



PATENTE DE INVENCION
=====

Your Ref: Pats/24/1236/22.

65272

Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en elementos de combustible, para
reactores nucleares"

Solicitante: UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY,
entidad británica, domiciliada en:
11-12, Charles II Street, LONDRES, Inglaterra

Este invento se refiere a elementos de combustible para reactores nucleares.

Es bien conocido el aprovisionar un reactor nuclear enfriado por gas, con columnas de elementos de combustible de forma alargada, constituyéndose cada

5.

265272



- columna por un acoplamiento de elementos de combustible yuxtapuestos por sus extremos, y en los que cada elemento de combustible está situado por interajuste de los extremos del elemento con los extremos de elementos adyacentes, y se halla provisto de salientes radialmente prolongados, análogos a los brazos de una estrella, o aletas longitudinales para ayudar a centrar la columna en los canales destinados a los elementos de combustible, que atraviesan la estructura de un moderador de un reactor nuclear. Los salientes radialmente prolongados, no pueden tener un ajuste exacto en los canales de refrigerante, ya que esto impediría o constituiría un obstáculo para el reaprovisionamiento del reactor, y no permitiría la distorsión del combustible. Así pues, se hace que las dimensiones totales de los salientes laterales sean algo inferiores (por ejemplo unos 15 mm.) a las del canal del reactor en el que han de usarse los elementos de combustible. Se ha descubierto, que en determinadas circunstancias (que parecen estar íntimamente relacionadas con la disposición de las aletas en los elementos de combustible) dichos elementos en una columna acoplada en un canal destinado a elementos de combustible en un reactor nuclear, vibran al someterse a la corriente ascendente de refrigerante a lo largo del canal, y pueden dar lugar a daños apreciables.

Este invento, por tanto, se refiere a medios para estabilizar una columna de elementos de combustible acoplados o amontonados, de forma alargada, contra la vibración al someterse a la corriente de refrigerante.



- El mecanismo de vibración de un elemento se cree que es tal que en una columna amontonada de elementos de combustible dispuesta en un canal, no todos los elementos se encontrarán en una posición en la que
5. su eje longitudinal es exactamente coaxil o paralelo con respecto al eje longitudinal de dicho canal, a causa de la posibilidad de un grado de movimiento de pivotación, como antes se indica. Además, si un elemento se inclina fuera de alineación, otros elementos son susceptibles
 - 10 también de inclinarse perdiendo la alineación, aunque no en el mismo plano necesariamente. Cualquier elemento de combustible que se incline fuera de alineación, estará sometido a una fuerza de reposición ejercida sobre él por la corriente de refrigerante, y esta fuerza
 15. de reposición tenderá a retornar el elemento a una posición alineada o coaxil que en realidad será superior a la de restauración, o sea desplazará el elemento, a través de la posición alineada o coaxil, hasta llevarlo a una posición en la que se halla inclinado en una dirección
 20. opuesta a la primitiva dirección de inclinación. En esta nueva posición, se hallará nuevamente sometido a una fuerza de reposición, esta vez en dirección opuesta, y se repondrá en exceso, y así sucesivamente. Se cree que el mecanismo es inestable, dado que la tendencia es a que la amplitud de la oscilación o inclinación
 25. aumente en lugar de disminuir; consiguientemente, el extremo oscilante del elemento choca repetidamente con la pared del canal y experimenta daños. Además, en el caso de circulación ascendente del refrigerante en el
 30. canal, la fuerza debida a la corriente de refrigerante



que actúa sobre las superficies de transmisión de calor y otras de los elementos de combustible, actúa contra la gravedad y tiende a aligerar los elementos de combustible, fomentando así la vibración.

5. De acuerdo con este invento, un elemento de combustible alargado para reactor nuclear, provisto de medios para colocar dicho elemento en un montón o fila de elementos de combustible análogos yuxtapuestos,

10. por interenlace de los extremos del elemento con los extremos de elementos adyacentes, se caracteriza por disponerse también medios para mantener el elemento de combustible en un canal vertical para el mismo, de un reactor, con el eje longitudinal del elemento de combustible separado del eje longitudinal del canal.

15. El elemento de combustible puede mantenerse en posición con su eje longitudinal desplazado del eje longitudinal del canal, por acoplamientos de encañadura, radialmente prolongados, contra la pared del canal, o disponiendo el elemento de combustible formando

20. un ángulo en el canal de tal modo que se induzca una componente, de la corriente de refrigerante, transversal al eje longitudinal del elemento de combustible, en la corriente principal de refrigerante, a lo largo del canal, y el elemento de combustible se impulsa de este

25. modo hacia la pared del canal, Los dos medios pueden combinarse.

Por vía de ejemplo van a describirse a continuación construcciones de este invento, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que

30. la fig. 1 es un corte a través de la es-



estructura del moderador, de un reactor nuclear representando un canal para elementos de combustible, cargado con elementos de combustible provistos de accesorios extremos para la estabilización de dichos elementos

5. contra la vibración en el canal, de acuerdo con este invento,

la fig. 2 es un detalle parcial, en corte y en perspectiva isométrica de un accesorio extremo, tal como el representado en la fig. 1,

10. la fig. 3 es un alzado lateral de un elemento de combustible, amontonado, en un canal para el mismo, de un reactor nuclear,

la fig. 4 es una vista a escala aumentada, (en corte medio) de la parte de la fig. 3 rodeada por el rectángulo IV,

15.

la fig. 5 es una forma modificada en corte medio de parte de la fig. 4,

la fig. 6 es una vista fragmentaria, en corte medio, de una construcción distinta,

20. la fig. 7 es una vista lateral de un elemento de combustible distinto, en un canal para el mismo, abierto en una estructura de moderador de un reactor nuclear,

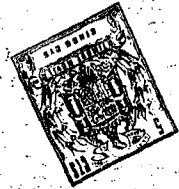
la fig. 8 es una vista en planta de la fig. 7,

25.

las figs. 9 y 10 son, respectivamente, vistas en planta de cortes por las líneas IX-IX y X-X de la fig. 7,

la fig. 11 es una vista en planta de otro accesorio extremo para un elemento de combustible de reactor nuclear,

30.



la fig. 12 es una vista lateral, en sección media, del accesorio de la fig. 11 acoplado a un elemento de combustible.

5. la fig. 13 es una disposición esquemática de un monton o fila de elementos combustibles en el canal de elementos combustibles en un reactor nuclear; el huelgo del canal y el grado de descentrado, en especial, se han exagerado para mayor claridad.

10. la fig. 14 es una vista lateral fragmentaria de dos elementos de combustible acoplados en el canal para los mismos de un reactor nuclear, y

la fig. 15 es un corte por la línea XV-XV de la fig. 14.

15. En la fig. 1 se representa parte de una estructura de moderador de grafito 1 de un reactor nuclear. Un canal vertical 2 de la estructura 1 del moderador, se carga con elementos de combustible 3, provistos de aletas 4 helicoidales de transmisión del calor, y provistos de aletas separadoras longitudinales

20. 5, en número de cuatro para cada elemento de combustible igualmente separadas alrededor de la periferia del elemento. Los elementos de combustible 3 están dispuestos con los extremos adyacentes uno sobre otro y cada elemento 3 tiene accesorios extremos 6 y 7 que permiten

25. la colocación de los elementos de combustible 3 unos con respecto a otros, en el canal 2. El accesorio 6 del extremo superior de cada elemento de combustible 3, comprende un cuerpo 8 en forma de copa cónica que se rosca en el extremo del elemento de combustible. El

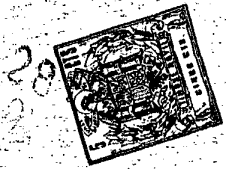
30. accesorio 7 del extremo inferior de cada elemento de



- combustible 3, tiene dos partes, o sea una parte superior 10 que se rosca en el extremo del elemento de combustible 3, y una parte inferior 11 que tiene una parte cónica 12 complementaria y preparada para ajustarse en el cuerpo 8 en forma de copa cónica del accesorio extremo superior 6 de un elemento inferior adyacente 3 de combustible. Las dos partes 10 y 11 del accesorio 7 del extremo inferior, están en ajuste de deslizamiento en las caras acopladas 13 y 14 inclinadas formando un ángulo de unos 15° con el plano transversal del accesorio extremo 7. Como se representa en la fig. 2, la parte inferior 11 del accesorio extremo 7, está conectada a la parte superior 10 por medio de un dispositivo de deslizamiento 15, en forma de "V". La parte superior 10, tiene una ranura de deslizamiento 16 en forma de "V" mientras que la parte inferior 11 tiene una lengüeta de forma complementaria 17, en la que se talla una ranura 18, y la parte superior 10 del accesorio extremo 7 se halla provista de un pasador 19 que se ajusta con la ranura 18, y limita el movimiento de deslizamiento relativo de las partes 10 y 11.

