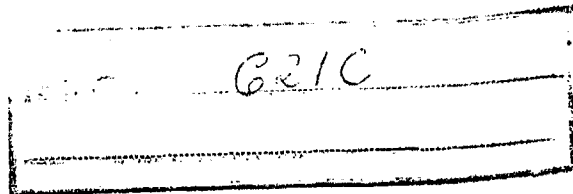


419382

## memoria descriptiva



CLASE DE REGISTRO	Una Patente de Invención, por veinte años en España.
NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE	GENERAL ELECTRIC COMPANY - sociedad de EE.UU.-
RESIDENCIA Y DOMICILIO	Schenectady, N.Y. 12305 1 River Road, (Estados Unidos)
<input type="checkbox"/> OBJETO	"DISPOSITIVO DE RETENCION DE COLUMNA DE ELEMENTOS DE COMBUSTIBLE DE REACTOR NUCLEAR"
INVENTORES	Donald Farquhar MAC-MILLAN, Bart Alan SMITH y Richard Paul DUBAULE. - estadounidenses -
PRIORIDAD	Solicitud patente U.S. Serial No. 295.460, del 6 de octubre de 1972.

1           En un tipo conocido de reactor de energía nuclear, el combustible nuclear está contenido en una pluralidad de elementos de combustible alargados o barras, que están agrupados conjuntamente y contenidos en canales de flujo tubulares de extremo abierto, para formar conjuntos  
5           o haces de combustible desmontables separablemente. Un número suficiente de conjuntos de combustible se dispone en una matriz para formar el núcleo de reactor nuclear capaz de reacción de fisión auto-sostenida. El núcleo se sumerge en un fluido, tal como agua ligera, que sirve tanto como refrigerante, como en calidad de moderador de neutrones.

10           Típicamente las barras de combustible están formadas de un tubo cerrado herméticamente conteniendo el combustible nuclear, por ejemplo, en la forma de una pluralidad de tabletas de combustible cilíndricas como se conoce, por ejemplo, en la patente de EE.UU. número 3.365.371. El tubo, cerrado herméticamente por tapones terminales, por lo tanto, sirve  
15           como revestimiento para aislar el combustible nuclear del moderador-refrigerante y para evitar la liberación de productos de fisión.

          Algunos de los productos de fisión son gases. Para acomodar y contener estos gases de producto de fisión es conocido, como se ilustra en la arriba mencionada patente de EE.UU. nº 3.365.371, disponer un espacio o pleno en el elemento de combustible, que no está ocupado por el  
20           combustible nuclear. La provisión de este espacio o pleno, crea el problema de retener la columna de combustible en su posición deseada, porque, para rendimiento nuclear apropiado, es importante que el combustible esté en una zona de combustible activa, especificada del núcleo del reactor. Si la columna de combustible no está retenida en posición apropiada,  
25           se encuentra que algo del combustible puede trasladarse dentro del pleno arriba mencionado, especialmente durante la manipulación y el embarque cuando la barra de combustible puede estar en una posición distinta a la  
30           vertical. Se ha encontrado además que el combustible desplazado puede

1 atascarse o acuíñarse contra el tubo de revestimiento, de modo que no re-  
torna a su posición apropiada en la zona activa de combustible, cuando la  
barra de combustible es cargada en el núcleo del reactor. Se muestran va-  
rios medios en la técnica anterior para retener la columna de combustible  
5 en su posición deseada. Discos o arandelas en forma de platillo para re-  
tener la columna de combustible en posición, se muestran en la patente  
de EE.UU. nº 3.230.152, estando destinados los discos para acuíñarse contra  
el interior del tubo de revestimiento. Tales retenes de combustible no  
tienen provisión para expansión axial de la columna de combustible, son  
10 difíciles de insertar apropiadamente y pueden producir sollicitaciones  
circunferenciales locales indeseablemente elevadas en el tubo de revesti-  
miento. En la patente de EE.UU. nº 3.627.635, se muestra un miembro elás-  
tico en forma de copa, que está situado por encima de la columna de com-  
bustible y está retenido en posición por contacto de fricción con el re-  
15 vestimiento.

