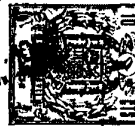


4 AGO.



PATENTE DE INVENCION

B.2005.3.

343828

*Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION  
DE REACTORES NUCLEARES".

*Solicitante:* COMMISSARIAT A L' ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,  
residente en 29, rue de la Fédération, Paris 15º,  
Francia.

El presente invento tiene por  
objeto un reactor nuclear cuyo cambiador de calor  
y dispositivo de recarga se hallan dispuestos en  
el interior de la caja de resistencia a la presión  
5. del refrigerante y de protección biológica del reac



343828

tor.

5. El invento se refiere especialmente a los reactores nucleares del tipo descrito que disponen de canales horizontales, moderados por un líquido y enfriados por circulación de un fluido refrigerante a presión en los canales ocupados por los cartuchos de combustible, siendo la presión que reina en los canales del mismo orden que la que se ejerce en el conjunto de la caja.

10. Se han propuesto ya reactores nucleares con cambiador de calor integrado, de moderador líquido y enfriamiento por circulación de gas a presión por tubos calandrias ocupados por el combustible; la caja de resistencia a la presión de estos reactores está generalmente constituida por una envoltura de hormigón pretensado de eje vertical: esta disposición obliga a adoptar tubos calandrias verticales y un dispositivo de carga colocado en la misma línea vertical que el núcleo del cambiador, y de ahí el volumen vertical elevado del conjunto, siendo importantes las dimensiones de la máquina de carga equipada con su blindaje.

20. Igualmente se han propuesto reactores nucleares de moderador sólido en los cuales el dispositivo de carga, el núcleo del reactor y el cambiador se hallan dispuestos verticalmente en este orden en el interior de una caja única: pero el volumen vertical de la caja es en este caso muy elevado y, como en el caso anterior, solamente un extremo de los canales es accesible para efectuar la recarga.

25. El presente invento tiende a la concepción de un reactor nuclear con dispositivo de carga y cam-

30.



343828

5. biador térmico integrados en una caja, que responde mejor que los anteriormente propuestos a las exigencias de la práctica, principalmente porque la caja presenta un volumen cercano al mínimo y dimensiones del mismo orden en el sentido horizontal y el sentido vertical.

10. Con tal fin, el invento propone un reactor nuclear cuya caja está constituida por dos cilindros de hormigón pretensado revestidos interiormente por una placa de estanquidad ensamblados uno con otro, siendo uno de los cilindros horizontal y conteniendo el núcleo de canales horizontales y el dispositivo de recarga en tanto que el otro es vertical, se halla colocado a la altura del núcleo y contiene el cambiador de calor.

15. Según una forma de realización preferida -aunque no exclusiva- del invento, el dispositivo de recarga comprende dos máquinas colocadas cada una a un lado del núcleo en el cilindro horizontal a fin de permitir una circulación de los cartuchos de sentidos opuestos en los canales inmediatos, de donde se logra un equilibrio automático del flujo neutrónico en el sentido axial: la caja en este caso es sensiblemente simétrica y presenta una disposición general en T invertida.

20. El invento se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue de dos formas de realización facilitadas a título de ejemplos no indicativos. La descripción se refiere a los planos que la acompañan, en los cuales:

30.

343828



- la figura 1, muestra un reactor según el invento, representado en sección siguiendo el plano medio de los cilindros, no estando representada una parte del cilindro horizontal y del dispositivo de recarga;
- 5. - la figura 2, es una semi-sección siguiendo el plano vertical indicado por la línea II-II en la figura 1;
- la figura 3, es una vista en sección siguiendo un plano horizontal que pasa por el eje de los eyectores, correspondiendo la parte derecha a la forma de realización de las figuras 1 y 2 y la parte izquierda a la de las figuras 4 y 5;
- 10. - la figura 4, similar a la figura 1, muestra una variante de realización del reactor;
- la figura 5, similar a la figura 2, es una semi-sección que sigue el plano vertical V-V de la figura 4.
- 15.

El reactor mostrado en las figuras 1 a 3, está moderado por un líquido (agua pesada por ejemplo) y enfriado por circulación de un gas a presión por tubos calandrias. Puede considerarse que este reactor está constituido por una caja A y tres sub-conjuntos (núcleo B, cambiador de calor C y dispositivo de recarga) que serán descritos sucesivamente.

