

PATENTE DE INVENCION

Ref. B. 625 3 E

286854-8 APR



## Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en cambiadores de calor aplicables  
a reactores nucleares"

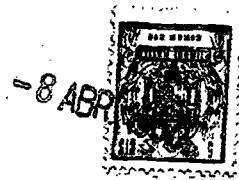
-----

*Solicitante:* COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,  
entidad francesa, residente en 69,  
rue de Varenne, PARIS VII<sup>e</sup>, (Seine),  
Francia.

-----

Este invento tiene por objeto un cambia-  
dor de calor entre dos fluidos, del tipo que compren-  
de un recinto general recorrido por el primer fluido  
y resistente a su presión, y un circuito interno dis-  
puesto en el interior del recinto general y recorri-

5.



283854 -2-

do por el segundo fluido. Este invento se aplica especialmente a los reactores nucleares cuyo recinto de protección biológica y de resistencia a la presión, puede por tanto contener el recinto general del cambiador mencionado.

5.  
  
  
  
  
  
  
10.  
  
  
  
  
  
  
15.  
  
  
  
  
  
  
20.  
  
  
  
  
  
  
25.  
  
  
  
  
  
  
30.

Los cambiadores de calor actuales del tipo antes indicado, ofrecen graves inconvenientes cuando son de grandes dimensiones. Los elementos del circuito interno, se introducen, después de construir el recinto, por un orificio susceptible de obturarse, del recinto de presión que, evidentemente, es muy vasto. Consideraciones ligadas con la realización y la disposición del recinto, dan lugar a que a este orificio se le den dimensiones reducidas. Los elementos de cambio, se presentan en forma de cilindros prolongados que se yuxtaponen en el interior llevando a cabo todos los acoplamientos necesarios; es necesario disponer en la prolongación del orificio, hacia el exterior, un espacio libre que tenga, por lo menos, la longitud de un elemento de cambio, y no es posible retirar para la reparación, un elemento de cambio sin retirar también todos los que están colocados entre él y el orificio, salvo el caso de disponer espacios muertos muy importantes en el interior del recinto.

Estos inconvenientes de los cambiadores actuales, resultan especialmente graves si se desea disponer un cambiador en el mismo recinto de presión en que se encuentra el corazón o núcleo de un reactor nuclear, para obtener un reactor del tipo llama-

283854

-3-

-8 APR



- do de "cambiador integrado"; el recinto de presión de un reactor, ofrece a menudo la forma de un recipiente cilíndrico alargado, forma favorable especialmente en la construcción a base de hormigón pretensado. Una disposición interesante en cuanto al precio de construcción y a la seguridad, puede proponerse en tal caso; consiste en alinear verticalmente en el recinto, de arriba hacia abajo, el dispositivo de carga de combustible nuclear, el núcleo, una solera de soporte que forma pantalla para las radiaciones, y el cambiador, recorriéndose el conjunto en dirección descendente, por un fluido portador de calor, que se manda de nuevo a la parte superior del recinto, por medio de bombas o soplantes.
- 5.
- 10.
15. En esta disposición, no pueden introducirse los elementos de cambio más que por el costado o por debajo, lo cual obliga a limitar su longitud. Además, el funcionamiento del reactor, se halla condicionado por el del cambiador y por tanto ha de poderse sustituir un elemento de cambio deteriorado,
20. rápidamente, sin tener que manejar un gran número de elementos; dado que el espacio sometido a presión resulta caro, es preciso evitar la disposición en el interior del recinto, de pasos de manutención o entretenimiento que consumirían una parte importante, por ejemplo la mitad, del volumen disponible.
- 25.

El objeto principal de este invento consiste en idear un cambiador de gran superficie de cambio por unidad de volumen susceptible de experimentar

30.

286854

-4-



una diferencia de presión importante entre los dos fluidos, y en el que el circuito interior pueda montarse y desmontarse fácilmente mediante elementos de pequeñas dimensiones.

5.

