



30 1456

PATENTE DE INVENCION

Your Ref: 420-28

*Memoria Descriptiva*  
*sobre*

"PERFECCIONAMIENTOS EN REACTORES NUCLEARES  
GRANDES Y RAPIDOS".

*Solicitante:* UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION, entidad nor-  
teamericana, residente en Germantown, Maryland,  
EE.UU. de A.

=====

Esta invención se relaciona con reactores nucleares grandes y rápidos. Mas detalladamente, se relaciona la invención con un reactor de potencia a presión supercrítica, refrigerado con agua ligera, de ciclo directo y de gran tamaño, que funciona pre-

5.



dominantemente sobre neutrones rápidos. Mas detalladamente aún, se relaciona la invención de un reactor de esta naturaleza, que no es peligroso de utilizar.

5. Los reactores rápidos relativamente pequeños - tienen inherentemente un coeficiente de vacío de refrigerante negativo; es decir la reactividad disminuye con la pérdida de refrigerante. Un peligro que hace difícil el diseño de grandes reactores rápidos es la posibilidad de que tales reactores tengan un coeficiente de vacío de refrigerante positivo, es decir
10. que la reactividad incremente con la pérdida de refrigerante.

15. La razón de que los reactores grandes y rápidos puedan tener un coeficiente de vacío de refrigerante positivo, en tanto que los reactores pequeños tienen un coeficiente de vacío de refrigerante negativo, es que el efecto observado es la resultante de dos efectos contradictorios. Cuando un reactor rápido pierde refrigerante, la fuga de neutrones incrementada disminuye la reactividad del reactor. Sin embargo, simultáneamente el endurecimiento del espectro de energía neutrónica (incremento en la energía media de los neutrones presentes en el núcleo), incrementa la reactividad. En el núcleo de reactor pequeño hay una neta
20. disminución de reactividad porque predomina la pérdida de reactividad debida a una incrementada fuga de neutrones. Tal reactor tiene un coeficiente de vacío de refrigerante negativo y puede utilizarse sin temor a
25. que la pérdida de refrigerante de lugar a una nociva excursión nuclear.
- 30.



Al incrementarse el tamaño del núcleo, la fuga de neutrones resulta relativamente de menos importancia hasta que en cierto punto, que depende de la composición material del núcleo del reactor, el incremento de reactividad debido a endurecimiento del espectro neutrónico predomina y el núcleo del reactor tiene un coeficiente de vacío de refrigerante positivo.

5.

Una sugerencia para evitar tal situación es la de incrementar la fracción volumétrica de refrigerante dentro del núcleo del reactor para acentuar el efecto de fuga. Sin embargo, tal expediente ofrece una limitada compensación y tiene por resultado una disminuída densidad de potencia y una indeseable degradación en la energía neutronica media. Otra posible forma de reducir el coeficiente del vacío de refrigerante, disminuyendo la relación entre longitud y diámetro del núcleo, no es suficiente para contrarrestar totalmente el coeficiente positivo, incrementándose también fuértemente tanto los costos de combustible como el capital,

10.

15.

20.

25.

Es deseable utilizar plantas de energía técnica calentadas nuclearmente a temperaturas y presiones supercríticas a fin de obtener la mas elevada eficacia posible, describiendo la solicitud de patente nº 232.315, depositada el 22 de octubre de 1962 a nombre de Harold Harty, James J. Regimbal, Kadzuhisa G. Toyoda y Richard D. Widrig, un reactor térmico de este tipo.

30.

Se conoce también la posibilidad de construir un reactor rápido usando agua a presión supercrítica como refrigerante, a fin de obtener la incrementada ganancia de generación inherente a un reactor rápido. En común con



5. otros reactores rápidos, y de hecho en grado mayor que en los reactores refrigerados con metales líquidos, los reactores grandes, refrigerados con agua, y a presión supercrítica, tienden a tener un coeficiente positivo de vacío de refrigerante, mostrando el análisis que la modificación directa del reactor descrito en la solicitud antes citada para convertirlo en un reactor rápido, tendría por resultado un reactor que no podría utilizarse con seguridad debido a un coeficiente fuertemente positivo de vacío de refrigerante.
- 10.

Es por consiguiente un objeto de la presente invención desarrollar un reactor grande generador de potencia que tenga un coeficiente aceptable de vacío de refrigerante.

15.

Un objeto mas específico de la presente invención es el crear un reactor grande generador de potencia que incorpore como combustible Pu-239 y se refrigere mediante agua ligera a temperatura y presión supercrítica y presente un coeficiente -- aceptable de vacío de refrigerante.

20.

Puede construirse como aquí se enseña cualquier reactor rápido que tenga un coeficiente positivo de vacío de refrigerante para obtener un coeficiente negativo de dicho vacío o un coeficiente positivo aceptablemente bajo. La invención es aplicable a reactores que incorporan U-235 como combustible, así como a reactores que incorporan Pu-239 como combustible, aunque el tamaño del núcleo con que resulta necesario emplear la invención para ob-

25.

30.

- 5 - 30 1 4 5 6

26 JUN



- tener un aceptable coeficiente de vacío de refrigerante, es mucho mas elevado para el U-235 que para el Pu-239, debido a la fuerte dependencia de la relación de captura a fisión de la energía neutrónica del isótopo Pu-239. En un reactor que incorpore Pu-239 como combustible un ligero incremento en la energía neutrónica, causado por una pérdida de refrigerante, disminuye la relación entre capturas y fisiones neutrónicas, incrementándose así la reactividad.
- 5.
10. Así, el endurecimiento del espectro neutrónico tiene por resultado un marcado incremento de reactividad en un reactor Pu-239 pero un incremento mucho menor de reactividad en un reactor U-235, porque la disminución en la relación de captura a fisión con un incremento en la energía neutrónica es mucho mas pronunciada en el Pu-239 que en el U-235. Además, la invención es aplicable a reactores rápidos refrigerados con metales ligeros, así como a reactores refrigerados con vapor de agua de baja densidad, aunque el efecto es mas pronunciado para el reactor refrigerado con agua de baja densidad.
- 15.
- 20.

Se comprenderá que esta invención es solo aplicable a reactores muy grandes. Sin embargo, se supone que el futuro de la energía atómica reside en reactores grandes y rápidos, porque es solo en tales reactores en los que pueden utilizarse plena y económicamente las reservas de uranio.

25.

