

35715

PATENTE DE INVENCION

=====  
Pats 24/8368/22.

24 ACO. 1958



## Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en la construcción de equipos para realizar pruebas de fallos de elementos combustibles de reactores nucleares".

---

*Solicitante* UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, entidad inglesa, residente en: 11, Charles II Street, Londres, S.W.1., Inglaterra.

---

Este invento se refiere a equipo de prueba para hallar fallos en los elementos combustibles de un reactor nuclear.

Según el invento, el equipo utilizado para las  
5. pruebas del fallo de los elementos combustibles de un reactor



- nuclear comprende medios para presentar en una posición colectora común muestras del refrigerante del reactor, derivadas cada una de ellas de un elemento combustible específico ó grupo de elementos combustibles, medios en
5. la posición colectora común para presentar las muestras en secuencia a un conducto alargado para fluir a lo largo del mismo, un primer dispositivo detector adyacente a una parte de dicho conducto alargado para detectar cualquier radiación procedente del refrigerante que fluye en dicho
10. conducto, siendo dicha radiación el resultado del fallo de un elemento combustible asociado con una muestra de refrigerante, medios que unen la salida de dicho conducto a un segundo conducto que sale de dicha posición colectora, medios en la posición colectora común para presentar en
15. el citado segundo conducto con el fin de que fluya a lo largo del mismo aquellas muestras de refrigerante no presentadas en dicho conducto alargado, y un segundo medio de detección adyacente a una parte de dicho segundo conducto para detectar cualquier radiación según se ha indicado anteriormente.
- 20.

- Los citados medios para presentar muestras refrigerantes en secuencia en el conducto alargado comprende preferentemente un elemento anular fijo que tiene orificios separados con cada uno de los cuales se pone en comunicación un tubo de muestra de refrigerante, y un tubo colector giratorio alrededor del eje del elemento anular y en comunicación por un extremo con dicho conducto alargado y por el otro extremo y en relación de captación con cada uno de los citados orificios por turno a medida que gira el tubo.
- 25.
- 30.



Los citados medios para presentar en dicho conducto aquellas muestras no presentadas en el conducto alargado preferentemente un refuerzo anular colector que rodea a dicho elemento anular, penetrado de una forma hermética por el citado tubo colector giratorio y en comunicación con dicho conducto, por lo que las muestras de refrigerante procedentes de todos los oficios, a excepción de aquel con el que el citado tubo se halla en comunicación, se recoge y se hace pasar a dicho segundo conducto.

Uno ú otro de dichos conductos, ó ambos, pueden ir provisto de acomodadores de flujo para inducir el flujo a una velocidad satisfactoria con el fin de permitir que el tiempo total de análisis del equipo se mantenga dentro de un límite razonable. Un caudalímetro puede ir incorporado dentro del primer conducto citado con el fin de averiguar rápidamente cualquier bloqueo del mismo.

El equipo según el invento es particularmente apropiado para ser utilizado con refrigerante metálico líquido de un reactor nuclear rápido.

A continuación se describe un ejemplo de construcción del equipo que incorpora los principios del invento y que se hallan diseñado para un reactor nuclear rápido refrigerado por sodio, con relación a los dibujos adjuntos, en los que:

La fig. 1, es una vista de costado en la sección media.

La fig. 2, es una vista frontal a mayor escala tomada a lo largo de la línea de corte II-II de la figura 1.



La fig. 3, es una vista fragmentada a mayor escala que ilustra un detalle de la figura 2.

5. La fig. 4, es una vista en planta a mayor escala tomada a lo largo de la línea de corte IV-IV de la figura 1.

La fig. 5, es una vista similar a la figura 4, tomada a lo largo de la línea de corte V-V de la figura 1; y

10. La fig. 6, es una vista esquemática trazada a menor escala que las figuras 1, 2, 4 y 5, que ilustra la posición relativa del equipo en una instalación de un reactor típico.

