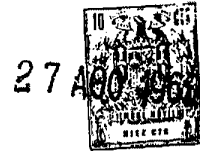


316865

PATENTE DE INVENCION

B.1392-3.

316865



Memoria Descriptiva
sobre

"Reactor nuclear de neutrones rápidos,
y procedimiento para su explotación."

Solicitante: COMMISSARIAE A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en: 29, rue de la Fédération, PARIS 15^e,
Francia.

Este invento tiene por objeto un procedimiento
de explotación de un reactor nuclear de neutrones rápidos,
y un reactor susceptible de explotarse por dicho procedi-
miento.

5. Trata de asegurar una distribución uniforme

316865



de las potencias específicas en el interior del núcleo, permitiendo a la vez una refrigeración adecuada de la totalidad de los conjuntos combustibles que constituye el núcleo.

5. En los reactores de neutrones rápidos clásicos, se observan en efecto variaciones considerables del flujo de neutrones en el interior del núcleo. El flujo de neutrones puede llegar a ser hasta siete veces mayor en el centro del núcleo que en la periferia, en el caso de núcleos de gran volumen. La relación de la potencia específica máxima a la potencia específica media, puede llegar a ser de 2 a 3, lo cual conduce a una potencia específica media relativamente débil para su coste importante de fabricación de las agujas ó elementos de combustible, ya que el diámetro constante de éstos se calcula en función de la potencia específica máxima.
- 10.
- 15.

La denominación "combustible" designa en éste caso un material que contenga átomos fisiles, en oposición al material esencialmente fértil que constituye la cobertura de un reactor convertidor.

20. Para homogeneizar ésta distribución de potencia específica, puede acudirse a dos métodos distintos que dejan constante el diámetro de las agujas ó elementos de combustible que constituyen el núcleo.

25. De acuerdo con el primer método, es posible utilizar un combustible más rico en núcleos fisiles en las zonas en las que se desee aumentar la potencia específica, ó sea en la periferia del núcleo. El segundo método consiste en aumentar, en éstas mismas zonas, la proporción de combustible por unidad de volumen, permaneciendo constante la
- 30.



composición del combustible.

La solución por variación del enriquecimiento del combustible, plantea problemas referentes en especial a la evolución de la reactividad y de la distribución espacial de los orígenes de calor, en función del tiempo de irradiación.

5.

El procedimiento de explotación y el reactor nuclear de acuerdo con este invento, aplican la segunda solución, por variación de la proporción volumétrica de combustible, permaneciendo constante el enriquecimiento.

10.

Contrariamente a la primera, esta solución permite obtener un grado de regeneración interna local prácticamente uniforme y no implica la discontinuidad en las variaciones del flujo. Plantea en cambio los problemas de refrigeración, dado que el espacio disponible para la circulación del fluido de enfriamiento es reducida en las zonas en las que aumenta la proporción de combustible.

15.

Este invento permite paliar estos inconvenientes.

Para ello propone un procedimiento de explotación de un reactor nuclear de neutrones rápidos que comprende la división del núcleo del reactor en por lo menos dos zonas que presentan una simetría de revolución con respecto a un eje común paralelo a la dirección de circulación de un refrigerante en el núcleo, caracterizado porque estas zonas están ocupadas por combustible de la misma proporción de material fisible con una cantidad de combustible por unidad de volumen, diferente de una zona a otra, y más elevada en la zona más exterior, y por comprender el enfriamiento del núcleo por circulación del refrigerante a una velocidad diferente de una zona a otra, y más elevada en la zona más ex-

20.

25.

30.

316865



terna.

La variación de velocidad del fluido refrigerante, se obtiene con preferencia estableciendo más allá del núcleo la misma presión para todas las zonas y, antes del núcleo, presiones diferentes de una zona a otra.

