



353624

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

MEMORIA DESCRIPTIVA

DE

PATENTE DE INVENCION

EN

ESPAÑA

por veinte años

a favor de UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION

con domicilio en Germantown, Maryland, U.S.A.

de nacionalidad Norteamericana

por "UN MODULO DE COMBUSTIBLE PARA UN REACTOR NUCLEAR
REPRODUCTOR RAPIDO".

de la que es inventor, Los Sres. Harry V. Chamberlain; Jack J.
Edwards y Evan C. Kovacic.

Reivindicándose prioridad de la Patente depositada en
los Estados Unidos el 26 de Mayo de 1.967 bajo el nú-
mero 643.025.

7 MAY.



COMPENDIO DE LA INVENCION.

Una dispersión de partículas de combustible en un metal líquido está presente como lecho expandido en el lado del casco y un refrigerante de metal líquido está presente en el lado de los tubos en un modelo de combustible que es un cambiador de calor de casco y tubos. Se han provisto placas desviadoras para evitar la contracción rápida del lecho expandido y para establecer una gradiente axial de temperatura en el lecho y se emplea un eductor para la descarga del lecho desde el módulo.

ORIGEN CONTRACTUAL DE LA INVENCION

La invención descrita en la presente fué hecha en el curso de o bajo un contrato con la COMISION DE ENERGIA ATOMICA DE LOS ESTADOS UNIDOS.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Esta invención se relaciona con un módulo de combustible para un reactor reproductor rápido y más particularmente con un reactor en el cual el combustible está en la forma de partículas discretas en un lecho expandido.

El futuro de la energía eléctrica producida por reactores nucleares para residir en el perfeccionamiento de reactores reproductores. Los reactores reproductores producen más combustible utilizable del que consumen. El combustible en un reactor reproductor puede consistir en Uranio-235 - - - o en Plutonio-239 o una combinación de ellos, como los constituyentes principales de un núcleo rodeado por una envoltura que contiene Uranio-238. Du-



rante el funcionamiento del reactor, el Uranio-238 en la envoltura es convertido en Plutonio-239 el cual, luego, puede ser usado como material para el núcleo. En un momento dado, tanto el núcleo como la envoltura deben ser vueltos a tratar a fin de recuperar el material físil no utilizado del núcleo y el material físil nuevo acabado de producir en la envoltura.

Existen varios problemas en el diseño y funcionamiento de un reactor reproductor que no se han encontrado con otros reactores. En un reactor reproductor, se producen intencionalmente grandes cantidades de plutonio para su recuperación y conversión en combustible. Dado que el plutonio es uno de los materiales más mortíferos que se conocen para la humanidad, se deben usar extraordinarias precauciones de seguridad cuando se manejan grandes cantidades de este material. Como resultado de este requisito, prácticamente todas las operaciones de conversión de ejecutan enteramente automáticamente detrás de blindajes protectores contra la radiación. Debido a que estas operaciones son controladas remotamente y a que el plutonio es tan peligroso, un desperfecto en el equipo presenta un problema mucho más serio en la conversión del plutonio de lo que es con la conversión de Uranio-235 o de Uranio-238 irradiado.

Otro problema encontrado con los reactores reproductores se encuentra en la selección del refrigerante. Uno de los pocos materiales que se pueden utilizar es el sodio líquido; pero, es opaco, se vuelve



altamente radioactivo al ser expuesto a la radiación y es extremadamente corrosivo en presencia de impurezas tales como el oxígeno.

5 Cuando se utilizan elementos de combustible convencionales, que consisten en un núcleo fisible rodeado por un material de revestimiento en un reactor enfriado por sodio, los productos de fisión producidos durante la irradiación presentan un problema adicional. Los elementos de combustible convencionales
10 les funcionan generalmente a temperaturas muy altas, por lo cual los gases de la fisión y los productos de fisión volátiles líquidos y sólidos producidos por la irradiación desaparecen por ebullición del núcleo fisible en el elemento combustible y se colectan dentro del revestimiento. Los elementos de combustible
15 deben ser diseñados para la recolección de estos productos de fisión, lo cual da por resultado una transferencia de calor entorpecida entre el núcleo fisible y el refrigerante. Si llega a fallar el
20 revestimiento, los productos de fisión tienen escape hacia el refrigerante de sodio y pueden causar problemas adicionales si el reactor no está específicamente diseñado para afrontarlos.

