

418369

31 AGO. 1973

P.- 55.208

W.E. Case

No. 42.681

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

Int. Cl.<sup>2</sup>: G21C

establecida en Westinghouse Building, Gateway Center,  
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados Uni-  
dos de América.

por: "UNA DISPOSICION DE CONJUNTO DE COMBUSTIBLE PARA UN  
REACTOR NUCLEAR"

(Clase Internacional G21c)

Esta invención se relaciona a un conjunto de combustible para reactor nuclear.

5 Un reactor nuclear es diseñado y operado con el propósito de iniciar y mantener una reacción en cadena de fisión nuclear en un material fisil para la generación de calor. En un tipo de reactor nuclear al cual se puede aplicar esta invención, por ejemplo, un reactor con agua a presión, el material fisil está contenido dentro de las varillas de combustible. En el caso típico, las varillas de combustible consisten en un tubo metálico que tiene cierto número de nódulos de combustible de diámetro pequeño, dispuestos en sentido axial dentro del mismo. Un conjunto de combustible comprende una serie de las varillas de combustible sujetas en su lugar y soportadas estructuralmente por la estructura del conjunto de combustible.

10

15

En el tipo de conjunto de combustible abierto o sin cubierta, se puede utilizar un reactor con agua a presión, la estructura básica del conjunto de combustible comprende cierto número de tubos de una aleación con base de circonio conocida como Zircaloy, sostenidos en su lugar por placas superiores e inferiores de soporte y por una pluralidad de rejillas interpuestas entre ellas. En el pasado, los tubos de aleación a base de circonio, se hacían de acero inoxidable, mientras que las rejillas se hacían con una aleación para alta temperatura, a base de cinc vendida bajo la

20

25

marca registrada Inconel. Esto permitía que los tubos fueran unidos a las rejillas mediante una técnica simple de soldadura, ya que ambos metales eran de una naturaleza similar. Sin embargo, las pérdidas de neutrones asociadas con el acero inoxidable, requirió que el material para los tubos fuera cambiado a una aleación a base de circonio conocida como Zircaloy, que tiene una sección de baja captura de neutrones. Desafortunadamente, este cambio no dejó de tener sus desventajas. Ya no será posible la unión fácil de los tubos con las rejillas, debido a que los metales ahora eran diferentes. La solución que fue encontrada por fin, fue la de soldar con bronce tramos cortos de manguitos de acero inoxidable en las rejillas de Inconel y unir los manguitos en forma mecánica con los tubos de Zircaloy. La unión mecánica se obtenía introduciendo los tubos en los manguitos y, luego, abolsando hacia fuera ambos elementos en cuatro ubicaciones circunferenciales en varios puntos axiales a lo largo de cada manguito de acero inoxidable.

La solución de ejecución anterior, de unir en forma mecánica los tubos de Zircaloy con los manguitos de acero inoxidable que, a su vez, son soldados con bronce a las rejillas de Inconel, da por resultado una serie de problemas de fabricación, estructurales y de circulación de fluidos. La conservación de la perpendicularidad de los manguitos con el plano de la rejilla y el paralelismo de los man-

28.8.73  
C.M.H.

guitos con respecto uno del otro, exige extensas inspecciones, modificaciones y nueva inspección. La desorientación radial de la configuración cuadrada resultante del abultamiento de los tubos de Zircaloy puede dar por resultado un  
5 bloqueo inaceptable a la circulación del refrigerante. Además, la deformación mecánica de los tubos de Zircaloy, puede dar por resultado agrietamientos inaceptables del material en los abultamientos o prominencias. Asimismo, la unión mecánica entre los tubos de Zircaloy y los manguitos de ace  
10 ro inoxidable, tiene el efecto de combar a los tubos de Zircaloy entre las rejillas, lo cual requiere una operación adicional de enderezamiento de los tubos de Zircaloy.

Es, por lo tanto, el objeto principal de la presente invención proveer un conjunto de combustible en el  
15 cual las varillas de combustible hechas de Zircaloy están soportadas por rejillas de soporte hechas de Inconel en una forma sencilla pero, no obstante, firme y segura.

