

350939

26



PATENTE DE INVENCION

B.2303.3.

SECCION TECNICA	
CLASIFICACION I. P. C.	
CLASE	G 21
GRUPO	C

Memoria Descriptiva.

sobre:

"PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE REACTORES NUCLEARES ENFRIADOS POR UN FLUIDO LICUABLE A TEMPERATURA AMBIENTE".

Solicitante:

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

5. El presente invento se refiere a un reactor nuclear y, más particularmente, a un reactor del tipo que comprende, entre el recinto que rodea el núcleo y una caja de resistencia a la presión, una cámara llena de un gas refrigerante mantenido a una



presión próxima a la que reina en dicho recinto, en
friado por un fluido licuable a la temperatura ambien-
te.

- Sabido es que los reactores nucleares que
5. utilizan una caja de hormigón pretensado de resisten-
cia a la presión del fluido interno deben contar con
un dispositivo calorífugo destinado a mantener las
paredes de dicha caja a escasa temperatura. Ahora bien,
la realización de este calorifugo es particularmente
10. delicada en el caso en que dicho fluido interno, por
ejemplo el fluido de enfriamiento del núcleo, pueda
condensarse a una temperatura bastante elevada. El lí-
quido de condensación presenta en efecto el riesgo de
introducirse en el calorifugo y disminuir la eficacia
15. de éste. Este calorifugo puede constituir además un
volumen muerto de líquido, lo cual puede resultar eco-
nómicamente nefasto cuando el líquido es agua pesada
u otro líquido costoso.

- Para evitar estos inconvenientes, se ha in-
20. tentado colocar el calorifugo en el exterior de la
capa de estanquidad de la caja, entre aquella y ésta,
y sustraerlo así al contacto del fluido de refrigera-
ción, pero dicha capa de estanquidad está en tal caso
caliente y sufre importantes presiones térmicas.

25. Otra solución proyectada prevé la utiliza-
ción de una cubierta intermedia que rodea el núcleo
del reactor y delimita una cámara llena de una atmós-
fera gaseosa a una presión próxima a la del fluido de
refrigeración.

30. Sin embargo, los volúmenes específicos de



- los dos fluidos cambian en el curso de las variaciones de temperatura y de presión en cada uno de los dos recintos y es absolutamente necesario que la presión de la atmosfera gaseosa de la cámara intermedia sea mantenida a un valor muy próximo al del fluido en el recinto para evitar que la capa sufra presiones importantes y principalmente sea sometida a notables diferencias de presión. La resistencia a la presión debe siempre estar asegurada por la caja de hormigón pretendado.
- 5.
- 10.

- El presente invento tiene por objeto responder a estas exigencias realizando un reactor nuclear que utiliza a la vez un calorifugo de protección térmica de la caja y una cámara intermedia llena de una atmósfera gaseosa. Este reactor nuclear enfriado por un fluido licuable a una temperatura ambiente y que comprende entre el recinto que rodea el núcleo y una caja de resistencia a la presión una cámara intermedia llena de un gas refrigerante no licuable, a una presión próxima a la del recinto y un conducto de comunicación entre el recinto que contiene el núcleo y la cámara llena de gas, se caracteriza por el hecho de que comprende en la cámara un sistema de condensación del fluido que haya penetrado por el conducto y un colector de recepción del condensado, abierto en su parte superior y unido por su parte inferior al fondo del recinto que contiene el líquido de refrigeración, estando fijado un calorifugo exteriormente sobre el recinto y un circuito de refrigeración de la pared exterior de la cámara en la pared de la caja.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

26 FEB 1954



Según una primera forma de realización, el reactor comprende un recipiente de recepción del condensado y de equilibrio de las presiones del recinto y de la cámara, colocado en ésta a un nivel próximo al del líquido del recinto, volviendo a esta el condensado por gravedad, y un condensador montado en el extremo del conducto de comunicación, en la parte superior del recipiente.

10. Cualquier aumento de presión en el recinto que contiene el núcleo del reactor provoca inmediatamente una fuga del fluido vaporizado en dirección al recipiente de equilibrio, es decir, su condensación y retorno en forma líquida al núcleo del reactor.

15. Por el contrario, una disminución de presión en el recinto se traduce por una baja de nivel del líquido en el recipiente de equilibrio y por ende por una fuga de gas en dirección al recinto, y por tanto las presiones del gas y del fluido se mantienen constantemente en valores análogos.