Los módulos que constituyen el reactor de la
25 presente invención pueden ser utilizados ya sea como núcleo, como envoltura o ambos. Están particularmente bien adaptados para usarse como envoltura pero también pueden ser usados como núcleo porque los cambios en la reactividad en el lecho durante la fluidificación son ligeros. Un reactor nuclear consistirá en
30



una pluralidad de módulos, cada uno de los cuales es, en esencia, un cambiador de calor de casco y tubos. El refrigerante, un metal líquido tal como el sodio, está presente en el lado de los tubos y, el combustible que es una mezcla de plutonio y de partículas que contienen uranio, está presente como un lecho expandido en el lado del casco. El lecho expandido se produce cuando la velocidad del medio fluidificante es suficiente para ocasionar que las partículas del lecho se separen y se muevan dentro del lecho pero esa velocidad no es suficiente para efectuar una ebullición vigorosa. Debe tenerse en cuenta que, de acuerdo con esta invención, el medio fluidificante no actúa como refrigerante; de hecho, menos del 1% del calor producido es perdido en el medio fluidificante. Esta disposición tiene varias ventajas apreciables .

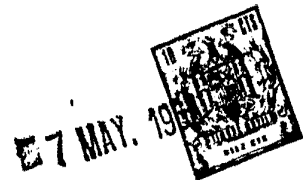
No existen elementos de combustible convencionales y por lo tanto no hay revestimiento que se desintegre con los correspondientes problemas antes descritos. Las partículas en sí funcionan a una temperatura mucho menor de aquella a que lo hace un elemento de combustible convencional, debido a que el punto de ebullición del medio fluidificante es una limitación sobre la temperatura del sistema. Debido a las bajas temperaturas de funcionamiento de las partículas en comparación con el núcleo en un elemento de combustible convencional, una menor cantidad de los productos de fisión volátiles líquidos y sólidos producidos en las partículas durante la irradiación se desprenden por ebullición por ebullición



de las partículas y descarga en el medio fluidificante. Además, las partículas individuales de combustible son fáciles de preparar y convertir. Dado que no hay revestimiento que se deba quitar, 5 tanto la preparación y la conversión del combustible son más baratas.

Con el combustible en forma de partículas discretas, la carga y descarga del combustible hacia dentro o fuera del módulo es más fácil que si el combustible estuviera presente como elementos de combustible convencionales. Además, no se necesita integrar reactividad extra en un reactor, porque el combustible puede ser fácilmente agregado o reemplazado y por ello se reduce el inventario de combustible, lo 10 cual representa ahorros monetarios. Las ventajas ligadas con un inventario reducido de combustible son relación de reproducción mejorada y equipomde control del reactor reducido y simplificado. 15

Otro problema en el uso de elementos de combustible convencionales con un refrigerante de sodio es que 20 el refrigerante opaco es, y es muy difícil el cambio de lugar o reemplazado de los elementos de combustible. Cuando se utilizan elementos de combustible, tienen que ser girados dentro del núcleo, dado que la 25 -combustión de combustible varía con la posición del núcleo. La rotación de los elementos de combustible es un problema apreciable, como se mencionó antes. Cuando el combustible está en la forma de partículas discretas en un lecho expandido es más fácil 30 de lograr la combustión uniforme, debido al mez-



clado de partículas inherente en un lecho expandido. Por ello, además, los gradientes de temperatura pueden ser controlados más fácilmente que con elementos de combustible convencionales y, de hecho, generalmente no hay gradiente radial indeseable de temperatura en un lecho expandido de este tipo. Debido a que se puede lograr una combustión uniforme del combustible con un lecho expandido, generalmente no se requieren sistemas de orificios para circulación variable. Dado que los sistemas de orificios para circulación variable requieren tuberías más complejas, su ausencia es una ventaja definida. Además, tampoco es necesario un sistema de carga por zonas con un lecho expandido. Sin embargo, si se desea, puede ser lograda fácilmente.