Otro objeto de este invento, ligado con el primero, consiste en la concepción de un reactor nuclear provisto de un cambiador de calor dispuesto en el interior del recinto de presión que contiene el núcleo del reactor, y en el que sea posible intervenir en el cambiador para sustituir determinados

10.

elementos, sin dejar fuera de servicio la totalidad del cambiador.

15.

El cambiador de calor de acuerdo con este invento, comprende un recinto general recorrido por un primer fluido y resistente a su presión, y un circuito interno, dispuesto en el interior del recinto general y recorrido por un segundo fluido; el circuito interno está constituido por elementos por lo menos prácticamente idénticos, cuya longitud

20.

y cuya sección transversal constituyen una reducida fracción de la longitud y de la sección transversal del recinto, acoplados por medios de conexión estancos desmontables, dispuestos en filas adyacentes que constituyen cada una de ellas un circuito elemental, y siendo el recinto de dimensiones tales que deja un espacio libre de longitud por lo menos igual a la de un elemento, entre el extremo de cada fila y la pared fronteriza del recinto.

25.

30.

El reactor de acuerdo con este invento, contiene un recinto de presión cilíndrico, que alo-

286854 -5-

8 ABR



ja el núcleo del reactor; una pantalla biológica  
atravesada por pasos o conductos destinados a las  
tuberías de circulación del fluido portador de calor,  
y un cambiador del tipo anterior, alineados según el  
eje del recinto.

5.

En una disposición preferida, el núcleo del reactor se coloca por encima del cambiador, y el fluido portador de calor, caliente, circula en dirección ascendente, baña los elementos del cambiador y llega de nuevo al núcleo por conductos dispuestos alrededor del cambiador y del núcleo, mientras que el fluido contenido en los elementos circula en dirección ascendente por el cambiador.

10.

Este invento se comprenderá mejor mediante la lectura de la descripción siguiente que hace referencia a los dibujos adjuntos, que representan a título de ejemplos no limitativos distintos modos de construcción de este invento, y en los que

15.

Las figs. 1a y 1b son vistas esquemáticas, respectivamente desde la parte inferior y en corte por un plano que pasa por el eje, de un primer tipo de elemento de cambio;

20.

La fig. 2 es una vista esquemática, en corte longitudinal, que representa la disposición general de un cambiador provisto de elementos del tipo representado en la fig. 1;

25.

La fig. 3 es un corte esquemático, por un plano que pasa por el eje, de los extremos de dos elementos de un segundo tipo y de su dispositivo de

30.



enlace; 2 8 8 8 5 4

5. La fig. 4 es un corte esquemático, por un plano que pasa por el eje, de un elemento hervidor, y de los extremos de los dos elementos que con él se acoplan;
- La fig. 5 representa esquemáticamente, en corte longitudinal, un reactor nuclear provisto de un cambiador de calor integrado de acuerdo con este invento, y
10. La fig. 6, análoga a la fig. 5, representa un reactor nuclear provisto de un cambiador de calor, dispuesto de acuerdo con una variante de este invento.
- Las figs. 1a y 1 b representan un elemento de cambiador 2, de acuerdo con este invento, destinado a acoplarse con elementos idénticos en una fila que contiene por ejemplo tres o cuatro elementos, tal como las filas 4, 4', 4" y 4''' de la fig. 2. Estas filas están yuxtapuestas en un recinto de presión 6, disponiéndose un espacio libre 8 entre el extremo de la fila y la pared del recinto; así, una fila, una vez separada de sus distintos acoplamientos, puede deslizarse en el sentido de su eje, y colocarse en la posición en que se representa la fila 4''' en la fig. 2, para permitir la soltura de su primer elemento. De este modo pueden desmontarse sucesivamente todos los elementos.
15. El elemento de cambio, representado a título de ejemplo en la fig. 1, tiene 81 tubos de cambio tales como 10, cada uno de ellos unido a
- 20.
- 25.
- 30.