Otro retén de columna de combustible, que depende del contacto  
friccional con el tubo de revestimiento, comprende un muelle de enrolla-  
miento helicoidal con vueltas terminales, que entran en contacto con el  
tubo de revestimiento, como se ilustra en la patente de EE.UU. nº - - -  
20 3.310.474.

Otro retén de columna de combustible, mostrado, por ejemplo,  
en la patente de EE.UU. nº 3.378.458, comprende un muelle de enrollamien-  
to helicoidal, que es algo menor en diámetro que el tubo de revestimiento  
y está comprimido entre la parte superior de la columna de combustible  
25 y el tapón del extremo superior de la barra de combustible. Este tipo de  
retén de columna de combustible, ha obtenido el favor y es ampliamente  
usado. El mismo procura las ventajas de rendimiento de confianza y de ín-  
dole predecible y evita sollicitación circunferencial del tubo de revesti-  
30 miento. Un problema unido al uso de tal muelle de retención, se expone

1 en la citada patente de EE.UU. nº 3.378.458. En efecto, cuando el tapón  
terminal es soldado en el extremo del tubo de revestimiento, existe el  
riesgo de que la soldadura quede contaminada con material del muelle. Es  
to es a causa de que el material del muelle (por ejemplo, Inconel-X, ac  
5 ro o semejante) y el material del tapón terminal y del tubo de revesti-  
miento (por ejemplo, circonio) pueden formar una aleación eutéctica cuya  
temperatura de fusión es menor que uno de los materiales de base. La  
formación de esta aleación eutéctica con la soldadura o área de fusión,  
es inaceptable a causa de una resistencia a la corrosión impredecible,  
10 fuerza y ductilidad y otras propiedades de material imprevisibles de las  
aleaciones resultantes, cuando se someten a los ambientes del reactor o  
del producto de fisión.

Una solución a este problema, propuesta en dicha patente de  
EE.UU. nº 3.378.458 incluye la curvatura de un lazo terminal en el muelle  
15 de retención en un ángulo de 90°, de modo que este lazo se ponga en  
contacto sólo con el centro (y que es el más frío durante la soldadura)  
de la porción del tapón terminal. Este lazo también está plaqueado o  
revestido de un material de barrera (es decir, un material tal como cro-  
20 mo) para incrementar la temperatura eutéctica. Esta solución ha demos-  
trado ser eficaz cuando estaba realizada apropiadamente y se ha usado  
extensamente.

Sin embargo, en la realización de la solución precedente pa-  
ra producción de combustible en gran escala, se han encontrado varios  
25 problemas incluyendo dificultades para conseguir un plaqueado de eleva-  
da integridad, daños de manipulación al muelle plaqueado y dificultades  
para descubrir imperfecciones y daños, de modo que el control de cali-  
dad al grado de confianza deseado es difícil y costoso de conseguir.

Un objeto del presente invento es procurar una disposición  
30 de muelle de pleno, que procura resultados de confianza y predecibles

1 e impide problemas de fabricación.

Este y otros objetos se consiguen disponiendo un miembro de barrera entre el extremo del muelle de retención y el tapón terminal de la barra de combustible, estando formado el miembro de barrera de un material, que es compatible con el material del tapón terminal y/o que tiene una temperatura de fusión más alta que el material del tapón terminal y que no forma un producto eutéctico de propiedades impredecibles con el material del tapón terminal. Preferentemente el miembro de barrera está asegurado adecuadamente en el extremo del muelle de retención, de modo que no se desplace fácilmente durante el montaje o la manipulación del elemento o haz de combustible.

El invento se describirá más específicamente a continuación haciendo referencia al dibujo adjunto, en que la fig. 1 es una vista en sección transversal longitudinal de un elemento o barra de combustible incorporando la disposición de muelle de retención del invento.

La fig. 2, es una vista en sección transversal longitudinal aumentada de la porción superior de la barra de combustible, ilustrando una ejecución del invento;

Las figs. 3-5 son vistas en sección transversal longitudinal aumentada, ilustrando ejecuciones alternativas del invento.

