

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 005**

51 Int. Cl.:

G21C 9/004 (2006.01)

G21D 1/02 (2006.01)

G21D 3/04 (2006.01)

G21C 9/012 (2006.01)

G21C 15/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2012 E 12196014 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 2608215**

54 Título: **Procedimiento y aparato de refrigeración alternativa de piscina de supresión para reactores de agua en ebullición**

30 Prioridad:

19.12.2011 US 201113330005

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

07.09.2017

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC
(100.0%)
3901 Castle Hayne Road
Wilmington, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**GINSBERG, ROBERT JOSEPH;
BASS, JOHN R.;
ROGERS, RICHARD M. y
SIEWERT, MARK W.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 632 005 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de refrigeración alternativa de piscina de supresión para reactores de agua en ebullición.

5 Las realizaciones ejemplares se refieren generalmente a reactores nucleares y, más particularmente, a un procedimiento y un aparato para un sistema de refrigeración alternativo para la piscina de supresión de un reactor nuclear con Reactor de Agua en Ebullición (BWR, *Boiling Water Reactor*). El sistema de refrigeración puede ser particularmente beneficioso en caso de que una emergencia en una planta ocasione la interrupción de la corriente eléctrica de la planta, o que la refrigeración normal de la piscina de supresión se vea perjudicada de otro modo. El sistema de refrigeración puede ser usado además por la piscina de supresión para complementar el sistema de evacuación de calor residual convencional.

10 La Figura 1 es una vista en sección de un edificio reactor 5 con un reactor nuclear de agua en ebullición (BWR) convencional. La piscina de supresión 2 es una piscina de forma toroide que forma parte del edificio de contención primario de un reactor. Específicamente, la piscina de supresión 2 es una extensión del tanque de contención 3 primario de acero, que está situado dentro de la cubierta 4 del edificio reactor 5. La piscina de supresión 2 se encuentra debajo del reactor 1 y de la piscina de combustible consumido 10, y se usa para limitar los incrementos de
15 la presión de contención durante determinados accidentes. En particular, la piscina de supresión 2 se usa para refrigerar y condensar vapor emitido durante los accidentes en planta. Por ejemplo, muchas válvulas de seguridad / de escape de la planta están diseñadas para emitir vapor en la piscina de supresión 2, para condensar el vapor y mitigar incrementos de presión no deseados. Convencionalmente, una piscina de supresión 2 de BWR tiene aproximadamente 42,7 m (140 pies) de diámetro total (es decir, el diámetro del plano parcelario), con una cubierta de forma toroide de 9,1 m (30 pies) de diámetro. Durante el funcionamiento normal, la piscina de supresión 2 suele tener agua de la piscina de supresión en la piscina a una profundidad de aproximadamente 4,6 m (15 pies) (con aproximadamente 3.785.412 litros (1.000.000 de galones) de agua de la piscina de supresión en la piscina de supresión 2, durante el funcionamiento normal).

25 La piscina 2 se limpia y refrigera convencionalmente mediante el sistema de evacuación de calor residual (RHR, residual heat removal) de la planta BWR. En condiciones normales de la planta (sin accidentes), el sistema RHR puede evacuar agua de la piscina de supresión 2 (usando bombas RHR convencionales) y enviar el agua a través de un desmineralizador (no mostrado) para eliminar impurezas y algunos isótopos radiactivos que puede contener el agua. Durante un accidente en planta, el sistema RHR está diseñado además para evacuar parte del agua de la piscina de supresión de la piscina de supresión 2 y enviar el agua a un intercambiador de calor (dentro del sistema RHR) para su refrigeración.
30

Durante un accidente grave en planta, puede interrumpirse la corriente eléctrica normal de la planta. En particular, la planta puede estar sin corriente eléctrica normal para hacer funcionar el sistema y las bombas RHR convencionales. Si la corriente eléctrica se interrumpe un largo periodo de tiempo, el agua de la piscina de supresión puede llegar a hervir con el tiempo y perjudicar la capacidad de la piscina de supresión para condensar el vapor de la planta y reducir la presión de contención.
35

