

6 ABR.



PATENTE DE INVENCION

B.2335.3.

DIRECCION TECNICA	
RESEARCH I. P. C.	
G	21
CLASE C	

Memoria Descriptiva

sobre:

"PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE
CAMPANAS DE CARGA Y DESCARGA DE CONJUNTOS
COMBUSTIBLES PARA REACTORES NUCLEARES".

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

El presente invento se refiere a dispositi-
tivos de descarga para reactor nuclear, en particular
para reactor nuclear cuyo núcleo se halla colocado en
una caja ocupada por el líquido que constituye el re-
frigerante del núcleo, caja sumergida en una masa de

5.

16 ABR 1950



un segundo líquido que ocupa un tanque o piscina abierto: en la mayor parte de los casos el primer líquido será agua pesada y el segundo agua ligera que efectúa una protección biológica sin entorpecer el acceso al núcleo.

5.

La descarga de aquellos de dichos reactores que se destinan a suministrar un flujo neutrónico muy elevado plantea numerosos problemas. Es preciso evitar la congestión de las zonas próximas o situadas por encima del núcleo por parte de instalaciones fijas que estorbarían la colocación en posición de dispositivos experimentales. Los elementos combustibles usados liberan una elevada potencia residual y presentan una importante radiación, de ahí que sea necesario enfriar

10.

los y mantenerlos tras una protección suficientemente gruesa contra las radiaciones neutrónica y γ , en el curso de su retirada y de su transferencia. Es indispensable evitar el escape de un volumen notable del primer líquido al del segundo, ya sea a causa del valor del primero o bien de su contaminación que presenta el riesgo de corromper el conjunto de la masa del segundo, o bien por ambas razones a la vez. Este último problema se plantea con una agudeza muy particular en el caso de los reactores de muy elevado flujo

15.

de neutrones, en los cuales el primer líquido es agua pesada, en tanto que el segundo, cuya superficie libre se abre a la atmósfera, está constituido por agua ligera.

20.

El presente invento tiende a la concepción de una campana de descarga que responda mejor que los

25.

de una campana de descarga que responda mejor que los

30.

6 APR 1961



- dispositivos anteriormente propuestos a las exigencias de la práctica, particularmente por el hecho de que confiere una gran seguridad en la refrigeración de los elementos combustibles que han de extraerse,
5. ofreciendo con todo una estructura simple. Sabido es que se designa por el término de "campana de descarga" un recipiente móvil, provisto de órganos de obturación estancos, cuya forma general se aproxima a la de la campana corriente, destinado a recibir uno o varios
10. elementos combustibles susceptibles de ser transferidos y provisto de los órganos anexos necesarios a tal efecto.

- El invento propone con este fin una campana de descarga que comprende un recinto tubular provisto en su extremo inferior de una válvula y de un órgano de acoplamiento estanco con una abertura de dicha caja del reactor equipada igualmente con una válvula de estanqueidad y provista en su extremo superior de medios de desplazamiento vertical de una grapa dispuesta en dicho recinto tubular, y que comprende un trocador térmico cuyos extremos van acoplados al recinto tubular respectivamente en las proximidades del extremo inferior respectivo y en un punto intermedio, siendo el intervalo comprendido entre los dos acoplamientos de un largo al menos igual al de un elemento combustible que haya de extraerse de suerte que dicho elemento se enfríe por circulación natural del primer líquido que ocupa la campana por el circuito constituido por el
15. recinto y por el trocador sumergido en el segundo líquido que ocupa la piscina.
- 20.
- 25.

30. El invento consiste igualmente en otras dis-



- posiciones preferentemente utilizables junto con las anteriores, pero que pueden serlo independientemente; se interpretará mejor a través de la lectura de la descripción que sigue de una forma de realización, facilitada a título de ejemplo no limitativo y que se refiere a los planos que la acompañan, en los que:
- 5.

La figura 1 es una vista en alzado y en sección parcial que muestra un reactor nuclear y la campana según el invento que le sirve, estando representada la campana antes de su acoplamiento con la caja del reactor.

10.

La figura 2 es una vista en detalle de la parte inferior de la campana, en sección según un plano vertical, que muestra la campana acoplada a la caja del reactor.

15.

Las figuras 3 y 4 son vistas en sección según un plano vertical de las partes inferior y superior de la campana, que se unen al nivel indicado por la línea III-IV en las figuras 3 y 4.

- 20.
- La figura 5 es una vista muy esquemática de los circuitos asociados a la campana.

- 25.
- El reactor representado en la figura 1 comprende una piscina 10 delimitada por un bloque macizo 12 de hormigón revestido con un forro de estanquidad y ocupada por una masa de agua ligera hasta una altura de una docena de metros. En la masa de agua, en las proximidades del fondo, un caballete o soporte 16 porta una caja metálica 18 de recepción del núcleo del reactor. Esta caja presenta una parte inferior ensanchada prolongada por una chimenea vertical 20 provista
- 30.



