

408827

-3



P.- 52.551

G21C

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

A nombre de JERSEY NUCLEAR COMPANY

entidad norteamericana

establecida en Bellevue, Washington, Estados Unidos  
de América

por: "UNA DISPOSICION DE CASQUETE EXTREMO PARA UN ELE-  
MENTO COMBUSTIBLE DE REACTOR NUCLEAR"  
(Clase Internacional G21c)

- 1 -

**POOR  
QUALITY**

- 3 -  
ENE 1972

Este invento se refiere a reacciones y sistemas nucleares y, más en particular, a un método y un aparato para determinar si existen fugas desde un elemento combustible de reactor nuclear.

5 Un problema con el que se tropieza en la utilización de energía nuclear como manantial de energía es la contaminación radiactiva procedente de la instalación del reactor. Una fuente de esta contaminación es la fuga de gases del producto de fisión y otros materiales radiactivos desde un elemento combustible durante el funcionamiento del reactor. Estos contaminantes entran entonces en el material refrigerante y son transportados a otras zonas en la instalación del reactor.

10 15 Con objeto de reducir al mínimo esta fuga se examinan periódicamente los elementos combustibles del reactor en cuanto a fugas. La práctica actual es retirar físicamente los elementos combustibles del núcleo del reactor y examinarlos por métodos ultrasónicos o radiográficos. Sin embargo, estos procedimientos no solo requieren el uso de un equipo costoso y complejo para desmontar y retirar los elementos combustibles del núcleo para someterlos a examen, sino que también el reactor ha de ser parado o hecho funcionar a niveles de potencia reducida durante largos períodos de



tiempo.

Se han hecho intentos, como lo ponen de ma  
nifiesto las patentes norteamericanas números 3.296.864,  
3.230.771 y 3.350.271, para reducir y superar las des  
5 ventajas de la práctica normal ideando diversos méto  
dos para ensayar rápidamente los elementos combusti  
bles en cuanto a fugas sin tener que sacarlos del nú  
cleo del reactor. Estos métodos no han sido aceptables  
debido a que las mediciones no podrían determinar con  
10 exactitud la fuga o a que el aparato no podría funcio  
nar en el medio ambiente del reactor, así como por  
otras razones.

Se ha visto que la fuga desde un elemento  
combustible puede determinarse rápidamente sin sacar  
15 el elemento combustible del núcleo del reactor midien  
do exactamente la presión interna de gas del elemento  
combustible producida por los gases del producto de  
fisión liberados durante el funcionamiento del reac  
tor. Esta presión de gas se determina midiendo las  
20 fluctuaciones en una corriente parásita producidas por  
el casquete extremo especialmente diseñado del elemen  
to combustible cuando se pone cerca de él la corrien  
te parásita.

Este casquete extremo comprende un cuerpo  
25 estructural que tiene una cavidad que se abre hasta



la parte hueca del elemento combustible, unos medios flexibles que cierran herméticamente la abertura de la cavidad con respecto a la parte hueca del elemento combustible y que experimentan movimiento para entrar en la cavidad cuando se ejerce presión contra ellos desde dentro del elemento combustible, y unos medios sobresalientes situados dentro de la cavidad y que hacen contacto con los medios flexibles en una posición en la que los medios sobresalientes experimentan también movimiento provocado por la presión del elemento combustible.

En una realización preferida del invento los medios flexibles serán un conjunto de diafragma o de fuelle. En esta realización los medios sobresalientes pueden ser una barra construida al menos en parte de material ferromagnético. Un extremo de la barra descansará sobre el conjunto de diafragma o de fuelle en una posición que hará que la barra suba hacia la parte superior del cuerpo estructural cuando el conjunto de diafragma o de fuelle se mueve hacia arriba. En una realización preferida el cuerpo estructural tendrá la forma de un casquete extremo superior de elemento combustible normal. La cavidad entrará en el cuello del casquete extremo y estará configurada de modo que actúe como guía para la barra.



En una realización alternativa de este invento los medios flexibles pueden estar sujetos al elemento combustible de manera que cierren herméticamente la cavidad del casquete extremo con respecto a la parte del elemento combustible que contiene el combustible.

Con el casquete extremo de este invento se determina la fuga desde un elemento combustible mediante las operaciones siguientes: se baja la salida de energía en torno al elemento combustible a ensayar, se pone una corriente parásita en torno al casquete extremo y se hacen después mediciones del cambio de la corriente parásita con respecto a alguna medición normal. A partir de este cambio o falta de cambio puede determinarse si tiene fugas el elemento combustible.

En una realización preferida la salida de energía bajará durante aproximadamente 30 minutos o más para permitir que cualquier gas aprisionado en el elemento combustible escape por cualesquiera aberturas que pueda haber en el elemento combustible.

En una realización se hace una medición de la corriente parásita cuando no hay presión dentro del elemento combustible. Esta medición se utiliza como medición normal. Así, un cambio con respecto a



1973

la medición normal indicará presión dentro del elemen  
to combustible, es decir, ausencia de fuga.