286854 -7-



dos placas cuadradas colectoras 12 y 14, dotadas de bordes de extremo 15 y 18 destinados al acoplamiento de elementos 2 alineados por soldaduras de unión.

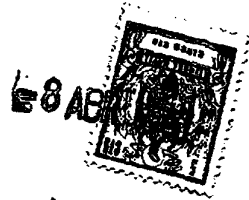
5. En el acoplamiento yuxtapuesto de las filas, las obstrucciones correspondientes a las placas cuadradas colectoras como 12 y 14, han de alternarse para permitir el paso y desempeñar la misión de tabiques susceptibles de intensificar los cambios térmicos. A estas obstrucciones, pueden añadirse tabiques auxiliares de chapa por ejemplo (no representados).

10. El montaje de los elementos de cambiador en el recinto de presión 6, aparece detalladamente en la fig. 2, en la que se representan tres filas 4, 4' y 4" en su sitio, y la cuarta 4"', en curso de montaje. El elemento inferior de la fila 4"' se ha introducido por el orificio 20, y está dispuesto para soldarse en la fila 4"'.
15. El colector de vapor 22 de esta fila se encuentra en la parte superior, en espera, empalmado, por ejemplo, en un colector general 24. El circuito inferior de alimentación de las filas, constituido en general por tubuluras deformables de pequeño diámetro, no se representa en gracia a la claridad. Las filas de elementos se disponen suspendidas desde la parte superior, por ejemplo mediante el colector de vapor 24; así pues se comprenderá que sus dilataciones quedan libres.

20. La sección del recinto, una vez completamente preparada (eventualmente con elementos prigu
- 25.
- 30.

286854

-8-



- máticos en las inmediaciones de la pared) hace que todo el gas caliente procedente de la parte superior circule metódicamente sobre las superficies de cambio. Se observará que las dimensiones y las separaciones de temperaturas encontradas en ingeniería atómica, llevan a diámetros de tubos más reducidos que en la construcción corriente de los cambiadores.
5. La fig. 3 representa dos extremos de elementos de cambio 2a y 2'a que constituyen una variante del invento; estos elementos están provistos de piezas terminales de pequeño diámetro 26 y 28 provistas de roscas de pasos distintos (de sentidos opuestos en general). Un anillo 30 de dos roscas, provisto de juntas de estanqueidad, permite el acoplamiento. Una construcción de esta naturaleza facilita las sustituciones de elementos. Pedría conseguirse el mismo resultado mediante el empleo de empalmes desmontables de bridas.
10. En la fig. 4, se ha esquematizado la circulación de los fluidos en el caso de un elemento hervidor de agua 2b que constituye una variante del elemento 2 de la fig. 1. El gas caliente que forma el primer fluido, circula en sentido descendente siguiendo el trayecto general indicado por las flechas f. Las obstrucciones constituidas por las placas colectoras de las filas adyacentes (en líneas de trazo y punto) provocan desviaciones de los filetes fluidos, favorables para los cambios de calor.
15. El agua caliente circula de abajo hacia arriba en el elemento y en él se vaporiza. El ele-
- 20.
- 25.
- 30.

283854 -9-

-8 ABR



5.           mento 2b tiene un tubo central 32 de diámetro bastante superior al de los demás tubos 34. El caldeo más intenso en los tubos 34 que en el tubo 32, crea una circulación natural con ascenso de mezcla agua-vapor en los tubos 34, separación del agua y del vapor en el colector superior 36 formado por dos placas colectoras soldadas, y descenso del agua en el tubo 32 hacia el colector inferior 38, para nueva circulación. El elemento de cambiador situado por
10.           debajo del elemento 2b puede a su vez dar lugar a la ebullición; en este caso, las burbujas salientes de los pequeños tubos 34 se dirigen, con preferencia, hacia el tubo central 32, por el que ascienden entorpeciendo muy poco la circulación descendente del agua. Los tubos 34 del elemento superior
15.           se alimentan por tanto con agua sin vapor, lo cual mejora el cambio térmico. Este resultado se obtiene dejando sobresalir ligeramente los extremos de los tubos 34 en el interior del colector inferior 38, mientras que el extremo del tubo 32 está enrasado; esta disposición se representa en el elemento de cambio 2b.

