

4 15



P.- 55.133
B 4613.3 PG

MEMORIA DESCRIPTIVA

G21c

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

entidad francesa

con domicilio en 29, rue de la Fédération 75, Paris
15^e, Francia.

por: "DISPOSICION DE REACTOR NUCLEAR, ESPECIALMENTE
DEL TIPO DE NEUTRONES RAPIDOS"

(Clase Internacional G21c)

12.9.73

- 1 -



La presente invención debida a Michel Aubert, Henri-Jacques Gollion y Philippe Verriere, se refiere a un reactor nuclear, especialmente del género "de neutrones rápidos", que tiene un núcleo formado por el agrupamiento de conjuntos combustibles y enfriado por circulación, en contacto con estos conjuntos, de un metal líquido, generalmente sodio, confinado, al menos parcialmente, en el interior de una primera cuba llamada cuba primaria, de eje vertical, que contiene el núcleo, estando esta cuba primaria rodeada a su vez por una segunda cuba, llamada cuba principal, estando colocado el conjunto de estas dos cubas en una estructura de paredes gruesas, que constituye un cajón externo de protección biológica frente a efectos de radiaciones radiactivas.

En una disposición de este género y en sí misma clásica en el dominio técnico correspondiente, la invención se refiere más especialmente a los reactores integrados, es decir, en los cuales las cubas encierran, no solamente el núcleo y el volumen de sodio necesario para su enfriamiento, sino igualmente los accesorios y equipos, tales como los cambiadores y las bombas, que permiten asegurar la extracción de las calorías adquiridas por el sodio en su travesía del núcleo, y su puesta en circulación continua de una cuba a la otra. De una manera general y con un sentido de circulación del sodio



de abajo a arriba a través del núcleo, la cuba primaria o cuba interna delimita, por encima del núcleo, una zona donde se recoge el sodio caliente que sale del núcleo, debiendo estar esta zona tan bien confinada como sea posible, por diversas razones de funcionamiento y de seguridad. Sin embargo, este confinamiento acarrea la presencia cerca de esta cuba de zonas constituidas por sodio a diferentes temperaturas, lo que tiene tendencia a hacer aparecer dilataciones diferenciales entre la cuba primaria y otras partes del reactor puestas a una temperatura menos elevada. Los cambiadores de calor, montados en el interior de la cuba principal y en el exterior de la cuba primaria, son alimentados directamente por el sodio caliente, siendo recogido el sodio enfriado que sale de estos cambiadores en la cuba principal por las bombas de circulación que lo devuelven bajo el núcleo, donde comienza de nuevo el ciclo.

La presente invención tiene por objeto simplificar la concepción de los dispositivos que permiten conducir el sodio caliente de la cuba primaria a los cambiadores contenidos en el interior de la cuba principal, conservando especialmente en estas cubas, y en particular en la cuba primaria, su integridad y su forma, en particular sin que sea necesario efectuar



a través de la pared de la cuba primaria perforaciones u orificios para la salida del sodio, estando realizada la unión con los cambiadores de tal forma que tolera, además, y sin dificultad los desplazamientos relativos de los cambiadores con relación a la cuba primaria, debidos a las dilataciones diferenciales que resultan de las temperaturas variables necesariamente encontradas.

A este efecto, el reactor nuclear considerado, en el cual cada cambiador está dispuesto con su eje vertical, tiene ventanas de entrada y de salida del sodio que proviene de la cuba primaria, dispuestas, respectivamente, en su extremo superior y en su extremo inferior, y está rodeado por una virola externa que penetra con el cambiador en la zona comprendida entre la cuba primaria y la cuba principal, se caracteriza porque la virola delimita con el cambiador un espacio anular empalmado, al nivel de las ventanas de entrada en el cambiador con un extremo de al menos un conducto acodado, que se sumerge por su otro extremo en el sodio contenido en la cuba primaria, estando unido este espacio anular por una tubuladura de comunicación con una fuente de bombeo que crea en este espacio una depresión regulable, que realiza la cebadura del sifón constituido por la cuba primaria, el conducto acodado y el espacio anular.