La invención se describirá específicamente en relación con un reactor de potencia neutrónica rápido cilíndrico y a presión supercrítica, que incorpo-

30.



ra Pu-239 como combustible y desarrolla una potencia de 300 MW (e). En un reactor de este tipo y tamaño el peligro de un accidente de pérdida de refrigerante es muy grave, puesto que el coeficiente

- 5. te de vacío de refrigerante es sustancialmente positivo, a menos que se adopten medidas para evitar tal resultado. Un reactor de este tipo y tamaño, construido de acuerdo con los principios de la presente invención, tendrá un aceptable coeficiente de
- 10. vacío de refrigerante y, de hecho, el específico reactor aquí descrito tiene un coeficiente negativo.

Para conseguir este resultado, el núcleo de reactor seguidamente descrito incorpora una serie de regiones activas rápidas y fisionables separadas por una capa de material moderador en el centro de dos capas de material fértil. La capa moderadora degrada la energía de neutrones que se fugan de las regiones del núcleo rápidas. Debido a su inferior energía, una gran fracción de estos neutrones fugados es absorbida en el material fértil, que tiene una sección transversal de captura de neutrones de energía térmica, intermedia, relativamente elevada, impidiéndose así que interaccionen con regiones rápidas adyacentes. La incrementada fuga rápida tras la pérdida de refrigerante es suficientemente elevada para contrarrestar los componentes positivos del coeficiente de reactividad de vacío de refrigerante.

- 15.
- 20.
- 25.
- 30. Así, la región moderadora, en sí y por sí misma, actúa en grado considerable como barrera res-

- 7 - 30 1456



- pecto a los neutrones rápidos, tendiendo así a reducir la interacción de los neutrones rápidos entre regiones fisionables. Como los neutrones rápidos son más efectivos que los neutrones lentos en cuanto a producir fisiones en las regiones fisionables rápidas, esto, de por sí, tiende a reducir la interacción efectiva entre regiones fisionables. Como las regiones fértiles tienden a absorber los neutrones que han resultado termalizados en el moderador, el efecto combinado es el de formar una barrera aún más efectiva respecto a la interacción neutrónica (rápida o lenta) entre regiones fisionables, en lo que respecta al efecto sobre el coeficiente de reactividad de vacío de refrigerante, las regiones fértiles son en realidad regiones térmicas y absorbedoras de neutrones de resonancia, puesto que su finalidad es simplemente la de absorber los neutrones termalizados. En teoría y en la práctica, el material fértil de estas regiones podría sustituirse por material absorbedor no fértil, por ejemplo boro. El material absorbedor fértil se emplea solamente a efectos de economía de neutrones.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Desde un punto de vista práctico, es ordinariamente deseable que cada región fisionable sea independientemente subcrítica, aunque la invención se aplica igualmente al caso en el que las regiones fisionables son individualmente críticas e individualmente controlables. Cuando las regiones fisionables son subcríticas, la interacción entre núcleos deberá naturalmente ser suficiente para obtener una criticidad global para el reactor.
- 25.
- 30.



Seguidamente se describirá la invención en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

Figura 1

5. Es una vista en sección vertical del reactor de la presente invención.

Figura 2

Es una vista esquemática del reactor.

Figura 3

10. Es una vista en alzado de una unidad del reactor.

Figura 4

Es una vista en sección vertical de la unidad.

Figura 5

15. Es una vista en sección horizontal, tomada sobre la línea 5-5 de la figura 4.

Figura 6

Es una vista en sección vertical fragmentaria de la unidad, tomada sobre la línea 6-6 de la figura 5.

20.

Figura 7

Es una vista en sección vertical sobre la línea 7-7 de la figura 2, que muestra un tanque moderador; y

Figura 8

25.

Es una vista en sección horizontal tomada sobre la línea 8-8 de la figura 7.

30.

Como se muestra en la figura 2., un reactor que incorpora los principios de la presente invención comprende una región fisiónable central maciza 20, una región fértil generalmente anular 21, -



- que rodea a la región fisionable 20, una región moderadora anular en general 22, que rodea a la región fértil 21, una región fértil generalmente anular 23 que rodea a la región moderadora 22, una región fisionable exterior generalmente anular 24 que rodea a la región fértil 23 y una región fértil generalmente anular 25 que rodea a la región fisionable 24.
- 5.
10. Se comprenderá que los términos "región fértil" y "región fisionable" son en cierto modo términos relativos y que cada una de tales regiones puede contener tanto material fértil como fisionable. Sin embargo, las regiones fisionables contendrán sustancialmente más material fisionable que la región fértil y viceversa.
- 15.
20. La región fisionable central 20, que tiene la forma de un exágono regular, comprende 6 prismas 26 triangulares equiláteros de igual tamaño dispuestos de manera que formen un prisma exagonal regular y porciones de 18 prismas 27 de forma trapezoidal de 60 a 120°, dispuestas en un anillo alrededor de los prismas 26. La región fértil 21, que tiene su interior y exterior en forma de exágonos regulares, comprende las porciones restantes de los 18 prismas 27, siendo éstas porciones directamente adyacentes a la región moderadora 22, en relación espaciada con los prismas 26. La región moderadora 22 comprende masas de agua refrigerante fluída e hidruro de itrio o hidruro de circonio. La región fértil 23 comprende porciones de 18 prismas 28 de
- 25.
- 30.



5. forma trapezoidal de 60 a 120°, dispuestas en un anillo alrededor de la región moderadora 22 y directamente adyacente a ella. La región fisiónable anular 24 comprende las porciones restantes de los prismas 28. La región fértil 25 comprende 30 prismas 29 de forma trapezoidal de 60 a 120°, dispuestos sobre un anillo alrededor de los prismas 28.

10. Las figuras 4 a 6 muestran específicamente la construcción de los prismas 27 y 28 que tienen su lado paralelo mas corto inmediatamente adyacente a la región moderadora 22. Como se muestra en la figura 5, cada uno de los prismas tiene una serie de tubos paralelos y estrechamente espaciados 30 que se extienden en el sentido longitudinal del prisma.

15. Cada uno de estos prismas incluye un recipiente 21 formado por el tubo mas externo 30 y una serie de tiras largas y estrechas 32 soldadas a los tubos y extendidas entre ellos y a lo largo de los mismos. Los tubos 30 y las tiras 32 pueden formarse de ---

20. "Hastelloy X", una aleación a base de níquel a elevada temperatura. Como se muestra en la figura 4, el recipiente 31 tiene también unas piezas terminales 33 formadas del mismo material, a través de cuyas piezas terminales se extienden los tubos 30. La

25. figura 4 muestra solamente dos tubos 30 a fin de evitar una innecesaria repetición y clarificar la ilustración del material fuera de los tubos y dentro de los prismas.