Este invento propone también un reactor nuclear de neutrones rápidos que contiene un núcleo dividido en, por lo menos, dos zonas dotadas de una simetría de revolución con respecto a un eje común paralelo a la dirección de circulación de un refrigerante en el núcleo, y un circuito de refrigerante que comprende un cambiador y una la parte situada después del núcleo con la parte situada antes del mismo, caracterizado porque dichas zonas están ocupadas por combustibles del mismo contenido de material fisible que tiene una proporción de combustible por unidad de volumen distinta de una zona a otra, y más elevada en la zona más exterior, y por comprender medios para crear una diferencia de presión del refrigerante entre la parte situada antes del núcleo y la parte situada después del mismo, distinta de una zona a otra, y máxima para la zona más externa.

Para no aumentar exageradamente el coste de fabricación del combustible, que crece con la diversidad de los acoplamientos fabricados, y también para no complicar demasiado el circuito de refrigeración, es preferible disponer solamente dos zonas distintas en el núcleo del reactor. Los volúmenes relativos de estas dos zonas se eligen convenientemente de tal modo que se obtenga una homogeneización de la distribución de la potencia específica óptima. Conviene sin embargo limitar la proporción de combustible por unidad de volumen en la zona externa a un valor tal que no exi



ja una velocidad demasiado elevada de circulación del refrigerante en esta zona.

- De acuerdo con un tipo de aplicación preferido del reactor nuclear, objeto de este invento, la alimentación del núcleo en refrigerante, se realiza por dos conductos coaxiales a presiones distintas; uno para la zona interna y el otro para la zona externa, y la salida del refrigerante al exterior del núcleo, se realiza por un conducto común a las dos zonas, para asegurar una misma presión más allá del núcleo.
- 5.
- 10.

En el caso de un reactor convertidor, cuyo núcleo esté rodeado por un envoltura de material fértil, el conducto de refrigerante que alimenta la zona interna, puede alimentar también la envoltura radial.

- 15.
- A continuación, y a título de ejemplo, no limitativo se describe un tipo de construcción especial del reactor de acuerdo con este invento, haciendo referencia a las Figs. 1 a 5 adjuntas.

- 20.
- La Fig. 1, representa una vista en corte vertical, del reactor de acuerdo con este invento.

La Fig. 2, representa dos semi-cortes transversales del reactor a dos niveles distintos, correspondientes respectivamente a las tuberías de alimentación y de salida del refrigerante.

- 25.
- La Fig. 3, representa una de las bocas del refrigerante.

La Fig. 4, representa esta misma boca en planta,

- 30.
- La Fig. 5, pone en evidencia la homogeneización de la distribución radial de la potencia específica obtenida de acuerdo con este invento.



El reactor descrito es un reactor regenerador que comprende un núcleo de combustible fisible rodeado de una envoltura de material fértil, y enfriado por circulación de sodio líquido.

5. El núcleo y la envoltura están constituidos por acoplamientos de forma hexagonal tales como 1, que contiene elementos de combustible o de material fértil, entre los cuales circula el sodio líquido. Los acoplamientos destinados a formar la envoltura radial 2, tienen solamente elementos de material fértil constituidos por ejemplo por uranio natural o empobrecido, bajo la forma de óxido. Los otros acoplamientos tienen elementos de material fértil análogos en sus partes extremas, para formar las envolturas axiales superiores 3 e inferior 4; en su parte media, contienen elementos de combustible fisible constituidos por ejemplo por una mezcla de óxidos de uranio y de plutonio; el número de estos elementos es mayor para los acoplamientos destinados a constituir la zona externa 5 del núcleo, que para los que forman la zona interna 6.

10. El conjunto de los acoplamientos fisibles y fértiles se coloca en una cuba cilíndrica 10, dispuesta excéntricamente en el interior de una cuba de estanqueidad 11, construída de acero inoxidable y de forma cilíndrica de fondo bombeado y suspendida por su parte superior en el interior de una cuba de seguridad 12. La protección biológica está asegurada por hormigón borado 13.

