

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 010 467**

51 Int. Cl.:

G21G 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2020** E 23151993 (5)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024** EP 4187555

54 Título: **Instalación para producir dianas de irradiación activadas en un sistema de tubos de instrumentación de un reactor nuclear**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.04.2025

73 Titular/es:

**FRAMATOME GMBH (100.00%)
Paul-Gossen-Strasse 100
91052 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**RICHTER, THOMAS FABIAN;
SYKORA, ALEXANDER;
ZEHNDER, JULIA;
ROSENBERGER, CHANTAL y
KANWISCHER, WILFRIED**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 3 010 467 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

Instalación para producir dianas de irradiación activadas en un sistema de tubos de instrumentación de un reactor nuclear

5

[0001] La presente invención se refiere a una estación de desintegración configurada para recibir dianas de irradiación irradiadas desde una estructura dentro de un núcleo de un reactor nuclear, a un desviador para una instalación para producir dianas de irradiación activadas en un reactor nuclear, así como a una instalación y procedimiento para producir dianas de irradiación activadas en un sistema de tubos de instrumentación de un reactor nuclear.

10

[0002] Nucleidos radiactivos se utilizan en diversos campos de la tecnología y la ciencia, así como para fines médicos. Estos radionucleidos se producen en reactores o ciclotrones para investigación. Sin embargo, dado que el número de instalaciones para la producción comercial de radionucleidos ya es limitado y se espera que disminuya, es conveniente proporcionar sitios de producción alternativos.

15

[0003] La densidad de flujo de neutrones en el núcleo de un reactor nuclear comercial se mide, entre otras cosas, mediante la introducción de sondas esféricas sólidas en los tubos de instrumentación que pasan a través del núcleo del reactor. Por lo tanto, se sugirió que los tubos de instrumentación de los reactores nucleares comerciales se utilizaran para producir radionucleidos cuando el reactor esté en operación de generación de energía. En particular, se pueden usar uno o más tubos de instrumentación de un sistema de medición por aerobolas de un reactor nuclear comercial, y los componentes existentes del sistema de medición por bolas se pueden modificar y/o complementar para permitir una producción efectiva de radionucleidos durante la operación del reactor.

20

[0004] En este contexto, las solicitudes de patente EP3326175 A1 o WO 2019/086329 A1 describen instalaciones y procedimientos para producir radionucleidos en un sistema de tubos de instrumentación de un reactor nuclear.

25

[0005] Sin embargo, estas instalaciones no son completamente satisfactorias.

30

[0006] De hecho, los intervalos de entrega de los radionucleidos solicitados por los clientes son generalmente más cortos que el tiempo requerido para la generación de los radionucleidos a través de la exposición al flujo de neutrones en el núcleo del reactor nuclear. Dado que solo hay pocos tubos de instrumentación disponibles para producir los radionucleidos, no es posible, utilizando las instalaciones de producción de radionucleidos descritas anteriormente, reducir el intervalo de producción y proporcionar radionucleidos con la frecuencia solicitada por los clientes.

35

[0007] Además, la activación de las dianas de irradiación en el núcleo del reactor nuclear da como resultado la producción de los radionucleidos deseados, pero también de isótopos altamente radiactivos de corta duración como subproductos. Por ejemplo, la producción de lutecio-177 en el núcleo de un reactor nuclear da como resultado la generación de un isótopo altamente radiactivo de iterbio como subproducto. Además, se forman isótopos altamente radiactivos de aluminio como subproductos en el caso en que las dianas de irradiación comprenden una envoltura que contiene aluminio.

40

[0008] Debido a su alta radiactividad, estos isótopos de subproductos no deben ser manejados por los sistemas de descarga de radionucleidos convencionales descritos en las solicitudes de patente mencionadas anteriormente, ya que esto daría como resultado una transmisión de radiación inaceptablemente alta al medio ambiente, ya que estos sistemas de descarga están diseñados para los radionucleidos menos radiactivos que van a ser producidos por la instalación, y no para estos isótopos de subproductos.

45

[0009] Una solución para descargar las dianas de irradiación activadas, que contienen tanto el o los radionucleidos deseados como los subproductos de vida corta, en recipientes de almacenamiento convencionales es añadir una celda caliente para recibir las dianas de irradiación activadas antes de descargarlas en los recipientes de almacenamiento. Sin embargo, la construcción de dicha celda caliente es muy cara y la celda caliente ocupa además una gran cantidad de espacio, lo que dificulta proporcionar dicha celda caliente en el caso de reactores nucleares comerciales, donde el espacio disponible es limitado.

55

[0010] Por lo tanto, un objeto de la invención es proporcionar un sistema que permita suministrar radionucleidos con un intervalo de suministro que sea más corto que el tiempo de activación necesario para producir los radionucleidos en el núcleo del reactor nuclear, y que además haga posible descargar las dianas de irradiación activadas desde una estructura de un núcleo de un reactor nuclear de una manera rentable y compacta, mientras se minimiza el riesgo para el medio ambiente.

60

[0011] Para este propósito, se puede hacer uso de una estación de desintegración configurada para recibir dianas de irradiación de una estructura de un núcleo de un reactor nuclear en un orden lineal predeterminado, que

65

comprende un alojamiento que comprende una protección contra la radiación, configurada para proteger el entorno de la estación de desintegración de la radiación emitida por las dianas de irradiación contenidas en la estación de desintegración, el alojamiento delimita un conducto de desintegración destinado a contener las dianas de irradiación en el orden lineal predeterminado, el conducto de desintegración comprende:

- 5
- una entrada del conducto de desintegración, destinada a conectarse a la estructura del núcleo del reactor nuclear para recibir las dianas de irradiación del mismo;
 - una salida del conducto de desintegración, destinada a conectarse a un sistema de descarga de dianas de irradiación para descargar las dianas de irradiación desde la estación de desintegración,

10 la estación de desintegración comprende además:

- un distribuidor de entrada, ubicado en la entrada del conducto de desintegración, y configurado para liberar solo una cantidad predeterminada de dianas de irradiación a la vez desde la estación de desintegración hacia la estructura del núcleo del reactor nuclear, el distribuidor de entrada está configurado para liberar las dianas de irradiación más cercanas a la entrada del conducto de desintegración, mientras retiene las dianas de irradiación restantes en el conducto de desintegración;
- un contador de entrada, configurado para contar el número de dianas de irradiación que entran o salen del conducto de desintegración a través de la entrada del conducto de desintegración, estando el contador de entrada ubicado en la entrada del conducto de desintegración, y
- un detector de radiación de salida, configurado para medir la radiación emitida por una diana de irradiación ubicada en la salida del conducto de desintegración.

25 **[0012]** La estación de desintegración permite una transferencia de una cantidad específica de dianas de irradiación a la estación de desintegración, ya sea para el almacenamiento temporal de dianas de irradiación parcialmente activadas o para permitir una desintegración de los radioisótopos de vida corta de las dianas de irradiación activadas a un nivel aceptable antes de su descarga en recipientes de almacenamiento.

30 **[0013]** La posibilidad de transferir una cantidad específica de dianas de irradiación contenidas en la estación de desintegración al núcleo del reactor nuclear por medio del distribuidor de entrada y el contador asociado permite producir lotes de radioisótopos con un intervalo de suministro que es más corto que el tiempo de activación requerido para la producción de los radioisótopos en el núcleo dentro de un mismo dedo de instrumentación. Por ejemplo, es posible producir lotes de radioisótopos con un intervalo de suministro correspondiente a la mitad del tiempo de activación requerido para la producción de los radioisótopos en el núcleo.

35 **[0014]** En particular, la estación de desintegración puede recibir, en este orden lineal, desde la entrada hasta la salida de la estación de desintegración, un lote de dianas de irradiación parcialmente activadas, que han pasado solo una fracción del tiempo de activación requerido en el núcleo y un lote de dianas de irradiación completamente activadas, que han pasado el tiempo de activación requerido en el núcleo. El distribuidor de entrada a continuación permite transferir selectivamente solo las dianas de irradiación parcialmente activadas de nuevo al núcleo, después de haber introducido una serie de dianas de irradiación no activadas en el núcleo, mientras retiene las dianas de irradiación completamente activadas en la estación de desintegración para una mayor desintegración de los isótopos de subproductos de vida corta, antes de la descarga de las dianas de irradiación completamente activadas en los recipientes de almacenamiento a través de un sistema de descarga adaptado.

45 **[0015]** Por lo tanto, esta estación de desintegración también permite descargar las dianas de irradiación completamente activadas en recipientes de almacenamiento convencionales sin necesidad de una celda caliente o manipuladores al permitir un almacenamiento intermedio de las dianas de irradiación completamente activadas dentro del circuito de descarga del sistema durante un tiempo suficiente para que la actividad de los radioisótopos de vida corta disminuya a un nivel aceptable. Una vez que el nivel de radiactividad ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado, las dianas de irradiación activadas pueden transferirse automáticamente fuera de la estación de desintegración y al sistema de descarga de la instalación para producir dianas de irradiación activadas.

55 **[0016]** La transferencia dentro y fuera de la estación de desintegración puede ocurrir automáticamente, sin ningún manejo manual, como se requeriría, por ejemplo, en el caso de una celda caliente.

60 **[0017]** Además, la estación de desintegración puede integrarse directamente en las instalaciones de generación de radionucleidos existentes con poco esfuerzo adicional, al tiempo que permite una desintegración segura de los isótopos de subproductos altamente radiactivos de corta duración. A este respecto, la estación de desintegración puede insertarse en cualquier ubicación en la trayectoria de las dianas de irradiación desde el núcleo del reactor nuclear hasta el sistema de descarga, permitiendo así una alta flexibilidad.

65 **[0018]** Por lo tanto, la estación de desintegración según la invención constituye una solución rentable y compacta para descargar las dianas de irradiación activadas desde el núcleo del reactor nuclear, al tiempo que minimiza el riesgo para el medio ambiente.

[0019] La estación de desintegración puede comprender además una o más de las siguientes características, tomadas solas o según cualquier combinación técnicamente posible:

- 5 - la estación de desintegración comprende además un suministro de gas presurizado, conectado a la salida del conducto de desintegración para introducir gas presurizado en el conducto de desintegración desde la salida del mismo;
- 10 - el distribuidor de entrada comprende sucesivamente, en una dirección desde la entrada del conducto de desintegración hacia la salida del conducto de desintegración,
- 15 - un elemento de bloqueo, desplazable entre una posición de bloqueo, donde bloquea el movimiento de las dianas de irradiación fuera del conducto de desintegración a través de la entrada del conducto de desintegración y una posición de liberación, donde permite que la cantidad predeterminada de dianas de irradiación salga del conducto de desintegración a través de la entrada del conducto de desintegración; y
- 20 - un retenedor, desplazable entre una posición retraída, donde permite el paso de las dianas de irradiación, y una posición extendida, donde se extiende al menos parcialmente hacia el conducto de desintegración, estando configurado el retenedor para apoyarse contra una diana de irradiación en la posición extendida para bloquear el movimiento de las dianas de irradiación hacia la entrada del conducto de desintegración,
- 25 y el distribuidor de entrada comprende además:
- 30 - un primer accionador, configurado para desplazar el elemento de bloqueo entre la posición de bloqueo y la posición de liberación; y
- 35 - un segundo accionador, configurado para desplazar el retenedor entre la posición extendida y la posición retraída, siendo el primer y/o segundo accionador, por ejemplo, un accionador neumático, magnético o hidráulico;
- 40 - el elemento de bloqueo comprende un pasador de bloqueo, configurado para extenderse radialmente a través del conducto de desintegración en la posición de bloqueo del elemento de bloqueo y el retenedor comprende un pasador de retención configurado para extenderse radialmente parcialmente en el conducto de desintegración en la posición extendida del retenedor y un elemento de resorte, conectado al pasador de retención;
- 45 - la estación de desintegración comprende además un controlador, configurado para controlar la liberación de la cantidad predeterminada de dianas de irradiación por el distribuidor de entrada mediante el control de una secuencia de liberación que comprende la siguiente sucesión de etapas:
- 50 - desplazamiento del elemento de bloqueo desde la posición de liberación a la posición de bloqueo por medio del primer accionador;
- 55 - activación del suministro de gas presurizado para obtener un flujo de gas presurizado a través del conducto de desintegración desde un extremo de salida del mismo, estando configurado el flujo de gas presurizado para empujar las dianas de irradiación contenidas en el conducto de desintegración hacia el extremo de entrada del mismo hasta que se apoyen contra el elemento de bloqueo colocado en la posición de bloqueo;
- 60 - desplazamiento del retenedor por medio del segundo accionador desde la posición retraída a la posición extendida, donde el retenedor puede apoyarse contra una diana de irradiación contenida en el conducto de desintegración;
- 65 - desplazamiento del elemento de bloqueo desde la posición de bloqueo a la posición de liberación por medio del primer accionador, de modo que la cantidad predeterminada de dianas de irradiación, correspondiente a las dianas de irradiación ubicadas aguas abajo del retenedor en la dirección del flujo de gas presurizado, se lleva a cabo desde el conducto de desintegración a través de la entrada del conducto de desintegración, mientras que las dianas de irradiación restantes se retienen en el conducto de desintegración por medio del retenedor colocado en la posición extendida;
- 70 - el controlador está adaptado además para repetir la secuencia de liberación varias veces dependiendo de la cantidad total de dianas de irradiación que se liberarán desde la estación de desintegración a través de la entrada del conducto de desintegración;
- 75 - la cantidad predeterminada de dianas de irradiación es igual a una diana de irradiación, el distribuidor se configura para liberar las dianas de irradiación una por una desde la estación de desintegración hacia la estructura del núcleo del reactor nuclear;
- 80 - la estación de desintegración comprende además al menos un contador de dianas de irradiación intermedias, configurado para contar la cantidad de dianas de irradiación presentes en el conducto de desintegración, y ubicadas entre el contador de entrada y la salida del conducto de desintegración del conducto de desintegración, siendo el al menos un contador de dianas de irradiación intermedias, por ejemplo, un sensor de temperatura, un sensor de presión o un sensor de radiación, por ejemplo, un sensor de radiación gamma;
- 85 - la estación de desintegración comprende además al menos un detector de radiación intermedia, configurado para medir la radiación emitida por las dianas de irradiación contenidas en el conducto de desintegración, y ubicado

entre el detector de radiación de salida y la entrada del conducto de desintegración;

- la estación de desintegración comprende un detector de radiación intermedio o detector de radiación de salida para cada diana de irradiación contenida en la estación de desintegración;

5 - la estación de desintegración comprende además un distribuidor de salida, ubicado en la salida del conducto de desintegración, y configurado para liberar solo una cantidad predeterminada de dianas de irradiación a la vez fuera de la estación de desintegración a través de la salida del conducto de desintegración, el distribuidor de salida está configurado para liberar las dianas de irradiación más cercanas a la salida del conducto de desintegración, mientras retiene las dianas de irradiación restantes en el conducto de desintegración.

10 - el conducto de desintegración es un conducto rectilíneo, preferentemente inclinado hacia abajo desde la entrada del conducto de desintegración hasta la salida del conducto de desintegración;

- el conducto de desintegración tiene sustancialmente forma de U y comprende una primera sección de conducto de desintegración, una segunda sección de conducto de desintegración y una parte inferior formada en la conjunción entre las secciones de conducto de desintegración primera y segunda, las secciones de conducto de desintegración primera y segunda se extienden hacia arriba desde la parte inferior;

15 - la estación de desintegración comprende además un controlador configurado para descargar al menos algunas de las dianas de irradiación de la estación de desintegración después de un tiempo de desintegración predeterminado;

20 - la estación de desintegración comprende además un controlador configurado para descargar solo las dianas de irradiación que emiten una radiación por debajo de un umbral predeterminado, siendo medida la radiación emitida por el detector de radiación de salida y/o por el detector de radiación intermedio opcional;

- la estación de desintegración comprende además un controlador configurado para descargar al menos algunas de las dianas de irradiación cuando la radiación medida por el detector de radiación de salida, y opcionalmente por los detectores de radiación intermedios, ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado;

- la estructura del núcleo del reactor nuclear es un sistema de tubos de instrumentación de un reactor nuclear.

25

[0020] La invención se refiere a un desviador para una instalación para producir dianas de irradiación activadas en un reactor nuclear según la reivindicación 1.

30 **[0021]** Este desviador es ventajoso, ya que es compacto, y permite transferir selectivamente las dianas a diferentes destinos directamente, es decir, sin necesidad de operaciones de transferencia intermedias adicionales.

[0022] El desviador puede comprender además una o varias de las características de las reivindicaciones 2 a 14, tomadas solas o según cualquier combinación técnicamente posible.

35 **[0023]** La invención también se refiere a una instalación para producir dianas de irradiación activadas según la reivindicación 15 o la reivindicación 16.

[0024] La invención se comprenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción dada de forma exclusiva a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

40

- la Figura 1 es una vista esquemática de una instalación para producir dianas de irradiación 16 activadas en un reactor nuclear;

- la Figura 2 es otra vista esquemática de la instalación para producir dianas de irradiación activadas en un reactor nuclear de la Figura 1;

45 - la Figura 3 es una vista esquemática de una estación de desintegración de la instalación de la Figura 1 según un primer ejemplo;

- la Figura 4 es una vista esquemática de una estación de desintegración de la instalación de la Figura 1 según un segundo ejemplo;

- la Figura 5 es una vista en sección transversal esquemática de un desviador según una primera realización;

50 - la Figura 6 es una vista en sección transversal esquemática de un desviador según una segunda realización de la invención. y

- la Figura 7 es una vista esquemática de un procedimiento para producir dianas de irradiación activadas en un sistema de tubos de instrumentación de un reactor nuclear.

55 **[0025]** La invención contempla que un reactor nuclear comercial puede ser utilizado para producir radioisótopos o radionucleidos artificiales, durante el funcionamiento del reactor. En particular, los sistemas de medición de aerobolas convencionales u otros sistemas que comprenden tubos, por ejemplo, tubos de instrumentación, que se extienden hacia y/o a través del núcleo del reactor comercial se pueden modificar y/o complementar para permitir una producción eficaz y eficiente de radionucleidos, cuando el reactor está en un modo de generación de energía.

60

[0026] Algunos de los tubos guía, por ejemplo, de un sistema de medición por aerobolas comercial o de un sistema Traversing Incore Probe (TIP) se utilizan para guiar las dianas de irradiación que contienen el precursor del radionúclido deseado hacia un tubo de instrumentación en el núcleo del reactor y para conducir las dianas de irradiación activadas fuera del núcleo del reactor.