En una emergencia en planta, el uso del sistema RHR puede provocar que agua altamente radiactiva (por encima de los límites de diseño aceptables) se transfiera entre la piscina de supresión y los sistemas RHR (situados fuera de la contención primaria). La transferencia del agua altamente radiactiva entre la piscina de supresión y el sistema RHR puede provocar por sí misma una escalada potencial de fugas de isótopos radioactivos perjudiciales que pueden escapar de la piscina de supresión. Además, las tasas de dosis de radiación en áreas del sistema RHR podrían ser excesivamente altas durante un accidente, lo que dificultaría el acceso y el control del sistema por parte del personal de la planta.
40

Los documentos US 4.998.509 y JPH0247586 se refieren a la refrigeración de una cámara de supresión de un contenedor de reactor nuclear. La presente invención proporciona un procedimiento y un sistema de acuerdo con el capítulo reivindicatorio adjunto.
45

Las realizaciones ejemplares proporcionan un procedimiento y un aparato para proporcionar un sistema de refrigeración alternativo para la piscina de supresión. El sistema de refrigeración puede ser un intercambiador de calor de un solo paso de etapa única o de múltiples etapas que no suponga un peligro para el medio ambiente. El sistema de refrigeración podría hacerse funcionar para refrigerar la piscina de supresión incluso en el caso de un accidente de planta cuando la electricidad de la planta normal no esté disponible para hacer funcionar los sistemas y bombas RHR convencionales. El sistema de refrigeración también puede utilizarse simplemente para complementar el sistema RHR convencional, en el caso de que el sistema RHR permanezca operativo durante un accidente grave en planta. El sistema de refrigeración podría hacerse funcionar y controlarse desde un lugar alejado, lo cual sería ideal durante una emergencia en planta.
50

Varias características y ventajas de realizaciones ejemplares se harán más evidentes al describir en detalle realizaciones ejemplares haciendo referencia a los dibujos adjuntos. Los dibujos adjuntos tienen por objeto representar realizaciones ejemplares y no deben interpretarse como limitativos del alcance previsto de las reivindicaciones. No se considerará que los dibujos adjuntos están dibujados a escala a menos que se indique explícitamente. En los dibujos:
55

60 la Figura 1 es una vista en sección de un edificio reactor de reactor nuclear de agua en ebullición (BWR)

convencional;

la Figura 2 es una vista desde arriba de una piscina de supresión, de acuerdo con una realización ejemplar; y
la Figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de refrigeración de la piscina de supresión.

5 En el presente documento se describen realizaciones ejemplares detalladas. Sin embargo, los detalles estructurales y funcionales específicos aquí descritos son meramente representativos a efectos de describir realizaciones ejemplares. Sin embargo, las realizaciones ejemplares pueden realizarse de muchas formas alternativas y no debe interpretarse que solamente se limitan a las realizaciones aquí expuestas.

10 Por consiguiente, aunque las realizaciones ejemplares son susceptibles de diversas modificaciones y formas alternativas, las realizaciones de las mismas se muestran a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en detalle en el presente documento. Debe entenderse, sin embargo, que no hay ninguna intención de limitar las realizaciones ejemplares a las formas particulares desveladas, sino que por el contrario, las realizaciones ejemplares cubrirán todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que entren dentro del alcance de las realizaciones ejemplares. Los mismos números se refieren a elementos similares en toda la descripción de las figuras.

15 Se entenderá que, aunque los términos primero, segundo, etc. pueden usarse en el presente documento para describir diversos elementos, estos elementos no deben estar limitados por estos términos. Estos términos sólo se utilizan para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría denominarse un segundo elemento y, de manera similar, un segundo elemento podría denominarse un primer elemento, sin alejarse del alcance de las realizaciones ejemplares. Tal como se utiliza en el presente documento, el término "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

20 Se comprenderá que cuando se menciona que un elemento está "conectado" o "acoplado" a otro elemento, puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o puede haber otros elementos intermedios presentes. Por el contrario, cuando se menciona un elemento como "directamente conectado" o "directamente acoplado" a otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben interpretarse de la misma manera (por ejemplo, "entre" frente a "directamente entre", "adyacente" frente a "directamente adyacente", etc.).