- en su parte superior de una válvula de estanquidad 22 (figuras 1 y 2) y, fuera de los períodos de manipulación, de una tapa de seguridad 24. Dispone de un conducto 26 de traída de agua pesada que desemboca en
5. la parte superior de la parte ensanchada y de un conducto 28 de agua pesada por el cual el agua pesada, que ha sufrido una circulación en horquilla en el curso de la cual ha enfriado un conjunto combustible que constituye el núcleo (circulación esquematizada por las flechas f), vuelve en dirección a un circuito de refrigeración exterior.
- 10.

- A título de ejemplo, puede indicarse que en un reactor actualmente en proyecto, el conjunto combustible que constituye el núcleo emite aún 24 horas después de detenido el reactor y en tanto que se halla sumergido una potencia del orden de los 170 kW y una radiación tal que debe mantenerse bajo una protección equivalente al menos a 3,50 de agua. Además, tras un funcionamiento prolongado del reactor, el agua pesada contiene aproximadamente 25 curies de tritio por litro lo cual limita a una centena de gramos la cantidad de agua pesada que puede dejarse escapar a cada maniobra al agua ligera que ocupa la piscina.
- 15.
- 20.

- La campana de descarga A representada en las
25. figuras 1 a 4 va montada sobre una grúa de puente 30 (figura 1) que permite desplazarla por encima de la superficie libre y depositarla, ya sea sobre la chimenea 20 de la caja del reactor, ya sobre una cámara de almacenamiento, no representada, en comunicación con la piscina. La figura 2 muestra la campana A aco-
- 30.



- plada al extremo superior de la chimenea del reactor, colocada a 6 m. aproximadamente por debajo de la superficie libre de la masa de agua ligera. Esta campana A está constituida esencialmente por un recinto
5. tubular provisto en su extremo inferior de un dispositivo de acoplamiento con la chimenea, en su extremo superior de un mecanismo de mando 34, una grapa 40 de manipulación del montaje y por un cambiador de calor 36 colocado cerca de la parte baja del recinto 32.
10. Estas diversas partes se describirán sucesivamente.

- El recinto tubular presenta un diámetro tal que el conjunto combustible 38 y la grapa 40 destinada a manipularlo puedan deslizarse por el mismo, si bien la masa de agua pesada que contiene es suficientemente escasa como para evitar que el conjunto 38 se encuentre en un estado próximo a la criticidad. En la
15. forma de realización representada, este recinto presenta dos partes ensambladas, por ejemplo, por bridas 42 y 44 y pernos.

20. La parte inferior 46 está realizada de aleación ligera para efectuar solamente una ligera absorción de los neutrones emitidos por el conjunto en tanto que la parte superior 48 puede ser de aleación ligera o de acero inoxidable. La parte inferior, al menos, está prevista para ser ocupada en el curso de la
25. descarga por agua pesada que realiza una doble función: efectúa la refrigeración del conjunto colocado en la campana y ofrece cierta protección contra la radiación. La parte superior puede sacarse parcialmente del agua
30. una vez que un almacenamiento ha hecho perder al con-

6 ABR. 1968



junto combustible 38 la mayor parte de su actividad.

5. La parte inferior 46 termina en un morro de acoplamiento 50 (figuras 2 y 3) precedido por una válvula 52. El morro presenta una pared externa en forma de casquete esférico destinada a aplicarse sobre una superficie hembra de forma correspondiente dispuesta en una embocadura 54, separada de la chimenea propiamente dicha 20 por una válvula 22 similar a la montada sobre la campana.
10. El morro de acoplamiento 50 va provisto de dos juntas tóricas 57 destinadas a constituir dique o presa y de una junta hinchable 58 accionada por un circuito neumático no representado en las figuras 2 a 4. Las válvulas 52 y 22 son una y otra de doble opérculo para aislar su mecanismo de mando de los dos espacios que separan cuando se cierran; esta disposición permite evitar la purga del mecanismo de válvula. Sin embargo, no es indispensable y podrían utilizarse válvulas de opérculo simple.
15. El morro de acoplamiento está provisto de un conducto 60 de llegada de fluido dispuesto en su parte superior. En cuanto a la embocadura, dispone de un conducto 63 de verificación de la estanquidad de las juntas tóricas 57, que desemboca entre estas juntas cuando se halla el morro en posición, y de un conducto 62 de evacuación que desemboca lo más cerca posible de la válvula 22. La misión de estos conductos se dará a conocer más adelante, en el curso de la descripción del funcionamiento.
20. La parte superior 48 se compone de un tubo
- 25.
- 30.



