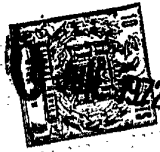


12 NOV 1977
CONCEDIDA

40395



PATENTE DE INVENCION

B 4135.3.

Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en ensamblajes combustibles nucleares.

.....

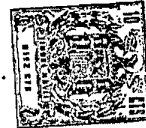
Solicitante COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, residente en 29, rue de la Fédération, Paris 15e Francia.

.....

Int. Cl.² G21C

5. La presente invención tiene por objeto un ensamblaje de combustible destinado a los reactores nucleares con densidad de potencia elevada, tales como reactores sobrerregeneradores refrigerados por circulación de metal fundido. Estos ensamblajes

**POOR
QUALITY**



- comprenden al menos un haz de agujas alargadas de material combustible (fisil o fertil) envainado, dispuestas según una red regular (hexagonal en general) y una carcasa recorrida por el fluido refrigerante y
5. que contiene el haz. La separación mínima de las agujas en cada haz está determinada por tirantes (hilo, tubo de pequeño diámetro o aleta) enrollados en hélice de gran paso sobre cada aguja.

- La patente francesa número 6943162 de 12 de
10. Diciembre de 1969 describe y reivindica un ensamblaje de combustible nuclear del tipo anteriormente descrito que está previsto para reducir los desequilibrios en el calentamiento del fluido refrigerante que recorre diferentes sub-canales delimitados por las agujas
15. entre sí y con la carcasa. Este ensamblaje de combustible nuclear, comprende al menos un haz de agujas de combustible envainado dispuestas según una red regular en una carcasa recorrida por el refrigerante portando, cada aguja, sobre la mayor parte al menos de su
20. longitud, un tirante en helice, que fija la separación entre la citada aguja y las agujas adyacentes o la carcasa, se caracteriza principalmente porque cada tirante de una aguja lateral del haz presenta un saliente, radial con relación a la aguja, más pequeño
25. en las zonas donde se apoya contra la carcasa.

- La presente invención trata de proporcionar un ensamblaje nuclear que responda aún mejor que los descritos en la patente ya mencionada a las exigencias de la práctica, principalmente porque es utilizable
30. cualquiera que sea el número de agujas del ensamblaje,



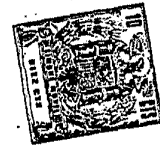
su diámetro, su red y su espaciado teórico y porque permite alcanzar el mismo resultado con agujas todas idénticas (aunque esta condición no sea imperativa).

5. Con este objeto la invención propone un ensamblaje de combustible nuclear que comprende al menos un haz de agujas de combustible envainado dispuestas según una red regular en una carcasa que delimita un conducto recorrido por un fluido refrigerante, comprendiendo cada aguja, sobre la mayor parte al menos de su longitud, un tirante en helice que fija la separación mínima entre la aguja y las agujas adyacentes o la carcasa, ensamblaje caracterizado principalmente porque la carcasa presenta sobre su cara interna vaciados en los que se encajan parcialmente los tirantes de las agujas laterales del haz.
- 10.
- 15.

Los vaciados están constituidos ventajosamente por entalladuras de forma cóncava, que cubren los tirantes y dispuestas en filas, siendo la distancia entre dos entalladuras sucesivas de una misma fila igual al paso de enrollamiento de los tirantes.

- 20.
- 25.
- Según un modo particular de realización de la invención, la carcasa está constituida por una camisa externa y por placas colocadas entre la camisa y el haz. Esta disposición facilita el montaje del ensamblaje: las placas son embutidas sobre el haz, a continuación el ensamblaje así constituido se desliza en la camisa.

- 30.
- La camisa externa puede, bien ser de espesor sensiblemente constante, bien presentar un espesor



menor en su parte aguas abajo, en el sentido del flujo, tal como se ha descrito en la solicitud de patente francesa número EN 7116155 del 5 de Mayo de 1971

5. Siempre según un modo particular de realización de la invención la carcasa presenta sobre su cara interna abultamientos longitudinales cada uno de los cuales forma saliente entre dos agujas laterales adyacentes y reduce la sección del sub-canal correspondiente a la circulación del fluido refrigerante entre las dos agujas; estos abultamientos son ventajosamente de sección recta triangular, pero otras formas son posibles.