25 La terminología utilizada en el presente documento tiene el propósito de describir únicamente realizaciones particulares y no tiene por objeto limitar las realizaciones ejemplares. Tal como se usan en el presente documento, las formas singulares "un", "una", "el" y "la" tienen por objeto incluir también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye" y/o "incluyendo", cuando se usan en el presente documento, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no impiden la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos diferentes de los mismos.

30 También cabe señalar que en algunas implementaciones alternativas, las funciones / los actos indicados pueden producirse fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, dos figuras mostradas sucesivamente pueden ejecutarse de hecho de forma sustancialmente simultánea o a veces pueden ejecutarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad / de los actos implicados.

35 La Figura 2 es una vista desde arriba de una piscina de supresión 2, de acuerdo con una realización ejemplar. El sistema de refrigeración 20 puede proporcionar en sí un intercambiador de calor in situ (dentro de la piscina de supresión 2), sin la necesidad de evacuar el agua de la piscina de supresión 2. El sistema de refrigeración 20 puede incluir una tubería 26 de refrigeración que proporciona un flujo de agua de refrigeración a través de la piscina de supresión 2. La tubería 26 de refrigeración puede incluir una única entrada 22 de agua fría y una única salida 24 de agua caliente, para proporcionar un intercambiador de calor de un solo paso de etapa única dentro de la piscina de supresión 2. Los beneficios de un sistema de refrigeración 20 de un solo paso de etapa única incluyen una mayor eficiencia, pues puede intercambiarse la mayor cantidad de calor por galón de agua que fluye a través de la tubería 26 de refrigeración. Como alternativa a un sistema de refrigeración 20 de un solo paso de etapa única (tal como se muestra en la Figura 2), puede usarse un sistema de refrigeración 20 de múltiples etapas (no mostrado). El sistema de refrigeración de múltiples etapas 20 puede incluir múltiples pasos de etapa única de la tubería de refrigeración 26 cada uno de los cuales puede ser el mismo que el sistema de refrigeración 20 de etapa única de la Figura 2.

40 Para ayudar a reducir la posibilidad de fugas de radiación desde la piscina de supresión 2 dentro de la tubería 26 de refrigeración, la presión del agua de refrigeración que fluye a través de la tubería 26 de refrigeración puede mantenerse por encima de la presión del agua en la piscina de supresión 2. La piscina de supresión tiene una presión de funcionamiento normal de aproximadamente 1 atmósfera. Sin embargo, durante los accidentes en planta, la piscina de supresión 2 está diseñada para alcanzar presiones de aproximadamente 400 kPa (58 psig). Por lo tanto, para ser prudentes, la presión del fluido que fluye a través de la tubería 26 de refrigeración puede mantenerse a una presión que sea de aproximadamente 138 kPa (20 psig) por encima de la presión de diseño para la piscina de supresión 2. Manteniendo la presión en la tubería 26 de refrigeración por encima de la presión de la piscina de supresión 2, cualquier fuga en la tubería 26 de refrigeración provocará que el agua de refrigeración en la tubería 26 se fugue dentro la piscina de supresión 2 (en lugar de provocar que el agua en la piscina de supresión 2 se fugue dentro de la tubería 26 de refrigeración), lo que puede reducir la posibilidad de un escape de agua altamente radioactiva de la piscina de supresión 2 a través de la salida 24 de agua caliente.

Además de mantener la presión de la tubería 26 de refrigeración por encima de la presión del agua en la piscina de supresión 2 (para reducir la posibilidad de fugas de radiación), también se puede colocar un monitor de radiación 28 en la tubería de salida 24 de agua caliente. El monitor de radiación 28 puede medir los niveles de radiación del agua de refrigeración que fluye fuera de la piscina de supresión 2, para garantizar que no se produzcan fugas de radiación fuera de la piscina 2.