- de resistencia mecánica del mismo diámetro que la parte inferior, provisto de una serie de orificios 64 de paso de agua ligera, y de un tubo estanco central 66, destinado a dar paso al órgano flexible de accionamiento de una grapa 40 de manipulación del conjunto combustible 38 desplazable en la parte inferior 46 e insertable en la caja. En la forma de realización representada, este órgano está constituido por una cadena 68, pero podría utilizarse un cable o una cinta.
5. Entre el tubo central estanco y el tubo exterior de resistencia mecánica pasa una tubería 70 que atraviesa la brida 42 y desemboca en la parte inferior. Sobre esta tubería se halla colocada una válvula de varios pasos 72 que permite unir la tubería 70, ya sea a un conducto 74 de alimentación a una chimenea de evacuación, o bien a una cámara de expansión que pertenece al circuito principal de agua pesada del reactor.
10. El mecanismo 34 de accionamiento de la grapa comprende una rueda de perfiles huecos 78 accionada por un motor no representado y contenida en una caja estanca 80 unida por una parte al tubo 66 y por otra parte a una tolva 83 de almacenamiento de la cadena 68: la cadena se enrolla sobre la rueda de perfiles huecos 78 y cae libremente en la tolva 83. Un tubo vertical 84 provisto de una ventanilla transparente permite leer el nivel de agua pesada en el interior de la campana. La caja 80 va fijada a un bastidor 82 montada sobre la grúa de puente de manipulación de la campana.
15. La parte inferior 46 del recinto tubular
- 20.
- 25.
- 30.



5. está provista de un cambiador de calor (figuras 3 y 5). Este cambiador comprende un haz de tubos verticales paralelos 86, unidos por su extremo superior a un colector de admisión 85 y por su extremo inferior a un colector de retorno 87. Estos colectores van fijados a embocaduras montadas sobre la parte 46 en emplazamientos de tal naturaleza que encuadran el conjunto combustible cuando éste ocupa su posición más elevada en la campana, fijada por el tope de la grapa 40 contra un reborde de apoyo 89.

10. Para mayor claridad, se describirán ahora sucesivamente las operaciones de descarga de un conjunto combustible contenido en el núcleo con ayuda de la campana representada en las figuras 1 a 4. Esta descripción se refiere a la figura 5 que muestra muy esquemáticamente el reactor, la campana A y los circuitos que le son asociados (excepción hecha del circuito principal de refrigeración del reactor).

15. Antes de proceder a la descarga del reactor, éste se detiene durante veinticuatro horas, se disminuye la presión que reina en su circuito de refrigeración por circulación de agua pesada hasta que el nivel estático de agua pesada descienda al nivel de los opérculos de la válvula 22. La estanquidad de la válvula 22 se verifica inyectando helio a presión en el espacio comprendido entre el tapón de estanquidad 24 y la válvula y comprobando que la presión no disminuya, por medio del conducto 63: entonces se retira el tapón de estanquidad 24 y el agua ligera invade la embocadura 54 de la chimenea por encima de la
- 20.
- 25.
- 30.



válvula 22.

La campana llena de helio es llevada después a la chimenea 20 y su morro 50 encaja en la embocadura 54. Se abre la válvula 88 para poner en comunicación una fuente de aire comprimido 90 con el conducto de dique y la válvula 92 para comunicar esta misma fuente 90 con la junta hinchable por la tubería 58, con el fin de efectuar la estanquidad de la unión. La ausencia de caudal de fuga en el circuito que comprende la válvula 92 garantiza la estanquidad del acoplamiento.

Se abre la válvula 94 para comunicar el conducto 60 y el espacio muerto comprendido entre las válvulas 52 y 22 a la cámara de expansión del circuito principal, y se abre la válvula 96 para unir el conducto 62 de purgación un depósito 98 de recepción de agua ligera. Las válvulas 94 y 96 se cierran a continuación y se seca el espacio muerto por un barrido de aire caliente por medio de un circuito que comprende, por una parte, un inyector 100, un recalentador de aire 102 y una válvula 104 unida a la tubería 60 y, por otra parte, una válvula 106 que une el conducto 62 a una chimenea. Tras la desecación, se cierra la válvula 104 y el espacio muerto alimentado por helio por apertura de una válvula 108, permaneciendo abierta la válvula 106 hasta la purificación completa.

Una vez el espacio muerto ocupado por helio puro, se abren simultáneamente las válvulas 52 y 22 por puesta en acción de sus motores eléctricos, alimentados por cables bajo tubos estancos 109.



El circuito principal del reactor es puesto a presión creciente para provocar la subida de nivel del agua pesada en la campana hasta la parte superior de la misma, donde es observado en el tubo 84. La válvula 72 es puesta, durante la subida del nivel, en una posición tal que el helio contenido en la campana pueda escaparse hacia la cámara de expansión por el conducto 76, y después se cierra.

Se acciona luego la cabeza 78 para hacer descender la grapa 40. Esta coge el conjunto combustible 38 y lo alza en la campana hasta la posición en la cual se representa en la figura 3: bajo el efecto del calor liberado por el conjunto combustible, se produce luego una circulación por convección natural siguiendo el circuito indicado por las flechas f' en la figura 3. Esta circulación no depende de ningún órgano motor que sería tributario de una fuente de alimentación exterior y en consecuencia no es de temer avería alguna: esta condición es imperativa, puesto que el conjunto combustible irradiado no sumergido en el agua en circulación sufre un caldeo extremadamente rápido y su fusión intervendría al cabo de un lapso muy corto en caso de avería de refrigeración.