15. Refiriéndonos en principio a la figura 6 de los dibujos, una instalación de reactor nuclear rápido refrigerado por sodio comprende brevemente un recipiente primario 1 que contiene sodio y se halla cubierto por un techo abovedado 2 é incorpora un blindaje giratorio 3, y una estructura de sustentación 4 para sostener las partes internas del reactor que comprende un recipiente interior 5

20. que contiene el núcleo del reactor 6 y una zona de capa fértil radial (no representada). Un subconjunto de combustible simple y generador axial 7 (que es tubular) sostenido por un tubo simple de sustentación 8 se ilustra esquemáticamente y a mayor escala comparada con los demás

25. detalles del reactor y según se apreciará el núcleo 6 está compuesto por un gran número de tales subconjuntos sostenidos por sus tubos de sustentación respectivos. Cada subconjunto de combustible y generador axial 7 tiene un tubo de muestra 9 para refrigerante de sodio, saliendo de

30. la zona superior del mismo (con el fin de tomar muestra de



- refrigerante que ha fluido en sentido ascendente y sobre los elementos combustibles en el subconjunto de combustible y generador axial respectivamente), en sentido descendente a la región inferior del recipiente 1, hacia fuera
5. y después hacia arriba al equipo de detección de fallo de los elementos combustibles indicado por una forma general por el número de referencia 10, situado entre la pared del recipiente 1 y la pared del recipiente 5 y llevado por el techo abovedado 2 con la parte detectora del equipo
10. 10 accesible por encima del techo 2. En un ejemplo típico hay 186 de los tubos 9 que conducen al equipo 10, que se describirá más adelante con mayor detalle. Una bomba (no representada) forma parte del aparato para hacer circular sodio de la parte superior del recipiente 5
15. a unos cambiadores de calor primeros (no representados) y de los mismos de nuevo al recipiente 1 para fluir en el extremo inferior abierto del recipiente 5 y en sentido ascendente a través de los subconjuntos de combustible y generador axial 7.
20. Refiriéndonos ahora a la construcción y funcionamiento del equipo 10, ilustrado en las figuras 1-5, el equipo 10 consiste brevemente en una parte de cuerpo alargado 20 con una parte generalmente cilíndrica dispuesta en sentido vertical 21 con capacidad para girar con relación a la parte del cuerpo 20. La parte 21 va suspendida de cojinetes 22 y su extremo inferior 23 de mayor diámetro va montado en cojinetes en 24. La parte 21 gira por medio de un motor 25 y caja de engranajes 26 y en su extremo inferior 23 se encuentra un conjunto selector de
25. recorrido de posiciones múltiples indicado de una forma
- 30.



- general por el número de referencia 27. El extremo inferior 28 de la parte de cuerpo 20 tiene una pluralidad (por ejemplo 186) de bocas de admisión respectivamente 29A, B, C, D, E, etc. (ilustrándose sólo cinco en las figuras 2 y 3 para simplificar la ilustración) alimentadas cada una por un tubo de muestras de sodio (uno de los cuales se ilustra en la figura 6, indicado por el número de referencia 9) de las unidades de subconjunto de combustible y posiblemente también de las unidades de generadores radiales.
5. Un colector 30 del conjunto selector de recorrido de posiciones múltiples 27 conduce refrigerante de la muestra elegida (29 C en las figuras 2 y 3) a un conducto alargado 31 que se extiende a lo largo de la parte 21 a un regulador de volumen 32, después se invierte y regresa (hallándose indicada por el número 33 la parte inversa del conducto 31) al extremo inferior 23 de la parte 21 descargando finalmente en un par de conductos 34 (véase la figura 5) que recogen todas aquellas muestras que no son elegidas en el momento. Los conductos 34 se extienden dentro de la parte de cuerpo 20 a un regulador de volumen 35 de donde un par de conductos de retorno 36 conducen refrigerante de vuelta a lo largo de la parte del cuerpo 20 a una boca de salida para devolver refrigerante al depósito principal de refrigerante del reactor después de una demora con el fin de reducir cualquier actividad en el mismo. El flujo de refrigerante a lo largo de los conductos 31, 33 y 34, 36, es inducido por bombas electromagnéticas 39, 40, respectivamente. Los detectores de neutrones retardados 37, (figuras 1 y 4) se hallan situados junto al regulador de volumen 32 y otros detectores de neutrones retardados
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



38 (figuras 1, 4 y 5) se hallan situados junto al regulador de volumen 35. El regulador de volumen 32 proporciona de este modo la detección de agilidad debida al fallo de un elemento combustible de las muestras simples elegidas en secuencia y el regulador de volumen 35 proporciona la detección en conjunto. Adicionalmente, se puede disponer un segundo dispositivo de detección en volumen para detectar el refrigerante en volumen que fluye del núcleo del reactor al dispositivo de cambio de calor, pero esto no forma parte del presente invento.