Dejando aparte esta característica principal, un reactor nuclear establecido conforme a la invención presenta otras características anejas, a considerar, preferentemente, en combinación pero que, en caso necesario, podrían serlo separadamente y que conciernen especialmente a los puntos siguientes:

5 - cada cambiador tiene en su superficie externa, entre las ventanas de entrada y de salida del sodio, collarines en resalto, que delimitan, con la pared enfrente de la virola externa un laberinto de estanqueidad para el espacio anular;

10 - la virola externa que rodea cada cambiador se prolonga en su parte superior por un elemento tubular, que atraviesa el cajón de protección y que tiene un asiento de apoyo y de soporte del cambiador;

15 - la tubuladura que desemboca en el espacio anular puede ser conectada con una fuente de gas a presión, para la descebadura mandada del sifón.

20 Aparecerán aún otras características de un reactor nuclear establecido conforme a la invención a través de la descripción que sigue de un ejemplo de realización, dado a título indicativo y no limitativo, con referencia a la figura única del dibujo anejo que ilustra una vista esquemática en corte vertical parcial de este reactor.

25



En esta figura, la referencia 1 designa esquemáticamente el núcleo de un reactor nuclear del género reactor de neutrones rápidos, formado por el agrupamiento, uno al lado del otro, de conjuntos de combustibles (no representados), que contienen un material fértil o fisible. El núcleo 1 está dispuesto con su eje vertical en el interior de una primera cuba 2, llamada cuba primaria, rodeada a su vez por una segunda cuba 3, coaxial con la primera, llamada cuba principal, estando abiertas las cubas 2 y 3 en su parte superior. La cuba 3 puede estar de una forma en sí conocida, suspendida por medios tales como 4, de una losa gruesa 5, que cierra por arriba un recinto o cajón de protección 6, que contiene el conjunto de la instalación. Estas cubas 2 y 3 están llenas de un volumen conveniente de un metal líquido, especialmente sodio, que sirve, en funcionamiento, para enfriar el núcleo 1 y para transferir las calorías adquiridas por contacto con los conjuntos combustibles a un fluido secundario que asegura en el exterior del reactor la producción de energía eléctrica. Estas disposiciones permiten especialmente confinar el sodio caliente que sale del núcleo 1 después de haber atravesado éste de abajo a arriba, en el interior de la cuba 2, estando el sodio restante, y especialmente el contenido en la cuba 3, a temperatura menos elevada,



especialmente como consecuencia del enfriamiento rea-
lizado en la travesía de los cambiadores de calor, ta-
les como el representado en 10 en el dibujo, estando
estos cambiadores preferentemente repartidos de modo
5 regular en la cuba principal 3, en el exterior de la
cuba primaria 2, y estando asociados a bombas de circu-
lación (no representadas) contenidas igualmente en la
cuba 3 y que permiten recoger el sodio a la salida de
los cambiadores y devolverlo bajo el núcleo 1 para una
10 nueva travesía de éste. Como consecuencia del caudal
de estas bombas y de las pérdidas de cargas encontra-
das, los niveles del sodio en las cubas 2 y 3, respec-
tivamente, representados en la figura en 8 y 9, son ta-
les que el nivel 8 en la cuba 2 está ligeramente más
15 elevado con relación al nivel 9 en la cuba 3.

Cada cambiador 10 se presenta bajo la forma
de un bloque de forma general cilíndrica de eje verti-
cal, en el cual penetran, por su extremo superior, con-
ductos 11 y 12 que sirven para la admisión y para la
20 evacuación de un fluido secundario cualquiera que pue-
de ser sodio o agua, que atraviesa el cambiador a tra-
vés de una serie de tubos de circulación (no represen-
dos) mantenidos paralelos al eje del bloque por placas
tubulares. El bloque del cambiador 10 tiene en sus ex-
25 tremos superior e inferior ventanas de entrada y de sa-



lida del sodio contenido en las cubas 2 y 3, con objeto de permitirle ponerse en contacto con los tubos de circulación del fluido secundario, atravesando el sodio el cambiador desde arriba hacia abajo para ser
5 recogido a la salida de éste por las bombas ya mencionadas, que lo devuelven hacia el núcleo 1. En su parte superior, el cambiador 10 tiene un collarín transversal 15, que reposa sobre un resalto de apoyo 16, que pertenece a un elemento 17 que forma camisa de
10 travesía de la losa superior 5 del cajón 6 y que sirve para soportar este cambiador, que puede así sumergirse directamente en el volumen de sodio contenido entre las cubas 2 y 3.