Una vez el conjunto combustible en posición (figura 3), se cierran las válvulas 52 y 22. El agua pesada que ocupa el espacio muerto se recupera por la abertura de la válvula 110 (figura 6), permaneciendo la parte superior de la campana unida a la cámara de expansión por la válvula 72: el agua pesada pasa a un depósito 112 situado bajo el reactor y se encuentra



reemplazada por helio que procede de la cámara de expansión a través del conducto 76 y la válvula 72. A continuación se cierran las válvulas 110 y 72.

5. La campana es tomada de nuevo a continuación y llevada a un lugar de almacenamiento (no representado), de forma similar a la de la embocadura de la chimenea 20. El espacio muerto bajo la válvula 52 es vaciado, secado y llenado de helio por un proceso idéntico al descrito anteriormente. A continuación se abre la válvula 52, así como una válvula que comunica el lugar de almacenamiento con el circuito principal de refrigeración del reactor para renovar a muy escasa velocidad el agua pesada que ocupa la campana: el desagüe de agua pesada se efectúa en la parte superior de la campana por el conducto 76 que permanece unido a la cámara de expansión.

15. Tras un tiempo de decrecimiento suficiente (del orden de 40 días) para que el conjunto pueda tolerar una puesta en seco de duración suficiente, se vacía el agua pesada contenida en la campana y se la reemplaza por agua ligera. Este agua, contaminada por tritio, es vaciada en un recipiente de efluentes, después de nuevos enjuagues efectuados hasta que el contenido en tritio del agua ligera de enjuague sea insignificante; se procede entonces a llenar por última vez la campana de agua ligera, se la lleva por encima de un receptáculo de almacenamiento en piscina y se deposita allí el conjunto: la campana se halla de nuevo disponible. Dada la duración del almacenamiento del conjunto irradiado en la campana, será necesario en



general prever dos campanas idénticas sobre todo si se prevé con frecuencia la renovación del conjunto combustible.

5. La misma campana equipada con una grapa especial puede servir para la retirada de una barra absorbente de compensación colocada en la caja. En cuanto a la inserción de un nuevo conjunto, puede efectuarse con ayuda de una campana similar a la de descarga (pero que puede estar desprovista de cambiador térmico); esta campana, al no ser jamás contaminada, puede sacarse de la piscina y secarse completamente antes de recibir el nuevo conjunto combustible. Esta inserción puede efectuarse igualmente con ayuda de una simple grúa de puente tras bajar el nivel del agua ligera en la piscina para permitir el acceso en seco a la chimenea.
- 10.
- 15.

- Es evidente que el invento no se limita a la única forma de realización que ha sido representada y descrita, y debe quedar bien entendido que el alcance de la presente patente se extiende a las variantes que permanezcan en el marco de las equivalencias.
- 20.

- N O T A -

- 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
- 25.
- 30.

6 ABR. 1968



- Francia, con fecha 6 de abril de 1967, bajo el número PV.101.826, acogiéndose por lo 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: "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE CAMPANAS DE CARGA Y DESCARGA DE CONJUNTOS COMBUSTIBLES PARA REACTORES NUCLEARES"; caracterizándose por lo siguiente:
5. 10. 1ª.- Perfeccionamientos en la construcción de campanas de carga y descarga de conjuntos combustibles para reactores nucleares, que comprenden, una caja ocupada por el núcleo y por un líquido refrigerante del mismo, caja sumergida en una masa de un segundo líquido que ocupa una piscina abierta, caracterizados porque incluyen en cada campana un recinto tubular provisto en su extremo inferior de una válvula y de un órgano de acoplamiento estanco con una abertura de dicha caja equipada igualmente por una válvula de estanquidad, y provista en su extremo superior de medios de desplazamiento vertical de una grapa en dicho recinto tubular; y un cambiador térmico cuyos extremos se acoplan al recinto tubular respectivamente en las proximidades del extremo inferior de éste y en un punto intermedio, siendo el intervalo comprendido entre los dos acoplamientos de largo, al menos igual al de un conjunto combustible susceptible de extraerse de modo que dicho conjunto se enfríe por circulación natural de dicho primer líquido que ocupa la
 15. 20. 25. 30. campana en el circuito constituido por el recinto y



por el cambiador térmico sumergido en el segundo líquido que ocupa la piscina.

5. 2ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1ª, caracterizados porque cada una de dichas válvulas de estanquidad es de dos opérculos que aislan entre sí el mecanismo de accionamiento de la válvula.

10. 3ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1ª, caracterizados porque dicho recinto tubular comprende una parte inferior de acero inoxidable que delimita una cavidad de diámetro tal que permita el paso del conjunto combustible y de la grapa de manipulación y una parte superior de aleación ligera, que delimita un paso estanco de menor diámetro destinado al órgano flexible de accionamiento de la grapa.

