

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 798**

51 Int. Cl.:

**F15B 1/02** (2006.01)

**F15B 1/10** (2006.01)

**G21C 9/02** (2006.01)

**G21C 7/08** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2015** **E 15198662 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017** **EP 3032111**

54 Título: **Unidad de control hidráulico y procedimiento de parada de un reactor nuclear utilizando dicha unidad**

30 Prioridad:

**10.12.2014 US 201414565819**

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

**08.02.2018**

73 Titular/es:

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

**3901 Castle Hayne Road**  
**Wilmington, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**MORGAN, KENNETH ALLAN;**  
**CABRERA, FILEMON TECSON y**  
**BROWN, RANDY MORRIS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 653 798 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

Unidad de control hidráulico y procedimiento de parada de un reactor nuclear utilizando dicha unidad

### Antecedentes

#### Campo

- 5 La presente divulgación se refiere a la parada de emergencia (y planeada) de un reactor nuclear de agua en ebullición (BWR) por medio de la inserción de reactividad negativa dentro del núcleo.

### Descripción de la técnica relacionada

- 10 En respuesta a una señal de parada de emergencia durante la operación de un reactor nuclear de agua en ebullición (BWR), una unidad de control hidráulico para el reactor insertando unas barras de control de absorción de neutrones dentro del núcleo. En una unidad de control hidráulico convencional, una barra de control es introducida en el núcleo por agua presurizada que es aplicada a un pistón metálico e incluye una junta hermética formada por una junta tórica elastomérica. Sin embargo, la propuesta de pistón / junta tórica convencional puede ser propensa a la aparición de fugas. Como resultado de ello, debe llevarse a cabo un mantenimiento regular (por ejemplo, el cambio de la junta tórica elastomérica) para asegurar la funcionalidad adecuada durante una operación de parada de emergencia.

### Sumario

- 20 Una unidad de control hidráulico para un reactor nuclear puede incluir un acumulador de parada de emergencia, una vasija de alimentación de gas y / o una válvula de parada de emergencia. El acumulador de parada de emergencia puede presentar un primer extremo como entrada, y un segundo extremo opuesto como salida. El acumulador de parada de emergencia define una cámara en su interior y contiene un fuelle dentro de la cámara. El fuelle está configurado para contener un líquido de parada de emergencia. El fuelle presenta un extremo fijo y un extremo móvil. El extremo fijo del fuelle puede estar fijado al segundo extremo del acumulador de parada de emergencia. El fuelle está configurado para pasar entre un estado expandido y un estado comprimido a través de un extremo móvil. La vasija de alimentación de gas puede estar conectada al primer extremo del acumulador de parada de emergencia. La vasija de alimentación de gas está configurada para contener un gas de parada de emergencia bajo presión y en comunicación de fluido con la cámara del acumulador de parada de emergencia a través de una entrada para ejercer una fuerza compresora sobre el extremo móvil del fuelle en forma de energía almacenada. La válvula de parada de emergencia puede estar conectada al segundo extremo del acumulador de parada de emergencia y configurada para soportar la fuerza compresora ejercida por medio del fuelle para contener la energía almacenada. La válvula de parada de emergencia está configurada para abrirse en respuesta a una señal de parada de emergencia para liberar la energía almacenada y permitir que el fuelle ceda a la fuerza compresora y pase al estado comprimido.

- 35 Un procedimiento de parada de un reactor nuclear puede incluir la compresión de un gas de parada de emergencia que esté en comunicación de fluido con un acumulador de parada de emergencia. El acumulador de parada de emergencia define una cámara en su interior y contiene un fuelle dentro de la cámara. El fuelle está configurado para contener un líquido de parada de emergencia en aislamiento del gas de parada de emergencia. El gas de parada de emergencia ejerce una fuerza compresora sobre el fuelle en forma de energía acumulada. El procedimiento puede así mismo incluir la liberación de la energía almacenada en respuesta a una señal de parada de emergencia de manera que el gas de parada de emergencia se expanda en el interior de la cámara del acumulador de parada de emergencia para comprimir el fuelle y oprimir el líquido de parada de emergencia del acumulador de parada de emergencia para insertar las barras de control dentro del núcleo del reactor nuclear. El documento JPH 252292A divulga un sistema y un procedimiento de parada de emergencia de un reactor nuclear que utiliza una unidad de control hidráulico que comprende un acumulador de parada de emergencia que presenta una entrada y una salida, definiendo el acumulador de parada de emergencia una cámara en su interior y que contiene un amortiguador dentro de la cámara, presentando el amortiguador un extremo fijo y un extremo móvil, estando el extremo fijo del amortiguador fijado al segundo extremo del acumulador de parada de emergencia, estando el amortiguador configurado para pasar entre un estado expandido y un estado comprimido a través del extremo móvil, una vasija de alimentación de gas conectada al primer extremo del acumulador de parada de emergencia, estando la vasija de alimentación de gas configurada para contener un gas de parada de emergencia bajo presión y en comunicación de fluido con la cámara del acumulador de parada de emergencia a través de la entrada, y una válvula de parada de emergencia conectada al segundo extremo del acumulador de parada de emergencia, estando la válvula de parada de emergencia configurada para abrirse en respuesta a una señal de parada de emergencia.

