

423992

- 5 FEB. 1974

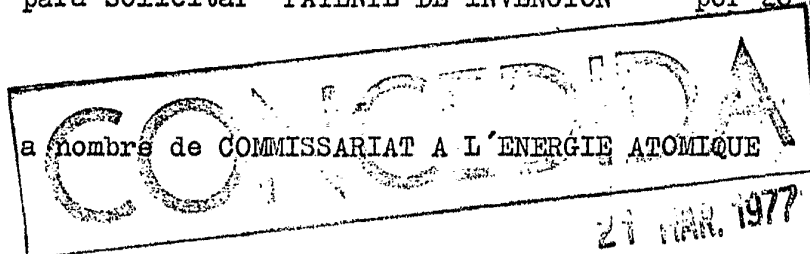
P.- 56.940

B4807.3.8PG

Int. Cl.: G21C

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años



entidad francesa

establecida en 29, rue de la Fédération, París 15<sup>e</sup>,  
Francia

por: "REACTOR NUCLEAR DE NEUTRONES RAPIDOS"  
(Clase Internacional G21c)

1.4.74

- 1 -

El presente invento se refiere a un reactor nuclear de neutrones rápidos y de refrigeración por circulación de metal fundido, particularmente sodio, compuesto por una cuba principal de eje vertical que soporta el núcleo del reactor, una cuba primaria dispuesta en la cuba principal y que contiene al núcleo, asegurando esta cuba primaria la separación entre el metal líquido caliente que sale del núcleo y el metal líquido frío que sale de cambiadores de calor sumergidos en la cuba principal, y de las bombas de circulación del metal líquido frío que sale de los cambiadores y enviado de nuevo al núcleo, teniendo la cuba principal un resalto lateral atravesado por virolas de paso de los cambiadores y de las bombas de metal líquido.

En las instalaciones de este tipo, derivadas de la versión llamada "integrada", en particular en el reactor prototipo Fénix de 250 MWe realizado actualmente, la concepción general, del reactor consiste en hacer que este comprenda, en el interior de un recinto exterior de protección de gruesos muros de hormigón, una primera cuba estanca, llamada cuba principal de eje vertical, y en esta última, una segunda cuba, llamada cuba primaria, que contiene el núcleo y asegura la separación del sodio caliente y del sodio frío. Esta cuba primaria presenta una extensión lateral o resalto, que

está atravesado por cambiadores que recogen el sodio caliente, extendiéndose cada cambiador en la cuba principal paralelamente al eje vertical del núcleo alrededor de éste y atravesando el resalto prolongándose en el espacio comprendido entre las dos cubas bajo este resalto para restituir a este espacio el sodio frío. Este último es entonces recogido por unas bombas montadas entre los cambiadores, para enviarlo de nuevo al núcleo, atravesando estas bombas igualmente al resalto.

10 Aunque perfectamente comprobada técnicamente, esta solución aparece incierta cuando se desea trasladarla a reactores de potencia mucho más elevada, lo que produce como consecuencia un aumento importante de las dimensiones diametrales de la cuba primaria, así como de la diferencia de presión procedente de la diferencia de los niveles de sodio entre el interior y el exterior de esta cuba. Estas condiciones más severas, unidas a una relativa incertidumbre referente al régimen termohidráulico del sodio entre las dos cubas, lo cual  
15 podría conducir a la aparición de esfuerzos no previstos, no permiten reproducir con una fiabilidad suficiente la solución con resalto del tipo Fénix.

20 El presente invento tiene como objeto una nueva estructura de reactor nuclear de neutrones rápidos compuesto por una cuba principal y una cuba primaria  
25

provista de un resalto lateral, que evita el inconveniente citado, en particular para reactores de potencia elevada, del orden de 1.000 MWe.

5 A este efecto, el reactor considerado se caracteriza porque el resalto se prolonga en el exterior de la cuba primaria por un borde vuelto hacia abajo, unido por su extremo inferior a la cuba principal.

10 Preferentemente, se adoptará un resalto "bajo", es decir, un resalto colocado por debajo del extremo superior del núcleo y cuya parte superior está situada a poca distancia por encima del nivel de salida de los cambiadores; esta disposición presenta ventajas a la vez desde el punto de vista de manipulación de los conjuntos combustibles y desde el punto de vista del conocimiento de las condiciones térmicas, como se explicará con más detalle a continuación.