Otras ventajas más de este módulo de combustible de lecho expandido son la remoción de los gases de fisión producidos durante la combustión por el medio fluidificante y la circulación sin restricciones del refrigerante a lo largo de los tubos. Los reactores convencionales contienen usualmente una multitud de estructuras internas que obstruyen la circulación del refrigerante. El uso de un lecho expandido no da por resultado solamente ventajas sin ninguna desventaja, pero la mayoría de las desventajas que podrían ocurrir, tales como mala transferencia del calor entre el refrigerante y el combustible, pueden ser salvadas por el diseño correcto. En el caso de la mala transferencia del calor antes mencionada, el uso de un tubo corrugado para refrigerante, que



permite el uso de paredes más delgadas, con mayor área de superficie, ayuda a remediar el problema.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

El sistema de combustible de esta invención
5 puede ser entendido más fácilmente con referencia a los siguientes dibujos en los cuales:

La Figura 1 es una vista en corte seccional de un módulo de combustible;

La figura 2 es una vista del módulo de la Figura 1, tomada a lo largo de la línea 2-2 de la Figura 1 y,
10

La Figura 3 es una vista aumentada de una porción de una placa desviadora de distribución.

DESCRIPCION DE LA EJECUCION PREFERIDA.

15 Con referencia a las Figuras 1 y 2, el módulo de combustible 10 incluye un casco definido por una pared 11 de forma hexagonal y una entrada 12 de refrigerante la cual es circular en su sección transversal y tiene un diámetro reducido en comparación con la
20 pared 11. Una lámina piramidal 14 para tubos próxima a la entrada 12 de refrigerante está sellada a la pared 11. La lámina piramidal 14 para tubos tiene su ápice dispuesto hacia abajo y tiene una abertura central 16 de comunicación con una conexión de tubo 17
25 que se extiende hacia abajo desde ella. Una pluralidad de tubos 21 para refrigerante sujetos en forma sellante a la lámina 14 para tubos se extiende verticalmente hacia arriba del módulo 10 y terminan en la lámina horizontal 22 para tubos. Una placa distribuidora piramidal 24 próxima a la lámina 14 para
30



tubos pero espaciadas de ella desde la entrada 12 del refrigerante está sellada a la pared 11 y tiene una pluralidad de aberturas 25 a través de las cuales pasan los tubos 21 para refrigerante. Como se muestra en la figura 3, las aberturas 25 son suficientemente grandes para permitir que pasen a través de ellas no solamente los tubos 21 para refrigerante, sino también la pasta aguada, como se explicará más adelante. Una pluralidad de placas desviadoras 27 de distribución, horizontales, selladas a la pared 11 están ubicadas intermedias a la placa distribuidora 24 y a la lámina 22 horizontal para tubos. Los tubos de refrigerante 21 pasan a través de aberturas 29 en cada una de las placas desviadoras 27. Las aberturas 29, al igual que las aberturas 25 son suficientemente grandes para permitir que la pasta aguada así como los tubos para refrigerante 21 pasen a través de ellas. Una pantalla 30 de control de nivel del lecho está colocada cerca de la lámina 22 horizontal para tubos. Una placa que contenga una pluralidad de aberturas para el paso de los tubos de refrigerante 21 y el medio fluidificante sería una alternativa satisfactoria para la pantalla 30. El cabezal 31 está formado entre la lámina 22 de tubos y la parte piramidal 32 que está sellada a la pared 11.

El tubo 33 de entrada del medio fluidificante entra al módulo 10 por la parte superior 32 y se extiende verticalmente hacia abajo a través del módulo 10 para hacer una curva de 180 grados la cual está conec-



tada a la conexión de tubo 17. Un tubo 34 eductor de entrada entra al módulo 10 a través de la parte superior 32 y se extiende hacia abajo a través del centro del módulo 10, terminando dentro de la conexión de tubo 17. Un tubo de salida 36 del medio fluidificante conduce desde la lámina horizontal 22 para tubos a través del ápice 35 de la parte superior 32. Un tubo de salida 37 del refrigerante parte del módulo 10 en la parte superior 32 y llega hasta el equipo de intercambio de calor (que no se ilustra). Una varilla de control 38 convencional se extiende dentro del módulo 10 desde la parte superior 32.