30. Como se ilustra en la figura 4 para cada uno de estos prismas, se dispone una porción fisio-



- nable 34 extendida en la mayor parte de la longitud del prisma. Mas allá de cada extremo de la porción fisiónable 34, hay sucesivamente una porción 35 de  $UO_2$  agotado, una porción aislante 36 de  $ZrO_2$  y una porción 37 de fibras de  $Al_2O_3$ , en las que pueden acumularse los productos gaseosos de fisión. Como se muestra en las figuras 5 y 6 para cada uno de los prismas 27 y 28 cuyos lados paralelos superiores o mas cortos son directamente adyacentes a la región moderadora 22, la porción fisiónable 34 se extiende algo sobre la mitad en el sentido transversal del prisma, y más allá de la porción 34, hay una porción fértil 38 coextensiva con la porción 34.

- La construcción de los restantes prismas 27 y 28, cuyas bases o lados mas largos son directamente adyacentes a la región moderadora 23, es exactamente igual con la excepción de que la disposición de la porción fisiónable 34 y la porción fértil 38 es inversa a la mostrada a la figura 5, es decir la porción fisiónable 34 se encuentra en la base o lado mas largo de los dos lados paralelos, y la porción fértil 38 se encuentra en la parte superior o mas corto de los dos lados paralelos. Las porciones fértiles 38 de los prismas 27 y 28 forman las regiones fértiles anulares 21 y 23, mostradas en la figura 2.

- La construcción de prismas 29 es exactamente igual a la descrita para los prismas 27 y 28, con la excepción de que no hay ninguna subdivisión como se muestra en la figura 5, siendo sustituida la totalidad de la porción fisiónable 34 por  $UO_2$  agotado para formar una simple región fértil continua 38,



La construcción de prismas 26 es exactamente igual a la anteriormente descrita para los prismas 27 y 28, con la excepción de que el recipiente 30 forma un triángulo en lugar de un trapecoide. y con la excepción de que no hay ninguna subdivisión como se muestra en la figura 5, formando la totalidad de la región dentro del recipiente 30 de la figura 5, una simple región fisionable continua 34.

10. Se pasa agua ligera a una presión supercrítica a través de los tubos 30 de los prismas 26, 27, 28 y 29. Al hacer esto, el agua efectúa 3 pasadas. La primera pasada es desde la parte superior al fondo y luego desde el fondo a la parte superior a través de los prismas 29 y 28. Una segunda pasada se efectúa similarmente a través de los prismas 27, y la tercera a través de los prismas 26. Como se muestra en la figura 3, cada uno de los prismas 26, 27, 28 y 29 tiene un colector de entrada 40 por encima, un colector de salida 41 por encima y una cámara mezcladora 42 por debajo. Las trayectorias individuales del agua a través de ciertos tubos 30 de un determinado prisma se extienden descendentemente desde el colector de entrada 40 a través del prisma hasta la cámara mezcladora 42, donde se unen las trayectorias, luego, desde la cámara mezcladora 42, se extienden nuevas trayectorias individuales a través de los restantes tubos 30 ascendentemente a través del prisma hasta el colector de salida 41. Los tubos 30 que se encuentran al exterior del prisma y forman parte del recipiente 31 del prisma forman parte de los tubos que llevan el agua en trayectorias descendentes desde el colector de entrada 40. Estos tubos 30 sirven
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



para enfriar al recipiente 31 en virtud de formar parte del mismo. Esta disposición permite una máxima utilización del calor derivado del reactor. El uso de un agua de alimentación del proceso o vapor de agua como refrigerante del recipiente evita la necesidad de una refrigeración gaseosa del recipiente, lo cual sería despilfarrador de calor. Se observará que secciones de dos pies de los tubos 30 extendidos entre los prismas 26, 27, 28 y 29 y las cámaras mezcladoras 42, están incurvadas para obtener una suavización relativa de la dilatación térmica.

Como se muestra en la figura 1, los prismas 26, 27, 28 y 29 están situados en un recipiente vertical - largo 43 que lleva en su extremo superior una rejilla de sustentación 44 para los prismas. Cada uno de estos, esta sustentado sobre el fondo de la rejilla 44 por medio de una pieza 45 soldada a los colectores 40 y 41 y fijadas al fondo de la rejilla mediante pernos o tornillos (no mostrados).

Al exterior de la porción superior del recipiente 43 y dentro de una cápsula 46, hay 6 colectores anulares 47-52, siendo el colector 47 una entrada para la primera pasada, el colector 48 una salida para la primera pasada, el colector 49 una entrada para la segunda pasada, el colector 50 una salida para la segunda pasada, el colector 51 una entrada para la tercera pasada y el colector 52 una salida para la tercera pasada. Los colectores de entrada y salida 40 y 41 de cada prisma están unidos al correspondiente colector anular de entrada 47, 49 ó 51, y al correspondiente colector anular de salida 48, 50 ó 52,



respectivamente, mediante puentes que, como se muestra en la figura 1 para un puente 53, se extiende desde los colectores anulares hacia arriba, radialmente hacia afuera, radialmente hacia adentro y descendientemente en grandes arcos de gran barrido de unos 270° y a través de la rejilla de sustentación 44.

5.

Se considera que el agua a presión supercrítica pasará a través de medios (no mostrados) desde el colector anular de salida 48 de la primera pasada al colector anular de entrada 49 de la segunda pasada sin realizar ninguna función, en tanto que el agua, al ir desde el colector anular de salida 50 de la segunda pasada al colector anular de entrada 51 de la tercera pasada, servirá, de una manera no mostrada, como recalentador entre etapas de la turbina que es accionada por el presente reactor.

10.

15.

Cada puente está sustentado parcialmente por la rejilla de sustentación 44 y parcialmente por el colector anular al que está fijado. Los colectores anulares 47-52 están elásticamente sustentados por medios (no mostrados) que comprenden conexiones con el lado de la cápsula 46 y enlazan elásticamente con la parte superior de esta última. La cápsula 46 es sustentada por el recipiente 43 a través de una conexión sellada del extremo inferior abierto de la cápsula con el recipiente. El recipiente 43 es sustentado a través de su base, que se apoya sobre la tierra u hormigón. El recipiente 43 y la cápsula 46 están sumergidos en agua contenida en una protección de hormigón 54. El recipiente 43 es bastante largo en comparación con su diámetro; por ejemplo, puede tener una longitud de 35 pies a 40 pies y un diámetro de 9 pies. Se considera que

20.

25.

30.

26 JUN



el mecanismo de carga y descarga (no mostrado) para el reactor puede alojarse en el recipiente 43 por debajo del reactor, de manera que pueda efectuarse desde abajo el rehabitualamiento.