65

[0027] La Figura 1 ilustra una instalación 6 para producir dianas de irradiación 16 activadas dentro de una planta de energía nuclear comercial 8. A diferencia de un reactor de investigación, el propósito de un reactor nuclear comercial es la producción de energía eléctrica. Los reactores nucleares comerciales típicamente tienen una potencia nominal de más de 100 Megavatios eléctricos.

5

[0028] La base de la instalación 6 para producir dianas de irradiación 16 activadas descrita en las realizaciones de ejemplo se deriva de un sistema de medición por aerobolas (AMS) convencional utilizado para medir la densidad de flujo de neutrones en el núcleo 10 del reactor nuclear.

[0029] El sistema de medición por aerobolas incluye un sistema de accionamiento operado neumáticamente configurado para insertar las aerobolas en un dedo de instrumentación y para retirar las aerobolas del dedo de instrumentación respectivo después de la activación. Típicamente, los dedos de instrumentación se extienden y pasan el núcleo 10 a través de toda su longitud axial. Una pluralidad de aerobolas se disponen en un orden lineal en un dedo de instrumentación formando así una columna de aerobolas. Las aerobolas son sondas sustancialmente esféricas o redondas, pero pueden tener otras formas tales como elipsoides o cilindros, siempre que sean capaces de moverse a través de los conductos del sistema del tubo de instrumentación.

[0030] Con referencia a la Figura 1, un reactor nuclear comercial comprende un sistema de tubos de instrumentación 12 que incluye al menos un dedo de instrumentación 14 que pasa a través de un núcleo 10 del reactor nuclear. El sistema de tubos de instrumentación 12 está configurado para permitir la inserción y extracción de dianas de irradiación 16 en los dedos de instrumentación 14.

[0031] Las dianas de irradiación 16 comprenden una envoltura que encapsula un núcleo hecho de material no fisionable y que comprende un material precursor adecuado para generar radionucleidos, que se van a utilizar para fines médicos y/o otros.

[0032] La envoltura encapsula el núcleo de manera hermética. Está hecho, por ejemplo, de un material que no es flujo de neutrones activado, por ejemplo, de un material que comprende poliéter éter cetona (PEEK). La envoltura puede comprender preferentemente una porción hecha de un material metálico para permitir una detección mejorada, por ejemplo, usando un sensor inductivo.

[0033] El núcleo, en particular, comprende el material precursor en forma de polvo.

[0034] Más preferentemente, las dianas de irradiación 16 consisten en el material precursor que se convierte en un radionucleido deseado tras la activación mediante exposición al flujo de neutrones presente en el núcleo 10 de un reactor nuclear comercial en funcionamiento. Materiales precursores útiles son Mo-98, Yb-176 y Lu-176 que se convierten en Mo-99 y Lu-177, respectivamente. Sin embargo, se entiende que la invención no se limita al uso de un material precursor específico.

[0035] Los conductos 13 del sistema de tubos de instrumentación 12 penetran una barrera de acceso 11 del reactor y están acoplados a uno o más dedos de instrumentación 14. Preferentemente, el dedo de instrumentación 14 penetra en la cubierta del recipiente a presión del reactor nuclear, con el dedo de instrumentación 14 extendiéndose de la parte superior a la parte inferior sobre sustancialmente toda la longitud axial del núcleo del reactor 10. Un extremo del dedo de instrumentación 14 en la parte inferior del núcleo del reactor 10 está cerrado y/o provisto de un tope de modo que las dianas de irradiación 16 insertadas en el dedo de instrumentación 14 formen una columna donde cada diana 16 se encuentra en una posición axial predefinida.

[0036] La activación de las dianas 16 se optimiza preferentemente colocando las dianas de irradiación 16 en áreas predeterminadas del núcleo del reactor que tienen un flujo de neutrones suficiente para convertir el material original en las dianas de irradiación 16 completamente en el radionucleido deseado.

[0037] El posicionamiento adecuado de las dianas de irradiación 16 se puede lograr por medio de dianas ficticias 18 hechas de un material inerte, preferentemente un material magnético, y secuenciando las dianas ficticias 18 y las dianas de irradiación 16 en el sistema de tubos de instrumentación 12 para formar una columna de las dianas 16, 18 dentro del dedo de instrumentación 14. De hecho, las dianas de irradiación 16 están en posiciones axiales óptimas precalculadas en el núcleo del reactor 10 y las otras posiciones están ocupadas por las dianas ficticias inertes 18 o permanecen vacíos. Sin embargo, se prefiere usar tantas posiciones dentro de los dedos de instrumentación 14 para las dianas de irradiación 16 en lugar de las dianas ficticias 18 para producir tantos radionucleidos como sea posible.

60

[0038] Las dianas ficticias opcionales 18 están hechas de un material inerte, que no se activa sustancialmente en las condiciones del núcleo del reactor 10 de un reactor nuclear en funcionamiento. Preferentemente, las dianas ficticias 18 pueden estar hechas de materiales inertes baratos y pueden reutilizarse después de un corto tiempo de desintegración para reducir aún más la cantidad de residuos radiactivos. Más preferentemente, las dianas ficticias son magnéticas.

65

- 5 [0039] La instalación 6 está adaptada para manipular dianas de irradiación 16 y dianas ficticias 18 que tienen una forma redonda, cilíndrica, elíptica o esférica y que tienen un diámetro correspondiente a la holgura del dedo de instrumentación 14 del sistema de medición por aerobolas.
- 10 [0040] Las dianas 16, 18 preferentemente tienen una forma redonda, preferentemente una forma esférica o cilíndrica, de modo que las dianas 16, 18 pueden deslizarse suavemente a través y pueden guiarse fácilmente en el sistema de tubos de instrumentación 12 mediante gas presurizado, tal como aire o nitrógeno, y/o bajo la acción de la gravedad.
- 15 [0041] Preferentemente, el diámetro de las dianas 16, 18 se encuentra en el intervalo de entre 1 y 3 mm, preferentemente alrededor de 1,7 mm.
- [0042] Según una realización preferida de la invención, el reactor nuclear comercial es un reactor de agua presurizada. Más preferentemente, el sistema de tubos de instrumentación 12 se deriva de un sistema de medición por aerobolas convencional de un reactor de agua presurizada (PWR - *Pressured Water Reactor*) tal como un reactor nuclear EPR™ o Siemens™ PWR.
- 20 [0043] Sin embargo, el experto en la materia reconocerá que la invención no se limita al uso de un sistema de medición por aerobolas de un reactor PWR. Más bien, también es posible utilizar los tubos de instrumentación del sistema de Sonda de Entrada Transversal al Núcleo (TIP - *Traversing Incore Probe*) de un reactor de agua hirviendo (BWR - *Boiling Water Reactor*), los puertos de visualización de un reactor CANDU y los canales de medición de temperatura y/o flujo de neutrones en un reactor de agua pesada.
- 25 [0044] Como se muestra en la Figura 1, la instalación 6 comprende un sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación configurado para proporcionar dianas de irradiación 16 no activadas al sistema de tubos de instrumentación 12.
- 30 [0045] El sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación comprende un tubo de alimentación 23 que comprende un extremo de salida destinado a conectarse al sistema de tubos de instrumentación 12. El sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación comprende además una unidad de suministro 22 configurada para suministrar dianas de irradiación 16 y, opcionalmente, dianas ficticias 18 a la instalación 6. La unidad de suministro 22 está configurada para conectarse a un extremo de entrada del tubo de alimentación 23. La unidad de suministro 22 comprende, por ejemplo, un recipiente, un embudo o un cartucho que contiene dianas de irradiación 16 no activadas y/o dianas ficticias 18.
- 40 [0046] En el ejemplo que se muestra en la Figura 1, el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación comprende además un tope 20 configurado para bloquear el movimiento de las dianas de irradiación 16 y las dianas ficticias 18 opcionales a través del tubo de alimentación 23. Este tope 20 puede ser un pasador operado magnética o neumáticamente.
- 45 [0047] Las dianas de irradiación 16 proporcionadas por el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación son dianas de irradiación 16 no activadas, es decir, dianas de irradiación 16 que no se han sometido a ninguna irradiación en el núcleo 10 del reactor nuclear y que no contienen ningún isótopo radiactivo.
- [0048] Como se muestra en la Figura 2, la instalación 6 comprende además un sistema de accionamiento 25 de dianas configurado para transportar las dianas de irradiación 16 y las dianas ficticias 18 opcionales a través de la instalación 6.
- 50 [0049] El sistema de accionamiento 25 de dianas está configurado en particular para accionar las dianas 16, 18 desde el sistema de alimentación 21 hasta los dedos de instrumentación 14 en un orden lineal predeterminado y para forzar las dianas de irradiación 16 y las dianas ficticias 18 fuera del dedo de instrumentación 14, conservando de este modo el orden lineal de las dianas 16, 18.
- 55 [0050] Preferentemente, el sistema de accionamiento 25 de dianas se opera neumáticamente utilizando gas presurizado como nitrógeno o aire. Dicho sistema permite un procesamiento rápido de las dianas de irradiación 16 y, opcionalmente, las dianas ficticias 18.
- 60 [0051] Más preferentemente, el sistema de accionamiento 25 de dianas comprende una o más baterías de válvulas operadas neumáticamente (no mostradas) para el control separado de la inserción y el transporte de las dianas de irradiación 16 y opcionalmente dianas ficticias 18 en el sistema de tubos de instrumentación 12. Las baterías de válvulas del sistema de accionamiento 25 de dianas se pueden implementar como un subsistema adicional además de las baterías de válvulas del sistema de medición por aerobolas convencional, o se instala un sistema de accionamiento 25 de dianas separado.
- 65

[0052] Dentro del sistema de alimentación 21, la transferencia de las dianas de irradiación 16 y las dianas ficticias 18 opcionales desde la unidad de suministro 22 al tubo de alimentación 23 puede ocurrir bajo el efecto de la gravedad o puede ser impulsada por el sistema de accionamiento 25 de dianas.

5 [0053] La instalación 6 comprende además un sistema de descarga 27 de dianas de irradiación configurado para recibir dianas de irradiación 16 del sistema de tubos de instrumentación 12 y para descargar estas dianas de irradiación 16 en un recipiente de almacenamiento protegido 34. El sistema de descarga 27 de dianas de irradiación se describirá con mayor detalle a continuación, con referencia a la Figura 1.

10 [0054] La instalación 6 según la invención comprende adicionalmente una estación de desintegración 30, conectada entre el sistema de tubos de instrumentación 12 y el sistema de descarga 27 de dianas de irradiación.

[0055] La estación de desintegración 30 está configurada para recibir dianas de irradiación 16 parcial o totalmente activadas desde una estructura de un núcleo de un reactor nuclear y, en particular, expulsadas del sistema de tubos de instrumentación 12.

15 [0056] La estación de desintegración 30 está destinada en particular a mantener las dianas de irradiación 16 completamente activadas durante un tiempo predeterminado para permitir una desintegración predeterminada de la actividad de estas dianas de irradiación 16 completamente activadas antes de descargar estas dianas de irradiación 20 16 en el recipiente de almacenamiento 34 por medio del sistema de descarga 27 de dianas de irradiación.

[0057] Preferentemente, la estación de descarga 30 se ubica fuera del núcleo del reactor 10, pero preferentemente dentro de áreas accesibles dentro del confinamiento del reactor. La estación de desintegración 30 se describirá con más detalle a continuación con referencia a las Figuras 1 y 3.

25 [0058] En la realización mostrada en la Figura 1, la instalación 6 comprende un desviador 32 configurado para crear alternativamente una trayectoria para el desplazamiento de las dianas de irradiación 16 y dianas ficticias 18 opcionales, entre el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación y el sistema de tubos de instrumentación 12 o entre el sistema de tubos de instrumentación 12 y la estación de desintegración 30. Más particularmente, el desviador 30 32 tiene una primera configuración, donde define una trayectoria para el desplazamiento de las dianas de irradiación 16 y las dianas ficticias 18 opcionales desde el sistema de tubos de instrumentación 12 hasta la estación de desintegración 30 y una segunda configuración, donde define una trayectoria para el desplazamiento de las dianas de irradiación 16 y las dianas ficticias 18 opcionales desde el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación hasta el sistema de tubos de instrumentación 12.

35 [0059] El desplazamiento de las dianas de irradiación 16 y las dianas ficticias opcionales a través del desviador 32 es accionado por el sistema de accionamiento 25 de dianas.

[0060] La instalación 6 comprende además una unidad de conmutación 40, configurada para colocar el desviador 32 en la primera configuración o la segunda configuración dependiendo de las necesidades.

[0061] El desviador 32 se describirá con más detalle a continuación con referencia a las Figuras 5 y 6.

45 [0062] Con referencia a la Figura 2, la instalación 6 comprende además una unidad de instrumentación y control (ICU - *instrumentation and control unit*) 42 conectada al sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación, el sistema de tubos de instrumentación 12, el sistema de accionamiento 25 de dianas, la unidad de conmutación 40, la estación de desintegración 30 y el sistema de descarga 27 de dianas de irradiación.

50 [0063] Preferentemente, la ICU 42 también está conectada a un sistema de monitoreo de fallas 28 del sistema de medición por aerobolas para informar cualquier error. El sistema de monitoreo de fallas 28 también se puede diseñar sin conexión al sistema de medición por aerobolas existente, pero se puede conectar directamente a la sala de control principal.

[0064] Además, la instalación 6 comprende un sistema de monitoreo de núcleo en línea 26 para controlar la 55 activación de las dianas de irradiación 16.

[0065] Según una realización, el sistema de monitorización del núcleo 26 y la unidad de instrumentación y control 24 están configurados de tal manera que el procedimiento de activación para convertir las dianas de irradiación 16 en el radionúclido deseado se optimiza considerando el estado real del reactor, especialmente el flujo de neutrones actual, el consumo de combustible, la energía del reactor y/o la carga. Por lo tanto, se puede calcular una posición de irradiación axial y tiempo de irradiación óptimos para obtener resultados óptimos. Sin embargo, no es importante si el cálculo real se realiza en el ICU 42 o por el sistema de monitoreo del núcleo 26 del sistema de medición por aerobolas.

65 [0066] La estación de desintegración 30 según un primer ejemplo se describirá ahora con más detalle con referencia a la Figura 3.

5 [0067] La estación de desintegración 30 según el primer ejemplo está configurada preferentemente para recibir dianas de irradiación 16 cilíndricas, que tienen preferentemente una base circular. Como se describió anteriormente, las dianas de irradiación 16 tienen preferentemente un diámetro comprendido entre 1 mm y 3 mm, y preferentemente igual a aproximadamente 1,7 mm.

10 [0068] La longitud de cada diana de irradiación 16 cilíndrica es preferentemente mayor o igual al doble del diámetro de las dianas de irradiación 16. El límite superior de la longitud de las dianas de irradiación 16 cilíndricas está definido en particular por el radio de curvatura de los conductos de la instalación 6. La longitud de cada diana de irradiación 16 cilíndrica está comprendida, por ejemplo, entre 60 mm y 75 mm, y más particularmente es igual a aproximadamente 70 mm.

15 [0069] La estación de desintegración 30 comprende un alojamiento 50 que delimita un conducto de desintegración 52 destinado a contener dianas de irradiación 16 y, más particularmente, dianas de irradiación parcial o totalmente activadas.

[0070] El orden lineal de las dianas de irradiación 16 en el sistema del tubo de instrumentación 12 se retiene en la estación de desintegración 30.

20 [0071] La instalación 6 puede comprender un dispositivo de separación 53 (mostrado en la Figura 3) ubicado a lo largo de la trayectoria de las dianas 16, 18 desde el sistema de tubos de instrumentación 12 hasta la estación de desintegración 30 para retirar las dianas ficticias opcionales 18 de modo que solo las dianas de irradiación 16 se transfieran a la estación de desintegración 30. Preferentemente, las dianas ficticias 18 son magnéticas y las dianas de irradiación 16 son no magnéticas, y el dispositivo de separación 53 comprende un dispositivo magnético opcional, por ejemplo, que comprende un electroimán, dispuesto a lo largo de la trayectoria de las dianas 16, 18 desde el sistema de tubos de instrumentación 12 hasta la estación de desintegración 30 y configurado para retener solo las dianas ficticias 18. A este respecto, cuando están presentes, las dianas ficticias 18 generalmente están dispuestas debajo de las dianas de irradiación 16 en el dedo de instrumentación 14 de tal manera que las dianas de irradiación 16 están ubicadas delante de las dianas ficticias 18 cuando las dianas 16, 18 son impulsadas desde el sistema de tubos de instrumentación 12 hacia la estación de desintegración 30. Las dianas ficticias 18 y el dispositivo de separación 53 son opcionales.

35 [0072] El conducto de desintegración 52 tiene preferentemente una sección transversal circular. El diámetro interior del conducto de desintegración 52 corresponde sustancialmente al diámetro exterior de las dianas de irradiación 16.

40 [0073] El alojamiento 50 comprende una protección contra la radiación 54, configurada para proteger el entorno de la estación de desintegración 30 de la radiación emitida por las dianas de irradiación 16 parcial o totalmente activadas contenidas en la estación de desintegración 30, y en particular para limitar la cantidad de radiación que se irradia desde el interior de la estación de desintegración 30 al entorno de la misma.

45 [0074] La protección contra la radiación 54 está hecha de un material adaptado para absorber o reflejar la radiación, y en particular la radiación alfa, gamma y/o beta. Según un ejemplo, el blindaje contra la radiación 54 está hecho de plomo o tungsteno o combinaciones de los mismos.

50 [0075] El espesor del blindaje contra la radiación 54 se elige, en particular, dependiendo de la naturaleza de los radionucleidos que se van a recibir en la estación de desintegración 30 y, en particular, dependiendo de la cantidad de radiación emitida. Preferentemente, el espesor del blindaje contra la radiación 54 se elige para poder obtener una dosis en el entorno fuera de la estación de desintegración 30 menor o igual que un umbral predeterminado. El umbral predeterminado es, por ejemplo, igual a 25 $\mu\text{Sv/h}$ a una distancia de 50 cm de la estación de desintegración 30.

55 [0076] El blindaje contra la radiación 54 se extiende preferentemente sobre toda la superficie externa circunferencial del alojamiento 50. En particular, el blindaje contra la radiación 54 forma la pared del alojamiento 50 que delimita el conducto de desintegración 52.