15 Según una disposición habitual, el núcleo del reactor montado en la cuba primaria está soportado por una plataforma horizontal que se extiende bajo esta cuba y que está unida por una virola cónica lateral a la pared de la cuba principal. Según una primera variante de realización, el borde vuelto del resalto de la cuba primaria se conecta a la virola cónica en la proximidad de su unión con la pared de

20

25

la cuba principal.

5 Soportando de este modo la cuba principal al núcleo del reactor por mediación de la plataforma y de la virola cónica, es particularmente ventajoso, si no indispensable, asegurar la estabilidad dimensional de esta cuba y, particularmente, evitar que esté sujeta a dilataciones térmicas diferenciales importantes. Con este fin, la cuba principal lleva en su pared lateral por lo menos una pantalla que limita con esta pared un espacio anular recorrido por un flujo ascendente de sodio frío, y una contrapantalla que limita con dicha pantalla un espacio anular recorrido por el flujo descendente del sodio, procedente de dicho flujo ascendente y que vuelve al volumen de sodio frío situado por debajo del resalto de la cuba primaria. Según una variante de realización del invento, el borde vuelto del resalto de la cuba primaria está unido a la pared de la contrapantalla.

10 Otras características de una cuba primaria para reactor nuclear, establecida de acuerdo con el invento, aparecerán aún a través de la descripción siguiente de dos ejemplos de realización, dados a título indicativo y no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

25 - la fig. 1 es una vista esquemática,

en corte longitudinal y en alzado, de un reactor nuclear de neutrones rápidos, provisto de una cuba primaria de acuerdo con el invento,

5 - la Fig. 2 es un corte parcial a escala mayor por la línea II-II de la Fig. 1,

- la Fig. 3 es una vista en detalle de la Fig. 2 que ilustra la unión de la cuba primaria y de la cuba principal,

10 - la Fig. 4 es una vista en corte parcial y en alzado de una variante de realización de la cuba considerada.

En la Fig. 1, se ha representado esquemáticamente un reactor nuclear de neutrones rápidos que comprende, como es el caso general en las instalaciones de este tipo, una estructura externa 1 con paredes gruesas de hormigón, que limita una cavidad interna de grandes dimensiones en la cual está montada una cuba metálica 2, particularmente de acero, llamada cuba principal y destinada a contener y a soportar el núcleo del reactor así como el volumen de sodio líquido que asegura su refrigeración. Esta cuba está forrada exteriormente por una envolvente paralela y coaxial 3, que constituye una cuba de seguridad en el caso de rotura o de incidente sobrevenidos en funcionamiento a la cuba principal. Las cubas 2 y 3 están

15  
20  
25

colgadas por su parte superior de una losa gruesa 4, que cierra la estructura 1 y las cubas, confinando la parte activa del reactor en la cavidad interna. En esta losa 4 están montados tapones tales como 5, 6 y 7, aptos para soportar rotaciones relativas entre ellas, de modo que permiten, de una manera bien conocida en sí misma, el acceso al núcleo del reactor por órganos de manipulación de los cuales se tratará más adelante. En la losa 4 hay previstos pasos verticales, tales como 8 y 9, reservados, respectivamente, para el montaje a través de esta losa de los cambiadores de calor 10 y de bombas de circulación 11, de cada uno de los cuales ilustra un ejemplo la Fig. 1, diametralmente opuestos, pudiendo ser cualquiera el número de estos cambiadores y de estas bombas y estando adaptado a las características de funcionamiento del reactor. Preferentemente, las bombas y los cambiadores están repartidos regularmente alrededor del eje vertical de la cuba principal 2, pudiendo corresponder cada bomba por ejemplo, a uno o dos cambiadores próximos.

En el interior de la cuba 2 está dispuesto el núcleo del reactor, designado en su conjunto por la referencia 12 y que comprende, esencialmente, una parte central fisible 13, rodada por capas fértiles 14, mientras que a los lados del núcleo están colocados

conjuntos de protección neutrónica tales como 15 según un montaje clásico en sí mismo. El núcleo 12 está dispuesto en el interior de una segunda cuba 16, llamada cuba primaria, y reposa por mediación de un durmiente 17 sobre una plataforma de soporte 18. Esta última está, a su vez, unida por su periferia a una virola cónica 19, cuyo borde exterior está hecho solidario, en un punto de sujeción 20, de la pared lateral de la cuba principal 2 que soporta de este modo, por mediación de esta virola y de esta plataforma, el núcleo 12 y la cuba 16.