Para bombear agua de refrigeración a través de la tubería 26 de refrigeración, puede usarse una bomba con sistema de refrigeración 30 dedicado. La bomba 30 puede funcionar con un generador diesel 58 de reserva o accionarse directamente mediante un motor diesel 58, para garantizar que la bomba 30 no depende de la corriente eléctrica normal de la planta, que puede no estar disponible en caso de emergencia grave en planta. El tamaño de la bomba 30 puede variar, dependiendo del tamaño de la piscina de supresión 2. El tamaño de la bomba 30 también puede variar en función de los cálculos de diseño para los accidentes más desfavorables que pueden provocar que las temperaturas de la piscina de supresión 2 aumenten en caso de fallo del sistema RHR. Para mitigar un accidente en planta para la mayoría de los diseños BWR, la bomba 30 puede proporcionar un caudal de agua de refrigeración de aproximadamente 1136 litros/minuto (300 galones/minuto). Debe entenderse que un mayor caudal de agua de refrigeración provocará un incremento del calor a intercambiar, a expensas de una eficiencia reducida del sistema de refrigeración 20.

Cabe señalar que las bombas portátiles de emergencia convencionales (no mostradas), que están generalmente disponibles en una planta nuclear BWR, pueden usarse como la bomba 30 del sistema de refrigeración. Si se usa una tubería 26 de refrigeración de un solo paso de etapa única, puede ser adecuada una única bomba 30. Si se usa una tubería 26 de refrigeración de un solo paso de múltiples etapas, puede usarse una única bomba 30 para cada etapa de la tubería 26 de refrigeración (es decir, la configuración de múltiples etapas puede incluir múltiples sistemas de refrigeración 20, similares al mostrado en la Figura 2).

Como alternativa al uso de una bomba 30 del sistema de refrigeración, puede implementarse el drenaje por gravedad del agua de refrigeración a través de la tubería 26 de refrigeración. El drenaje por gravedad del agua de refrigeración a través de la tubería 26 de refrigeración ofrece un nivel de seguridad adicional para el sistema de refrigeración 20, ya que no haría falta potencia de bombeo para usar el sistema. Sin embargo, dicha configuración requeriría que una fuente 50 de agua de refrigeración estuviera situada a una elevación superior a la elevación de la planta de la piscina de supresión 2. Una fuente 50 de agua de refrigeración puede ser un océano, un río, una gran masa de agua exterior, o una estructura artificial que contenga una fuente de agua. La salida 24 de agua caliente necesitaría entonces verterse a un lugar de vertido de agua 52 con una elevación que estuviera debajo de la elevación de la planta de la piscina de supresión 2. El vertido de agua 52 también puede ser una masa de agua exterior, o una estructura artificial utilizada para recoger el agua vertida.

Independientemente de que se use un drenaje por gravedad o una bomba 30 de sistema de refrigeración para el sistema de refrigeración 20, todos los controles (véase el controlador 58) asociados con el sistema 20 pueden situarse en un lugar alejado 60 que esté alejado del grupo de supresión 2, para la seguridad del personal de la planta. Es decir, las ubicaciones de las bombas 30, de las válvulas de entrada / de salida 32a / 32b (si las válvulas no se accionan manualmente) y del monitor de radiación 28, pueden situarse a una distancia de la piscina de supresión 2. De forma similar, las válvulas de entrada 32a (en la entrada 22 de agua fría) y/o las válvulas de salida 32b (en la salida 24 de agua caliente), usadas para controlar el flujo de agua a través de la tubería 26 de refrigeración, pueden colocarse en lugares alejados de la piscina de supresión 2 (especialmente en el caso de que las válvulas 32a / 32b se accionen manualmente). Esto es para garantizar que el personal de la planta pueda manejar con seguridad el sistema 20 sin exponerse a niveles de radiación potencialmente altos que pueda haber cerca de la piscina de supresión 2 durante una situación de accidente.