[0077] El conducto de desintegración 52 comprende:

- 60 - una entrada de conducto de desintegración 56, destinada a conectarse al sistema de tubos de instrumentación 12 para recibir las dianas de irradiación 16 desde el mismo;
- una salida de conducto de desintegración 58, destinada a conectarse al sistema de descarga 27 de dianas de irradiación para descargar las dianas de irradiación 16 desde la estación de desintegración 30.

[0078] La entrada del conducto de desintegración 56 forma la entrada de la estación de desintegración 30, mientras que la salida del conducto de desintegración 58 forma la salida de la estación de desintegración 30.

65

[0079] La entrada del conducto de desintegración 56 está destinada más particularmente a conectarse al sistema de tubos de instrumentación 12 en la primera configuración del desviador 32.

5 [0080] Preferentemente, la longitud del conducto de desintegración 52 entre la entrada 56 y la salida 58 del mismo es igual o mayor que la longitud de la zona de activación del sistema de tubos de instrumentación 12 de modo que todas las dianas de irradiación 16 activadas en el sistema de tubos de instrumentación 12 encajen en el conducto de desintegración 52. La zona de activación corresponde a la zona del sistema de tubos de instrumentación 12 destinada a recibir las dianas de irradiación 16 para su activación en el núcleo. En particular, la longitud del conducto de desintegración 52 entre la entrada 56 y la salida 58 del mismo es mayor o igual que la longitud del dedo de instrumentación 14.

10 [0081] En el primer ejemplo, que se muestra en la Figura 3, el conducto de desintegración 52 se extiende de manera rectilínea desde la entrada del conducto de desintegración 56 hasta la salida del conducto de desintegración 58.

15 [0082] Como se muestra en la Figura 3, el conducto de desintegración 52 está preferentemente inclinado hacia abajo desde la entrada del conducto de desintegración 56 hasta la salida del conducto de desintegración 58. Esta inclinación evita que las dianas de irradiación 16 se muevan hacia la entrada del conducto de desintegración 56 en ausencia de una fuerza adicional dirigida hacia la entrada del conducto de desintegración 56.

20 [0083] Según una alternativa (no se muestra), el conducto de desintegración 52 se extiende de forma sustancialmente horizontal.

25 [0084] El alojamiento 50 es, por ejemplo, significativamente cilíndrico.

[0085] La estación de desintegración 30 comprende además:

- un primer suministro de gas presurizado 60, conectado a la salida del conducto de desintegración 58 para introducir gas presurizado en el conducto de desintegración 52 desde la salida 58 del mismo; y
- 30 - un segundo suministro de gas presurizado 62, conectado a la entrada del conducto de desintegración 56 para introducir gas presurizado en el conducto de desintegración 52 desde la entrada 56 del mismo.

35 [0086] El primer y segundo suministro de gas presurizado 60, 62 se muestran solo esquemáticamente en la Figura 2.

40 [0087] El primer y segundo suministro de gas presurizado 60, 62 son, en particular, parte del sistema de accionamiento 25 de la diana de irradiación. Por ejemplo, el primer y segundo suministro de gas presurizado 60, 62 están conectados a una fuente de suministro de gas presurizado común 63 del sistema de accionamiento 25 de las dianas de irradiación.

45 [0088] Como se muestra en la Figura 1, la estación de desintegración 30 comprende adicionalmente un distribuidor de entrada 68, ubicado en la entrada del conducto de desintegración 56, y configurado para liberar solo una cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 a la vez desde la estación de desintegración 30 hacia el sistema de tubos de instrumentación 12, mientras retiene al menos algunas dianas de irradiación 16, y en particular el número restante de dianas de irradiación 16, en la estación de desintegración 30. El distribuidor de entrada 68 está configurado para liberar las dianas de irradiación 16 más cercanas a la entrada del conducto de desintegración 56.

50 [0089] El distribuidor de entrada 68 está configurado para sujetar una diana de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52 para retenerla contra un flujo de gas presurizado que circula a través del conducto de desintegración 52.

[0090] La cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 es menor que el número total de dianas de irradiación 16 que pueden recibirse en la estación de desintegración 30.

55 [0091] El distribuidor de entrada 68 está configurado preferentemente para liberar solo la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 a la vez desde la estación de desintegración 30 hacia el sistema de tubos de instrumentación 12 y para retener al menos algunas dianas de irradiación 16, y en particular el número restante de dianas de irradiación 16, en la estación de desintegración 30, independientemente de las propiedades magnéticas de las dianas de irradiación 16, y en particular a través de operación mecánica.

60 [0092] Más particularmente, el distribuidor de entrada 68 comprende sucesivamente, en una dirección desde la entrada del conducto de desintegración 56 hacia la salida del conducto de desintegración 58:

- un elemento de bloqueo 70, desplazable entre una posición de bloqueo, donde bloquea el movimiento de las dianas de irradiación 16 fuera del conducto de desintegración 52 a través de la entrada del conducto de desintegración 56 y

una posición de liberación, donde permite que la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 salga del conducto de desintegración 52 a través de la entrada del conducto de desintegración 56;

- un retenedor 72, desplazable entre una posición retraída, donde permite el paso de las dianas de irradiación 16, y una posición extendida, donde se extiende al menos parcialmente hacia el conducto de desintegración 52 para apoyarse contra una diana de irradiación 16 y bloquear el movimiento de esta diana de irradiación 16 hacia la entrada del conducto de desintegración 56.

[0093] El distribuidor de entrada 68 comprende además:

10 - un primer accionador 74, configurado para desplazar el elemento de bloqueo 70 entre la posición de bloqueo y la posición de liberación; y
- un segundo accionador 76, configurado para desplazar el retenedor 72 entre la posición extendida y la posición retraída.

15 **[0094]** El elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72 están configurados para permitir el flujo de gas a través de los mismos en las posiciones de bloqueo, respectivamente extendidas, de los mismos.

[0095] El elemento de bloqueo 70, por ejemplo, comprende un pasador de bloqueo 73, configurado para extenderse radialmente a través del conducto de desintegración 52 en la posición de bloqueo para bloquear el paso de las dianas de irradiación 16. Más particularmente, el pasador de bloqueo comprende un extremo de accionamiento, conectado al primer accionador 74 y un extremo libre, opuesto al extremo de accionamiento. En la posición extendida, el extremo libre del pasador de bloqueo 73 se apoya contra una superficie interna del conducto de desintegración 52. En la posición extendida, el pasador de bloqueo 73 se extiende desde un lado del conducto de desintegración 52 hasta un lado opuesto del mismo, a lo largo de un diámetro del conducto de desintegración 52. En particular, la longitud del pasador de bloqueo 73 es mayor o igual que el diámetro del conducto de desintegración 52.

[0096] En la posición de liberación, el elemento de bloqueo 70 está preferentemente retraído en el alojamiento 50, y no sobresale en el conducto de desintegración 52.

30 **[0097]** El primer accionador 74 es, por ejemplo, un accionador neumático, magnético o hidráulico.

[0098] En la posición extendida, el retenedor 72 sujeta las dianas de irradiación 16 contra las cuales se apoya contra la pared interior del conducto de desintegración 52. El retenedor 72 está configurado para ejercer una fuerza, en particular una fuerza radial, sobre las dianas de irradiación 16 contra las que se apoya en la posición extendida que es suficiente para retener estas dianas de irradiación 16 contra la fuerza ejercida por el flujo de gas presurizado que fluye a través del conducto de desintegración 52.

[0099] El segundo accionador 76 es, por ejemplo, un accionador neumático, magnético o hidráulico.

40 **[0100]** El retenedor 72 comprende, por ejemplo, un pasador de retención 75 configurado para extenderse radialmente hacia el conducto de desintegración 52 en la posición extendida y un elemento de resorte (no mostrado), conectado al pasador de retención 75. El elemento de resorte reduce el riesgo de dañar la diana de irradiación 16 contra la cual se apoya el pasador de retención 75 cuando el retenedor 72 se mueve a su posición extendida. Según un ejemplo particular, el segundo accionador 76 está configurado para llevar a cabo un movimiento lineal, que se transmite al resorte, cuya fuerza actúa sobre la diana de irradiación 16. El segundo accionador 76 comprende además un tope, que limita el intervalo del movimiento lineal del segundo accionador 76 a un intervalo predeterminado. Por lo tanto, la fuerza ejercida sobre la diana de irradiación 16 por el pasador de retención 75 está limitada por la rigidez del resorte, así como por el intervalo de movimiento predeterminado del segundo accionador 76. En particular, es independiente de la fuerza ejercida por el segundo accionador 76.

50 **[0101]** La distancia entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72 se elige de tal manera que solo la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 puede acomodarse entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72. Más particularmente, la distancia entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72 es estrictamente mayor que la longitud acumulada de la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 y estrictamente menor que la longitud acumulada de la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 aumentada en una diana de irradiación 16. En este caso, cuando el elemento de bloqueo 70 está en su posición de bloqueo y el retenedor 72 está en su posición extendida, la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 puede acomodarse en la porción del conducto de desintegración 52 ubicado entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72, y el retenedor 72 se apoya contra la diana de irradiación 16 ubicada inmediatamente junto a la diana de irradiación 16 de la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 ubicadas más lejos de la entrada del conducto de desintegración 56.

[0102] Según una realización preferida de la invención, la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 distribuidas por el distribuidor de entrada 68 es igual a uno. En este caso, el distribuidor de entrada 68 está configurado para liberar las dianas de irradiación 16 una por una desde la estación de desintegración 30 hacia el sistema de tubos de instrumentación 12. Además, la distancia entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72 se elige

preferentemente de tal manera que solo se puede acomodar una diana de irradiación 16 entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72. Más particularmente, la distancia entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72 es estrictamente mayor que la longitud de una diana de irradiación 16 y estrictamente menor que la longitud de dos dianas de irradiación 16. En este caso, cuando el elemento de bloqueo 70 está en su posición de bloqueo y el retenedor 72 está en su posición extendida, solo se puede acomodar una diana de irradiación 16 en la porción del conducto de desintegración 52 ubicado entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72, y el retenedor 72 se apoya contra la diana de irradiación 16 inmediatamente adyacente a este diana de irradiación 16. Por ejemplo, la distancia entre el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72 es igual a aproximadamente 1,5 veces la longitud de la diana de irradiación 16.

10

[0103] La estación de desintegración 30 comprende además un controlador 80 (véase la Figura 2), configurado para controlar la liberación de la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 por el distribuidor de entrada 68 mediante el control de una secuencia de liberación que comprende la siguiente sucesión de etapas:

- 15 - desplazamiento del elemento de bloqueo 70 desde la posición de liberación a la posición de bloqueo por medio del primer accionador 74;
 - activación del primer suministro de gas presurizado 60 para obtener un flujo de gas presurizado a través del conducto de desintegración 52 desde un extremo de salida del mismo, estando configurado el flujo de gas presurizado para empujar las dianas de irradiación 16 contenidas en el conducto de desintegración 52 hacia el extremo de entrada del mismo hasta que se apoyen contra el elemento de bloqueo 70 colocado en la posición de bloqueo;
 20 - desplazamiento del retenedor 72 por medio del segundo accionador 76 desde la posición retraída a la posición extendida, donde el retenedor 72 puede apoyarse contra una diana de irradiación 16 orientada hacia el retenedor 72 en el conducto de desintegración 52;
 - desplazamiento del elemento de bloqueo 72 desde la posición de bloqueo a la posición de liberación por medio del primer accionador 74 de modo que la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16, correspondiente a las dianas de irradiación 16 ubicadas aguas abajo del retenedor 72 en la dirección del flujo de gas presurizado se lleva a cabo desde el conducto de desintegración 52 a través de la entrada del conducto de desintegración 56 por el flujo de gas presurizado, mientras que las dianas de irradiación 16 ubicadas en o aguas arriba del retenedor 72 se retienen en el conducto de desintegración 52 por medio del retenedor 72 colocado en la posición extendida.

30

[0104] La secuencia de liberación anterior da como resultado la liberación de solo la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 desde la estación de desintegración 30 a través de la entrada del conducto de desintegración 56, mientras que las dianas de irradiación restantes 16 se retienen en la estación de desintegración 30.

35

[0105] Según un ejemplo particular, el controlador 80 está configurado para repetir la secuencia de liberación varias veces dependiendo de la cantidad total de dianas de irradiación 16 que se liberarán de la estación de desintegración 30 a través de la entrada del conducto de desintegración 56.

40 **[0106]** Por ejemplo, en el ejemplo preferido donde la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 es igual a uno, si un número de dianas de irradiación 16 igual a N debe liberarse de la estación de desintegración 30 a través del distribuidor de entrada 68, el controlador 80 está configurado para repetir la secuencia anterior de las etapas N veces, donde N es diferente de uno.

45 **[0107]** En particular, el controlador 80 puede ser parte de la UCI 42 descrita anteriormente.

[0108] Para introducir las dianas de irradiación 16 en la estación de desintegración 30 desde el sistema de tubos de instrumentación 12, el elemento de bloqueo 70 y el retenedor 72 se colocan en sus posiciones de liberación, respectivamente retraídas.

50

[0109] La estación de desintegración 30 comprende además un contador de entrada 96, ubicado en la entrada del conducto de desintegración 56, y configurado para contar el número de dianas de irradiación 16 que pasan por el contador de entrada 96. Por lo tanto, el contador de entrada 96 está configurado para contar el número de dianas de irradiación 16 que entran o salen del conducto de desintegración 52 a través de la entrada del conducto de desintegración 56.

55

[0110] El contador de entrada 96 es un dispositivo capaz de detectar el paso de una diana de irradiación 16 delante del contador de entrada 96. En particular, se elige entre un sensor inductivo, capaz de medir el cambio del campo inductivo o dieléctrico de una diana de irradiación 16 que pasa, un sensor de presión, capaz de medir una diferencia de presión que se produce en el paso de una diana de irradiación 16, un sensor óptico, capaz de detectar ópticamente el paso de una diana de irradiación 16, por ejemplo, un sensor de láser o un sensor de contraste, un sensor dieléctrico o un sensor de radiación, capaz de detectar una diferencia en la intensidad de radiación que se produce en el paso de una diana de irradiación 16.

60

65 **[0111]** El número de dianas de irradiación 16 contadas por el contador de entrada 96 se compara

preferentemente con un valor preestablecido para garantizar que el número deseado de dianas de irradiación 16 haya entrado o salido de la estación de desintegración 30 a través de la entrada del conducto de desintegración 56.

5 **[0112]** En el ejemplo que se muestra en las Figuras 1 a 3, la estación de desintegración 30 comprende además un tope de salida 84, ubicado en un extremo de salida del mismo, y configurado para bloquear el movimiento de las dianas de irradiación 16 fuera de la estación de desintegración 30 a través de la salida del conducto de desintegración 58. El tope de salida 84 contribuye a garantizar que las dianas de irradiación 16 contenidas en el conducto de desintegración 52 permanezcan en una posición predeterminada dentro del conducto de desintegración 52 en ausencia de una fuerza dirigida hacia la entrada del conducto de desintegración 56 ejercida sobre las dianas de irradiación 16, en particular en ausencia de un flujo de gas presurizado en la dirección desde la salida del conducto de desintegración 58 hacia la entrada del conducto de desintegración 56.

15 **[0113]** En el primer ejemplo, donde el conducto de desintegración 52 está inclinado hacia abajo desde su entrada 56 hacia su salida 58, las dianas de irradiación 16 se apoyan contra el tope de salida 84 bajo el efecto de la gravedad, lo que también contribuye a un posicionamiento bien definido de las dianas de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52.

20 **[0114]** El tope de salida 84 se puede desplazar entre una posición de parada, donde bloquea el movimiento de las dianas de irradiación 16 fuera de la estación de desintegración 30 a través de la salida del conducto de desintegración 58 y una posición de liberación, donde permite el movimiento de las dianas de irradiación 16 fuera de la estación de desintegración 30 a través de la salida del conducto de desintegración 58.

[0115] En la posición de parada, el tope de salida 84 preferentemente permite el flujo de gas a través del mismo.

25 **[0116]** El tope de salida 84 tiene una estructura que es similar a la del elemento de bloqueo 70 del distribuidor de entrada 68. Por ejemplo, comprende un pasador de parada 86, configurado para extenderse radialmente a través del conducto de desintegración 52 en la posición de parada del tope de salida 84 para bloquear el paso de las dianas de irradiación 16 y un accionador de pasador de parada 88, configurado para desplazar el pasador de parada 86 entre la posición de parada y la posición de liberación.

30 **[0117]** Más particularmente, el pasador de parada 86 comprende un extremo de accionamiento, conectado al accionador de pasador de parada 88 y un extremo libre, opuesto al extremo de accionamiento. En la posición extendida del tope 84, el extremo libre del pasador de parada 86 se apoya contra una superficie interna del conducto de desintegración 52. En la posición extendida, el pasador de parada 86 se extiende desde un lado del conducto de desintegración 52 hasta un lado opuesto, a lo largo de un diámetro del conducto de desintegración 52. En particular, la longitud del pasador de parada 86 es mayor o igual que el diámetro del conducto de desintegración 52.

35 **[0118]** En la posición retraída, el pasador de parada 86 se retrae preferentemente en el alojamiento 50, y no sobresale en el conducto de desintegración 52.

40 **[0119]** El accionador del pasador de parada 88 es, por ejemplo, un accionador neumático, magnético o hidráulico.

45 **[0120]** Opcionalmente, la estación de desintegración 30 también comprende un tope de entrada 90, ubicado en la entrada del conducto de desintegración 56, aguas arriba del distribuidor de entrada 68, cuando se considera un flujo de dianas de irradiación 16 desde la entrada hacia la salida. El tope de entrada 90 está configurado para bloquear el movimiento de las dianas de irradiación 16 fuera de la estación de desintegración 30 a través de la entrada del conducto de desintegración 56 y, en particular, de vuelta al sistema de tubos de instrumentación 12.

50 **[0121]** El tope de entrada 90 tiene la misma estructura que el tope de salida 84, la única diferencia es que, en la posición de parada, bloquea el movimiento de las dianas de irradiación 16 fuera del conducto de desintegración 52 a través de la entrada del mismo.

55 **[0122]** Opcionalmente, la estación de desintegración 30 comprende además un distribuidor de salida 92, ubicado en la salida del conducto de desintegración 58, y configurado para liberar solo una cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 a la vez desde la estación de desintegración 30 a través de la salida del conducto de desintegración 58 y para retener las dianas de irradiación restantes 16 en el conducto de desintegración 52.