### Breve descripción de los dibujos

- 55 Las diversas características y ventajas de las formas de realización no limitativas incluidas en la presente memoria pueden resultar más evidentes tras el análisis de la descripción detallada en combinación con los dibujos que se acompañan. Los dibujos que se acompañan se ofrecen simplemente con fines ilustrativos y no deben ser

interpretados para limitar el alcance de las reivindicaciones. Los dibujos que se acompañan no deben ser considerados como trazados a escala a menos que explícitamente se indique. Por razones de claridad, diversas dimensiones de los dibujos pueden haber sido exageradas.

5 La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una unidad de control hidráulico de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación.

La FIG. 2 es una vista en sección transversal de un acumulador de parada de emergencia de la unidad de control hidráulico en la que el fuelle dispuesto en su interior está en un estado expandido de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación.

10 La FIG. 3 es una vista en sección transversal de un acumulador de parada de emergencia de la unidad de control hidráulico en la que el fuelle dispuesto en su interior está en un estado comprimido de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación.

La FIG. 4 es una vista en sección transversal parcial y de tamaño ampliado del fuelle contenido dentro del acumulador de parada de emergencia de una unidad de control hidráulico de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación.

## 15 **Descripción detallada**

Se debe entender que cuando un elemento o capa es designado como situado "sobre", "conectado a", "acoplado a", o "que cubre" otro elemento o capa, puede estar directamente sobre, conectado a, acoplado a, o cubriendo el otro elemento o capas intervinientes que pueden estar presentes. Por el contrario, cuando un elemento es designado como situado "directamente sobre", "directamente conectado a", o "directamente acoplado a" otro elemento o capa no hay elementos o capas intervinientes presentes. Los mismos números se refieren a los mismos elementos a lo largo de la memoria descriptiva. Según se utiliza en la presente memoria, el término "y / o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más elementos relacionados asociados.

20 Se debe entender que, aunque los términos, primero, segundo, tercero, etc., pueden ser utilizados en la presente memoria para describir diversos elementos, componentes, regiones, capas y / o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y / o secciones no deben quedar limitadas por estos términos. Estos términos son solo utilizados para distinguir un elemento, componente, región, capa, o sección de otra región, capa o sección. Así, un primer elemento, componente, región, capa o sección analizado en las líneas que siguen podría ser designado como un segundo elemento, componente, región, capa o sección sin apartarse de las enseñanzas de las formas de realización ejemplares.

30 Desde el punto de vista espacial, los términos relativos (por ejemplo, "por debajo," debajo", "inferior", "por encima", "superior" y similares) pueden ser utilizados en la presente memoria para facilitar la descripción para describir un elemento o una relación de una característica con respecto a otro(s) elemento(s) o característica(s) según se ilustra en las figuras. Se debe entender que los términos espacialmente relativos están destinados a abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso u operación además de la orientación mostrada en las figuras. Por ejemplo, si al dispositivo de las figuras se le da la vuelta, los elementos descritos como "bajo" o "por debajo" otros elementos o características quedarían entonces orientadas "por encima" de los demás elementos o características. Así, el término "debajo" puede abarcar tanto una orientación por encima como por debajo. El dispositivo puede estar orientado de otra manera (rotado 90 grados o en otras orientaciones) y las descripciones espacialmente relativas utilizadas en la presente memoria deben ser interpretadas en la medida correspondiente.

40 La terminología utilizada en la presente memoria tiene la única finalidad de describir diversas formas de realización y no pretende ser limitativa de formas de realización ejemplares. Según se utiliza en la presente memoria, las formas singulares "un", "uno", y "el", "la" están destinados a incluir también las formas plurales, a menos que del contexto se derive claramente otra cosa. Así mismo, debe entenderse que los términos "incluye", "que incluye", "comprende", y / o "que comprende" cuando se utilizan en la presente memoria descriptiva especifican la presencia de características declaradas, números enteros, etapas, operaciones, elementos y / o componentes, pero no precluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, operaciones, elementos, componentes, diferentes y / o grupos de estos.

50 En la presente memoria se describen formas de realización ejemplares con referencia a ilustraciones en sección transversal que son ilustraciones esquemáticas de formas de realización idealizadas (y estructuras intermedias) de formas de realización ejemplares. Hablando en sentido estricto, son de esperar variantes de las formas de las ilustraciones como resultado, por ejemplo, de las técnicas de fabricación y / o las tolerancias. Por tanto, las formas de realización ejemplares no deben interpretarse como limitadas a las formas de regiones ilustradas en la presente memoria, sino que deben incluir desviaciones de formas que resulten, por ejemplo, de la fabricación. Por ejemplo, una región implantada ilustrada como un rectángulo, típicamente tendrá unas características redondeadas o curvadas y / o un gradiente de concentración de implante en sus bordes en vez de un cambio binario de la región implantada a la no implantada. Así mismo, una región enterrada formada por implantación puede dar como resultado alguna implantación en la región entre la región enterrada y la superficie a través de la cual la implantación tiene lugar. Así, las regiones ilustradas en las figuras son de naturaleza esquemática y sus formas no están destinadas a

ilustrar la forma real de una región de un dispositivo y no están destinadas a limitar el alcance de las formas de realización ejemplares.