En el funcionamiento, una pasta aguada de partículas de combustible, tales como bióxido de plutonio y bióxido de uranio y un medio fluidificante, tal como sodio líquido, es preparada. Las partículas de combustible pueden ser metálicas o cerámicas, tales como óxidos o carburos. El medio fluidificante puede ser sodio, sodio-potasio, litio o similar. Se prefieren los bióxidos para las partículas de combustible y el sodio para medio fluidificante. La pasta aguada concentrada es alimentada al módulo 10 a través de la entrada 33 y es pasada hacia arriba a través de la conexión de tubo 17. Cuando la cantidad correcta de material físil ha sido cargada al módulo 10, se descontinúa la circulación de la pasta aguada concentrada y es substituída por el sodio fluidificante. El sodio fluidificante entra a través de la entrada 33 y diluye la pasta aguada concentrada. La velocidad del sodio fluidificante es



suficiente para ocasionar que las partículas se se-
paren y formen el lecho expandido 40 entre la placa
distribuidora y la pantalla 30 de control de nivel
del lecho. La placa distribuidora 24 forma una base
5 para el lecho 40 y asegura una distribución unifor-
me del medio fluidificante a través del lecho ex-
pandido 40. La pantalla 30 de control de nivel del
lecho evita la ebullición o las corrientes de remo-
lino usualmente presentes en la parte superior de
10 los lechos fluidificados que son responsables de la
mayor parte del arrastre de partículas. Aunque unas
pocas de las partículas pasan a través de la panta-
lla 30, la mayoría son retenidas en el lecho 40. En
una situación de estado calmado, el sodio fluidifi-
15 cante que entra contiene un número suficiente de par-
tículas de combustible para reabastecer aquellas que
han sido perdidas a través de la pantalla 30. El ex-
ceso de sodio fluidificante escapa del módulo 10 a
través del tubo 36 de salida para en un momento da-
20 do ser devuelto a través del tubo de entrada 33.

El refrigerante, tal como el sodio líquido, en-
tra al módulo 10 a través de la entrada 12 de refri-
gerante y pasa a través de los tubos de refrigerante
21 y sale de los tubos 21 en la lámina 22 horizontal de
25 tubos. El refrigerante sale del módulo 10 a través de
la salida 37 de refrigerante en la parte superior 32,
pasa al equipo de intercambio de calor (que no se ilus-
tra) y retorna a través de la entrada 12 de refrige-
rante.

30 Por lo precedente está claro que es relativamen-



te sencillo cargar el material físil dentro del módulo 10. Cuando se desea descargar el módulo 10, el medio fluidificante es cargo a través del tubo de entrada 34 eductor lo cual ocasiona que se invierta la
5 circulación en el tubo de entrada 33 del medio fluidificante. El lecho expandido 40, luego, evacua a través de las placas desviadoras 27 de distribución y la placa distribuidora 24 y es llevado a lo largo del tubo 33 de entrada del medio fluidificante junto con
10 el medio fluidificante.

Los propósitos de las placas desviadoras de distribución 27 horizontales son triples. En caso de que el lecho expandido 40 fuese a contraerse debido a una pérdida del medio fluidificante, las placas desvia-
15 doras 27 evitan que se establezca una reactividad excesiva antes de que puedan ser accionados los dispositivos de seguridad, evitando el asentamiento rápido de las partículas de combustible. Las placas desviadoras 27 también actúan como rejillas espaciadoras
20 y como soporte para las paredes 11 del módulo que son relativamente delgadas.

Aunque la ausencia de gradientes radiales de temperatura es una de las principales ventajas del sistema de combustible de lecho expandido, las placas des-
25 viadoras 27 permiten que exista en el lecho una gradiente axial de temperatura. . En un núcleo de combustible convencional, existe una gradiente axial de temperatura deseable. En un lecho calentado fluidificado las partículas circulan a través de todo el
30 lecho. Esta circulación de partículas eliminaría esen-



cialmente el gradiente axial. Las placas desviadoras 27 evitan una gran parte de esta circulación axial de partículas normalmente presente en los lechos fluidificados. Sin esta circulación de partículas, puede existir en el lecho una gradiente axial de temperatura que es normal en los núcleos de combustible convencionales. Es importante una gradiente axial de temperatura porque la temperatura a la cual funciona el lecho expandido 40 está limitada por el esfuerzo térmico producido en los tubos 21 de refrigerante por la diferencia en la temperatura entre el lecho 40 y el refrigerante que hay dentro de los tubos 21. Si no existiese gradiente axial de temperatura en el lecho 40, la temperatura del lecho 40 estaría limitada por la temperatura a la cual el refrigerante entra a los tubos 21 en la placa distribuidora 24. Está claro que la temperatura del refrigerante aumenta conforme el refrigerante avanza hacia arriba en el módulo 10. Únicamente cambiando la temperatura del lecho expandido 40 se puede mantener la diferencia máxima en temperatura entre el lecho 40 y el refrigerante. El uso de una pluralidad de placas desviadoras 27 permite mantener la máxima diferencia en temperatura entre el refrigerante y el lecho 40.

