

353975

PATENTE DE INVENCION

B. 2406.3.



Memoria Descriptiva
sobre:

SECCION TECNICA	
CLASIFICACION I.P.C.	
CLASE <u>G</u>	<u>21</u>
SUBCLASE <u>C</u>	<u> </u>

"Perfeccionamientos en la construcción
de reactores nucleares con moderador y
refrigerador líquidos"

==.==.==.==.==.==.==.==.==

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, re-
sidente en 29, rue de la Fédération, Paris 15e, Francia.

==.==.==.==.==.==.==.==.==

5. Es bien sabido que entre los reactores de neu-
trones térmicos, los que permiten utilizar mejor el uranio
son aquéllos que están moderados por un fluido de enfria-
miento tal como el agua pesada, el agua ligera, un gas o
un líquido orgánico, y ello gracias a las excelentes cua-



lidades neutrónicas de estos moderadores.

5. Parece, sin embargo, que en el estado actual de los materiales de encamisado de los elementos combustibles, el enfriamiento por agua pesada conduce al mejor balance neutrónico posible, asociado a buenas funciones, y permite, en particular, un grado de combustión muy interesante en uranio natural.

10. En tales reactores, puede extraerse la potencia por agua pesada, presurizada o hirviente. Como la cantidad de líquido deseable para asegurar el enfriamiento es muy inferior a la exigida para la moderación, han de introducirse estructuras en el núcleo para definir los canales de combustibles.

15. La presión es soportada entonces ya sea por los tubos que delimitan los canales de elementos combustibles, ya por recinto contentivo del moderador y los canales de combustible.

20. La primera solución -de tubos de fuerza- permite la extrapolación en reactores de grandes dimensiones: no obstante, es sabido que el problema del mantenimiento a largo plazo de los tubos de fuerza no se ha resuelto todavía de manera satisfactoria.

25. La segunda solución consiste en mantener los esfuerzos de presión por una pila o caja resistente. En el caso de un reactor moderado por agua pesada, la temperatura del moderador es bastante próxima a la del fluido de enfriamiento. Por otra parte, la pérdida neutrónica debida a la disminución de la densidad del moderador es prácticamente compensada por la reducción de las estructuras del canal. El tubo de fuerza y el aislamiento térmico

30.



son reemplazados por un simple tubo de calandria que no está sometido más que a pequeños esfuerzos mecánicos. Además, se recupera enteramente la energía liberada en el moderador (como mínimo un 9%) por menor velocidad de los neutrones, interacción de los gamma y fugas a través del aislamiento térmico.

La presente invención se refiere a una disposición particular de tal reactor.

Tiene por objeto un reactor nuclear con moderador y refrigerante líquidos, que comprende en el interior de una caja de resistencia a la presión, recubierta por una capa de estanquidad, una cuba de moderador líquido, unida, por una placa tubular de soporte de los canales de elementos combustibles, a una cámara superior de vapor y que forma con ella un recinto cerrado que rodea el núcleo del reactor y delimita con la caja un espacio intermedio lleno de un líquido de enfriamiento y de absorción neutrónica, que se caracteriza por comprender en el espacio intermedio unos pilares verticales que descansan sobre el fondo de la caja y soportan unas palancas acodadas fijadas a la parte media de la cámara de vapor, formando puntos de apoyo para la base de dicha cámara de vapor, estando fijada una de estas palancas rigidamente sobre uno de los pilares, mientras que cada una de las otras palancas descansa por intermedio de una rótula sobre uno de los otros pilares.

Según otra característica del invento, la cámara de vapor comprende una parte de pared lateral flexible y las palancas acodadas están fijadas por encima de esta pared flexible.



El recinto interior puede así dilatarse libremente bajo el efecto del calor, a partir de un punto fijo constituido por la fijación rígida de uno de los pilares y de uno de los brazos de soporte. Por otra parte, un primer equilibramiento de las presiones en el recinto y en el espacio intermedio se efectúa automáticamente por la pared flexible. Otros dispositivos de equilibramiento que señalen instantáneamente toda fuga de fluido hacia el hormigón pueden montarse al exterior en una sala o cámara periférica, por ejemplo.

Se desprenderán, por otra parte, otras diversas ventajas y características del invento de la descripción que sigue de una forma de realización dada a título de ejemplo no limitativo y representada en los planos adjuntos.

