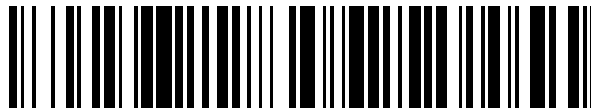


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 766 874**

51 Int. Cl.:

G21C 17/116 (2006.01)

G21C 13/036 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.10.2016 PCT/EP2016/074704**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2017 WO17084815**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.10.2016 E 16785400 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3378067**

54 Título: **Conjunto de penetración eléctrica de la cuba de un reactor nuclear**

30 Prioridad:

19.11.2015 FR 1561112

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

15.06.2020

73 Titular/es:

**SOCIÉTÉ TECHNIQUE POUR L'ENERGIE
ATOMIQUE (100.0%)**

**Route de Saint-Aubin, Lieudit Les Hautes Rives
91190 Villiers Le Bacle, FR**

72 Inventor/es:

BRUN, MICHEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 766 874 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

Conjunto de penetración eléctrica de la cuba de un reactor nuclear

Dominio técnico de la invención

5 La invención se refiere al dominio de los conjuntos de penetraciones eléctricas que atraviesan las cubas de reactores nucleares (V-EPA para Vessel Electrical Penetration Assembly en lengua inglesa).

La invención encuentra una aplicación particularmente interesante en el dominio de los reactores nucleares integrados y unos pequeños reactores modulares igualmente denominados SMR (para Small & Modular Reactor en lengua inglesa) que comprenden numerosos accionadores/sensores en cuba que crean necesidades específicas de penetraciones eléctricas. Es posible una aplicación en los reactores presurizados convencionales.

10 **Estado de la técnica anterior**

Para una aplicación en un SMR que utilizan accionadores en cuba, estas penetraciones eléctricas de cuba deben responder a varios criterios. Deben ser desmontables rápidamente, flexibles para ser compatibles con las dilataciones diferenciales entre la cuba y los componentes internos, con un diámetro útil significativo (diámetro típicamente de 30 a 50 mm) a fin de ser compatible con el número y la potencia de las conexiones eléctricas a asegurar para los accionadores en la cuba.

15 En el dominio de los reactores de agua presurizada, las soluciones adoptadas para las uniones de instrumentación son clásicamente:

20 - unos dediles posicionados a través de la cuba del reactor. Los dediles deben constituir entonces una extensión de la segunda barrera reglamentaria de confinamiento y, por consiguiente, están ampliamente sobredimensionados, son robustos, rígidos, fácil o difícilmente desmontables, y presentan un diámetro limitado para limitar el caudal de fuga en caso de accidente;

- unas conexiones mecánicas de tipo "Swagelock®" conectadas en unos tubos pasantes de pequeño diámetro que reciben, por ejemplo, unos termopares, constituyendo el conjunto una extensión de la segunda barrera de confinamiento.

25 No obstante, estas soluciones son poco extrapolables directamente al dominio de los SMR ya que, en la práctica, no responden a las necesidades de conexión de un accionador de cuba de un SMR. En efecto, el principio mismo del dedil no permite el carácter desmontable al nivel del accionador, estas soluciones son poco flexibles y tienen un diámetro útil limitado a un valor típico inferior a 15 mm.

30 Para responder a las necesidades de un SMR, un enfoque consiste en colocar una extensión de la segunda barrera en el seno de la cuba hasta cada sensor/accionador para el conjunto de las penetraciones eléctricas de un SMR. Ilustraciones de este enfoque en el caso particular de un SMR se describen particularmente en los documentos US 20130287157 y US 2014198891. Estos documentos describen la colocación en el seno de la cuba de una brida de instrumentación dedicada a las penetraciones eléctricas que sea desmontable y que reagrupe una pluralidad de dediles requeridos para las necesidades específicas de un SMR. La brida dedicada permite así depositar en una sola operación el conjunto de las penetraciones eléctricas. Este enfoque solo responde parcialmente al problema planteado. Por una parte, puede considerarse penalizador para la concepción de conjunto del reactor el hecho de añadir una brida de cuba desmontable con el riesgo de fuga asociado en este conjunto estanco de gran diámetro. Por otra parte, el gran número de conexiones eléctricas requerido para la colocación de accionadores en cuba conducirá a adoptar un número muy grande de dediles de diámetro limitado, o a unos dediles de diámetro significativamente superior a los practicados hasta la fecha, presentando dichos dediles un carácter desmontable al nivel de los accionadores. En cada una de estas alternativas, esto va a complicar la demostración de seguridad, recargando con obligaciones a la inspección reglamentaria de dichas extensiones de segunda barrera.