20. La cuba de estanqueidad 11 tiene dimensiones relativamente importantes, ya que el volumen que deja libre la cuba 10 constituye una zona de almacenamiento 15 provisional para los acoplamientos nuevos destinados a trasla-
- 30.



darse al núcleo o para acoplamientos irradiados en curso de enfriamiento. Pantallas neutrónicas de acero 15 se interponen entre los acoplamientos del núcleo y la cuba de estanqueidad 11 en el lado en que ésta se halla próxima al núcleo; la protección neutrónica se asegura por el lado de la zona de almacenamiento 15, mediante estructuras que sostienen los acoplamientos.

Los acoplamientos o conjuntos de reactor mismo, y del almacenamiento, están sostenidos por amortiguadores 17 y 18, respectivamente, que descansan sobre un anillo de sujeción 19 de la parte inferior de la cuba de estanqueidad 11. La estanqueidad entre los amortiguadores y la cuba se asegura por fuelles 20, de tal modo que los amortiguadores 17 y 18 dividen la cuba 11 en un departamento inferior 22 y un departamento superior 23; éste último contiene los acoplamientos o conjuntos de reactor mismo. El sodio de refrigeración circula a través de éstos desde el departamento inferior 22 al departamento superior 23.

En su parte superior, la cuba de estanqueidad 11 está cerrada por dos tapones giratorios 25 y 26 descentrados uno con respecto a otro, cuyas dimensiones y disposición son tales que corresponden respectivamente al verdadero reactor y a la zona de almacenamiento. Los movimientos de rotación combinados de estos dos tapones permiten cambiar un conjunto o elemento del núcleo por otro de la zona de almacenamiento, estando el reactor en paro. Para ello el tapón giratorio menor 25 tiene un canal de mantenimiento 27 en el que el conjunto o elemento en curso de traslado se levanta con ayuda de una máquina de transporte 28, móvil. La salida de los elementos usados y la coloca



ción en su sitio de los elementos nuevos en la zona de almacenamiento 15, se realiza con la ayuda de otra máquina de manutención (no representada), por canales dispuestos en el tapón mayor giratorio 26, frente a cada punto de almacenamiento; estas operaciones se realizan durante el funcionamiento del reactor.

El enfriamiento del reactor se asegura por cuatro bucles o serpentines idénticos de sodio líquido, uno de los cuales está representado en las Figs. 3 y 4. El conducto 30 de salida fuera del departamento superior 23 de la cuba, se dirige radialmente con respecto a ésta. Se divide en dos ramas que pasan, cada una de ellas, a un colector de neutrones 31 y alimentan los cambiadores de calor 32 en donde el metal se enfría por intercambio con el metal líquido de un circuito secundario, parte del cual se representa por líneas de trazos en la Fig. 4. El sodio líquido que abandona los cambiadores, es aspirado por la bomba de circulación 33 que lo despide a un conducto de alta presión 34. Una parte del caudal líquido pasa a un expulsor 35 dispuesto en el conducto 34, que, por el conducto 36, retira metal líquido de la aspiración de la bomba. El expulsor 35 manda así, a un conducto 37 metal líquido a una presión inferior a la que reina en el conducto 34 de presión elevada. Los conductos 34 y 37 desembocan en un captador de neutrones 38, en dos zonas distintas del mismo.

A la salida del captador de neutrones 38, el sodio líquido a presión elevada y reducida, procedente de los conductos 36 y 37, pasa a dos tuberías de alimentación 39 y 40 que desembocan en el departamento inferior 22 de la cuba, antes de los conjuntos o elementos.



Estas dos tuberías últimas, son coaxiales y están dirigidas hacia el eje del núcleo.

5. La tubería central 39 asegura la alimentación de sodio a presión elevada de los conjuntos o elementos de la zona externa 5 del núcleo. Desemboca en un distribuidor anular 41, acoplado de modo estanco con el amortiguador 17. Las tuberías análogas de los otros tres bucles o serpentines desembocan también en el mismo distribuidor anular 41.