- Supongáse que el elemento de combustible inferior 3, representado en la fig. 1, se halla en posición en el canal 2 para elementos combustibles, mientras que el elemento de combustible superior 3 no se ha cargado todavía. El elemento de combustible superior 3 se suspende de una mordaza que se ajusta con su accesorio extremo superior 6, y se hace descender, por medio de la mordaza, por el interior del canal 2. A causa de la gravedad, las partes superior e inferior 10 y 11 del accesorio extremo inferior 7 del elemento de combustible, estarán alineadas como se representa en la fig. 2.

205212



El elemento de combustible 3, se hace descender por el canal 2 hasta que la parte cónica 12 de su accesorio extremo inferior 7 se ajusta con el cuerpo 8 en forma de copa del accesorio extremo superior 6 sostenido por el elemento de combustible inferior 3, ya en el canal 2.

5. Cuando el elemento de combustible 3 se hace descender más aún, la parte superior 10 de su accesorio extremo 7 se desliza relativamente con respecto a la parte inferior 11 que se sostiene por ajuste con el accesorio extremo superior 6 del elemento de combustible inferior 3.

10. Este movimiento hace que el elemento de combustible 3 se incline en el canal 2 hasta que se detiene por la esquina de las aletas separadoras longitudinales 5 al ponerse en contacto con la pared del canal 2. El elemento de combustible 3 se mantiene en esta posición (como se indica en la fig. 1, en la que para mayor claridad se ha exagerado la inclinación) por la acción de cuña de las partes cooperativas superior e inferior 10 y 11 del accesorio extremo inferior 7. Así, cada elemento

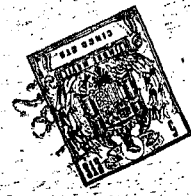
15. combustible 3 tiene su vibración impedida al someterse a la corriente de refrigerante que circula por el canal 2.

20.

En la fig. 3 se representan dos elementos alargados de combustible 21a, 21b dispuestos uno sobre otro en un canal 22 para los mismos, de un reactor nuclear. Cada elemento de combustible 21, tiene aletas transversales de transmisión del calor, indicadas por las líneas de trazo y punto 23, y aletas divisoras longitudinales 24 que sirven también como elementos de separación. Se disponen tres aletas separadoras 24 en ca

25.

30.



da elemento 21, simétricamente dispuestas en la periferia del elemento, pero unicamente se ven dos de ellas. En el extremo inferior de cada elemento 21 de combustible existe un accesorio extremo 25, y en el extremo superior de cada elemento de combustible 21 se dispone un accesorio extremo 26. El accesorio inferior 25 lleva un cuerpo cónico 27 de colocación, y el accesorio superior 26 lleva un cuerpo de colocación en forma de copa 28, que se acopla con el cuerpo cónico de colocación 27, que tiene un eje de simetría indicado por la línea de trazo y punto 29, y el accesorio 25 está preparado de tal modo que este eje sea paralelo y ligeramente desplazado del eje longitudinal del elemento (indicado por la línea de trazo y punto 30). El cuerpo 28 en forma de copa es cóncavo con el cuerpo de su elemento de combustible 21, y el desplazamiento del cuerpo cónico de colocación es tal que cuando los elementos de combustible 21a, 21b se colocan uno sobre otro, por lo menos una de las aletas divisoras 24 de cada elemento queda encerrada en contacto con la pared del canal 22, para estabilizar el elemento de combustible.

Los accesorios extremos 25, 26 se representan más detalladamente en la fig. 4. El accesorio extremo 25 tiene un saliente 31 excéntrico con respecto al cuerpo cónico 27, y el saliente 31 tiene un taladro central roscado 32, por medio del cual el accesorio 25 se conecta a una espiga roscada 33a, centralmente dispuesta en un casquillo 34a que cierra el revestimiento 35a del elemento de combustible para un cuerpo de combustible 36a. Las aletas transversales



de transmisión de calor, se indican por la línea de trazo y punto 23 como en la fig. 3, y las aletas longitudinales divisoras 4, se representan también. El accesorio extremo 26, tiene un saliente central 37 con un taladro roscado 38 que conecta dicho accesorio 26 con una espiga central roscada 33b de un casquillo extremo 34b de un revestimiento 35b para un cuerpo de combustible 36b. Se dispone un perno de trabazón 39.

En la fig. 5, se representan formas modificadas de accesorio extremo. En estas modificaciones, un accesorio extremo inferior 41 (para sustituir el accesorio 25 de la espiga 33a), consiste en un cuerpo de colocación 42 hemisférico, y un saliente excéntrico 43 provisto de un taladro central roscado 44. Un accesorio extremo superior 45 (para sustituir el accesorio 26 en la espiga 33b) consiste en un cuerpo 46, en forma de copa, para la colocación, destinado al acoplamiento con el cuerpo hemisférico 42, y un saliente central 47 provisto de un taladro 48 central, roscado.

La fig. 6 representa una construcción distinta en la que los elementos de separación presentan la forma de brazos radiales 50 que pueden sustituir las aletas longitudinales divisoras 24. Los brazos 50 están acoplados a un elemento de colocación 51 en forma de copa que constituye parte de un accesorio extremo 52 que tiene también un saliente central 53 con un taladro roscado 54, por medio del cual el accesorio extremo puede acoplarse al cuerpo de un elemento de combustible.

Se dispone un taladro 55 para un perno de trabazón, con objeto de trabar el accesorio al cuerpo del elemento de



-11-

- combustible. Con el cuerpo 51 en forma de copa se acopla un elemento de colocación cónica 57 que forma parte de un accesorio extremo 58 provisto de un saliente excéntrico 59 con un taladro central roscado 60 para acoplar el accesorio a un segundo elemento de combustible, de tal modo que el eje de simetría del cuerpo cónico (indicado por la línea de trazo y punto 61) se desplace lateralmente desde el eje longitudinal del elemento de combustible a que está unido (indicado por la línea de trazo y punto 62). Por este medio, en una combinación de elementos de combustible análogos yuxtapuestos, en el canal para los mismos de un reactor nuclear, por lo menos un brazo 50 de cada elemento de combustible se encaña en inmediata proximidad o en contacto con la pared del canal, de tal modo que el elemento se estabiliza.
- 5.
- 10.
- 15.

- El elemento de colocación en forma de copa, puede montarse excéntricamente en su elemento de combustible, en lugar, o además de montarse de este modo el elemento de colocación hemisférico o cónico. Si ambos cuerpos son excéntricos, sin embargo, los elementos de combustible habrán de orientarse cuidadosamente en una serie, en un canal para los mismos, con objeto de asegurar el encañado de los elementos de separación.
- 20.
- 25.

- En las construcciones hasta ahora descritas, el desplazamiento del eje longitudinal de un elemento de combustible con respecto al eje del canal en el que el elemento se dispone, se ha conseguido por el tipo del accesorio extremo que sitúa el elemento
- 30.