La figura 1 es una vista en corte axial de la caja o recipiente de seguridad del reactor nuclear.

La figura 2 es una vista esquemática igualmente en sección del conjunto del reactor.

Como muestran estos dibujos, el reactor comprende una caja o recipiente de seguridad 1 que rodea el núcleo del reactor y está destinada a resistir a la presión reinante en torno a éste y, alrededor de esta caja, una sala o cámara periférica 2 (figura 2) protegida contra las radiaciones radiactivas y mantenida a una presión acusadamente inferior a la que reina en torno al núcleo. En esta sala van situados los dispositivos de cambio de calor 3 y los órganos de accionamiento del circuito de extracción de calor, y desembocan de preferencia los pasos y travesías de canalización, tuberías,



instrumentos y demás, con lo que la misma rodea todos los puntos singulares que atraviesan el hormigón. Esta sala está dispuesta, por otra parte, para un eventual contaminación.

5. La caja 1 está realizada en hormigón mantenido en tensión previa por unos cables longitudinales 4, unas cimbras circunferenciales 5 y unos cables de refuerzo de la tensión previa de los extremos 6. Algunos de ellos, por lo menos los que atraviesan el fondo inferior, no son inyectados para permitir una instrumentación de las fuerzas en curso de explotación.

10. Esta caja presenta en cada uno de sus extremos un orificio de acceso 8 para el paso de un hombre y va recubierto interiormente de una capa de estanquidad 10 anclada en el hormigón. Este esta frío y la temperatura de las superficies interior y exterior está cuidadosamente regulada a fin de limitar al máximo todo gradiente térmico que aumente de modo muy apreciable las tensiones internas del hormigón. Por razones de claridad de las figuras, los sistemas de enfriamiento y de mantenimiento a una temperatura regulada no han sido indicados.

15. En el interior de la caja, un recinto metálico 12 (figura 1) delimita con la capa de estanquidad 10 un espacio intermedio 14, completamente separado del núcleo del reactor y lleno de un fluido de enfriamiento y de absorción neutrónica tal como agua ligera.

20. El recinto metálico 12 comprende una parte inferior 13 que forma cuba de moderador líquido, por ejemplo agua pesada, y está atravesada por unos canales

30.



5. longitudinales 16 contentivos de los elementos combustibles, que van fijados por su parte superior sobre unas cubiertas 17 soldadas en una estructura tubular 18 que forma la parte superior de la cuba 13, por una parte y el fondo de una cámara superior 20, por otra parte. Entre las cubiertas circula un fluido de enfriamiento que es, de preferencia, el agua ligera contenida en el espacio 14.

10. Los canales 16 son recorridos por un fluido de enfriamiento, de preferencia agua pesada que, bajo el efecto del calor reinante en el núcleo del reactor, se vaporiza en la cámara 20.

15. Esta cámara de vapor 20 comprende por encima de la placa tubular 18 una parte flexible 22 en la que van fijados todos los conductos de paso y particularmente los conductos 23 de entrada y de salida del fluido de extracción de calor, es decir del agua pesada.

20. Ante la entrada de los tubos 23, en el interior de la cámara 20, pueden montarse unos medios de desviación del vapor y de secado de éste, que no se han representado para complicar el dibujo.

Los conductos 23 atraviesan la pared de hormigón de la caja 1 para unirse a los cambiadores 3 montados en la sala 2.

25. La totalidad de la pared exterior del recinto 12 está revestida de un calorífugo 26, mientras que en torno a la cuba 13, un blindaje 28 protector va intercalado entre este calorífugo y la propia cuba. La combinación de este blindaje con el fluido contenido en
30. el espacio 14 y el hormigón asegura una protección efi-



caz de la sala periférica.

La parte superior de la cámara de vapor 20 puede cerrarse por medio de una tapa soldada tras introducción de los diversos organos en el recinto interior y particularmente después de colocar en situación un dispositivo 30 de sustitución de los elementos combustibles destinado a la manipulación de éstos entre los canales 16 y un pozo de descarga 32 fijado paralelamente a la cuba 13 en la placa tubular 18 y prolongado, más allá de esta cuba, en la pared inferior de la caja para desembocar por debajo de ésta.