Mostrada en la fig. 1, se encuentra una típica barra de combustible 11, incluyendo un tubo 12 de revestimiento alargado. El tubo 12 está formado de un material, adecuado para el uso en un reactor nuclear, tal como acero inoxidable, circonio o semejante, siendo el circonio un material preferido a causa de su baja sección transversal de captura de neutrones. Los extremos del tubo 12 de revestimiento están cerrados herméticamente por tapones terminales superior e inferior 13 y 14, que están soldados (o de otro modo fundidos) con el tubo 12 para impedir la entrada de refrigerante-moderador y para evitar el escape de productos

1 de fisión.

5 Contendida dentro del tubo de revestimiento 12, se encuentra una columna de combustible nuclear 16, tal como dióxido de uranio o de plutonio, que puede estar en la forma de tabletas, situadas extremo contra extremo en el tubo. El tubo de revestimiento 12, no está completamente lleno con combustible. En su lugar, se procura un espacio o pleno 17, libre de combustible nuclear, entre el combustible 16 y el tapón 13, terminal superior, para recoger los gases de productos de fisión, producidos durante el funcionamiento del reactor y permite la expansión térmica de la columna de combustible. El volúmen del pleno se hace lo bastante grande para acomodar a presión razonable, los gases de producto de fisión, que se espera que se liberen por el combustible durante su vida en el núcleo del reactor.

15 Para retener la columna del combustible 16 en su posición apropiada, especialmente durante la manipulación y el transporte, está previsto, en el pleno 17, un muelle 18 de retención, comprimido entre la parte superior de la columna 16 de combustible y el tapón 13 terminal superior. El muelle 18 de retención está formado de un adecuado material de muelle (por ejemplo, Inconel-X, acero o semejante) con un diámetro exterior algo menor que el diámetro interior del tubo de revestimiento 20 12, de modo que el muelle de retención no ejerza ninguna presión circunferencial sobre el tubo de revestimiento.

25 Para impedir la contaminación de la soldadura, entre el tapón terminal 13 y el tubo de revestimiento 12 por el material del muelle de retención 18, tal como se ha discutido aquí anteriormente, está previsto, de acuerdo con el invento, un miembro de barrera 19, asegurado al extremo superior del muelle 18 y que se extiende desde el mismo para ponerse en contacto con el tapón terminal 13, para evitar por ello el contacto

30

1 entre el muelle de retención 18 y el tapón terminal 13. Preferentemente  
 varias vueltas 21 al final del muelle 18 están rodeadas cerradamente pa-  
 ra facilitar el asegurar el miembro de barrera 19 al mismo. El miembro  
 de barrera/<sup>19</sup> está formado de un material, que es compatible con el mate-  
 5 rial del tapón terminal 13 y el tubo de revestimiento 12, que es un ma-  
 terial, que tiene, tanto una temperatura de fusión más alta que el ma-  
 terial del tapón terminal y el tubo de revestimiento, como no forma un  
 producto eutéctico con el mismo y/o un material que, si resulta fundido  
 10 y mezclado en el tapón terminal con la soldadura del tubo de revesti-  
 miento, no contamina, ni causa efecto perjudicial en el mismo. Materia-  
 les, tales como Nichrome, circonio, titanio y tungsteno son adecuados,  
 siendo el circonio el material preferido cuando el tapón terminal y el  
 tubo de revestimiento también están formados de circonio.

15 El miembro de barrera 19 puede adoptar varias formas específi-  
 cas, ejecuciones, de las que están ilustradas en las figuras 2-5: Una  
 realización de un miembro de barrera 19 (1) se ilustra en la fig. 2 y  
 tiene la forma de un muelle helicoidal emparejado y por ello asegurado a  
 las vueltas terminales 21 estrechamente enrolladas del muelle de reten-  
 20 ción 18. La bobina helicoidal del miembro 19 (1) puede estar enrollada  
 cerradamente en toda su longitud, o bien, como se ilustra, su porción  
 22 emparejada puede estar enrollada cerradamente, mientras que la por-  
 ción 23 extendida puede estar formada con espiras espaciadas. Para  
 asegurar que el miembro 19 (1) esté apretadamente asegurado en el extre-  
 25 mo del muelle 18, el diámetro exterior del miembro 19 (1) es con prefe-  
 rencia ligeramente mayor que el diámetro interior de las vueltas ter-  
 minales estrechamente enrolladas del muelle 18.