En los dibujos adjuntos:

5 La figura 1 es una vista isométrica, parcial  
mente en sección, de un subconjunto de combustible que  
incorpora los elementos combustibles del presente in-  
vento.

10 La figura 2 es una vista en alzado lateral,  
parcialmente en sección, de un elemento combustible  
típico en relación con un casquete extremo modifica-  
do de este invento.

15 La figura 3-A es una vista en sección trans  
versal de un diseño de casquete extremo de este inven-  
to que utiliza un conjunto de diafragma, tomada a lo  
largo de las líneas III - III, según se muestra en la  
figura 2.

20 La figura 3-B es una vista en sección trans  
versal de un diseño de casquete extremo de este inven-  
to que utiliza un conjunto de fuelle, tomada a lo lar-  
go de las líneas III-III, según se muestra en la figu  
ra 2.

25 La figura 4 es una ilustración en despiece  
ordenado que muestra un método de cooperación entre  
un diseño de casquete extremo superior de este inven-  
to y unos medios preferidos para producir corrientes



parásitas.

Aunque los aparatos y métodos descritos en este invento pueden utilizarse para detectar fugas en cualquier recipiente o sistema cerrado, son especialmente adecuados para uso en la detección de fugas en un elemento combustible de reactor nuclear y para fines ilustrativos se describirá su uso en tal elemento combustible.

En la figura 1 se muestra un conjunto de combustible típico que incorpora elementos combustibles que tienen los casquetes extremos superiores de este invento. El conjunto de combustible 100 consiste generalmente en un canal tubular 101 de extremos abiertos, unos elementos combustibles 102, una placa de unión inferior 103, una placa de unión superior 104 y unos dispositivos 105 espaciadores de los elementos combustibles. El canal tubular 101 tiene una sección transversal cuadrada teniendo el extremo superior miembros de esquina 106 que soportan el canal después de que ha sido insertado sobre los elementos combustibles. Los elementos combustibles 102 se insertan en una pluralidad de dispositivos 105 espaciadores de elementos combustibles y quedan soportados en relación espaciada por ellos, descansando estos dispositivos contra la superficie interior del canal tubular 101. Estos



dispositivos espaciadores de los elementos combusti-  
bles están separados uno de otro en una distancia pre-  
determinada a lo largo del haz, por ejemplo, 0,45 m,  
y están conectados a uno o más de los elementos com-  
5 bustibles para impedir movimiento longitudinal de los  
dispositivos espaciadores.

Cada elemento combustible 102 comprende un  
tubo o revestimiento alargado que puede estar hecho  
de cualesquiera materiales diferentes; sin embargo,  
10 se hace preferiblemente de una aleación de circonio  
tal como la que se vende bajo el nombre comercial  
"Zircaloy", ya que este material tiene una sección  
transversal de baja captura de neutrones. Los extre-  
mos superiores de los elementos combustibles están  
15 herméticamente cerrados por medio de los casquetes ex-  
tremos superiores 107 de este invento y los extremos  
inferiores de los elementos combustibles están hermé-  
ticamente cerrados por casquetes extremos inferiores  
108.

Los extremos inferiores de los elementos com-  
20 bustibles están soportados por una placa de unión in-  
ferior 103 y coinciden con cavidades de soporte 109  
que están formadas a través de la placa de unión. Unas  
aberturas 110 están situadas junto a las cavidades 109  
25 y comunican directamente con una abertura inferior 111.

El extremo superior de la placa de unión tiene una sección transversal cuadrada para recibir el extremo inferior del canal tubular 101. Cuando el conjunto de combustible está montado en el reactor, la abertura inferior 111 comunica con una cámara impelente de alimentación que contiene un manantial de refrigerante tal como agua. Varias cavidades de soporte designadas por el número de referencia 112 están roscadas y reciben elementos combustibles que tienen extremos roscados.

La placa de unión superior 104 está asegurada a estos mismos elementos combustibles roscados por tuercas, tales como las denotadas por el número de referencia 113, coincidiendo con prolongaciones superiores roscadas de los mismos. Unas aberturas 114 están practicadas en la placa de unión superior 104 para comunicar el interior del conjunto de combustible con la cámara impelente de descarga del reactor. Unas cavidades 115 de soporte de los elementos combustibles están formadas a través de la placa de unión superior. Estas cavidades reciben los extremos superiores de los elementos combustibles y tienen profundidad suficiente para producir su expansión longitudinal. Están previstos unos muelles de compresión 116 para mantener una carga que viene determinada por el



par aplicado a las tuercas 113 entre la placa de unión superior 104 y el escalón superior de los elementos combustibles 102. El canal tubular 101 está mantenido en su sitio por unos pernos 117 que se insertan a través de aberturas practicadas en los miembros de esquina 106, las cuales coinciden con prolongaciones rosca-  
5 das 118 de la placa de unión superior 104. La placa de unión superior 104 está provista también de un mango 119 que se utiliza para subir y bajar el conjunto  
10 de combustible 100 en el núcleo del reactor (no mostrado). Por esta descripción resulta claro que el subconjunto de reactor es una unidad compacta con los elementos combustibles en proximidad inmediata uno a otro.