10. La tubería externa 40 que conduce sodio a baja presión, se acopla a la cuba de estanqueidad 12, y se prolonga al interior de ésta, por una tubería de pequeño espesor 42 que canaliza el sodio hasta la proximidad del distribuidor anular 41. El sodio a presión reducida, asegura de este modo, al atravesar el amortiguador 17, la refrigeración de los conjuntos o elementos de la envoltura radial 2 y de los conjuntos que constituyen la zona interna 6 del núcleo. Al repartirse en el departamento interior 22, asegura además la refrigeración de los elementos de la zona de almacenamiento 15.

20. Los circuitos de sodio a presión elevada y reducida, se unen de nuevo a la salida de los elementos o conjuntos, en el departamento superior 23. En funcionamiento normal, el sodio llena la totalidad de la cuba y baña la parte inferior de los tapones 25 y 26 cuya refrigeración asegura de este modo. Eventualmente, puede enfriar también un conjunto irradiado, en curso de traslado en el canal 27.

30. En el interior de la zona externa 5 y, también, en el interior de la envoltura radial 2, el caudal de sodio

316865



que pasa por cada conjunto, aumenta en sentido inverso a la distancia al eje del núcleo. La distribución del caudal total se asegura por diaframas dispuestos en la parte inferior de los conjuntos.

5. La figura 5 representa la distribución de la potencia específica obtenida por homogeneización de acuerdo con este invento, por comparación con la distribución correspondiente a un reactor clásico se han tomado abscisa la distancia al eje R y como ordenadas la potencia específica P. La curva 44 corresponde a un reactor clásico y la curva 45 a un reactor de acuerdo con éste invento.

10. Esta homogeneización ó aplastamiento de la distribución de las potencias específicas, conduce a una mejor utilización del material fisible y permite, para una misma potencia global, utilizar elementos de combustible de diámetro menos reducido que en los reactores clásicos, y ello al lugar a una fabricación más económica.

E N C E N A

15. Describa 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 se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Francia nº PV.985.391, con fecha 27 de Agosto de 1964, accogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "Reactor nuclear



rápidos, y procedimiento para su explotación; caracterizándose por lo siguiente:

5. 1ª.- Reactor nuclear de neutrones rápidos que comprende un núcleo dividido en por lo menos dos zonas dotadas de una simetría de revolución con respecto a un eje común paralelo a la dirección de circulación de un refrigerante en el núcleo, y ocupadas por combustible del mismo contenido de material fisible, que presenta una proporción de combustible, por unidad de volumen, distinta de una zona a otra, y más elevada en la zona más externa; un circuito de refrigerante que comprende un cambiador y una la parte situada más allá del núcleo con la parte situada antes del mismo, y medios para crear una diferencia de presión del refrigerante, entre las partes situadas antes y después del mismo, distinta de una zona a otra, y máxima para la zona más externa.
10. 2ª.- Reactor, según reivindicación 1ª, en el que el circuito refrigerante comprende por lo menos dos conductos distintos cada uno de los cuales asegura la alimentación, en líquido refrigerante de una de dichas zonas del núcleo, y por lo menos un conducto de salida de refrigerante, común a las dos zonas citadas.
15. 3ª.- Reactor, según reivindicaciones 1 ó 2, en el que el núcleo comprende medios para hacer variar el caudal de refrigerante, transversalmente, en el interior de una misma zona del núcleo.
20. 4ª.e Procedimiento para la explotación del reactor nuclear de neutrones rápidos, antes definido que comprende la división del núcleo del reactor en, por lo menos, dos zonas dotadas de una simetría de revolución con respecto a un eje común paralelo a la dirección de circulación de un refrigerante
25. 30.