Unos carriles de apoyo u otros órganos de guía pueden igualmente fijarse a las paredes de la cámara 20 para permitir el desplazamiento de los diferentes órganos.

Por debajo de la cuba 13, un estribo de la caja sustenta unos pilares verticales 34, mientras que sobre la pared de la cámara 20 van fijadas unas palancas acodadas 36 que descansan sobre estos pilares. Cada una de las palancas 36 tiene su extremo superior rígidamente fijado sobre la pared de dicha cámara 20 por encima de la parte flexible 22, mientras que su extremo inferior forma punto de apoyo para la parte inferior de dicha cámara de vapor, es decir, la placa superior de la estructura tubular 18.

Una de las palancas 36, la 36a, se halla fijada rígidamente sobre el pilar 34a correspondiente, mientras que las otras palancas 36 van simplemente colocadas sobre unas rótulas 38 portadas por los pilares 34. El pilar 34a, es de preferencia el más próxi-



17 MAY 1968

mo al pozo de descarga 12.

5. El conjunto del recinto metálico 12 está así sostenido por intermedio de la estructura tubular 18 que reposa sobre las palancas 36 y, por ende, sobre los pilares 34. No obstante, puesto que sólo una de las palancas está ligada rígidamente al pilar correspondiente, las dilataciones circunferenciales del recinto, bajo el efecto del calor, pueden efectuarse libremente a partir del punto fijo así formado. Por otra parte, la fijación de las palancas 36 sobre el recinto por encima de la parte flexible 22 evita todo trabajo a ésta.

10. El espacio 14 se prolonga por debajo de la cuba 13 por una cámara 40 en la que va situado un dispositivo 42 de mando de las barras de control 44 del reactor estando dicha cámara 40 cerrada por el tapón inferior 8. Las operaciones de mantenimiento de este dispositivo, así como las del motor 29 del dispositivo 30 de sustitución de los cartuchos pueden efectuarse así, durante la parada del reactor, penetrando en el espacio 14. Por otra parte, estos órganos motores situados en el fluido enfriador se mantienen a una temperatura moderada.

15. En tal reactor, la pared del recinto interior 12 no queda sometida a ninguna presión notable, manteniéndose la presión del líquido de enfriamiento en el espacio 14 a un valor análogo al que reina en el interior del recinto 12.

20. Queda asegurado, por otra parte un primer equilibrio de las presiones por la pared flexible 22 que se deforma bajo la acción de las diferencias de presión entre el recinto 12 y el espacio 14.

25.
30.



5. No obstante, para mantener el equilibrio e incluso la igualdad entre estas presiones, se montan unos recipientes de equilibrio 46, de preferencia, en la sala 2; estos recipientes comprenden dos compartimientos 46a, 46b, unidos respectivamente al espacio 14 y a la parte inferior de la cuba 13 contentiva del agua pesada líquida, estando fijada una membrana flexible 48, en materia plástica por ejemplo, de manera estanca, a las paredes del recipiente, para aislar completamente estos dos compartimientos, pero deformable bajo la acción de las diferencias de presión entre sí.

10. Una variación de presión en uno de los espacios queda así inmediatamente compensada en el otro por el desplazamiento de dicha membrana 48. El volumen de los compartimientos se calcula, no obstante, de modo que se tiene en cuenta la dilatación del agua ligera, bajo el efecto de las variaciones de temperatura.

15. Estos dispositivos de equilibramiento pueden desempeñar un papel de vigilancia de la capa de estanquidad 10 y compensar una fuga muy ligera sobre ésta. En efecto, la caída de presión en el espacio 14 que resulta de tal fuga es inmediatamente compensada por un desplazamiento de la membrana 48 que provoca una caída de presión en el recinto 12.

20. Para mayor seguridad, se montan de preferencia varios dispositivos de equilibramiento 46 en paralelo en la sala 2.

25. Es de hacer observar que, bajo una diferencia de presión de 100 bares, el caudal de vapor de agua por cm^2 de abertura es del orden de una tonelada en 15

30.



minutos; en las mismas condiciones, el caudal de agua líquida es de 0,5 toneladas por minuto.