La configuración de la tubería 26 de refrigeración puede incluir un único bucle a través de la piscina de supresión 2, tal como se muestra en la Figura 2. Alternativamente, la tubería 26 de refrigeración puede implicar otras configuraciones, que pueden incluir bucles adicionales o una configuración en forma de "serpiente" (no mostrada) a través de la piscina. La tubería 26 de refrigeración puede tener forma de aletas, o configurarse de otro modo para maximizar el área de superficie de la tubería 26 para aumentar al máximo la capacidad de intercambio de calor entre la tubería 26 y el agua en la piscina de supresión 2. Además, la tubería 26 del sistema de refrigeración puede incluir la ramificación de la tubería de agua de refrigeración, que además puede aumentar el calor que se intercambia entre las tuberías 26 de refrigeración y el agua en la piscina de supresión 2. La tubería 26 del sistema de refrigeración ramificado todavía puede tener una única entrada 22 de agua fría y una única salida 24 de agua caliente, para reducir la cantidad de la tubería 26 de refrigeración expuesta a áreas de la planta distintas de la piscina de supresión 2. La configuración de la única entrada 22 de agua fría y de la única salida 24 de agua caliente puede reducir más la posibilidad de fuga de radiación a otras áreas de la planta al reducir el número de penetraciones que hacen falta en el segundo contenedor del edificio del reactor.

La elevación de la tubería 26 de refrigeración dentro de la piscina de supresión 2 debería ser lo suficientemente baja como para que la tubería de refrigeración esté completamente sumergida en el agua de la piscina de supresión, tanto en condiciones de accidente y como de no accidente. De lo contrario, el sistema de refrigeración 20 podría ser ineficaz en el intercambio de calor con la piscina de supresión 2. Para un intercambio de calor más eficaz, la tubería 26 de refrigeración no debería estar colocarse además en las elevaciones más bajas de la piscina de supresión 2. Al

colocar la tubería 26 a una distancia del suelo de la piscina de supresión 2, puede formarse una corriente de convección natural. Específicamente, la tubería 26 de refrigeración puede producir agua fría dentro de la piscina de supresión 2 que puede asentarse en el fondo de la piscina 2, pues el agua más caliente de la piscina de supresión 2 (situada debajo dla tubería 26) puede ascender y ser desplazada por el agua fría asentada. Esta corriente de convección natural puede aumentar la eficiencia del sistema de refrigeración 20. Para garantizar una corriente por convección natural mientras se sigue colocando la tubería 26 de refrigeración por debajo del nivel de líquido de la piscina de supresión, la tubería de refrigeración puede situarse a una elevación de aproximadamente 1,22 m (4 pies) por encima del suelo inferior de la piscina de supresión 2.

Las tuberías 26 de refrigeración pueden anclarse a los muros de la piscina 2 usando anclajes 54, para un apoyo adicional. Las tuberías 26 de refrigeración pueden instalarse antes del funcionamiento de la planta BWR, para garantizar que el sistema de refrigeración 20 está instalado antes de un posible accidente en planta. Alternativamente, el sistema de refrigeración 20 puede instalarse como un sistema actualizado.

Se entenderá que el sistema de refrigeración 20 puede usarse durante periodos de tiempo distintos a condiciones de accidente en planta. Por ejemplo, el sistema de refrigeración 20 puede usarse simplemente para complementar la refrigeración normal de la piscina de supresión a través del sistema RHR, para proporcionar márgenes de diseño de temperatura adicionales al sistema de la piscina de supresión. Se entenderá además que la temperatura del suministro de agua de refrigeración para el sistema de refrigeración 20 tendrá un impacto en el rendimiento del sistema. Es decir, el sistema de refrigeración 20 será más efectivo y eficiente si se usa un suministro de agua de refrigeración más frío.

La Figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de refrigeración de la piscina de supresión. Tal como se muestra en la etapa S40 del procedimiento, puede insertarse una tubería 26 de refrigeración dentro de la piscina de supresión 2. Tal como se muestra en la etapa S42, puede hacerse circular agua de refrigeración desde una fuente de agua de refrigeración a través de la tubería 26 de refrigeración. Tal como se muestra en la etapa S44, el agua de refrigeración puede mantenerse en la tubería 26 de refrigeración a una presión que esté por encima de la presión del agua en la piscina de supresión 2. El agua de refrigeración en la tubería de refrigeración puede mantenerse además a una temperatura que esté por debajo de la temperatura del agua en la piscina de supresión 2.