Con este objeto presente, esta invención reside en un conjunto de combustible para un reactor nuclear que  
20 comprende una serie de varillas del combustible en general paralelas, una pluralidad de tubos estructurales, compuestos de un metal que tenga una sección para baja captura de neutrones, una pluralidad de elementos de rejilla espaciados a lo largo de la longitud de los tubos estructurales, con  
25 los tubos estructurales extendiéndose a través de aberturas

en los elementos de rejilla y, dispositivos de sujeción ubi-  
cados dentro de las eberturas y que acoplan con los tubos  
estructurales, extendiéndose los tubos estructurales a tra-  
vés de los dispositivos de sujeción respectivos, para con  
5           ello sostener a los dispositivos de sujeción en acoplamiento  
con las rejillas, estando los dispositivos de sujeción li-  
gados en forma metalúrgica a los tubos estructurales. De pre-  
ferencia se introducen en una celda de la rejilla tramos cor-  
10           tos de tubo o manguitos hechos de un material que sea ade-  
cuado para soldarlo a los tubos de Zircaloy. La configura-  
ción de los manguitos es tal que, los bordes superior e in-  
ferior de las ventanas cortadas con máquina en el manguito  
a 90° una de la otra, hacen contacto con los bordes exter-  
15           nos de la rejilla, con lo cual se fija al manguito en sen-  
tido axial en su posición dentro de la celda de la rejilla.  
Se han provisto ranuras axiales a lo largo de la longitud  
del manguito, de modo que un extremo pueda ser desviado elás-  
ticamente o contraído para permitir la inserción en una cel-  
da de la rejilla. Cuando se ha logrado la inserción total,  
20           la energía almacenada en el manguito por la deflexión elás-  
tica es liberada y ocasiona que salte a presión sobre los  
bordes de la rejilla. La inserción de un tubo de Zircaloy a  
través del manguito evita la deflexión y, con ello mantiene  
al manguito en contacto con las celdas de la rejilla. Lue-  
25           go, el tubo de Zircaloy es ligado por acción metalúrgica,

por ejemplo con soldadura por puntos, al manguito para completar la unión.

5 Dado que la necesidad de soldar con bronce el manguito a la rejilla se elimina con esta invención, también han sido eliminados los problemas de perpendicularidad y paralelismo de las ejecuciones anteriores. Con la presente invención, estas características se pueden lograr con facilidad con técnicas normales de "maquinado" y buenos métodos para "maquinado". Además, dado que se elimina el abultamiento mecánico del tubo de Zircaloy, también se elimina la posibilidad de obstrucción a la circulación y de grietas estructurales en el material.

10 La invención será aparente con más facilidad con la siguiente descripción de una ejecución preferida de la misma que se ilustra, sólo a título de ejemplo, en el dibujo anexo, en el cual:

15 La Figura 1 es un esquema simplificado de un conjunto de combustible abierto o sin cubierta, al cual puede ser aplicada esta invención;

20 La Figura 2 es una vista isométrica de una parte cortada de una rejilla, que muestra un manguito flexible elásticamente introducido y fijado en una celda de la rejilla;

25 La Figura 3 es una vista detallada de un tipo de manguito como el provisto por esta invención;

La Figura 4 es una vista en sección, tomada a lo largo de la línea IV-IV en la Figura 3;

La Figura 5 es una vista en sección, tomada a lo largo de la línea V-V en la Figura 3;

5           -La Figura 6 es una vista detallada, en sección, de una unión de rejilla y boquilla o guardacabo, que ejemplifica las principales características de la invención;

La Figura 7 es una vista detallada de otro tipo de manguito como el provisto por esta invención;

10           La Figura 8 es una vista, en sección, tomada a lo largo de la línea VIII-VIII en la Figura 7 y,

La Figura 9 es una vista, en sección, tomada a lo largo de la línea IX-IX en la Figura 7.

15           En toda la siguiente descripción, los mismos caracteres de referencia indican elementos iguales en las diversas figuras de los dibujos.