- Cuando los elementos superiores desempeñan el papel de recalentadores resulta ventajoso obstaculizar la circulación de vapor en el tubo mayor central, que puede conservarse para facilidades de construcción (por ejemplo para constituir un paso destinado a un origen de radiación dispuesto para verificar las soldaduras entre elementos). Es posible utilizar, para estrangular la circulación, un
- 25.
- 30.

286854

-10-

8 ABR



diafragma 40 que se hace descender por el tubo central y luego se sujeta.

5. En lo anterior se han descrito elementos de cambio de placas colectoras planas y tubos rectos; este invento se extiende evidentemente a los elementos que contienen placas curvas (aproximándose por ejemplo a esferas completas o semi-esferas) y tubos acodados o helicoidales; la malla de las fibras de elemento puede ser cuadrada o hexagonal, siendo también posibles otras disposiciones.

10. La fig. 5 representa un reactor nuclear que contiene un recinto de presión 42, por ejemplo un cuerpo de cemento pretensado interiormente revestido por una envoltura, un núcleo activo 44, una solera 46 que forma pantalla parcial para la radiación con objeto de que el cambiador pueda visitarse de cuando en cuando después de interrumpir el funcionamiento del reactor, un cambiador 48 construido de acuerdo con la disposición representada en la fig.4, 15. y una cámara inferior 50 de montaje de los elementos y que se abre a través del recinto 42 por un orificio provisto de un tapón 52. Bombas o soplantes 54 impulsan nuevamente hacia arriba, por la periferia del cambiador y del núcleo, el fluido primario enfriado en el cambiador, de acuerdo con la trayectoria indicada por las flechas f. Para mayor sencillez, las canalizaciones de agua y de vapor no están representadas. Por razones de seguridad, es ventajoso disponer las bombas 54 en el interior del cuerpo 42. Se hallan accionadas por ejemplo, por motores exteriores 20. 25. 30.

286854 -11-



56 cuyos árboles rotativos atraviesan el recinto a través de juntas de estanqueidad conocidas.

5. Las disposiciones descritas, se encontrarían de nuevo en un cambiador colocado por encima del núcleo del reactor; en este caso, los elementos de cambiador pueden introducirse o retirarse a través del recinto por la base de la cámara de montaje, después de colocarlos horizontales.

10. Las filas yuxtapuestas de elementos de cambio, forman, por el hecho de sus decalajes, por lo menos dos grupos, en cuanto a su comportamiento térmico. Pueden utilizarse en los distintos grupos, presiones, caudales y niveles de agua distintos, para obtener la recuperación mejor posible de energía. Los colectores superiores de vapor pueden no reunirse en colectores generales hasta después de haber franqueado el recinto de presión. Esto reduce la gravedad de los accidentes eventuales en el recinto.

15. En el caso de un reactor nuclear, es generalmente necesario evacuar una determinada potencia térmica, cuando el reactor se detiene neutrónicamente. Puede admitirse el hacer recorrer el núcleo por un caudal de aire enfriado por un cambiador que puede estar fuera del cuerpo; esto permite realizar entretenimientos o renovaciones en el cambiador principal. Pero esta solución implica la adición de un cambiador exterior.

20. Para suprimir esta sujeción, es posible fraccionar en dos cámaras 58 y 60 el cambiador principal (fig. 6), mediante un muro 62 que no ha de re-
- 25.
- 30.

286854

-12-



sistir la presión. En las cámaras 58 y 60 se disponen orificios correspondientes de entrada y salida 64 ó 66, respectivamente, para las operaciones de entretenimiento y de renovación.