Exposición de la invención

45 En este contexto la invención busca proponer un conjunto de penetración eléctrica de la cuba de un reactor nuclear que responda a las necesidades de conexión eléctrica de los numerosos accionadores de un SMR y que permita respetar el espíritu de las reglamentaciones de concepción impuestas en el dominio de los reactores presurizados y de los SMR en particular, a saber, la prevención de fugas primarias y la limitación de las consecuencias de los fallos eventuales.

50 A este fin, la invención tiene por objeto un conjunto de penetración eléctrica de cuba apto para instalarse en un pasaje de una cuba de un reactor nuclear, estando caracterizado dicho conjunto de penetración por que comprende:

- un tubo de amarre apto para formar una extensión de la segunda barrera de confinamiento del reactor nuclear, comprendiendo dicho tubo de amarre:

- un primer extremo apto para posicionarse en el interior de la cuba y apto para conectarse mecánicamente y de manera estanca a un terminal (accionador o sensor) en el interior de dicha cuba;

- un segundo extremo apto para solidarizarse mecánicamente y de manera estanca a la cuba;

5 - una barra eléctrica estanca que atraviesa dicho tubo de amarre y que presenta a una y otra parte unos conectores estancos que aseguran una conexión eléctrica entre dicho terminal y el exterior de dicho reactor; presentando dicha barra eléctrica estanca unos medios para limitar una fuga de líquido primario en el exterior de la cuba en caso de fallo de dicha extensión de segunda barrera de confinamiento;

- unos medios de retención mecánica para solidarizar, con las condiciones de presión requeridas, dicha barra eléctrica a dicha cuba.

10 El conjunto de penetración eléctrica según la invención puede presentar también una o varias de las características anteriores tomadas individualmente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

15 - la barra eléctrica comprende una envolvente externa que presenta una excrecencia periférica cuyo volumen externo está dimensionado a fin de minimizar el espacio entre el tubo de amarre y la barra eléctrica, formando la excrecencia periférica dichos medios para limitar el caudal de fuga de líquido primario entre el tubo de amarre y la barra eléctrica en caso de fallo de dicha extensión de segunda barrera de confinamiento;

- la excrecencia periférica está posicionada a fin de limitar el caudal de fuga de líquido primario al nivel del pasaje de la cuba;

20 - los medios para limitar una fuga de líquido primario en el exterior de la cuba en caso de fallo de dicha extensión de segunda barrera de confinamiento están formados por un medio de estanqueidad dispuesto entre la cuba y la barra eléctrica y por un medio de detección del aumento de presión en el interior del tubo de amarre;

- el tubo de amarre presenta un diámetro interno superior a 30 mm;

- dichos conectores estancos de la barra eléctrica presentan un aislante de cerámica o un aislante de vitrocerámica pretensada;

25 - el tubo de amarre comprende por lo menos una parte rígida y una parte flexible apta para deformarse al menos según una dirección;

- dicho tubo de amarre está solidarizado mecánicamente y de manera estanca con el exterior de dicha cuba;

- dicho tubo de amarre está solidarizado mecánicamente y de manera estanca con el interior de dicha cuba;

- el tubo de amarre es desmontable;

30 - la barra eléctrica comprende una envolvente externa, presentando la envolvente externa al menos una parte rígida y una parte flexible apta para deformarse al menos según una dirección.

La invención tiene igualmente por objeto una cuba de reactor nuclear caracterizada por que comprende al menos un conjunto de penetración eléctrica según la invención.

La invención tiene también por objeto un reactor nuclear que comprende una cuba según la invención.