5. El recipiente 43 y la cápsula 46 se llenarán con helio. El helio puede ser purgado del recipiente 43 y cápsula 46 para la retirada de gases productos de la fisión, que pueden escapar de las regiones acumuladoras 37 de los prismas 26, 27, 28 y 29 a través de las piezas terminales 33.
10. Como se muestra en las figuras 2, 7 y 8, la región moderadora 22 comprende 6 secciones 55 dispuestas en un exágono regular. Cada sección 55 comprende un tanque 56, una serie de tubos 57, una serie de barras 58 de hidruro de itrio o hidruro de zirconio provistas de camisas, una barra de control 59, una barra de seguridad 59a, un tubo de entrada 60 y un tubo de salida 61. La barra de control 59 y la barra de seguridad 59a tienen un diámetro externo de 3/4 de pulgada y están formadas de acero inoxidable conteniendo un 0,5% de boro natural. El tanque 56 es largo, ancho y delgado y está construido de acero inoxidable. Los tubos 57, también de acero inoxidable, son algo elípticos, proporcionan un soporte interno para el tanque 56 y terminan poco antes de los extremos de aquel. Las barras 58 están suéltamente alojadas en los tubos 57, a través de los cuales fluye agua para refrigerar tales barras. Las barras 58 terminan poco antes de los extremos del tanque 56, pero se extienden en toda la longitud de porciones fisionables 34
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

- de los prismas y presentan prolongaciones 62 de acero inoxidable aseguradas a los extremos del tanque 56. El tubo de entrada 60, que es de acero inoxidable, se extiende a través de la rejilla de sustentación 44 y la parte superior del tanque 56 hasta el fondo del mismo, presenta unas perforaciones de salida 63 adyacentes a su extremo inferior y está sueltamente alojado en uno de los tubos 57. El tubo de salida 61, que es de acero inoxidable, se extiende a través de la rejilla de sustentación 44 y la parte superior del tanque 56. La barra de seguridad 59a está sueltamente alojada en el tubo de entrada 60 y se extiende hacia arriba desde el tanque 56 a través de la rejilla de sustentación 44. La barra de control 59 está sueltamente alojada en uno de los tubos 57 y se extienden hacia arriba desde el tanque 56 a través de la salida 61 y la rejilla de sustentación 44. El tanque 56 está sostenido en unos colgadores 64 asegurados sobre la rejilla de sustentación 44. Los colgadores 64 están solidariamente formados con dos de las prolongaciones 62 de las barras 58.

Los cálculos muestran que un reactor rápido de energía a presión supercrítica de un tamaño de 300 megawatios eléctricos construido como un reactor de región fisiónable simple, no sería de funcionamiento seguro debido al coeficiente fuertemente positivo de vacío de refrigerante del mismo. Es decir, la pérdida de refrigerante debida a un accidente incrementaría la reactividad del reactor hasta un grado intolerable. Tal condición en un reactor no puede tolerarse y por

30 14 56 26 JUN.



consiguiente no puede construirse tal reactor.

5. El presente reactor incluye una región moderadora que divide a aquel en dos regiones fisiónables. Se ha determinado que tal moderador simple flanqueado por regiones fértiles reducirá el coeficiente positivo de vacío de refrigerante, de otro modo intolerable, de un reactor de 300 megawatios a un nivel aceptable e incluso ligeramente por debajo de cero. Así, en el reactor descrito, la pérdida de refrigerante
10. tiene poco efecto sobre la reactividad global, si es que tiene alguno; si hay un efecto, éste será de pérdida de reactividad.

15. También puede construirse un reactor grande de acuerdo con la presente invención empleando dos o mas regiones moderadoras que dividan al reactor en 3 ó mas regiones fisiónables. El mismo principio puede seguirse al construir un reactor de cualquier tamaño.

20. También es posible emplear una región moderadora adicional en la cubierta para obtener una ligera reducción en el coeficiente de vacío de refrigerante. Tal región tiene un efecto similar al de una región moderadora que separa el material fisiónable en regiones, con la excepción de que el efecto es menos pronunciado, debido a su emplazamiento.

25. Dada la composición material del núcleo del reactor, es fácilmente posible calcular el tamaño a que el coeficiente de vacío de refrigerante de un reactor de región fisiónable simple resulta positivo. Por ejemplo, para un reactor cilíndrico desnudo de altura
30. indefinida y con la composición de la región fisiona-



ble 20 del reactor anteriormente descrito, se produce un coeficiente negativo de vacío para radios entre 0 y 20 pulgadas aproximadamente. Para reactores de región simple mayores, existe un coeficiente positivo de vacío. Empleando los principios de la presente invención, es posible proporcionar un reactor de regiones fisiónables múltiples de cualquier tamaño deseado, aproximándose a cada una de las regiones fisiónables al tamaño a que, considerado por sí mismo, tendría un coeficiente positivo inaceptable de vacío de refrigerante.

Como queda descrito, la región moderadora tiene 1,1 pulgadas de grosor y los materiales moderadores incluidos en la misma son un hidruro metálico y agua. Usando esos materiales moderadores, la región moderadora debe tener entre 1 y 3 pulgadas aproximadamente de grosor para reducir adecuadamente el coeficiente de vacío de refrigerante, siendo deseablemente el grosor que de hecho se emplee próximo al extremo inferior de estos valores, para conservar neutrones. En un reactor refrigerado con metal a elevada temperatura, que utilice una elevada temperatura pero moderador menos eficiente, tal como grafito, pudiera ser necesario un espesor en el moderador tan elevado como de 9 pulgadas.

Seguidamente se ofrecerán detalles específicos del reactor anteriormente descrito. La distancia a través de planos de la región fisiónable central 20 es de 33,13 pulgadas, la anchura de la región fértil 21 es de 2,62 pulgadas, la anchura de la región



moderadora 22 es de 1,1 pulgadas, la anchura de la -  
región fértil 23 es de 2.64 pulgadas, la anchura de  
la región fisiónable 24 es de 7,20 pulgadas y la an-  
chura de la región de la cobertura o cubierta 25 es  
5. de 7,53 pulgadas. Los 6 prismas triangulares 26 tie-  
nen 13.33 pulgadas en un lado; los 18 prismas trape-  
zoidales 27 tienen un lado largo de 10,337 pulgadas  
y un lado corto de 1,497 pulgadas; los 18 prismas -  
trapezoidales 28 tienen un lado largo de 15,383 pulga-  
das y un lado corto de 4,033 pulgadas; y los 30 pris-  
mas trapezoidales 29 de la cubierta tienen un lado -  
largo de 12,180 pulgadas y un lado corto de 3.480 -  
pulgadas.