20.

La caja A está constituida por un recinto de hormigón pretensado revestido interiormente por una placa de estanquidad 12 y por un calorifugado 13 en la parte que se halla en contacto con el gas caliente. Esta caja A, en forma de T invertida, está constituida por dos bloques huecos 14 y 16, respectivamente de eje horizontal y de eje vertical, que presen-

25.

30.



343828<sup>4 AGO</sup>

5. tan uno y otro una forma generalmente cilíndrica. El bloque 14 dispone de una cámara cilíndrica de sección sensiblemente circular y de eje horizontal que lose-  
tas intermedias 18 separan en tres compartimientos 20,  
22 y 24. Los dos compartimientos extremos 20 y 24 se hallan ocupados por dos máquinas de recarga idénticas 26 en tanto que el compartimiento medio 22 recibe el núcleo B del reactor.

10. Las exclusas 27, previstas en la parte terminal del bloque 14, permiten introducir y evacuar los cartuchos de combustible en los compartimientos 20 y 24 y fuera de ellos.

15. Las losetas 18 disponen de una serie de orificios de paso de los cartuchos de combustible, normalmente obturados por tapones y situados frente a los tubos calandrias, como se verá más adelante.

20. Una presión sensiblemente igual reina en los tres compartimientos, pudiendo sin embargo preverse un circuito de climatización (no representado) para alimentar los compartimientos extremos de gas refrigerante a temperatura moderada bajo una presión ligeramente superior a la que reina en el compartimiento medio 22: de este modo se evita la contaminación de estos compartimientos 20 y 24 y las losetas intermedias 18 permiten llegar a ellos cuando se detiene el reactor gracias a la protección biológica parcial que efectúan.

30. Conviene hacer observar que las máquinas de recarga 26 pueden ser muy ligeras: se bañan en el refrigerante y no tienen por tanto que resistir su

343828



presión y no tienen que proveerse de corazas de protección biológica puesto que se hallan colocadas en el interior de la caja A.

5. El núcleo B del reactor está constituido por un tanque cilíndrico, de eje horizontal 28, de recepción del líquido moderador, atravesado por un haz de tubos calandrias horizontales tales como 30.

10. Entre cada fondo vertical del tanque 28 y la loseta correspondiente 18 se halla dispuesto un tabique calorifugado 32. Estos tabiques 32 se prolongan hacia arriba a través de una base protectora 34 que será descrita más adelante y que protege el compartimiento de los cambiadores C contra la radiación del núcleo. Los tabiques 32 están completados por un escudo inferior calorifugado 35 de protección del hormigón contra los gases a elevada temperatura.

15. En la forma de realización representada en la figura 1, cada tubo calandria va fijado por un extremo a uno de los tabiques 32, no sobrepasando su otro extremo del fondo del tanque correspondiente y la disposición se invierte para dos tubos contiguos: El tanque se halla así suspendido sobre los tabiques, Como puede verse, los tubos calandrias unen de este modo, cada uno, el intervalo comprendido entre uno de los tabiques 32 y la loseta correspondiente 18 al espacio comprendido entre el otro tabique 32 y el fondo del tanque correspondiente.

20. El bloque 16 de eje vertical presenta un diámetro próximo al del bloque 14 y está realizado de forma similar. Este bloque delimita un comparti-

25.

30.

343828



5. miento interno 38, de forma sensiblemente cilíndrica con eje vertical, que comunica con el exterior por una exclusiva 39. En este compartimiento se halla dispuesto el cambiador de calor C. Este cambiador comprende haces tubulares 37 que ocupan una zona anular delimitada en el compartimiento 38 por una chimenea central 40 y un tabique troncocónico 42 que se une al tabique 32 al nivel de la base protectora 34. Los haces tubulares 37 se hallan acoplados al exterior de la caja por conductos de agua y de vapor 43.