35 Ventajosamente, el reactor nuclear es un reactor integrado o un pequeño reactor modular.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención aparecerán en la lectura de la descripción que sigue, con referencia a las figuras anexas.

40 La figura 1 ilustra una vista en sección de una parte de cuba de un reactor nuclear que presenta un primer modo de realización de un conjunto de penetración eléctrica de cuba según la invención.

La figura 2 ilustra una vista en sección de una parte de cuba de un reactor nuclear que presenta un segundo modo de realización de un conjunto de penetración eléctrica de cuba según la invención.

La figura 3 ilustra una vista en sección de una parte de cuba de un reactor nuclear que presenta un tercer modo de realización de un conjunto de penetración eléctrica de cuba según la invención.

45 Los términos “aguas arriba” y “aguas abajo” utilizados en la solicitud de patente se definen considerando el sentido de circulación del fluido primario en caso de fuga, es decir, desde el interior hacia el exterior de la cuba 10.

Descripción detallada de un modo de realización

La figura 1 ilustra una vista en sección de un primer ejemplo de realización de un conjunto de penetración eléctrica de cuba (V-EPA para Vessel Electrical Penetration Assembly) según la invención instalado en un pasaje 20 de una cuba 10 de un reactor nuclear de tipo integrado o bien SMR.

5 El conjunto de penetración eléctrica de cuba 100 comprende un tubo de amarre 110. El tubo de amarre 110 presenta un primer extremo 111, denominado extremo interno, destinado a posicionarse en el interior de la cuba 10 del reactor nuclear y conectado mecánicamente y de manera estanca a la envolvente exterior 210 del terminal (accionador o sensor) 200 posicionado en el interior de la cuba 10, y un segundo extremo 112, denominado extremo externo, destinado a solidarizarse de manera estanca con la cuba 10 del reactor.

10 En el primer ejemplo de realización ilustrado en la figura 1, el tubo de amarre 110 se inserta por el exterior de la cuba 10. A este efecto, el extremo externo 112 del tubo de amarre forma una brida de retención apta para solidarizarse mecánicamente a través de unos medios de retención 116 sobre un manguito de cuba 30 como se ilustra en la figura 1. Por supuesto, son posibles otras implementaciones como, por ejemplo, por el interior de la cuba como se ilustra en la figura 3, cuyo modo de realización se detallará en lo que sigue.

15 Por supuesto, están previstos unos medios de estanqueidad 115 ad hoc entre el manguito de cuba 30 y el tubo de amarre 110 y, más particularmente, entre el extremo externo 112 del tubo de amarre 110, permitiendo realizar una estanqueidad entre la cuba 10 y el tubo de amarre 110 durante su montaje.

20 El tubo de amarre 110 presenta ventajosamente una zona de flexibilidad 113 que autoriza así una cierta flexibilidad (por ejemplo en el sentido longitudinal del pasaje 20) del tubo de amarre 110 en el interior de la cuba 10 del reactor nuclear, permitiendo particularmente compensar las dilataciones diferenciales de las diferentes partes del montaje.

25 El tubo de amarre 110 está dimensionado de manera que esté capacitado para resistir a las condiciones de temperatura y de presión del líquido primario. La unión mecánica 220 entre el tubo de amarre 110 y la envolvente exterior 210 del accionador 200 es igualmente una unión que permite resistir a las condiciones del líquido primario. A título de ejemplo, esta unión mecánica 220 puede realizarse por un montaje de brida invertida apretada por el interior del tubo de amarre 110 sobre una junta metálica.

La envolvente exterior 210 del accionador 200 está igualmente concebida y capacitada para ser estanca a las condiciones de temperatura y de presión del líquido primario.

30 El tubo de amarre 110 presenta un diámetro útil significativo, típicamente superior a 30 mm que permite el paso de una conexión eléctrica constituida por 10 a 20 puntos de contacto, entre ellos contactos de potencia para los accionadores.