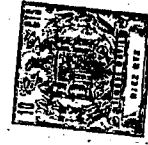
10. La invención será mejor comprendida por medio de la lectura de la descripción que sigue, dada a título ilustrativo y no limitativo, de un ensamblaje de combustible según un modo de realización de la invención. La descripción se refiere a los dibujos que la acompañan, en los que:

15. La figura 1 muestra muy esquemáticamente una sección recta del ensamblaje de combustible, destinado a un reactor sobrerregenerador refrigerado por circulación de sodio fundido;

20. La figura 2, es una vista en detalle a gran escala, que muestra una fracción de la sección recta del ensamblaje de la figura 1;

25. La figura 3 muestra esquemáticamente, en alzado, una fracción de una aguja lateral de combustible y una fracción de la placa con la cuál coopera en el ensamblaje de la figura 1.

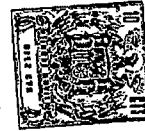
30. El ensamblaje combustible cuya sección recta



- está ilustrada en la figura 1 presenta una constitución general ampliamente utilizada en el momento actual. Comprende un haz de agujas alargadas 10 de combustible nuclear envainado, dispuestas en los nudos de una red
5. triángular regular. Las agujas están portadas por una rejilla soporte (no visible en la figura 1) fijada a una carcasa 14 que limita un conducto de circulación del refrigerante. La separación mínima de las agujas está fijada por un dispositivo de atirantado que comprende, para cada aguja 10, un hilo metálico 12 enrollado en hélice sobre la vaina y que se apoya sobre las vainas de las agujas adyacentes o sobre la pared de la carcasa.
- 10.

- El refrigerante circula según una dirección
15. general perpendicular al plano de la figura 1 en una serie de sub-canales que comunican entre sí y delimitados bien únicamente por agujas, bien por agujas y la carcasa. En el caso representado, en el que la red de las agujas es triángular y en el que la carcasa es de sección recta hexagonal, se pueden separar
20. los sub-canales en tres grupos:

- Un primer grupo está constituido por los sub-canales 16, de forma general triángular, formados cada uno por el espacio dejado al refrigerante por tres agujas contiguas dispuestas en los vertices de un triángulo. Estos sub-canales 16, los más numerosos, están bordeados por superficies calentadores sobre la mitad de su periferia; serán denominados a continuación "sub-canales internos" y las agujas rodeadas únicamente por tales sub-canales serán deno-
- 25.
- 30.



minadas "agujas internas". Se designará por D_i el caudal que recorre cada sub-canal interno.

5. - Un segundo grupo está constituido por los sub-canales 18 que serán denominados "sub-canales de borde" constituidos cada uno por el espacio dejado al fluido por dos agujas situadas en la periferia del haz (agujas denominadas "de borde") y por la porción correspondiente a una cara de la carcasa 14. Los sub-canales están bordeados por superficies calentadoras
10. que representan, como las precedentes, aproximadamente la mitad de la superficie de una aguja. Se designará por D_b el caudal que recorre cada sub-canal de borde.

15. - Un tercer grupo está constituido por los sub-canales 20, denominados "sub-canales de cuña", en número igual al número de angulos de la sección recta de la carcasa 14, constituidos cada uno por el espacio dejado al fluido refrigerante entre una aguja "de cuña" colocada en el diedro de la carcasa 14 y las
20. dos porciones de pared de la carcasa que constituyen este diedro. El fluido refrigerante que recorre un sub-canal de cuña está bordeado por una superficie de intercambio de calor que representa $1/6$ de la superficie de una aguja, Se designará por D_c el caudal
25. que recorre un sub-canal de cuña.

30. Finalmente, las agujas y los sub-canales que pertenecen al segundo grupo y al tercer grupo serán designadas en su conjunto por los términos de "sub-canales laterales" y de "agujas laterales" en oposición a los "sub-canales internos" y "agujas



internas".

5. Si se desprecian las pérdidas de carga singulares en los sub-canales, pérdidas de carga debidas esencialmente a los hilos atirantado, el calentamiento sufrido por el refrigerante no es idéntico en todos los sub-canales supuestos aislados los unos de los otros más que si la relación siguiente es satisfecha:

$$D_i = D_b = 3 D_c$$

10. Si esta condición se cumple, las temperaturas de salida del fluido refrigerante serán sensiblemente iguales para todos los sub-canales, si al menos las temperaturas de entrada son las mismas.