60 **[0123]** El distribuidor de salida 92 se muestra solo esquemáticamente en la Figura 3 y no se ilustra en la Figura 1. Tiene la misma estructura que el distribuidor de entrada 68, excepto por el hecho de que el elemento de bloqueo y el retenedor del distribuidor de salida 92 están dispuestos sucesivamente en una dirección desde la salida del conducto de desintegración 58 hacia la entrada del conducto de desintegración 56. Además, en el caso del distribuidor de salida 92, las funciones de la entrada y de la salida están invertidas en comparación con el distribuidor de entrada 68, y el primer suministro de gas presurizado 60 se reemplaza con el segundo suministro de gas presurizado 62, estando el controlador 80 configurado para activar el segundo suministro de gas presurizado 62 para obtener un flujo de gas

presurizado a través del conducto de desintegración 52 desde un extremo de entrada del mismo.

5 **[0124]** Opcionalmente, la estación de desintegración 30 comprende además un contador de salida 98, ubicado en la salida del conducto de desintegración 58, y configurado para contar el número de dianas de irradiación 16 que pasan por él, es decir, en particular, que salen del conducto de desintegración 52 a través de la salida del conducto de desintegración 58. El contador de salida 98 es un dispositivo capaz de detectar el paso de una diana de irradiación 16 delante del contador de salida 98. Tiene la misma estructura que el contador de entrada 92.

10 **[0125]** Además, opcionalmente, la estación de desintegración 30 comprende al menos uno, y por ejemplo una pluralidad de contadores de dianas de irradiación intermedios 100, dispuestos a lo largo del conducto de desintegración 52 entre la entrada del conducto de desintegración 56 y la salida del conducto de desintegración 58, y configurados para contar el número de dianas de irradiación 16 presentes en el conducto de desintegración 52 en un momento dado.

15 **[0126]** El contador o contadores de dianas de irradiación intermedios 100 se eligen en particular entre un sensor de temperatura y un sensor de medición de radiación gamma.

20 **[0127]** En particular, debido a su activación en el núcleo, las dianas de irradiación 16 tienen una temperatura particular y, por lo tanto, la presencia de una diana de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52 se puede detectar según una medición de temperatura. En particular, se detecta una diana de irradiación 16 en el núcleo si la temperatura medida por el sensor de temperatura es mayor o igual que un umbral predeterminado dependiendo en particular de las características de los radionucleidos contenidos en las dianas de irradiación 16.

25 **[0128]** Alternativamente, la presencia de una diana de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52 se puede detectar según una medición de radiación gamma, cada diana de irradiación 16 presente en el conducto de desintegración 52 emite una cantidad específica de radiación gamma dependiendo en particular de las características de los radionucleidos contenidos en la diana de irradiación 16 y de la envoltura de la diana de irradiación 16.

30 **[0129]** Según un ejemplo, y como se muestra esquemáticamente en la Figura 3, la estación de desintegración 30 comprende un contador de dianas de irradiación intermedio 100 orientado hacia cada diana de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52. En particular, los contadores de dianas de irradiación intermedios adyacentes 100 están separados entre sí a lo largo de la longitud del conducto de desintegración 52 por una distancia correspondiente a la longitud de una diana de irradiación 16 destinada a estar contenida en el conducto de desintegración 52. Por ejemplo, los contadores de dianas de irradiación intermedios adyacentes 100 están separados por una distancia
35 comprendida entre 60 mm y 70 mm, y por ejemplo igual a aproximadamente 70 mm.

40 **[0130]** Según una alternativa, el número de contadores de dianas de irradiación intermedios 100 puede ser menor que el número total de dianas de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52, en particular en el caso de que se active un material homogéneo en todas las dianas de irradiación 16. De hecho, en el caso de que se active un material homogéneo en las dianas de irradiación 16, los valores medidos por los contadores de dianas de irradiación intermedios 100 para algunas de las dianas de irradiación 16 pueden extrapolarse para las otras dianas de irradiación 16.

45 **[0131]** El contador o contadores de dianas de irradiación intermedios 100 se utilizan como medio para confirmar el recuento realizado por el contador de entrada 96 y/o el contador de salida opcional 98. Se diferencian del contador de entrada 96 y del contador de salida opcional 98 en que los contadores de entrada y salida 96, 98 están configurados para contar dianas en movimiento, mientras que los contadores intermedios 100 están configurados para contar dianas estacionarias contenidas en el conducto de desintegración 52.

50 **[0132]** En el ejemplo mostrado en la Figura 3, la estación de desintegración 30 comprende además un detector de radiación de salida 102, configurado para medir la radiación emitida por la diana de irradiación 16 ubicada en el conducto de desintegración 52 en la salida del conducto de desintegración 58, y por ejemplo colindante contra el tope de salida 84.

55 **[0133]** El detector de radiación de salida 102 puede estar ubicado en la pared del alojamiento 50 o fuera del alojamiento 50 de la estación de desintegración 30, en particular por encima o por debajo del alojamiento 50.

60 **[0134]** El detector de radiación de salida 102 está ubicado a una distancia del tope de salida 84, tomada a lo largo de la longitud del conducto de desintegración 52, menor o igual que la longitud de una diana de irradiación 16.

[0135] En el ejemplo mostrado en la Figura 3, el detector de radiación de salida 102 se ubica en una posición fija en la salida del conducto de desintegración 58.

65 **[0136]** Opcionalmente, la estación de desintegración 30 comprende además al menos uno, y por ejemplo una pluralidad de, detectores de radiación intermedios 104, configurados para medir la radiación emitida por las dianas de

irradiación 16 en diferentes ubicaciones a lo largo de la longitud del conducto de desintegración 52 entre la entrada 56 y la salida del mismo 58.

- 5 **[0137]** Por ejemplo, la estación de desintegración 30 comprende un detector de radiación 102, 104 orientado hacia cada diana de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52. En este caso, los detectores de radiación intermedios adyacentes 102, 104 están en particular separados entre sí por una distancia correspondiente a la longitud de una diana de irradiación 16 destinada a estar contenida en el conducto de desintegración 52. Por ejemplo, los detectores de radiación adyacentes 102, 104 están separados por una distancia comprendida entre 60 mm y 70 mm, y por ejemplo igual a aproximadamente 70 mm.
- 10 **[0138]** Los detectores de radiación intermedios opcionales 104 están preferentemente ubicados en la pared del alojamiento 50 o fuera del alojamiento 50 de la estación de desintegración 30, en particular por encima o por debajo del alojamiento 50.
- 15 **[0139]** Los detectores de radiación 102, 104 pueden usarse en particular para confirmar que la radiación, y por ejemplo la tasa de dosis, ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado, permitiendo así la transferencia segura de las dianas de irradiación 16 activadas fuera de la estación de desintegración 30 hacia el sistema de descarga 27 de dianas de irradiación, que está menos protegido que la estación de desintegración 30.
- 20 **[0140]** El uso de un detector de radiación 102, 104 por diana de irradiación 16 permite observar desviaciones de activación únicas de las dianas de irradiación 16, en comparación con una realización que comprende menos detectores de radiación 102, 104.
- 25 **[0141]** Según una alternativa, el número total de detectores de radiación 104 puede ser menor que el número total de dianas de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52, en particular en el caso de que se active un material homogéneo en todas las dianas de irradiación 16. De hecho, en el caso de que se active un material homogéneo en las dianas de irradiación 16, los valores medidos por los detectores de radiación 102, 104 para algunas de las dianas de irradiación 16 pueden extrapolarse para las otras dianas de irradiación 16.
- 30 **[0142]** El detector de radiación de salida y/o los detectores de radiación intermedios 104 pueden ser un sensor de medición de radiación gamma
- [0143]** Los detectores de radiación intermedios 104 se pueden usar como contadores de dianas de irradiación intermedios 100. En particular, los detectores de radiación intermedios 104 pueden ser sensores de medición de radiación gamma, que pueden usarse tanto para medir la radiación emitida por una diana de irradiación 16 como para detectar la presencia de la misma.
- 35 **[0144]** Según una alternativa (no mostrada), el detector de radiación de salida 102 es desplazable a lo largo del conducto de desintegración 52 entre la entrada del conducto de desintegración 56 y la salida del conducto de desintegración 58 para poder medir la radiación emitida por las dianas de irradiación 16 en diferentes ubicaciones a lo largo de la longitud del conducto de desintegración 52. El detector de radiación de salida 102 es en particular desplazable a una posición en la salida del conducto de desintegración 58 para poder medir la radiación emitida por la diana de irradiación 16 ubicada en el conducto de desintegración 52 en la salida del conducto de desintegración 58, y en particular colindante con el tope de salida 84.
- 40 **[0145]** Los detectores de radiación 102, 104 están configurados para monitorizar la desintegración de las dianas de irradiación 16 contenidas en la estación de desintegración 30. Permiten descargar desde la estación de desintegración solo las dianas de irradiación 26 que se han desintegrado lo suficiente como para que la radiación que emiten esté por debajo de un umbral predeterminado.
- 45 **[0146]** Los detectores de radiación 102, 104 están configurados en particular para medir la tasa de dosis emitida por las dianas de irradiación 16.
- 50 **[0147]** El controlador 80 está configurado preferentemente para controlar un desplazamiento del tope de salida 84 desde la posición de parada a la posición de liberación dependiendo de los resultados de las mediciones del detector de radiación de salida 102, desplazándose el tope de salida 84, por ejemplo, a su posición de liberación cuando la radiación medida es igual o inferior a un umbral predeterminado.
- 55 **[0148]** Un posible propósito de la estación de desintegración 30 es permitir una desintegración de la radiactividad de las dianas de irradiación 16 antes de transferir las dianas de irradiación 16 a un área menos protegida de la instalación 6, tal como el sistema de descarga 27 de dianas de irradiación, esta característica permite descargar las dianas de irradiación 16 fuera de la estación de desintegración 30 solo cuando la radiación emitida por las dianas de irradiación 16, y en particular su tasa de dosis, ha disminuido a un nivel predefinido.
- 60 **[0149]** En la Figura 4 se muestra una estación de desintegración 30' según un segundo ejemplo. Esta estación
- 65

de desintegración 30' tiene las mismas características que se describieron anteriormente con respecto al primer ejemplo, siendo la única diferencia la forma de la estación de desintegración 30'.

[0150] Como se puede observar en la Figura 4, en este ejemplo, el conducto de desintegración 52 no es rectilíneo como en el primer ejemplo. En el segundo ejemplo, el conducto de desintegración 52 tiene forma de U. Comprende una primera sección de conducto de desintegración 110, una segunda sección de conducto de desintegración 112 y una parte inferior 114 formada en la conjunción entre la primera y la segunda secciones de conducto de desintegración 110, 112. La primera y segunda secciones de conducto de desintegración 110, 112 se extienden hacia arriba desde la parte inferior 114.

[0151] En este segundo ejemplo, el alojamiento 50 de la estación de desintegración 30' tiene forma de U, las paredes del alojamiento 50 que delimitan el conducto de desintegración 52 están formadas en particular por el blindaje contra la radiación 54. La forma en U del conducto de desintegración 52 garantiza un almacenamiento seguro de las dianas de irradiación 16 en el conducto de desintegración 52.

[0152] La estación de desintegración 30' según el segundo ejemplo está configurada preferentemente para recibir dianas de irradiación esféricas 16. Las dianas de irradiación esféricas 16 en particular tienen un diámetro comprendido entre 1 y 3 mm, y preferentemente igual a aproximadamente 1,7 mm.

[0153] El sistema de descarga 27 de la diana de irradiación se describirá ahora con más detalle con referencia a la Figura 1.

[0154] Como se puede observar en la Figura 1, el sistema de descarga 27 de dianas de irradiación comprende un conducto de descarga 120 que comprende un extremo de entrada conectado a la salida del conducto de desintegración 58 de la estación de desintegración 30 y un puerto de salida diana 124 configurado para acoplarse al recipiente de almacenamiento de dianas 34.

[0155] El orden lineal de las dianas de irradiación 16 descargadas desde la estación de desintegración 30 se mantiene en el conducto de descarga 120.

[0156] Preferiblemente, el conducto de descarga 120 está ubicado fuera del núcleo del reactor 10, pero preferiblemente dentro de áreas accesibles dentro de la contención del reactor.

[0157] El puerto de salida 124 está ubicado en un extremo libre del conducto de descarga 120. En el ejemplo que se muestra en la Figura 1, comprende una válvula de cierre 126 para el sellado hermético a la presión del conducto de descarga 120.

[0158] El puerto de salida 124 puede colocarse por encima del recipiente de almacenamiento 34 que se va a llenar, o puede acoplarse y/o conectarse de forma extraíble al recipiente de almacenamiento asignado 34. El al menos un recipiente de almacenamiento 34 tiene preferentemente un blindaje para minimizar la exposición de un operador a la radiación de las dianas de irradiación 16 activadas.

[0159] El sistema de descarga 27 de dianas de irradiación comprende además un tope de descarga 128 configurado para bloquear el movimiento de las dianas de irradiación 16 al recipiente de almacenamiento 34. El tope de descarga 128 se puede desplazar entre una posición de parada, donde bloquea el movimiento de las dianas de irradiación 16 hacia el recipiente de almacenamiento 34 y una posición de liberación, donde permite el movimiento de las dianas de irradiación 16 hacia el recipiente de almacenamiento 34. El tope de descarga 128 es, por ejemplo, un elemento de restricción operado magnética o mecánicamente, preferentemente un pasador que cruza el conducto de descarga 120.

[0160] El sistema de descarga 27 de dianas de irradiación puede comprender, en lugar de o aguas arriba del tope de descarga 128, un distribuidor de descarga (no se muestra), ubicado en el puerto de salida 124 y configurado para liberar solo una cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 a la vez en el recipiente de almacenamiento 34, el distribuidor de descarga está configurado para liberar las dianas de irradiación 16 más cercanas al puerto de salida 124 y para retener las dianas restantes en el conducto de descarga 120. Preferentemente, la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 es igual a una diana, de modo que el distribuidor de descarga está configurado para liberar solo una diana de irradiación 16 a la vez desde el conducto de descarga 120. La estructura del distribuidor de descarga opcional es la misma que la del distribuidor de entrada 68 de la estación de desintegración 30 y, por lo tanto, no se describirá en detalle aquí.

[0161] El conducto de descarga 120 es, en la realización mostrada en la Figura 1, sustancialmente rectilíneo. En esta realización, la inclinación del conducto de descarga 120 se elige de tal manera que las dianas de irradiación 16 se descargan fuera del conducto de descarga 120 bajo el efecto de la gravedad cuando el tope de descarga 128 está en la posición de liberación.

- 5 **[0162]** Según una alternativa (no se muestra), el conducto de descarga 120 tiene la forma de una U inversa y comprende una primera sección de conducto de descarga, una segunda sección de conducto de descarga y un vértice formado en una conjunción de la primera y segunda secciones de conducto de descarga. El vértice es el punto más alto del conducto de descarga 120, y las secciones de tubo de descarga primera y segunda se dirigen hacia abajo desde el vértice. Dicho tubo de descarga en forma de U se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente EP3326175 A1 depositada por el solicitante.
- [0163]** También son posibles otros perfiles del conducto de descarga 120.
- 10 **[0164]** El sistema de descarga 27 de dianas de irradiación comprende adicionalmente al menos una abertura de entrada de gas presurizado 130 formada en la pared del conducto de descarga 120. En la realización mostrada en la Figura 1, la abertura de entrada de gas presurizado 130 está ubicada entre la válvula de cierre 126 y el tope de descarga 128. Está conectada a un suministro de gas presurizado, por ejemplo, a la fuente de gas presurizado 63, y forma parte del sistema de accionamiento 25 de las dianas de irradiación de la instalación 6.
- 15 **[0165]** Opcionalmente, el sistema de descarga 27 de las dianas de irradiación comprende además un detector de radiación 134 configurado para medir la radiación emitida por las dianas de irradiación 16 contenidas en el conducto de descarga 120 y, en particular, la tasa de dosis de radiación emitida por las dianas de irradiación 16 contenidas en el conducto de descarga 120.
- 20 **[0166]** Opcionalmente, el sistema de descarga 27 de dianas de irradiación puede comprender un contador de descarga 140 configurado para contar el número de dianas de irradiación 16 que se mueven hacia el conducto de descarga desde la estación de desintegración 30. El contador de descarga 140 está configurado para contar el número de dianas de irradiación 16 que pasan por el contador de descarga 140. El contador de descarga 140 es un dispositivo capaz de detectar el paso de una diana de irradiación 16 delante del contador de descarga 140. El contador de descarga 140 tiene la misma estructura que el contador de entrada 96 descrito anteriormente.
- 25 **[0167]** Opcionalmente, la instalación 6 comprende además un contador de dianas del sistema de tubos de instrumentación 144, dispuesto en la entrada del sistema de tubos de instrumentación 12 aguas abajo del desviador 30 con respecto a la dirección de desplazamiento de las dianas 16, 18 en el sistema de tubos de instrumentación 12, y configurado para contar el número de dianas de irradiación 16 o dianas ficticias 18 que se mueven dentro o fuera del sistema de tubos de instrumentación 12. El contador de dianas del sistema de tubos de instrumentación 144 es en particular un dispositivo capaz de detectar el paso de una diana magnético frente al contador 144, por ejemplo, de una diana ficticia 18.
- 30 **[0168]** De manera preferente, el contador de dianas del sistema de tubos de instrumentación 144 se coloca aguas arriba de una válvula de aislamiento del sistema de tubos de instrumentación 12, esta válvula de aislamiento se configura para el sellado hermético a la presión del sistema de tubos de instrumentación 12.
- 35 **[0169]** Opcionalmente, el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación también puede comprender dicho contador de dianas (no se muestra), dispuesto aguas arriba del desviador 30 con respecto a la dirección de desplazamiento de las dianas 16, 18 hacia el sistema de tubos de instrumentación 12.
- 40 **[0170]** En la descripción anterior, la estación de desintegración 30 se describió como conectada a un sistema de tubos de instrumentación 12 de un núcleo de un reactor nuclear. Sin embargo, esta estación de desintegración 30 podría estar conectada a otras estructuras del núcleo de un reactor nuclear que no sean el sistema de tubos de instrumentación 12, dependiendo de las necesidades, con las mismas ventajas.
- 45 **[0171]** A continuación se describirá un desviador 32 según una primera realización con referencia a la Figura 5.
- 50 **[0172]** Como se muestra en la Figura 5, el desviador 32 según la primera realización comprende:
- un primer conector 150 destinado a conectarse al sistema de descarga 27 de dianas de irradiación;
 - 55 - un segundo conector 152 destinado a conectarse al sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación; y
 - un tercer conector 154 destinado a conectarse al sistema de tubos de instrumentación 12.
- 60 **[0173]** Más particularmente, cada conector 150, 152, 154 está destinado a conectarse a un conducto respectivo para el desplazamiento de las dianas 16, 18. Por ejemplo, el primer conector 150 está destinado a conectarse al conducto de desintegración 52 de la estación de desintegración 30, el segundo conector 152 está destinado a conectarse al tubo de alimentación 23 del sistema de alimentación 21 de diana de irradiación y el tercer conector 154 está destinado a conectarse a un conducto 13 del sistema de tubos de instrumentación 12.
- 65 **[0174]** El primer conector 150 puede estar conectado al sistema de descarga 27 de dianas de irradiación ya sea directamente, es decir, sin interposición de sistemas intermedios entre el sistema de descarga 27 de dianas de

irradiación y el desviador 32 o indirectamente, por ejemplo, al estar conectado a la estación de desintegración 30, como se muestra, por ejemplo, en la Figura 1.