Aunque el conjunto de combustible anteriormente descrito puede utilizarse en diversos tipos de reactores nucleares, es particularmente adecuado para uso con reactores nucleares del tipo de refrigerante moderador de agua hirviendo. Durante el funcionamiento de un reactor típico de agua hirviendo en el que  
15 puede emplearse el conjunto de combustible, el refrigerante contenido en la cámara impulsante de alimentación del reactor circula por las aberturas inferiores  
20 111, por las aberturas 110 y hacia arriba dentro del canal 101, donde rodea y circula longitudinalmente a lo largo de la superficie exterior de los elementos  
25



combustibles 102. A medida que el refrigerante circula hacia arriba, extrae calor de los elementos combustibles y, por tanto, aumenta su temperatura y finalmente se convierte en vapor húmedo, teniendo una calidad del 10%, por ejemplo. Este vapor húmedo circula luego por la abertura 114 y por la placa de unión superior 104, descargándose en una cámara impelente de descarga dentro del reactor. La cámara impelente de descarga recibe el vapor de agua procedente de una pluralidad de conjuntos de combustible que constituyen el núcleo del reactor. El vapor húmedo procedente de la cámara impelente de descarga es secado después y transmitido a un dispositivo consumidor de vapor tal como una turbina. El vapor condensado procedente del dispositivo consumidor de vapor puede ser devuelto a la cámara impelente de alimentación anteriormente mencionada.

Esta circulación turbulenta de refrigerante alrededor de los elementos combustibles aplica grandes esfuerzos al revestimiento de los elementos combustibles, lo que puede dar como resultado grietas y fugas a través del revestimiento. El problema viene agravado por las altas temperaturas y presiones que también se aplican al revestimiento de los elementos combustibles. Como se ve en la figura 2, el elemento combusti



ble 207 contiene material combustible nuclear 209 dentro del revestimiento 208. Un material combustible típico incluiría  $U^{233}$ ,  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$  ó  $Pu^{241}$ . Este material puede estar en forma elemental o compuesta. Tras la absorción de un neutrón por el núcleo de un átomo fisionable de esta clase resulta frecuentemente una desintegración nuclear. Esta produce por término medio dos átomos del producto de fisión de peso atómico más bajo y de gran energía cinética. También se liberan en tal desintegración varios neutrones de alta energía. Por ejemplo, en la fisión de átomos de  $U^{235}$ , átomos ligeros del producto de fisión de número de masa que oscila entre 80 y 110 y átomos pesados del producto de fisión de número de masa que oscila entre 125 y 155. La energía total liberada se aproxima a 200 mev (millón de electronvoltios) por fisión. La energía cinética de los productos de fisión, así como la de los neutrones de fisión producidos, se disipa rápidamente, produciendo calor en los elementos combustibles del reactor. Esto puede dar como resultado temperaturas dentro de los elementos combustibles de alrededor de 650°C a 1098°C. Junto con los productos de fisión producidos hay gases tales como Xe, Kr, neón y otros, así como gases de escape procedentes del revestimiento y de los módulos de combustible, tales como oxígeno, ni



975

trógeno, helio y otros. Estos gases se acumulan en la cámara impelente 211 a medida que escapan de los núcleos de combustible y del revestimiento atravesando unos pasos, tales como el pasaje 213. A medida que se desprenden más gases, la presión de gas interna puede alcanzar  $175 \text{ kg/cm}^2$  o más. En algunos elementos combustibles es incluso deseable evacuar parte del gas del elemento combustible a fin de impedir la rotura del elemento combustible debido a la muy alta presión.

Por la descripción anterior es fácil imaginar la manera en que el revestimiento podría desarrollar fugas y eventualmente romperse como consecuencia de los grandes esfuerzos de temperatura, los esfuerzos mecánicos debidos a la circulación del refrigerante o los esfuerzos de la presión interna del gas sobre el revestimiento. Con el fin de detectar estas fugas e impedir la rotura del revestimiento el casquete extremo superior 201 ha sido modificado, de acuerdo con este invento, para proporcionar un aparato capaz de detectar cambio en la presión interna producidos por fugas en el revestimiento 208 incluso después de ser sometido al severo medio ambiente en el núcleo del reactor. Como se ve en las figuras 3-A y 3-B, el casquete extremo superior 201 comprende una sección de guía 204 que se extiende a través de la placa de unión superior



(no mostrada) y una sección de escalón 203 que encaja dentro del elemento combustible 207 y está unida, generalmente por soldadura, a la parte superior del revestimiento 208, formando de este modo un cierre hermético. Tanto la sección de guía 204 como la sección de escalón están ahuecadas para formar una cavidad 220. Está cavidad está cerrada herméticamente respecto a la cámara impelente 211 por un diafragma flexible 202, como se muestra en la figura 3-A, el cual está sujeto a la pared 203A de la cavidad de la sección de escalón 203. En un diseño alternativo, como se muestra en la figura 3-B, la cavidad 220 puede estar cerrada herméticamente también por un conjunto de fuelle 202' que está sujeto a la pared 203A de la cavidad de la sección de escalón 203.