A menos que se defina otra cosa, todos los términos (incluyendo los términos técnicos y científicos) utilizados en la presente memoria tienen el mismo significado que el generalmente entendido por un experto en la materia a la que pertenecen las formas de realización ejemplares. Se debe entender también que los términos, incluyendo los definidos en diccionarios generalmente utilizados, deben ser interpretados con un significado acorde con su significado en el contexto de la técnica relevante y no deben interpretarse en un sentido totalmente formal o idealizado a menos que se expresamente se definan en este sentido en la presente memoria.

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una unidad de unidad hidráulico de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente invención. Con referencia a la FIG. 1, una unidad 100 de control hidráulico para un reactor nuclear incluye un acumulador 102 de parada de emergencia, una vasija 104 de alimentación de gas y una válvula 106 de parada de emergencia. Aunque no se muestra, se debe entender que, cuando la unidad 100 de control hidráulico se pone en práctica en un reactor nuclear, la válvula 106 de parada de emergencia estará operativamente conectada a una barra de control para facilitar la inserción de la barra de control dentro del núcleo del reactor durante una operación de parada de emergencia.

El acumulador 102 de parada de emergencia presenta un primer extremo con una entrada y un segundo extremo opuesto con una salida. En la FIG. 1, el primer extremo del acumulador 102 de parada de emergencia está en el fondo y el segundo extremo del acumulador 102 de parada de emergencia está en la parte superior, aunque formas de realización ejemplares no están limitadas a ello. El acumulador 102 de parada de emergencia define una cámara en su interior y contiene un fuelle dentro de la cámara. El fuelle se analizará con mayor detalle en conexión con las FIGS. 2 - 4. El fuelle está configurado para contener un líquido de parada de emergencia. El fuelle presenta un extremo fijo y un extremo móvil. El extremo fijo del fuelle está fijado al segundo extremo del acumulador de parada de emergencia. El fuelle está configurado para pasar entre un estado expandido (por ejemplo, FIG. 2) y un estado comprimido (por ejemplo, FIG. 3) a través del extremo móvil.

La vasija 104 de alimentación de gas está conectada al primer extremo del acumulador 102 de parada de emergencia. La vasija 104 de alimentación de gas está configurada para contener un gas de parada de emergencia a presión en comunicación de fluido con la cámara del acumulador 102 de parada de emergencia a través de la entrada para ejercer una fuerza compresora sobre el extremo móvil del fuelle en forma de energía almacenada. En particular, la vasija 104 de alimentación de gas está configurada para contener una cantidad de gas de parada de emergencia suficiente para pasar el fuelle dentro del acumulador 102 de parada de emergencia del estado expandido al estado comprimido tras la apertura de la válvula 106 de parada de emergencia. Por ejemplo, la vasija 104 de alimentación de gas puede estar configurada para contener el gas de parada de emergencia de manera que la presión dentro sea de al menos 10 MPa (por ejemplo, al menos 15 MPa) antes de una operación de parada de emergencia. La vasija 104 de alimentación de gas puede también estar configurada para contener un gas inerte como gas de parada de emergencia. El gas inerte puede ser nitrógeno (N<sub>2</sub>), aunque formas de realización ejemplares no se limitan a ello.

La válvula 106 de parada de emergencia está conectada al segundo extremo del acumulador 102 de parada de emergencia y está configurada para soportar todas las fuerzas (por ejemplo, la fuerza compresora) ejercida por medio del fuelle (por el gas de parada de emergencia) para contener la energía almacenada. La válvula 106 de parada de emergencia es una válvula de apertura rápida y esta apertura está configurada para abrirse rápidamente en respuesta a una señal de parada de emergencia para liberar la energía almacenada (y, así, expulsar el líquido de parada de emergencia del acumulador 102 de parada de emergencia) y permitir que el fuelle del acumulador 102 de parada de emergencia ceda a la fuerza compresora y pase al estado comprimido.

La FIG. 2 es una vista en sección transversal de un acumulador de parada de emergencia de una unidad de control hidráulico en la que el fuelle en su interior está en el estado expandido de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación. Con referencia a la FIG. 2, el acumulador 200 de parada de emergencia presenta un primer extremo 202 con una entrada 206 y un segundo extremo 222 opuesto con una salida 220. El acumulador 200 de parada de emergencia también incluye una estructura 204 de fijación en el primer extremo 202 y en el segundo extremo 222 para facilitar la conexión con la vasija de alimentación de gas (por ejemplo, la vasija 104 de alimentación de gas de la FIG. 2) y la válvula de parada de emergencia (por ejemplo, la válvula 106 de parada de emergencia de la FIG. 1), respectivamente. El acumulador 200 de parada de emergencia define en su interior una cámara y contiene el fuelle 214 dentro de la cámara. El fuelle 214 está configurado para contener un líquido 216 de parada de emergencia. En una forma de realización ejemplar, el líquido 216 de parada de emergencia es agua. El acumulador 200 de parada de emergencia está configurado de manera que el líquido 216 de parada de emergencia esté aislado del gas 208 de parada de emergencia por medio del fuelle 214 de manera que el líquido 216 de parada de emergencia y el gas 208 de parada de emergencia no contacten entre sí o se entremezclen dentro de la cámara.