5 **[0175]** El tercer conector 154 está separado del primer conector 150 y el segundo conector 152 está a lo largo de la dirección horizontal. Además, en el ejemplo mostrado en la Figura 5, el primer conector 150 y el segundo conector 152 están sustancialmente alineados a lo largo de la dirección vertical. El tercer conector 154 está ubicado, por ejemplo, a una altura intermedia entre las alturas del primer y segundo conectores 150, 152.

10 **[0176]** El desplazamiento de las dianas 16, 18 a través del desviador 32 es accionado por el sistema de accionamiento 25 de dianas descrito anteriormente.

15 **[0177]** El desviador 32 comprende al menos un conducto desviador 156 que se puede mover entre una primera posición, donde conecta uno del primer conector 150 y el segundo conector 152 al tercer conector 154 para definir una trayectoria para las dianas 16, 18 desde uno del primer conector 150 y el segundo conector 152 al tercer conector 154, y una segunda posición, donde no conecta uno del primer conector 150 y el segundo conector 152 al tercer conector 150.

20 **[0178]** Más particularmente, en el ejemplo mostrado en la Figura 5, el desviador 32 comprende un primer conducto desviador 156A y un segundo conducto desviador 156B.

25 **[0179]** La geometría de los conductos desviadores 156A, 156B se elige de tal manera que minimiza el tamaño del desviador 32. En particular, cada conducto desviador 156A, 156B está conformado de tal manera que induce, a lo largo de su longitud, dos cambios de dirección de las dianas 16, 18 destinadas a circular en su interior. Esta forma particular de los conductos desviadores 156A, 156B proporciona un desviador 32 más compacto que, por ejemplo, una realización donde los conductos desviadores 156A, 156B son rectos a lo largo de toda su longitud. Dicha forma compacta es importante, ya que el espacio disponible para el desviador 32 dentro del reactor nuclear es limitado.

30 **[0180]** Cada cambio de dirección se produce a una distancia de los extremos longitudinales de los conductos desviadores 156A, 156B.

35 **[0181]** Más particularmente, cada conducto desviador 156A, 156B comprende una sección de extremo sustancialmente recta 158, 159 en cada extremo del conducto desviador 156A, 156B y una sección intermedia 160, que se extiende entre las secciones de extremo 158, 159. Las secciones de extremo 158, 159 son preferentemente paralelas entre sí y, en particular, se extienden de manera sustancialmente horizontal. Por ejemplo, los ejes centrales de las secciones de extremo 158, 159 están desplazados entre sí a lo largo de una dirección perpendicular a su dirección longitudinal, y en particular a lo largo de la dirección vertical. El desplazamiento x es estrictamente mayor que cero y, por ejemplo, está comprendido entre 10 y 50 mm.

40 **[0182]** En la realización mostrada en la Figura 5, la sección intermedia 160 es curva. Preferentemente, para cada conducto desviador 156A, 156B, la transición entre la sección intermedia curvada 160 y cada una de las secciones de extremo sustancialmente rectas 158, 159 es continua, es decir, sin ángulos. Preferentemente, en esta realización, el eje central del conducto desviador 156A, 156B forma una línea continua. En el ejemplo que se muestra en la Figura 5, la sección intermedia 160 se dobla continuamente entre sus dos extremos. Esta flexión continua del conducto desviador 156A, 156B y la ausencia de ángulos a lo largo de su longitud permite un desplazamiento suave particular de las dianas 16, 18 a través de los conductos desviadores 156A, 156B, a pesar de los cambios de dirección.

45 **[0183]** En el ejemplo mostrado en la Figura 5, la sección intermedia 160 incluye preferentemente una sección cóncava y una sección convexa separadas por un punto de inflexión. En particular, el punto de inflexión se encuentra en el centro geométrico del eje central de la sección intermedia 160, medido a lo largo del eje central de la sección intermedia 160.

50 **[0184]** El radio de curvatura de cada conducto desviador 156A, 156B y el diámetro del mismo se eligen dependiendo de la longitud y el diámetro de las dianas 16, 18 para dar como resultado un desplazamiento suave de las dianas 16, 18 a través de los conductos 156A, 156B.

55 **[0185]** Preferentemente, el radio de curvatura de cada conducto desviador 156A, 156B en la unión entre cada una de las secciones de extremo 158 y la sección intermedia 160 está comprendido entre 200 y 800 mm. Las pruebas realizadas por los inventores muestran que este radio de curvatura particular da como resultado un tamaño particularmente pequeño del desviador 32 combinado con un desplazamiento sustancialmente libre de resistencia de las dianas 16, 18 a través de los conductos desviadores 156A, 156B. Esta geometría es particularmente ventajosa en el caso de dianas 16, 18 cilíndricas con una base circular que tiene un diámetro comprendido entre 9 mm y 12 mm y una longitud comprendida entre 9 mm y 80 mm.

60 **[0186]** Según una realización alternativa (no mostrada), la sección intermedia 160 es recta, en lugar de curvada, como se muestra en la Figura 5 y se describió anteriormente. Esta realización tiene la ventaja de ser más fácil de

fabricar en comparación con la realización con la sección intermedia curva 160.

[0187] Para cada conducto desviador 156A, 156B, el valor absoluto de un ángulo entre la dirección de las secciones de extremo 158, 159 y el eje central de la sección intermedia 160 y el diámetro del conducto desviador 156A, 156B se eligen dependiendo de la longitud y el diámetro de las dianas 16, 18 para dar como resultado un desplazamiento suave de las dianas 16, 18 a través de los conductos 156A, 156B.

[0188] En esta realización, para cada conducto desviador 156A, 156B, el valor absoluto de un ángulo entre la dirección de las secciones de extremo 158, 159 y el eje central de la sección intermedia 160 está comprendido entre 2° y 5°. Las pruebas realizadas por los inventores muestran que este ángulo de inclinación particular de la sección intermedia 160 da como resultado un tamaño particularmente pequeño del desviador 32 combinado con un desplazamiento sustancialmente libre de resistencia de las dianas 16, 18 a través de los conductos desviadores 156A, 156B. Esta geometría es particularmente ventajosa en el caso de dianas 16, 18 cilíndricas con una base circular que tiene un diámetro comprendido entre 9 mm y 12 mm y una longitud comprendida entre 9 mm y 80 mm.

[0189] El primer y segundo conductos desviadores 156A, 156B son preferentemente simétricos con respecto a un plano medio entre estos dos conductos 156A, 156B. El primer conducto desviador 156A, por ejemplo, se extiende hacia abajo desde el primer conector 150 hasta el tercer conector 154, mientras que el segundo conducto desviador 156B se extiende hacia arriba desde el segundo conector 152 hasta el tercer conector 156.

[0190] El primer conducto desviador 156A conecta el primer conector 150 al tercer conector 154 en su primera posición para definir una trayectoria para el desplazamiento de las dianas 16, 18 desde el primer conector 150 al tercer conector 154. En esta posición, en el ejemplo que se muestra en las Figuras 1 a 4, el primer conducto desviador 156A define una trayectoria para el desplazamiento de las dianas 16, 18 entre la estación de desintegración 30 y el sistema de tubos de instrumentación 12. En la configuración del desviador 32 mostrada en la Figura 5, el primer conducto desviador 156A está en su primera posición.

[0191] Más particularmente, en la primera posición, los extremos del primer conducto desviador 156A están alineados respectivamente con el primer conector 150 y el tercer conector 154.

[0192] En la segunda posición del primer conducto desviador 156A, el primer conducto desviador 156A no conecta el primer conector 150 al tercer conector 154. Por ejemplo, en la segunda posición, los extremos del primer conducto desviador 156A no están alineados con el primer conector 150 y el tercer conector 154. Por lo tanto, no es posible el desplazamiento de las dianas 16, 18 entre el primer conector 150 y el tercer conector 154 y, por lo tanto, en este ejemplo particular, entre la estación de desintegración 30 y el sistema de tubos de instrumentación 12.

[0193] El segundo conducto desviador 156B conecta el segundo conector 152 al tercer conector 154 en su primera posición para definir una trayectoria para el desplazamiento de las dianas 16, 18 desde el segundo conector 152 al tercer conector 154. En esta posición, en el ejemplo que se muestra en las Figuras 1 a 4, el segundo conducto desviador 156B define una trayectoria para el desplazamiento de las dianas 16, 18 entre el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación y el sistema de tubos de instrumentación 12.

[0194] Más particularmente, en la primera posición, los extremos del segundo conducto desviador 156B están alineados respectivamente con el segundo conector 152 y el tercer conector 154.

[0195] En la segunda posición del segundo conducto desviador 156B, el segundo conducto desviador 156B no conecta el segundo conector 152 al tercer conector 154. Por ejemplo, en la segunda posición, los extremos del segundo conducto desviador 156B no están alineados con el segundo y el tercer conector 152, 154. Por lo tanto, no es posible el desplazamiento de las dianas 16, 18 entre el segundo conector 152 y el tercer conector 154 y, por lo tanto, en este ejemplo particular, entre el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación y el sistema de tubos de instrumentación 12.

[0196] En la configuración mostrada en la Figura 5, el segundo conducto desviador 156B está en su segunda posición.

[0197] La configuración del desviador 32 mostrada en la Figura 5 corresponde a la primera configuración del desviador 32. En la configuración mostrada en la Figura 5, el desviador 32 define una trayectoria para el desplazamiento de las dianas 16, 18 desde la estación de desintegración 30 hasta el sistema de tubos de instrumentación 12.

[0198] La configuración del desviador 32 donde el primer conducto desviador 156A está en la segunda posición y el segundo conducto desviador 156B está en la segunda posición corresponde a la segunda configuración del desviador 32. En esta configuración, el desviador 32 define una trayectoria para el desplazamiento de las dianas 16, 18 entre el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación y el sistema de tubos de instrumentación 12.

- 5 **[0199]** Gracias a su estructura, en la primera configuración del desviador 32, el desviador 32 permite transferir las dianas 16, 18 directamente desde el conducto conectado al primer conector 150, por ejemplo, el conducto de desintegración 52, al conducto conectado al tercer conector 156, por ejemplo, el conducto 13 del sistema de instrumentación 12, es decir, hay una comunicación directa entre estos conductos a través del desviador 32 en la primera configuración del desviador 32.
- 10 **[0200]** En la segunda configuración del desviador 32, el desviador 32 permite transferir las dianas 16, 18 directamente desde el conducto conectado al segundo conector 152, por ejemplo, el tubo de alimentación 23 del sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación, al conducto conectado al tercer conector 156, por ejemplo, el conducto 13 del sistema de tubos de instrumentación 12, es decir, hay una comunicación directa entre estos conductos a través del desviador 32 en la segunda configuración del desviador 32.
- 15 **[0201]** El desviador 32 comprende además un accionador, configurado para desplazar el al menos un conducto desviador 156 de la segunda posición a la primera posición y/o de la primera posición a la segunda posición, por ejemplo, por rotación o por traslación.
- [0202]** En el ejemplo que se muestra en la Figura 5, el accionador comprende un pistón 168. En este ejemplo, el pistón 168 delimita el primer y el segundo conducto desviador 156A, 156B en el mismo.
- 20 **[0203]** El pistón 168 se puede mover entre una primera posición, mostrada en la Figura 5, donde el primer conducto desviador 156A está en su primera posición y el segundo conducto desviador 156B en su segunda posición y una segunda posición (no mostrada) donde el primer conducto desviador 156A está en su segunda posición y el segundo conducto desviador 156B en su primera posición. El desviador 32 está configurado de tal manera que el primer conducto desviador 156A está en su primera posición cuando el segundo conducto desviador 156B está en su
25 segunda posición y viceversa.
- [0204]** El pistón 168 es preferentemente un pistón neumático.
- 30 **[0205]** Más particularmente, en el ejemplo que se muestra en la Figura 5, el desviador 32 comprende un alojamiento del desviador 170 que comprende una primera pared 172 y una segunda pared 174, separadas entre sí, los conductos del desviador 156A, 156B se extienden desde la primera pared 172 hasta la segunda pared 174. En el ejemplo que se muestra en la Figura 5, la primera y segunda paredes 172, 174 son sustancialmente paralelas. El primer y segundo conector 150, 152 se proporcionan, por ejemplo, en la primera pared 172 y el tercer conector 156 se proporciona en la segunda pared 174.
35
- [0206]** El pistón 168 se recibe en el alojamiento 170 para poder deslizarse en él a lo largo de una dirección de desplazamiento X con respecto al alojamiento 170. La dirección de desplazamiento X es, en particular, perpendicular a los ejes de las secciones de extremo 158, 159 de los conductos desviadores 156A, 156B, y más particularmente vertical.
40
- [0207]** Una primera y una segunda cámara 176, 178 están delimitadas entre el pistón 168 y el alojamiento 170, estas cámaras 176, 178 están ubicadas a cada lado del pistón 168 a lo largo de la dirección de desplazamiento X del pistón 168.
- 45 **[0208]** El alojamiento del desviador 170 comprende además un puerto de entrada 180, destinado a introducir un fluido presurizado en la primera cámara 176 para desplazar el pistón 168 desde su primera posición a su segunda posición y un puerto de salida 182, destinado a permitir la extracción de aire de la segunda cámara 178 durante el desplazamiento del pistón 168.
- 50 **[0209]** El pistón 168 está configurado para regresar a su primera posición en ausencia de fluido presurizado en la primera cámara 176. En esta realización, la primera posición del pistón 168 corresponde a una posición de seguridad pasiva, ya que conecta el sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30 y, por lo tanto, a un área con un fuerte blindaje contra la radiación.
- 55 **[0210]** En el ejemplo que se muestra en la Figura 5, el primer conducto desviador 156A está ubicado por encima del segundo conducto desviador 156B, y el pistón 168 está configurado para moverse hacia arriba de la primera posición a la segunda posición y hacia abajo de la segunda posición a la primera posición.
- 60 **[0211]** El desviador 32 incluye preferentemente medios de sellado 177 configurados para sellar un espacio entre el pistón 168 y las paredes primera y segunda 172, 174 del alojamiento del desviador 170. Los medios de sellado 177 se proporcionan, por ejemplo, en forma de anillos de sellado que se extienden alrededor de la circunferencia del pistón 168.
- [0212]** La dimensión más larga del pistón 168 en un plano perpendicular a la dirección de desplazamiento del
65 pistón 168 depende de la desviación x entre las secciones de extremo 158, 159 de los conductos 156A, 156B y de la

geometría de cada uno de los conductos 156A, 156B, en particular del ángulo entre las secciones de extremo 158, 159 y la sección intermedia 160 o el radio de curvatura en la unión entre las secciones de extremo 158, 159 y la sección intermedia 160.

5 **[0213]** El alojamiento del desviador 170 es, en particular, cilíndrico, por ejemplo, con una base circular. En este caso, el primer y el segundo conector 150, 152 se forman, por ejemplo, en una base del cilindro, y el tercer conector 154 se forma en una base opuesta del cilindro. El pistón 168 tiene una forma correspondiente a la del alojamiento del desviador 170, en particular cilíndrica con una base circular, el diámetro de la base corresponde sustancialmente al del alojamiento del desviador 170.

10

[0214] En esta realización, el accionador también incluye el suministro de gas presurizado para el desplazamiento del pistón 168.

15 **[0215]** La unidad de conmutación 40 está configurada para controlar el suministro de una cantidad predeterminada de gas presurizado a la primera cámara 176 para desplazar el pistón 168 desde su primera posición a su segunda posición y, por lo tanto, colocar el desviador 32 en su segunda configuración. El desplazamiento del pistón 168 de la segunda posición a la primera posición se obtiene en ausencia de inyección de gas presurizado en la primera cámara 176.

20 **[0216]** A continuación se describirá un desviador 32' según una segunda realización con referencia a la Figura 6. En esta figura, los elementos que son idénticos a los mostrados en la Figura 5 en relación con el desviador 32 según la primera realización se designan con los mismos números de referencia.

25 **[0217]** El desviador 32' según la segunda realización difiere del desviador 32 según la primera realización en que solo hay un conducto desviador 156. Más particularmente, el conducto desviador 156 conecta el primer conector 150 al tercer conector 154 en la primera posición del mismo, y el segundo conector 152 al tercer conector 154 en la segunda posición del mismo.

30 **[0218]** En esta realización, el conducto desviador 156 puede girar entre la primera posición y la segunda posición.

35 **[0219]** Más particularmente, en esta realización, el desviador 32' comprende un soporte 180, por ejemplo, una placa, donde se proporcionan los conectores primero y segundo 150, 152, y un soporte de conducto giratorio 182, por ejemplo, un disco, que está montado en el soporte 180 para ser giratorio con respecto al mismo alrededor de un eje de rotación R perpendicular a un plano del soporte 180.

40 **[0220]** Un extremo 184 del conducto desviador 156 está montado en el transportador de conducto giratorio 182 de tal manera que la rotación del transportador de conducto giratorio 182 desplaza el conducto desviador 156 entre su primera posición y su segunda posición. El eje de rotación R está alineado con el eje de la sección de extremo 159 del conducto desviador 156 ubicado opuesto al extremo del conducto desviador 156 montado en el soporte de conducto giratorio 182.

45 **[0221]** Dependiendo de la posición angular del soporte de conducto giratorio 182, la sección de extremo 158 del conducto desviador 156 más cercana al soporte 180 está alineada con el primer conector 150 o con el segundo conector 152, definiendo respectivamente una trayectoria para el desplazamiento de las dianas 16, 18 desde el primer conector 150 al tercer conector 154 o desde el segundo conector 152 al tercer conector 154.