35 El tubo de amarre 110 es así asimilable a una extensión de la segunda barrera de confinamiento del reactor nuclear (representado en línea de puntos en la figura 1) desmontable, flexible y que presenta un diámetro significativo para el paso de las numerosas uniones eléctricas. No obstante, habida cuenta del diámetro significativo de este tubo de amarre 110, el uso único de este tubo de amarre 110 no sería admisible en un análisis de seguridad teniendo en cuenta las probabilidades de fallo y las consecuencias de las brechas resultantes. En efecto, en caso de fallo de estanqueidad del tubo de amarre 110 o también de la unión mecánica 220 entre el accionador 200 y el tubo de amarre 110, el caudal de fuga del líquido primario sería muy importante y penalizador en el análisis de seguridad.

40 Por esta razón, el conjunto de penetración eléctrica de cuba 100 comprende igualmente en su centro una barra eléctrica 120 que se extiende en el interior del tubo de amarre 110. La barra eléctrica 120 es ventajosamente desmontable del tubo de amarre 110 por el exterior de la cuba 10.

45 La barra eléctrica 120 tiene por función asegurar la continuidad eléctrica entre el accionador 200 y un cable (no representado) situado en el exterior de la cuba 10. La barra eléctrica 120 comprende una envolvente externa 121 que forma un tubo, por ejemplo de acero inoxidable, que contiene una pluralidad de cables eléctricos 160 que aseguran la conexión eléctrica a una y otra parte de la barra eléctrica 120 y, más precisamente, entre un primer conector estanco 130 y un segundo conector estanco 150 posicionados al nivel de los extremos de la barra eléctrica 120. Los cables eléctricos 160 en el interior de la barra eléctrica 120 se vuelven así no desmontables. Los cables eléctricos 160 son, por ejemplo, cables minerales cualificados para las condiciones de temperatura del primario.

50 Los conectores estancos 130, 150 se solidarizan, por ejemplo por medio de soldaduras estancas, al nivel de los extremos de la barra eléctrica 120. Así, la barra eléctrica 120 presenta una estanqueidad longitudinal a las condiciones de presión y de temperatura del líquido primario.

El diámetro de los conectores 130, 150 y el número de patillas que los constituyen vienen fijados por las necesidades funcionales (es decir, en función del número de hilos y del aislamiento necesarios). Los conectores estancos 130, 150 así utilizados en un reactor nuclear integrado presentan típicamente un diámetro comprendido entre 30 mm y 50 mm.

Los conectores estancos 130 y 150 son conectores eléctricos que utilizan una tecnología cerámica o una tecnología de vitrocerámica pretensada para asegurar la estanqueidad a una y otra parte de la barra eléctrica 120. Los conectores estancos 130, 150 son conectores capacitados para satisfacer las condiciones del líquido primario, pero no están sometidos a la reglamentación aplicable a los dispositivos de la segunda barrera de confinamiento, ya que gracias al conjunto de penetración eléctrica de cuba 100 según la invención, no participan en la realización de esta segunda barrera de confinamiento y solo se solicitan en caso de fallo de la extensión (110 y/o 220 y/o 210).

Además de la función eléctrica, la barra eléctrica 120 tiene igualmente por función llenar el espacio interno del tubo de amarre 110 y limitar así el caudal de fuga del líquido primario en caso de fallo potencial de la estanqueidad de la extensión de la segunda barrera de confinamiento (representada por la línea de puntos en la figura 1). En este primer modo de realización, la barra eléctrica 120 está dimensionada de modo que su volumen externo permita un montaje en el tubo de amarre 110 mientras se minimiza el espacio residual entre la envolvente externa 121 de la barra eléctrica 120 y el tubo de amarre 110. A título de ejemplo, la barra eléctrica 120 comprende sobre su envolvente exterior 121 una protuberancia periférica 123 cuya función es autorizar un camino de fuga limitado y controlado del líquido primario en caso de fallo potencial de la estanqueidad de la extensión de la segunda barrera de confinamiento (representada por la línea de puntos en la figura 1). El camino de fuga queda así limitado a la sección anular entre el diámetro interno del tubo de amarre 110 y el diámetro externo máximo de la barra eléctrica 120 formada aquí por la protuberancia periférica 123.