Tras haber descrito así las realizaciones ejemplares, será obvio que las mismas pueden variar de muchas maneras. Tales variaciones no deben considerarse como una desviación del ámbito concebido de realizaciones ejemplares, y todas estas modificaciones, como será evidente para un experto en la materia, tienen por objeto estar incluidas dentro del ámbito de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de refrigeración de una piscina de supresión de un Reactor de Agua en Ebullición (BWR) (1), que comprende:

5 evacuar el calor de la piscina de supresión (2) al hacer circular agua de refrigeración a través de una tubería de refrigeración (26), en el que porciones de la tubería de refrigeración (26) están colocadas por debajo de un nivel de líquido esperado de la piscina de supresión, teniendo el agua de refrigeración una temperatura más fría que el agua en la piscina de supresión (2), y **caracterizado porque** mantiene una presión del agua de refrigeración en la tubería de refrigeración (26) por encima de la presión del agua de la piscina de supresión (2), de manera que, en el caso de una fuga en la tubería de refrigeración (26), el agua de refrigeración en la tubería de refrigeración (26) se fugará dentro de la piscina de supresión (2).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

conectar una única tubería de entrada y una única tubería de salida a la tubería de refrigeración (26), extendiéndose la tubería de entrada y la tubería de salida más allá de los límites de la piscina de supresión (2).

3. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

15 producir una convección natural dentro de la piscina de supresión (2), al colocar porciones de la tubería de refrigeración (26) por encima de un suelo inferior de la piscina de supresión y por debajo de un nivel de líquido de la piscina de supresión.

4. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

20 conectar fluidamente la tubería de entrada a una fuente de agua, conectar una bomba (30) a la tubería de entrada, y conectar eléctricamente un generador diesel de reserva a la bomba (30).

5. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende además:

colocar la bomba (30), y todos los controles para la bomba, en un lugar que esté alejado de la piscina de supresión (2).

25 6. El procedimiento de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además:

conectar fluidamente la tubería de entrada a una fuente de agua situada a una elevación por encima de un nivel de líquido de la piscina de supresión (2), y conectar fluidamente la tubería de salida a un lugar de vertido de agua situado a una elevación por debajo de la piscina de supresión (2), la circulación del agua de refrigeración a través de la tubería de refrigeración (26) produciéndose mediante drenaje por gravedad.

7. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

35 insertar una segunda tubería de refrigeración en la piscina de supresión (2), y evacuar más calor de la piscina de supresión (2) al hacer circular agua de refrigeración a través de la segunda tubería de refrigeración, teniendo el agua de refrigeración una temperatura más fría que el agua de la piscina de supresión (2).

8. Un sistema de refrigeración de una piscina de supresión de un reactor de agua en ebullición (BWR) (1), que comprende:

40 una piscina de supresión (2), una tubería de refrigeración (26), con porciones de la tubería de refrigeración (26) estando colocadas por debajo de un nivel de líquido esperado de la piscina de supresión (2), la tubería de refrigeración (26) configurada para proporcionar un flujo de refrigeración de agua a través de la tubería de refrigeración que está a una temperatura más fría que el agua de la piscina de supresión, estando el sistema **caracterizado por**

45 (i) una bomba (30) conectada a una tubería de entrada de la tubería de refrigeración, y un generador diesel de reserva eléctricamente conectado a la bomba, y/o
 (ii) una fuente de agua en conexión de fluido con la tubería de entrada de la tubería de refrigeración, estando situada la fuente de agua a una elevación por encima del nivel de líquido esperado de la piscina de supresión (2), un punto de vertido de agua situado a una elevación por debajo de la piscina de supresión (2), dispuesto de manera que la tubería de refrigeración proporcione el flujo de agua de refrigeración a través de la tubería de refrigeración a una presión más elevada que el agua de la piscina de supresión y de manera que la presión de la bomba (30) y/o la presión de la fuente de agua sea tal que, en el caso de una fuga en la tubería

de refrigeración (26), el agua de refrigeración en la tubería de refrigeración (26) se fugará en la piscina de supresión (2).

5 9. El sistema de la reivindicación 8, en el que la tubería de entrada es una única tubería de entrada conectada a la tubería de refrigeración (26), y que comprende además una única tubería de salida conectada a la tubería de refrigeración (26), la tubería de entrada y la tubería de salida extendiéndose más allá de los límites de la piscina de supresión (2).