Cada uno de estos prismas 26, 27, 28 y 29 tie-  
nen 7 pies y 3 pulgadas de longitud y la porción fi-  
sionable 34 de los prismas 26, 27, 28 tienen 5 pies  
15. de longitud. Las porciones 35 de  $UO_2$  agotado tienen  
7,9 pulgadas de longitud, las porciones aislantes 36  
de  $ZrO_2$  tienen 2 pulgadas de longitud y las porcio-  
nes 37 de  $Al_2O_3$  tienen 6 pulgadas de longitud. La -  
porción fisiónable 34 de los prismas 26 es dióxido -  
de uranio agotado y enriquecido con el 12,5% de dióxi-  
do de plutonio. La porción fisiónable 34 de los pris-  
mas 27 es dióxido de uranio agotado y enriquecido con  
20. un 12,5% de dióxido de plutonio y su porción fértil  
38 es dióxido de uranio agotado y enriquecido con un  
3,5% de dióxido de plutonio. También la porción fi-  
sionable 34 de los prismas 28 es dióxido de uranio  
agotado y enriquecido con un 14,5% de dióxido de plu-  
25. tonio y su porción fértil 38 es dióxido de uranio --  
30.

- agotado y enriquecido con un 3,5% de dióxido de plutonio. Los prismas 29 están compuestos por entero de dióxido de uranio agotado, naturalmente a excepción de las porciones 36 y 37 de  $ZrO_2$  y  $Al_2O_3$  situadas a
5. ambos extremos. El enriquecimiento se incrementa ligeramente en la región fisiónable anular 24 para -- allanar la distribución de energía en dicha región. Puede indicarse ahora que el enriquecimiento de las regiones fértiles 21 y 23 con un 3,5% de dióxido de
10. plutonio, aunque no es necesaria para obtener los beneficios de la presente invención, es deseable desde un punto de vista práctico, pues tiende a reducir la masa crítica y a mantener una distribución mas constante de energía en aquellas regiones durante la vida del reactor.

Además, hay 685 tubos 30 en cada uno de los prismas 26, cada uno de los cuales tiene un diámetro externo de 0,2475 pulgadas y están espaciados en --- 0,3389 pulgadas entre centro y centro. Hay 490 tubos

20. 30 en cada prisma 27, cada uno de los cuales tiene un diámetro externo de 0,225 pulgadas y espaciados en - 0,3080 pulgada entre centro y centro. Hay 522 tubos 30 en cada prisma 28, cada uno de los cuales tiene un diámetro externo de 0,2675 pulgada, que están espaciados en 0,4480 pulgada entre centro y centro. Finalmente hay 110 tubos 30 en cada uno de los prismas 29 de la cubierta, cada uno de los cuales tiene un diámetro externo de 0,2675 pulgada, que están espaciados en - 0,925 pulgada entre centro y centro.

30. Finalmente, los tanques moderadores 55 tienen



- 21

30 1456

1,1 pulgadas de espesor, 25 pulgadas de anchura y se extienden sustancialmente en toda la longitud de los prismas.

5. Debe entenderse que siempre que se ha especificado uranio agotado para su empleo en el reactor anteriormente descrito, ello ha sido por razones estrictamente económicas. Naturalmente, el uranio natural, mas costoso, podría emplearse en lugar de uranio agotado siempre que se ha especificado, si se desea, con un correspondiente pequeño decremento en los valores especificados para el enriquecimiento del  $\text{PuO}_2$ .

10. El específico reactor descrito detalladamente arriba funcionará produciendo una energía de 300 megawattios (e). El nivel de energía media de los neutrones que producen fisión es de 80 Kev. aproximadamente, que coloca al reactor en la clasificación "rápida" normalmente definida. Este reactor tiene un coeficiente negativo de reactividad de vacío de refrigerante durante toda su vida.

15. Se comprende también que la invención no quede limitada por los detalles aquí señalados, sino que puede modificarse dentro del ámbito de las adjuntas reivindicaciones.

#### NOTA

20. 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 a modificaciones de detalle en cuanto no altere su principio fundamental. También se hace constar que el invento correspon-



de a una solicitud de patente presentada en EE. UU. de América con fecha 16 de octubre de 1963, bajo el número 316.783, acogiéndose por tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en

5. vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita la Patente de Invención por 20 años en España sobre: "Perfeccionamientos en reactores nucleares grandes y rápidos"; caracterizándose por lo siguiente:

10. 1.- "Perfeccionamientos en reactores nucleares grandes y rápidos", que comprenden una serie de regiones fisionables, una barrera que separa a cada región fisionable de la adyacente comprendiendo dicha barrera una región moderadora y 2 regiones térmicas absorbedoras de neutrones, extendiéndose una región absorbidora entre la región moderadora y una de las dos regiones fisionables adyacentes, extendiéndose la otra entre la región moderadora y la otra de las dos regiones fisionables adyacentes.

15. 2.-Perfeccionamientos en reactores nucleares grandes y rápidos, que comprenden una serie de regiones fisionables, y una barrera que separa cada región fisionable de cada tal región adyacente, comprendiendo dicha barrera una región moderadora y dos regiones fértiles, extendiéndose una región fértil entre la región moderadora y una de las dos regiones fisionables adyacentes, extendiéndose la otra entre la región moderadora y la otra de las dos regiones fisionables adyacentes.

20. 3.- Perfeccionamientos en reactores nucleares grandes y rápidos, que comprenden una región fisionable cen-

30.



tral, una primera región fértil que rodea a la región fisiónable central, una región moderadora que rodea a la primera región fértil, una segunda región fértil que rodea a la región moderadora y una región fisiónable exterior que rodea a la segunda región fértil.

5.

4.- Perfeccionamientos en reactores nucleares grandes y rápidos, refrigerados por agua a temperatura y presión supercríticas, que comprenden una región fisiónable central que contiene plutonio-239, una región fisiónable anular que contiene plutonio-239 que rodea a dicha región fisiónable central en relación espaciada, una región moderadora anular extendida entre las regiones fisiónables, dos regiones fértiles anulares extendidas entre las regiones fisiónables, una región fértil que rodea a la región moderadora y se encuentra directamente adyacente a la misma, siendo rodeada la otra por la región moderadora y encontrándose directamente adyacente a ella, y una región cobertora que rodea a la región fisiónable anular.

10.

15.

20:

5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, en el que la región fisiónable central contiene dióxido de uranio agotado y enriquecido con un 12,5% de dióxido de plutonio, la región fisiónable anular contiene dióxido de uranio agotado enriquecido con dióxido de plutonio en una proporción del 14,5 %, las regiones fértiles contienen dióxido de uranio agotado y enriquecido con un 3,5 % de dióxido de plutonio, las regiones moderadoras contienen aproximadamente un 70 % de hidruro de itrio y aproximadamente un 30 % de agua ligera, y las regiones cobertoras contienen dióxido

25.

30.



301456

de uranio agotado.