10. En el bloque 16 se hallan emplazados cuatro eyectores 44 dispuestos a 90° y accionados por turbinas 46 colocadas en torno a la caja (figura 3). Estos eyectores impelen el gas refrigerante procedente de los cambiadores a una zona anular 48 comprendida entre la pared de la caja y una prolongación 50 de los tabiques 32: la circulación del gas refrigerante (gas carbónico por ejemplo) se organiza en este caso siguiendo el circuito indicado por las flechas f en las figuras 1 y 2: el gas que sale de los tubos calandrias 30 por el extremo que se abre en uno de los espacios comprendidos entre los fondos de tanque y los tabiques 32 (a una temperatura del orden de 500° por ejemplo) atraviesa la base 34 por los orificios 52, se eleva por la chimenea 40, atraviesa los cambiadores donde se enfría (hasta una temperatura del orden de 260° por ejemplo) y regresa a los eyectores. A la salida de los eyectores el gas atraviesa de nuevo la base 34 y regresa al otro extremo de los canales.

15.

20.

25.

30.



343828

- La disposición alternada de los tubos calandrias presenta numerosas ventajas cuando va asociada a la inversión del sentido de circulación de los elementos combustibles en dos canales contiguos: efectua
5. un equilibrio automático del flujo neutrónico en sentido axial. Conduce a máquinas cortas y ligeras. La circulación alternada del gas y de los cartuchos de combustible, con movimiento paso a paso de los cartuchos no modifica de manera importante el caudal de
10. los tubos; los cartuchos pueden maniobrarse continuamente por impulsos (si no soportan más que difícilmente una fuerza de tracción) y es siempre el elemento nuevo el que sufre el impulso aerodinámico máximo.
15. Es preciso también hacer observar que el enlace entre los tubos calandrias y los tabiques 32 es relativamente simple, por cuanto no se efectúa más que en el extremo frío de los tubos calandrias. Las fuerzas de compresión axiales debidas a la diferencia de presión (de 2 a 4 bares según los reactores)
20. a uno y otro lado del tanque son débiles y pueden ser encajadas fácilmente por éste. En el caso en que la temperatura del agua pesada que ocupa el tanque es en funcionamiento del orden de 120°C, el fondo
25. del tanque, realizado generalmente de acero inoxidable, presenta una dilatación térmica radial próxima a la del tabique 32, protegido por su calorífugo contra la acción de los gases a la temperatura de salida del reactor.
30. Las figuras 4 y 5 y la parte izquierda de

343828



la figura 3 muestran una variante de realización del invento. Para mayor simplicidad, los elementos correspondientes de las dos formas de realización son designados por el mismo número de referencia que llevan el signo (') en las figuras 4 y 5.

5. Las dos formas de realización difieren eventualmente por la disposición de los eyectores y esta modificación se traduce a su vez por divergencias en la realización de la caja.

10. Como muestra la parte izquierda de la figura 3, los eyectores 44' se hallan dispuestos a 60° del plano medio de la caja, lo cual permite bajar su nivel puesto que sus turbinas de accionamiento 46' quedan así liberadas del bloque de eje horizontal 14'. En este caso puede también disminuirse la altura del bloque de eje vertical 16'.

15. Además, en esta forma de realización, el compartimiento de los cambiadores presenta a todo lo largo, a partir de la base protectora 34', una sección recta constante intermedia entre las dos secciones del compartimiento delimitado por el bloque 16. La chimenea central 40 presenta en este caso una sección recta constante y el diámetro mínimo del tabique 42' que prolonga la chimenea 40' puede por tanto aumentarse como muestra la figura 3. Esta disposición permite disminuir aún más las pérdidas de cargas sufridas por el gas, pérdidas de carga que ya de por sí eran débiles dado el gran diámetro de la chimenea 40.

20. 25. 30. La descripción que antecede pone de ma-

343828

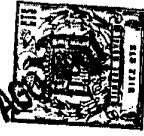


- nifiesto las diferencias esenciales entre un reactor según el invento y los anteriormente realizados o propuestos, diferencias que descansan en la forma de la caja de resistencia a la presión, la disposición del cambiador de calor, integrado en la caja y colocado ortogonalmente a los demás sub-conjuntos (tanques y dispositivos de manipulación) y la presencia de las dos máquinas de manipulación dispuestas en el interior. Estas diferencias se traducen en numerosas ventajas algunas de las cuales han sido indicadas más arriba y no serán sino brevemente citadas:
5. las máquinas de manipulación pueden ser cortas y económicas siendo con todo fácilmente accesibles cuando se detiene el reactor; el paso a través de la
10. caja de los conductos de agua y de vapor 43 del cambiador de calor, de forma compacta, no plantea ningún problema.