El fuelle 214 presenta un extremo fijo y un extremo móvil. El extremo fijo del fuelle 214 está fijado (por ejemplo, soldado) al segundo extremo 222 del acumulador 200 de parada de emergencia. El acumulador 200 de parada de emergencia también incluye una estructura 218 de tope dentro de la cámara en el segundo extremo 222. El extremo móvil del fuelle 214 incluye una placa 210 difusora que está configurada para distribuir de manera uniforme la fuerza

compresora ejercida por el gas 208 de parada de emergencia sobre el extremo móvil. Así mismo, el extremo móvil del fuelle 214 incluye una placa 212 de tope que está configurada para detenerse contra la estructura 218 de tope durante el estado comprimido

En una forma de realización ejemplar, el acumulador 200 de parada de emergencia puede presentar un cuerpo cilíndrico, que defina en su interior una cámara cilíndrica. En dicha forma de realización, el fuelle 214 puede asemejarse a un acordeón cilíndrico con el fin de ocupar de manera más eficaz la cámara dentro del acumulador 200 de parada de emergencia. Así mismo, la estructura 218 de tope puede ser una estructura de tipo tubular. Como resultado de ello, el cuerpo cilíndrico del acumulador 200 de parada de emergencia y la estructura 218 de tope pueden definir un espacio anular entre ellos. El espacio anular puede ser ajustado a un tamaño que sea exactamente suficiente para alojar el fuelle 214 (cuando esté expandido y comprimido) con el fin de potenciar al máximo el espacio disponible para el líquido 216 de parada de emergencia. La placa 210 difusora y la placa 212 de tope pueden también ser estructuras circulares, planes, que asemejen a un disco con el fin de que se correspondan con las paredes internas del acumulador 200 de parada de emergencia que definan en su interior la cámara cilíndrica.

Aunque no se muestra, el acumulador 200 de parada de emergencia puede también incluir un dispositivo antirrotación o una disposición para mantener una alineación deseada durante la compresión del fuelle 214 durante una operación de parada de emergencia. Por ejemplo, las paredes internas del acumulador 200 de parada de emergencia que definen la cámara cilíndrica pueden estar provistas de una o más aristas lineales que se extiendan desde el primer extremo 202 hasta el segundo extremo 222. Así mismo, la placa 210 difusora y la placa 212 de tope pueden estar provistas de uno o más surcos que se acoplen con las una o más aristas lineales dispuestas sobre las paredes internas que definen la cámara para proporcionar una trayectoria guiada cuando el fuelle 214 pase del estado expandido al estado comprimido. A la inversa, las paredes internas del acumulador 200 de parada de emergencia que definen la cámara cilíndrica pueden estar provistas de uno o más surcos lineales, mientras la placa 210 difusora y la placa 212 de tope pueden estar provistas de una o más aristas que coinciden con los uno o más surcos lineales dispuestos sobre las paredes internas que definen la cámara para proporcionar una trayectoria guiada cuando el fuelle 214 pase del estado expandido al estado comprimido.

El fuelle 214 está configurado para pasar entre un estado expandido y un estado comprimido a través del extremo móvil. El acumulador 200 de parada de emergencia está configurado de manera que el extremo móvil del fuelle 214 esté más próximo al primer extremo 202 que al segundo extremo 222 del acumulador 200 de parada de emergencia durante el estado expandido. Por ejemplo, el acumulador 200 de parada de emergencia puede ser configurado de manera que el fuelle 214 ocupe un 80% o más de un volumen de la cámara durante el estado expandido. En una forma de realización ejemplar, dependiendo del tamaño del fuelle 214 y de la cantidad del líquido 216 de parada de emergencia de su interior, el fuelle 214 puede completamente ocupar el volumen de la cámara de manera que la placa 210 difusora se sitúe en posición adyacente a la entrada 206. Durante el estado expandido antes de una operación de parada de emergencia, el gas 208 de parada de emergencia procedente de la vasija de alimentación de gas (por ejemplo, la vasija 104 de alimentación de gas de la FIG. 1) ejerce presión sobre el fuelle 214, el cual, a su vez, ejerce presión sobre el líquido 216 de parada de emergencia dispuesto en su interior que queda retenido a través de la válvula de parada de emergencia (por ejemplo, la válvula 106 de parada de emergencia de la FIG. 1). La unidad de control hidráulico, particularmente el acumulador de parada de emergencia y la válvula de parada de emergencia, está diseñada para ser lo suficientemente resistente para contener las fuerzas generadas en su interior y para mantenerlas en equilibrio en forma de energía almacenada hasta que llegue el tiempo adecuado de liberación (por ejemplo, durante una operación de parada de emergencia).

