embargo, el radio de curvatura de la segunda vía 300 no ha de coincidir exactamente con el de la cubierta del núcleo 110, RPV 100, etc. Esto puede ser cierto, por ejemplo, si el efector 208 no ha de estar en contacto directo con la cubierta del núcleo 110, RPV 100, etc. Además o alternativamente, esto puede ser cierto porque el efector 208 puede estar operativamente conectado al brazo 202 usando la abrazadera de efector 322, y la abrazadera de efector 322 puede estar cargada con un muelle o equivalente para influenciar al efector 208 hacia la cubierta del núcleo 110, RPV 100, etc.

En una realización de ejemplo, la barra transversal 302 puede funcionar principalmente como un soporte estructural.

Además de los grados de libertad descritos anteriormente, el efector 208 puede tener grados de

libertad adicionales. Por ejemplo, el efecto 208 puede estar operativamente conectado al brazo 202 usando un cardán o algún dispositivo diferente. En una realización de ejemplo, el efecto 208 puede estar operativamente conectado al brazo 202 en cualquier lugar del brazo 202.

Tal como se ha descrito anteriormente, el brazo 202 puede incluir por lo menos una porción del sistema de administración de cable. Esta porción puede incluir, por ejemplo, uno o más bloques de guía 304; guías 306 y/o 308; 10 abrazaderas de rodillo 310, 312 y/o 314; y rodillos 316, 318 y/o 320.

La figura 5 es una vista frontal en perspectiva de la segunda vía 300 del brazo 202 de la figura 3, la figura 6 es una vista superior de la segunda vía 300 de la figura 5, y la figura 7 es una vista posterior de la segunda vía 300 de la figura 6. La figura 8 es una primera vista detallada de la segunda vía 300 de la figura 7, la figura 9 es una segunda vista detallada de la segunda vía 300 de la figura 7, y la figura 10 es una tercera vista 20 detallada de la segunda vía 300 de la figura 7. Tal como se muestra en las figuras 5 a 9, la segunda vía 300 puede incluir una primera sección 500, una segunda sección 502, una tercera sección 504 y/o una cuarta sección 506. La cuarta sección 506 se puede fijar a la primera vía 204.

La primera sección 500 puede incluir un eje central 900, una cremallera superior 902, un raíl superior 904 y/o un raíl inferior 906. La segunda sección 502 puede incluir un eje central 908, una cremallera inferior 910, uno o más rodillos internos 912, y/o uno o más rodillos 30 externos 914. La tercera sección 504 puede incluir un eje central 916, una cremallera superior interna 918, una cremallera superior externa 920, un raíl superior interno 922, un raíl inferior interno 924, un raíl superior externo 926, y/o un raíl inferior externo 928. La cuarta sección 35 506 puede incluir un eje central 930, una cremallera

inferior 932, y/o uno o más rodillos (no representados).

En la figura 9, el raíl superior 904 y el raíl inferior 906 de la primera sección 500 están representados como raíles en forma de V. Aunque son posibles otras 5 formas, uno o más rodillos internos 912 de la segunda sección 502 se desplazan sobre uno o los dos del raíl superior 904 y el raíl inferior 906. De una manera similar, el raíl superior interno 922 y el raíl inferior interno 924 de la tercera sección 504 se muestran como raíles en forma 10 de V. Aunque son posibles otras formas, uno o más rodillos externos 914 de la segunda sección 502 se desplazan sobre uno o los dos del raíl superior interno 922 y el raíl inferior interno 924. De la misma manera, el raíl superior externo 926 y el raíl inferior externo 928 de la tercera 15 sección 504 se muestran como raíles en forma de V. Aunque son posibles otras formas, uno o más rodillos (no representados) de la cuarta sección 506 se desplazan sobre uno o los del raíl superior externo 926 y el raíl inferior externo 928.

20 La cremallera superior 902 y la cremallera superior interna 918 se pueden conectar a un primer engranaje loco (no representado), de manera que cuando la segunda vía 300 se expande o contrae mediante el accionamiento de la cremallera superior externa 920, la 25 primera sección 500 se acciona mediante la tercera sección 504. De una manera similar, la cremallera inferior 910 y la cremallera inferior 932 se pueden conectar mediante un segundo engranaje loco (no representado), de manera que cuando la segunda vía 300 se expande o contrae mediante el 30 accionamiento de la cremallera superior externa 920, la segunda sección 502 es accionada mediante la cuarta sección 506. De esta manera, cuando la segunda vía 300 se expande o contrae mediante la cremallera superior externa 920, la primera sección 500, la segunda sección 502 y la tercera 35 sección 504 pueden moverse todas de manera simultánea

respecto a la cuarta sección 506. En una primera realización de ejemplo, la extensión de este movimiento simultáneo es proporcional entre secciones. En una segunda realización de ejemplo, la extensión del movimiento 5 simultáneo es idéntica entre secciones.

La figura 8 muestra un ajustador de raíl 800 fijado a la primera sección 500. La figura 10 muestra un ajustador de raíl 1000 fijado a la tercera sección 504. Estos ajustadores de raíl permiten ajustes mecánicos en la 10 tensión entre un par de raíl superior e inferior (es decir, entre el raíl superior 904 y el raíl inferior 906 de la primera sección 500).

En otra realización de ejemplo, el aparato 200 para inspección, mantenimiento y/o reparación de reactores 15 nucleares puede incluir: un brazo 202, una primera vía 204, un dispositivo de fijación 206 y/o un efecto 208. El brazo 202 puede incluir una segunda vía con una curvatura opuesta a la de la segunda vía 300. En este caso, el aparato 200 se puede colocar, por ejemplo, entre el exterior de la 20 cubierta del núcleo 110 y el interior del RPV 100, con la primera vía 204, el efecto 208 y/o uno o más de los pies 25 ajustables 214 substancialmente en contacto con el RPV 100 y/o el dispositivo de fijación 206 substancialmente en contacto con la cubierta del núcleo 110. El aparato 200 se puede usar, por ejemplo, para inspeccionar la superficie interna del RPV 100.

En otra realización de ejemplo, el aparato 200 para inspección, mantenimiento y/o reparación de reactores nucleares puede incluir: un brazo 202, una primera vía 204, 30 un dispositivo de fijación 206 y/o un efecto 208. El brazo 202 puede incluir una segunda vía que es substancialmente recta. En este caso, el aparato 200 puede usarse, por ejemplo, para inspeccionar cualquier superficie substancialmente plana en el reactor.

35 En otra realización de ejemplo, el aparato 200

para inspección, mantenimiento y/o reparación de reactores nucleares puede incluir: un brazo 202, una primera vía 204, un dispositivo de fijación 206 y/o un efecto 208. El brazo 202 puede incluir una o más segundas vías. Por lo menos una 5 de entre la segunda o segundas vías puede ser una vía curvada. Además o alternativamente, por lo menos una de entre la segunda o segundas vías puede ser una vía substancialmente recta. Además o alternativamente, por lo menos de la segunda o segundas vías puede incluir por lo 10 menos tres secciones. En una realización de ejemplo, las por lo menos tres secciones pueden estar adaptadas para contraer el brazo 202 hasta la longitud contraída y/o expandir el brazo 202 hasta la longitud expandida.

La figura 11 es una vista en perspectiva en 15 despiece ordenado de la primera vía 204 del aparato 200 de la figura 2, mientras que la figura 12 es una vista inversa en perspectiva en despiece ordenado de la primera vía 204 de la figura 11, la figura 13 es una vista inversa en perspectiva en despiece ordenado de una primera porción de 20 la primera vía 204 de la figura 11, y la figura 14 es una vista inversa en perspectiva en despiece ordenado de una segunda porción de la primera vía 204 de la figura 11.

Tal como se muestra en las figuras 11 a 14, la primera vía 204 puede incluir un primer motor 1200, un 25 segundo motor 1202, y/o un tercer motor 1204. La primera vía 204 también puede incluir un primer árbol 1206, un segundo árbol 1208, y/o un tercer árbol 1210. Además, la primera vía 204 puede incluir un primer raíl 1212 y/o un segundo raíl 1214.

30 Otros componentes de la primera vía 204 pueden incluir una carcasa 1216, una caja 1218 de motor, una tapa 1220 de la caja de motor, una placa 1222 de soporte superior, una placa 1224 lateral de soporte superior, un conjunto de bloque de rotación 1226, una protección de 35 cable 1228, unas guías de cable 1230 y 1232, unas poleas

1234 y 1236, un conjunto de polea dual 1238 y/o un engranaje 1240. El engranaje 1240, asociado con el conjunto de bloque de rotación 1226, puede apreciarse mejor en las figuras 3 y 11.