- El compartimiento delimitado por el bloque vertical presenta una razón altura-diámetro relativamente escasa de suerte que el fondo interviene en la resistencia. Las disposiciones concebidas permiten un paso relativamente fácil de los cables de pretensado. Por último, la disociación de los compartimientos destinados a recibir, por una parte,
20. el núcleo y las máquinas de recarga, y, por otra parte, los cambiadores, hace su montaje relativamente independiente y evita los problemas ligados a la necesidad de una secuencia imperativa.

- Podría temerse que la presencia de una
30. abertura de gran diámetro en el bloque horizontal

343828



constituye un problema. De hecho, no hay nada de eso por cuanto la pared de este orificio se halla reforzada por el cilindro vertical.

5. El invento no se limita evidentemente a las únicas formas de realización que han sido representadas y descritas y debe quedar entendido que el alcance de la presente patente se extiende a las variantes de todas o parte de las disposiciones descritas que permanezcan dentro del marco de las equivalencias.
- 10.

N O T A

15. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente presentada en Francia con fecha 5 de agosto de 1966, bajo el número PV.72.330, acogiéndose por tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE REACTORES NUCLEARES", caracterizándose por lo siguiente:
- 20.
- 25.

30. 1ª.- "Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares" caracterizados porque se dispone una caja de resistencia a la presión del refrigerante del reactor y de protección biológica cons-

343828



5. tituída por dos bloques huecos sensiblemente cilíndricos de hormigón pretensado revestidos interiormente por una placa de estanquidad y ensamblados uno al otro, siendo uno de los bloques cilíndricos horizontal y conteniendo el núcleo del reactor provisto de canales horizontales de recepción de los elementos combustibles y un dispositivo de recarga de combustible, en tanto que el otro bloque cilíndrico es vertical, se halla colocado a la altura del núcleo y
10. contiene un cambiador de calor entre el refrigerante del núcleo y un fluido secundario.

15. 2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque el dispositivo de recarga de combustible comprende dos máquinas colocadas cada una a un lado del núcleo del cilindro horizontal a fin de permitir una circulación de los cartuchos de sentidos opuestos por los canales contiguos, siendo la caja sensiblemente simétrica y presentando una disposición general en T invertida.

20. 3ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizados porque el bloque cilíndrico de eje vertical delimita un compartimiento dividido por una chimenea de eje vertical en un espacio central de subida del gas refrigerante procedente del reactor y en un espacio anular ocupado por el cambiador de calor.

25. 4ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2ª, caracterizados porque el bloque cilíndrico de eje horizontal delimita una cámara separada, por dos losetas verticales de protección biológica,
30. en dos compartimientos extremos ocupados por dos



343828

máquinas de recarga idénticas y en un compartimiento medio de recepción del núcleo del reactor.

5. 5ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4ª, caracterizados porque el núcleo del reactor se constituye por un tanque cilíndrico de eje horizontal de recepción de un líquido moderador, atravesado por un haz de tubos calandrias horizontales y separado, por un tabique aislante, de dichas dos losetas.

10. 6ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5ª, caracterizados porque cada tubo calandria desemboca por un extremo en el espacio comprendido entre uno de los tabiques y la loseta correspondiente que constituye colector de gas frío, y por el otro extremo en el espacio comprendido entre la superficie opuesta del núcleo del reactor y el tabique correspondiente, que constituye colector de gas caliente.

20. 7ª.- "Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares", tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en el dibujo adjunto.