La FIG. 3 es una vista en sección transversal de un acumulador de parada de emergencia de una unidad de control hidráulico en la que el fuelle de su interior está en un estado comprimido de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación. Con referencia a la FIG. 3, el acumulador 200 de parada de emergencia está configurado de manera que el líquido 216 de parada de emergencia sea expulsado de la salida 220 en el segundo extremo 222 cuando el fuelle 214 pase del estado expandido al estado comprimido. El acumulador 200 de parada de emergencia está configurado de manera que el extremo móvil del fuelle 214 esté más próximo al segundo extremo 222 que al primer extremo 202 del acumulador 200 de parada de emergencia durante el estado comprimido.

Aunque no se muestra en la FIG. 3, debe entenderse que la placa 212 de tope del extremo móvil del fuelle 214 será presionado contra la estructura 218 de tope cuando el fuelle 214 haya pasado completamente al estado comprimido. Una junta tórica puede también disponerse sobre el reborde de la estructura 218 de tope para formar una junta hermética cuando entre en contacto con la placa 212 de tope. El tamaño (por ejemplo, la longitud) de la estructura 218 de tope se puede ajustar para permitir una completa compresión (o casi una completa compresión) del fuelle 214 para potenciar al máximo la cantidad del líquido 216 de parada de emergencia expulsado del acumulador 200 de parada de emergencia. Por ejemplo, el acumulador 200 de parada de emergencia puede ser configurado (por ejemplo, ajustando la longitud de la estructura 218 de tope) de manera que el fuelle 214 ocupe un 30% o menos (por ejemplo un 20% o menos) de un volumen de la cámara durante el estado comprimido.

La FIG. 4 es una vista en sección transversal parcial de tamaño ampliado del fuelle contenido dentro de un acumulador de parada de emergencia de una unidad de control hidráulico de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente divulgación. Con referencia a la FIG. 4, el fuelle está formado por la soldadura conjunta de

una pluralidad de estructuras 402 anulares, de forma que la pluralidad de estructuras 402 anulares puede constituirse a partir de un metal apropiado. La pluralidad de estructuras 402 anulares se asemeja a unos anillos aplanados o a unas estructuras en forma de junta, delgadas, aunque la pluralidad de estructuras 402 anulares puede no ser completamente plana sino en vez de ello puede estar provista de una ligera curvatura u otra conformación. En cualquier caso, cada una de la pluralidad de estructuras 402 anulares tendrá un borde diametral externo y un borde diametral interno. En la vista en sección transversal parcial de la FIG. 4, el lado izquierdo del dibujo corresponde a los bordes diametrales internos de las estructuras 402 anulares (así como al fuelle), mientras que el lado derecho del dibujo corresponde a los bordes diametrales externos de las estructuras 402 anulares (así como al fuelle).

Para formar el fuelle, se sueldan de manera alterna unas estructuras 402 anulares soldadas. Los diámetros internos de las estructuras 402 anulares adyacentes son a continuación soldados para formar una segunda soldadura 406. A continuación, se dispone, otra estructura 402 anulara para que constituya una imagen especular de una de las tres estructuras 402 anulares soldadas. Los diámetros externos de las estructuras 402 anulares adyacentes son entonces soldados para formar una primera soldadura 404. A continuación, se dispone otra estructura 402 anular para que constituya una imagen especular de una de las cuatro estructuras 402 anulares soldadas. Los diámetros internos de las estructuras 402 anulares adyacentes son entonces soldados para formar una segunda soldadura 406. Este esquema se repite en las veces necesarias para formar un fuelle del tamaño deseado. Una vez completado, el fuelle se asemejará a un acordeón cilíndrico. Es de notar que, el fuelle presentará una estructura de soldadura doble, que no solamente es duradera sino que también es susceptible de comprimirse / aplastarse hasta un grado mayor que el fuelle convencional que se obtiene mediante moldeo o flexión.

Como se indicó anteriormente, la presente unidad de control hidráulico puede ser utilizada para parar un reactor nuclear durante una emergencia o para una interrupción planeada. Con referencia de nuevo a las FIGS. 2 - 3, un procedimiento de parada de un reactor nuclear puede incluir la compresión de un gas 208 de parada de emergencia que esté en comunicación de fluido con un acumulador 200 de parada de emergencia. La compresión puede incluir el llenado de una vasija de alimentación de gas (por ejemplo, la vasija 104 de alimentación de gas de la FIG. 1) con un gas 208 de parada de emergencia, de manera que la vasija de alimentación de gas esté en comunicación de fluido con la cámara del acumulador 200 de parada de emergencia. Así mismo, la compresión puede llevarse a cabo a una presión de al menos 10 MPa (por ejemplo, al menos 15 MPa).