28 FEB 1954



en la serie. Una serie en la que los elementos están todos inclinados en un ángulo con respecto al eje del canal, puede obtenerse también proporcionando acoplamientos radialmente prolongados de longitud radial

- 5. eficaz, variable y que se combinan con la pared del canal; los acoplamientos están constituidos, por ejemplo, por brazos de una estrella o por aletas longitudinales. Cuando se emplean estas últimas para colocar el elemento formando un ángulo, el efecto puede obtenerse inclinando las aletas en un lado del elemento. Las aletas del lado del elemento opuesto al de las aletas inclinadas o ahusadas, pueden no inclinarse, o ahusarse en una dirección opuesta a la de las inclinaciones primeramente citadas.
- 10.

- 15. Con referencia a las figs. 7 á 10 de los dibujos, en la construcción en ellas representada, se indica un elemento 72 de un reactor nuclear, en posición de funcionamiento en un canal 71 para elementos combustibles de un reactor nuclear. El elemento de combustible 72 tiene un revestimiento 85 con aletas helicoidales 73 de transmisión de calor, y en su extremo superior está provisto de un accesorio extremo 74 dotado de un rebajo cónico 75 y una abertura central 76 que permite un cierto movimiento de pivotación en el rebajo 75, de un cono dispuesto en el extremo inferior de un elemento adyacente. Dicho cono se representa aislado en líneas de trazo y punto y se indica por la referencia 77. El extremo inferior del elemento de combustible 62 tiene un accesorio extremo 78 provisto de un cono 79. Los conos 77 y 79 son análogos, Parte del ac-
- 20.
- 25.
- 30.



cesorio extremo de un elemento de combustible inferior, adyacente, se representa aisladamente con líneas de trazo y punto y se indica por la referencia 80. Los accesorios extremos 74 y 80 son similares.

5. El elemento de combustible 72 tiene dispuestos a su alrededor cuatro aletas longitudinales de separación 80 á 84, separadas de las aletas 73 de transmisión de calor, y que se prolonga a través de ranuras de las aletas 73, aproximadamente hasta las raíces o partes inferiores de estas últimas. Las aletas de división 81 á 84, están sujetas por un alambre (no representado) a los extremos del revestimiento 85 y se hallan también retenidas por tirantes 86 acoplados en ranuras 87 de las aletas. Las aletas divisoras 83 y 84 están dispuestas de tal modo que sus bordes exteriores son, todos ellos paralelos al eje longitudinal del elemento de combustible 72, mientras que las aletas 81 y 82 del otro lado del elemento, están preparadas de tal modo que sus bordes exteriores están, cada uno de ellos, inclinado con respecto al eje longitudinal, (indicado por la línea de trazo y punto E) del elemento de combustible 72, cuando se observa normal a un plano que contenga la aleta divisora correspondiente y el eje E. Las aletas divisoras 81 y 82 se reducen por tanto hacia abajo, y las dimensiones de las cuatro aletas divisoras, son tales que existe separación suficiente entre los bordes de las mismas y la pared del canal 71, para permitir la carga y descarga del elemento de combustible al interior del canal y fuera de él, sin interferencia.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- Se trata de que el elemento de combustible 72 se disponga como se indica en la fig. 7, con respecto a las paredes del canal 71, o sea con el eje longitudinal E inclinado en una dimensión con respecto
5. al eje longitudinal del canal 1, (indicado por la línea de trazo y punto C). La prolongación radial aumentada de las aletas 21 y 82 con respecto al eje E en el extremo superior del elemento 72, junto con la situación del extremo inferior del elemento de combustible por
 10. el extremo superior del elemento de combustible inmediato inferior de la serie (cuyo extremo superior está a su vez situado a causa de las aletas convergentes asociadas con él), sirve para impedir que el eje E coincida o se disponga paralelo al eje C. Dado que el eje
 15. E se retiene con una inclinación en relación con el eje C, el resultado de la corriente de combustible sobre el elemento de combustible 71, consiste en ejercer sobre éste una fuerza de restablecimiento enérgica, que trata de mover los ejes E y C en coincidencia o paralelismo.
 20. Dado que el elemento de combustible no puede desplazarse mas allá de esta posición, a causa de la presencia de los sostenes decrecientes en un lado del elemento es imposible que ocurra cambio alguno de dirección de la fuerza de restablecimiento, y se evitan las condiciones que favorecen la vibración del elemento de combustible en el canal.
 - 25.

En un ejemplo típico, la diferencia de prolongación radial del eje E de las aletas divisoras 81 y 82 con respecto a su longitud de aproximadamente

30. 3 pies, es de 0'35" para un canal de una anchura de 4'2"



aproximadamente; el huelgo de los bordes de las aletas 81 y 82 con respecto a la pared del canal, en toda su longitud, es de 0,1" aproximadamente en la posición representada en la fig. 7, y el huelgo entre los bordes y las aletas de división 83 y 84 en la parte superior de las mismas es de 0,1" aproximadamente, y en el fondo de dichas aletas, es de alrededor de 0,45" en la posición representada en la fig. 7.

- 5.
10. En una modificación, las aletas divisoras 83 y 84 pueden sustituirse por aletas (una de las cuales se representa en la fig. 7 en líneas de trazo y punto y se designa por 88 y la otra es análoga) cuyos bordes exteriores en lugar de ser paralelos al eje E, están inclinados con respecto al mismo, de modo análogo pero contrario a la inclinación de las aletas de división 81 y 82, como puede verse claramente en la fig. 7. Sin embargo, los elementos que contienen esta modificación pueden adolecer del defecto de un posible atascamiento en el canal al elevarse o hacerse descender suspendidos de la mordaza de manejo del elemento de combustible. Puede sin embargo resultar satisfactoria para elementos de combustible cortos en los que el peso de uranio por elemento es reducido en comparación con el de un elemento de longitud elevada.
- 15.
- 20.

25. En otra modificación (no representada), se disponen cuatro aletas longitudinales de división, dos de las cuales, adyacentes, tienen disminuciones análogas, y las dos restantes tienen disminuciones similares en sentido contrario; las disminuciones de un par de aletas son de grado diferente de las del otro
- 30.



- par, de tal modo que el elemento de combustible está dispuesto con su eje longitudinal coincidente con el eje longitudinal del canal del elemento de combustible, en la parte superior del elemento, pero prolongándose en una dirección inclinada con respecto al eje longitudinal del canal, de tal modo que en la parte inferior del elemento está separado del eje del canal. Para la colocación del extremo inferior del elemento de combustible con el extremo superior del elemento de combustible inferior inmediato, (dispuesto en el canal como se ha dicho), el extremo inferior del elemento primeramente citado, está dotado de medios por ejemplo un cono descentrado, dispuestos de tal modo que la colocación de elementos adyacentes se consigue fácilmente.
5. Una serie o conjunto de elementos de combustible pivotadamente situados uno con respecto a otro, es algo inestable, de modo que las componentes transversales resultantes de la corriente de refrigerante que actúa sobre los elementos de combustible están en direcciones radiales distintas, y en consecuencia, los puntos de pivotación se impulsan repetidamente en direcciones variables con amplitudes diferentes. Haciendo que un extremo de cada elemento de combustible se encuentre en el mismo eje que los mismos extremos de los otros elementos de la serie o conjunto, éste se estabiliza.
10. El eje común en el que el extremo elegido de cada elemento de combustible se encuentra, puede o no coincidir con el eje del canal en el que se disponen los elementos de combustible. En las figs. 11 y 12 de los dibujos, se representa un accesorio extremo para un
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

El eje común en el que el extremo elegido de cada elemento de combustible se encuentra, puede o no coincidir con el eje del canal en el que se disponen los elementos de combustible. En las figs. 11 y 12 de los dibujos, se representa un accesorio extremo para un



elemento de combustible que utilice brazos de estrella de longitudes desiguales, en lugar de divisores con disminución, para formar un conjunto estabilizado, tal como el representado en la fig. 13.