La protuberancia periférica 123 puede aislarse en una parte de la envolvente externa 121 de barra eléctrica 120 como se representa en la figura 1, pero está previsto igualmente extender la protuberancia periférica en gran parte de dicha envolvente externa 121 o también prever una pluralidad de protuberancias periféricas 123 que puedan distribuirse sobre la longitud de la envolvente externa 121 que se encuentra en el interior del tubo de amarre 110. Ventajosamente, el tubo de amarre 110 presenta al menos una protuberancia periférica 123 al nivel del pasaje 20 de la cuba 10.

Los diferentes componentes de la barra eléctrica 120 descritos anteriormente se ensamblan de manera indisociable (por ejemplo, por soldadura) para constituir una barra eléctrica monobloque y desmontable independientemente del tubo de amarre 110.

La barra eléctrica 120 comprende al nivel del extremo exterior de la envolvente externa 121, una virola anular 122 que forma así una brida de retención que permite solidarizar la barra eléctrica 120 por el exterior de la cuba 10 a través de unos medios de retención 140 que aseguran su retención mecánica. Ventajosamente, los medios de retención mecánica 140 están formados por la cooperación de tornillos y tuercas resistentes a las condiciones de presión requeridas, formando así un dispositivo de antieyección de la barra eléctrica 120 en caso de fuga de la extensión de segunda barrera.

Los medios de retención mecánica 116 que solidarizan mecánicamente el tubo de amarre 110 con la cuba 10 están formados también por la cooperación de tornillos y tuercas.

Según una alternativa de realización no representada, es posible solidarizar mecánicamente el tubo de amarre 110 así como la barra eléctrica 120 con unos medios de retención mecánica común. En esta alternativa de realización, el cuerpo del tornillo de los medios de retención atraviesa ventajosamente a la vez la virola anular 122 de la barra eléctrica 120, el extremo externo 112 del tubo de amarre 110 y el manguito de cuba 30.

El conjunto de penetración eléctrica 100 así presentado permite satisfacer las necesidades funcionales de un conjunto de penetración eléctrica de un reactor integrado mientras responde a los criterios de seguridad nuclear y de análisis de seguridad. Con el conjunto de penetración eléctrica 100 según la invención, en caso de fallo de la extensión de la segunda barrera de confinamiento representada por la línea de puntos en las figuras, la segunda línea de defensa del conjunto de penetración eléctrica 100 está formada por la barra eléctrica interna 120 y los conectores estancos 130, 150 que resisten a las condiciones del líquido primario así como por el limitador de caudal de fuga potencial formado por la protuberancia periférica 123 de la envolvente externa 121 que permite minimizar y controlar el caudal de fuga potencial de líquido primario.

Tal arquitectura permite así tener unos conectores estancos 130, 150 resistentes a las condiciones del líquido primario (es decir, a las condiciones de temperatura y de presión del líquido primario) sin responder, no obstante, a la reglamentación de concepción, fabricación e inspección periódica de los elementos que constituyen la segunda barrera de confinamiento, lo que permite utilizar ventajosamente un conector estanco de concepción simple, fácil de conectar y/o desconectar, y evitar una inspección periódica de los conectores estancos 130, 150.

En efecto, la continuidad de la segunda barrera de confinamiento es asegurada por la envolvente 210 del accionador 200 así como por el tubo de amarre 110 del conjunto de penetración eléctrica 100.

Ventajosamente, los materiales utilizados para realizar la estanquidad de los conectores estancos 130, 150 son diferentes. Así, por ejemplo, es posible utilizar un conector aislante 130 con una tecnología cerámica y un conector aislante 150 que utilice una tecnología de vitrocerámica pretensada.

La figura 2 ilustra una vista en sección de una parte de cuba de un reactor nuclear que presenta un segundo modo de realización de un conjunto de penetración eléctrica de cuba 300 según la invención. Este segundo modo de realización es idéntico al primer modo de realización descrito anteriormente con la excepción de los elementos que se van a describir en los párrafos siguientes.