El acumulador 200 de parada de emergencia define una cámara en su interior y contiene el fuelle 214 dentro de la cámara. El fuelle 214 está configurado para contener un líquido 216 de parada de emergencia en aislamiento con respecto al gas 208 de parada de emergencia. En particular, el fuelle 214 forma un tabique estanco a los fluidos entre el gas 208 de parada de emergencia y el líquido 216 de parada de emergencia. Como resultado de ello, durante una operación adecuada, el gas 208 de parada de emergencia no saldrá a través de la salida 220, y el líquido 216 de parada de emergencia no saldrá a través de la entrada 206. Debido a que el gas 208 de parada de emergencia está presurizado, el gas 208 de parada de emergencia ejerce una fuerza compresora sobre el fuelle 214 en forma de energía almacenada.

El procedimiento adicionalmente incluye la liberación de la energía almacenada en respuesta a una señal de parada de emergencia de manera que el gas 208 de parada de emergencia se expanda por dentro de la cámara del acumulador 200 de parada de emergencia para comprimir el fuelle 214 y expulsar el líquido 216 de parada de emergencia desde el acumulador 200 de parada de emergencia para insertar las barras de control dentro de un núcleo del reactor nuclear. La liberación puede incluir la apertura de una válvula de parada de emergencia (por ejemplo, la válvula 106 de parada de emergencia de la FIG. 1) que esté fijada al acumulador 200 de parada de emergencia de manera que el fuelle 214 pueda ceder a la fuerza compresora ejercida por el gas 208 de parada de emergencia. En particular, la liberación puede incluir el gas 208 de parada de emergencia que entre en el acumulador 200 de parada de emergencia desde un extremo 202, mientras que el líquido 216 de parada de emergencia sale por un segundo extremo 222 opuesto del acumulador 200 de parada de emergencia. Como resultado de ello, el fuelle se aplastará a lo largo de una dirección longitudinal de la cámara en dirección al segundo extremo 222. En una forma de realización ejemplar, el gas 208 de parada de emergencia reducirá un volumen del fuelle 214 hasta un 70% o más (por ejemplo, un 80% o más).

Aunque en la presente memoria se ha divulgado una pluralidad de formas de realización ejemplares, se debe entender que pueden ser posibles otras variantes. Dichas variantes no deben considerarse como fuera del alcance de la presente divulgación, y todas estas modificaciones, como debe resultar obvio al experto en la materia, están destinadas a quedar incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones subsecuentes.

## REIVINDICACIONES

1.- Una unidad (100) de control hidráulico para un reactor nuclear, que comprende:

- 5 un acumulador (102, 200) de parada de emergencia que presenta un primer extremo (202) con una entrada (206) y un segundo extremo (222) opuesto con una salida (220), definiendo el acumulador de parada de emergencia una cámara en su interior que contiene un fuelle (214) dentro de la cámara, estando el fuelle configurado para contener un líquido (216) de parada de emergencia, presentando el fuelle un extremo fijo y un extremo móvil, estando el extremo fijo del fuelle (214) fijado al segundo extremo (222) del acumulador (102, 200) de parada de emergencia, estando el fuelle configurado para pasar entre un estado expandido y un estado comprimido por medio del extremo móvil;
- 10 una vasija (104) de alimentación de gas conectada al primer extremo (202) del acumulador (102, 200) de parada de emergencia, estando la vasija de alimentación de gas configurada para contener un gas (208) de parada de emergencia sometido a presión y en comunicación de fluido con la cámara del acumulador de parada de emergencia a través de la entrada para ejercer una fuerza compresora sobre el extremo móvil del fuelle en forma de energía almacenada; y
- 15 una válvula (106) de parada de emergencia conectada al segundo extremo (222) del acumulador (102, 200) de parada de emergencia y configurada para soportar la fuerza compresora ejercida a través del fuelle (214) para contener la energía almacenada, estando la válvula de parada de emergencia configurada para abrirse en respuesta a una señal de parada de emergencia para liberar la energía almacenada y permitir que el fuelle ceda a la fuerza compresora y pase al estado comprimido.
- 20 2.- La unidad (100) de control hidráulico de la reivindicación 1, en la que el acumulador (102, 200) de parada de emergencia está configurado de manera que el líquido (216) de parada de emergencia esté aislado del gas (208) de parada de emergencia a través del fuelle (214) de manera que el líquido de parada de emergencia y el gas de parada de emergencia no se entremezclen dentro de la cámara.
- 25 3.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que el acumulador (102,200) de parada de emergencia está configurado de manera que el extremo móvil del fuelle (214) esté más próximo al primer extremo (202) que el segundo extremo (222) del acumulador de parada de emergencia durante el estado expandido.
- 30 4.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que el acumulador (102,200) de parada de emergencia está configurado de manera que el fuelle (214) ocupa un 80% o más de un volumen de la cámara durante el estado expandido.
- 35 5.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que el acumulador (102, 200) de parada de emergencia está configurado de manera que el extremo móvil del fuelle (214) está más próximo al segundo extremo (222) que el primer extremo (202) del acumulador de parada de emergencia durante el estado comprimido.
- 6.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que el acumulador (102,200) de parada de emergencia está configurado de manera que el fuelle (214) ocupa un 20% o menos de un volumen de la cámara durante el estado comprimido.
- 40 7.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que el acumulador (102, 200) de parada de emergencia incluye una estructura (218) de tope dentro de la cámara en el segundo extremo (222), y el extremo móvil del fuelle (214) incluye una placa (212) de tope, estando la placa de tope configurada para detenerse contra la estructura de tope durante el estado comprimido.
- 8.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que el extremo móvil del fuelle (214) incluye una placa (210) difusora que está configurada para distribuir de manera uniforme la fuerza compresora sobre el extremo móvil.
- 45 9.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que el acumulador (102,200) de parada de emergencia está configurado de manera que el líquido (216) de parada de emergencia es expulsado de la salida del segundo extremo (222) cuando el fuelle (214) pasa del estado expandido al estado comprimido.
- 50 10.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que la vasija (104) de alimentación de gas está configurada para contener una cantidad de gas (208) de parada de emergencia que es suficiente para que el fuelle pase del estado expandido al estado comprimido tras la apertura de la válvula (106) de parada de emergencia
- 11.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que la vasija (104) de alimentación de gas está configurada para contener el gas (208) de parada de emergencia de manera que la presión es de al menos 10 MPa.