Conforme a la invención, la camisa 17 se prolonga hacia abajo por una virola cilíndrica 18, que rodea el cambiador y que delimita con este último un espacio anular 19, estando éste unido por una tubuladura 20 provista de una válvula de regulación 21, a una fuente de bombeo (no representada) situada en el
15 exterior del reactor y que permite poner este espacio anular a depresión con relación a la presión de un gas neutro de cobertura que reina por encima del sodio en las cubas 2 y 3. En su superficie exterior, el cambiador 10 tiene una serie de collarines 22, en saliente
20 radial hacia la pared de enfrente de la virola 18,
25



5 formando estos collarines con esta pared un laberinto que preserve al menos parcialmente la estanqueidad del espacio anular 19. En la parte superior de la virola 18, sensiblemente al nivel de las ventanas de entrada 13, este espacio 19 está empalmado por un conducto acodado 23 cuyo extremo se sumerge bajo el nivel 8 del sodio de la cuba primaria 2. Este conducto 23 tiene especialmente una parte horizontal 24 y una parte vertical 25 que se sumerge en el sodio hasta un nivel determinado por las condiciones de funcionamiento de la instalación y, en particular, por el caudal de circulación a través del cambiador 10 y el núcleo 1.

15 El funcionamiento del reactor de neutrones rápidos considerado es entonces el siguiente: bajo el efecto de bombas de circulación, el sodio recogido en la cuba principal a la salida de los cambiadores 10 es impulsado por colectores (no representados) bajo el núcleo 1 en la cuba 2, atravesando el sodio a continuación el núcleo de abajo a arriba en contacto con los conjuntos combustibles. El sodio caliente que sale del núcleo se encuentra, en estas condiciones, confinado en la cuba primaria 2. Para asegurar su transferencia hacia la cuba principal 3, el espacio anular 25 19 es puesto a depresión conveniente por medio de la



tubuladura 20, siendo realizada esta depresión, limitada a un valor reducido, por ejemplo $1/10$ de atmósfera, de manera progresiva. El nivel del sodio aumenta simultáneamente en el conducto 23 según el sentido de la flecha 26 y alrededor del haz de los tubos de circulación del fluido secundario en el interior del bloque de cada cambiador 10. Cuando este nivel alcanza la generatriz inferior de la parte horizontal 24 del conducto 23, comienza el flujo de la cuba primaria 2 hacia la cuba principal 3, penetrando el sodio caliente por las ventanas de entrada 13. Al continuar subiendo el nivel del sodio, estas ventanas 13 son totalmente cubiertas seguidamente, funcionando entonces el cambiador en continuo, desempeñando el conducto 23 la misión de un sifón clásico. Ventajosamente, las ventanas de entrada 13 están dispuestas y estudiadas de manera que creen en el flujo del sodio una ligera turbulencia, necesaria para la estabilidad del funcionamiento. En efecto, si el flujo se produjese sin turbulencias, el sodio proveniente de la cuba primaria 2 arrastraría consigo una pequeña cantidad del gas neutro situado por encima del nivel 8 en esta cuba; esta cantidad provocaría el riesgo, acumulándose progresivamente en el espacio anular 19, de producir una elevación de la presión y, correlativamente, una disminución del nivel del



sodio con relación a las ventanas hasta la desceba-
dura del sifón. Por el contrario, por el hecho de la
creación de una turbulencia apropiada, este gas es
arrastrado con el sodio que atraviesa el cambiador, sien-
do mantenida por este hecho la depresión en el espa-
cio anular 19 a un valor sensiblemente constante.