6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5, en los que la región fisiónable central tiene una configuración análoga a la de un exágono regular y tiene 33,13 pulgadas a través de planos, cada región fértil tiene aproximadamente 2,6 pulgadas de anchura, la región moderadora tiene 1,15 pulgadas de anchura, la región fisiónable anular tiene 7,20 pulgadas de anchura y la región cobertora tiene 7,53 pulgadas de anchura.

10.

7.- Perfeccionamientos en reactores nucleares grandes y rápidos; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

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

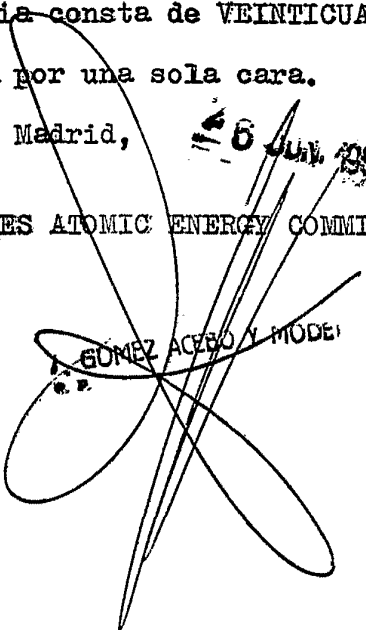
15.

Madrid,

6 JUN 1954

UNITED STATES ATOMIC ENERGY COMMISSION.