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

25. Madrid.

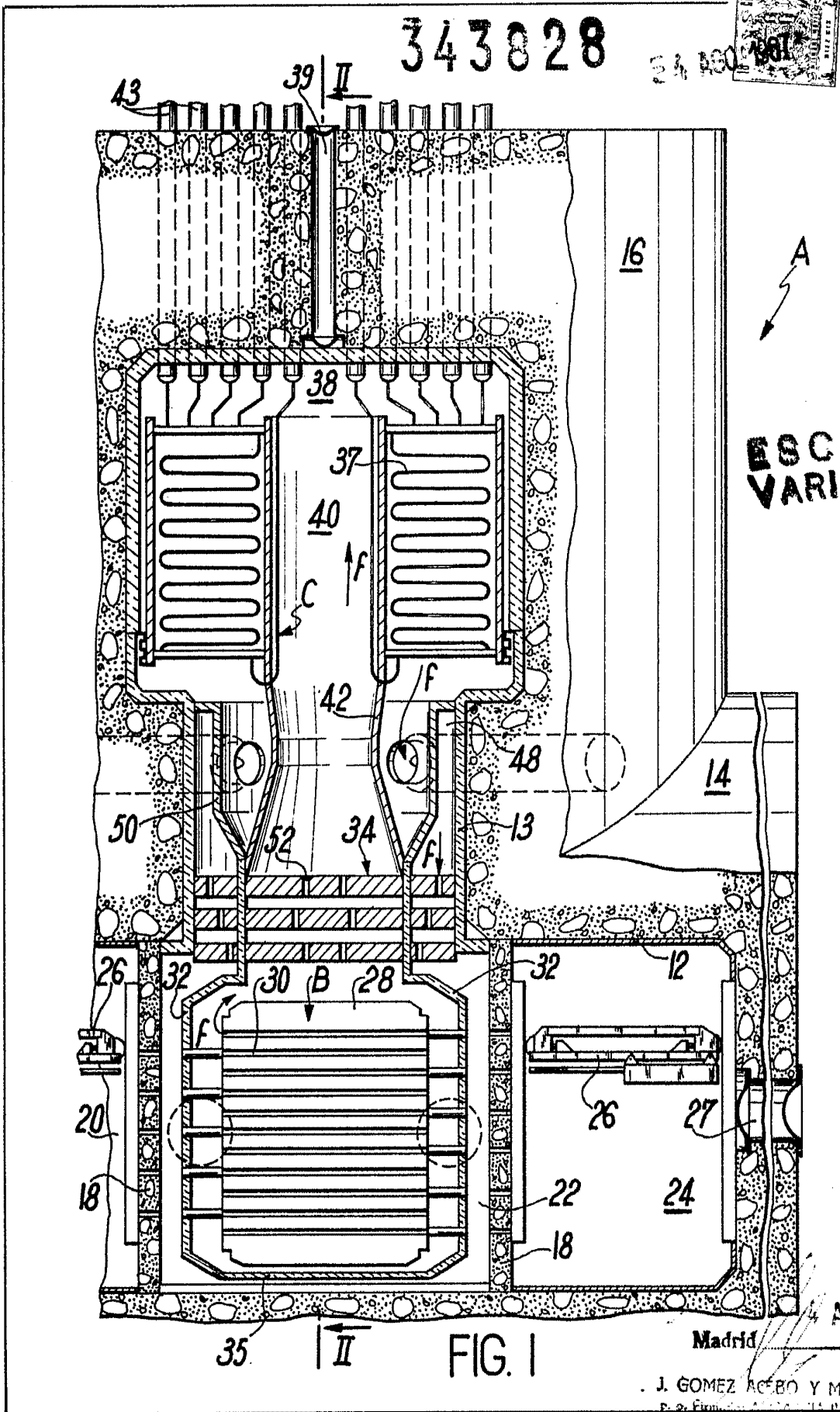
COMMISSARIAT A L' ENERGIE ATOMIQUE.