5. Si se desea, por ejemplo, trabajar en la cámara 58, se detiene el reactor y se le coloca a la presión atmosférica. Se detienen los soplantes que desembocan en la cámara 58, y luego los operarios cierran rápidamente los orificios de estas soplantes, y un orificio eventual de comunicación 68 abierto en el muro 62. De este modo se suprime todo cambio entre la atmósfera de la cámara 58 y el circuito de enfriamiento, y puede trabajarse en las condiciones deseadas. La nueva puesta en marcha puede realizarse después de llevar a cabo operaciones en sentido inverso.

Las cámaras 58 y 60 representadas de volúmenes iguales en la fig. 6, pueden evidentemente ser de capacidades muy distintas.

20. Este invento no se limita desde luego a los modos de construcción descritos a título de ejemplos no limitativos, y debe tenerse presente, que esta patente abarca todos los equivalentes.

#### N O T A

25. 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
- 30.

286854

-13-



vento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Francia con fecha 13 de abril de 1.962, número PV. 894.486 acogiéndose, 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: "PERFECCIONAMIENTOS EN CAMBIADORES DE CALOR APLICABLES A REACTORES NUCLEARES"; caracterizándose por lo siguiente:

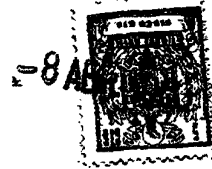
10. 1ª - Perfeccionamientos en cambiadores de calor entre dos fluidos, caracterizados por comprender un recinto general recorrido por el primer fluido y resistente a su presión, y un circuito interno dispuesto en el interior del recinto general
15. y recorrido por el segundo fluido, y, además, porque el cambiador comprende un circuito interno constituido por elementos por lo menos prácticamente idénticos, cuya longitud y sección transversal constituyen una pequeña fracción de la longitud y la
20. sección transversal del recinto, acoplados por medios de enlace estanco, desmontables, en filas adyacentes constituyendo cada una un circuito elemental; el recinto es de dimensiones tales que entre el extremo de cada fila y la pared fronteriza de dicho recinto se dispone un espacio libre de longitud por lo me-
25. nos igual a la de un elemento.
30. 2ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 1ª, caracterizados porque cada elemento de cambiador está constituido por dos placas terminales colectoras unidas por tubos; los elementos sucesivos de



- una fila se acoplan por medios previstos en estas placas, y las filas adyacentes de elementos alineados, están decaladas en longitud de tal modo que el fluido que las baña pueda circular en un sentido en general longitudinal, rodeando los obstáculos creados por las placas colectoras.
5. 3<sup>a</sup> - Perfeccionamientos, según reivindicación 2<sup>a</sup>, caracterizados porque las placas terminales de acoplamiento estanco de dos elementos sucesivos de una misma fila, son de forma tal que constituyen una cámara colectoras.
10. 4<sup>a</sup> - Perfeccionamientos, según reivindicación 1<sup>a</sup>, caracterizados porque cada elemento de cambiador comprende dos placas unidas por un tubo central, y una serie de tubos laterales de menor diámetro; el extremo de los tubos laterales sobresale de la placa inferior, una longitud suficiente para obstaculizar el paso de vapor a dichos tubos desde una cámara colectoras cuya placa inferior citada forma la pared superior.
15. 5<sup>a</sup> - Perfeccionamientos, según reivindicación 1<sup>a</sup>, caracterizados por disponerse en un recinto cilíndrico de presión, en alineación con el núcleo de un reactor del que está separado por una pantalla de protección biológica, atravesada por pasos destinados a conductos de circulación del fluido portador de calor entre el núcleo y el cambiador.
20. 6<sup>a</sup> - Perfeccionamientos, según reivindicación 5<sup>a</sup>, caracterizados porque el reactor nu-
- 25.
- 30.

286854

-15-



- clear tiene un recinto de presión cilíndrico de eje vertical que contiene, sucesivamente y en sentido descendente, el núcleo del reactor y el cambiador de calor entre el fluido portador de calor y un líquido vaporizable, y porque el fluido portador de calor circula en dirección descendente, desde el núcleo al cambiador, a través de la pantalla de protección biológica, y en sentido ascendente desde el cambiador al núcleo, por conductos dispuestos alrededor del cambiador y del núcleo.
- 5.
- 10.