5 Además, la primera vía 204 puede incluir componentes extra conocidos por el experto en la materia (tal como se muestra en las figuras 11 a 14), tal como, por ejemplo, uno o más cojinetes de bolas, abrazaderas, guías de cable, tapas, engranajes de accionamiento, juntas, 10 engranajes locos, tuercas de bloqueo, engranajes de bisel, piñones, tornillos, sellos, extensiones de árbol, separadores, arandelas y engranajes helicoidales. En una realización de ejemplo, la primera vía 204 incluye tres engranajes - un engranaje de piñón, un engranaje loco y un 15 engranaje helicoidal - para cada uno del primer motor 1200, el segundo motor 1202 y el tercer motor 1204 (el motor gira el engranaje de piñón, el engranaje de piñón gira el engranaje loco, y el engranaje loco gira el engranaje helicoidal).

20 En una primera realización de ejemplo, la primera vía 204 puede incluir uno o más motores (es decir, un primer motor 1200, un segundo motor 1202, y/o un tercer motor 1204) adaptados para mover el brazo 202 respecto a la primera vía 204. En una segunda realización de ejemplo, la primera vía 204 puede incluir uno o más motores adaptados para mover el brazo 202 a lo largo de la primera vía 204. En una tercera realización de ejemplo, la primera vía 204 puede incluir uno o más motores adaptados para mover el brazo 202 respecto a la conexión operativa 210. En una 25 cuarta realización de ejemplo, la primera vía 204 puede incluir uno o más motores adaptados para rotar el brazo 202 respecto a la primera vía 204. En una quinta realización, la primera vía 204 puede incluir un primer motor 1200, un segundo motor 1202, y un tercer motor 1204, en el que el 30 primer motor 1200 está adaptado para mover el brazo 202

respecto a la conexión operativa 210, en el que el segundo motor 1202 está adaptado para mover el brazo 202 a lo largo de la primera vía 204, y en el que el tercer motor 1204 está adaptado para rotar el brazo 202 respecto a la primera 5 vía 204.

Tal como se ha descrito anteriormente, la primera vía 204 puede incluir por lo menos una porción del sistema de administración de cable. Esa porción puede incluir, por ejemplo, una o más protecciones de cable 1228, 10 guías de cable 1230 y 1232, poleas 1234 y 1236, y/o un conjunto de polea dual 1238, así como algunos componentes extra conocidos por un experto en la materia indicados anteriormente.

En una realización de ejemplo, el cable 15 umbilical del sistema de administración de cable pasa entre la guía de cable 1230 y la polea 1234, a continuación pasa entre la guía de cable 1232 y la polea 1236, a continuación pasa a través de la primera vía 204 en el conjunto de polea dual 1238, a continuación bajo el bloque de guía 304 y 20 alrededor de una o las dos guías 306 y 308, y a continuación al efecto 208, contactando opcionalmente con uno o más de los rodillos 316, 318 y 320. En una primera realización de ejemplo, se mantiene la tensión en el cable umbilical que pasa entre la guía de cable 1230 y la polea 25 1234. En una segunda realización de ejemplo, la tensión se mantiene substancialmente constante. En una tercera realización de ejemplo, la tensión se mantiene substancialmente constante usando una disposición de polea pasteca.

30 El primer motor 1200 y el primer árbol 1206 pueden accionar el brazo 202 para moverlo respecto a la conexión operativa 210. Este movimiento puede ser para expandir el brazo 202 (es decir, para desapilar la primera sección 500, la segunda sección 502, la tercera sección 35 504, y la cuarta sección 506), o el movimiento puede

contraer el brazo 202 (es decir, apilar la primera sección 500, la segunda sección 502, la tercera sección 504 y la cuarta sección 506). En una realización de ejemplo, el brazo 202 se puede expandir a un lado o al otro de la 5 conexión operativa 210, proporcionando una flexibilidad tradicional en el uso del aparato 200.

Tal como se ha descrito anteriormente, la segunda vía 300 puede incluir tres o más secciones. Por ejemplo, la segunda vía 300 puede incluir tres, cuatro, 10 cinco, seis, siete, ocho, o más secciones. El número de secciones puede ser par o impar. El número de secciones que se pueden usar es esencialmente una función de la resistencia de los materiales utilizados para construir la segunda vía 300, el primer raíl 1212, y el segundo raíl 15 1214 (el primer raíl 1212 y el segundo raíl 1214 soportan substancialmente toda la carga de la segunda vía 300 expandida para evitar de una manera efectiva que esta carga impacte en el rendimiento del primer árbol 1206, el segundo árbol 1208, y/o el tercer árbol 1210 y, así, el rendimiento 20 del primer motor 1200, el segundo motor 1202, y/o el tercer motor 1204).

El segundo motor 1202 y el segundo árbol 1208 pueden accionar el brazo 202 para moverlo a lo largo de la primera vía 204. Este movimiento "vertical" se puede guiar 25 mediante el primer raíl 1212 y/o el segundo raíl 1214.

El tercer motor 1204 y el tercer árbol 1210 pueden accionar el árbol 202 para rotar respecto a la primera vía 204. El tren de accionamiento también puede incluir, por ejemplo, un engranaje 1240. La rotación puede 30 ser en un sentido horario o antihorario. Así, el brazo 202 puede accionarse en rotación en cualquier posición angular respecto a la primera vía 204. Tal como se ha descrito anteriormente, cuando se inserta el aparato 200 dentro del reactor (y también cuando se retira el aparato 200 del 35 reactor), el brazo 202 se puede rotar para quedar

substantialmente paralelo a la primera vía 204.

El brazo 202 se puede accionar de manera individual mediante el primer motor 1200/el primer árbol 1206, el segundo motor 1202/el segundo árbol 1208, o el 5 tercer motor 1204/el tercer árbol 1210. Además o alternativamente, el brazo 202 se puede accionar simultáneamente mediante cualquier combinación del primer motor 1200/el primer árbol 1206, el segundo motor 1202/el segundo árbol 1208 y/o el tercer motor 1204/el tercer árbol 10 1210.

La figura 15 es una vista en perspectiva del dispositivo de fijación 206 del aparato 200 de la figura 2, mientras que la figura 16 es una vía inversa en perspectiva del dispositivo de fijación 206 de la figura 15. Tal como 15 se muestra en las figuras 15 y 16, el dispositivo de fijación 206 puede incluir una base 1500, una pluralidad de patas 1502, y/o uno o más pistones neumáticos o hidráulicos 1504. Ventajosamente, el dispositivo de fijación 206 de las figuras 15 y 16 se puede expandir desde un único punto 20 accionado. El uno o más pistones neumático o hidráulico 1504 se puede colocar, orientar y/o conectar a la base 1500 y/o a la pluralidad de patas 1502 en una variedad de configuraciones, tal como es conocido por el experto en la materia.

25 En una primera realización de ejemplo, el dispositivo de fijación 206 puede ser un gato de tijera. En una segunda realización de ejemplo, el dispositivo de fijación 206 puede incluir uno o más gatos de tijera un en una tercera realización de ejemplo, el dispositivo de 30 fijación 206 puede incluir uno o más cilindros hidráulicos y/o uno o más cilindros neumáticos. En una cuarta realización de ejemplo, el dispositivo de fijación 206 puede incluir uno o más pistones hidráulicos y/o uno o más pistones neumáticos. Típicamente, los sistemas hidráulicos 35 en un reactor están basados en agua, y los sistemas

hidráulicos y neumáticos han de satisfacer estrictos controles de limpieza y pureza.

En otra primera realización de ejemplo, un procedimiento de inspección de un reactor nuclear puede 5 incluir: conectar operativamente un dispositivo de fijación, una primera vía, un brazo, y un efecto para formar un aparato de inspección; insertar el aparato de inspección en el reactor; fijar el aparato de inspección en el interior del reactor; y operar el aparato de inspección.

10 En otra segunda realización de ejemplo, un procedimiento de operar un reactor nuclear puede incluir: parar el reactor nuclear; inspeccionar el reactor nuclear, tal como se ha descrito anteriormente; e iniciar el reactor nuclear.