Refiriéndonos ahora a la construcción con mayor detalle, y tomando como referencias en principio las figuras 1, 2 y 3, el conjunto selector de recorrido de posiciones múltiples 27 consiste en un armazón 41 montado en el extremo 23 de la parte giratoria 21 y lleva un anillo acanalado periféricamente 42 en cuyo canal van montados dos muelles de ballesta curvados 43 sujetos cada uno por un extremo por medio de un pasador 44 y con un patín de apoyo 45 sujeto en el centro de los mismos. Cada patín de apoyo 45 hace contacto con el extremo inferior 28 de la parte de cuerpo 20 y forma el montaje de cojinetes 24 al que nos hemos referido anteriormente. El armazón 41 lleva también el colector 30 que explora alrededor de un anillo 46 del extremo 28 de la parte de cuerpo 1, teniendo el anillo 46 ranuras radiales 47 que forman orificios para un acoplamiento de comunicación en secuencia por el colector 30. Las bocas de admisión 29A, B, C, D, E... (según se ilustra) se conectan con las ranuras 47 en dos filas escalonadas según se puede ver en las figuras 2 y 3, alimentándose las bocas de admisión 29A, B..... de los



- tubos 9 según se ha mencionado. Según se puede ver en la figura 3, el colector 30 tiene una pieza de boca 48 que recoge muestras de los orificios de las ranuras 47, una al tiempo, quedando aisladas las ranuras ó canales adyacentes a la ranura ó canal conectado (29C en las figuras 2 y 3) por medio de la pared de la pieza de boca 48.
5. La rotación de la parte 21, y por consiguiente del armazón 41 unido a la misma, es lenta y continua y se lleva a cabo por medio del motor 25 y caja de engranajes 26. Las dimensiones relativas de la pieza de boca 48 y ranuras ó canales 47 y la rotación del armazón de la parte 21 son tales que se puede recoger una muestra suficientemente grande de cada canal ó ranura 47 y llevarse al regulador de volumen 32 para detectar cualquier actividad presente.
10. El resto de las ranuras ó canales 47 (por ejemplo, todas aquellas de las que no se toman muestras) se hallan en comunicación con los conductos 34 por medio de un blindaje colector 49 (figura 1) y la bomba electromagnética 40, ramificándose los conductos 34 (cuya ramificación no se ilustra) de la salida del tubo simple 50 de la bomba 40. La bomba 40 sirve para aspirar sodio a lo largo de los tubos 9 del flujo del mismo dentro de los subconjuntos del combustible. La bomba 40 fuerza también el sodio en volumen a lo largo de los conductos 34 y al regulador de volumen 35, volviendo el sodio por gravedad a lo largo de los conductos 36 que se unen a una boca de salida simple 51 y de ésta a un depósito de sodio en el recipiente 1 del reactor. La bomba 39 que es menor que la bomba 40, sirve para aspirar la pequeña muestra del canal, muestre al (hasta cuyo punto ha sido llevada por la bomba
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



40) y la fuerza de lo largo del conducto 31 (que tiene un ánima menor que los conductos 34 puesto que el volumen de la muestra simple es sólo una pequeña fracción del volumen de la muestra total) al regulador de volumen 32 y desde este punto ayudada por la fuerza de gravedad y por la aspiración de la bomba 40, a lo largo del conducto 33 donde se une al flujo en volumen dentro del blindaje 49 pasando a la bomba de admisión de la bomba 40.

Se verá que una pluralidad de contadores, convenientemente del tipo de trifluoruro de boro, se hallan situados de una forma prácticamente concéntrica con los reguladores de volumen respectivos. Para el volumen menor con el que trata el regulador de volumen 32, se consideran suficientes 12 contadores 37, mientras que para el regulador de volumen mayor 35, se disponen 36 contadores 38. Los contadores se hallan conectados eléctricamente a amplificadores 53, dos de los cuales se ilustran en la figura 1, que a su vez van conectados al equipo de detección y registro (no ilustrado) en la sala de control de reactor.