- La rotura de la capa de estanquidad puede resultar motivada por un vicio de concepción (tensiones y fatigas locales mal evaluadas, por ejemplo), por una falta de realización (mal apoyo sobre el hormigón, chapa o soldadura de mala calidad...), por un incidente de explotación (destrucción local del aislamiento término en el caso de los reactores construídos hasta hoy día, obstrucción del sistema de enfriamiento de la capa de estanquidad, corrosión de ciertas zonas particulares).
- 5.
 - 10.

- Sobre todas las partes corrientes de la capa de estanquidad anclada y aplicada sobre el hormigón pretensado, tales roturas no deberán sobrepasar varias decenas de milímetros cuadrados y serían tomadas en cuenta por el sistema de equilibramiento que acaba de quedar descrito, durante el tiempo necesario para la despresurización, tras detención del reactor por enfriamiento del agua pesada sobre los cambiadores.
- 15.
 - 20.

- Por el contrario, existen puntos singulares en los que la capa metálica no queda en apoyo sobre el hormigón (canalización, cruces) y en este caso se pueden prever accidentes en los que podrían suceder en estos lugares desgarros que excedieran de varios centímetros cuadrados. En consecuencia, es necesario eliminar de la construcción todo punto singular en los que la forma de sollicitación en explotación, la calidad de realización en el lugar de la obra, los métodos de control en fabricación la vigilancia en servicio, no po-
- 25.
 - 30.



drían garantizarse de manera satisfactoria; todos los puntos singulares se reúnen, pues, en la sala 2 que se halla dispuesta para una eventual contaminación de tritio y equipada con medios de intervención a distancia, fácilmente descontaminables.

5.

Además, esta sala 2 contiene de preferencia un dispositivo de seguridad que actúa en el curso de una caída de presión en el espacio 14 correspondiente a un escape importante a través de la capa de estanquidad 10, para evitar una deformación demasiado importante de la pared flexible o una rotura del recinto 12. Este dispositivo comprende un conducto 50 acoplado sobre uno de los conductos 23 de enlace con un cambiador térmico y terminado en el interior de la sala 2 por una serie de toberas 52, de diámetros diferentes, cerrados por diafragmas y situados por encima de un recipiente 54 rodeado de un serpentín 56. Las toberas 52 se abren en caso de aumento demasiado importante de presión en el interior de la cámara 20 y permiten la evacuación del vapor de agua pesada allí contenido, vapor que se condensa, se enfría y se recupera en el recipiente 54.

10.

15.

20.

25.

El accionamiento de las toberas 52 puede efectuarse por cualquier medio apropiado, y, en particular, por un sistema accionado por el dispositivo de equilibramiento 46 cuando éste no baste para restablecer el equilibrio de las presiones.

30.

Para mayor seguridad, la sala 2, por su parte, está provista de un conducto 60 de comunicación con una piscina de agua ligera 62, conducto que va ce-



rrado por un disco 64 susceptible de romperse cuando la presión en dicha sala 2 excede de un valor determinado.

5. El vapor, y en particular el vapor de agua pesada, contenido en esta sala, queda entonces absorbido en la piscina y la caja del reactor protegida contra sobrepresiones demasiado anormales.

10. Quede bien entendido que podrían aportarse diversas modificaciones a las formas de realización que se han descrito aquí, sin salir del marco del invento.

N O T A

15. 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. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Francia
20. con el número PV. 106.878 de 18 de mayo de 1967, acciéndose por lo tanto a los 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
25. España sobre: "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE REACTORES NUCLEARES CON MODERADOR Y REFRIGERADOR LIQUIDOS", caracterizándose por lo siguiente:

30. 1.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares con moderador y refrigerador líquidos, del tipo que comprenden en el interior de una

17 MAY 1954



- caja de resistencia a la presión revestida con una capa de estanquidad, una cuba de moderador líquido, comunicada, por una placa tubular de soporte de los canales de elementos combustibles, a una cámara superior de vapor y que forma con ella un recinto cerrado que rodea el núcleo del reactor y delimita con la caja un espacio intermedio lleno de un fluido de enfriamiento y de absorción neutrónica, caracterizados porque dichos reactores comprenden en el espacio intermedio, unos pilares verticales que descansan sobre el fondo de la caja y que soportan unas palancas acodadas fijadas a la parte media de la cámara de vapor y que forman puntos de apoyo para la base de dicha cámara de vapor, fijándose una de estas palancas rígidamente sobre uno de los pilares mientras que cada una de las otras palancas reposa por intermedio de una rótula sobre uno de los otros pilares.