15 En otra tercera realización de ejemplo, un procedimiento para realizar el mantenimiento en un reactor nuclear puede incluir: conectar de manera operativa un dispositivo de fijación, una primera vía, un brazo, y una o más herramientas para formar un aparato de mantenimiento; 20 insertar el aparato de mantenimiento en el reactor; fijar el aparato de mantenimiento en el reactor; y operar el aparato de mantenimiento.

En otra cuarta realización de ejemplo, un procedimiento de operar un reactor nuclear puede incluir: 25 parar el reactor nuclear; realizar el mantenimiento en el reactor nuclear, tal como se ha descrito anteriormente; e iniciar el reactor nuclear.

En otra quinta realización de ejemplo, un procedimiento de reparación de un reactor nuclear puede 30 incluir: conectar de manera operativa un dispositivo de fijación, una primera vía, un brazo, y uno o más sensores, una o más herramientas, o uno o más sensores y una o más herramientas para formar un aparato de reparación; insertar el aparato de reparación en el reactor; fijar el aparato de 35 reparación en el reactor; y operar el aparato de

reparación.

En otra sexta realización de ejemplo, un procedimiento para operar un reactor nuclear puede incluir: parar el reactor nuclear; reparar el reactor nuclear, tal 5 como se ha descrito anteriormente; e iniciar el reactor nuclear.

En cada una de estas seis realizaciones de ejemplo, el brazo puede tener una longitud contraída y una longitud expandida, y la longitud expandida puede ser mayor 10 que dos veces la longitud contraída.

Aunque se han mostrado y descrito particularmente realizaciones de ejemplo, se entenderá por parte de los expertos en la materia que se pueden realizar varios cambios en la forma y los detalles en las 15 realizaciones de ejemplo sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención, tal como se define mediante las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de inspección, realización del mantenimiento, o reparación de un reactor nuclear con 5 un espacio anular entre un recipiente de presión del reactor y una cubierta del núcleo, comprendiendo el procedimiento:

conectar operativamente un dispositivo de fijación, una primera vía, un brazo con forma de arco que 10 incluye una o más segundas vías, y un efecto para formar un aparato;

insertar el aparato dentro del espacio anular entre el recipiente de presión del reactor y la cubierta del núcleo del reactor;

15 unir el dispositivo de fijación a una pared interna del recipiente de presión del reactor; y operar el aparato;

en el que al menos una de las una o más segundas vías incluye al menos tres secciones de vía, teniendo cada 20 una de las tres secciones de vía forma de arco,

en el que el brazo tiene una longitud contraída,
en el que el brazo tiene una longitud expandida,

y

en el que la longitud expandida es mayor que dos 25 veces la longitud contraída.

2. Un aparato para inspeccionar un reactor nuclear, comprendiendo el aparato:

una primera vía;

un brazo que incluye una o más segundas vías;

30 un dispositivo de fijación; y
un efecto;

en el que el brazo está conectado de manera operativa con la primera vía,

en el que al menos una de las una o más segundas 35 vías incluye al menos tres secciones de vía,

en el que el dispositivo de fijación está conectado de manera operativa con la primera vía,

en el que el efecto está conectado de manera operativa al brazo,

5 en el que el brazo tiene una longitud contraída,
en el que el brazo tiene una longitud expandida,

y

en el que la longitud expandida es mayor que dos veces la longitud contraída.

10 3. El aparato según la reivindicación 2, en el que la primera vía comprende uno o más motores adaptados para mover el brazo respecto a la primera vía.

4. El aparato según la reivindicación 2, en el que la primera vía comprende uno o más motores adaptados 15 para mover el brazo a lo largo de la primera vía.

5. El aparato según la reivindicación 2, en el que la primera vía comprende uno o más motores adaptados para mover el brazo respecto a la conexión operativa del brazo a la primera vía.

20 6. El aparato según la reivindicación 2, en el que la primera vía comprende uno o más motores adaptados para rotar el brazo respecto a la primera vía.

7. El aparato según la reivindicación 2, que también comprende: un sistema de gestión de cable.

25 8. El aparato según la reivindicación 2, en el que por lo menos una de las una o más segundas vías incluye por lo menos tres secciones.

9. El aparato según la reivindicación 2, en el que el efecto comprende uno o más sensores.

FIG. 1
(TÉCNICA RELACIONADA)