20           Con referencia ahora de manera más particular a la Figura 1 de los dibujos, se ilustra un conjunto de combustible del tipo abierto o sin cubierta. Las estructuras de extremo superior e inferior, que constituyen una boquilla 10 de salida y una boquilla 11 de entrada, están separadas por una pluralidad de elementos estructurales 12 tubulares, alargados. Es estructura básica para el conjunto de combustible se completa con la adición de una pluralidad de  
25           elementos 13 de rejilla espaciados en dirección longitudi-

nal a lo largo de los elementos estructurales 12 tubulares. Una pluralidad de elementos o varillas 14 de combustible, que contienen combustible nuclear, están dispuestas dentro de los elementos 13 de rejilla en un orden en general cuadrado. Para evitar confusión, no se ilustra la longitud total de los elementos o varillas 14 de combustible. Los elementos 14 de combustible están sujetos en su lugar dentro de la estructura básica del conjunto de combustible por las rejillas 13. Cada una de las rejillas 13 comprende una pluralidad de cinchos o flejes 16, ilustrados en la Figura 2, interdispuestos en ángulos rectos para formar una estructura con divisiones que tiene una pluralidad de aberturas o celdas en ella. Los cinchos 16 que constituyen las rejillas 13, están provistos con muelles de hoja 26 integrales que acoplan con los elementos 14 de combustible que se extienden dentro de ellos, para soportar a los elementos 14 de combustible contra desplazamiento lateral y axial

En el tipo de conjunto de combustible que se ilustra en la Figura 1, los elementos estructurales 12, tubulares, alargados, además de formar parte de la estructura básica del conjunto de combustible, sirven como guardacabos de guía para los elementos de control 27 cilíndricos que pasan dentro de ellos.

A fin de reducir la cantidad de material con sección para alta captura de neutrones en el conjunto de com-

bustible, el cual actúa como veneno nuclear, los tubos 12 son elaborados con Zircaloy, una aleación a base de circonio. La ventaja neutrónica que se gana al usar un material con una sección de captura relativamente baja de neutrones tal como el Zircaloy, es contrarrestada un tanto por las complejidades mecánicas introducidas por la necesidad de sujetar o unir los elementos estructurales tubulares de Zircaloy o los guardacabos 12 de guía a los cinchos 16 de Inconel para la rejilla. Debido a que los cinchos 16 de la rejilla y los elementos tubulares estructurales o guardacabos 12 de guía están hechos de metales disímiles, las técnicas normales para ligado metalúrgico, tales como soldadura con arco o gas o con bronce, dan por resultado una unión quebradiza lo cual, por supuesto es insatisfactorio. La presente invención elimina o minimiza en forma sencilla y efectivamente la desventaja introducida por estos metales disímiles. Un manguito 15 de Zircaloy, como se ilustra en la Figura 3, es introducido en la celda apropiada de la rejilla 13 como se ilustra en la Figura 2. El manguito 15 es algo más largo que la altura de los cinchos 16 que constituyen la rejilla 13, por lo cual una parte del manguito 15 sobresale encima y debajo de la celda de la rejilla 13 dentro de la cual está introducido el manguito. Las ventanas 17, iguales en longitud a la altura del cincho 16 de la rejilla, están cortadas en el manguito 15 en ángulos rectos una con

otra como se ilustra en la Figura 5. Las ventanas 17 en el manguito 15 sirven para dos fines. Primero, cuando están introducidos dentro de la celda apropiada de la rejilla 13, los bordes superior e inferior 18 y 19, respectivamente, de las ventanas 17 acoplan con los bordes superior e inferior de los cinchos 16 de la rejilla. En esta forma, el manguito 15 es capturado en dirección axial por la rejilla 13, para evitar el movimiento axial del manguito 15. En segundo lugar, las ventanas 17 permiten usar un elemento estructural tubular o guardacabos 12 de tamaño máximo, es decir un elemento o guardacabos 12 de guía que tenga un diámetro exterior igual a las dimensiones internas, a través de las caras planas, de una celda de rejilla formada por la intersección de cinchos 16 de rejilla adyacentes. Se observará que las ventanas 17 permiten el uso de un manguito 15 que tenga un diámetro exterior mayor que la dimensión interna, entre caras planas, de la celda en la rejilla 13. Esta característica exclusiva de la presente invención, además de permitir el uso de un guardacabos o elemento estructural tubular 12 de máximo tamaño, como se explica antes, evita que el manguito 15 gire dentro de la celda de la rejilla 13. Por lo tanto, si las dimensiones de las ventanas 17 son escogidas con cuidado y el manguito 15 es "maquinado" con precisión, entonces se elimina la necesidad del ligado metalúrgico del manguito 15 con la rejilla 13.