- 5 En este segundo modo de realización, la protuberancia periférica 123 que sirve de limitador de caudal de fuga de líquido primario en el interior del tubo de amarre 110 es sustituida por la colocación, por una parte, de un medio de estanqueidad 125 que materializa una estanqueidad entre la barra eléctrica 320 y la cuba (o el tubo de amarre 110) y, por otra parte, de una célula de detección de fuga (no representada) típicamente formada por un detector de presión en el interior del tubo de amarre 110. El detector de presión en el interior del tubo de amarre es así capaz de
 10 detectar un fallo de estanqueidad del accionador y/o de la unión estanca 220 entre el accionador 200 y el conjunto de penetración eléctrica y/o también a su vez del conjunto de penetración eléctrica 300. Esta disposición corresponde a un enfoque de defensa en profundidad sobre las fugas potenciales del V-EPA para el cual la extensión de segunda barrera 110 es una primera línea de estanqueidad vigilada, siendo el medio de estanqueidad 125 una segunda línea de estanqueidad solicitada en caso de fallo de la primera.
- 15 Finalmente, según una alternativa de realización, es posible también integrar las dos disposiciones arquitectónicas descritas anteriormente en los dos modos de realización anteriores para limitar y controlar más la fuga de líquido primario en caso de fallo de la extensión de segunda barrera. Así, la combinación de estas disposiciones permite tener una extensión de segunda barrera formada por el tubo de amarre 110 que forma una primera línea de estanqueidad vigilada, un medio de estanqueidad 125 que forma una segunda línea de estanqueidad solicitada en
 20 caso de fallo de la primera y, finalmente, un limitador de fuga 123 que constituye una última línea de limitación de las consecuencias del fallo de las dos primeras líneas.

La figura 3 ilustra una vista en sección de una parte de cuba de un reactor nuclear que presenta un tercer modo de realización de un conjunto de penetración eléctrica de cuba 400 según la invención. Este tercer ejemplo de realización es idéntico al primer modo de realización descrito anteriormente en la figura 1 con excepción de los
 25 elementos que se van a describir en los párrafos siguientes.

En este tercer modo de realización, el conjunto de penetración eléctrica de cuba 400 comprende un tubo de amarre 410 insertado por el interior de la cuba 10. El tubo de amarre 410 comprende una virola 411 apta para solidarizarse mecánicamente a través de unos medios de retención (no representados) en el interior de la cuba 10. Están previstos igualmente unos medios de estanqueidad 115 ad hoc entre la pared interna de la cuba 10 y el tubo de
 30 amarre 110 y, más particularmente, la virola 411, que permite realizar una estanqueidad entre la cuba 10 y el tubo de amarre 110 durante su montaje. Los medios de retención mecánicos y los medios de estanqueidad están formados, por ejemplo, por una soldadura, por soldadura de la virola 411 en la pared interna de la cuba 10.

Este tercer modo de realización se ha ilustrado a título de ejemplo con una protuberancia periférica 123 al nivel de la barra eléctrica 120 como se describe anteriormente en la figura 1. No obstante, este montaje del tubo de amarre 410 por el interior de la cuba 10 es igualmente materializable con el modo de realización de la barra eléctrica 320
 35 descrito en la figura 2.