316865



1965

5. te en el núcleo; dichas zonas están ocupadas por combustible del mismo contenido de material fisible, con una proporción de combustible de volumen distinto de una zona a otra, y más elevado en la zona más externa, y el enfriamiento del núcleo por circulación del refrigerante a una velocidad distinta de una zona a otra, y más elevada en la zona más externa.

16. 54.- Procedimiento según reivindicación 4ª, en el que la diferencia de velocidad del refrigerante de una zona a otra, se obtiene estableciendo, más allá del núcleo, la misma presión para todas las zonas, y antes del núcleo, presiones diferentes de una zona a otra,

17. 54.- Reactor nuclear de neutrones rápidos, y procedimiento para su explotación; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria, y dibujos adjuntos.

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

Madrid,

27 AGO. 1965

ENTRESEÑADA A L'ENERGIE ATOMIQUE,

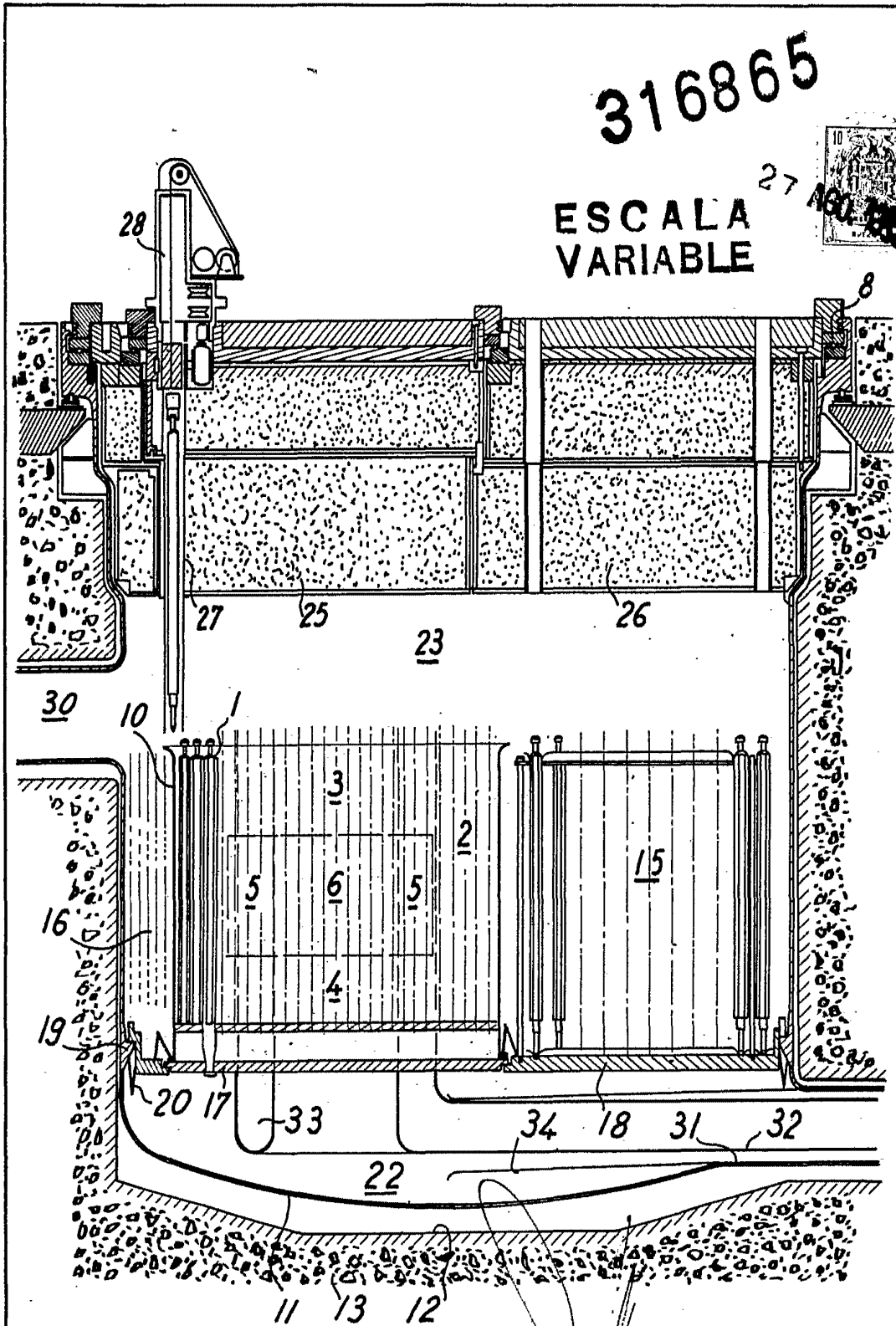
J. GOMEZ ACEBO Y MODET
p. p. Firmado: A. GARCIA BRAVO