Como se ilustra en las Figuras 3 y 4, cuando menos una pero, de preferencia, dos de las ventanas 17 están "maquinadas" hasta llegar al borde superior del manguito 15 para formar ranuras 20. Las ranuras 20 permiten que el manguito 15 sea deformado elásticamente por compresión a fin de pasar el diámetro exterior más grande del manguito 15 por la dimensión más pequeña, a través de las caras planas, de celda en la rejilla 13 durante el ensamblaje. Cuando está introducido a fondo, el borde 19 del manguito 15 entrará en contacto con el borde inferior de los cinchos 16 de la rejilla, en cuyo momento es liberada la presión de compresión y los bordes superiores 18 del manguito 15 caen a presión a su lugar sobre los bordes superiores del cincho 16 de la rejilla. Ahora, el manguito 15 está ahora sujeto de manera firme en su lugar dentro de la celda en la rejilla 13.

En la Figura 16 se ilustra la unión rejilla-guardacabo completa. Un guardacabo de guía o elemento estructural tubular 12 es introducido dentro de un manguito 15 que ha sido sujeto de manera firme a la rejilla 13 como se describe antes. La holgura entre el diámetro exterior entre del guardacabo de guía o elemento esturcaltubular 12 y el diámetro interno del manguito 15 es lo bastante pequeño para que el manguito 15 no pueda ser desviado elásticamente en un grado significativo. Por lo tanto, el manguito

15 está sujeto de manera firme en posición en la rejilla 13. La unión guardacabo-rejilla se completa con ligadome-  
talúrgico, por ejemplo con soldadura por puntos 21, de las  
partes prominentes del manguito 15 al guardacabo o elemen-  
to estructural tubular 12. Ahora es permisible una unión  
5 con soldadura dado que ambos componentes están hechos con  
Zircaloy, la misma aleación a base de circonio.

Una variación del manguito de Zircaloy, provisto  
por esta invención, se ilustra en la Figura 7. En esta eje-  
cución, se requieren dos manguitos 22 para cada unión de  
10 guardacabo-rejilla. Un manguito 22 es introducido en la cel-  
da de la rejilla desde arriba de la rejilla 13, mientras  
que un segundo manguito 22 es introducido desde abajo de  
la rejilla 13. En cada caso, la longitud de inserción en  
15 la celda de la rejilla es fijada por los bordes 23 de los  
rebajos 24 provistos en cada manguito 22. En este caso,  
los rebajos 24 sirven para el mismo fin que las ventanas  
27 en el manguito 15 ilustrado en las Figuras 3 y 5. De ma-  
nera similar, los bordes 23 sirven para el mismo fin que  
20 los bordes 18 y 19 del manguito 15. La Figura 9 muestra con  
claridad las similitudes en sección y funcionales entre el  
manguito 15 y el manguito 22. Las ranuras 25, en la parte  
de los manguitos 22 que sobresale encima y debajo de la cel-  
da de la rejilla en la rejilla 13, permite la desviación ra-  
25 dial de los manguitos 22 para efectuar el contacto entre el

diámetro exterior del guardacabo de guía o elemento estructural tubular 12 y el diámetro interior de los manguitos 22, de modo que se logre una soldadura satisfactoria.