- 7ª - Perfeccionamientos, según reivindicación 5ª o 6ª, caracterizados por comprender dos partes correspondientes a circuitos separables de fluido, y dispuestos en dos cámaras separadas por un muro susceptible de cerrarse, para permitir la intervención en una de las partes, manteniendo la otra en servicio.
- 15.

- 8ª - Perfeccionamientos en cambiadores de calor aplicables a reactores nucleares, tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.
- 20.

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

Madrid,

- 8 ABR 1963

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,

J. GOMEZ ACEBO Y MODET

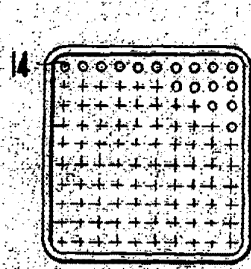


FIG. 1a

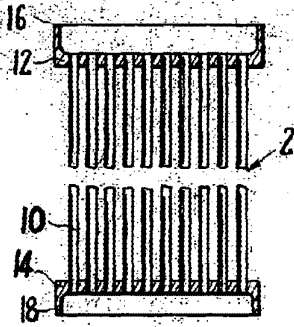


FIG. 1b

ESCALA VARIABLE

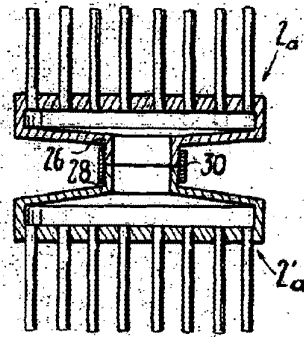


FIG. 3

2 86 854

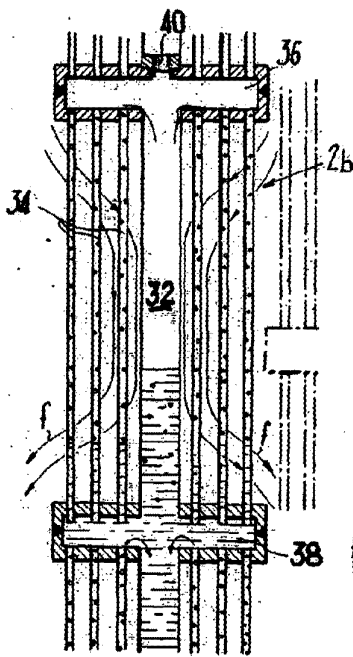


FIG. 4

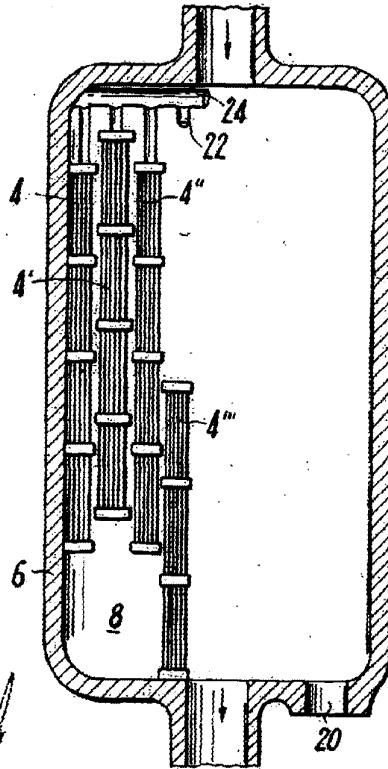
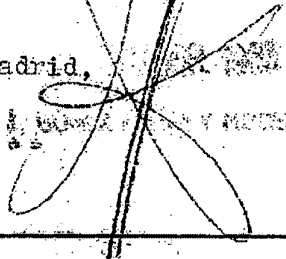
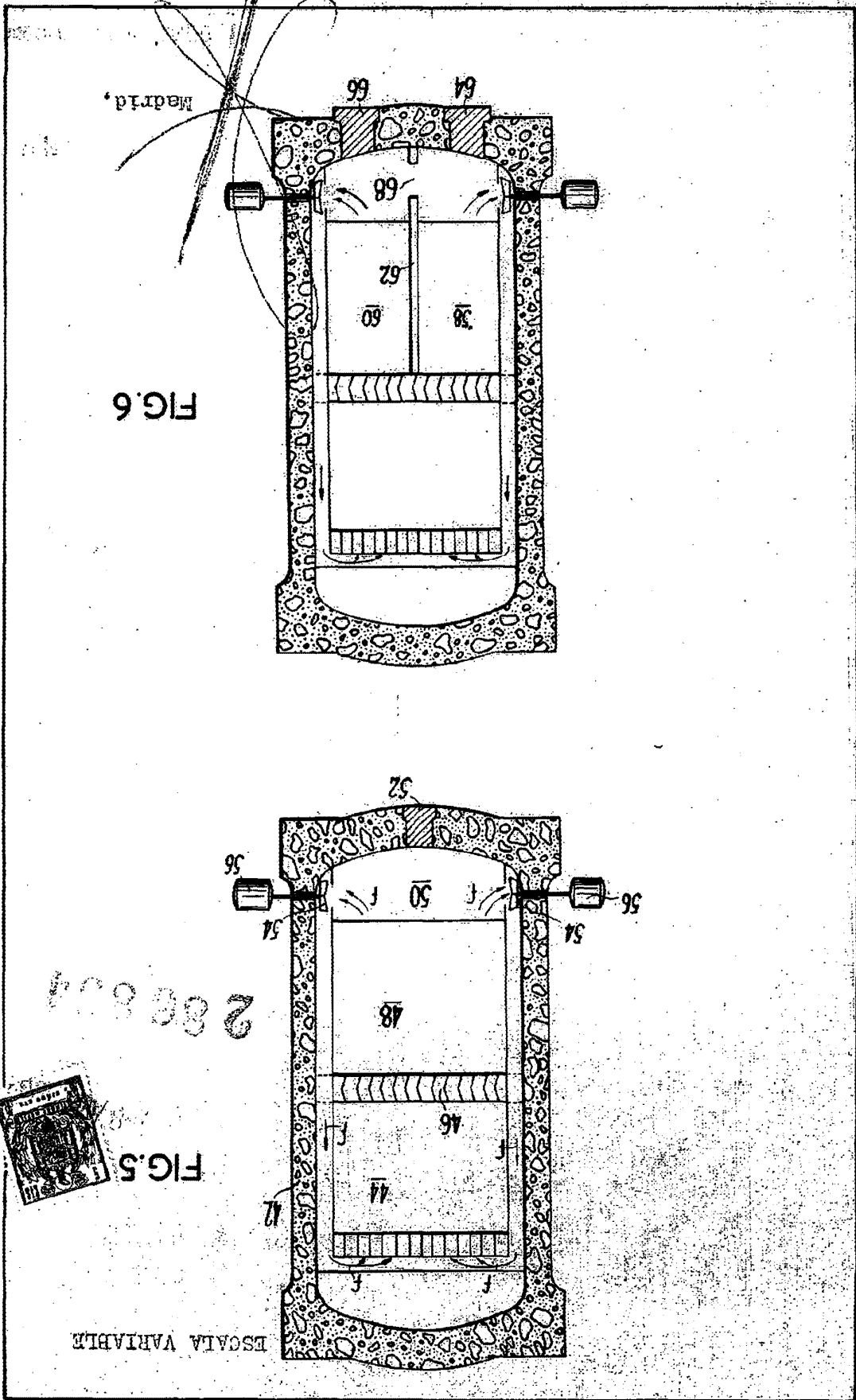


FIG. 2

Madrid,





ESCALA VARIABLE

2 88 304