316865

A=N E X O

ALEMANIA	Nº C	36.741 VIIIc/21g	de 26 agosto de 1965
BELGICA	Nº	16.702	de 13 agosto de 1965
ITALIA	Nº	30.189	de 17 agosto de 1965
LUXEMBURGO	Nº	-	de 18 agosto de 1965
PAISES-BAJOS	Nº	11.127/65	de 25 agosto de 1965
GRAN-BRETAÑA	Nº	36.793/65	de 26 agosto de 1965
EE.UU. de A.	Nº	482.149	de 24 agosto de 1965
CANADA	Nº	939.330	de 27 agosto de 1965
SUECIA	Nº	11.201/65	de 27 agosto de 1965
SUIZA	Nº	24.215	de 13 agosto de 1965
ISRAEL	Nº	91.707/65	de 23 agosto de 1965
JAPON	Nº	172.517	de 26 agosto de 1965
BRASIL	Nº	316.865	de 25 agosto de 1965
YUGOESLAVIA	Nº	P-1.433/65	de 19 agosto de 1965
PAKISTAN	Nº	(Los nº y fechas de depósito seran comunicadas ulteriormente).	

.....



316865

ESCALA VARIABLE



FIG.1

27 A60. 1965

Madrid
J. GOMEZ ACEBO Y MODET
p. p. Firmado F. Hernández Ruiz

316365

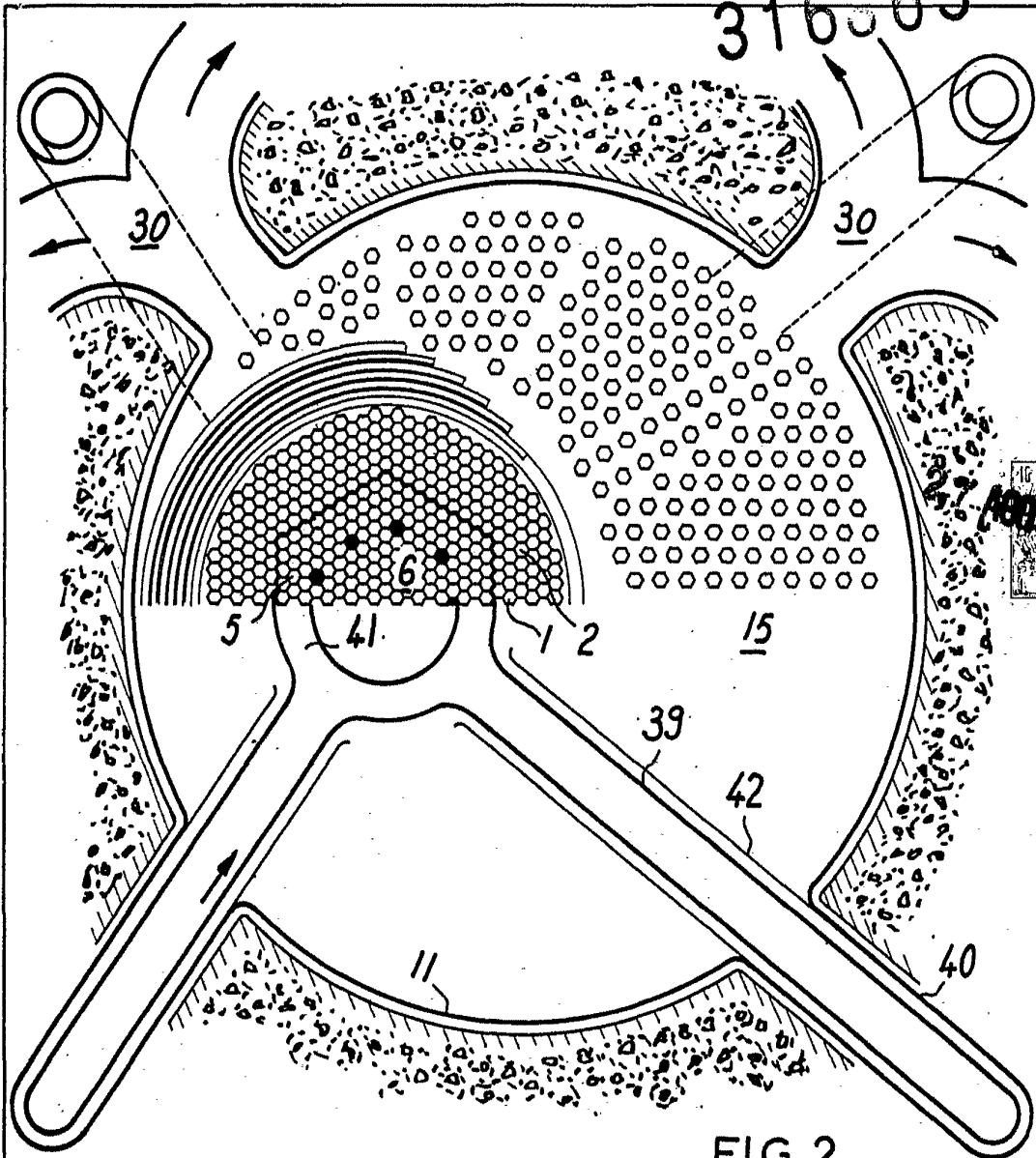


FIG. 2

ESCALA VARIABLE

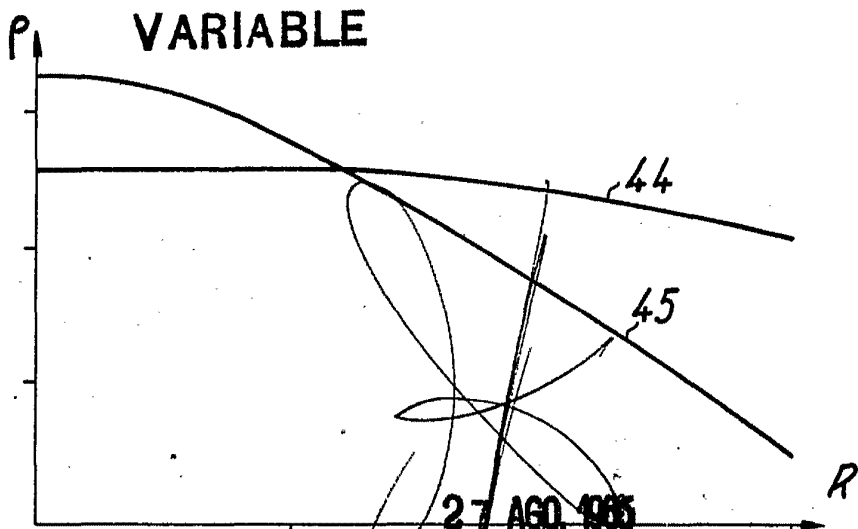
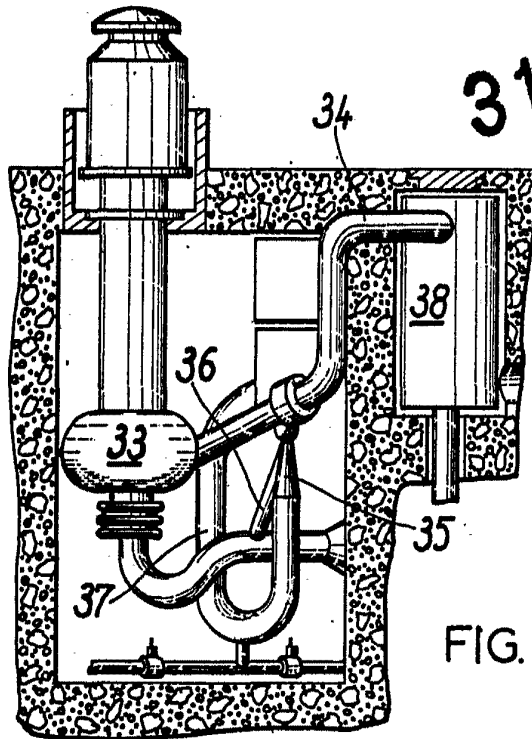