El diafragma 202 está diseñado de modo que a medida que aumenta la presión en la cámara impelente 211 e incide dicha presión sobre la superficie 202A del diafragma, la superficie opuesta 202B del diafragma se flexionará entrando en la cavidad 220. Asimismo, el fuelle 202' está diseñado de modo que se expanda cuando se acumula presión en la cámara impelente 211 e incide esta presión sobre la superficie 202A' del fuelle. Cuando esto ocurre, la superficie 202B' es forzada a entrar en la cavidad 220. La disposición



de fuelle tiene la ventaja de diseñarse con más facilidad para permitir un mayor desplazamiento hacia dentro de la cavidad 220.

5 Mientras que el diafragma puede adoptar una variedad infinita de formas y construirse de diversos materiales, una forma de éstas que se ha visto que da buenos resultados es la de un disco de acero inoxidable circular que tiene un espesor de aproximadamente 0,05 mm y que está arqueado en forma cóncava en el centro del disco, como se ve en la figura 3-A.

10 En contacto con la superficie 202B del diafragma o la superficie 202B' del fuelle está un saliente 205 que está desplazado en una cuantía proporcional al grado de flexión del diafragma o de expansión del fuelle. Según este invento, el saliente 205 podría estar fijado a la superficie 202B o 202B', o mantenerse en la posición deseada por una sección de guía 204 del casquete extremo superior 201. En este último diseño, que es el preferido, la sección de guía 204 está diseñada de manera que ajuste sobre el escalón 203 y, en unión de la cámara 220, reciba al saliente 205, según se ve en la figura 3-A o 3-B. La superficie interior 204A de la sección de guía está situada normalmente en la proximidad inmediata del saliente 205 para impedir que bascule o se mueva lateralmente, pero no



lo bastante cerca como para impedir u ofrecer resistencia al desplazamiento del saliente 205 cuando se flexiona la superficie 202B. En un diseño el diámetro interior de la cámara formada por la superficie 204A es de 4,8 mm y el saliente 205 tiene 3,2 mm de diámetro. Así, hay una holgura de 0,8 mm entre el saliente 205, al tiempo que se mantiene un buen guiado en la trayectoria del saliente. Naturalmente, esta holgura puede variar en dependencia de la forma del saliente 205, la cuantía del desplazamiento, la rapidez del desplazamiento y otras variables.

Aunque el saliente 205 está ilustrado en las figuras 3-A y 3-B en forma de barra, está dentro del alcance de este invento el que podrían utilizarse con exactamente la misma facilidad otras formas, tales como la cónica. Además, está dentro del alcance de este invento que el saliente no sea de los mismos materiales en toda su extensión. A título de ejemplo, la parte inferior del saliente podría estar hecha de un material metálico y la parte superior podría ser un imán u otro material que pueda producir corrientes parásitas.

Además, de acuerdo con este invento, la respuesta del diafragma 202 o del fuelle 202' a la presión interna del gas del elemento combustible 207 pue

de ser proporcional, es decir, una flexión incrementada con el incremento de la presión, o podría ser una respuesta "ir, no ir", es decir, sin flexión hasta que se haya alcanzado una cierta presión, y luego, después de que se haya rebasado ese límite, ocurriría una flexión o expansión máxima del diafragma o del fuelle.

La respuesta del diafragma o del fuelle a la presión interna del gas viene determinada por el grado de desplazamiento de la barra 205. En el caso de un elemento combustible de reactor nuclear este desplazamiento se mide por las fluctuaciones en un campo de corrientes parásitas debido a los desplazamientos del saliente, según se ilustra en la figura 4. Dos bobinas de alambre enrolladas una en torno a otra para formar un cuerpo 217 están sometidas a corriente alterna por las líneas 219, dando como resultado la producción de una corriente parásita. Este cuerpo está situado alrededor de la parte superior de la sección de guía 204. En una realización el cuerpo 217 es tubular y tiene un centro hueco 218 cuyo diámetro interior es mayor que el diámetro exterior de la sección de guía 204. De esta manera el cuerpo 217 se centra fácilmente alrededor de la barra 205 situando el cuerpo 217 de modo que parte de la sección de guía 204 se extienda dentro del centro hueco 218.



En la práctica las barras de control se insertan para reducir la salida de energía, es decir, el número de reacciones de fisión en el núcleo. Así, no hay sustancialmente gases de fisión que estén produciéndose. La placa de unión superior se saca después del conjunto de bombustible que se está inspeccionando, dejando así al descubierto la sección de guía del casquete extremo superior. Las bobinas de corrientes parásitas son situadas entonces en posición alrededor de la sección de guía y se toman después mediciones de las fluctuaciones en la corriente parásita. Si hay fugas dentro de los elementos combustibles ensayados, la presión interna del gas deberá ser de alrededor de 0 kg/cm<sup>2</sup> o al menos por debajo de 3,5 kg/cm<sup>2</sup> en los diseños corrientes de reactores, dependiendo de lo pronto que se haga el ensayo después de insertar las barras de control. De preferencia, el ensayo se realiza 30 o más minutos después de que se ha reducido la salida de energía. Por otra parte, si no hay tubos dentro del elemento combustible, la presión interna del gas será sustancialmente más alta, dependiendo la magnitud exacta del tipo de combustible, de la disposición del combustible en el núcleo del reactor, del periodo de tiempo que el combustible del elemento combustible ha estado en servicio, y de otros mu