J. GOMEZ MATEO Y MODET  
p. p. Firmados: A. GARCIA BRAVO

24 AGO 1967

343828

34 AGO 1967



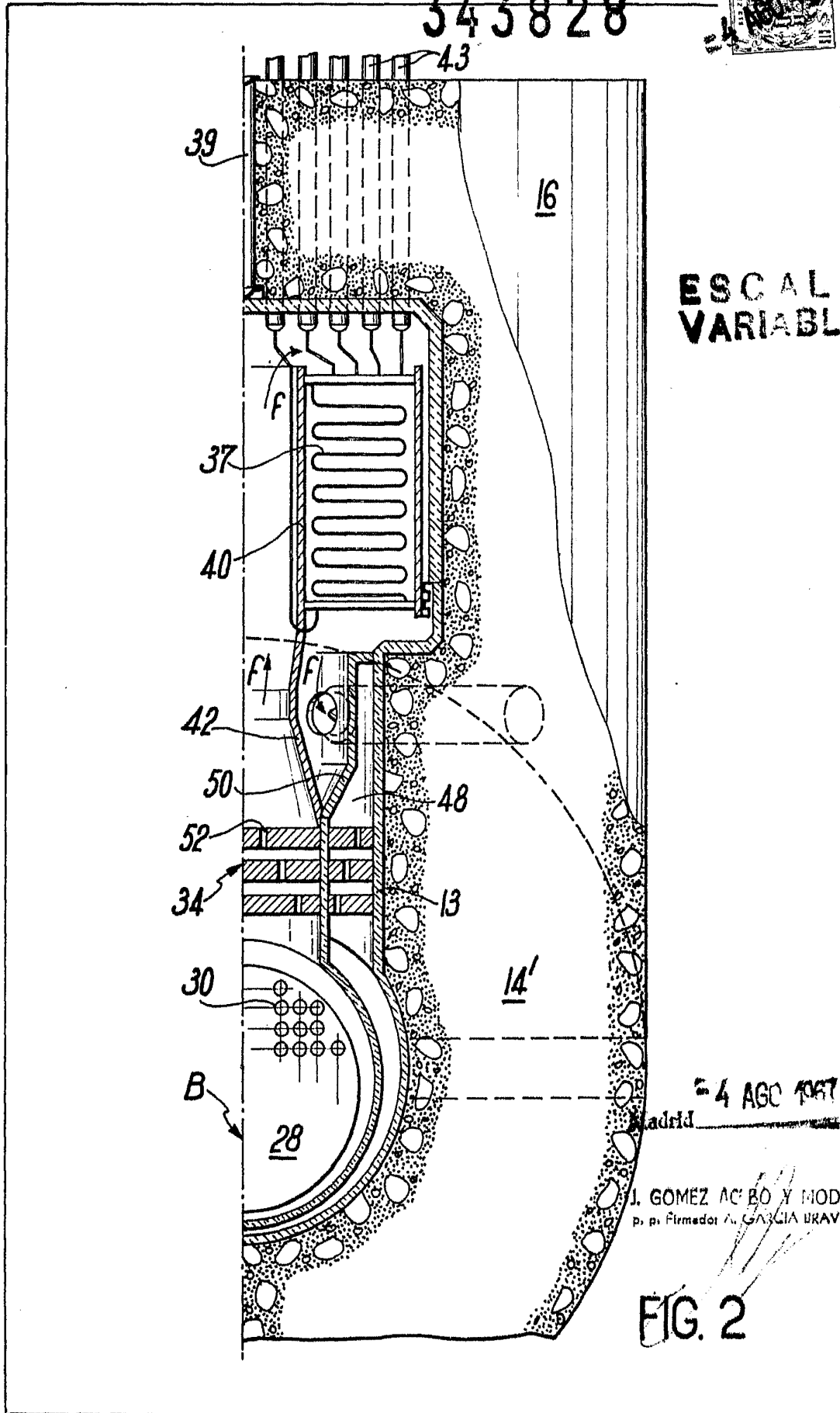
ESCALA VARIABLE

35 II FIG. I

34 AGO 1967 Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MODESTO  
P. 2. Firmado en Madrid el 14 de Mayo