Se realiza así un reactor nuclear en el cual,
asegurado el confinamiento del sodio caliente en el
interior de la cuba primaria, se obtiene, por la dis-
posición prevista, una disminución del volumen de sodio
caliente contenido en el reactor, o incluso, para un
volumen dado, un aumento de la altura de los cambia-
dores.

Otra ventaja de la disposición considerada
resulta de la posibilidad de aislar a voluntad uno o
varios cambiadores por simple regulación de la presión
en el espacio anular, teniendo por efecto la inyección
en éste de una cantidad conveniente de gas neutro apro-
piado, por ejemplo argón a presión, hacer bajar el
nivel del sodio en este espacio y descebar inmediata-
mente el sifón correspondiente. Con todo rigor, es su-
ficiente que el gas a inyectar presente un caudal vo-
lumétrico igual al caudal del sodio que atraviesa el
cambiador, es decir, que la cantidad de gas sea igual
al volumen representado por el conjunto del cambiador



y de su virola.

Otra ventaja se deriva igualmente del montaje de cada cambiador en una virola cilíndrica que atraviesa la losa superior del cajón, que permite tolerar desplazamientos relativos de este cambiador y de las cubas sin reacciones mutuas de estos diferentes elementos, cualesquiera que sean las dilataciones diferenciales presentes. Por último, la utilización de un conducto de enlace entre el espacio anular previsto alrededor de cada cambiador y la cuba primaria evita tener que modificar la forma de esta cuba y permite respetar su integridad, especialmente eliminando toda perforación u orificio a través de la pared de esta cuba para el paso del sodio.

Bien entendido, ni que decir tiene que la invención no se limita al ejemplo de realización más especialmente descrito y representado; abarca, por el contrario, todas sus variantes. Es así cómo el laberinto destinado a la estanqueidad del espacio anular podría ser realizado por otros medios que el descrito más arriba a título de ejemplo, utilizando otro tipo de junta mecánica (que puede ser solidaria del cambiador ó de la virola 18) o incluso una junta hidráulica.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Francia, el 8 de Agosto de 1972, bajo el



Nº EN 72 28573, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES

10

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

15

1ª.- Disposición de reactor nuclear, especialmente del tipo de neutrones rápidos, que tiene un núcleo formado por el agrupamiento de conjuntos combustibles y enfriado por circulación, en contacto con estos conjuntos, de un metal líquido, generalmente sodio, confinado al menos parcialmente en el interior de una primera cuba llamada primaria de eje vertical, que contiene el núcleo, estando esta cuba primaria rodeada a su vez por una segunda cuba, llamada cuba principal, estando colocado el conjunto de estas dos cubas en una es-

20

25

me

12.9.73



estructura de paredes gruesas, que constituye un cajón externo de protección biológica frente a los efectos de las radiaciones radioactivas, conteniendo la cuba principal igualmente cambiadores de calor y bombas que permiten asegurar la extracción de las calorías adquiridas por el sodio en su travesía por el núcleo y su puesta en circulación continua de una cuba a la otra, estando dispuesto cada cambiador con su eje vertical, que tiene ventanas de entrada y de salida del sodio procedente de la cuba primaria, dispuestas, respectivamente, en su extremo superior y en su extremo inferior, y estando rodeado por una virola externa que penetra con el cambiador en la zona comprendida entre la cuba primaria y la cuba principal, caracterizada porque esta virola delimita con el cambiador un espacio anular empalmado al nivel de las ventanas de entrada en el cambiador a un extremo de al menos un conducto acodado, que se sumerge por su otro extremo en el sodio contenido en la cuba primaria, estando este espacio anular unido por una tubuladura de comunicación con una fuente de bombeo que crea en este espacio una depresión regulable, que realiza la cebadura del sifón constituido por la cuba primaria, el conducto acodado y el espacio anular.

25

2ª.- Disposición según la reivindicación 1ª,

ml
12.9.73



Esta Memoria consta de dieciseis hojas es-
critas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

Arca

m/6
12.9.73
MCM