- 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la cámara de vapor comprende una parte de pared lateral flexible y porque las palancas acodadas van fijadas por encima de esta pared flexible.

- 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la pared flexible de la cámara de vapor sustenta unos conductos que atraviesan la caja y sirven de enlace de la cámara de vapor con unos cambiadores de calor situados en una sala periférica que rodea a tales conductos, pasos de canalización y otros puntos singulares de la caja.

- 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación



5. ciones 3, caracterizados porque la pared flexible de la cámara de vapor es atravesada por un conducto de enlace de dicha cámara a una serie de toberas de seguridad abiertas selectivamente bajo la acción de una elevación temporal de la presión en el recinto y situadas por encima de un recipiente de recuperación y de enfriamiento del fluido refrigerante evacuado, en la sala periférica.

10. 5.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares con moderador y refrigerador líquidos, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

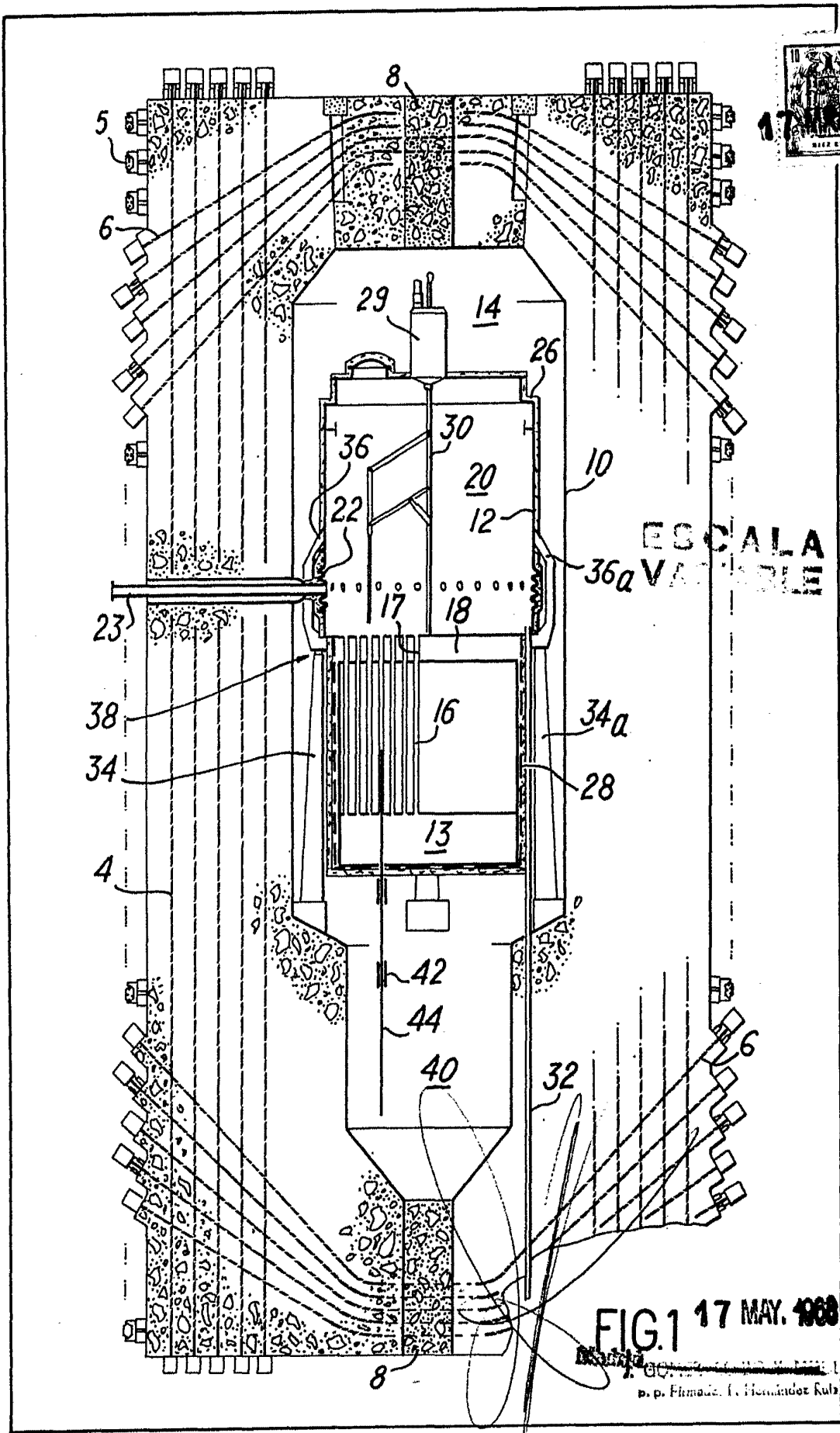
Esta Memoria consta de catorce hojas, escritas a máquina por una sola cara.