343828



ESCALA  
VARIABLE

4 AGO 1967

Madrid

J. GOMEZ ACIBO Y MODET  
p. p. Firmador A. GARCIA BRAVO

FIG. 2

343828



ESCALA  
VARIABLE

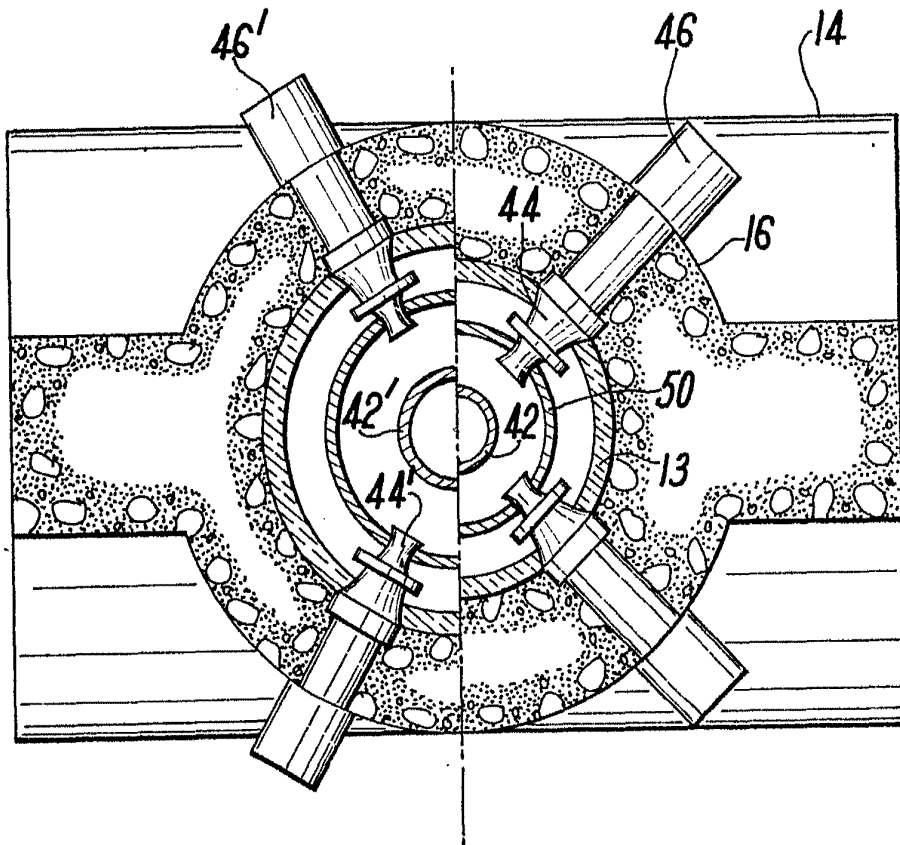


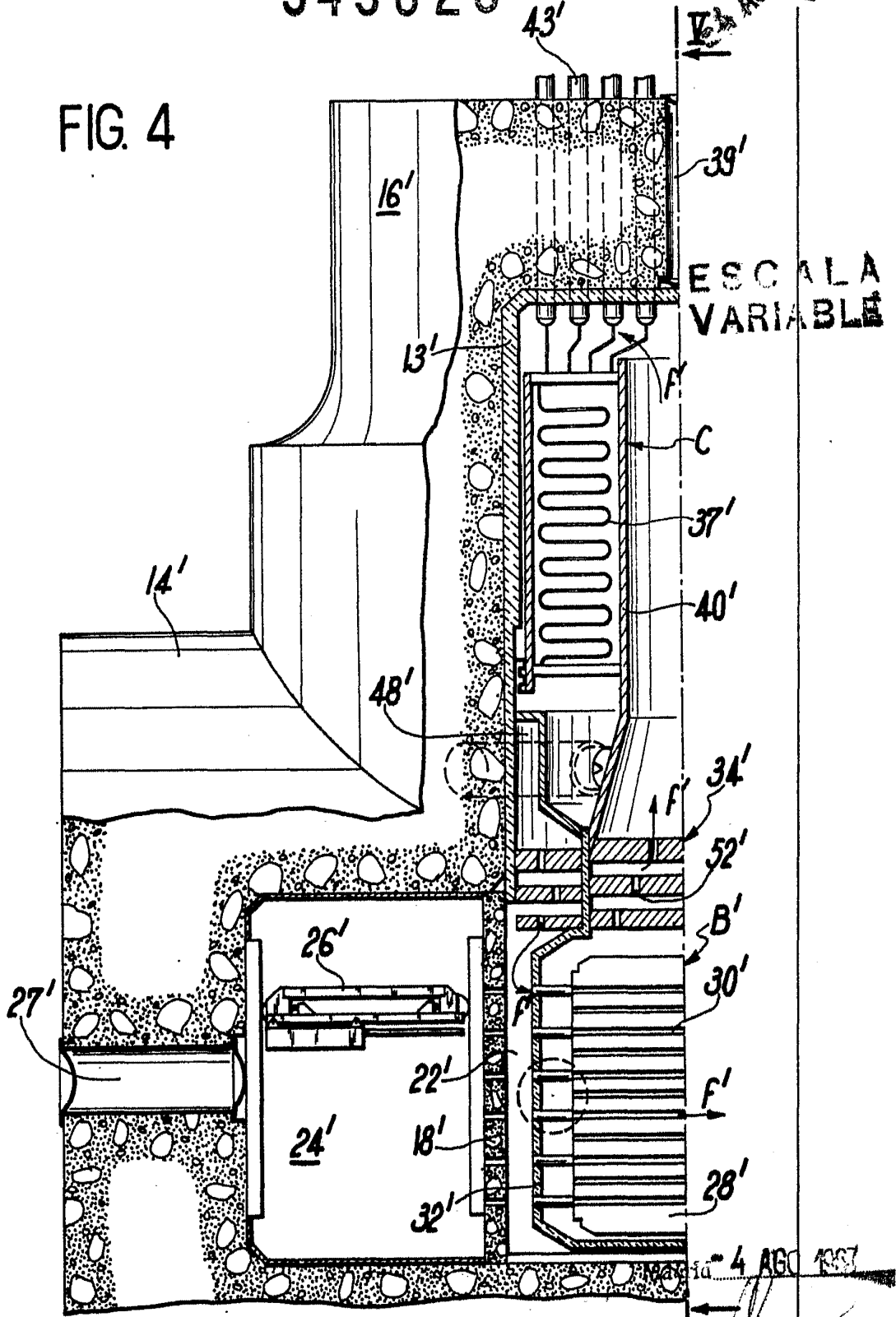
FIG. 3

Madrid - 4 180 431