15. En el caso de un ensamblaje de combustible clásico, que comprenda agujas todas idénticas y una carcasa de sección hexagonal que presenta una superficie interna cuyos panales son planos y lisos la relación de igualdad anterior no se satisface más que cuando el haz presente su compacidad máxima (estando en contacto el tirante de cada aguja con las agujas adyacentes o la carcasa). Se tiene en efecto:

$$D_i < 3 D_c < D_b$$

25. La invención permite cumplir o al menos aproximarse a la condición $D_i = D_b$ dando a la separación entre cada aguja de borde y la carcasa un valor inferior al saliente de los tirantes. En el modo de realización ilustrado en las figuras 1 y 2 (donde todas las agujas son idénticas y comprenden tirantes cuyo saliente es constante a lo largo de toda su longitud) se alcanza este resultado utilizando una carcasa cuya super-
- 30.



- ficie interna, en lugar de estar circunscrita al haz provisto de sus tirantes como en los ensamblajes clásicos, cortaría estos tirantes si fuese plana y no comprendiese refuerzos. Dado que es preciso excluir
5. prácticamente la solución que consiste en cortar los tirantes, la carcasa presenta sobre su cara interna vaciados en los que se encajan parcialmente los hilos atirantadores de las agujas laterales del haz (agujas de borde y agujas de cuña). Estos vaciados 22 son visi-
10. bles en sección en la parte inferior de las figuras 1 y 2, La longitud de estos vaciados paralelamente al eje debe evidentemente ser suficiente para evitar el aplastamiento de los tirantes 12; Por regla general su longitud representará una fracción comprendida en-
15. tre $1/3$ y $1/4$ del paso de enrollado del tirantes, fracción que varía con la relación entre la penetración h de los tirantes en la carcasa y el saliente s de estos tirantes a partir de las vainas sobre las cuales están enrollados.
20. Sería posible cumplir la condición $D_i = D_b$ utilizando únicamente la disposición anterior, pero se llegaría a un valor en general excesivo de la relación h/s . En el modo de realización ilustrado, se efectúa la igualdad $D_i = D_b$ conservando un valor moderado
25. de la relación h/s . Para esto la carcasa está provista sobre su superficie interna de abultamientos longitudinales 24 cada uno de los cuales forma saliente entre dos agujas laterales adyacentes (es decir entre dos agujas de borde o entre una aguja de borde y una
30. aguja de cuña). Estos abultamientos, de forma sensible-



mente triángular en el modo de realización ilustrado, obturan una sección recta tal que los sub-canales que subsisten entre las agujas de borde y la carcasa sean de sección sensiblemente igual a la de los sub-canales internos.

5.

Por un trazado conveniente de las cuñas de la carcasa 14, es posible por otra parte efectuar igualmente, de forma al menos aproximada, la condición $D_i = 3 D_c$.

- Seria posible constituir la carcasa de
10. una sola pieza pero el montaje del ensamblaje seria complicado: En efecto la carcasa 14 viene a imbricarse sobre las agujas laterales, impidiendo cualquier movimiento longitudinal relativo del haz y de la carcasa. Seria en consecuencia necesario formar la carcasa sobre el haz. Para evitar esta sujeción, muy perjudicial
15. dado que puede ser necesario trabajar bajo protección y que adelgaza la carcasa, se tiene interés en constituir la carcasa de varias piezas ensambladas. En el modo de realización ilustrado en las figuras, la carcasa comprende
20. de una camisa delgada externa 26, de espesor constante y paredes planas, y placas 28 en número de seis (entendiéndose que es posible no utilizar más que dos o tres placas, interesando cada una varias caras del haz). Estas placas presentan una cara externa plana que se aplica
25. contra la camisa 26 y una cara provista de vaciados constituidos por entalladuras 22, de fondo semi-cilindrico. Estas placas presentan una forma idéntica, pero sus entalladuras están decaladas $1/6$ de paso en el sentido longitudinal cuando se pasa de una cara a la siguiente.
30. Ventajosamente dejan subsistir en las cuñas de la



carcasa un sub-canal que responde a la condición $D_1 = 3 D_0$.

5. Merced a la utilización de tales placas, el montaje del ensamblaje está muy simplificado: una vez constituido el haz de agujas, las placas se montan sobre sus caras, y a continuación el conjunto se introduce en la camisa 26.

10. La invención no se limita evidentemente al modo de realización particularmente descrito a título de ejemplo y debe entenderse que el alcance de la presente patente se extiende a las variantes de todo o parte de las disposiciones descritas permaneciendo dentro del ámbito de las equivalencias.