5. Con referencia a las figs. 11 á 13 de los dibujos, un accesorio extremo F provisto de un saliente 91, está preparado para acoplarse a un elemento 92 de combustible del reactor nuclear (representado en líneas de trazo y punto en la fig. 12) por un casquillo 102
10. roscado y tiene cuatro brazos radialmente prolongados 93 á 96 de longitudes distintas. Una copa cónica del saliente 91 tiene un eje 98 lateralmente desplazado con respecto a un eje 99 del accesorio F; este último eje es también el del elemento de combustible 92. La copa
15. o casquillo 97 está destinada a colocar un accesorio extremo cónico 100 concéntricamente acoplado al extremo inferior del elemento 101, superior adyacente (también representado con líneas de trazo y punto) cuando los elementos 92 y 101 figuran en una serie o conjunto
20. de los mismos, dentro de un canal para elementos de combustible, de un reactor nuclear. La periferia de este canal se indica con líneas de trazo y punto en la fig. 11, y se representa por B. Las longitudes de los brazos 93 á 96 son tales que el diámetro de un círculo (indicado en D) que circunscribe los extremos libres de los
25. brazos, es inferior al del canal para los elementos de combustible, con objeto de dejar un huelgo entre los extremos libres de los brazos y la pared del canal, durante las operaciones de carga y descarga. Además, las
30. longitudes de los brazos 93 y 94 son tales que la dis-



tancia radial de sus extremos libres desde el eje de la copa o casquillo 97, es igual al radio del canal, de modo que con los extremos libres de los brazos 93 y 94 en contacto con la pared del canal, el extremo inferior del elemento superior de combustible 101, se coloca prácticamente en el centro, o sea coaxilmente con el canal.

5. Cuando la serie o conjunto de elementos de combustible dotados de accesorios como se ha descrito, se instala dentro de un canal para elementos combustibles, y se somete a la corriente de refrigerante gaseoso, como se indica en la fig. 13, el eje de cada elemento se halla inclinado con respecto al del canal, dado que los brazos 93 y 94 son radialmente más largos, con respecto al eje 99 del elemento, que el radio del canal, mientras que el extremo inferior del eje de cada elemento se halla relativamente fijo en una posición central, o sea en el eje del canal, a causa de la longitud radial de los brazos 93 y 94 con respecto al casquillo acopado 97, siendo igual al radio del canal. En consecuencia, cada elemento está sujeto a una componente transversal de la corriente de refrigerante, en una dirección que impulsa los extremos libres de los brazos 93 y 94 en contacto con la pared del canal, mientras que el extremo inferior de cada elemento está prácticamente retenido en un eje común que, con preferencia, es central. Esto da por resultado que los elementos separados de la serie de elementos de combustible, se establezca contra la vibración en el canal.

10. El grado de inclinación del elemento con



respecto al eje común, se limita sin embargo a causa del momento flector impuesto sobre el accesorio extremo a causa del desplazamiento lateral relativo de los ejes 98 y 99, y también por el peso componente que aumenta de magnitud al crecer la inclinación para oponerse a la componente transversal de la corriente de refrigerante. Típicamente, para un elemento de 40" de longitud, el descentrado del extremo superior con respecto al eje común, es del orden de 0,07 pulgadas.

5. Desde luego, el huelgo (típicamente 0,035" para un diámetro de canal de 4,125") de los brazos 93 á 96 con respecto a la pared de un canal B permite que cada elemento de combustible ascienda y descienda por el canal durante la descarga y la carga respectivamente, sin estropear las paredes o agarrotarse en aquél.

10. Además, la construcción hace innecesario el disponer cualquier situación angular de los elementos de combustible de un conjunto uno con respecto a otro, lo cual simplifica el reabastecimiento, aleja la repetición del mismo, y retiene la posibilidad de "combinar" elementos combustibles.

15. En una disposición más sencilla, los elementos de combustible de un conjunto de un canal para los mismos, se hacen oscilar disponiendo en los extremos de los mismos brazos en forma de estrella de longitudes igual, asimétricamente distribuidos alrededor de cada elemento; la longitud radial eficaz de por lo menos dos brazos de la estrella, en cada elemento, es mayor que el radio del canal en el que el elemento ha de acoplarse de tal modo que los elementos no pueden circunscribir el eje del canal.

20.

25.

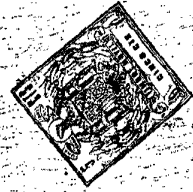
30.



- Un caso específico es el de un elemento con accesorios de estrella en sus extremos superior e inferior, sometidos a una fuerza que tienda a desplazar el elemento; esta fuerza es proporcional al desplazamiento radial del eje del elemento desde el eje del canal, y dirigida a 135° con respecto a la dirección de desplazamiento, o sea la fuerza puede descomponerse en dos componentes iguales, una de actuación radial hacia el interior a lo largo de la línea de desplazamiento, y una que actúe perpendicularmente al desplazamiento.
5. En este caso, los accesorios de estrella superior e inferior tienen, cada uno, un par de brazos en ángulo recto; uno de los brazos es de mayor longitud que el radio del canal y otro brazo es igual a este radio.
10. Los accesorios en forma de estrella, están preparados de tal modo que los brazos de igual longitud se encuentran en el mismo plano vertical y, además, los brazos de longitud igual a la del radio del canal, se encuentran en la dirección de la componente tangencial de la fuerza de impulsión. De este modo, la fuerza que tiende a desplazar el elemento se resiste igualmente por los cuatro brazos mencionados.
15. Este sistema estabilizará un solo elemento. Con una serie de estos, es preferible que los extremos de los accesorios en forma de araña se dispongan con caras planas perpendiculares al eje del canal. Esto permite que cada uno de los elementos se mueva y estabilice por sí mismo, independientemente.
- 20.

25. En las figs. 14 y 15 se representa una construcción distinta, en la que se utilizan brazos de

30.



- estrella, para la inclinación de los elementos. Se indican los extremos de dos elementos de combustible 110, 111 cada uno de ellos dotado de un cuerpo de combustible 112 ranurado, dispuesto en un revestimiento protector 113 provisto de aletas 114 de transmisión de calor, y aletas 115 de división del refrigerante. Los revestimientos 113 están cerrados por casquillos extremos 116 provistos de vástagos o espigas roscados 117 que sostienen dispositivos de colocación 118, 119 sobre los
5. elementos 110, 111 respectivamente. El elemento de colocación 118 tiene forma de copa y está dotado de cuatro brazos de estrella 120, de igual longitud radial unidos a él; dichos brazos están simétricamente dispuestos alrededor del elemento. El elemento 119 tiene forma
10. cónica y se halla dotado solamente de dos brazos de estrella 121 a él acoplados. Estos brazos de estrella 121 son de longitud radial superior a la de los brazos 120, y se hallan acoplados al elemento 119 perpendicularmente uno a otro.
- 15.
20. Los elementos 110, 111 se representan dispuestos en un canal 112 cuyo centro se indica por la línea 123 de trazo y punto, (ver fig. 14). El radio del canal 112 es ligeramente inferior al del círculo descrito por los brazos 121, y ligeramente superior al del círculo descrito por los brazos 120 (indicado por la
25. línea de trazo y punto 124, de la fig. 15). Cuando los elementos de combustible 110, 111 se cargan en el canal 122, y el cuerpo 119 sitúa, con el cuerpo 118, los brazos 121 del elemento superior 111, forman contacto con
30. la pared del canal 122 e impulsan al elemento 110 a -