20. Según una segunda forma de realización, el sistema de condensación está constituido por la pared exterior enfriada de la cámara intermedia y el colector de condensado y se halla dispuesto en el fondo de esta cámara y unida a la parte inferior del recinto.

25. De este modo, la cámara intermedia puede tener un volumen relativamente reducido puesto que es su propia pared exterior, es decir, de hecho la capa de estanquidad de la caja, la que desempeña las

30.



misiones de condensador y de colector del condensado. Por otra parte, esta cámara no contiene ningún órgano particular que deba funcionar con eficacia a temperaturas y presiones elevadas.

5.

Sea cual fuere la forma de realización, las presiones en la cámara y en el recinto se hallan continuamente equilibradas, en tanto que los dos fluidos se mantienen a un grado de pureza bastante elevado gracias a la condensación y al retorno del fluido de refrigeración al recinto. Además, el calorifugo se baña en un fluido no licuable y no corre el riesgo de ser impregnado por un líquido de condensación.

10.

Diversas otras ventajas y características del invento se evidenciarán además por la descripción que sigue de dos formas de realización, facilitadas a título de ejemplos no limitativos y representadas en sección longitudinal respectivamente en las figuras 1 y 2.

15.

En estas figuras, se ha representado la aplicación del invento a un reactor nuclear del tipo de cambiadores integrados, enfriado por un líquido vaporizable, por ejemplo agua pesada o agua ligera, pero quede bien entendido que esto se facilita tan solo a título de ejemplo y que el invento podría aplicarse a reactores nucleares de otros tipos.

20.

25.

El reactor representado comprende un recinto 1 que rodea el núcleo 2 del reactor y contiene el circuito de fluido de refrigeración de este núcleo, fluido que atraviesa dicho núcleo 2, por canales 3 que contienen los elementos combustible, y llega

30.



después a cambiadores 4, igualmente montados en el interior del recinto 1, regulando esta circulación las bombas 5.

5. El fluido de refrigeración, introducido en forma líquida en el recinto, se caldea en el núcleo del reactor y se escapa en forma de vapor a la parte superior 7 de este, en dirección a los cambiadores 4, en los cuales es condensado para ser enviado de nuevo al núcleo por las bombas 5.

10. En la pared exterior del recinto 1 se halla fijado un calorífugo 6, y el conjunto de este recinto se coloca en el interior de una caja 8, de hormigón pretensado por ejemplo, de resistencia a la presión, caja que está recubierta interiormente por una capa de estanquidad 10 enfriada en su superficie externa por serpentines 12 empotrados en el hormigón y recorridos por un fluido de refrigeración.

15. Entre el recinto 1 y la capa de estanquidad 10 se halla dispuesta una cámara 14 llena de un gas inerte de aislamiento térmico, no licuable a una temperatura elevada, tal como nitrógeno o helio, que debe mantenerse a una presión análoga a la que reina en dicho recinto 1.

20. Con este fin, según la forma de realización de la figura 1, un conducto 16 va fijado a la pared de dicho recinto. Desemboca de un lado en la parte superior de éste y de otro en la cámara 14. Este conducto se halla acodado en dicha cámara 14 y se prolonga por una parte ensanchada 18 que rodea un haz 20 de refrigeración y de condensación.

25.

30.


26 FEB. 1960

5. El conjunto del condensador formado por la parte ensanchada 18 y el haz 20 se encuentra en la entrada de un recipiente de equilibrio 22 abierto todo alrededor de dicho condensador 18 y por ende en comunicación constante con la atmósfera de la cámara 14.

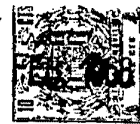
10. El fondo de este recipiente 22 dispone de un conducto 24 de enlace con la parte inferior del recinto 1, es decir, con la parte de este recinto que está llena de líquido.

15. Este recipiente 22 contiene con preferencia un circuito de refrigeración 26 ligeramente por encima de la abertura del conducto 24 que permite bajar la temperatura del condensado recogido antes de su retorno al núcleo del reactor. Este enfriamiento, unido al del condensador, permite además mantener el conjunto del recipiente, sea la parte superior en la cual se encuentra el gas o la parte inferior que contiene el líquido, a una temperatura siempre sensiblemente igual.

20.

25. Cuando no funciona el reactor, el fluido de refrigeración es enteramente líquido y ocupa solamente una parte del recinto 1. Por consiguiente, el gas contenido en la cámara 14 y en el recipiente 22, aunque a una débil presión (algunos bares), penetra por el conducto 16 en el recinto 1. La cámara 14 y recinto 1 se hallan de este modo a la misma presión.