12.- La unidad (100) de control hidráulico de cualquier reivindicación precedente, en la que la vasija (104) de alimentación de gas está configurada para contener un gas inerte como gas (208) de parada de emergencia.

13.- Un procedimiento de parada de un reactor nuclear, que comprende:

5 la compresión de un gas (208) de parada de emergencia que está en comunicación de fluido con un acumulador (102,200) de parada de emergencia, definiendo el acumulador de parada de emergencia una cámara en su interior y conteniendo un fuelle (214) dentro de la cámara, estando el fuelle (214) configurado para contener un líquido (216) de parada de emergencia en aislamiento del gas de parada de emergencia, ejerciendo el gas de parada de emergencia una fuerza compresora sobre el fuelle en forma de energía almacenada; y

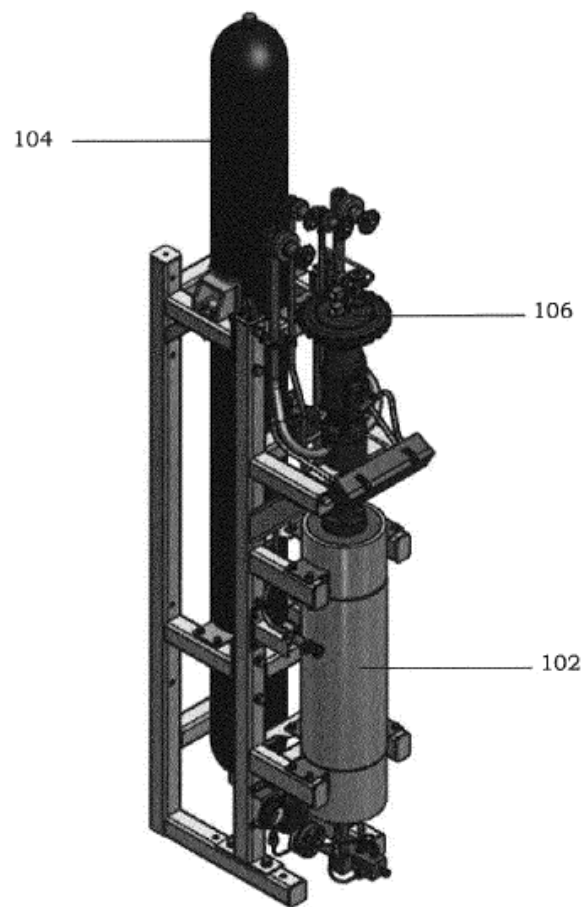
10 la liberación de la energía almacenada en respuesta a una señal de parada de emergencia de manera que el gas (208) de parada de emergencia se expanda en el interior de la cámara del acumulador (102, 200) de parada de emergencia para comprimir el fuelle (214) y expulsar el líquido (216) de parada de emergencia del acumulador de parada de emergencia para insertar unas barras de control dentro de un núcleo del reactor nuclear.