- adoptar una posición tal que dos de los cuatro brazos 120 del elemento 110, se encañan contra la pared del canal 122, y la línea central de ambos elementos (indicada por la línea de trazo y punto 125) se desplaza de
5. la línea central 123 del canal 122. Los dos brazos encañados 120 del elemento de combustible 110 y los brazos 121 del elemento de combustible 111 superior, limitan de este modo el movimiento vibratorio y rotacional del elemento 110 en el canal 122.
10. Los brazos 120 del extremo superior de cada elemento de combustible, han de tener huelgo suficiente entre sus extremos y las paredes del canal, para permitir la dilatación térmica y las variaciones de dimensiones, dentro de las tolerancias del proyecto, o sea, la mayor estrella y el menor diámetro del canal,
15. junto con el huelgo necesario para permitir la falta de alineación de los distintos bloques que forman la pared del canal, sin restringir el movimiento axial del elemento de combustible en el canal (necesario para
20. permitir la dilatación térmica de los elementos de combustible del conjunto, el aumento de longitud de los elementos de combustible a causa de la hinchazón del combustible, y la descarga final del elemento de combustible). Los brazos 121 del extremo inferior de cada
25. elemento, como ya se dijo, han de ser de longitud radial superior al radio del canal. Además, el radio combinado de los brazos 120 y 121, ha de ser mayor que el diámetro del canal en las condiciones menos favorables de tolerancia y temperatura, o sea en todas las temperaturas a que el refrigerante puede circular a través del
- 30.



canal, las longitudes radiales combinadas de un brazo 120 de estrella y un brazo 121 de otra estrella, cuando ambos brazos son de la longitud mínima permitida por la tolerancia del proyecto, no han de ser menores que el diámetro máximo del canal permitido por la tolerancia del proyecto. Un ejemplo de dimensiones adecuadas a la temperatura ambiente, es el siguiente:

5.

Radio del círculo descrito por brazos 120 de aleación de magnesio = 2,058".

10.

Radio del círculo descrito por brazos 121 de aleación de magnesio = 2,115".

Radio del canal del moderador de grafito = 4,2" máximo.

Estas dimensiones permiten la dilatación térmica diferencial en las condiciones de funcionamiento del reactor.

15.

La sección de acuñadura de los brazos de araña, resulta de que el cuerpo de colocación 119 en forma de cono trata de deslizarse hacia abajo en el cuerpo 118 en forma de copa, hasta una posición de equilibrio, que se alcanzará finalmente por deformación elástica de los componentes. Excepto en el límite de la tolerancia del proyecto antes citada, el cuerpo 119 no se apoyará por completo en el cuerpo 118, al cargarse el elemento primeramente. Así, los extremos de todos los

20.

elementos de combustible de un conjunto, quedan estabilizados, con la excepción del extremo inferior del elemento del fondo, y del extremo superior del elemento más elevado. El elemento inferior puede apoyarse en un tirante de soporte provisto de brazos análogos a los

25.

del extremo superior del elemento de combustible, para

30.



realizar la estabilización de modo análogo. El elemento superior puede tener, en él montado, un peso o elemento falso provisto de una estrella similar a la del extremo inferior de un elemento.

5.

N O T A

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.

10.

También se hace constar que este invento se refiere a seis Solicitudes de Patente, presentadas en Inglaterra, con fechas 2 de marzo, 29 de marzo, 29 de marzo, 26 de mayo, 9 de agosto de 1.960 y 11 de enero de 1.961, números

15.

7.376, 11.108, 11.109, 18.645, 27.626 y 1.264, acciéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los convenios internacionales en vigor, y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España:

20.

"Perfeccionamientos en elementos de combustible, para reactores nucleares"; caracterizándose por lo siguiente.

1ª - Perfeccionamientos en elementos de combustible, para reactores nucleares, caracterizados por ser estos de forma alargada, por estar provistos de

25.

medios para colocar dichos elementos en serie con los extremos de los mismos yuxtapuestos, y por disponerse además medios para mantener los elementos de combustible en un canal vertical para los mismos, de un reactor nuclear, con los ejes longitudinales de los citados elementos

30.

de combustible separados del eje longitudinal del canal.



2ª - Perfeccionamientos, caracterizados por medios para situar el elemento en forma de serie de extremos yuxtapuestos de elementos de combustible análogos, por interajuste de los extremos del elemento con los extremos de elementos de combustible adyacentes, y además, porque se disponen también medios para mantener el elemento de combustible en un canal vertical para dichos elementos de un reactor nuclear, con el eje longitudinal del elemento de combustible desplazado, pero paralelo, al eje longitudinal del canal.

5.

10.

3ª - Perfeccionamientos, caracterizados por disponerse medios para situar el elemento de combustible en una serie de elementos de combustible similares yuxtapuestos por el interajuste de los extremos de los elementos con los extremos de elementos de combustible adyacentes, y además, porque se disponen medios para mantener los elementos de combustible en un canal vertical para los mismos, de un reactor nuclear, con el eje longitudinal de los elementos de combustible, inclinado con respecto al eje longitudinal del canal.

15.

20.

4ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 3ª, caracterizados porque cuando el refrigerante circula alrededor de los elementos dispuestos en el canal, se induce una componente de la corriente de refrigerante, transversal al eje longitudinal del elemento, en la corriente principal de refrigerante, y el elemento, de este modo, se impulsa hacia la pared del canal.

25.

5ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 1ª, caracterizados porque los medios de conser-

30.



- vación comprenden cuatro aletas radialmente prolongadas, dispuestas simétricamente alrededor de los elementos, y a lo largo de toda su longitud; dos aletas adyacentes están aguzadas de tal modo que sus bordes exteriores están inclinados con respecto al eje longitudinal del elemento.
5. 6ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 5ª, caracterizados porque las cuatro aletas radialmente prolongadas, están aguzadas; un par de aletas adyacentes, están aguzadas en una dirección, y el otro par de aletas adyacentes, están aguzadas en la dirección inversa.
10. 7ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 6ª, caracterizados porque los aguzamientos de un par de aletas adyacentes son de grado distinto de los que tienen las otras dos aletas adyacentes, de tal modo que los elementos se hallan dispuestos en un canal para los mismos de un reactor nuclear, con su eje longitudinal coincidente con el eje longitudinal del canal, en un extremo del elemento, pero prolongado en una dirección inclinada con respecto al eje longitudinal del canal.
15. 8ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 1ª, caracterizados porque los medios de conservación comprenden acoplamientos radialmente prolongados de longitud radial eficaz distinta, dispuestos en los extremos de los elementos y susceptibles de acoplarse contra la pared del canal.
20. 9ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 8ª, caracterizados porque los acoplamientos ra
- 25.
- 30.



- dialmente prolongados comprenden por lo menos tres brazos de estrella de longitud radial efectiva igual, simétricamente dispuestos alrededor de un extremo del elemento, y solo dos brazos de estrella en el otro extremo del elemento; estos dos brazos de estrella son perpendiculares uno a otro y tienen mayor longitud eficaz radial que los brazos de estrella simétricamente dispuestos.
- 5.
10. 10ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 8ª, caracterizados porque los acoplamientos radialmente prolongados comprenden, en cada extremo de los elementos, un par de brazos de estrella perpendiculares uno a otro; un brazo de cada par es más corto que el otro brazo del mismo, y de la misma longitud que el brazo correspondiente del otro extremo del elemento;
15. los brazos están dispuestos de tal modo, que los de igual longitud se encuentran en el mismo plano vertical.
20. 11ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 1ª u 8ª, caracterizados porque los medios para colocar los elementos están descentrados con respecto al eje longitudinal de los elementos de combustible, por lo menos en un extremo del elemento.
25. 12ª - Perfeccionamientos, caracterizados por una serie de elementos de combustible alargado para reactor nuclear, según la reivindicación 1ª, dispuesto en un canal para los mismos, de un reactor nuclear.
30. 26ª - Perfeccionamientos en elementos de combustible, para reactores nucleares, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria

5272



e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta memoria consta de veintiocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

28 FEB. 1951

UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY,

J. GOMEZ ACEBO Y MOGENSEN

ESCALA VARIABLE

FIG. 1.