30. A medida que funciona el reactor, la vaporización del líquido de refrigeración y la elevación de temperatura en dicho recinto 1 provoca un aumento



de presión en éste: El gas inerte es impelido progresivamente por el conducto 16 en dirección a la cámara 14. Por lo tanto, la presión en esta aumenta igualmente.

5. No obstante, el vapor se mezcla con el gas y es esta una mezcla gas-vapor que atraviesa el conducto 16 y llega al condensador 20. Se enfria entonces hasta la condensación del vapor y despues se recoge el condensado en el recipiente 22 a partir del cual el conducto 24 podrá enviarlo de nuevo al núcleo del reactor. El gas enfriado, por su parte, se escapa por la parte superior de dicho recipiente 22 y penetra en el recinto 14.

10. Poco a poco, durante el funcionamiento del reactor, llegan a ser tales la presión y temperatura del recinto 1 que la casi totalidad del gas neutro es enviada nuevamente a la cámara 14, cuya presión se ve asi aumentada; el equilibrio entre las presiones del gas y del fluido se alcanza y se mantiene, en tanto las condiciones del recinto permanezcan las mismas.

15. Sin embargo, cuando se produce por una razón cualquiera una sobrepresión en el recinto, se escapa vapor por el conducto 16 y restablece el equilibrio; por el contrario, si se produjese una baja de presión en el recinto 1, el gas 14 penetraria por el conducto 16 para restablecer el equilibrio.

20. La pared del recinto 1 no se halla por tanto sometida mas que a diferencias de presión extremadamente reducidas a las cuales puede fácilmente resis-

30.

26 FEB 1965



tir y solo la caja de hormigón asegura la resistencia a la presión del conjunto.

5. Durante la detención del reactor, la caída de presión en el recinto 1 provoca la aspiración del gas de la cámara 14 en dirección a dicho recinto y dicho reactor se encuentra en condiciones análogas a las que habían precedido su puesta en marcha.

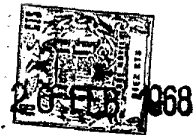
10. Cualquier indicente en uno de los cambiadores o en un conducto cualquiera podría también ser rápidamente amortiguado por el escape del vapor y su enfriamiento o por la penetración del gas en el recinto. Membranas de rotura amovibles 30 van fijadas además con preferencia sobre orificios del recinto 1.

15. La temperatura en la cámara 14 permanece relativamente poco elevada gracias al calorífugo 6 que rodea el recinto 1 y, en dicha cámara 14, el conducto 16, y también en el condensador 20 y refrigerador 26 que crean una zona fría en torno al recipiente 22. La escasa parte de vapor contenida en el gas no corre, pues el riesgo de licuarse y condensarse en el calorífugo que permanece intacto y conserva su eficacia. De este modo se forma una barrera térmica entre la caja y el recinto 1.

20.

25. Según otra forma de realización representada en la figura 2, el recinto 1 se halla en comunicación con la cámara 14 por un conducto 32 fijado en su parte superior y yendo a dar por ende al espacio 7 donde el fluido de refrigeración está en fase de vapor. Este conducto 32 desemboca en un alojamiento 30.

30. to 34 practicado en la parte superior de la caja 8



y forma con la capa de estanquidad 10 de este alojamiento un paso deflector de comunicación entre el recinto 1 y la cámara 14.

5. En la forma de realización representada, este paso deflector rodea una penetración 36 de paso de los conductos 37 de entrada y de salida del fluido secundario de extracción de calor de los cambiadores 4; se dispone una holgura entre el conducto 32 y la penetración 36 a fin de permitir las dilataciones térmicas.

10.

En el lado opuesto del conducto 32 y del alojamiento 34, el fondo 38 de la caja 8 posee sensiblemente la forma de un cono y comprende por tanto una pared inclinada hacia la periferia de la caja, es decir, hacia la periferia de la cámara intermedia 14.

15. Un conducto 40 une el punto mas bajo de esta cámara, es decir, un punto situado en la periferia del fondo 38, al fondo del recinto 1 que contiene el fluido de refrigeración en forma líquida, por intermedio de una

20. bomba 41. Este conducto 40 atraviesa un dispositivo de depuración 42.