J. GOMEZ ACIBO Y MODESTO  
p. p. Firmados A. GARCIA BRAVO

343828

FIG. 4



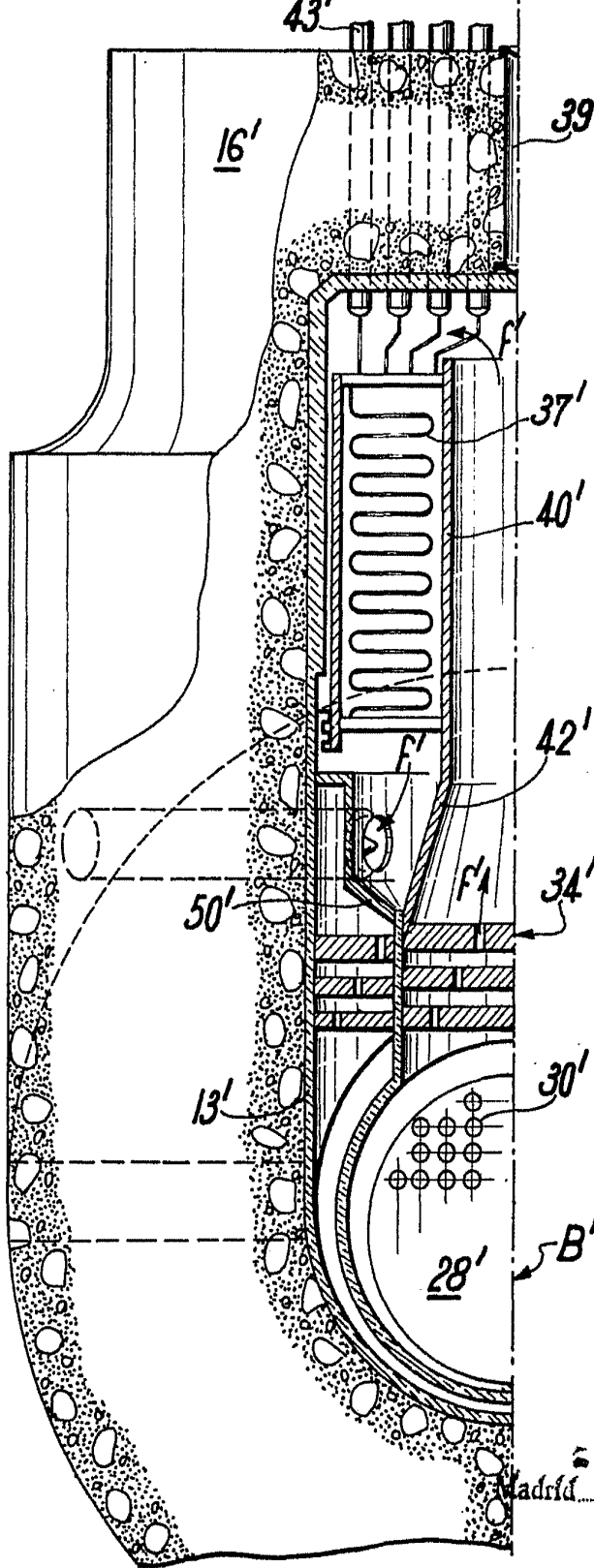
ESCALA VARIABLE

J. GONZALEZ Y MODESTO  
p. p. Firmado: A. GARCIA BRAVO

4 AGO 1957

FIG. 5

343828



ESCALA VARIABLE

Madrid 4 AGO 1957