Una ejecución alternativa de un miembro de barrera 19 (2) co-  
 30 mo se ilustra en la fig. 3, tiene la forma de un tapón conformado, te-

1 niando un extremo de contacto 31 de área de contacto limitada, adyacente  
al tapón terminal 13, y una porción de falda 32 de diámetro suficiente  
5 para solaparse sobre el extremo del muelle de retención 18 y una porción  
de vástago 33 insertable en las vueltas terminales 21 del muelle de re-  
tención. La porción de vástago o tallo 33, puede estar formada con una  
gargante helicoidal emparejada con las vueltas terminales 21, de modo que  
puede enroscarse en la misma. El tallo 33 es ventajosamente algo mayor en  
su diámetro que el diámetro interno de las vueltas terminales 21, por lo  
que el tallo es agarrado apretadamente para retener el miembro 19 (2) fi-  
10 jado al muelle 19 durante la manipulación.

Otra ejecución de un miembro de barrera se ilustra en la fig.  
4 como un miembro de barrera 19 (3). El miembro 19 (3) comprende un largo  
de tubería de pared fina, formado con una porción 41 inferior inserta en  
15 el interior y de un diámetro para engranar apretadamente con las vueltas  
terminales 21 del muelle de retención 18, una porción 42 exterior exten-  
dida o prominente para asentarse sobre el muelle 18 para limitar por ello  
la profundidad de inserción, y una porción superior 43 que entra en con-  
tacto con el tapón terminal 13. La porción inferior 41 puede estar forma-  
20 da por enrollamiento con una garganta helicoidal para emparejar con las  
vueltas terminales 21.

Otra ejecución de un miembro de barrera, se ilustra en la fig.  
5, y es un miembro de barrera 19 (4) en forma de copa invertida. El miem-  
bro 19 (4) está formado con una pluralidad de dedos 51 elásticos, coloca-  
25 dos circunferencialmente, insertos y engranando en las vueltas termina-  
les 21 del muelle de retención 18, un espaldón 52 asentado sobre la parte  
superior del muelle 18 y una prominencia central 53 que procura un con-  
tacto de área limitada con el tapón terminal 13.

Por lo tanto, lo que se ha descrito es un miembro de barrera,  
30 fijado al extremo de un muelle de pleno de una abarra de combustible,

1 para impedir el contacto entre el muelle de freno y el tapón terminal de la barra de combustible.

N O T A

5 La presente patente de invención, comprende las siguientes reivindicaciones:

10 1.- Dispositivo de retención de columna de elementos de combustible de reactor nuclear, comprendiendo un tubo, tapones terminales, cerrando herméticamente los extremos de dicho tubo y una columna de combustible nuclear dispuesta en una parte de dicho tubo, para formar por ello un pleno, libre de dicho combustible nuclear, adyacente a uno de dichos tapones terminales, teniendo uno de dichos tapones terminales una superficie dentro de dichos tubos, caracterizado por un muelle de retención, que se extiende a través de dicho pleno con un extremo adyacente a dicha columna de combustible y su otro extremo, brevemente alejado de dicha superficie de uno de los citados tapones terminales; y un miembro de barrera, formado por una espira helicoidal teniendo una pluralidad de vueltas emparejadas en el interior de una pluralidad de vueltas de dicho otro extremo del citado muelle de retención y extendiéndose hacia dicha superficie de uno de los citados tapones terminales, estando formado el citado miembro de barrera de un material diferente al material de dicho muelle de retención.

25 2.- Dispositivo, según la reivindicación 1, caracterizado porque el citado miembro de barrera está formado de un material similar al material de uno de los citados tapones terminales.