Un indicador visual de la posición colectora, ilustrado en 54, cambia una vez por cada cambio de la pieza de boca 48 de un canal 47 al siguiente, y sirve para indicar a un operador en la planta del reactor los canales que están siendo muestreados. También se dispone equipo (no ilustrado) para efectuar automáticamente la continuación de la detección sobre un canal simple si los amplificadores 53 de los contadores 37 proporcionarán una señal de suficiente intensidad. El indicador 54 inicia también la conexión y desconexión de los contadores 37 para que se efectúe la división entre muestras sucesivas de-



- jándose el margen suficiente para la demora que sufre la muestra para alcanzar el regulador de volumen 32 desde la pieza de boca 48. También se proporciona una señal visual y/o audible en el caso de que el detector de volumen total indicará el fallo de un elemento de combustible, lo cual indicaría a un operador que debe identificarse lo más rápidamente posible la situación específica del fallo explorando los canales 47 con una rotación más rápida de la parte 21 y por consiguiente con un tiempo más corto de muestreo en cada uno, pudiéndose engranar para este fin a la parte 21 una transmisión más rápida. También se dispone de las medidas necesarias para una detección automática y rápida del reactor si tuviera lugar una señal de gran intensidad procedente del detector del volumen total, con el fin de proteger al reactor contra el agotamiento.
- 5.
- 10.
- 15.

Para asegurar que el vapor de sodio (que podría ser activo si ocurriera un fallo) no alcance el suelo del reactor, se dispone de un complicado sistema de estanquidad 52 con los dispositivos necesarios para las pruebas de estanquidad; además se dispone una presión de gas positiva entre las dobles paredes de la parte del cuerpo 20 y entre la parte giratoria 21 y la parte de cuerpo 20 por medio de un dispositivo Venturi 55 incorporado en el conducto simple 56 con el que se une cada conducto de retorno principal 36, suministrándose argón en estas zonas, pudiendo unirse el exceso de argón a la capa protectora de gas de argón y a presión situada por encima del depósito de sodio en el recipiente 1.

20.

25.

30. Los conductos 31, 33, 34 y 36 quedan debidamente



- protegidos por el acero de la parte de su cuerpo 20 y por medio de bloques de grafito 57. Los reguladores de volumen 32 y 35 se hallan debidamente protegidos por medio de capas alternas de plomo y polietileno en 58. Las barras conductoras para la bomba mayor 40 están indicadas por el
5. número 59, y los electroimanes permanentes de las bombas 39, 40, están indicados por los números 60, 61, respectivamente. Un caudalímetro (no ilustrado) va montado también en el conducto 31, para indicar a un operador cualquier
10. bloque de dicho conducto ó de cualquiera de los tubos de muestreo de sodio 9 con los que el conducto 31 puede conectarse por medio de la pieza de boca 48, canales 47 y bocas de admisión 49, por ejemplo, por solidificación del sodio debida a la contaminación de óxido con el
15. fin de que se puedan tomar las medidas necesarias para remediar el caso.

N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica,
20. debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de patente presentada en Inglaterra, con fecha 14 de agosto de 1967, nº 37329/67, acogiéndose por lo tanto, a los
25. beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE EQUIPOS PARA REALIZAR PRUEBAS DE FALLOS DE ELE
- 30.



MENTOS COMBUSTIBLES DE REACTORES NUCLEARES"; caracterizándose por lo siguiente:

- 1.- Perfeccionamientos en la construcción de equipos para realizar pruebas de fallos de elementos combustibles de reactores nucleares, caracterizados porque en cada equipo se disponen medios para presentar en una posición colectora común muestras del refrigerante del reactor derivadas cada una de un elemento combustible específico, ó grupos de elementos, medios en la posición colectora común para presentar las muestras en secuencia a un conducto alargado para fluir a lo largo del mismo, un primer medio de detección adyacente a una parte de dicho conducto alargado para detectar cualquier radiación procedente del flujo refrigerante en dicho conducto, siendo dicha radiación el resultado del fallo de un elemento combustible asociado con una muestra de refrigerante, medios que unen la salida de dicho conducto a un segundo conducto que sale de la citada posición colectora, medios en la posición colectora común para presentar a dicho segundo conducto con el fin de que fluya a lo largo del mismo aquellas muestras de refrigerante no presentadas en el citado conducto alargado, y un segundo medio de detección adyacente a una parte del citado segundo conducto para detectar cualquier radiación según se ha mencionado anteriormente.