chos factores. Sin embargo, en este último caso la presión será lo bastante grande como para hacer que la disposición de diafragma o fuelle se flexione o se expanda haciendo que la barra sea desplazada hacia arriba al interior de la sección de guía del casquete extremo superior. En esta posición hacia arriba la barra creará fluctuaciones en la corriente parásita que se está produciendo alrededor de la parte superior de la sección de guía. Esta fluctuación se mide después y puede registrarse, si se desea.

#### EJEMPLO

La aplicabilidad del método de este invento se ensayó variando la presión dentro de un sistema cerrado similar a un elemento combustible de reactor nuclear equipado con un casquete extremo superior como el que se muestra en la figura 3-A. El saliente que descansaba sobre el diafragma era una barra de acero inoxidable de 3,2 mm de diámetro, encima de la cual se fijó un pequeño imán de igual diámetro. El casquete extremo superior estaba diseñado de forma que el diafragma no se flexionara ni desplazara la barra en más de 0,25 mm cuando la presión interna del gas fuera de 7 kg/cm<sup>2</sup>. En este caso el diafragma era un diafragma de acero inoxidable de 0,05 mm. de espesor.



El sistema cerrado se puso después a presión a 7 kg/cm<sup>2</sup> y se midió la fluctuación en la corriente parásita. La presión en el sistema cerrado se disminuyó después gradualmente hasta 0 kg/cm<sup>2</sup> y se midió el cambio de la fluctuación en la corriente parásita. Este proceso se repitió tres veces y los resultados pueden verse en la tabla I siguiente.

TABLA I

10

EFFECTOS DE LA PRESION SOBRE LA FLUCTUACION DE LA CORRIENTE PARASITA

	Elemento combustible, presión (kg/cm <sup>2</sup> )	7	5,25	3,5	1,75	0
	Corriente parásita, fluctuación (milivoltios)	86	64	43	22	0

15

20

Resulta evidente de estos resultados que el método de este invento puede medir con exactitud incluso cambios pequeños en la presión dentro de un sistema cerrado.

25

Este invento no está limitado a la descripción preferida detallada anteriormente, sino que incluye las muchas desviaciones obvias en el diseño del casquete extremo superior y en los medios de fijar el diafragma al elemento combustible, así como en los métodos



13

de medir el desplazamiento del saliente.

En una realización alternativa particular el conjunto de diafragma o de fuelle se unirá al elemento combustible en una posición adecuada para cerrar herméticamente la cavidad del casquete extremo con respecto a la parte del elemento combustible que contiene el combustible nuclear.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, el 22 de Noviembre de 1971, bajo el Nº 200.698, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

#### REIVINDICACIONES

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

22-12-72



19  
1973

1ª.- Una disposición de casquete extremo pa  
ra un elemento combustible de reactor nuclear que com  
prende: (a) un cuerpo estructural que se fija a un ex  
tremo de dicho elemento combustible y que tiene una  
5 cavidad con una abertura que conduce a dicho elemento  
combustible; (b) medios para detectar la presencia de  
fugas en el elemento combustible, que comprenden esen  
cialmente medios flexibles sensibles a la presión y  
medios sobresalientes; (1) estando unidos dichos me  
10 dios flexibles a dicho cuerpo estructural, cerrando  
dicha cavidad y creando una región de presión en ella  
separada del resto de dicho elemento combustible, de  
modo que al menos parte de dichos medios flexibles su  
fran un desplazamiento al interior de dicha cavidad  
15 cerrada en función de la presión interna ejercida con  
tra ellos desde dicho elemento combustible en el la  
do opuesto de dicha cavidad cerrada; y (2) medios sa  
lientes situados dentro de dicha cavidad cerrada y  
en contacto con dichos medios flexibles en una posi  
20 ción en que dichos medios salientes serán desplaza  
dos longitudinalmente dentro de dicha cavidad en pro  
porción al grado de movimiento de dichos medios fle  
xibles dentro de dicha cavidad, estando construídos  
dichos medios salientes, al menos en parte, de un ma  
25 terial que puede producir corrientes parásitas, por

3-11-73



lo que la presión se determina midiendo la fluctuación de la corriente parásita producida por el desplazamiento de dichos medios salientes dentro de dicha cavidad.

5                    2ª.- Una disposición según la reivindicación 1ª, en la que dichos medios flexibles comprenden un diafragma.

10                    3ª.- Una disposición según la reivindicación 2ª, en la que dicho diafragma comprende un disco delgado, metálico, que tiene una sección central hundida que se mueve al interior de dicha cavidad cerrada en función de la presión interna de dicho elemento combustible.