20. 4ª.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 3ª, caracterizados porque dicho cambiador térmico comprende un haz tubular vertical acoplado a dos colectores unidos en puntos de dicha parte inferior del recinto tubular que encuadra verticalmente el emplazamiento del conjunto combustible en la campana.

25. 5ª.- Perfeccionamientos en la construcción de campanas de carga y descarga de conjuntos combustibles para reactores nucleares; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

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

Madrid,

6 ABR 1968

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY

D. E. ...

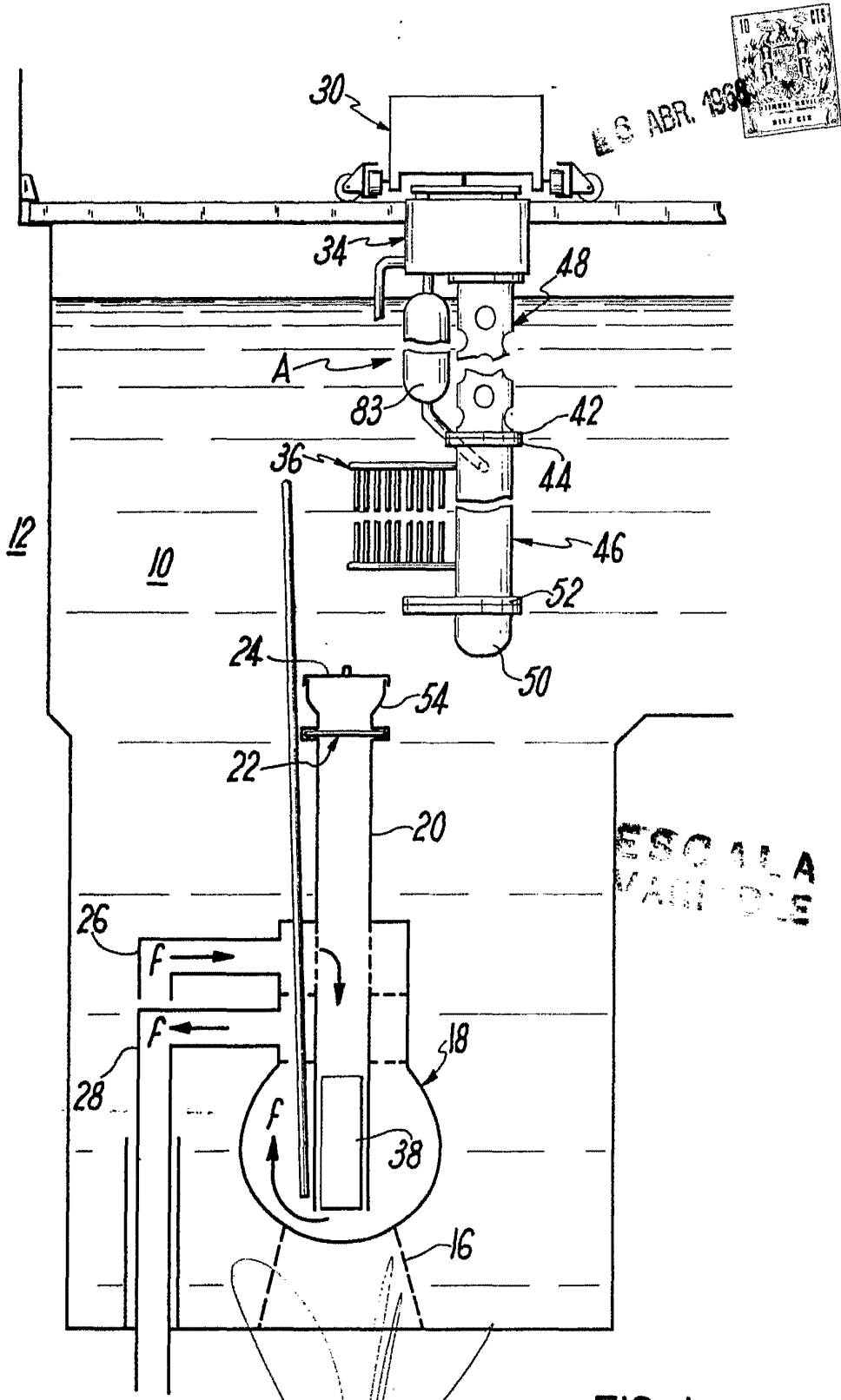


FIG. I

6 ABR. 1968

L. GÓMEZ ACEBO Y MODEI
S. de F. Hernández Rula

6 ABR. 1968

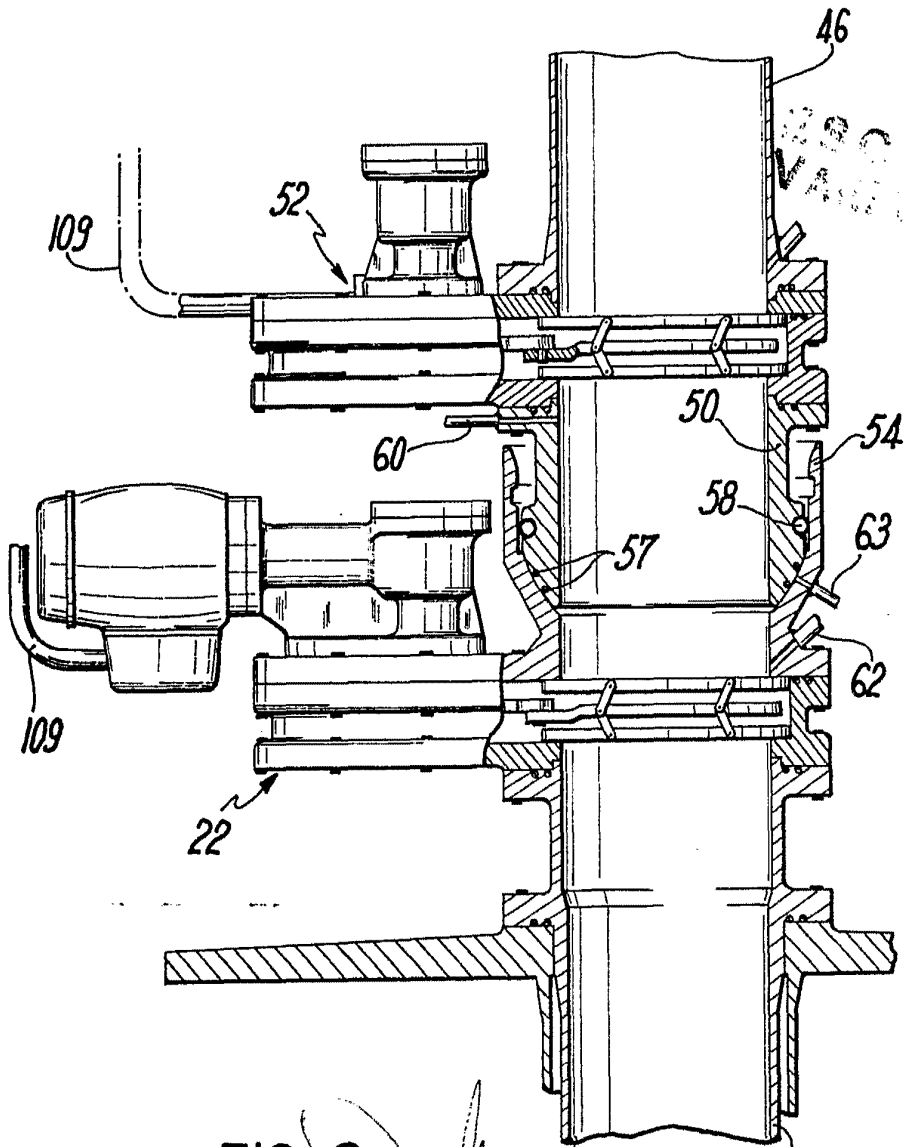


FIG. 2

6 ABR. 1968