N O T A

15. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

20. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Francia con el número 71.21780 de 16 de junio de 1971, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento, y por lo que se solicita PATENTE DE INVENCION por veinte años en España sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN ENSAMBLAJES DE COMBUSTIBLES NUCLEARES, caracterizándose por lo siguiente:

30. 1.- Perfeccionamientos en ensamblajes de combus-



bles nucleares del tipo que comprenden al menos un haz de agujas de combustible envainado dispuestas según una red regular en una carcasa que delimitan un conducto recorrido por un fluido refrigerante, comprendiendo cada aguja, sobre la mayor parte al menos de su longitud, un atirantado en helice que fija la separación mínima entre la aguja y las agujas adyacentes o la carcasa, caracterizado porque la carcasa presente sobre su superficie interna, unos vaciados en los que se encajan parcialmente los tirantes de las agujas laterales del haz.

5. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la carcasa presenta sobre su cara interna abultamientos longitudinales cada uno de los cuales, forma saliente entre dos agujas laterales adyacentes.

10. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque los abultamientos presentan una sección recta sensiblemente triangular.

15. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los vaciados están constituidos por entalladuras, de forma concava, que cubren los tirantes y, dispuestas en filas, siendo la distancia entre dos entalladuras sucesivas de una misma fila, igual al paso de enrollamiento de los tirantes.

20. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque las agujas de un mismo haz presentan tirantes idénticos y de saliente constante en toda su longitud.

25. 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación

16 JUN 1972

ción 1 caracterizados porque el tirante portado por una aguja está constituido por un hilo enrollado en helice sobre dicha aguja.

5. 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la carcasa está constituida por una camisa externa y por placas colocadas entre la camisa y el haz.

10. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque las placas están fijadas sobre una rejilla que porta las agujas del haz.

15. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque cuando las agujas se disponen según una red triángular, la profundidad de los vaciados es tal que el caudal en un sub-canal de borde delimitado por dos agujas y la carcasa, es sensiblemente igual al caudal en un sub-canal interno delimitado por tres agujas.

20. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque siendo la red de las agujas triángular, los vaciados sobre dos caras sucesivas de la carcasa están decalados un intervalo igual a la sexta parte del paso de los tirantes.

25. 11.- Perfeccionamientos en ensamblajes de combustibles nucleares, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de doce hojas, escritas a mano por una sola cara.