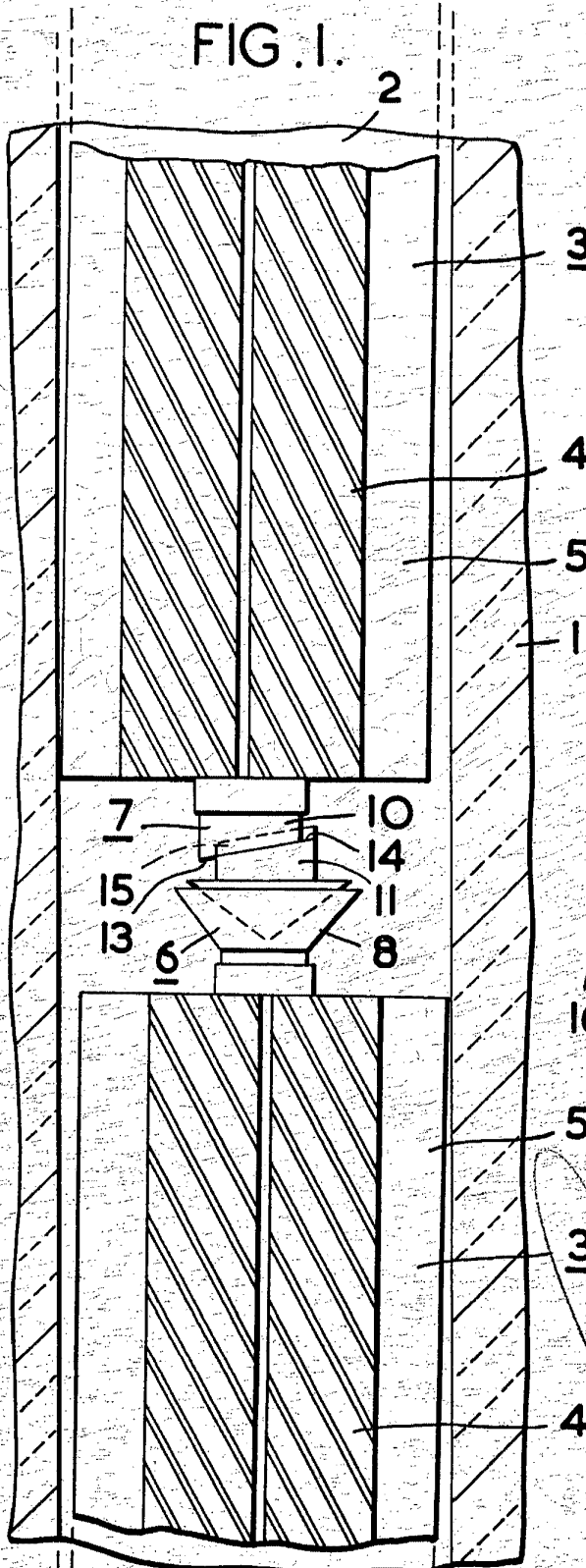
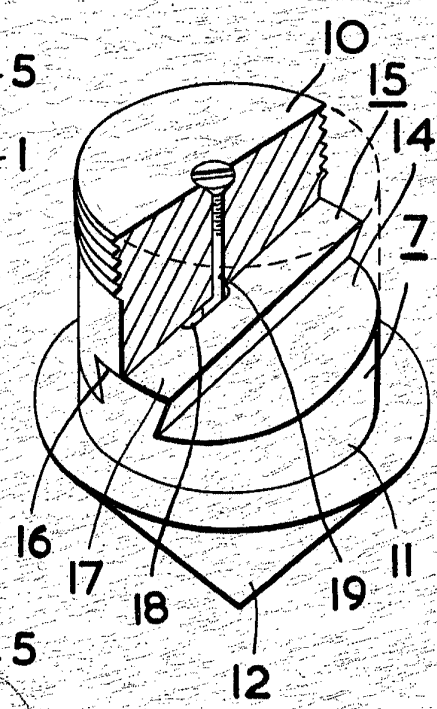


FIG. 2.



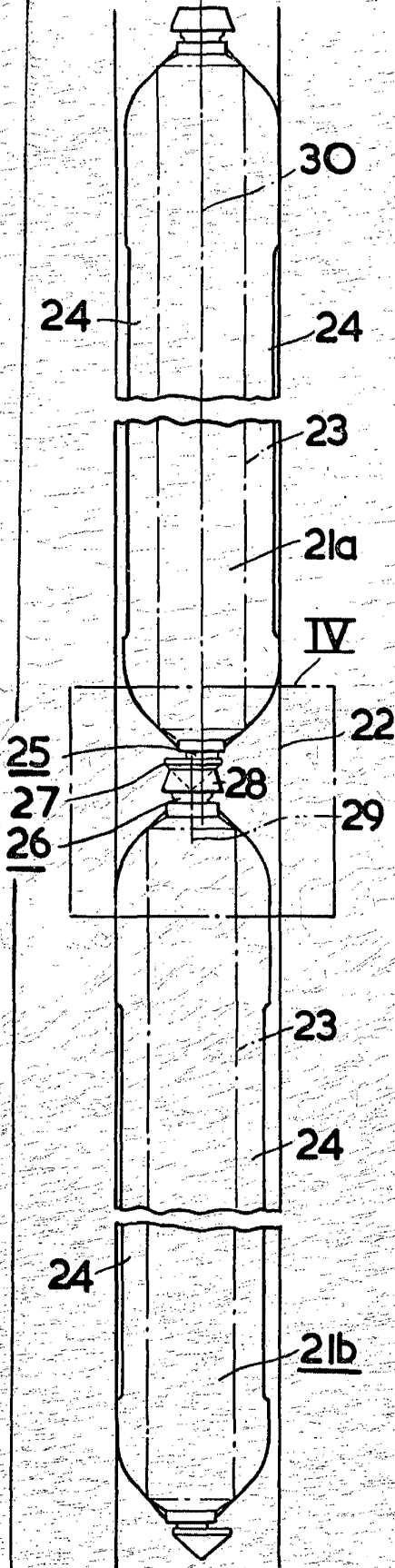
26527



Madrid,
1954

ESCALA VARIABLE

FIG. 3.