30 3.- Dispositivo, según la reivindicación 1, caracterizado porque el citado miembro de barrera, uno de los mencionados tapones terminales y dicho tubo, están formados de materiales similares,

1

4.- Dispositivo, según la reivindicación 1, caracterizado por que las vueltas emparejadas de dicho miembro de barrera y del citado muelle de retención están enrolladas cerradamente.

5

5.- Dispositivo, según la reivindicación 4, caracterizado por que las vueltas de dicho muelle helicoidal y del citado miembro de barrera entre el citado otro extremo del mencionado muelle de retención y dicha superficie de los citados tapones terminales, están enrolladas espaciadamente.

10

6.- Dispositivo, según la reivindicación 1, caracterizado por que la espira helicoidal está formada de alambres teniendo circonio como su principal constituyente.

7.- "Dispositivo de retención de columna de elementos de combustible de reactor nuclear".

15

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva, ilustrada en los planos adjuntos, la cual consta de nueve hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, a 5 de octubre de 1973.

CARLOS ROEB  
P. P.

20

Fdo.: Francisco del Pozo

25

30



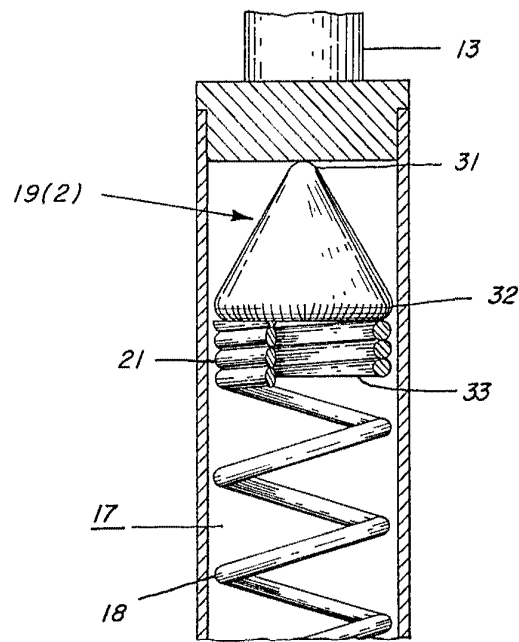


Fig. 3

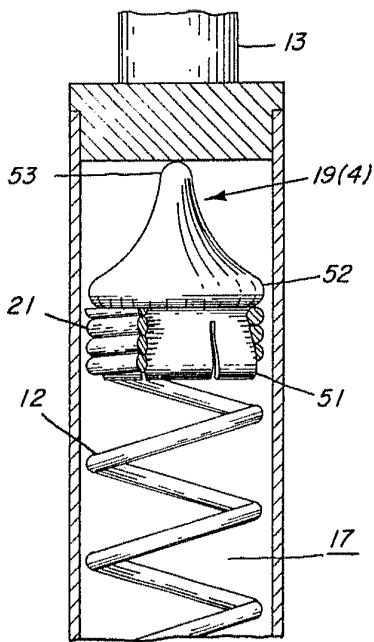


Fig. 5

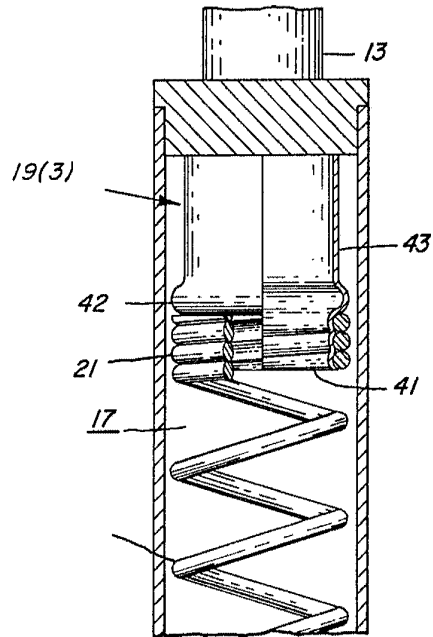


Fig. 4

ESCALA VARIABLE  
CARLOS ROEB

*[Handwritten signature]*  
Cfr. Francisco del Pozo