17 MAR 1968

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE
ATOMIQUE.

GOMEZ ACEBO Y MODEI
F. Firmador: F. Hernández Ruiz



ESCALA
VARIABLE

FIG.1 17 MAY. 1968

p. p. Filmedo. I. Hernandez Kula

17 MAY 1968

SECRET

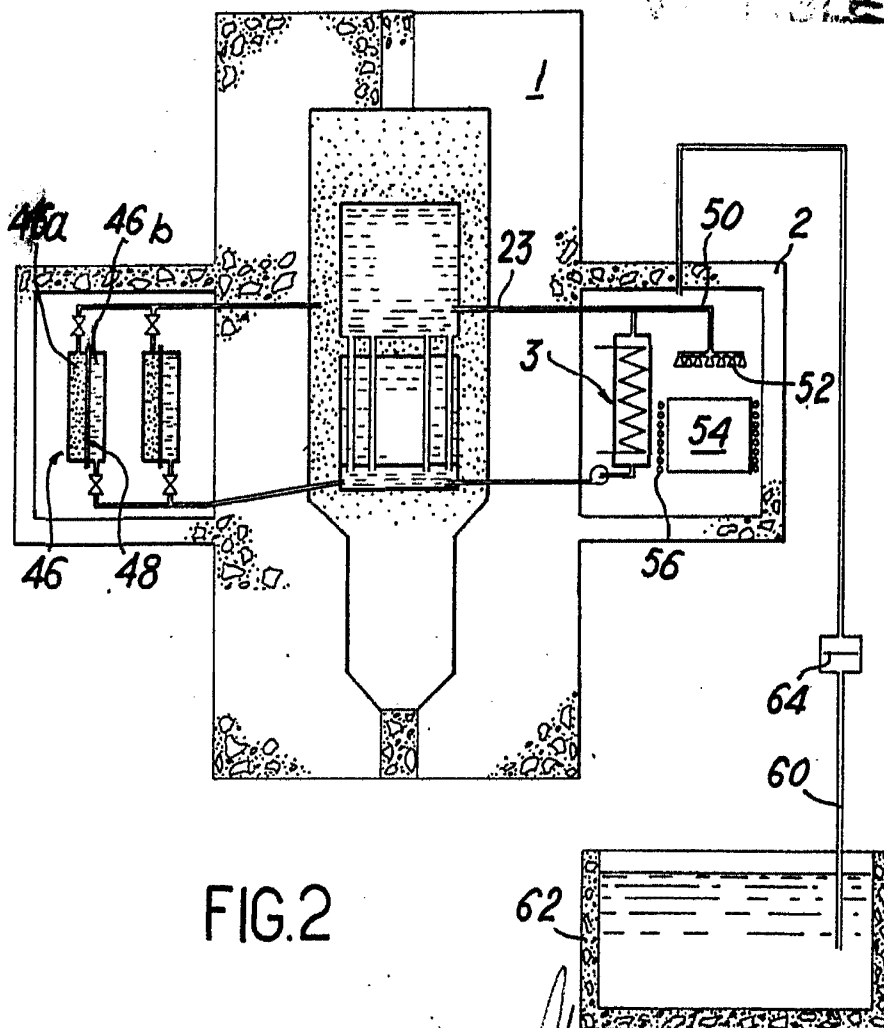


FIG.2

17 MAY. 1968

[Handwritten signature]
L. GOMEZ BILBO Y MODET
Ingeniero de Camión de Ruta