GÓMEZ ACEBO Y MODEI

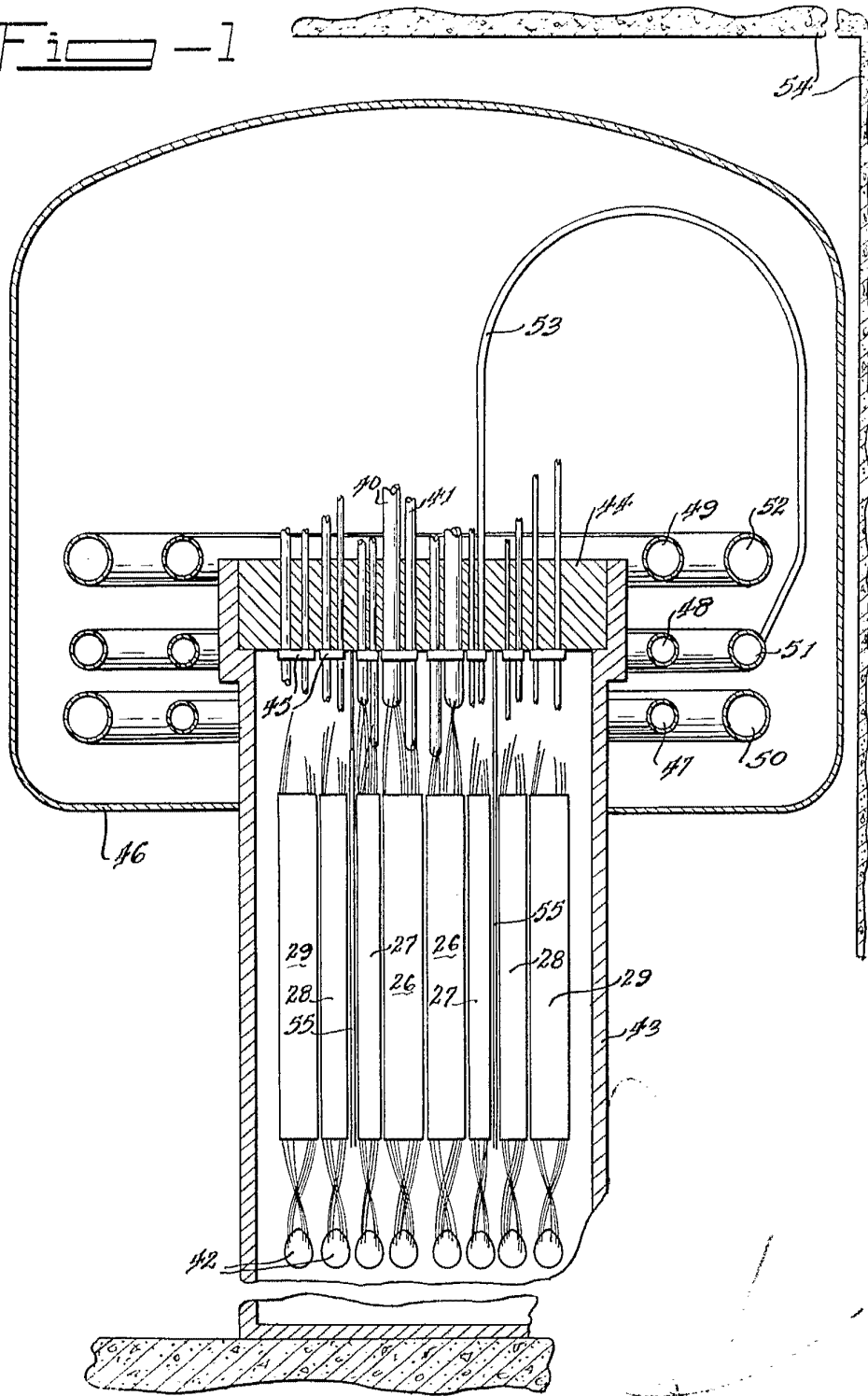


301456

ESCALA VARIABLE



Fig - 1



Madrid,

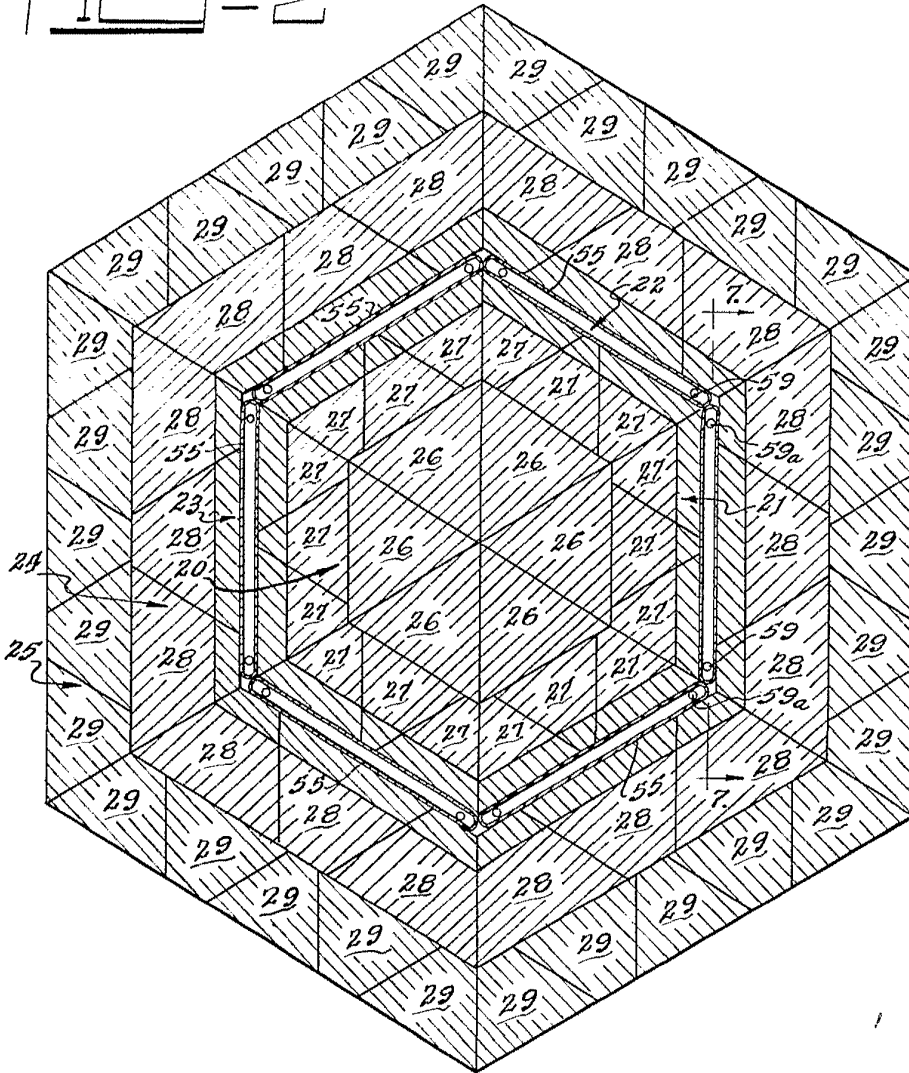
J. GOMEZ ACEVEDO Y PARRA

301456



ESCALA VARIABLE

Fig-2



Madrid,

J. GARCIA...  
M.P.

301456

ESCALA VARIABLE



Fig - 3

Fig - 6

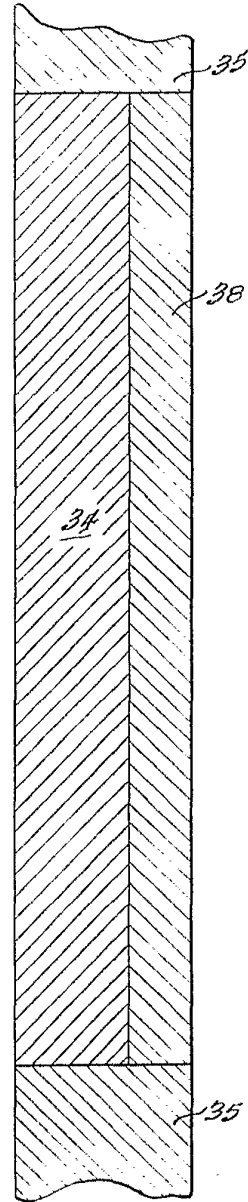
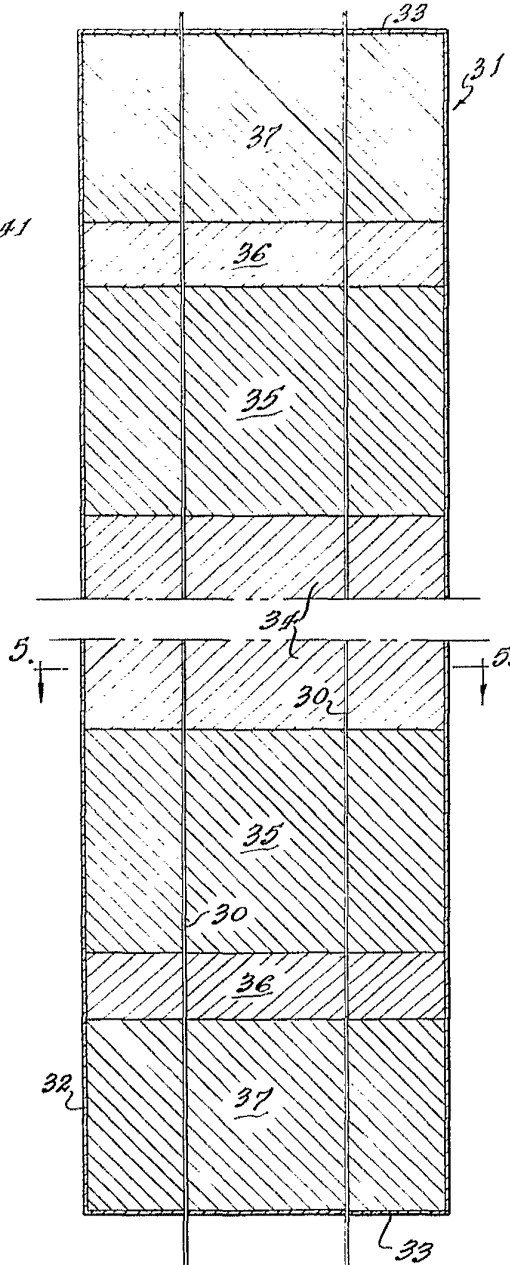
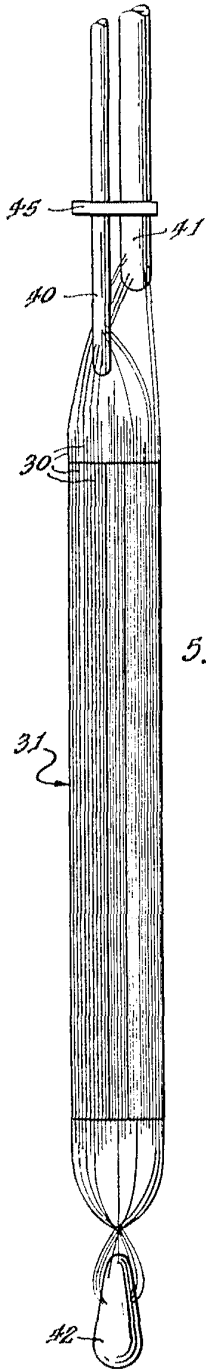


Fig - 4

Madrid,

26 JUN 1954

J GOMEZ ACEBO Y MOJER  
S. R.