50 **[0222]** La posición de la sección de extremo 159 del conducto desviador 156 no cambia durante la rotación del soporte de conducto giratorio 182.

55 **[0223]** Por ejemplo, en el ejemplo mostrado en la Figura 6, donde el primer conector 150 está ubicado por encima del segundo conector 152 y alineado verticalmente con este, una rotación del conducto desviador 156 alrededor del eje de rotación R de 180 grados en una primera dirección de rotación D lleva el conducto desviador 156 desde su primera posición a su segunda posición, y una rotación del conducto desviador 156 alrededor del eje de rotación R de 180 grados en una segunda dirección, opuesta a la primera dirección de rotación D lleva el conducto desviador 156 desde su segunda posición a su primera posición.

60 **[0224]** El tercer conector 154 se recibe en particular de forma fija en una estructura de soporte fija (no mostrada). La estructura de soporte fija está formada, por ejemplo, por una placa, que en particular se extiende paralela a la placa que forma el soporte 180. En particular, la estructura de soporte fija y el soporte 180 pueden ser parte de un alojamiento del desviador que comprende adicionalmente al menos una pared de conexión que conecta la estructura de soporte fija al soporte 180. El alojamiento del desviador puede ser análogo al que se muestra en la Figura 5.

65 **[0225]** La sección de extremo 159 del conducto desviador 156 está conectada al tercer conector 154 a través

de un conector intermedio 185, que permite una rotación relativa del conducto desviador 156 con respecto al tercer conector 154. El conector intermedio 185 es, por ejemplo, un sistema de acoplamiento rápido que comprende dos partes separadas 185A, 185B, que son giratorias entre sí y, por lo tanto, permiten la rotación relativa del conducto desviador 156 con respecto al tercer conector 154.

5

[0226] En esta realización, el accionador, por ejemplo, comprende un motor, configurado para hacer girar el conducto desviador 156 en la primera o segunda dirección de rotación en un ángulo predeterminado para desplazarlo entre la primera posición y la segunda posición. El motor está conectado más particularmente al soporte de conducto giratorio 182 por cualquier medio adaptado para accionar la rotación del soporte de conducto giratorio 182 en la primera o segunda dirección de rotación en un ángulo predeterminado.

10

[0227] La unidad de conmutación 40 está configurada para controlar el motor dependiendo de las necesidades.

15

[0228] La geometría del conducto desviador 156 es idéntica a la descrita para los conductos desviadores 156A, 156B.

[0229] Un procedimiento para producir dianas de irradiación 16 activadas utilizando la instalación 6 descrita anteriormente comprende las etapas siguientes:

20

- pasar 200 una cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 no activadas al sistema de tubos de instrumentación 12 desde el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación;

- exponer 202 esta cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 no activadas al flujo de neutrones en el sistema de tubos de instrumentación 12 durante un tiempo de irradiación predeterminado d_1 para obtener una cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas, siendo el tiempo de irradiación predeterminado d_1 igual o menor que el tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor de las dianas de irradiación (16) en un radionucleido deseado; y

25

- pasar 204 la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 del sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30; y

30

- descargar 214 al menos algunas dianas de irradiación 16 desde la estación de desintegración 30 al recipiente de almacenamiento de dianas 34, en particular a través del sistema de descarga 27.

[0230] El procedimiento según un primer ejemplo se describirá ahora más particularmente con referencia a la Figura 7.

35

[0231] Según el primer ejemplo, el tiempo de irradiación predeterminado d_1 es estrictamente menor que el tiempo de activación mínimo requerido para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado.

40

[0232] Por lo tanto, la primera cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 obtenida al final de la etapa 204 es una primera cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas. Durante la etapa 206, esta primera cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas se pasa desde el sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30.

45

[0233] El procedimiento según este ejemplo comprende además las siguientes etapas sucesivas entre las etapas 206 y 214:

- pasar 208 una cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 no activadas del sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación al sistema de tubos de instrumentación 12;

50

- pasar 210 la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas de vuelta desde la estación de desintegración 30 al sistema de tubos de instrumentación 12;

- exponer 212 la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas y la cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 no activadas al flujo de neutrones en el sistema de tubos de instrumentación 12 durante un tiempo de irradiación predeterminado d_2 , para obtener una cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas o completamente activadas y una cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.

55

[0234] Preferentemente, durante la etapa 214, las dianas de irradiación 16 descargadas desde la estación de desintegración 30 en el contenedor de almacenamiento de dianas 34 son dianas de irradiación 16 completamente activadas.

60

[0235] Las etapas de "paso" mencionadas anteriormente se llevan a cabo mediante el sistema de accionamiento 25 de dianas.

65

[0236] Durante la etapa 210, las dianas de irradiación 16 parcialmente activadas se transfieren fuera de la estación de desintegración 30 a través del distribuidor de entrada 68, que solo permite que pase una cantidad predeterminada A de dianas de irradiación 16 a la vez, mientras retiene las dianas de irradiación 16 restantes en la

estación de desintegración 30.

[0237] Más particularmente, para liberar la cantidad predeterminada A de dianas de irradiación 16, se llevan a cabo las siguientes etapas:

5

- etapa a1: desplazamiento del elemento de bloqueo 70 desde la posición de liberación a la posición de bloqueo por medio del primer accionador 74;

10 - etapa a2: activación del suministro de gas presurizado 60 para obtener un flujo de gas presurizado a través del conducto de desintegración 52 desde una salida 58 del mismo, el flujo de gas presurizado empuja las dianas de irradiación 16 contenidas en el conducto de desintegración 52 hacia la entrada 56 del mismo hasta que se apoyan contra el elemento de bloqueo 70 colocado en la posición de bloqueo;

- etapa a3: desplazamiento del retenedor 72 por medio del segundo accionador 76 de la posición retraída a la posición extendida, donde el retenedor 72 se apoya contra una diana de irradiación 16 contenida en el conducto de desintegración 52;

15 - etapa a4: desplazamiento del elemento de bloqueo 70 desde la posición de bloqueo a la posición de liberación por medio del primer accionador 74 de modo que la cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16, correspondiente a las dianas de irradiación 16 ubicadas aguas abajo del retenedor 72 en la dirección del flujo de gas presurizado, se llevan a cabo del conducto de desintegración 52 a través de la entrada del conducto de desintegración 56 por el flujo de gas presurizado, mientras que las dianas de irradiación 16 restantes, es decir, las dianas de irradiación 16 contra
20 las que se apoya el retenedor 72 y las dianas de irradiación 16 ubicadas aguas arriba de las mismos, se retienen en el conducto de desintegración 52 por medio del retenedor 72 colocado en la posición extendida.

[0238] Preferentemente, el flujo de gas presurizado permanece activado a lo largo de las etapas a2 a a4.

25 **[0239]** Más particularmente, durante la etapa a3, el retenedor 72 se apoya contra la diana de irradiación 16 orientada hacia el retenedor 72, esta diana de irradiación 16 se extiende a cada lado del retenedor 72 a lo largo de la longitud del conducto de desintegración 52.

30 **[0240]** La cantidad q_1 es preferentemente un múltiplo de la cantidad predeterminada A de dianas de irradiación de modo que $q_1 = m \cdot A$, donde m es un número entero mayor o igual a uno, y preferentemente estrictamente mayor que uno.

35 **[0241]** En el caso donde m es estrictamente mayor que uno, durante la etapa 210, la secuencia anterior de las etapas a1 a a4 se repite m veces de modo que la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 se libera de la estación de desintegración 30.

[0242] En el ejemplo preferido donde la cantidad predeterminada A de dianas de irradiación 16 es igual a uno, la secuencia anterior de las etapas a1 a a4 se repite q_1 veces.

40 **[0243]** Preferentemente, durante la etapa 210, el contador de entrada 96 cuenta el número de dianas de irradiación 16 transferidas desde la estación de desintegración 30 al sistema de tubos de instrumentación 12, y la secuencia anterior de las etapas a1 a a4 se repite hasta que la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 se haya transferido al sistema de tubos de instrumentación 12.

45 **[0244]** Durante la etapa 210, la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas desde la estación de desintegración 30 se transfiere al dedo de instrumentación 14 donde está contenida la cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 pasadas al dedo de instrumentación 14 durante la etapa 208, y ocupa posiciones en este dedo de instrumentación 14 ubicado por encima de la cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 no activadas.

50 **[0245]** Por lo tanto, al final de la etapa 210, el dedo de instrumentación 14 contiene, en una dirección desde la parte inferior hasta la parte superior del mismo, la cantidad q_2 de dianas de irradiación no activadas y la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.

55 **[0246]** La etapa 214 es una etapa de descarga de la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 completamente activadas desde la estación de desintegración 30.

[0247] Durante esta etapa, la cantidad q_1 se descarga a través de la salida de la estación de desintegración 58 de la estación de desintegración 30 y se pasa al sistema de descarga 27 por medio del sistema de accionamiento 25 de dianas.

60

[0248] Según un ejemplo, durante la etapa 214, el tope de salida 84 se abre y las dianas de irradiación 16 se transportan al conducto de descarga 120 mediante un flujo de gas presurizado que fluye en una dirección desde la entrada 56 hasta la salida 58 del conducto de desintegración 52 hasta que se apoyan contra el tope de descarga 128. El tope de descarga 128 se abre a continuación de modo que las dianas de irradiación 16 puedan descargarse en un
65 recipiente de descarga 34 correspondiente.

- 5 **[0249]** En el ejemplo donde la estación de desintegración 30 comprende un distribuidor de salida 92, la cantidad q_1 se descarga a través de la salida de la estación de desintegración 58 en lotes correspondientes a la cantidad predeterminada llevando a cabo las etapas a1 a a4 como se describió anteriormente, donde "entrada" se reemplaza con "salida" y "salida" se reemplaza con "entrada".
- 10 **[0250]** Opcionalmente, la radiación, y en particular la tasa de dosis, emitida por la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 presentes en el conducto de descarga 52 se mide por el detector de radiación de salida 102 y/o por los detectores de radiación intermedios opcionales 104, antes de descargar las dianas de irradiación 16 desde la estación de desintegración 30, las dianas de irradiación 16 se descargan solo si la radiación medida, y en particular la tasa de dosis, está por debajo de un umbral predeterminado.
- 15 **[0251]** Durante la etapa 214, solo la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 completamente activadas se expulsa de la estación de desintegración 30. Según un ejemplo preferido, solo la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 está presente en la estación de desintegración 30 en el momento de descargar la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 completamente activadas.
- 20 **[0252]** Preferentemente, el procedimiento comprende, entre las etapas 212 y 214, una etapa 216 de pasar la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 total o parcialmente activadas y la cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas a la estación de desintegración 30.
- 25 **[0253]** La etapa 216 se lleva a cabo mediante el sistema de accionamiento 25 de dianas. Durante la etapa 216, la primera y segunda cantidades de dianas de irradiación 16 son conducidas preferentemente a la estación de desintegración 30 por el sistema de accionamiento 25 de dianas de irradiación hasta que se apoyan contra el tope de salida 84 de la estación de desintegración 30 o, si hay un distribuidor de salida 92, contra el elemento de bloqueo del distribuidor de salida 92.
- 30 **[0254]** El orden lineal de las dianas de irradiación 16 se retiene durante esta etapa, de modo que la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 total o parcialmente activadas se ubica más cerca de la salida del conducto de desintegración 52 que la cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.
- 35 **[0255]** Después de la etapa 216, una cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 no activadas se pasa al sistema de tubos de instrumentación 12 (etapa 218) y la cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas se pasa de nuevo al sistema de tubos de instrumentación 12 a través de la implementación de las etapas a1 a a4 descritas anteriormente utilizando el sistema de accionamiento 25 de dianas (etapa 220).
- 40 **[0256]** Al final de la etapa 220, el dedo de instrumentación 14 contiene, en una dirección desde la parte inferior hasta la parte superior del mismo, la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 no activadas y la cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.
- 45 **[0257]** Después de la etapa 220, el procedimiento comprende una etapa 222 de exposición de las dianas de irradiación 16 contenidas en el dedo de instrumentación 14 al flujo de neutrones en el núcleo 10 del reactor nuclear durante un tiempo de irradiación predeterminado d_3 para obtener una cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas y una cantidad q_2 de dianas de irradiación completamente activadas.
- 50 **[0258]** Las etapas 216, 218, 220 y 222 pueden repetirse una pluralidad de veces, cada repetición da como resultado la producción de un lote de dianas de irradiación 16 completamente activadas. Cada lote de dianas de irradiación 16 completamente activadas se expulsa de la estación de desintegración a través de la etapa 214.
- 55 **[0259]** Opcionalmente, el procedimiento comprende una etapa de desplazar el desviador 32 a la segunda configuración antes de pasar las dianas de irradiación 16 del sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación al sistema de tubos de instrumentación 12 durante las etapas 200, 208 y 218 y una etapa de desplazar el desviador 32 de la segunda configuración a la primera configuración antes de pasar las dianas de irradiación 16 del sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30 durante las etapas 206, 210 y 220.
- 60 **[0260]** Preferentemente, el contador de entrada 96 cuenta el número de dianas de irradiación 16 transferidas desde el sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30 o desde la estación de desintegración 30 al sistema de tubos de instrumentación 12 en las etapas 206, 210, 216 y 220.
- 65 **[0261]** La cantidad q_1 es preferentemente igual a la cantidad q_2 .
- [0262]** Preferentemente, todos los tiempos de irradiación durante las cuales las dianas de irradiación 16 se exponen al flujo de neutrones en el núcleo del reactor nuclear, por ejemplo, d_1 , d_2 y d_3 , son idénticos.
- [0263]** Según un ejemplo, cada uno de estos tiempos de irradiación es igual a la mitad del tiempo de activación

mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado. En este caso, la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 obtenidas al final de la etapa 212 y la cantidad de dianas de irradiación 16 ubicadas en la parte superior del dedo de instrumentación 14 al final de la etapa 222 son dianas de irradiación 16 completamente activadas. Estas dianas de irradiación completamente activadas se pueden recuperar de la instalación 6 con un período de recuperación correspondiente a la mitad del tiempo de activación del radionucleido deseado.

[0264] De hecho, cada uno de estos tiempos de irradiación puede corresponder a una fracción igual a $1/M$ del tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado. El número entero M se elige dependiendo de la relación entre el intervalo de recuperación deseado y el tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado. En este caso, el dedo de instrumentación 14 comprende puede comprender dianas de irradiación 16 en M diferentes etapas de activación al final de la etapa 222, y las dianas de irradiación 16 de cada lote tienen que exponerse M veces al flujo de neutrones en el núcleo 10 antes de activarse completamente. En tal caso, la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 obtenidas al final de la etapa 212 solo se activa parcialmente, y estas dianas de irradiación 16 deben devolverse al dedo de instrumentación 14 para la exposición al flujo de neutrones tantas veces como sea necesario para lograr el tiempo de activación mínimo.

[0265] Opcionalmente, el procedimiento comprende adicionalmente, después de la etapa 216 y antes de descargar las dianas de irradiación 16 completamente activadas en la etapa 214, una etapa de retención de las dianas de irradiación 16 completamente activadas en la estación de desintegración 30 durante un tiempo de desintegración d_4 .

[0266] El tiempo de desintegración d_4 corresponde al tiempo requerido para que la radiación, y en particular la tasa de dosis, emitida por la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 completamente activadas caiga por debajo de un umbral predeterminado. Según un ejemplo, el tiempo de desintegración d_4 está predeterminado dependiendo de la naturaleza del material contenido en las dianas de irradiación 16. Según una alternativa, el tiempo de desintegración d_4 depende de la medición de la radiación, y en particular de la tasa de dosis, por el detector de radiación de salida 102 y/o por los detectores de radiación intermedios opcionales 104.

[0267] Según esta opción, la etapa 214 se lleva a cabo después de que la cantidad de dianas de irradiación 16 completamente activadas se haya mantenido en la estación de desintegración 30 durante el tiempo de desintegración d_3 .

[0268] Según un ejemplo particular, los lotes de dianas de irradiación N deben administrarse a un intervalo de administración igual a la mitad del tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado, opcionalmente aumentado por el tiempo de desintegración d_4 necesario para que la radiación, y en particular la tasa de dosis, emitida por la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 completamente activadas caiga por debajo de un umbral predeterminado.

[0269] En este ejemplo particular, todos los tiempos de irradiación predeterminados son iguales al 50% del tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado.

[0270] En la etapa 200 del procedimiento, N dianas de irradiación 16 no activadas se pasan a un dedo de instrumentación 14 desde el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación.

[0271] En la etapa 204, estas N dianas de irradiación 16 no activadas se someten a flujo de neutrones en el núcleo del reactor nuclear durante un tiempo igual a la mitad del tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16.

[0272] En la etapa 206, estas N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas se transfieren a la estación de desintegración 30.

[0273] En la etapa 208, N dianas de irradiación 16 no activadas se pasan al dedo de instrumentación 14 desde el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación.

[0274] En la etapa 210, las N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas se pasan al dedo de instrumentación 14 desde la estación de desintegración 30 de tal manera que el dedo de instrumentación contiene, de abajo hacia arriba, N dianas de irradiación 16 no activadas y N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.

[0275] En la etapa 212, las dianas de irradiación 16 contenidas en el dedo de instrumentación 14 se someten a un flujo de neutrones en el núcleo del reactor nuclear durante un tiempo igual a la mitad del tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 para obtener N dianas de irradiación 16 completamente activadas y N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.