FIG. 5

Madrid 27 AGO. 1965
 J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
 p. p. Firmado: F. Hernández Rula



316865



ESCALA VARIABLE

FIG. 3

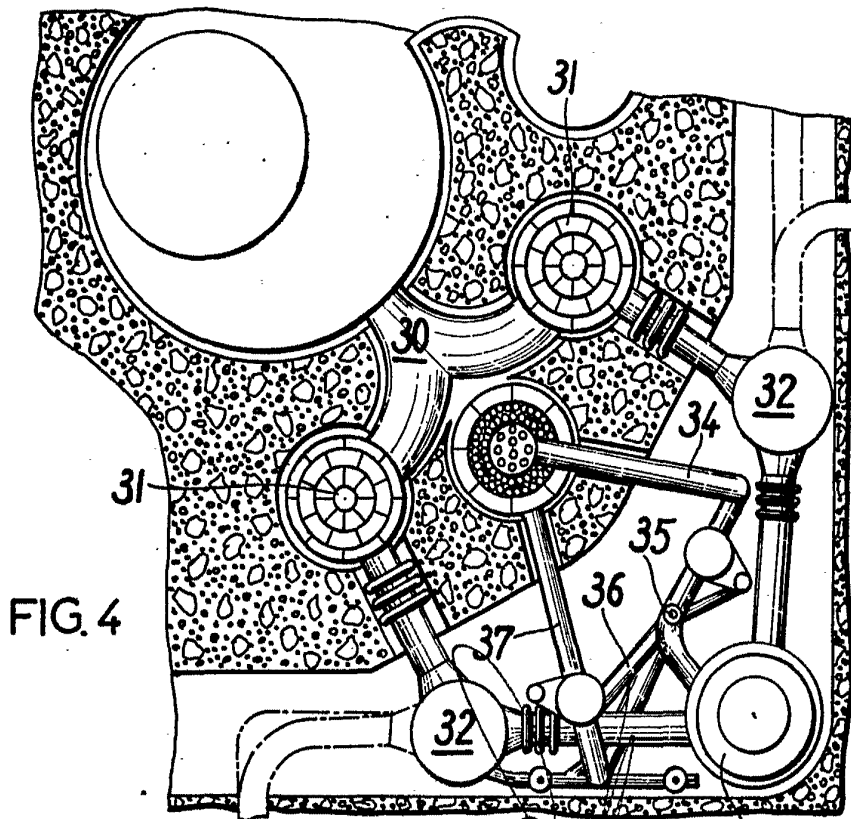


FIG. 4

Madrid 27 ABO 1986 33

J. GOMEZ ACEBO Y MODER

Ar. y Titular de la invención