10. El sistema de la reivindicación 8, que comprende además:

unos controles eléctricamente conectados a la bomba (30), en el que la bomba (30), y los controles de la bomba, están colocados en un lugar alejado de la piscina de supresión.

10 11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la tubería de refrigeración (26) incluye ramas y aletas.

12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que comprende además:

15 una segunda tubería de refrigeración, con porciones de la segunda tubería de refrigeración estando colocadas por debajo del nivel de líquido de la piscina de supresión (2), la segunda tubería de refrigeración (26) estando configurada para proporcionar un flujo de agua de refrigeración a través de la tubería de refrigeración que está a una presión más elevada y a una temperatura más fría que el agua de la piscina de supresión.

FIG. 1

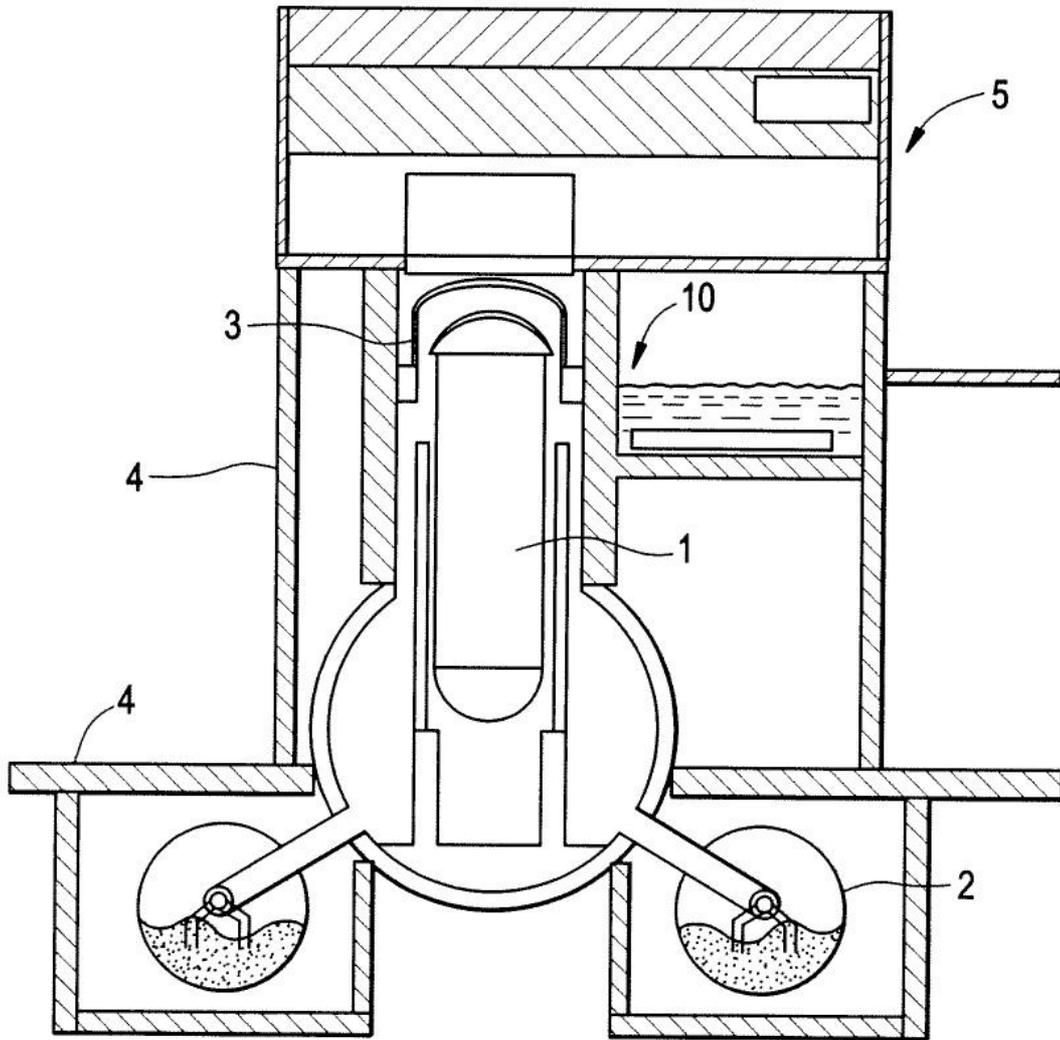


FIG. 2

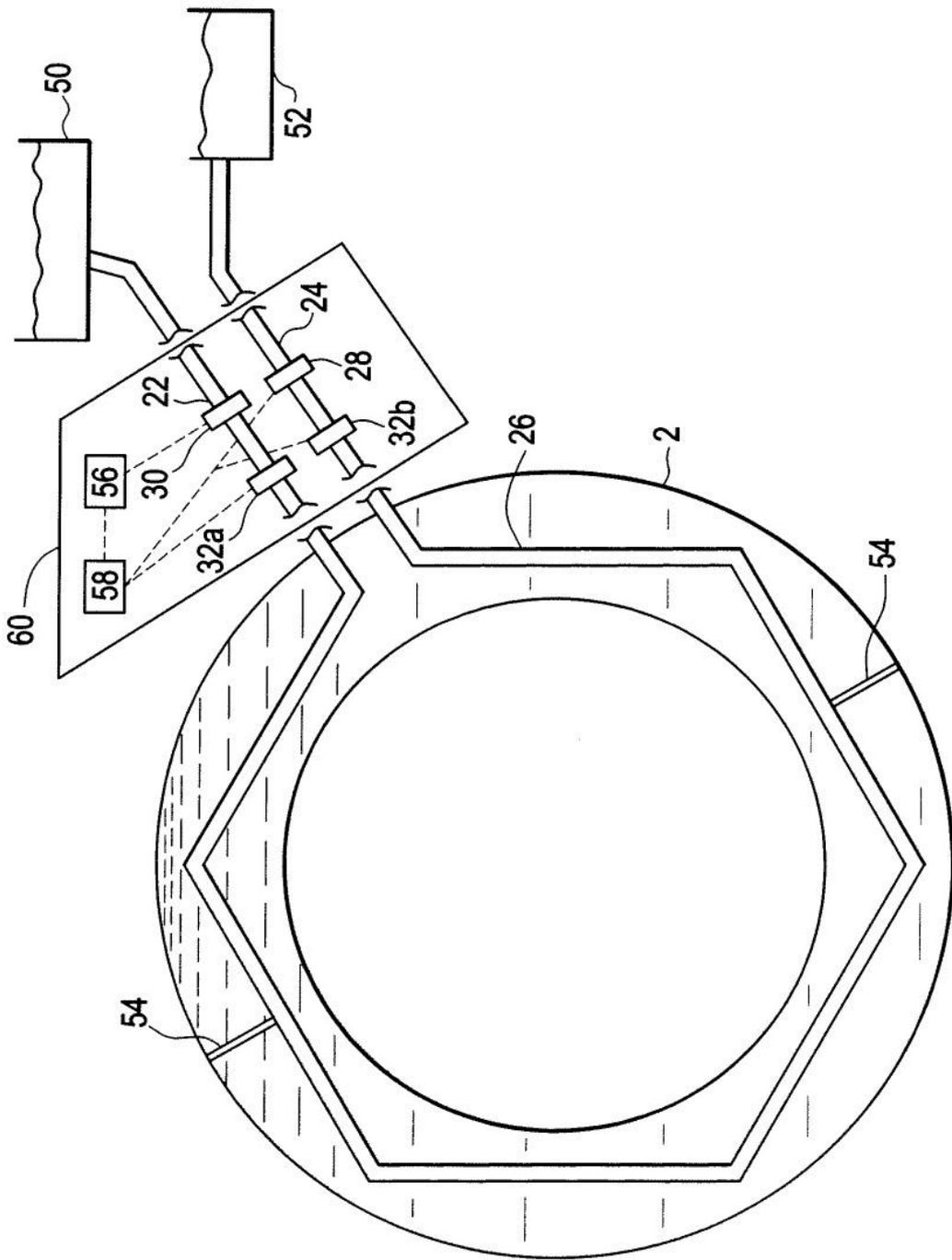


FIG. 3