- 5 **[0276]** En la etapa 216, las N dianas de irradiación 16 completamente activadas y las N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas se pasan desde el dedo de instrumentación 14 a la estación de desintegración 30, conservándose el orden lineal de las dianas de irradiación 16. Las N dianas de irradiación 16 completamente activadas están, por lo tanto, ubicadas más cerca de la salida de la estación de desintegración 30 que las N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.
- 10 **[0277]** Las N dianas de irradiación 16 completamente activadas se descargan a continuación en un recipiente de descarga 34 en la etapa 214. Opcionalmente, permanecen en la estación de desintegración 30 durante el tiempo de desintegración predeterminado d_4 antes de su descarga en la etapa 214.
- [0278]** En la etapa 218, N dianas de irradiación 16 no activadas se pasan al dedo de instrumentación 14 desde el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación.
- 15 **[0279]** En la etapa 220, las N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas almacenadas en la estación de desintegración 30 se pasan desde la estación de desintegración 30 al dedo de instrumentación 14 de tal manera que el dedo de instrumentación contiene, de abajo hacia arriba, N dianas de irradiación 16 no activadas y N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.
- 20 **[0280]** En la etapa 222, las dianas de irradiación 16 contenidas en el dedo de instrumentación 14 se someten a un flujo de neutrones en el núcleo del reactor nuclear durante un tiempo igual a la mitad del tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 para obtener N dianas de irradiación 16 completamente activadas y N dianas de irradiación 16 parcialmente activadas.
- 25 **[0281]** Las etapas 216 a 222 pueden repetirse tan a menudo como sea necesario, cada repetición de estas etapas da como resultado la producción de un lote de N dianas de irradiación 16 completamente activadas con un tiempo de producción igual a la mitad del tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado. Este lote puede a continuación descargarse a través de la etapa 214, después de un tiempo de desintegración opcional d_4 en la estación de desintegración 30.
- 30 **[0282]** La instalación 6 descrita anteriormente comprende preferentemente un controlador 160 configurado para implementar el procedimiento descrito anteriormente.
- 35 **[0283]** En particular, la instalación 6 para producir dianas de irradiación activadas, y por ejemplo la UCI 42, comprende opcionalmente un controlador 160 configurado para controlar las siguientes etapas llevadas a cabo por la instalación 6:
- pasar una cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 no activadas del sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación al sistema de tubos de instrumentación 12 usando el sistema de accionamiento 25 de dianas;
 - exponer esta cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 no activadas al flujo de neutrones en el sistema de tubos de instrumentación 12 durante un tiempo de irradiación predeterminado d_1 para obtener una cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas, siendo el tiempo de irradiación predeterminado d_1 estrictamente menor que el tiempo de activación mínimo para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado;
 - pasar la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas desde el sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30 utilizando el sistema de accionamiento 25 de dianas;
 - pasar una cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 no activadas del sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación al sistema de tubos de instrumentación 12 usando el sistema de accionamiento 25 de dianas;
 - 40 - pasar la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas de vuelta desde la estación de desintegración 30 al sistema de tubos de instrumentación 12 usando el sistema de accionamiento 25 de dianas;
 - exponer la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas y la cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 no activadas al flujo de neutrones en el sistema de tubos de instrumentación durante un tiempo de irradiación predeterminado d_2 , para obtener una cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas o completamente activadas y una cantidad q_2 de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas; y
 - 45 - descargar al menos algunos, y más particularmente las dianas de irradiación 16 completamente activadas desde la estación de desintegración 30 al contenedor de almacenamiento de dianas 34.
- 50 **[0284]** La estación de desintegración 30 y la instalación 6 descritas anteriormente son ventajosas.
- 55 **[0285]** De hecho, la estación de desintegración 30 permite una transferencia de una cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 a la estación de desintegración 30, ya sea para el almacenamiento temporal de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas antes de ser transferidas de nuevo al núcleo 10 del reactor nuclear para una activación adicional por medio del distribuidor de entrada 68 o para la desintegración de los radioisótopos de vida corta de la activación a un nivel aceptable antes de su descarga en los recipientes de almacenamiento 34.
- 60 **[0285]**
- 65 De hecho, la estación de desintegración 30 permite una transferencia de una cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 a la estación de desintegración 30, ya sea para el almacenamiento temporal de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas antes de ser transferidas de nuevo al núcleo 10 del reactor nuclear para una activación adicional por medio del distribuidor de entrada 68 o para la desintegración de los radioisótopos de vida corta de la activación a un nivel aceptable antes de su descarga en los recipientes de almacenamiento 34.

[0286] La posibilidad de transferir una cantidad predeterminada de dianas de irradiación 16 contenidas en la estación de desintegración 30 de vuelta al núcleo 10 ofrecida por la estación de desintegración 30 permite una producción de lotes de radioisótopos con un intervalo de suministro que es menor que el tiempo de activación de los radioisótopos en el núcleo dentro de un mismo sistema de tubos de instrumentación 12. Por ejemplo, es posible producir lotes de radioisótopos con un intervalo de suministro correspondiente a la mitad del tiempo de activación de los radioisótopos en el núcleo.

[0287] En particular, la estación de desintegración 30 puede recibir, en este orden lineal, desde la entrada hasta la salida de la estación de desintegración, un lote de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas, que han pasado solo una fracción del tiempo de activación requerido en el núcleo y un lote de dianas de irradiación completamente activadas, que han pasado el tiempo de activación requerido en el núcleo 10. El distribuidor de entrada 68 y el contador de entrada asociado 96 a continuación permiten transferir selectivamente solo los radioisótopos parcialmente activados de nuevo al núcleo 10, mientras retienen las dianas de irradiación 16 completamente activadas en la estación de desintegración 30.

[0288] La estación de desintegración 30 también permite descargar las dianas de irradiación 16 completamente activadas en recipientes de almacenamiento convencionales 34 sin necesidad de una celda caliente o manipuladores al proporcionar un almacenamiento intermedio de las dianas de irradiación 16 completamente activadas dentro del circuito de descarga de la instalación 6 durante un tiempo suficiente para que la actividad de los radioisótopos de vida corta disminuya a un nivel aceptable. Una vez que el nivel de radiactividad ha disminuido por debajo de un umbral predeterminado, las dianas de irradiación activadas 27 pueden transferirse automáticamente fuera de la estación de desintegración 30 y al sistema de descarga 27 de la instalación 6. Además, esta estación de desintegración 30 puede integrarse directamente en los sistemas de generación de radionucleidos existentes con poco esfuerzo adicional, al tiempo que permite una desintegración segura de los isótopos de subproductos altamente radiactivos de vida corta.

[0289] Por lo tanto, esta estación de desintegración 30 constituye una solución rentable y compacta para descargar las dianas de irradiación 16 activadas desde el núcleo 10 del reactor nuclear, al tiempo que minimiza el riesgo para el medio ambiente.

[0290] El procedimiento descrito anteriormente permite reducir el intervalo de suministro de los radioisótopos contenidos en las dianas de irradiación 16 completamente activadas. De hecho, en cada momento en el tiempo, el dedo de instrumentación 14 contiene al menos dos lotes de dianas de irradiación 16 en diferentes etapas de activación. La estación de desintegración 30 sirve como almacenamiento intermedio para un lote parcialmente activado, mientras que se introduce un nuevo lote de dianas 16 no activadas en el dedo de instrumentación 14. Una vez que el nuevo lote se ha introducido en el dedo de instrumentación 14, el lote de dianas de irradiación 16 parcialmente activadas se puede transferir de nuevo al dedo de instrumentación 14 para una exposición adicional al flujo de neutrones. La estructura particular de la estación de desintegración 30 con su distribuidor de entrada 68 y el contador de entrada asociado 96 permite transferir solo uno de los dos lotes de dianas de irradiación de nuevo al dedo de instrumentación 14, mientras que el otro lote permanece en la estación de desintegración 30 antes de ser descargado en un contenedor de descarga correspondiente, posiblemente después de haber sido mantenido en la estación de desintegración 30 durante el tiempo de desintegración d_3 para permitir una desintegración suficiente de los isótopos altamente radiantes de corta vida.

[0291] Según un segundo ejemplo, el procedimiento para producir dianas de irradiación 16 activadas usando la instalación 6 descrita anteriormente comprende las etapas de:

- pasar dianas de irradiación 16 no activadas al sistema de tubos de instrumentación 12 desde el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación;
- exponer las dianas de irradiación 16 al flujo de neutrones en el sistema de tubos de instrumentación 12 durante un tiempo de irradiación predeterminado correspondiente al tiempo de activación mínimo requerido para la conversión completa del material precursor contenido en las dianas de irradiación 16 en un radionucleido deseado para obtener dianas de irradiación 16 completamente activadas;
- pasar las dianas de irradiación 16 completamente activadas desde el sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30;
- mantener las dianas de irradiación 16 completamente activadas en la estación de desintegración 30 durante un tiempo de desintegración
- descargar las dianas de irradiación 16 desde la estación de desintegración 30 en el recipiente de almacenamiento de dianas 34.

[0292] La duración de la desintegración corresponde al tiempo requerido para que la radiación, y en particular la tasa de dosis, emitida por la cantidad q_1 de dianas de irradiación 16 completamente activadas caiga por debajo de un umbral predeterminado. Según un ejemplo, el tiempo de la desintegración está predeterminada dependiendo de la naturaleza del material contenido en las dianas de irradiación 16. Según una alternativa, el tiempo de desintegración depende de la medición de la radiación, y en particular de la tasa de dosis, por el detector de radiación de salida 102

y/o por los detectores de radiación intermedios opcionales 104.

5 **[0293]** Opcionalmente, el procedimiento comprende una etapa de desplazar el desviador 32 a la segunda configuración antes de pasar las dianas de irradiación 16 del sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación al sistema de tubos de instrumentación 12 y una etapa de desplazar el desviador 32 de la segunda configuración a la primera configuración antes de pasar las dianas de irradiación 16 del sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30.

10 **[0294]** Preferentemente, el contador de entrada 96 cuenta el número de dianas de irradiación 16 transferidas desde el sistema de tubos de instrumentación 12 a la estación de desintegración 30.

15 **[0295]** El procedimiento según esta alternativa da como resultado la producción de radionucleidos con un intervalo de administración igual al tiempo de activación mínimo del radionucleido deseado aumentado por el tiempo de desintegración.

20 **[0296]** El procedimiento según esta alternativa es ventajoso. De hecho, mejora la seguridad y reduce la contaminación por radiación al medio ambiente y al personal, ya que la irradiación se dirige al recipiente 34 solo después de la desintegración de los subproductos de isótopos altamente radiactivos. Además, puede llevarse a cabo automáticamente y no requiere el uso de instalaciones separadas adicionales, como celdas calientes. Por lo tanto, es fácil de implementar y requiere poco espacio.

25 **[0297]** En la descripción anterior, el desviador 32 se describió como parte de una instalación que incluye una estación de desintegración 30. En este caso, está conectado indirectamente al sistema de descarga 27 de dianas de irradiación a través de la estación de desintegración 30. Sin embargo, el desviador 32 también puede ser parte de una instalación que no incluye una estación de desintegración 30, y a continuación se conecta al sistema de descarga 27 de dianas de irradiación directamente sin una estación de desintegración 30 interpuesta entre ellos.

30 **[0298]** Además, el desviador 32 se ha descrito como conectado al sistema de tubos de instrumentación 12 de un núcleo de un reactor nuclear. Sin embargo, el desviador 32 puede estar conectado a otras estructuras dentro del núcleo de un reactor nuclear que el sistema de tubos de instrumentación 12, dependiendo de las necesidades, con las mismas ventajas.

35 **[0299]** La presente solicitud también se refiere a una instalación para producir dianas de irradiación 16 activadas en un sistema de tubos de instrumentación 12 de un reactor nuclear, que comprende:

- un sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación como se describió anteriormente, configurado para proporcionar dianas de irradiación 16 no activadas ;
- un sistema de tubos de instrumentación 12 como se describió anteriormente, configurado para recibir las dianas de irradiación 16 del sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación en vista de su activación a través de la exposición al flujo de neutrones en el reactor nuclear;
- un sistema de descarga 27 de dianas de irradiación que comprende un puerto de salida de dianas configurado para acoplarse a un recipiente de almacenamiento de diana 34,
- un desviador 32 como se describió anteriormente, configurado para definir selectivamente una trayectoria para el desplazamiento de las dianas de irradiación 16 entre el sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación y el sistema de tubos de instrumentación 12 o entre el sistema de tubos de instrumentación 12 y el sistema de descarga 27 de dianas de irradiación, el primer conector 150 está conectado al sistema de descarga 27 de dianas de irradiación, el segundo conector 152 está conectado al sistema de alimentación 21 de dianas de irradiación y el tercer conector 154 está conectado al sistema de tubos de instrumentación 12 ; y
- un sistema de accionamiento 25 de dianas de irradiación, configurado para transportar al menos algunas de las dianas de irradiación 16 a través de la instalación 6.

REIVINDICACIONES

1. Desviador (32) para una instalación para producir dianas de irradiación (16) activadas en un reactor nuclear, teniendo el desviador (32) una primera configuración, donde define una trayectoria para el desplazamiento de las dianas de irradiación (16) entre una estructura del núcleo (10) del reactor nuclear, en particular un sistema de tubos de instrumentación (12), y un sistema de descarga (27) de dianas de irradiación para descargar las dianas de irradiación (16) activadas, y una segunda configuración, donde define una trayectoria para el desplazamiento de las dianas de irradiación (16) entre un sistema de alimentación (21) de dianas de irradiación y la estructura del núcleo (10) del reactor nuclear,
- comprendiendo el desviador (32):
- un primer conector (150) destinado a conectarse al sistema de descarga (27) de dianas de irradiación;
 - un segundo conector (152) destinado a conectarse al sistema de alimentación (21) de dianas de irradiación;
 - un tercer conector (154) destinado a conectarse a la estructura del núcleo (10) del reactor nuclear;
 - un primer conducto desviador (156A) que se puede mover entre:
 - una primera posición, donde conecta el primer conector (150) al tercer conector (154) para definir una trayectoria para las dianas de irradiación desde el primer conector (150) al tercer conector (154), y
 - una segunda posición, donde no conecta el primer conector (150) al tercer conector (154);
 - un segundo conducto desviador (156B) que se puede mover entre:
 - una primera posición, donde conecta el segundo conector (152) al tercer conector (154) para definir una trayectoria para las dianas de irradiación desde el segundo conector (152) al tercer conector (154), y
 - una segunda posición, donde no conecta el segundo conector (152) al tercer conector (154);
- cada conducto desviador (156A, 156B) está conformado de tal manera que induce, a lo largo de su longitud, dos cambios de dirección de las dianas de irradiación destinadas a circular por él, y
- un accionador, configurado para desplazar cada conducto desviador (156A, 156B) entre su primera posición y su segunda posición.
2. Desviador (32) según la reivindicación 1, donde el o cada conducto desviador (156; 156A, 156B) comprende una sección de extremo sustancialmente recta (158, 159) en cada extremo del conducto desviador (156, 156A, 156B) y una sección intermedia (160) que se extiende entre ellos.
3. Desviador (32) según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde la sección intermedia (160) de cada conducto desviador (156; 156A, 156B) es recta, el valor absoluto de un ángulo entre las secciones de extremo (158, 159) del conducto desviador (156, 156A, 156B) y la sección intermedia (160) está comprendido, por ejemplo, entre 2° y 5°.
4. Desviador (32) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde la sección intermedia (160) del o de cada conducto desviador (156; 156A, 156B) es curva, un radio de curvatura del o de cada conducto desviador (156; 156A, 156B) en la unión con cada una de las secciones de extremo (158, 159) está comprendido, por ejemplo, entre 200 y 800 mm.
5. Desviador (32) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el tercer conector (154) está separado del primer conector (150) y el segundo conector (152) está a lo largo de la dirección horizontal.
6. Desviador (32) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el primer conector (150) y el segundo conector (152) están sustancialmente alineados a lo largo de la dirección vertical y/o el tercer conector (154) está ubicado a una altura intermedia entre las alturas del primer y segundo conectores (150, 152).
7. Desviador (32) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el accionador está configurado para desplazar cada conducto desviador (156A, 156B) entre su primera posición y su segunda posición mediante traslación o rotación.
8. Desviador (32) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el desviador (32) está configurado de tal manera que el primer conducto desviador (156A) está en su primera posición cuando el segundo conducto desviador (156B) está en su segunda posición y viceversa.
9. Desviador (32) según la reivindicación 8, que comprende además un pistón (168), que delimita el primer y el segundo conducto desviador (156A, 156B) en el mismo, siendo el pistón (168) móvil entre una primera posición donde el primer conducto desviador (156A) está en su primera posición y el segundo conducto desviador (156B) en

su segunda posición y una segunda posición donde el primer conducto desviador (156A) está en su segunda posición y el segundo conducto desviador (156B) en su primera posición.

10. Desviador (32) según la reivindicación 9, que comprende además un alojamiento de desviador (170), estando el pistón (168) recibido en el alojamiento de desviador (170) para poder deslizarse en el mismo a lo largo de una dirección de desplazamiento (X).
11. Desviador (32) según la reivindicación 10, donde el alojamiento del desviador (170) comprende además:
- una primera y una segunda cámara (176, 178) formadas entre el pistón (168) y el alojamiento del desviador (170), estando ubicadas la primera y segunda cámaras (176, 178) a cada lado del pistón (168) a lo largo de la dirección de desplazamiento del pistón (168);
 - un puerto de entrada (180), en comunicación fluida con la primera cámara (176) y destinado a introducir un fluido presurizado en la primera cámara (176) para desplazar el pistón (168) de su primera posición a su segunda posición; y
 - un puerto de salida (182), en comunicación fluida con la segunda cámara (178), y destinado a permitir la extracción de aire de la segunda cámara (178) durante el desplazamiento del pistón (168) a lo largo de su dirección de desplazamiento (X).
12. Desviador (32) según la reivindicación 11, donde el pistón (168) está configurado para volver a su primera posición en ausencia de fluido a presión en la primera cámara (176).
13. Desviador (32) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, donde el alojamiento del desviador (170) comprende una primera y una segunda pared (172, 174), separadas entre sí a lo largo de la dirección longitudinal del conducto desviador (156, 156A, 156B), donde el primer y segundo conectores (150, 152) se proporcionan en la primera pared (172) y el tercer conector (154) se proporciona en la segunda pared (174).
14. Desviador (32) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, donde el primer y segundo conductos desviadores (156A, 156B) son simétricos con respecto a un plano medio entre estos dos conductos (156A, 156B).
15. Instalación para producir dianas de irradiación (16) activadas en un sistema de tubos de instrumentación (12) de un reactor nuclear, que comprende:
- un sistema de alimentación (21) de dianas de irradiación configurado para proporcionar dianas de irradiación (16) no activadas ;
 - un sistema de tubos de instrumentación (12), configurado para recibir las dianas de irradiación (16) del sistema de alimentación (21) de dianas de irradiación en vista de su activación a través de la exposición al flujo de neutrones en el reactor nuclear;
 - un sistema de descarga (27) de dianas de irradiación que comprende un puerto de salida de dianas configurado para acoplarse a un recipiente de almacenamiento de dianas (34),
 - un desviador (32) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, configurado para definir selectivamente una trayectoria para el desplazamiento de las dianas de irradiación (16) entre el sistema de alimentación (21) de dianas de irradiación y el sistema de tubos de instrumentación (12) o entre el sistema de tubos de instrumentación (12) y el sistema de descarga (27) de dianas de irradiación, el primer conector (150) está conectado al sistema de descarga (27) de dianas de irradiación, el segundo conector (152) conectado al sistema de alimentación (21) de dianas de irradiación y un tercer conector (154) conectado al sistema de tubos de instrumentación (12); y
 - un sistema de accionamiento (25) de dianas de irradiación, configurado para transportar al menos algunas de las dianas de irradiación (16) a través de la instalación (6).
16. Instalación según la reivindicación 15, que comprende además una estación de desintegración (30), dispuesta en la trayectoria de las dianas de irradiación (16) entre el sistema de tubos de instrumentación (12) y el sistema de descarga (27) de dianas de irradiación, y configurada para contener las dianas de irradiación (16) activadas antes de su descarga desde la instalación a través del sistema de descarga (27) de dianas de irradiación, estando conectado el primer conector (150) al sistema de descarga (27) de dianas de irradiación a través de la estación de desintegración (30).