De acuerdo con el invento, la cuba primaria 16 presenta una forma de revolución alrededor del eje vertical común de la cuba principal 2 y del núcleo 12, y comprende un fondo horizontal 21 que constituye la parte superior del durmiente 17 y una pared lateral 22 que se prolonga por un resalto oblicuo 23 dirigido hacia el exterior, estando terminado este resalto por un borde vuelto 24, paralelo a la pared lateral 22 y que, en el ejemplo ilustrado en las Figs. 1 y 2, va a unirse por una brida anular 24a, al nivel del punto de sujeción 20 de la virola cónica 19 y de la cuba principal 2 (Fig. 3).

El resalto oblicuo 23 de la cuba primaria 16 comprende, además, a la altura de los cambiadores 10 y de las bombas 11, aberturas para el paso de estos componentes, una parte de los cuales está de este modo en

la cuba primaria y una parte exterior a esta. A este efecto, el resalto 23 comprende, para cada cambiador 10, una abertura limitada por un collarín vertical 25 apto para cooperar con un manguito 26 solidario del cuerpo del cambiador correspondiente, constituyendo estos elementos 25 y 26 juntos un laberinto de estanqueidad en el cual puede mantenerse una presión de un gas neutro apropiado. Preferiblemente, estas disposiciones son idénticas a las que fueron objeto de la solicitud de patente francesa nº 7029197 a nombre de Commissariat a l'Energie Atomique, presentada el 7 de Agosto de 1.970 para "Dispositivo de montaje estanco de los cambiadores térmicos en los reactores". Asimismo, el resalto oblicuo 23 está asociado a virolas cilíndricas verticales 27 a la altura del paso de los cuerpos de las bombas de circulación 11.

La cuba 16 limita de este modo en el interior de la cuba principal dos zonas separadas, de las cuales una, designada por la referencia 28, comprende el núcleo 12 y recoge el sodio caliente a la salida de éste, mientras que la segunda, designada por la referencia 29, se encuentra limitada bajo la cuba primaria 16 entre esta última y el fondo de la cuba principal, formando colector para el sodio frío. Para pasar de una zona a la otra, el sodio caliente del espacio 28 es obligado a atra

vesar los cambiadores 10, después, a la salida de estos últimos, es impulsado al espacio 29 en donde se derrama libremente antes de ser recogido por las bombas 11 y de ser devuelto a los conductos de circulación 30 que lo  
5 restituyen al durmiente 17 para una nueva pasada a través del núcleo 12.

En el ejemplo de realización representado en las Figs. 1 y 2, el núcleo 12 del reactor está soportado por mediación de un durmiente 17, de la plataforma  
10 18 y de la virola cónica 19 por la cuba principal 2 al nivel del punto de unión 20 de esta virola y de esta cuba que comprende la brida anular arqueada 24a (Fig. 3), soldada sobre la pared de la cuba y sobre la virola de esta cuba. La cuba principal posiciona; pues, el mismo  
15 núcleo, lo que hace prácticamente indispensable asegurar para esta cuba una buena estabilidad dimensional, limitando su temperatura a un valor básico dado, con objeto de reducir en el mayor grado posible los efectos de las dilataciones térmicas diferenciales. Con este fin, la  
20 pared lateral de la cuba 2 puede refrigerarse permanentemente por una parte de sodio frío tomada en la zona 29 y que circula en una pantalla limitada por una primera envolvente 31 que se extiende paralelamente a esta pared. Esta pantalla 31 está, a su vez, doblada por una  
25 contrapantalla 32, que permite al sodio frío de refri-

geración recorrer un doble trayecto en las proximidades de la pared, limitando las pantallas 31 y 32 entre ellas y la vasija un espacio anular estrecho 33. Preferiblemente, este espacio es alimentado con el sodio frío por  
5 un orificio de entrada 35 previsto en el extremo inferior del borde 24 del resalto 23 bajo la virola cónica 19, escapándose este sodio después del paso por las pantallas por un orificio 36 previsto igualmente en el borde 24, pero bajo el extremo de la pantalla 32.