5 Por la descripción precedente, tomada en conexión con los dibujos, se verá que la invención provee una unión de rejilla-guardacabo que es una mejora substancial sobre las ejecuciones anteriores. La estructura básica del elemento de combustible es, en parte, fabricada con materiales que tienen sección para baja captura de neutrones, mientras que la crítica unión rejilla-guardacabo se obtiene sin ninguna reducción en la resistencia o integridad estructurales totales del conjunto de combustible. La unión está construida de modo que se elimina la necesidad de liger metalúrgicamente metales disímiles. Además, se elimina la necesidad de la deformación elástica y permanente de un elemento estructural dentro de la estructura básica de conjunto -e combustible. La unión provista por la presente se logra haciendo entrar a presión un manguito a su lugar dentro de una celda de rejilla y, luego, soldando un guardacabo o dedal de guía al manguito.

10

15

20

Dado que se pueden hacer numerosos cambios en el aparato antes descrito, se pueden efectuar diferentes ejecuciones de la invención sin apartarse del espíritu y alcance de la misma, se pretende que todo el contenido en la descripción precedente o mostrado en los dibujos anexos, sea

25

28.8.73  
C.M.H.

interpretado como ilustrativo y no en un sentido limitativo.

5 La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 25 de Septiembre de 1972, bajo el nº 292.240, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

#### REIVINDICACIONES

15 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:

20 1ª.- Una disposición de conjunto de combustible para un reactor nuclear que comprende una serie de varillas en general paralelas, una pluralidad de tubos estructurales compuestos de un metal que tenga una sección de baja capturas de neutrones, una pluralidad de elementos de rejilla espaciados a lo largo de la longitud de los tubos es-  
25 tructurales, extendiéndose los tubos estructurales a través

28.8.73  
C.M.H.

de aberturas en los elementos de rejilla y, dispositivos de sujeción ubicados dentro de las aberturas y que acoplan con los tubos estructurales, caracterizada en que los tubos estructurales se extienden a través de los dispositivos de sujeción respectivos, para con ello sostener a los dispositivos de sujeción en acoplamiento con la rejilla, estando los dispositivos de sujeción ligados en forma metalúrgica a los tubos estructurales.

2ª.- Una disposición de conjunto de combustible según la reivindicación 1ª, caracterizada en que los dispositivos de sujeción con un maguito compuesto del mismo tipo de metal que los tubos estructurales.

3ª.- Una disposición de conjunto de combustible según la reivindicación 2ª, caracterizada en que el manguito está capturado en forma mecánica por el elemento de rejilla por superficie de interconexión formadas integrales con el elemento de rejilla y formadas integrales con el elemento de manguito.

4ª.- Una disposición de conjunto de combustible según la reivindicación 3ª, caracterizada en que el manguito tiene ranuras axiales que proveen secciones separadas adaptadas para desviación en una dirección radial para acoplamiento con las superficies de interconexión, formadas integrales con el elemento de rejilla.

5ª.- Una disposición de conjunto de combustible

para un reactor nuclear.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

5

Esta Memoria consta de dieciseis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 31.10.1973  
P.A. *Alberto de Euzaburo*

28.8.73  
C.M.H.

2

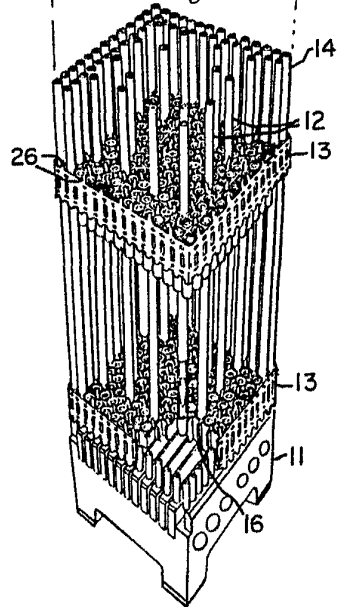
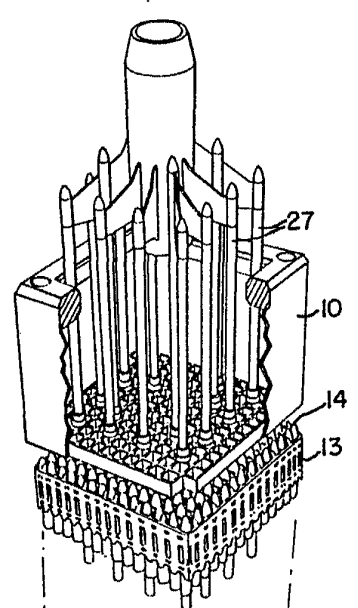