15                    4ª.- Una disposición según la reivindicación 1ª, en la que dichos medios flexibles comprenden un conjunto de fuelle.

20                    5ª.- Una disposición según la reivindicación 1ª, en la que dicho conjunto de fuelle comprende una primera sección rígida unida a dicho cuerpo estructural, una segunda sección rígida y una sección unitaria, flexible, en forma de acordeón, conectada a dichas secciones rígidas primera y segunda.

25                    6ª.- Una disposición según la reivindicación 3ª, en la que dichos medios salientes están dispuestos en contacto con dicha sección central hundida.



7ª.- Una disposición según la reivindicación 5ª, en la que dichos medios salientes están en contacto con dicha sección segunda rígida.

5 8ª.- Una disposición según la reivindicación 1ª, en la que dicha cavidad incluye un paso con figurado para guiar dichos medios salientes en su tra yectoria de movimiento.

10 9ª.- Una disposición según una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 8ª, en la que el elemen to combustible comprende: (a) un cuerpo largo, hueco, delgado, que contiene combustible nuclear y que tie ne una abertura en cada extremo; (b) unos primeros medios de taponamiento unidos a dicho cuerpo y que cierra herméticamente una de dichas aberturas del del cuerpo; y (c) unos segundos medios de taponamiento unidos a dicho cuerpo y cierran herméticamente dicha otra abertura del cuerpo, teniendo dichos segundos medios de taponamiento una cavidad adyac ente a dicha otra abertura del cuerpo y que miran hacia dicha par te hueca de dicho cuerpo.

15

20

10ª.- Una disposición de casquete extremo para un elemento combustible de reactor nuclear.

25 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.



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

Madrid, -9 NOV 1973  
Alberto de Llanusa  
P.A. *Alta*

*N*

3-11-73  
JAR.