10 En la Fig. 2 se han representado igualmente algunos otros elementos esenciales del reactor, particularmente los conjuntos combustibles 37 que constituyen el núcleo 12 con la parte activa 13 y las capas 14, siendo estos conjuntos 37 susceptibles de ser manipulados,  
15 particularmente para su introducción o su extracción del núcleo, por medio de un aparato de manipulación 38, montado a través de los tapones giratorios 5, 6 y 7, cuyas rotaciones relativas permiten llevar su extremo inferior, que comprende una pinza prénsil 39, encima de cualquier  
20 conjunto en el núcleo, con el fin de cogerlo, y después depositarlo en la periferia en un recipiente de recepción 40. Este último puede ser desplazado por un sistema de varillaje apropiado a lo largo de una rampa de evacuación 41 que desemboca en una máquina de transferencia blindada  
25 42, dispuesta en el exterior de la cavidad del recinto 1

en la parte superior de la losa de cierre 4, permitiendo esta máquina 42 transferir el conjunto combustible así extraído del núcleo a una segunda rampa 43 que lo reenvía hacia una zona de almacenamiento (no representada).

5                   La realización de acuerdo con el invento de una cuba primaria con resalto bajo de revolución, provista de un borde vuelto que se extiende hacia la parte inferior de la cuba principal, presenta numerosas ventajas. En primer lugar, y como lo ilustra la Fig. 2, no  
10 hay que temer ninguna interferencia mecánica entre la cuba primaria y el dispositivo de manipulación de los conjuntos combustibles, cualquiera que sea, además, el modo de realización adoptado para este dispositivo. Además, la forma de revolución de la cuba permite determinar más  
15 fácilmente los esfuerzos ejercidos para cada régimen de funcionamiento del reactor y calcular con más seguridad su resistencia mecánica. Por último, la estructura misma de esta cuba permite realizar bajo el resalto, en el colector de sodio frío que este limita parcialmente, una  
20 agitación eficaz del sodio y autorizar una refrigeración adecuada de esta cuba, empleando, en particular, los chorros de sodio procedentes de la salida de los cambiadores. Se elimina así la posibilidad de existencia de zonas muertas bajo el resalto, lo cual limita considerablemente los fenómenos de convección natural, ya que los in-  
25



Naturalmente, se sobreentiende que el in  
vento no se limita a los ejemplos de realización más es  
pedialmente descritos aquí; por el contrario, abarca to-  
das las variantes.

5                   La presente solicitud que corresponde a  
la presentada en Francia, con fecha 7 de Marzo de 1.973,  
bajo el número EN 73 08075, se acoge a los beneficios del  
Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Indus-  
trial.

10

#### REIVINDICACIONES

15

20                   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:

25                   1ª.- Reactor nuclear de neutrones rápidos  
refrigerado por un metal líquido, particularmente sodio,  
compuesto por una cuba principal de eje vertical que só-

porta el núcleo del reactor, una cuba primaria dispues-  
ta en la cuba principal y que contiene el núcleo, asegu-  
rando esta cuba primaria la separación entre el metal lí-  
quido caliente que sale del núcleo y el metal líquido  
5 frío que sale de los cambiadores de calor sumergidos en  
la cuba principal, y bombas de circulación de metal lí-  
quido frío que sale de los cambiadores y es devuelto ha-  
cia el núcleo, comprendiendo la cuba primaria un resalto  
lateral atravesado por virolas de paso de los cambiadores  
10 y bombas de metal líquido, caracterizado porque dicho re-  
salto está prolongado en el exterior de la cuba primaria  
por un borde vuelto hacia abajo, unido en su extremo in-  
ferior a la cuba principal.

2ª.- Reactor nuclear de neutrones rápidos  
15 según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la cuba  
primaria presenta una forma de revolución alrededor del  
eje vertical de la cuba principal.

3ª.- Reactor nuclear de neutrones rápidos  
según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el re-  
salto de la cuba primaria está colocado debajo del extre-  
20 mo superior del núcleo y su parte superior está situada  
a poca altura por encima del nivel de salida de los cam-  
biadores.