265272

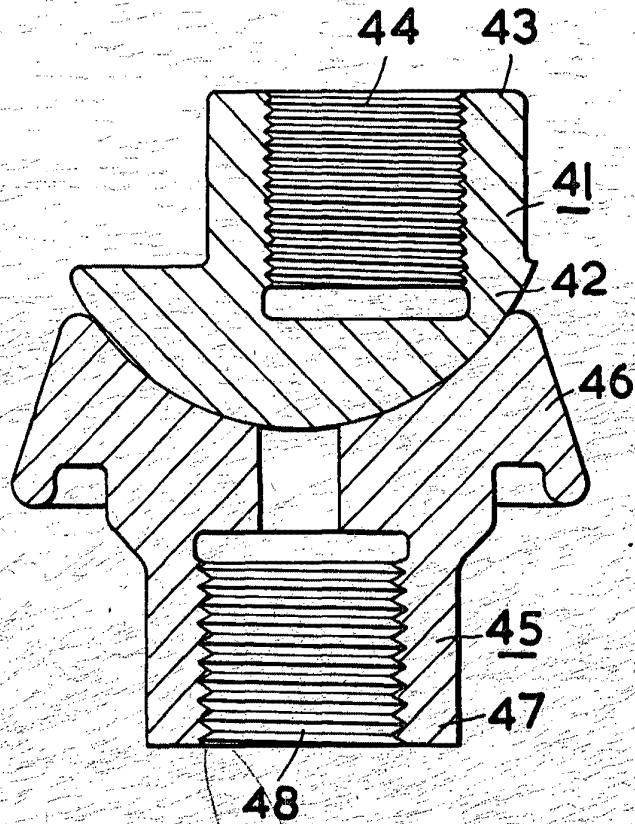
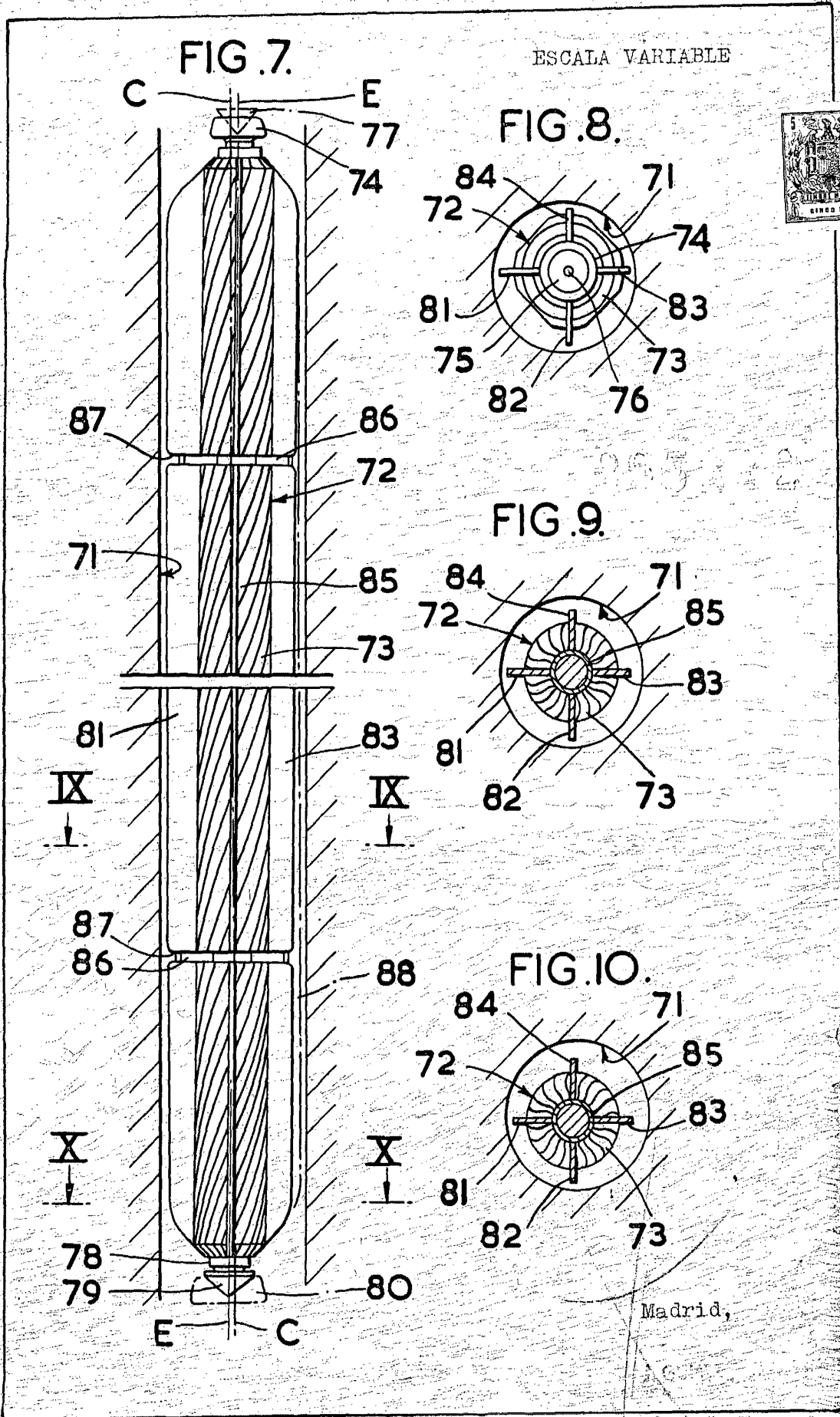


FIG. 5.

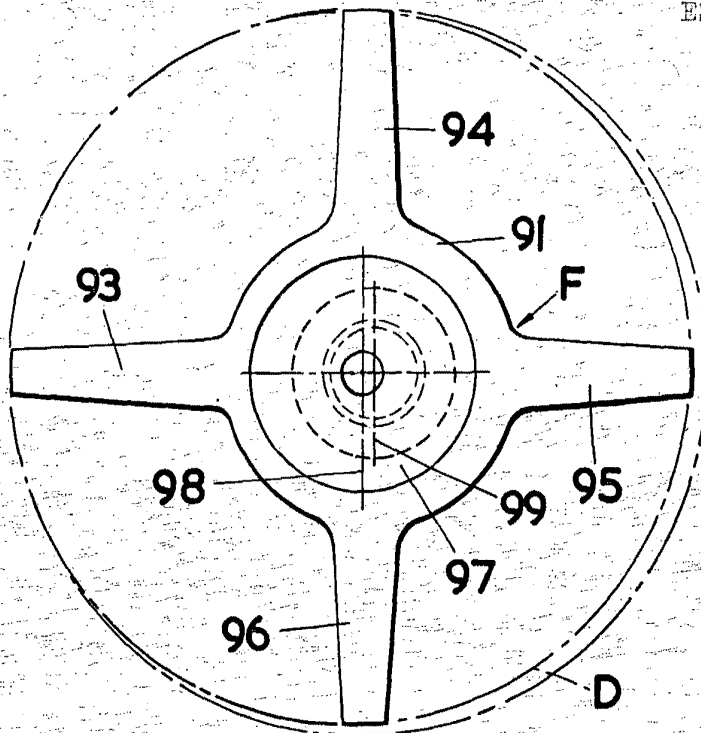
Madrid,



ESCALA VARIABLE



FIG. II.



265272

FIG. I3.