Según otro modo de realización de la invención (no representado), está previsto que la barra eléctrica 120, 320 o al menos la envolvente externa 121 presente una zona de flexibilidad de manera idéntica al tubo de amarre 110, 410, autorizando así una cierta flexibilidad de la barra eléctrica 120 y, por tanto, del conjunto de penetración eléctrica 100,
 40 300, 400 en su totalidad, en el interior de la cuba 10 del reactor nuclear.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de penetración eléctrica (100, 300, 400) de cuba apto para instalarse en un pasaje (20) de una cuba (10) de un reactor nuclear, estando caracterizado dicho conjunto de penetración eléctrica (100, 300, 400) por que comprende:
- 5 - un tubo de amarre (110, 410) apto para formar una extensión de la segunda barrera de confinamiento del reactor nuclear, comprendiendo dicho tubo de amarre (110):
- un primer extremo (111) apto para posicionarse en el interior de la cuba y apto para conectarse mecánicamente y de manera estanca a un terminal (200) en el interior de dicha cuba (10);
 - un segundo extremo (112) apto para solidarizarse mecánicamente y de manera estanca con la cuba (10);
- 10 - una barra eléctrica (120, 320) estanca que atraviesa dicho tubo de amarre (110, 410) y que presenta a una y otra parte unos conectores estancos (130, 150), que aseguran una conexión eléctrica entre dicho terminal (200) y el exterior de dicho reactor; presentando dicha barra eléctrica estanca (120, 320) unos medios (123, 125) para limitar una fuga de líquido primario hacia el exterior de la cuba en caso de fallo de dicha extensión de segunda barrera de confinamiento;
- 15 - unos medios de retención mecánica (140) para solidarizar, en las condiciones de presión requeridas, dicha barra eléctrica (120, 320) con dicha cuba (10).
2. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según la reivindicación anterior, caracterizado por que la barra eléctrica (120) comprende una envolvente externa (121) que presenta una excrescencia periférica (123) cuyo volumen externo está dimensionado de manera minimice el espacio entre el tubo de amarre (110, 410) y la barra eléctrica (120), formando la excrescencia periférica (123) dichos medios para limitar el caudal de fuga de líquido primario entre el tubo de amarre (110, 410) y la barra eléctrica (120) en caso de fallo de dicha extensión de segunda barrera de confinamiento.
- 20
3. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según la reivindicación anterior, caracterizado por que la excrescencia periférica (123) está posicionada de manera que limita el caudal de fuga de líquido primario al nivel del pasaje (20) de la cuba (10).
- 25
4. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según la reivindicación 1, caracterizado por que los medios (125) para limitar una fuga de líquido primario en el exterior de la cuba en caso de fallo de dicha extensión de segunda barrera de confinamiento están formados por un medio de estanqueidad (125) dispuesto entre la cuba (10) y la barra eléctrica (320) y por un medio de detección del aumento de presión en el interior del tubo de amarre (110, 410).
- 30
5. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el tubo de amarre (110, 410) presenta un diámetro interno superior a 30 mm.
6. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichos conectores estancos (130, 150) de la barra eléctrica (120) presentan un aislante de cerámica o un aislante de vitrocerámica pretensada.
- 35
7. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el tubo de amarre (110, 410) comprende al menos una parte rígida y una parte flexible (113) apta para deformarse al menos según una dirección.
8. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicho tubo de amarre (110) está solidarizado mecánicamente y de manera estanca con el exterior de dicha cuba (10).
- 40
9. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que dicho tubo de amarre (410) está solidarizado mecánicamente y de manera estanca con el interior de dicha cuba (10).
- 45
10. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el tubo de amarre (110, 410) es desmontable.
11. Conjunto de penetración eléctrica (100) de cuba de un reactor nuclear según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la barra eléctrica (120, 320) comprende una envolvente externa (121), presentando la envolvente externa (121) al menos una parte rígida y una parte flexible apta para deformarse al menos según una dirección.
- 50
12. Cuba de reactor nuclear, caracterizado por que comprende al menos un conjunto de penetración eléctrica (100, 300, 400) según una de las reivindicaciones anteriores.

13. Reactor nuclear, caracterizado por que comprende una cuba (10) según la reivindicación anterior.
14. Reactor nuclear según la reivindicación anterior, caracterizado por que dicho reactor nuclear es un reactor integrado o un pequeño reactor modular.