La siguiente tabla establece algunos de los parámetros de diseño de un reactor de óxidos mixtos o mezclados para 1000 Mwe.

<u>Sistema</u>	<u>Lecho Expandido</u>
Valor del hueco de sodio, "delta" K	+0.0046
30 Coeficiente Doppler, dK/dt	5.5 x 10 ⁻⁶ /F



	Potencia específica:	
	Núcleo, U + Pu, kw/kg	77.5
	Físil del núcleo, Pu, kw/kg	724
	Densidad de potencia de mezcla combustible,	
5	kw/litro (25% de sobrepotencia)	1234
	Potencia del núcleo, Mwt	2200
	Tamaños:	
	Diámetro del núcleo, cms.	289.4
	Altura del núcleo, cms.	152.4
10	Temperatura	
	Entrada del núcleo, °C	482.2
	Máximo estructural, °C	760.0
	Temp. máx. de Na en lecho, °C (límite 871°C) a 25% de sobrepotencia	704.9
15	Temp. máx. partículas a 25% de sobrepotencia, °C	706.6
	Temperatura de salida núcleo, °C	648.9
	Refrigerante:	
	Circulación de sodio, kgs/hora	37.8 x 10 ⁶
20	Caída de presión en núcleo, kg/cm ²	2.60
	Velocidad de sodio, mts/seg.máx.	11.2
	Material de control	B ₄ C
	Combustion de material, óxido, MWD/MT	100,000
	<u>Carga del núcleo</u>	
25	Metal Pu físil de núcleo ~ kg	3,037
	Metal de núcleo ~ kg	28,740
	Cerámica de núcleo ~ kg	32,600
	Composición de combustible	
	Composición del plutonio, por peso	
30	Pu-239	75



	240	20	
	241	5	
	Relación uranio/plutonio(kg U/total kg Pu)	6.3	
	Volúmen del núcleo	9988.3	
5	Fracción de combustible (sólido)	0.312	
	Fracción de sodio	0.570	
	Fracción de acero	0.119	
	Conjuntos:		
	Número de conjuntos/núcleo	61	
10	Ensamble a través de caras planas, cms.	34.5	
	Paso de tubos de refrigerante, mm.	9.39	
	DE de tubos de refrigerante, mm.	6.35	
	DI de tubos de refrigerante, mm.	5.59	
	Tubos de refrigerante/conjunto	1334	
15	Material combustible	Óxidos mixtos	
	Densidad, % de la teórica	95	
	Densidad, gm/cc	11.0	
	Forma del combustible	Partículas esféricas	
	Diám. de partículas, mm (medio)	0.203	
20	Modo de funcionamiento, circulación de combustible	Continúa	
	Potencia Máxima a promedio*	2.5	
	Flujo máximo de calor, Calorías/hora/m ²	1.488 x 10 ⁶	
	<u>Estructural:</u>		
25	Material	Acero inoxidable 304	
	Esfuerzo térmico de combustible permisible, (Máx), kg/cm ²	1757.7	
	Relación de fracciones de volúmen de pasta, combustible/sodio	56/44	

7 MAY



*Supuestos para análisis térmicos e hidráulicos

Queda entendido que la invención no está limitada a los detalles dados en la presente, sino que puede ser modificada dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

N O T A

Se reivindican como propios y nuevos para que sean objeto de una Patente de Invención en España, por veinte años, reivindicándose la prioridad de la Patente depositada en Estados Unidos el 26 de Mayo de 1.967, bajo el N° 643.025, los puntos siguientes:

- 1.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, que comprende un casco, teniendo ese casco una entrada para el medio fluidificante; una salida para el medio fluidificante en la parte superior del casco; una entrada para refrigerante en la parte inferior del casco; una salida para refrigerante en la parte superior del casco; una primera lámina para tubos próxima a la parte inferior del casco, teniendo la lámina para tubos una abertura en comunicación con la entrada para el medio fluidificante; una placa distribuidora próxima a la primera lámina para tubos y situada entre la primera lámina para tubos y la parte superior del casco; una segunda lámina para tubos próxima a la parte superior del casco; una pluralidad de tubos para refrigerante que se extienden verticalmente a través del casco desde la primera lámina para tubos hasta la segunda lámina para tubos y en comuni-



cación con la entrada de refrigerante y la salida de refrigerante; dispositivos para admitir una pasta aguada que contiene partículas físis y/o fértiles hacia dentro del módulo a través de la entrada para el medio fluidificante y para establecer y mantener un lecho expandido de las partículas físis y/o fértiles encima de la placa distribuidora y, dispositivos para producir una gradiente axial de temperatura en el lecho expandido.

2.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, según la reivindicación 1, en el cual los dispositivos para producir una gradiente axial de temperatura comprenden una pluralidad de placas desviadoras de distribución, horizontales, espaciadas una de la otra dentro del casco.

3.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, según la reivindicación 2, en el cual la entrada para el medio fluidificante entra al casco cerca de la parte superior del mismo y se extiende hacia abajo a través del módulo hasta la primera lámina para tubos.

4.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, según la reivindicación 3, y que comprende adicionalmente un tubo eductor que entra al casco por la parte superior del mismo, se extiende hacia abajo a través del mismo y termina dentro de la abertura en la primera lámina para tubos.

5.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, según la reivindicación



4, en el cual las placas desviadoras para distribución tienen en ellas aberturas con diámetros mayores que los tubos para refrigerante.

5 6.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, según la reivindicación 5, en el cual la primera lámina para tubos y la placa de distribución tienen forma piramidal con sus ápices dispuestos hacia abajo.

10 7.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, según la reivindicación 6, y que comprende además una pantalla dispuesta horizontalmente en y cerca de la parte superior del casco.

15 8.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, según la reivindicación 7, en el cual las partículas físis y/o fértiles contienen uranio y/o plutonio y los dispositivos para establecer y mantener un lecho fluidificado son haciendo pasar un metal líquido hacia arriba a través de las partículas físis y/o fértiles.

20 9.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, según la reivindicación 8, en el cual las partículas físis y/o fértiles son bióxido de uranio y/o bióxido de plutonio y el metal líquido es sodio.

25 10.- Un módulo de combustible para un reactor nuclear reproductor rápido, que comprende: un casco dispuesto verticalmente que tiene una entrada para refrigerante en la parte inferior del casco, un tubo de salida de refrigerante en la parte superior

30



del casco, un tubo de entrada del medio fluidifi-
cante el cual entra al casco por la parte superior
y se extiende hacia abajo dentro de él hasta un pun-
to cerca de la parte inferior y un tubo de salida
5 del medio fluidificante en la parte superior del
casco, conteniendo ese casco una lámina para tubos
piramidal inferior que tiene su ápice apuntando ha-
cia abajo dispuesta cerca de la parte inferior del
casco, una conexión de tubo que se extiende hacia
10 abajo conectada a ese ápice, estando el tubo de en-
trada del medio fluidificante conectada a la cone-
xión, una lámina para tubos superior horizontal en
la parte superior del casco y tubos para refrige-
rante que se extienden entre las láminas para tu-
15 bos superior e inferior; una placa de distribución
piramidal dispuesta encima de la lámina inferior pa-
ra tubos teniendo aberturas en ella para que la atra-
viesen los tubos de refrigerante, siendo las aber-
turas mayores que los tubos para refrigerante; una
20 pluralidad de placas desviadoras horizontales espa-
ciadas que se extienden a través del casco encima
de la placa de distribución y teniendo aberturas en
ella para que la atravesen los tubos, siendo esas
aberturas mayores que los tubos para refrigerante;
25 una pantalla de control horizontal del nivel del lecho
que se extiende a través del casco cerca de la par-
te superior del mismo; un tubo eductor que se extien-
de verticalmente a través del casco desde la parte
superior y que termina en la conexión para tubo; una
30 varilla de control dispuesta para movimiento vertical

7 MAY.



dentro del casco y una pasta aguada de partículas de bióxido de uranio en sodio dispuesta dentro del casco entre la placa de distribución y la placa de control de nivel del lecho.