- 2.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos medios para presentar muestras de refrigerante en secuencia al conducto alargado comprenden un elemento anular fijo que tiene orificios espaciados con cada uno de los cuales se pone en



5. comunicación un tubo de muestra de refrigerante, y un tubo colector giratorio, alrededor del eje de dicho elemento anular y en comunicación por un extremo con dicho conducto alargado y por el otro extremo, de una forma colectora, con cada uno de los citados orificios por turno a medida que gira el tubo.

10. 3.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 2, caracterizados porque dichos medios para presentar a dicho segundo conducto aquellas muestras de refrigerante no presentadas al conducto alargado comprende un blindaje colector que comprende el citado elemento anular, penetrado en una relación de estanquidad por el citado tubo colector giratorio, y en comunicación con dicho segundo conducto, por lo que se recogen y pasan a dicho segundo conducto las muestras de refrigerantes de todos los citados orificios, a excepción de aquel con el que el tubo colector giratorio se halla en comunicación.

20. 4.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque al menos uno del citado conducto alargado y el citado segundo conducto se provee de acopladores de flujo para inducir el flujo de refrigerante por el mismo.

25. 5.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, caracterizados porque se incorpora un caudalímetro en dicho conducto alargado para permitir la rápida detección de cualquier bloqueo del mismo.

30. 6.- Perfeccionamientos en la construcción de equipos para realizar pruebas de fallos de elementos combustibles de reactores nucleares; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en



los adjuntos dibujos.

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

14 AGO 1968

Madrid,

UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY.