30-256

ESCALA VARIABLE

Fig - 5

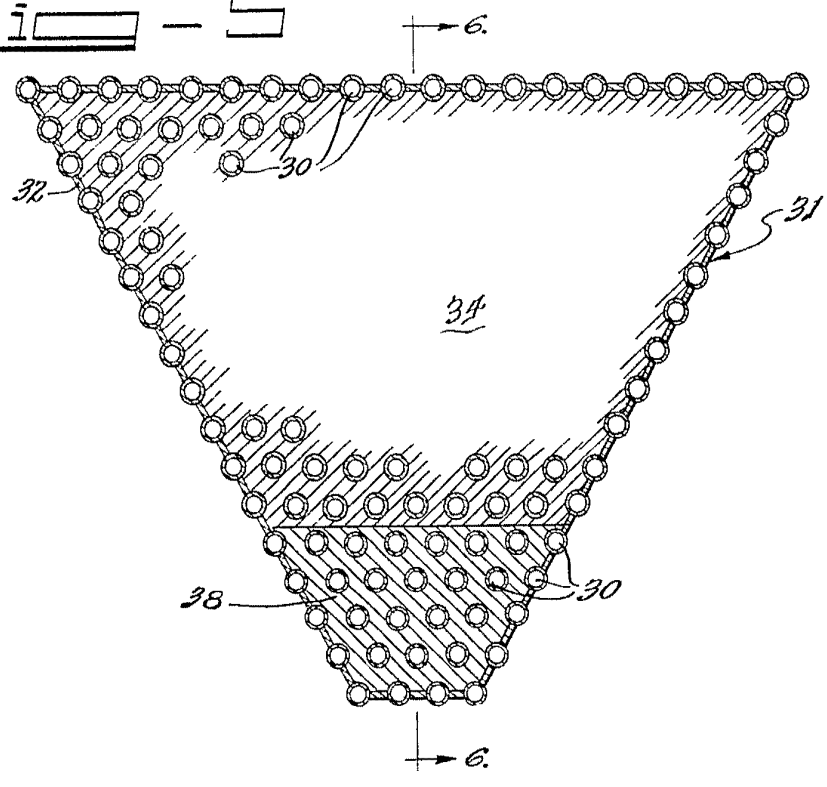
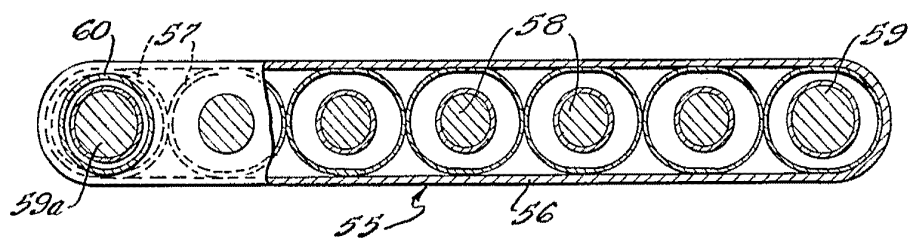


Fig - 6



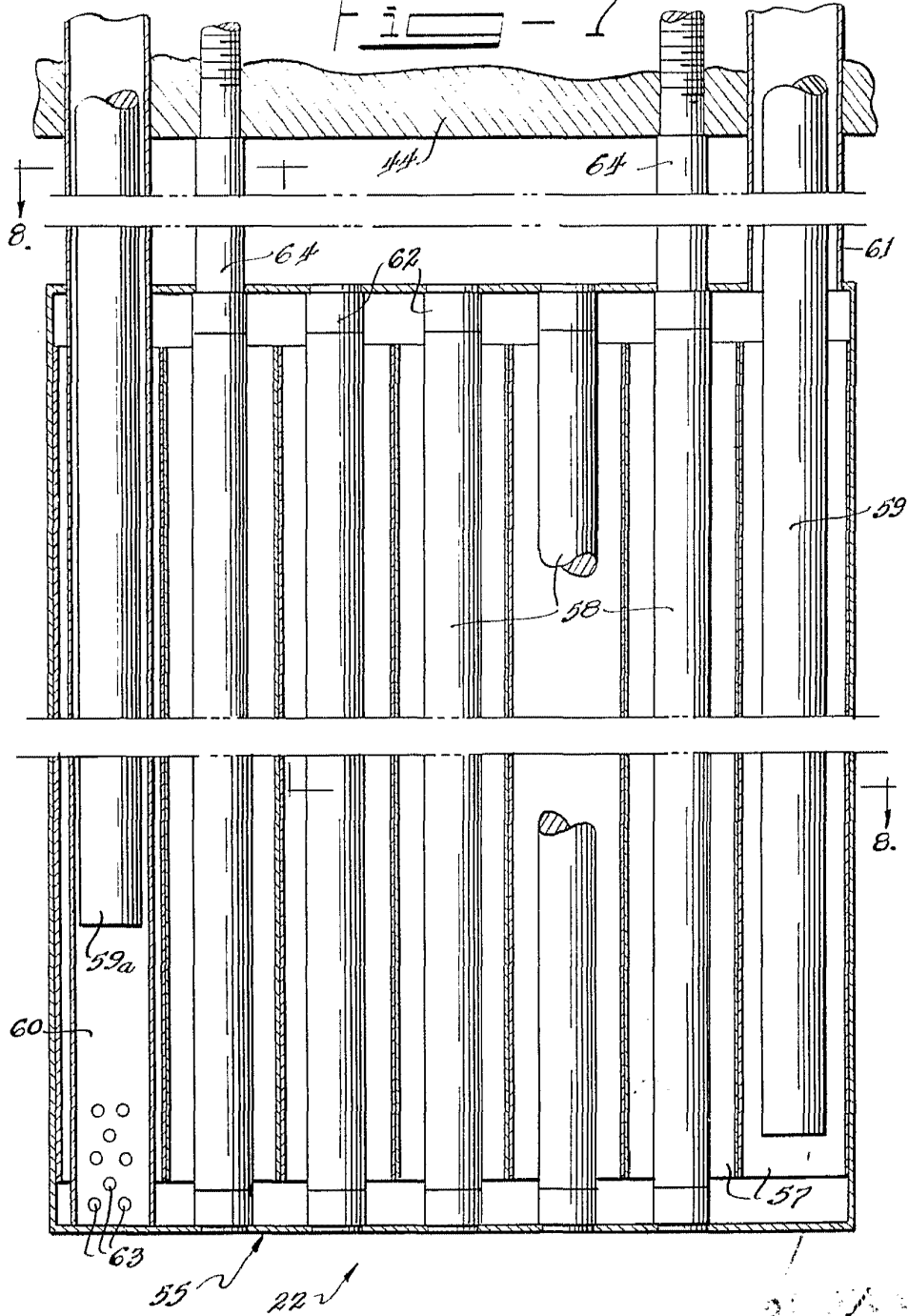
Madrid,  
J. GOMEZ ACASO

30430

ESCALA VARIABLE



Fig - 7



Madrid,  
D. GOMEZ...  
A.P.