5 11.- UN MODULO DE COMBUSTIBLE PARA UN REACTOR NUCLEAR REPRODUCTOR RAPIDO.

Todo conforme se describe en la Memoria que antecede, se ilustra como ejemplo de ejecución en los planos unidos a ella y se reivindica en su Nota.

10 Esta Memoria consta de veinte hojas foliadas y escritas a máquina por una sóla cara y planos que la acompañan.

Madrid, 7 de Mayo de 1.968.

UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION

P. A.

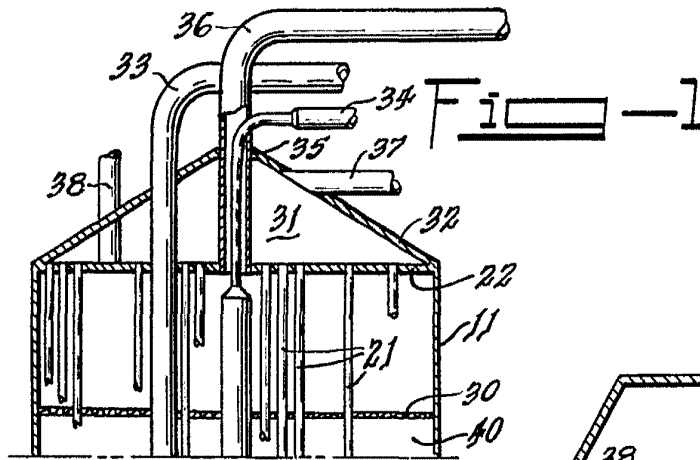


Fig. 1

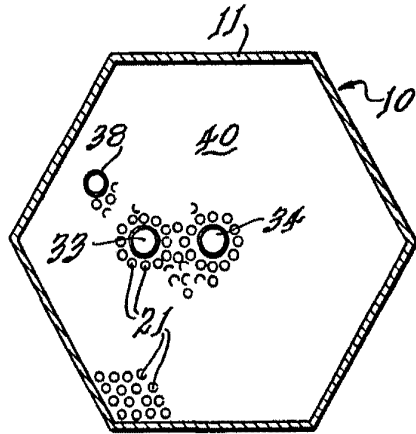
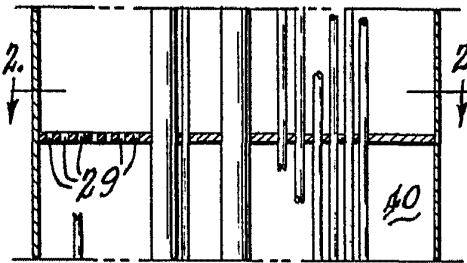


Fig. 2

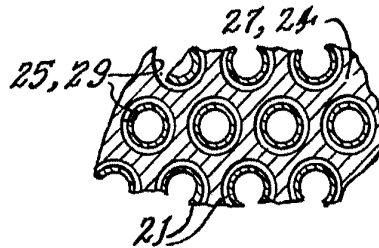
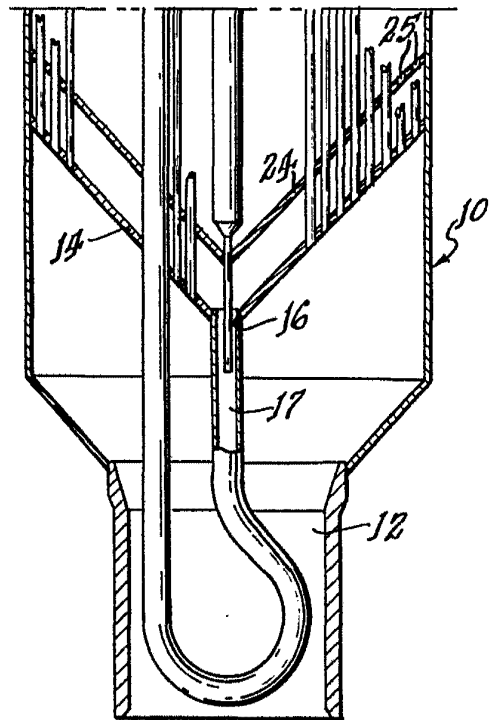


Fig. 3