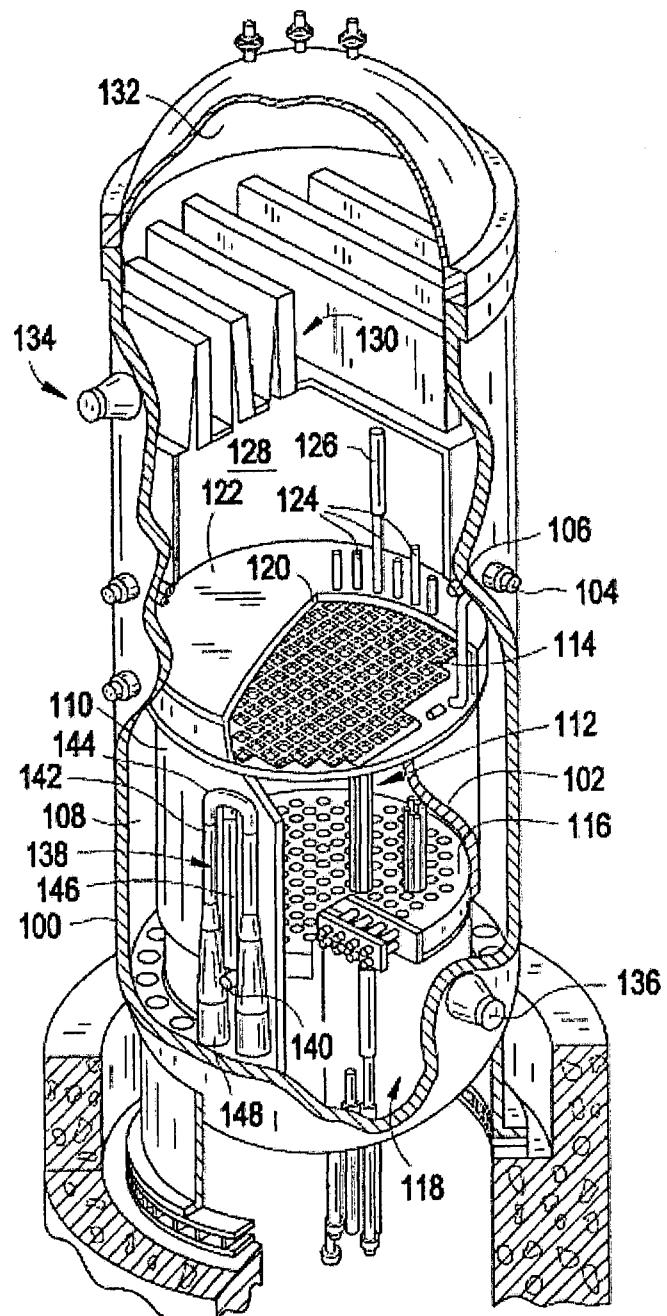


FIG. 2

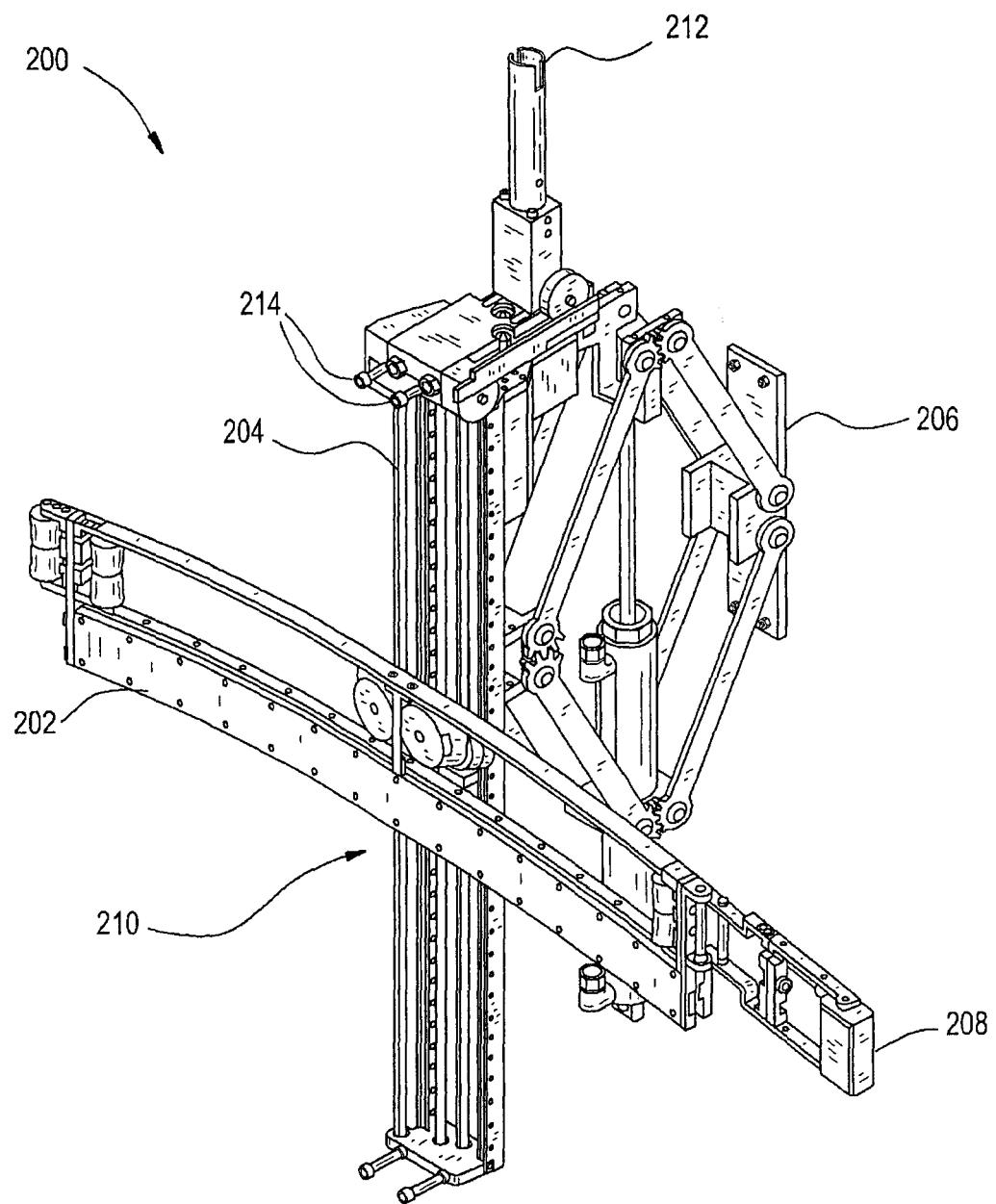


FIG. 3

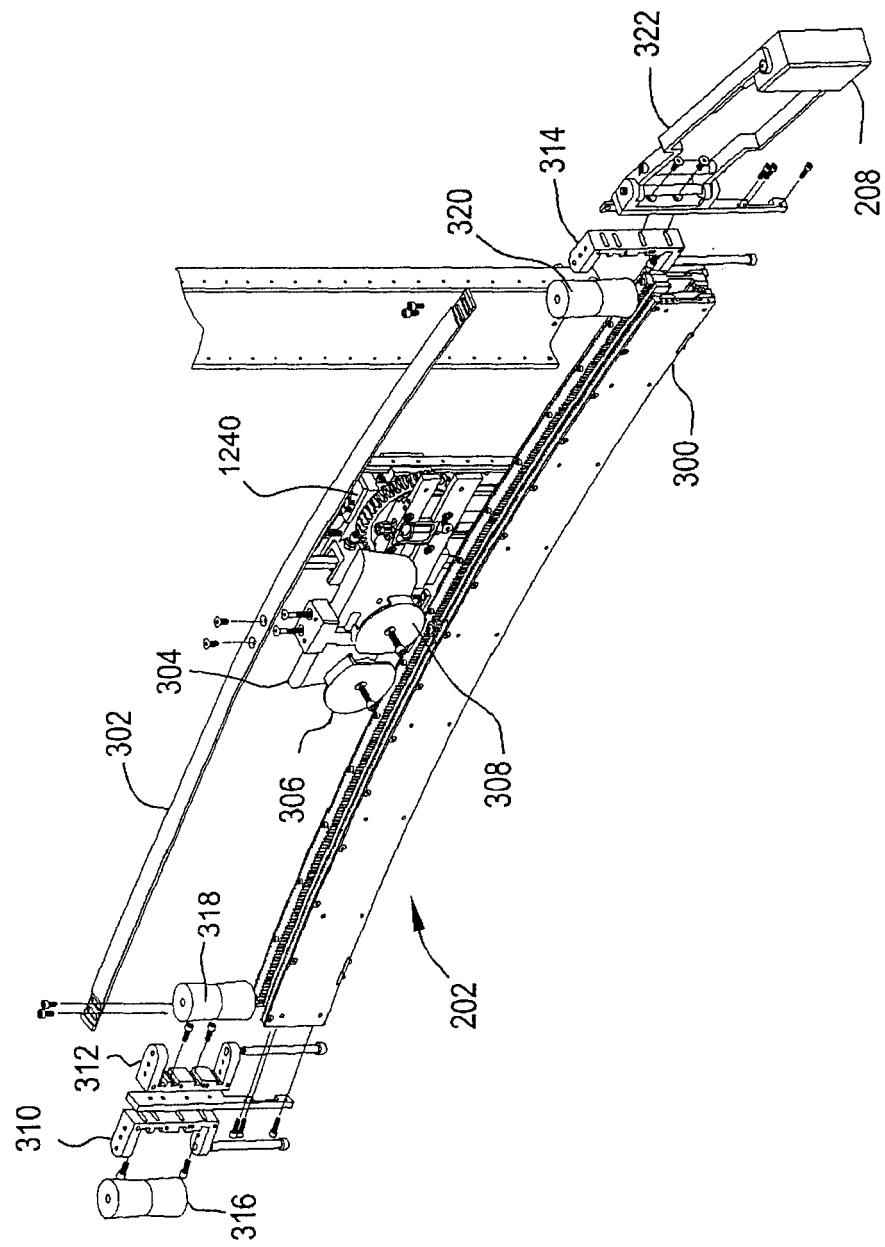


FIG. 4

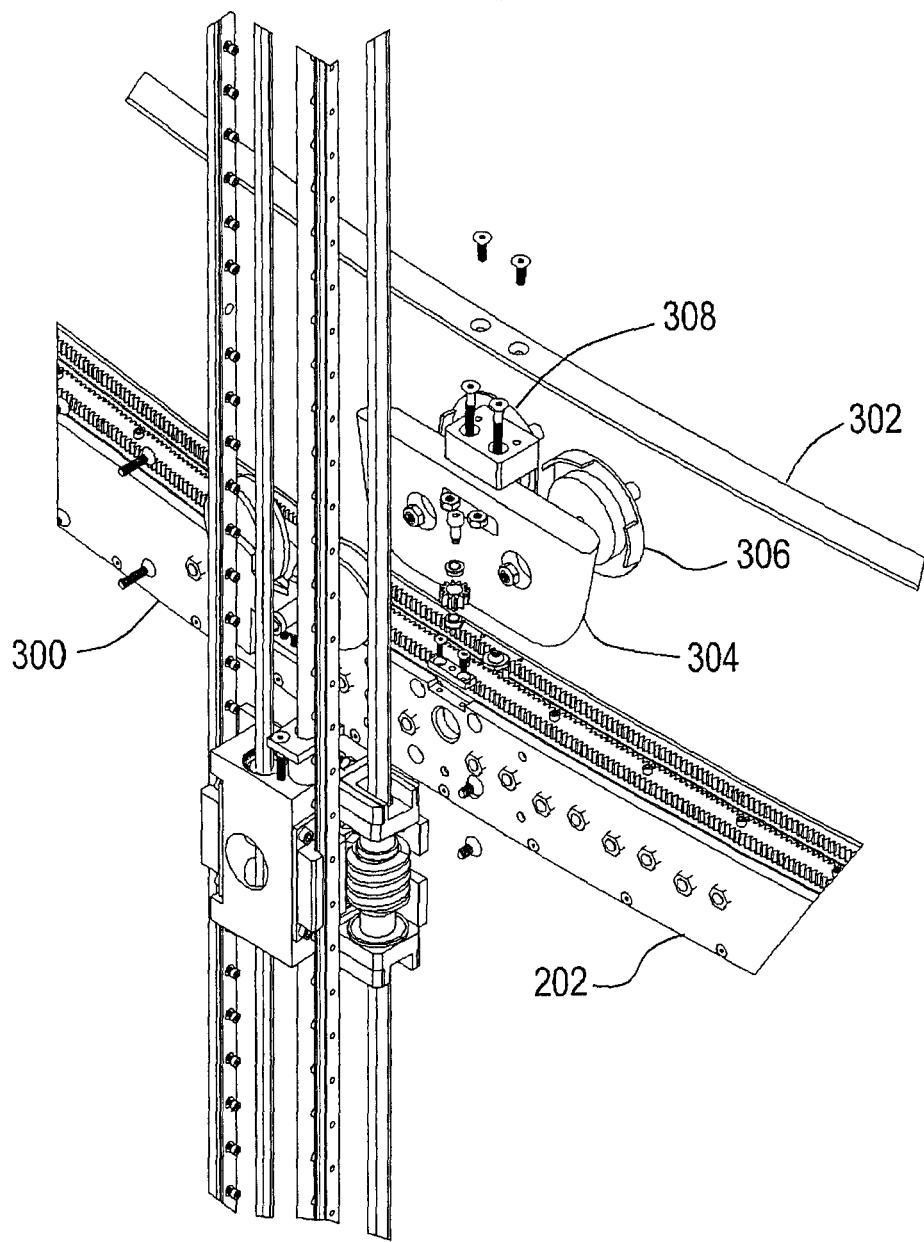


FIG. 5

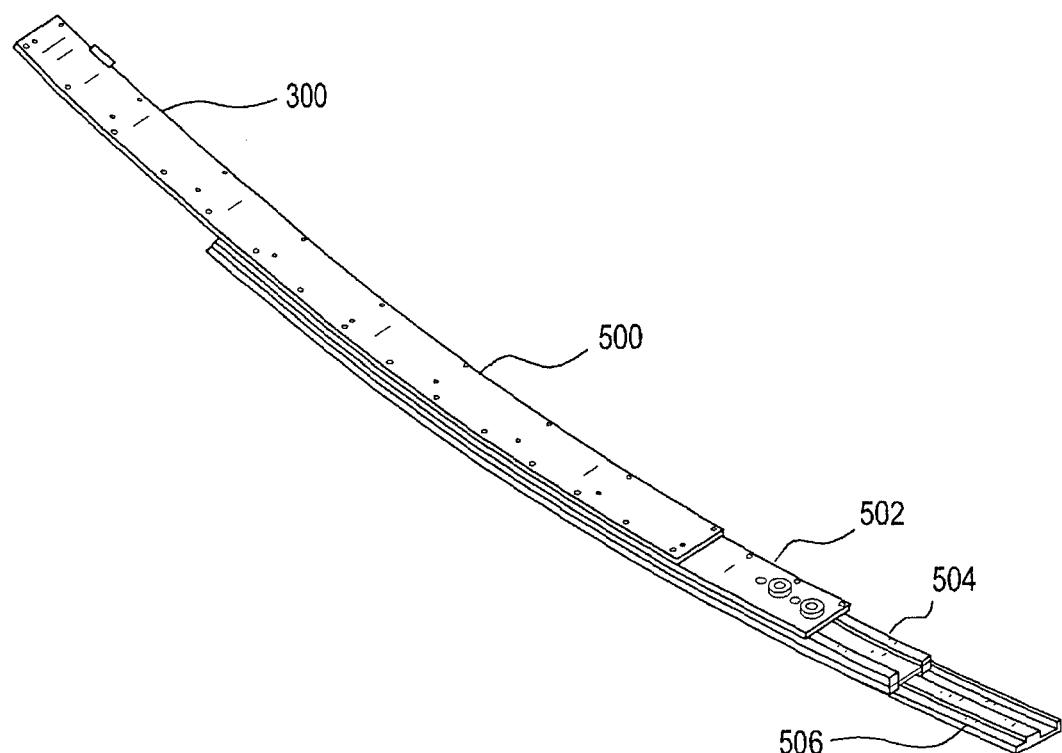


FIG. 6

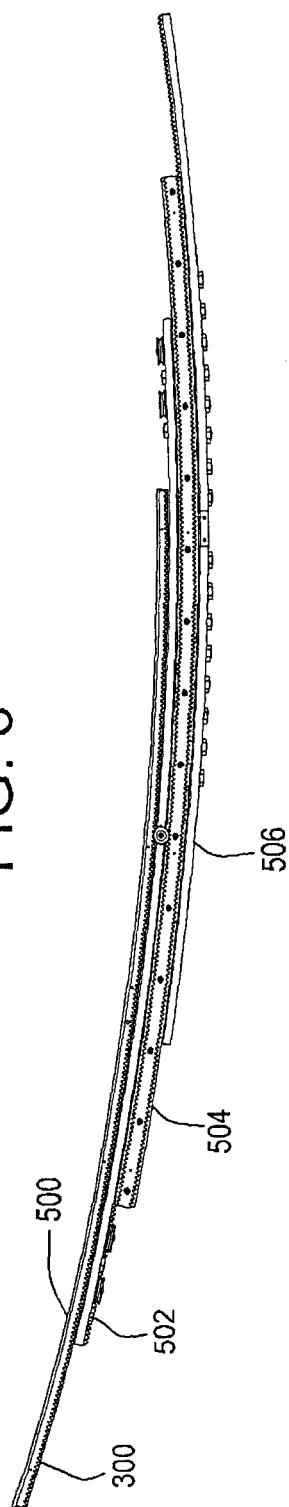


FIG. 7

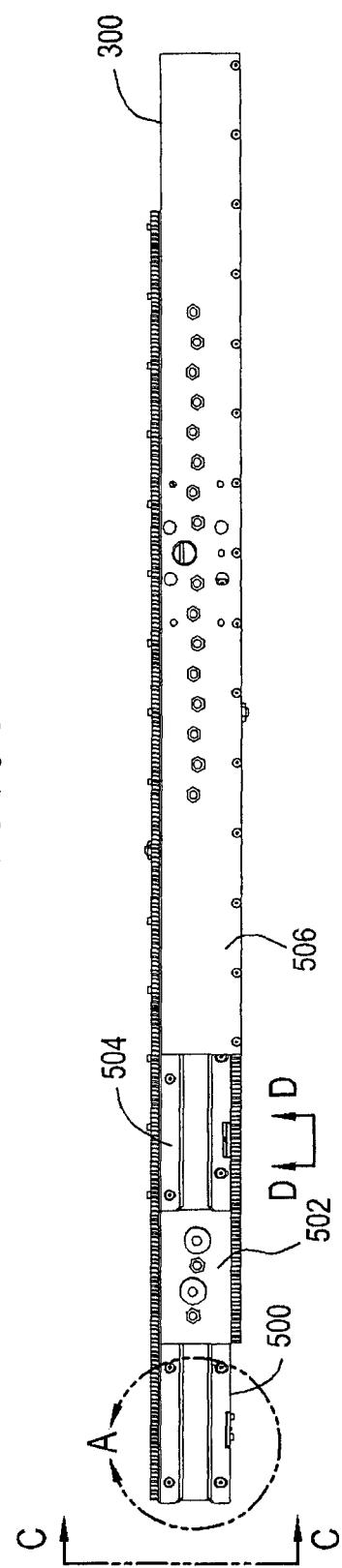


FIG. 8

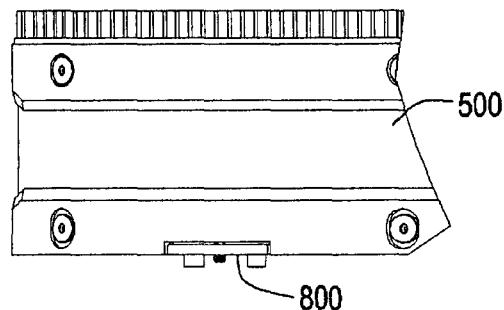


FIG. 9

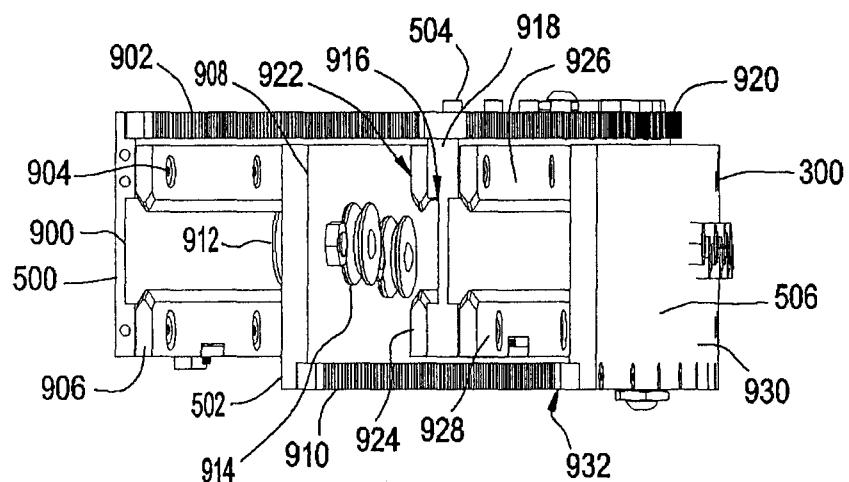


FIG. 10

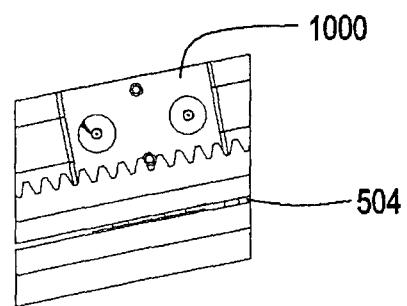


FIG. 11

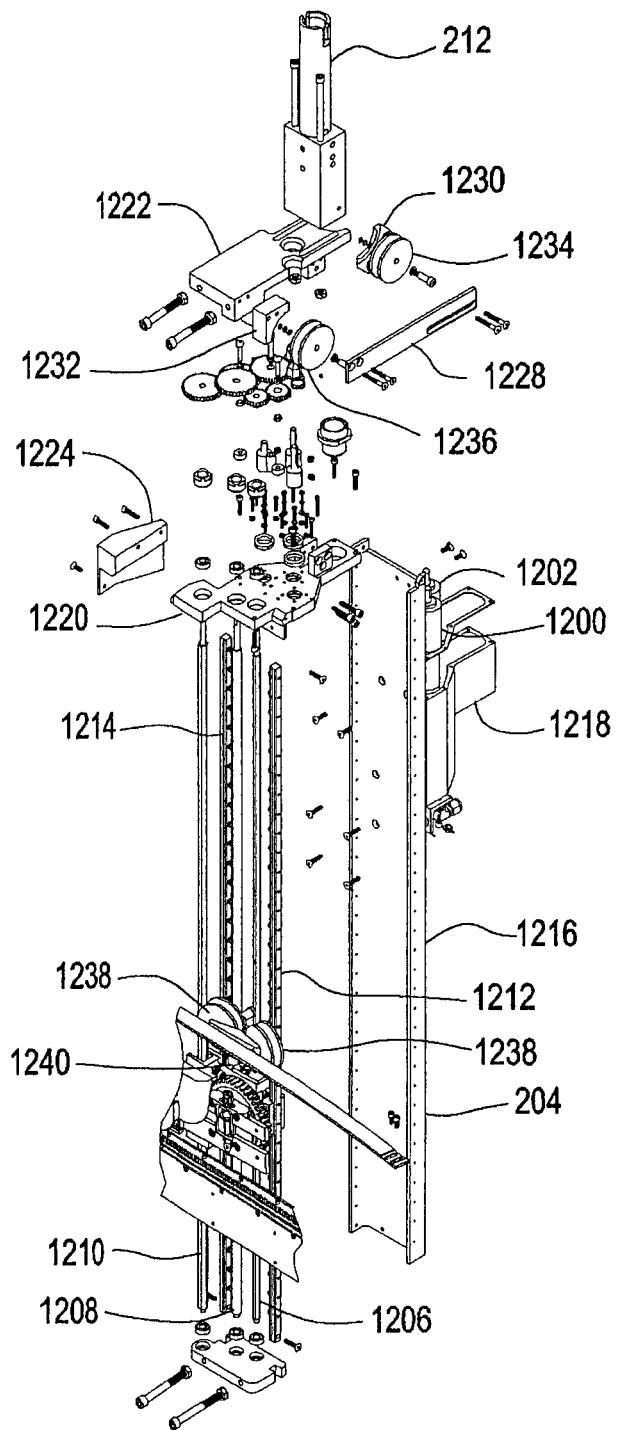


FIG. 12

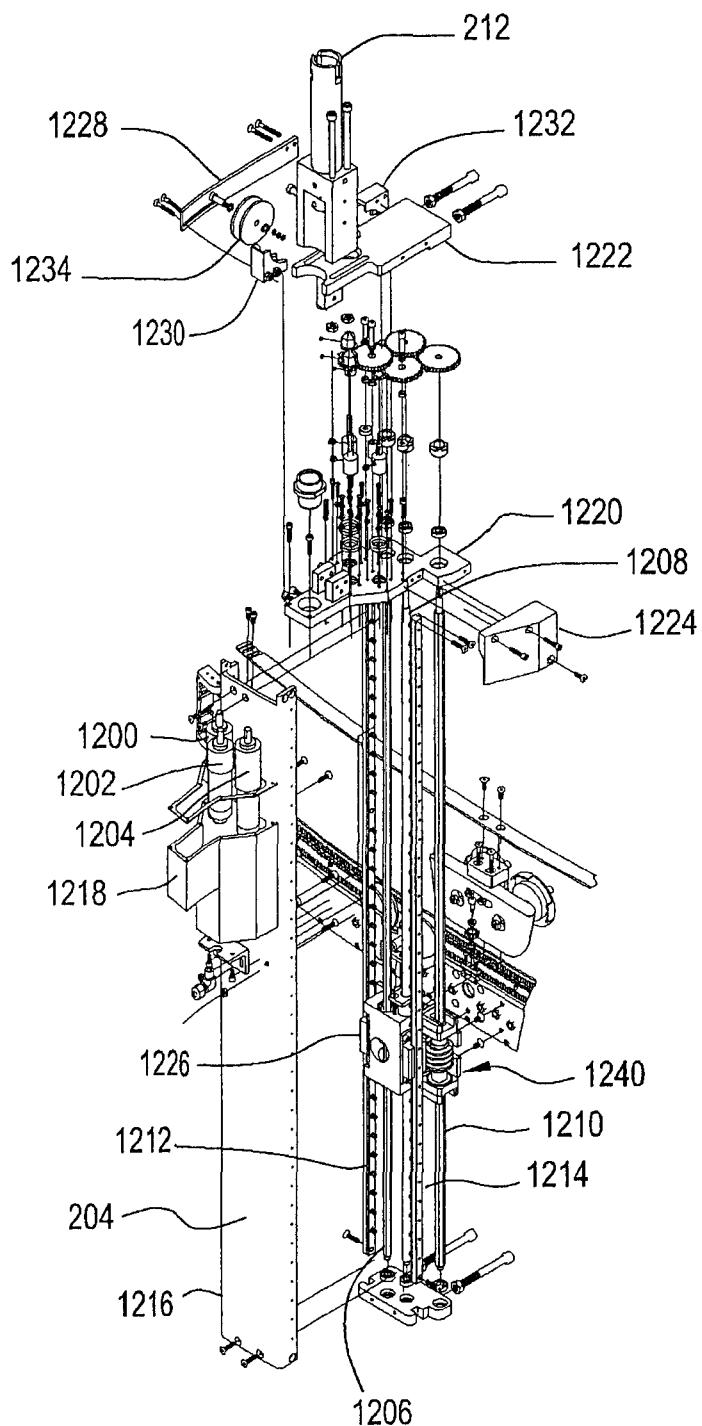


FIG. 13

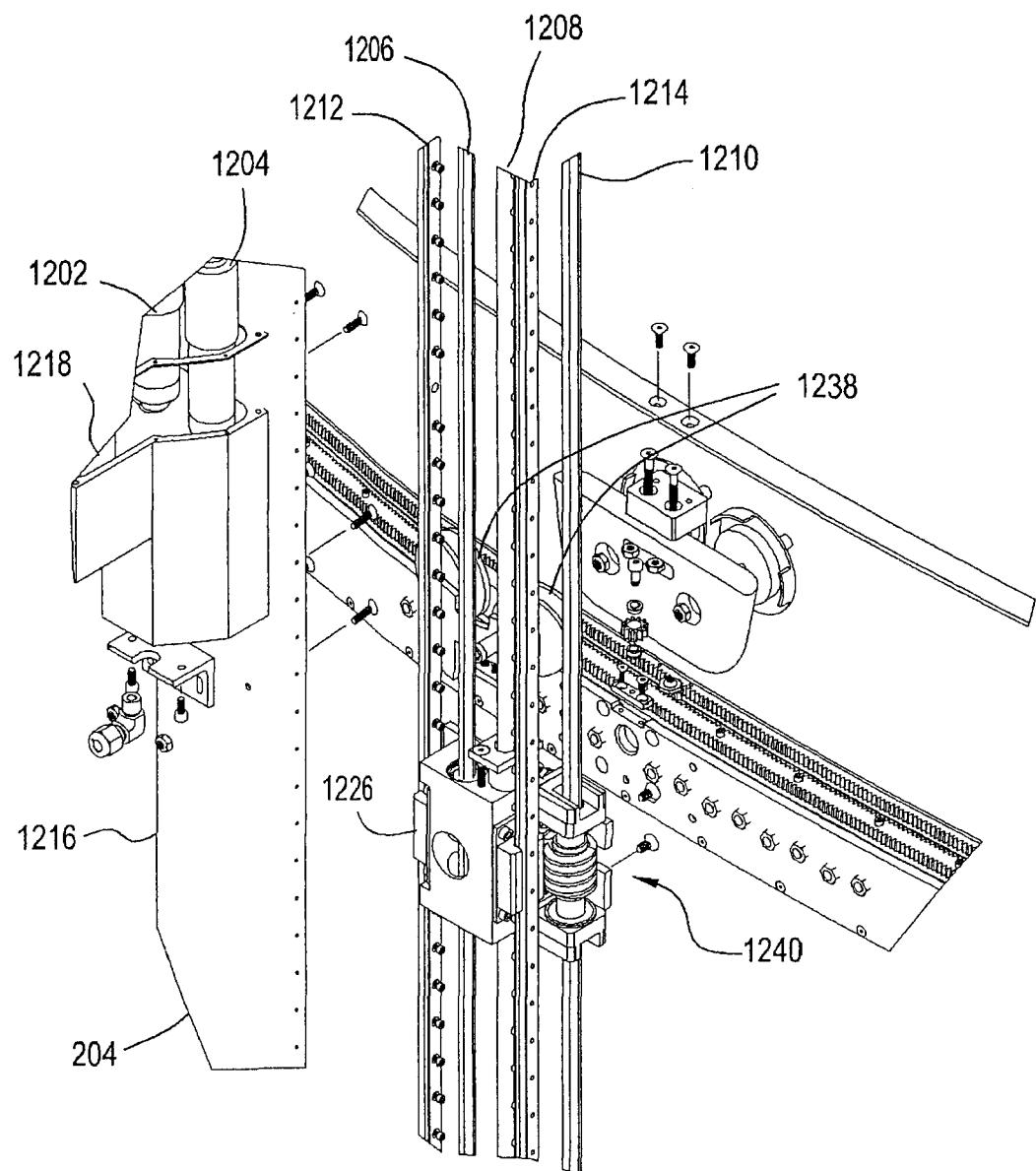


FIG. 14

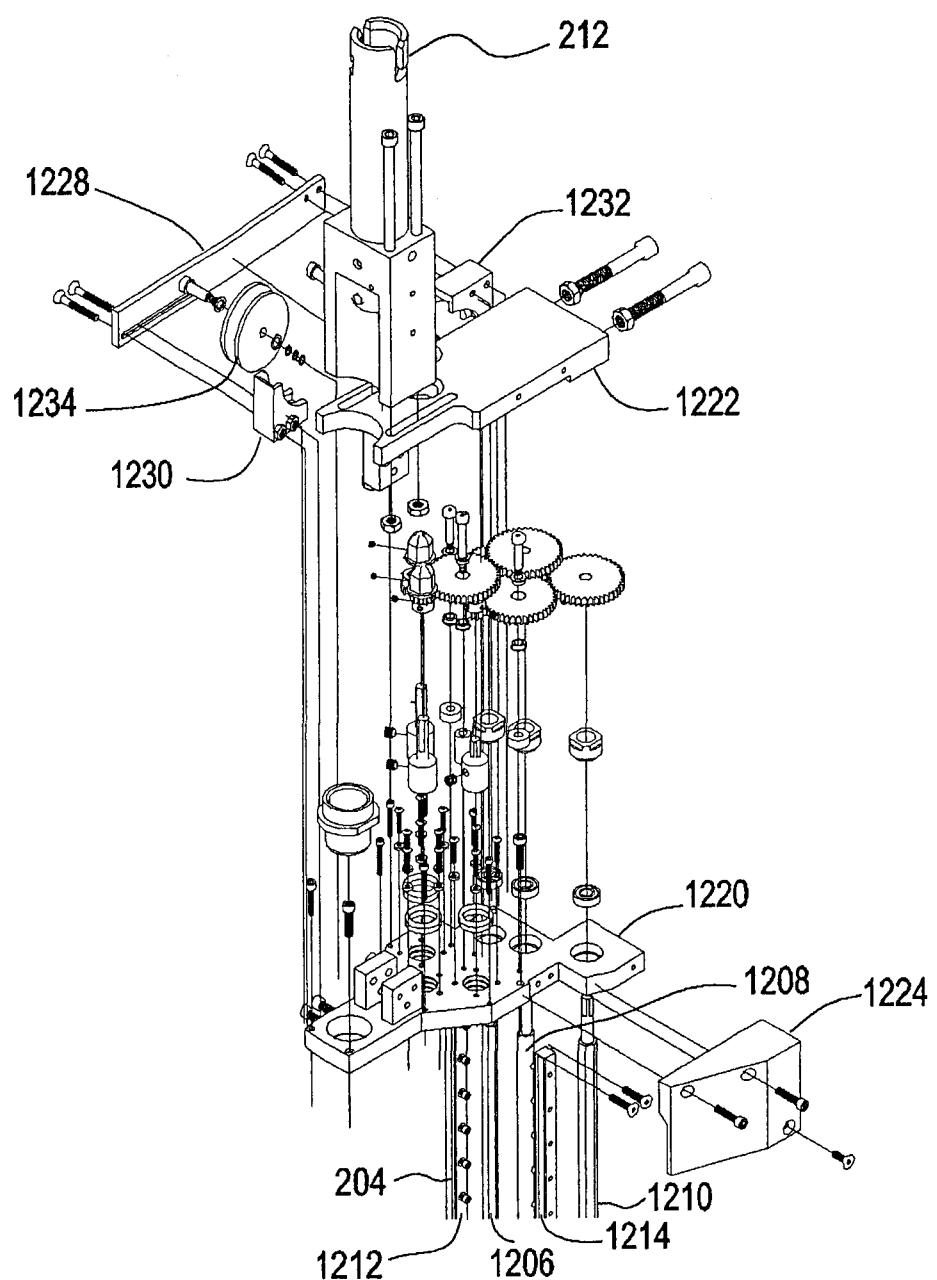


FIG. 15

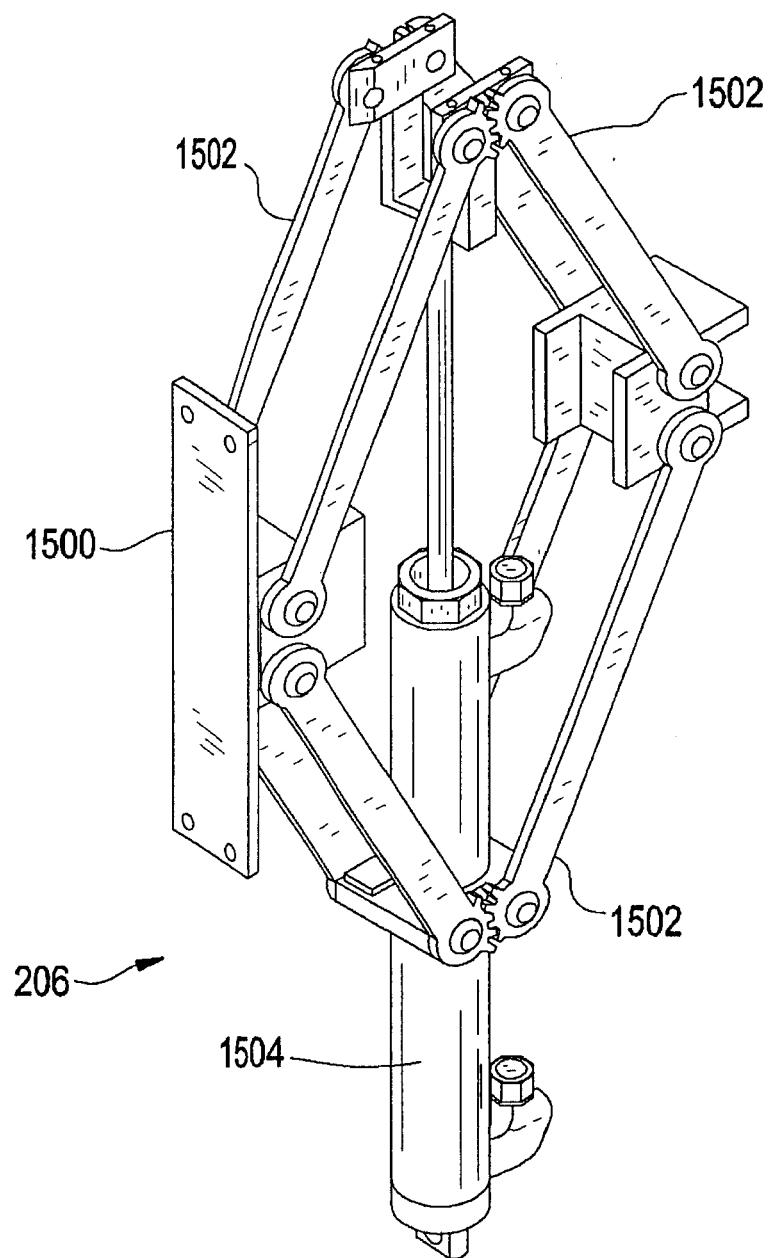
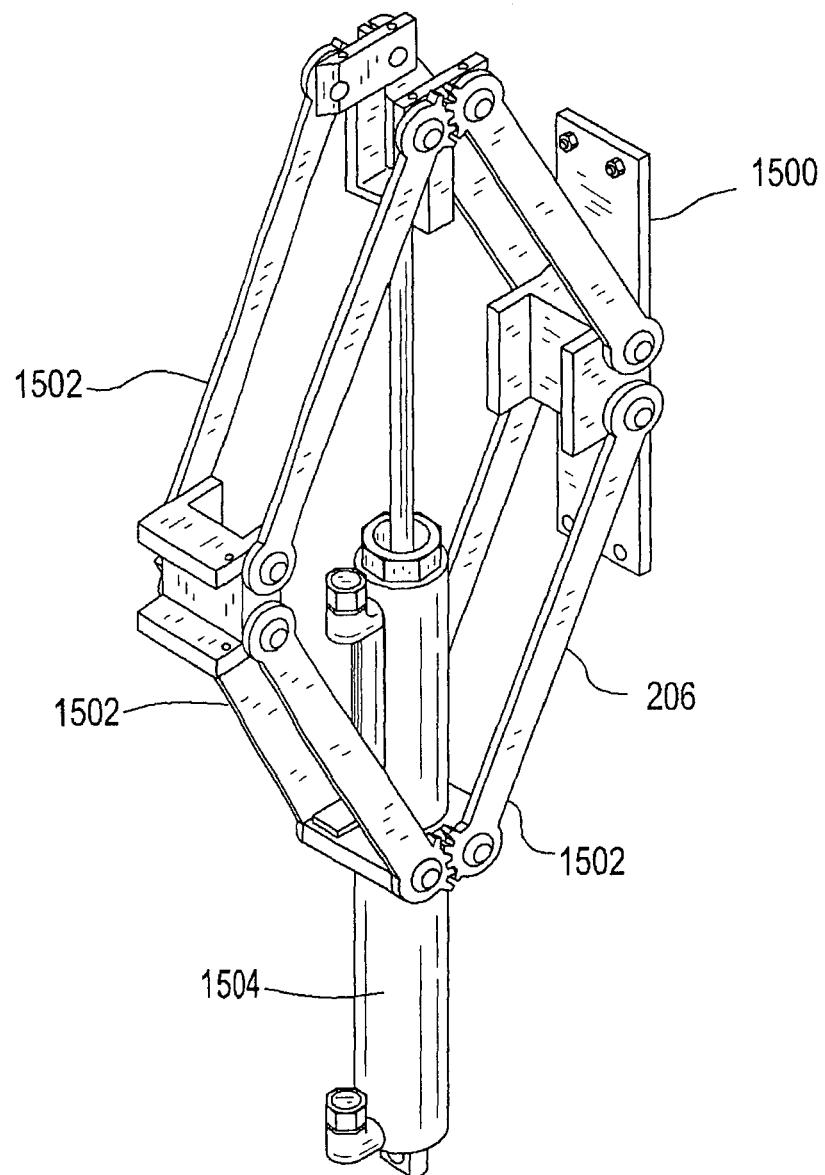


FIG. 16





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

②1 N.º solicitud: 200801717

②2 Fecha de presentación de la solicitud: 06.06.2008