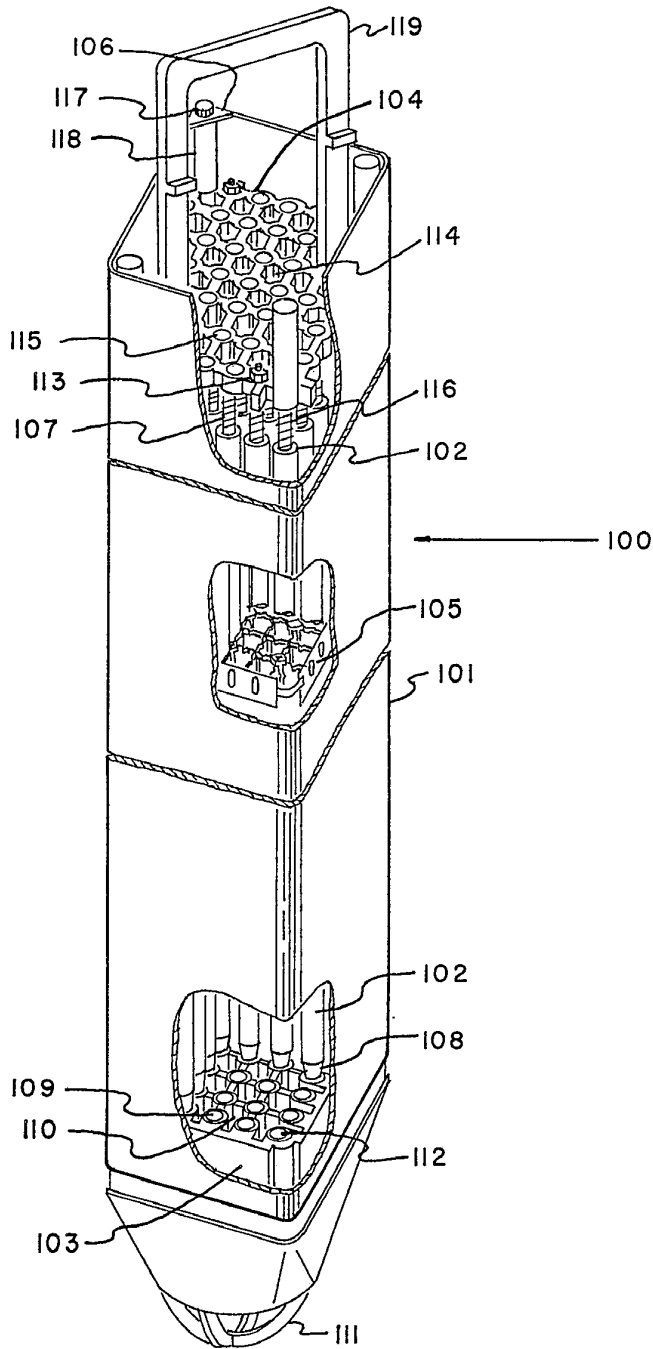


FIG. 1

Alberto de Elizaburu  
Per Poder

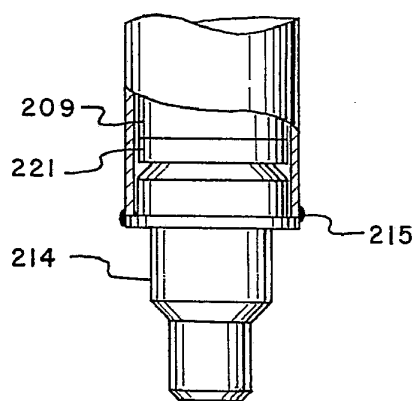
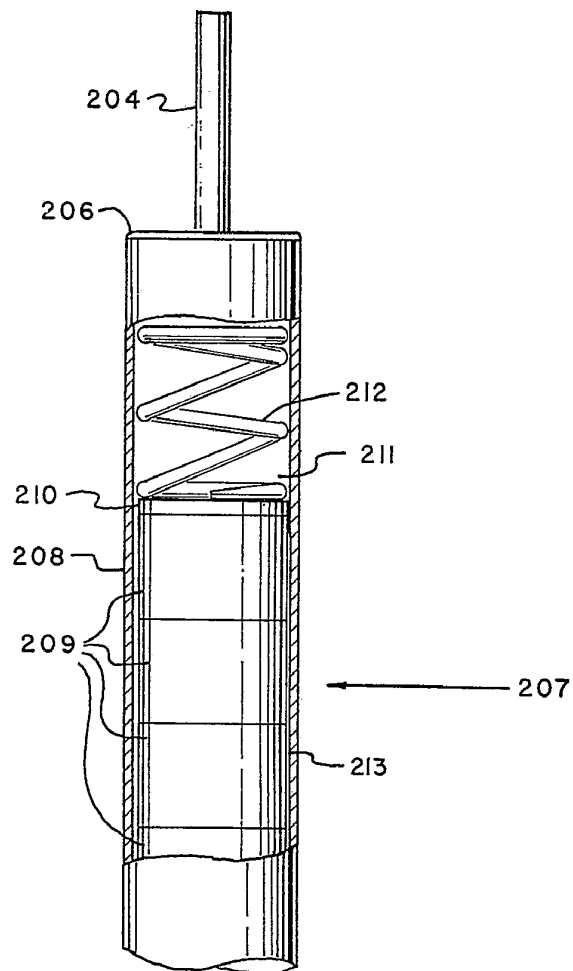
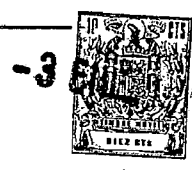