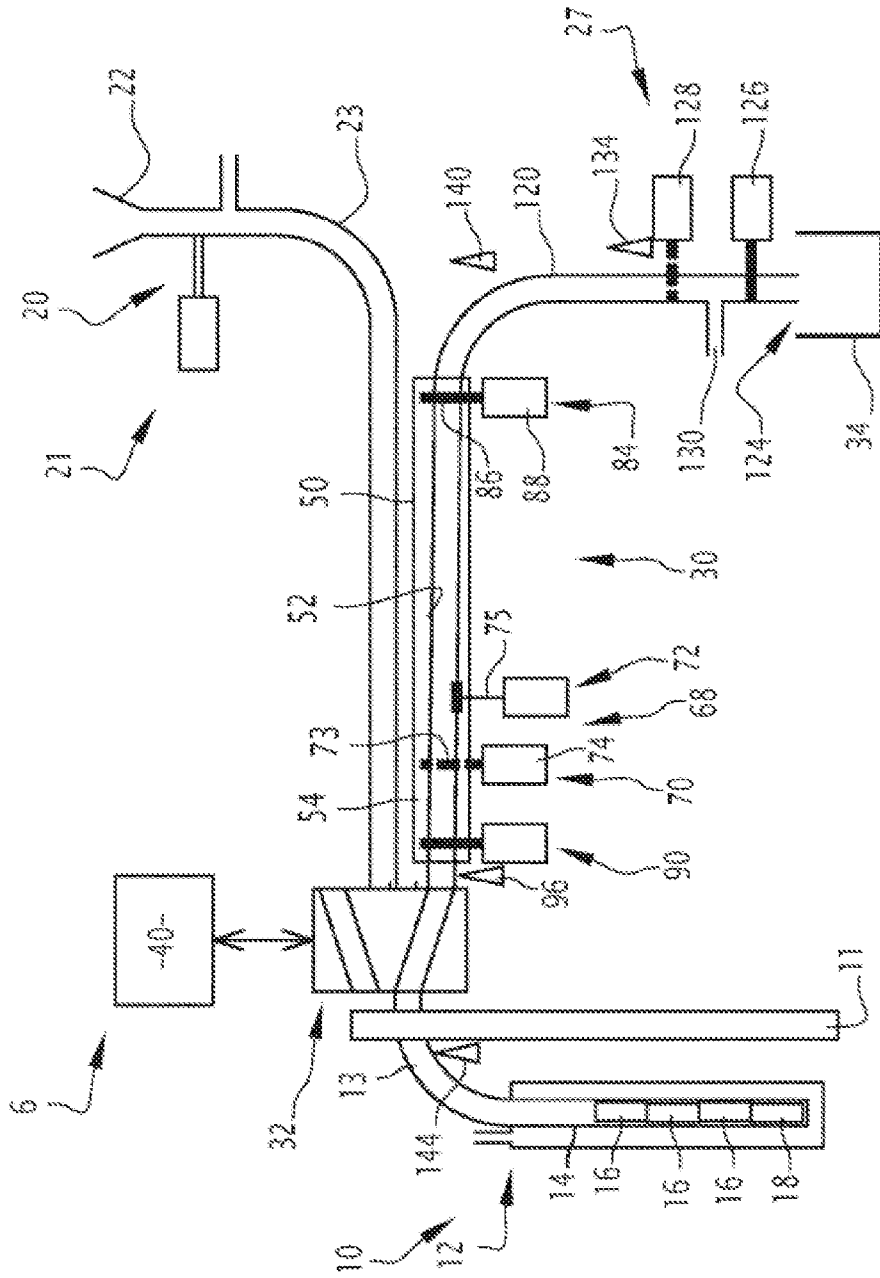


FIG.1

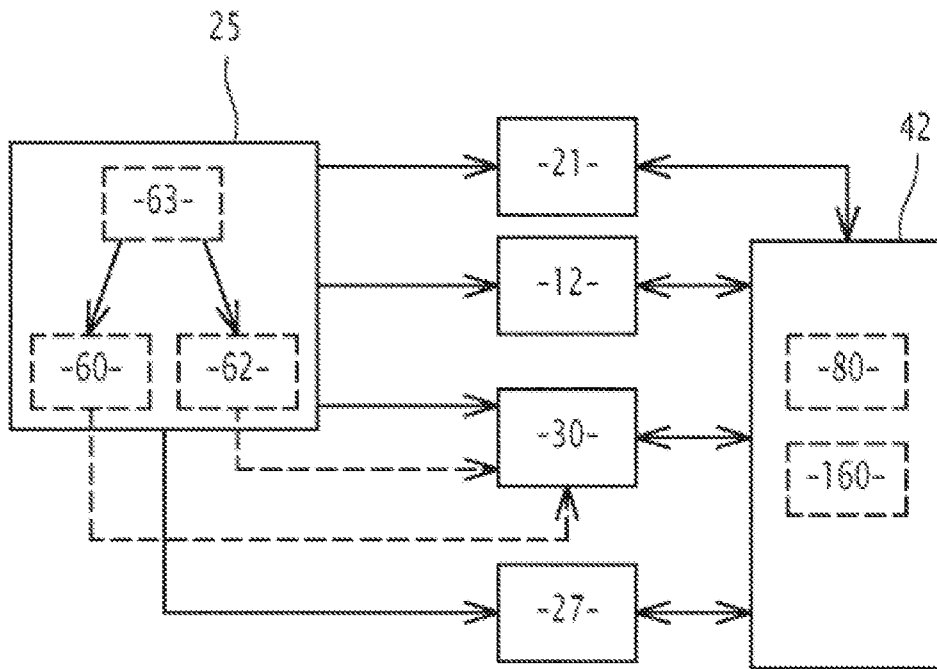


FIG.2

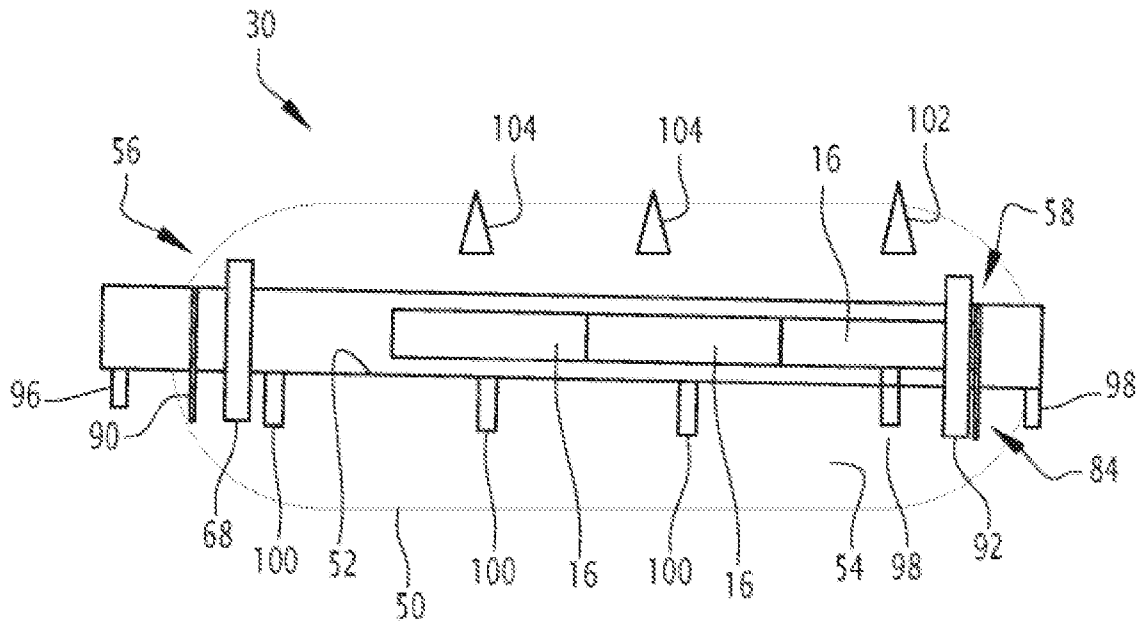


FIG.3

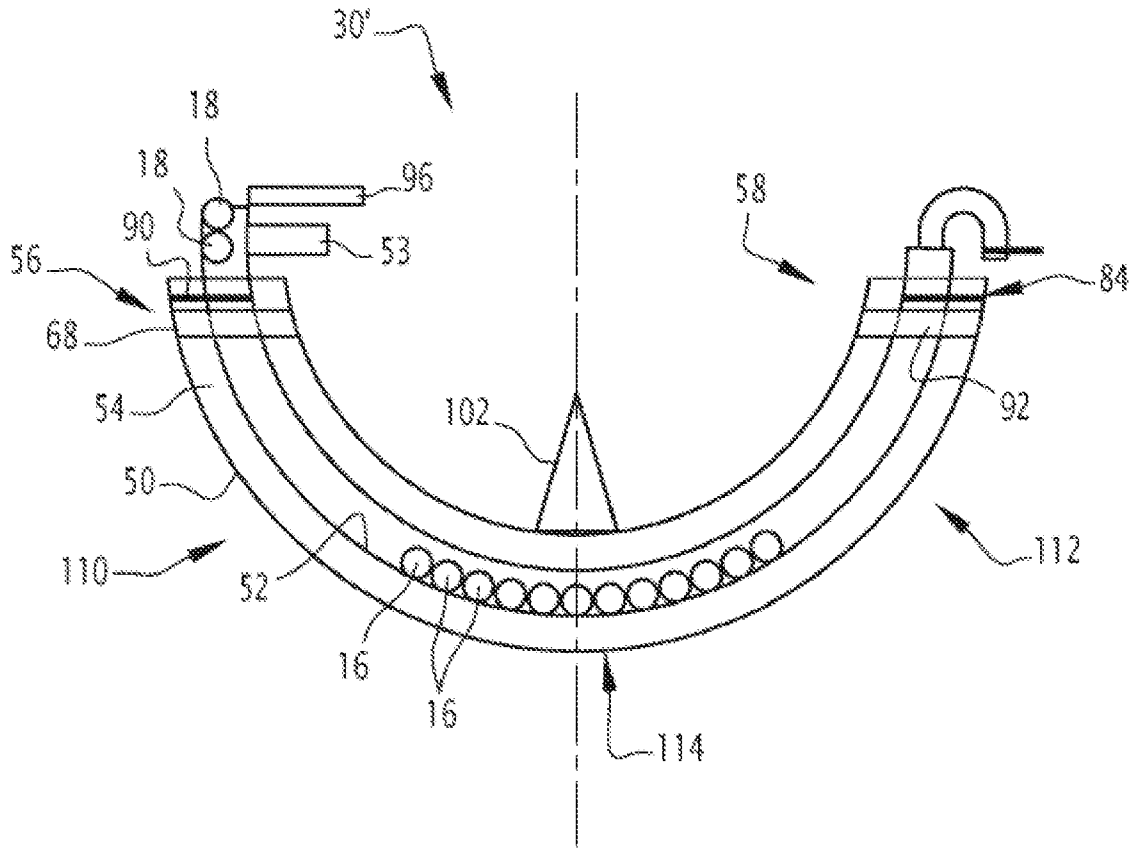


FIG.4

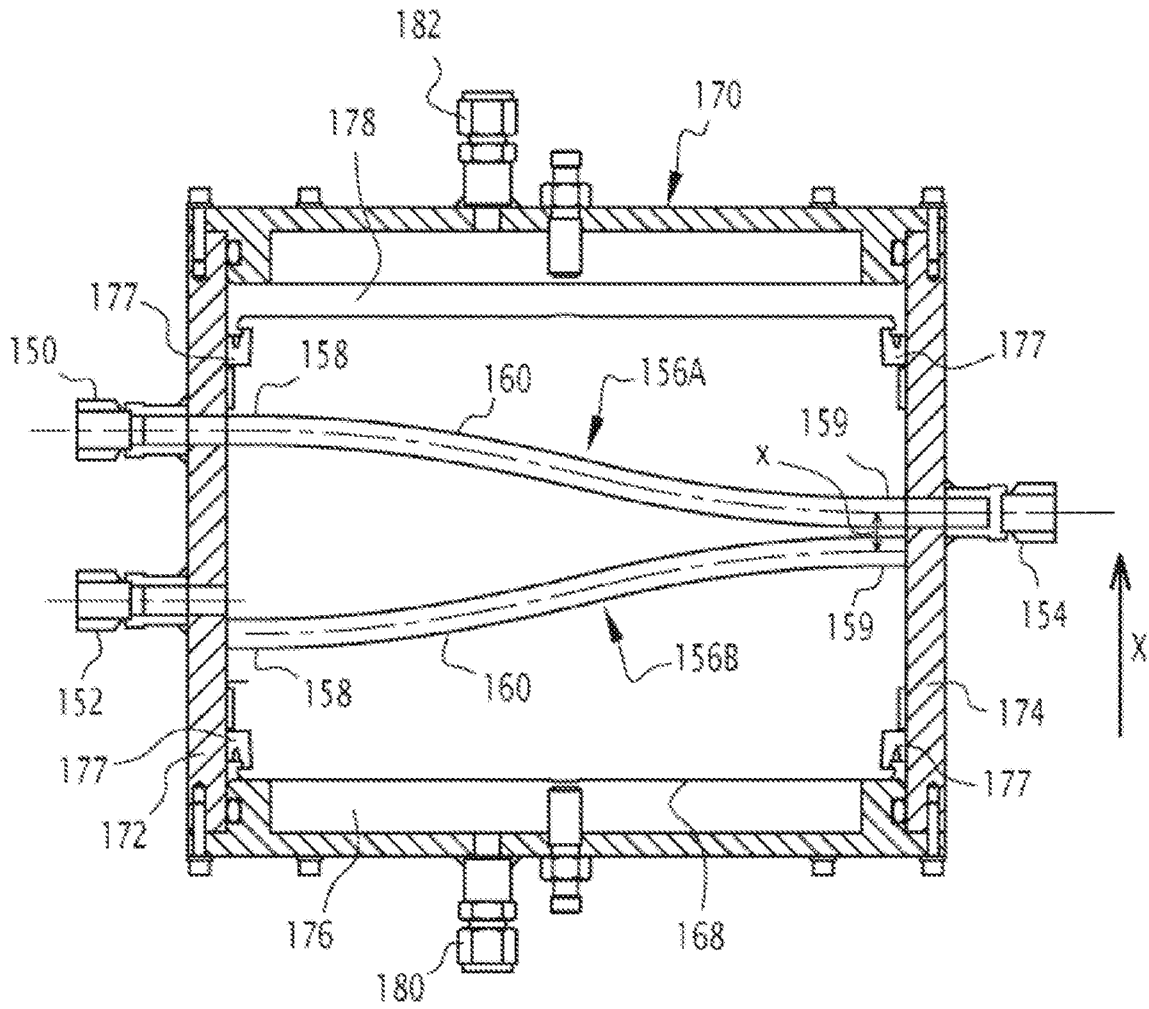


FIG.5

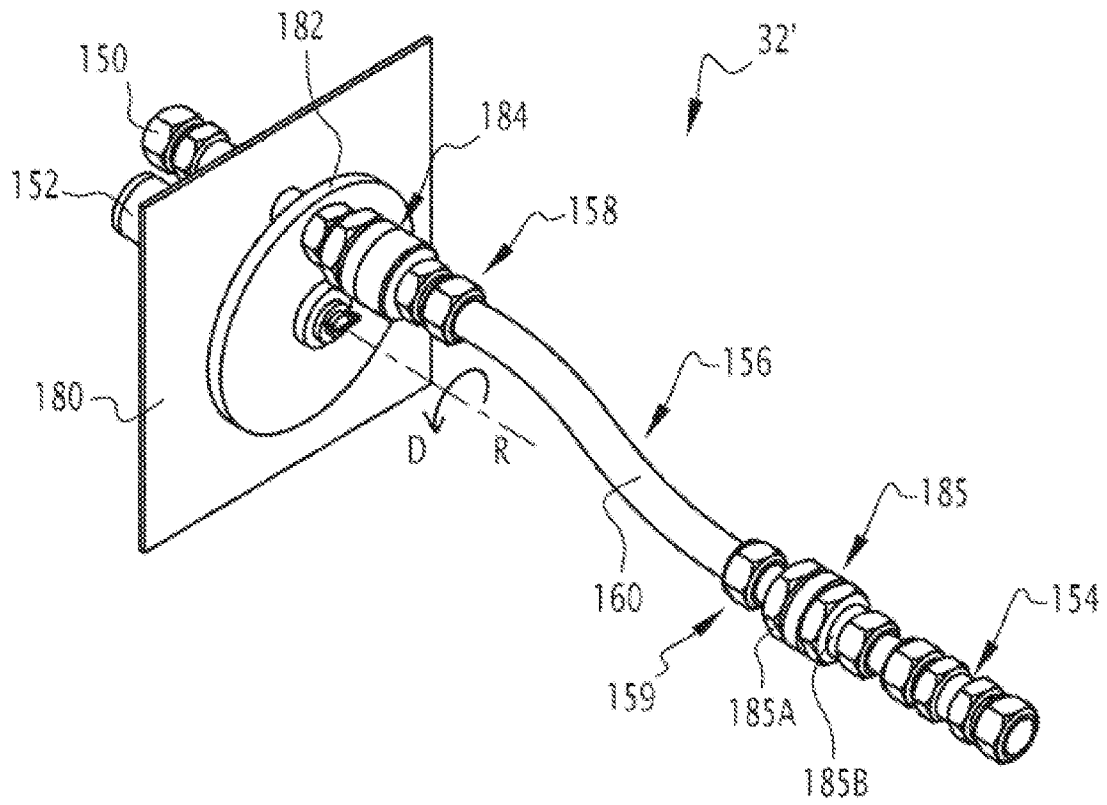


FIG. 6

FIG. 7