J. GOMEZ ACEBO Y MODESTO  
p. p. Firmado: A. GARCIA BRAVO

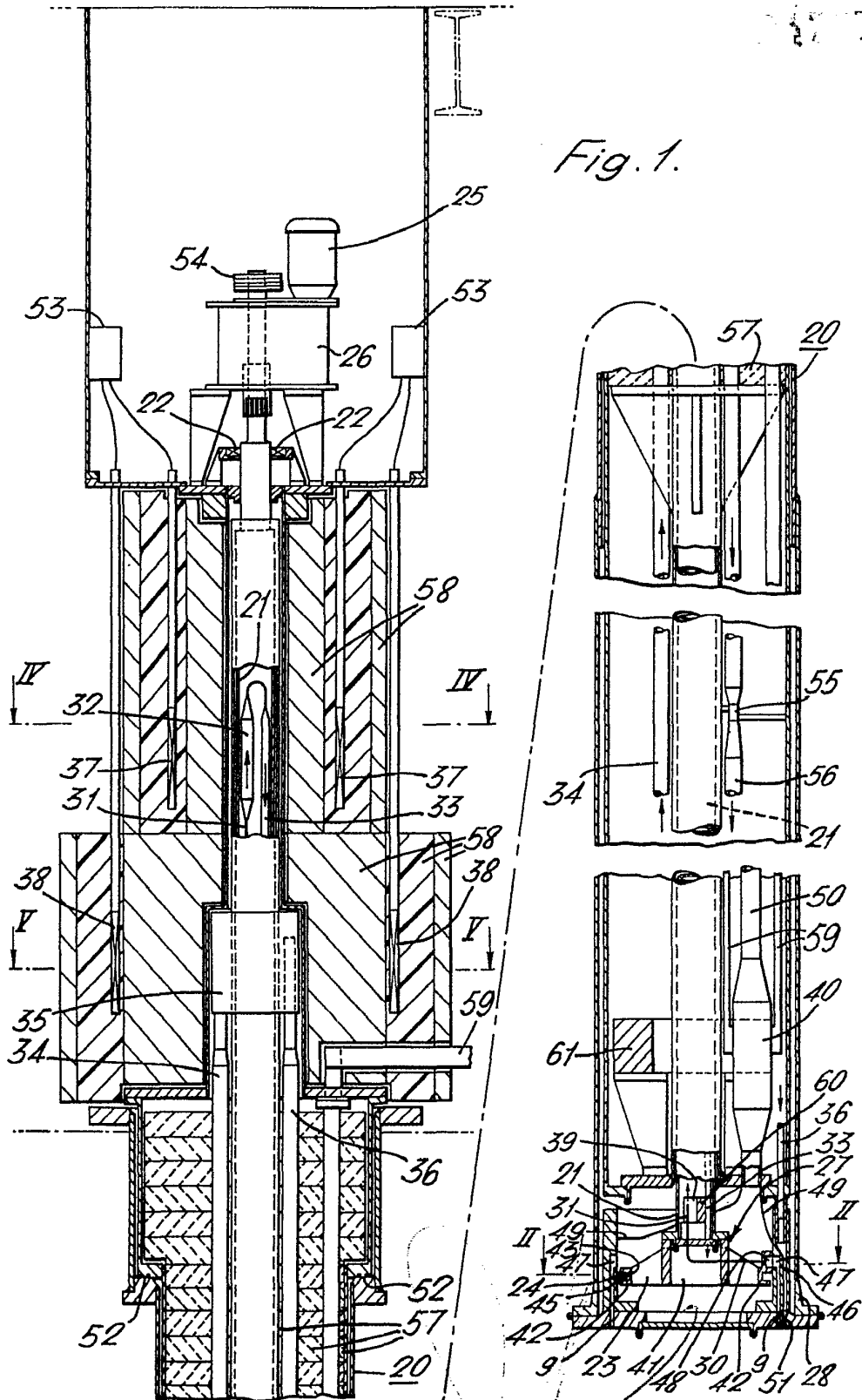


Fig. 1.

A. BOWEN  
D.P. FROST

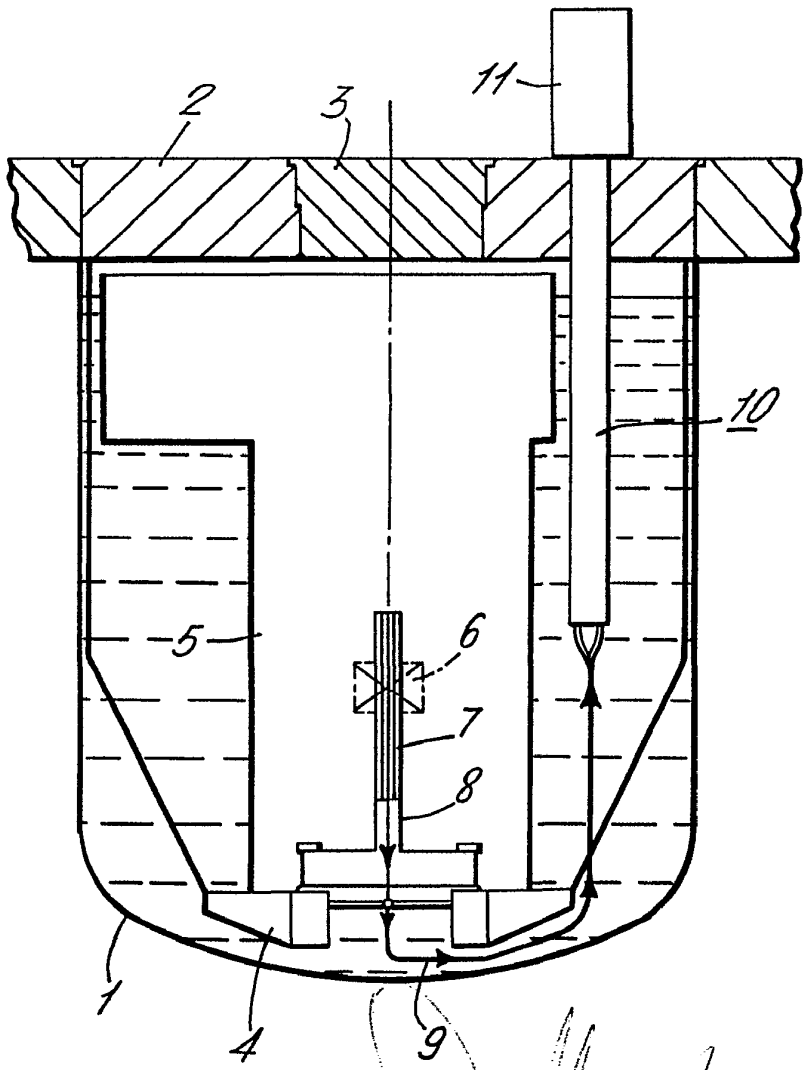




BOGALA  
VARESE



Fig.6.



17/10/63  
BOGALA VARESE