FIG. 2

Alberto de Eizaburu  
Per Foder  
*[Signature]*

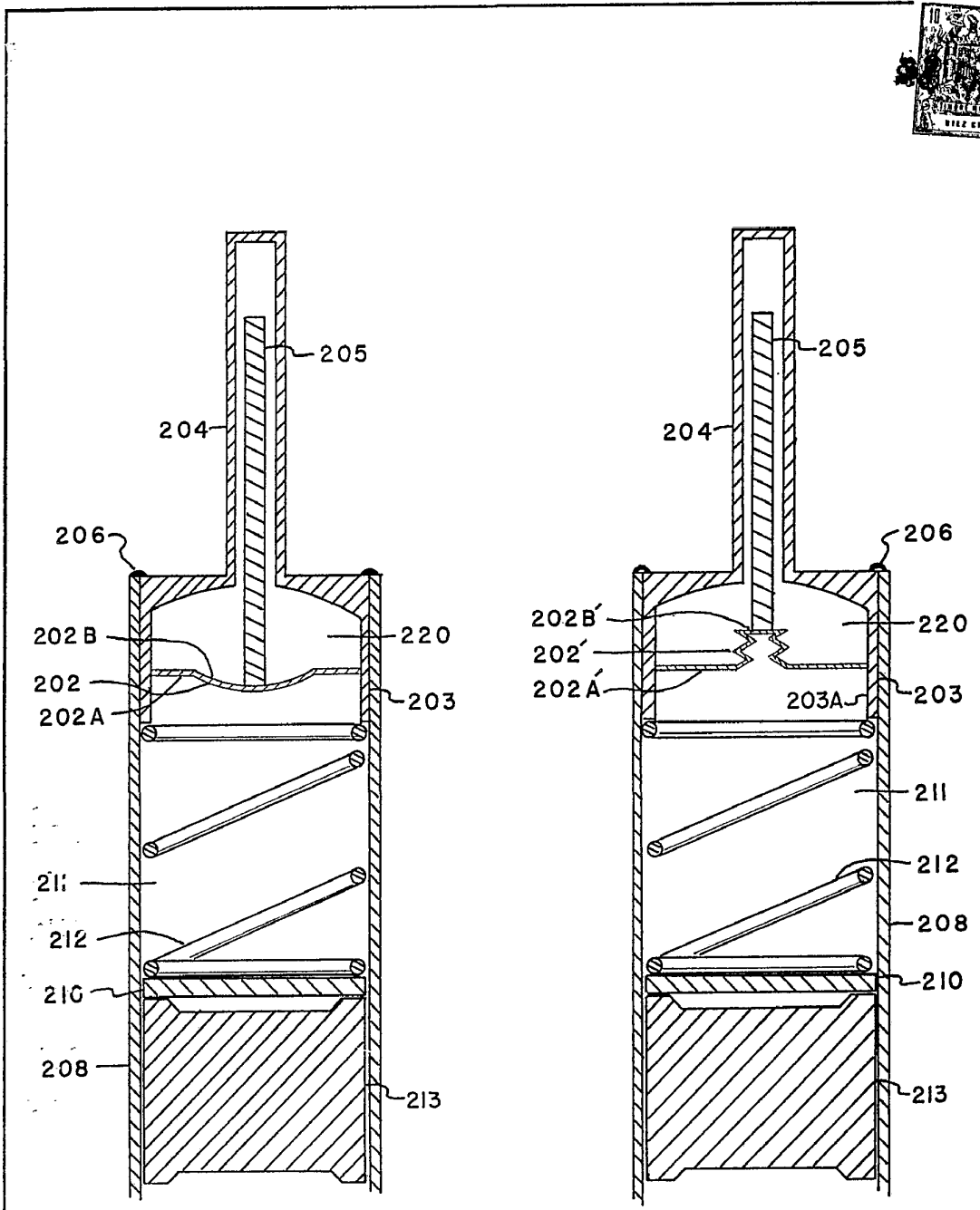


FIG. 3A

FIG. 3B

Alberto de Eizaburo  
Per Feder

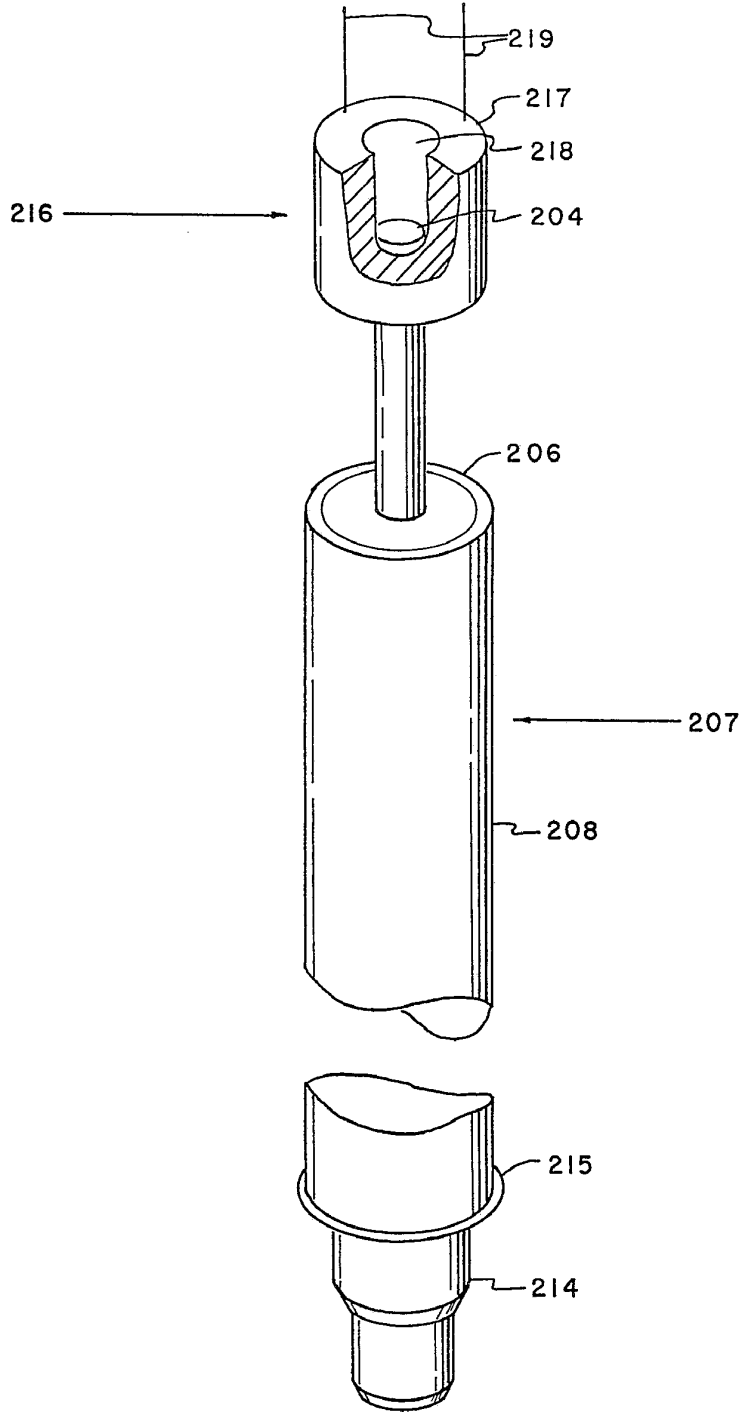
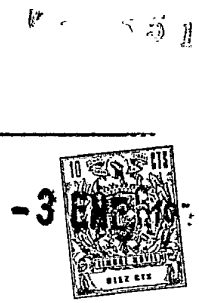


FIG.4

Albert de Fizeury  
Per Foder