4ª.- Reactor nuclear de neutrones rápidos  
25 según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la pa-

red de la cuba principal posee al menos una pantalla que delimita con dicha pared un espacio anular de circulación de un flujo ascendente de metal líquido tomado del volumen de metal líquido frío que sale de los cambiadores y una contrapantalla que delimita con la pantalla un espacio anular de circulación del mismo caudal de metal líquido descendente para ser reenviado al volumen de metal líquido frío.

5  
10  
15  
5ª.- Reactor nuclear de neutrones rápidos según la reivindicación 1ª, en el cual el núcleo del reactor está soportado por una plataforma unida a la pared de la cuba principal por una virola cónica lateral, caracterizado porque el borde vuelto del resalto a la cuba principal se conecta directamente con la virola cónica cerca de su unión con la pared de la cuba principal.

20  
6ª.- Reactor nuclear de neutrones rápidos según la reivindicación 1ª, en el cual la pared de la cuba principal posee al menos una pantalla y una contrapantalla que delimitan con dicha pared un espacio anular de circulación de un flujo de metal líquido frío, caracterizado porque el borde vuelto del resalto de la cuba primaria se conecta con la pared de la contrapantalla,

25  
7ª.- Reactor nuclear de neutrones rápidos. Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompa-

ñan y para los fines que se han especificado.

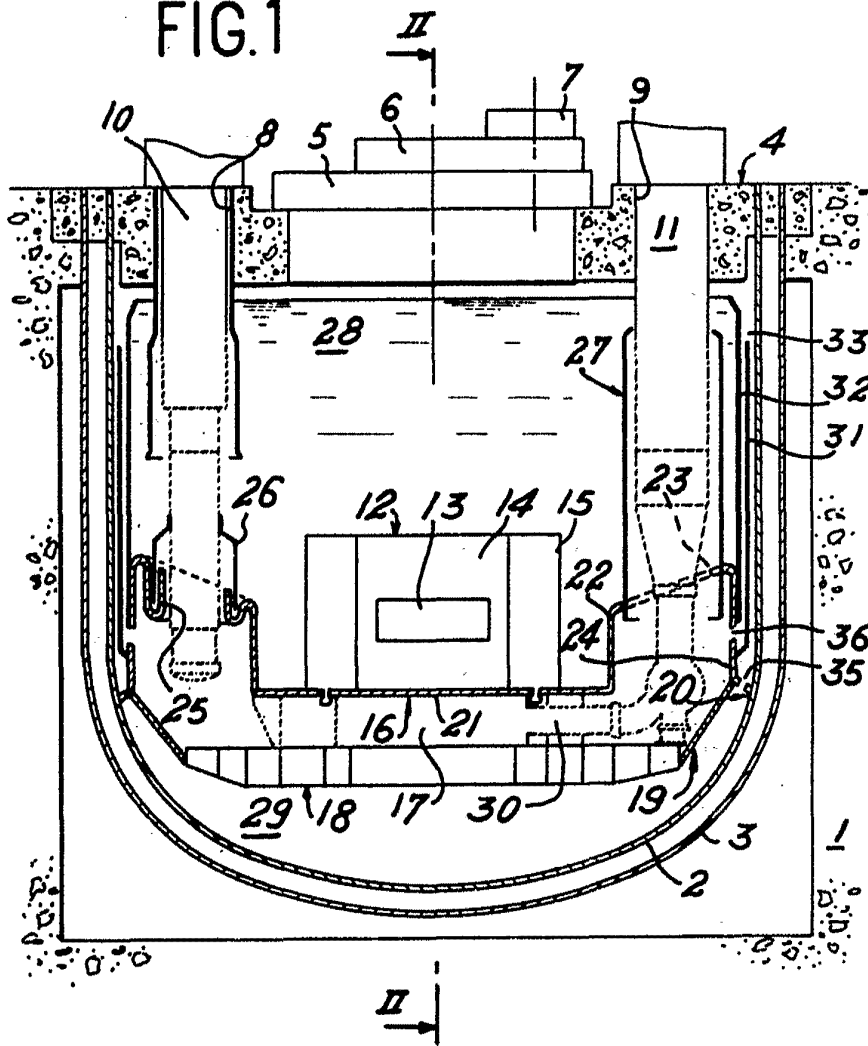
La presente Memoria consta de diecisiete  
hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, -5 ABR. 1974

P.A.

Office of Pittsburgh  
Per [Signature]

FIG.1



OSCE  
Por 1015  
*[Signature]*

FIG. 2