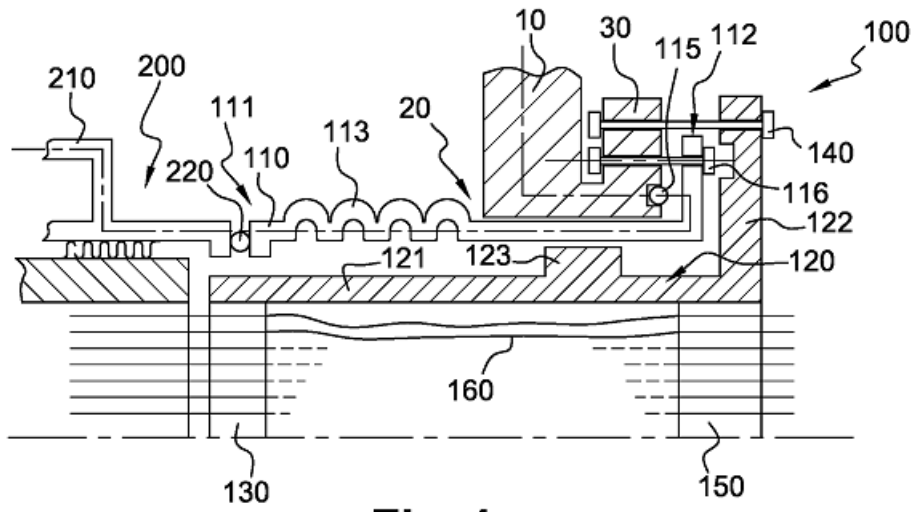


Fig. 1

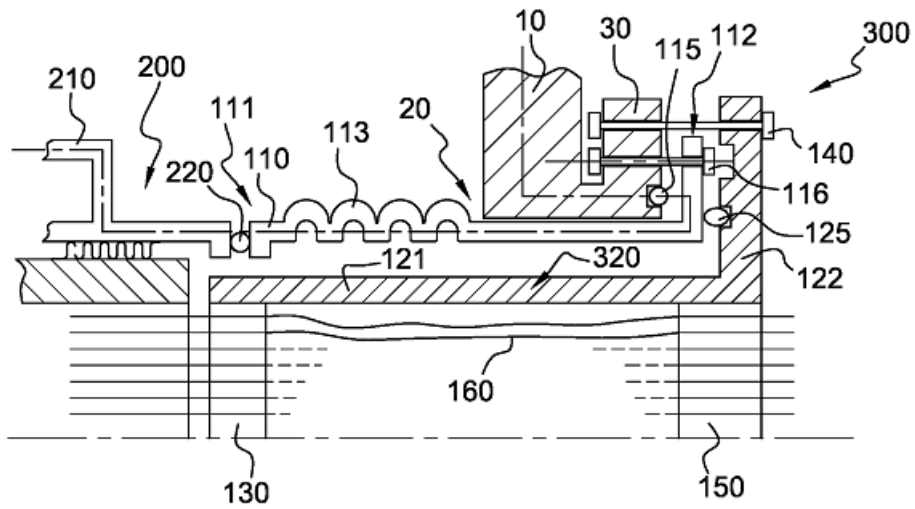


Fig. 2

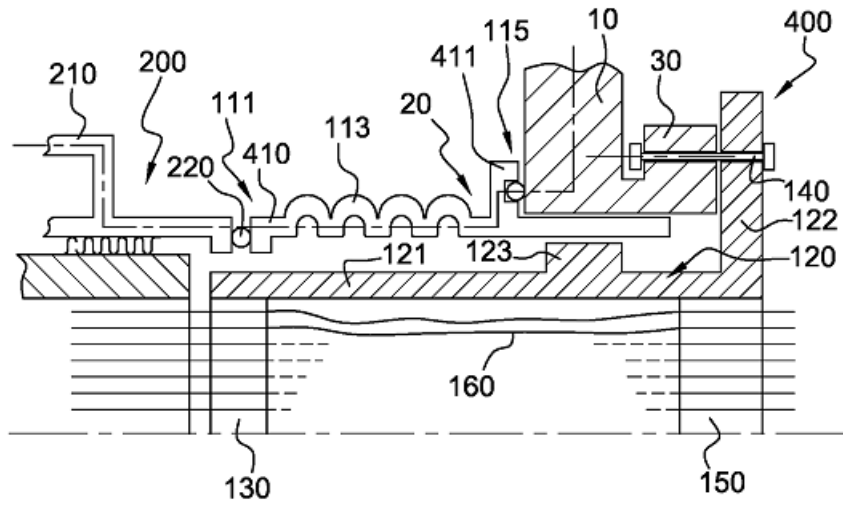


Fig. 3