③2 Fecha de prioridad: **20-06-2007**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤1 Int. Cl.: **G21C17/003 (2006.01)**

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑥6	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 7092477 B2 (WIVAGG et al.) 15.08.2006, todo el documento.		1,2
A	US 5898115 A (DAVIS et al.) 27.04.1999, todo el documento.		1,2
A	US 4686078 A (ZWART, JR.) 11.08.1987, todo el documento.		1,2
A	US 4436694 A (VASSALOTTI et al.) 13.03.1984, todo el documento.		2
A	US 5652387 A (DUMONT et al.) 29.07.1997, todo el documento.		2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe 03.02.2012	Examinador R. San Vicente Domingo	Página 1/4
--	--------------------------------------	---------------

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G21C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 03.02.2012

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-10
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones 1-10
Reivindicaciones

SI
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 7092477 B2 (WIVAGG et al.)	15.08.2006
D02	US 5898115 A (DAVIS et al.)	27.04.1999
D03	US 4686078 A (ZWART, JR.)	11.08.1987
D04	US 4436694 A (VASSALOTTI et al.)	13.03.1984
D05	US 5652387 A (DUMONT et al.)	29.07.1997

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento del estado de la técnica que se considera más próximo a la invención es D01. En él se describen un método y un aparato para mejorar la calidad de los datos obtenidos y para reducir el tiempo de inspección de los componentes, en áreas cercanas a la cubierta del núcleo de un reactor nuclear. Todo esto se consigue con un sistema operado remotamente, que utiliza un conjunto de carro motorizado y configurado para montarse en el borde superior de la cubierta del núcleo o en otro miembro tubular que también vaya a ser inspeccionado. El aparato consta de una columna vertical que tiene una primera parte rotatoria montada en el carro, y al menos un brazo que se extiende lateralmente, de tal forma que la rotación de la columna posiciona el límite del brazo extensible en el lado interior o exterior del cuerpo tubular a ser inspeccionado.