FIG. 1

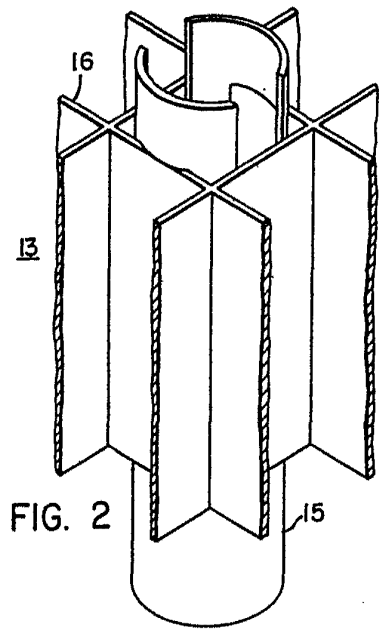


FIG. 2

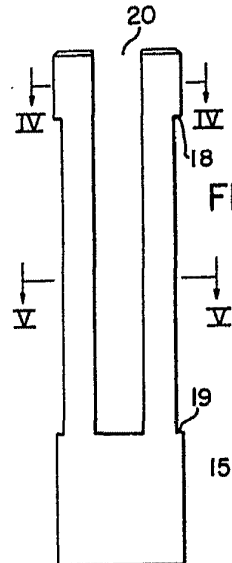


FIG. 3

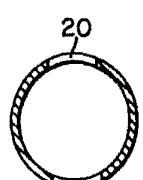


FIG. 4

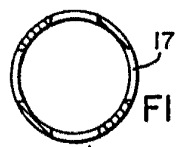


FIG. 5

Alberto da Cunha  
 For FOGAR

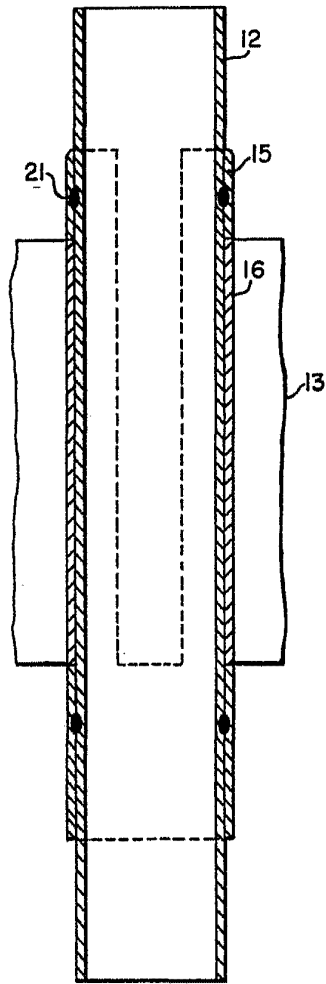


FIG. 6

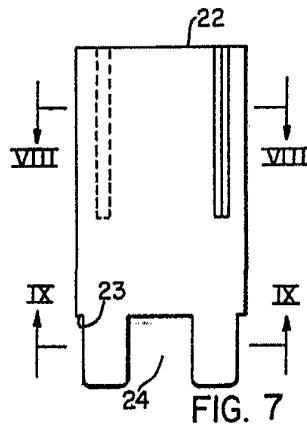


FIG. 7

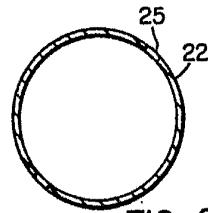


FIG. 8

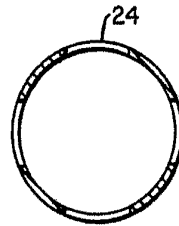


FIG. 9

A. J. ...  
Po. ...  
*Perle*