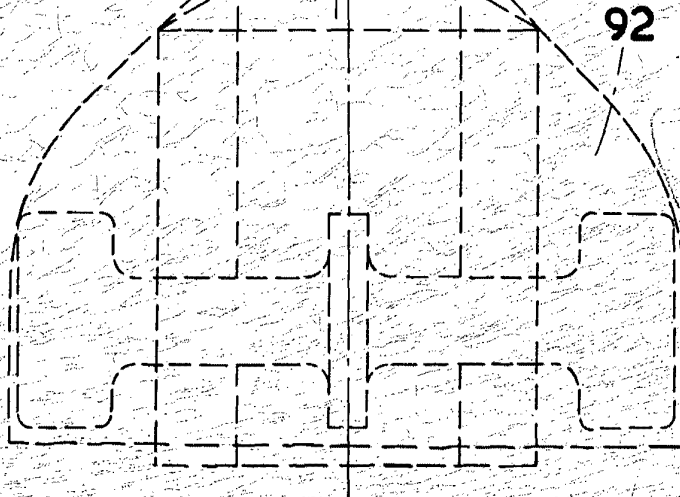
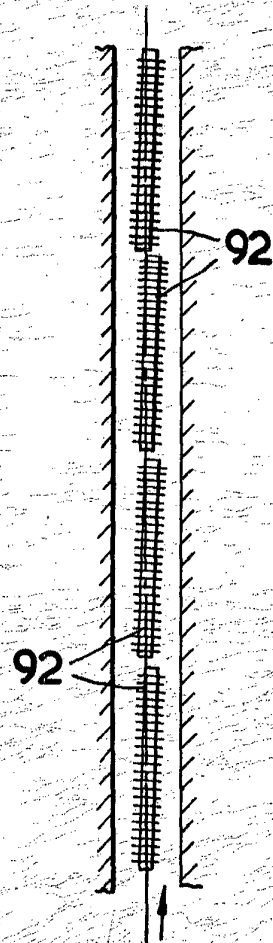
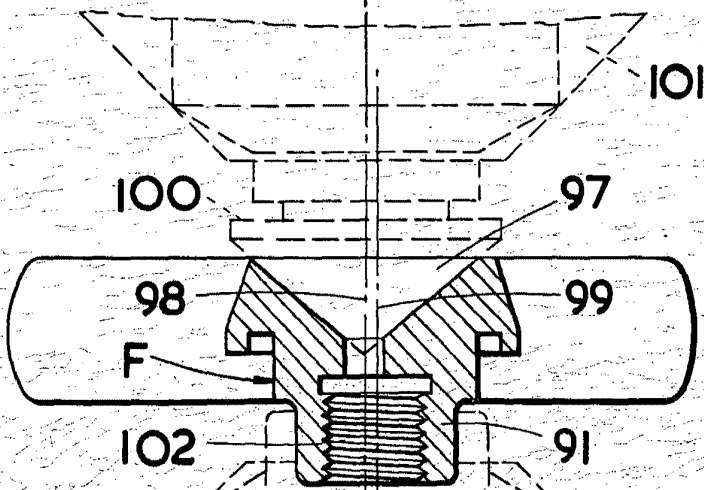
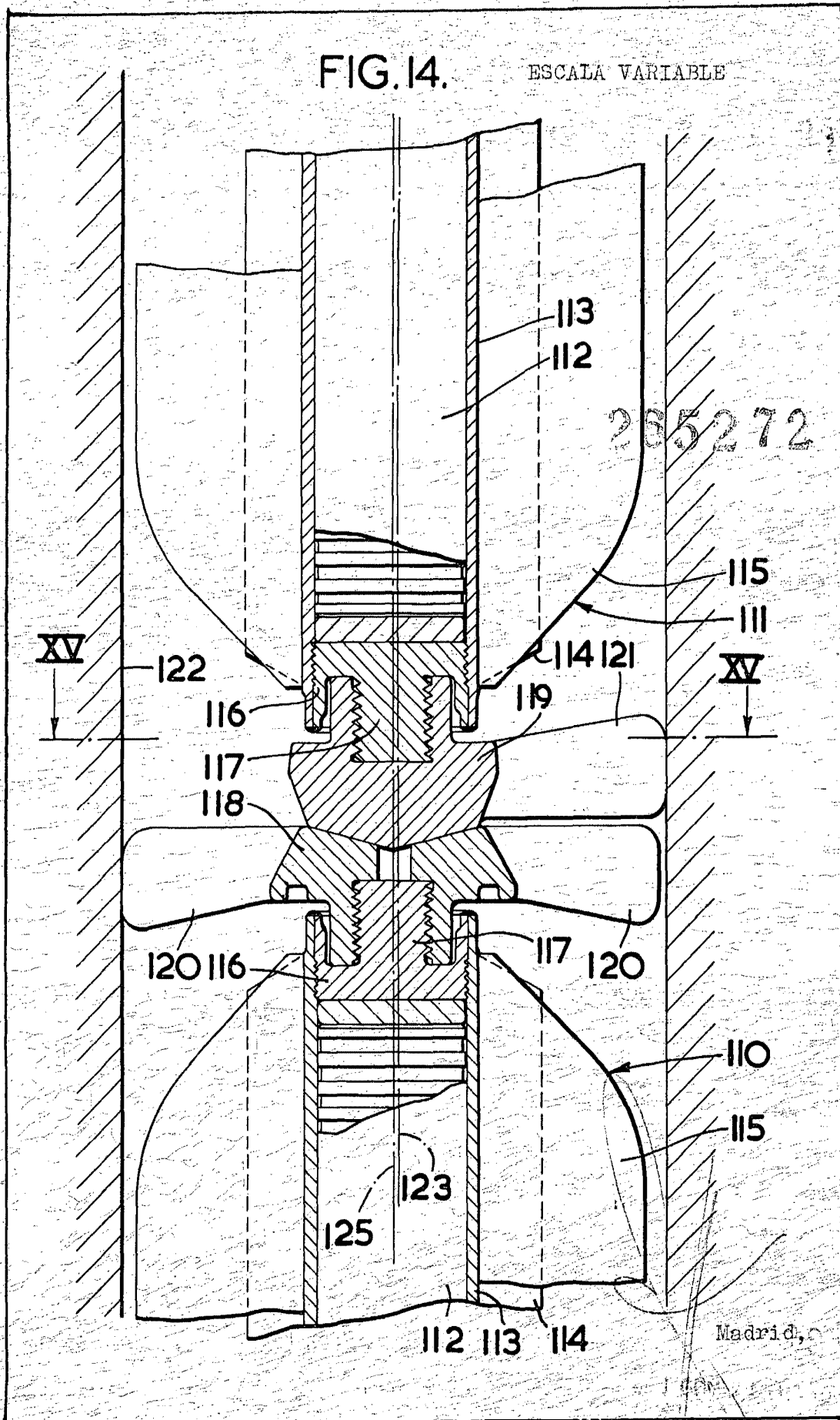


FIG. I2.

Madrid,

FIG.14.

ESCALA VARIABLE

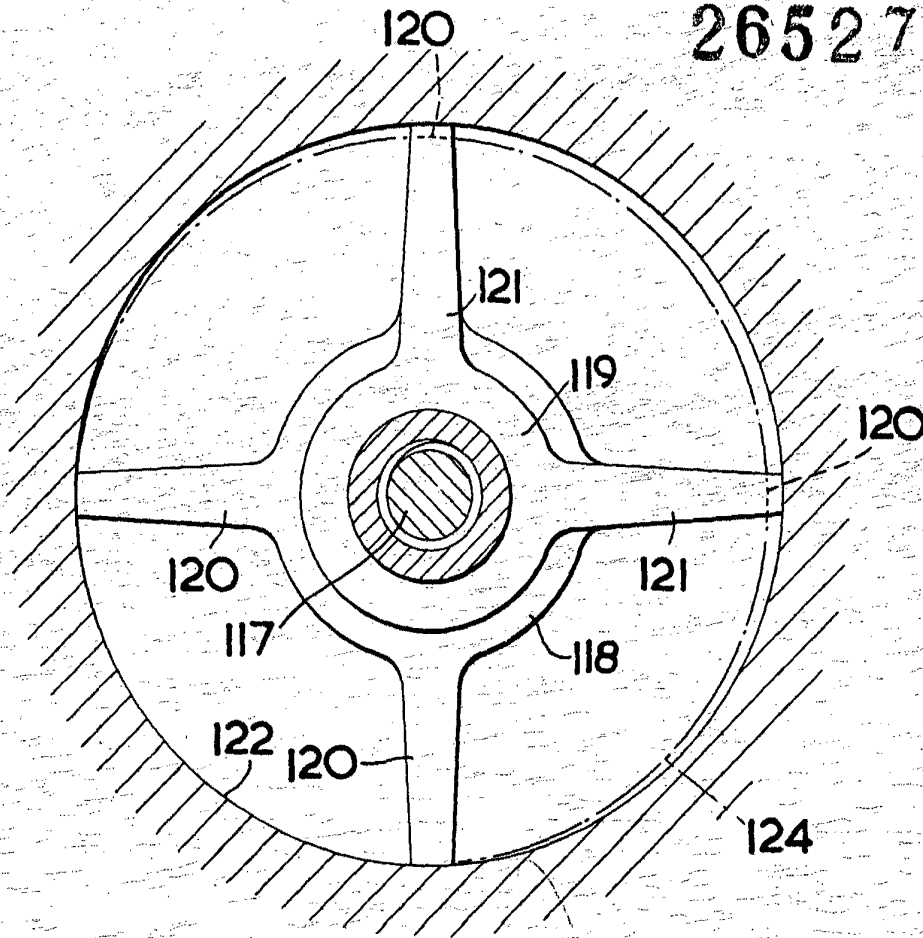


ESCALA VARIABLE



FIG. 15.

265272



Madrid,

A. GOMEZ FERRAZ