En lo que respecta a la reivindicación 2^a de la solicitud, independiente de la 1^a reivindicación, y que describe el aparato para llevar a cabo la inspección del reactor nuclear, vemos que existen diferencias entre el documento D01 y dicha 2^a reivindicación. En concreto la configuración del carrito motorizado del documento D01 no se asemeja a la descrita en la invención objeto de estudio, y no se corresponde con el dispositivo de fijación, la primera vía, el brazo ni el efecto desarrollado en el aparato de inspección de esa 2^a reivindicación, y teniendo en cuenta esto, parece que no sería evidente para un experto en la materia que partiendo de dicho documento D01 se llegara a la invención propuesta en la 2^a reivindicación de la solicitud. Por lo tanto dicha reivindicación poseería novedad y actividad inventiva.

En cuanto a las reivindicaciones 3^a a 10^a, puesto que todas dependen directamente o indirectamente de la 2^a reivindicación, podríamos decir que también presentarían novedad y actividad inventiva.

Y en lo referente a la 1^a reivindicación, que hace mención del procedimiento para la propia inspección del reactor nuclear, tampoco quedaría cuestionada su novedad ni su actividad inventiva por no haber sido cuestionado el aparato en sí que habría que conectar para llevar a cabo la operación de mantenimiento, inspección o reparación del reactor nuclear.

Por otro lado, los documentos D02 a D05, todos ellos herramientas o métodos para facilitar la inspección del interior de los reactores nucleares, diríamos que pertenecen al estado de la técnica general.

A modo de resumen, podríamos concluir que los documentos D01 a D05 no afectarían a la novedad ni a la actividad inventiva, tal cual es descrita en las reivindicaciones 1^a a 10^a del documento presentado por el solicitante, y por lo tanto la patentabilidad de la invención no se vería cuestionada conforme a los artículos 6 y 8 de la ley 11/86 de patentes.