A. GONZALEZ ACEBO Y MODA
Ingeniero Titular
Firmado: F. Hernández Ruiz

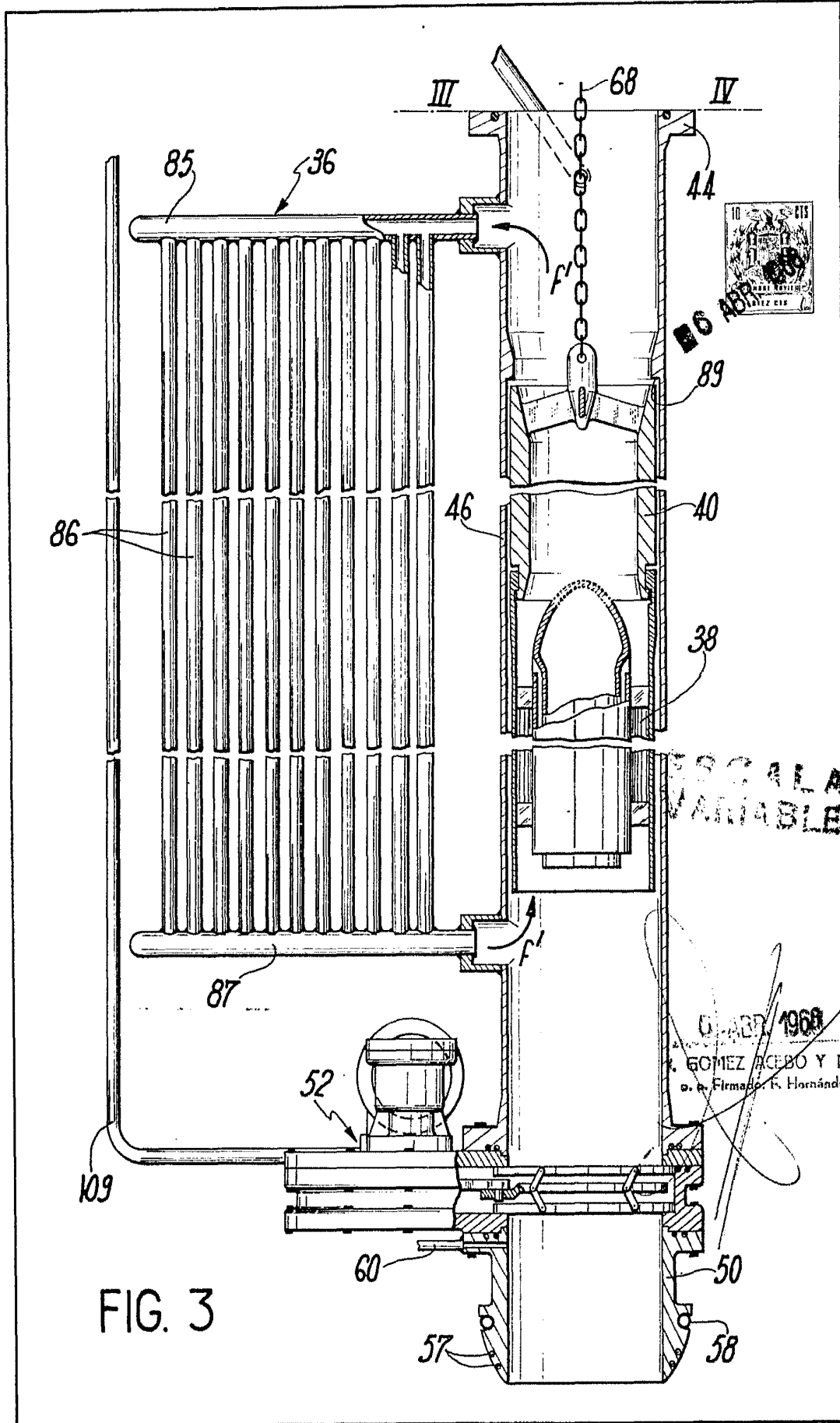


FIG. 3

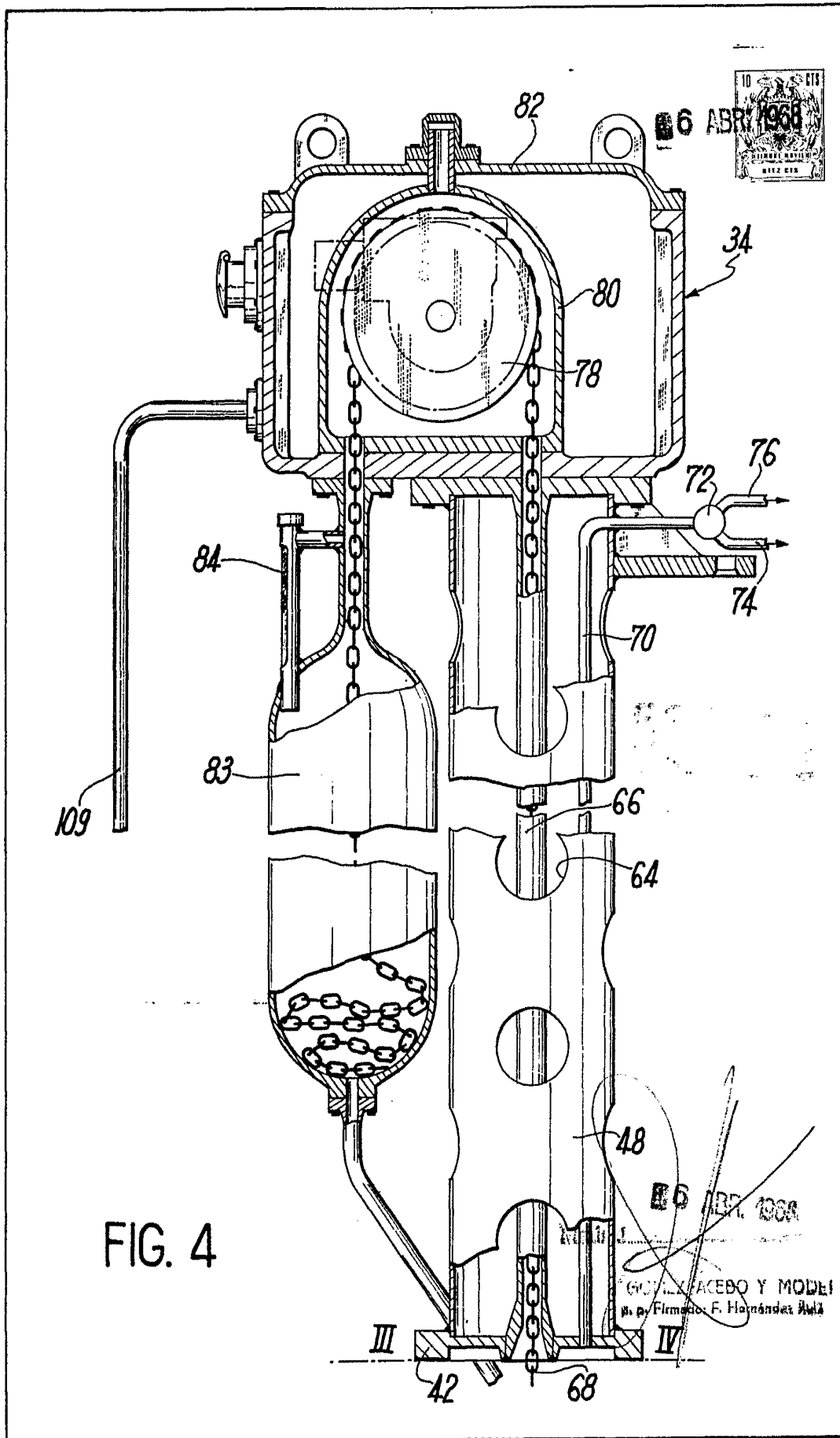


FIG. 4

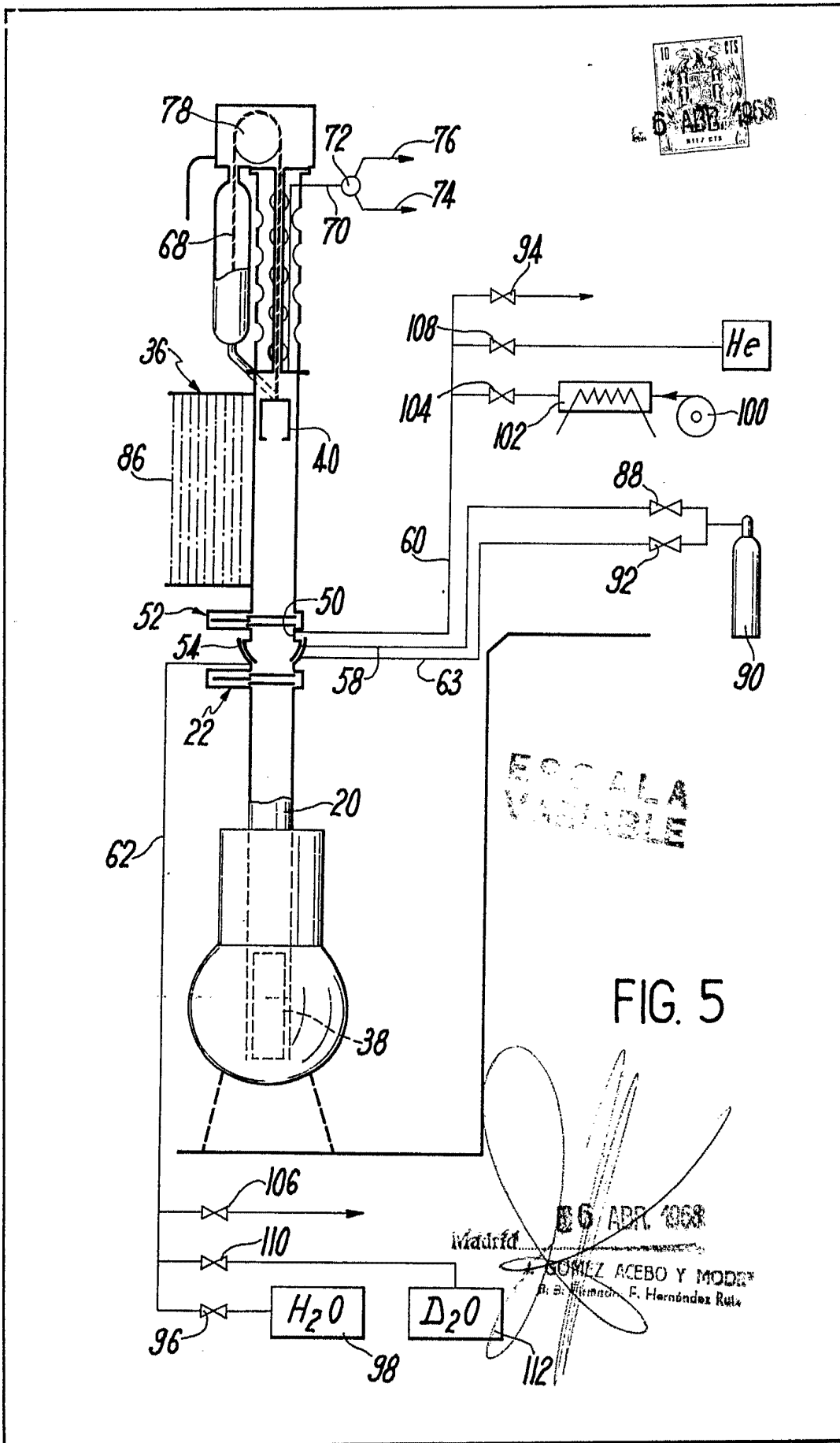


FIG. 5

Escala variable

26 APR. 1968

SOMER ACEBO Y MODER
F. Hernández Rula