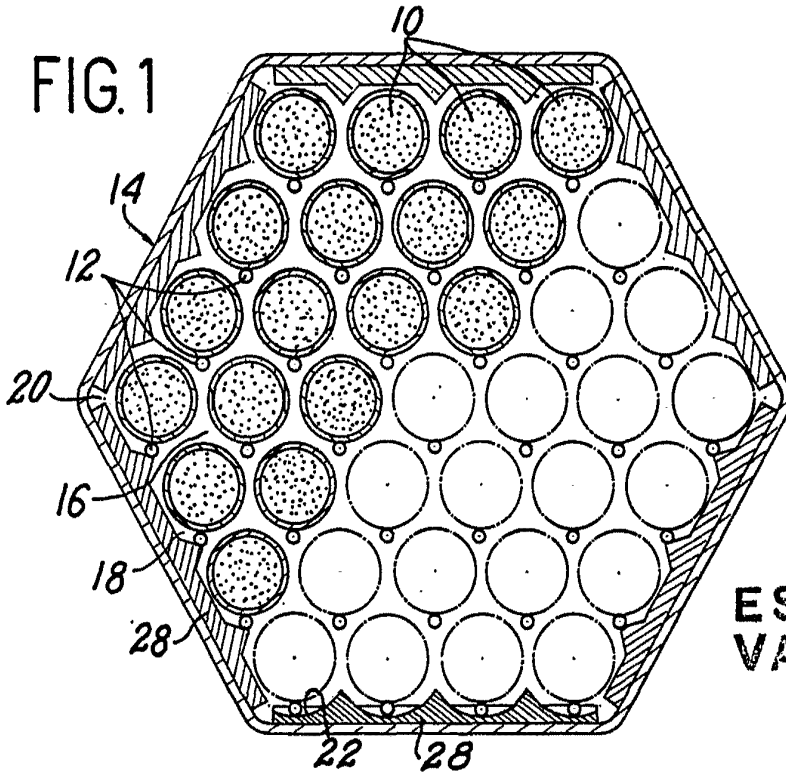
Madrid, 16 JUN. 1972

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,

J. GOMEZ ACEBO Y MODET
P. P. Firmados L. Goeta Fernández

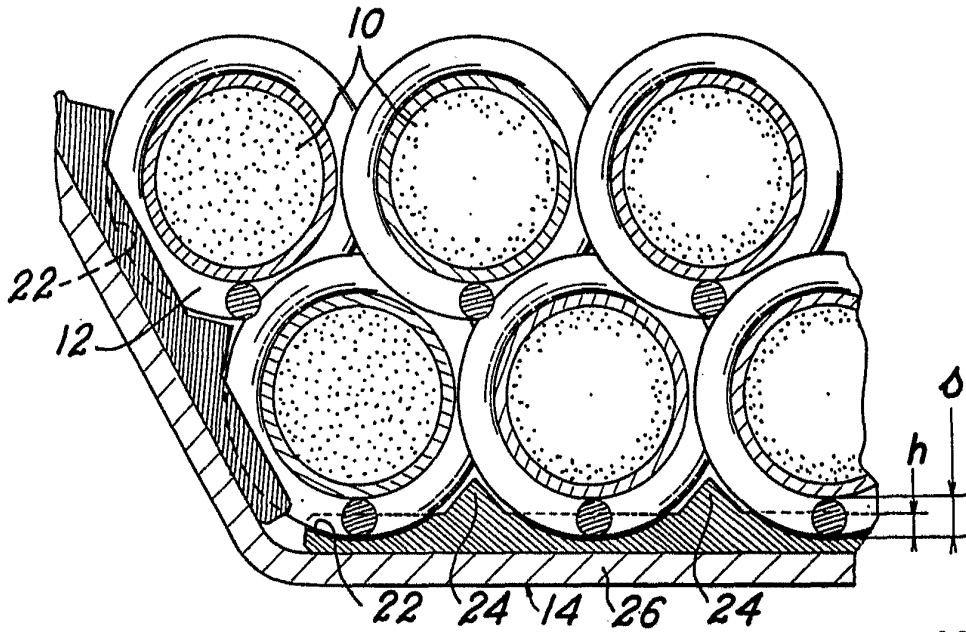
16 JUN 1972

FIG.1



ESCALA VARIABLE

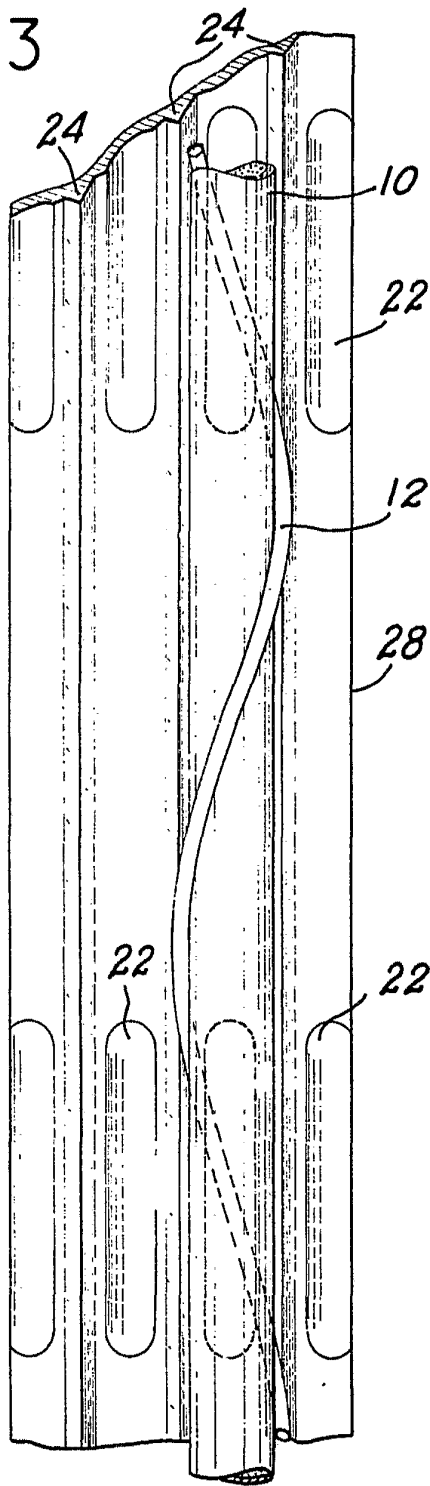
FIG.2



Madrid 16 JUN. 1972

A. GOMEZ AGUIRRE Y MORENO
p. p. Firmador L. Goia Fernández

FIG. 3



16 JUN 1972

ESCALA
VARIABLE

16 JUN. 1972

Madrid

L. GOMEZ AGUDO E INGENIERO
por el Sr. D. J. G. G. G.

Signature