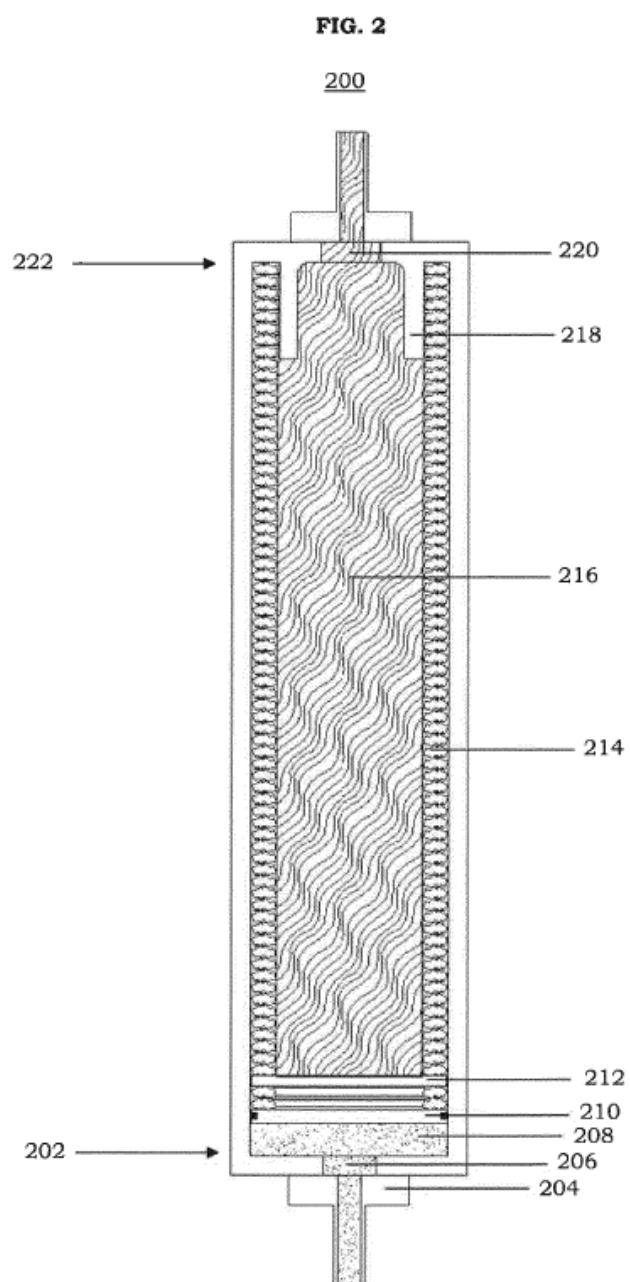
15 14.- El procedimiento de la reivindicación 13, en el que la compresión incluye el llenado de una vasija (104) de alimentación de gas con el gas (208) de parada de emergencia, estando la vasija de alimentación de gas en comunicación de fluido con la cámara del acumulador (102, 200) de parada de emergencia.

20 15.- El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 13 o 14, en el que la compresión incluye el fuelle (214) que forma un tabique estanco a los fluidos entre el gas (208) de parada de emergencia y el líquido (216) de parada de emergencia.

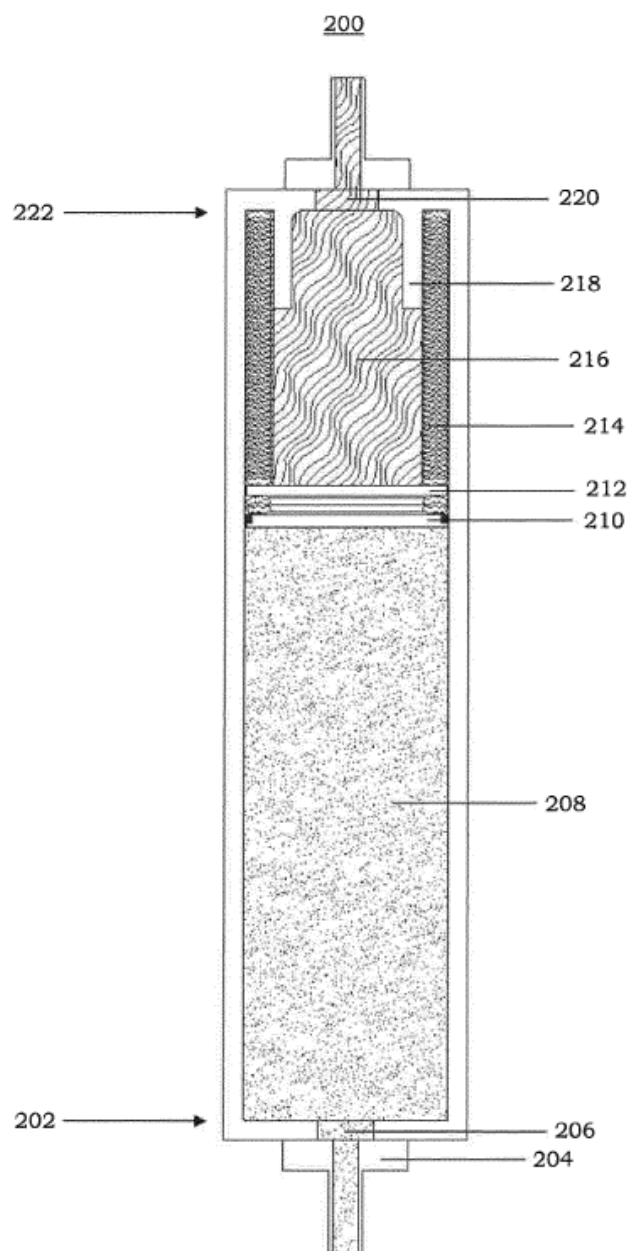
**FIG. 1**

100





**FIG. 3**



**FIG. 4**