El fluido de refrigeración contenido en el recinto 1 y vaporizado en el núcleo del reactor que se escapa, bajo el efecto del aumento de presión en el recinto, por el paso 32 y penetra, mezclado con gas inerte, en la cámara 14 es así condensado por su contacto con la pared fría 10 de esta cámara y se desliza en forma líquida hacia la parte inferior de la misma.

25.

30. Entonces es guiado por el cono 38 que forma

26 FEB 1968



colector de condensado hacia la periferia de la cámara 14, es decir, hacia el conducto 40 por el cual es regresado a la parte inferior del recinto 1 para ser puesto de nuevo en circulación a través del circuito de refrigeración del reactor. Durante su paso por el circuito 40, el condensado es depurado y desgasificado en el dispositivo 42.

5. Del mismo modo, un circuito 44 se halla con preferencia montado en la pared de la cámara 14 en un punto relativamente próximo a la parte inferior de la misma. Este circuito comprende un insuflador 45, atraviesa un dispositivo de depuración 46 y se une en 47 a la parte superior de dicha cámara 14. A este circuito va unido un depósito 48 de gas inerte fresco y un dispositivo de purga 50 exterior con respecto a la caja 8. De este modo, el contenido en gas inerte de la cámara 14 puede ser controlado en todo momento y mantenido constante por depuración del gas que contiene y por aportación o extracción de éste.

10. Las presiones de la cámara 14 y del recinto 1 son pues rigurosamente las mismas gracias a la comunicación establecida por el conducto 32 y no obstante los fluidos contenidos en estos dos recintos permanecen separados y conservan un grado de pureza relativamente elevado. En efecto, cuando el recinto está a una presión relativamente reducida, el gas inerte de la cámara penetra por el conducto 32 en tanto que el aumento de la presión de este recinto 1, bajo el efecto del caldeo producido por el núcleo, expulsa el gas inerte al mismo tiempo que el vapor hacia la cámara intermedia 14; este gas se purifica y renueva gracias al circuito 44, en tanto que el propio vapor se

15.

20.

25.

30.



condensa sobre la pared fría 10 de dicha cámara para ser re-
gresado al circuito de refrigeración. Estas operaciones de
condensación y de recogida se efectúan sin necesidad de ór-
ganos complementarios y la cámara intermedia solo puede ocu-
par un volumen reducido. Se obtiene por tanto un buen equi-
librio de presión con un volumen de espacio relativamente
reducido del reactor y sobre todo sin la utilización de ór-
gano suplementario que corre el riesgo de ser estropeado
por el calor o por la contaminación radiactiva.

10. Por otra parte, el enfriamiento de la parte exte-
rior de la cámara, es decir, de hecho de la capa de estan-
quidad de la caja es suficiente para que la diferencia de
temperatura entre esta pared y la cubierta del recinto sea
relativamente importante y que la condensación se produzca
15. enteramente en contacto con esta pared y no con el interior
del calorífugo que recubre la cubierta del recinto.

Es evidente que podrían aportarse diversas mo-
dificaciones a la forma de realización que acaba de des-
cribirse, sin salir del marco del invento; en particular
20. los cambiadores podrían colocarse por fuera del recinto
que contiene el núcleo.

NOTA

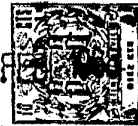
Descrita suficientemente la naturaleza del
invento, así como la manera de realizarla en la prácti-
ca, debe hacerse constar que las disposiciones anterior-
mente indicadas son susceptibles de modificaciones de
detalle siempre que no alteren sustancialmente el in-
vento. También ha de hacerse constar que la presen-
te invención corresponde a dos solicitudes de Patente
presentadas en Francia con fechas y números siguien-
tes: 27 de febrero de 1.967 y 12 de abril de 1.967,



números PV. 96.692 y PV.102.465, respectivamente, acogándose por lo tanto a los beneficios que establecen 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 construcción de reactores nucleares enfriados por un fluido licuable a temperatura ambiente, caracterizándose por lo siguiente:

- 5.
10. 1.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares enfriados por un fluido licuable a temperatura ambiente, del tipo que comprende, entre el recinto que rodea el núcleo y una caja de resistencia a la presión, una cámara intermedia llena de un gas refrigerante no licuable, a una presión próxima a la del recinto y un conducto de comunicación entre el recinto que contiene el núcleo y la cámara llena de gas, caracterizados porque en la cámara se dispone un sistema de condensación del fluido que ha penetrado por el conducto y un colector de recepción del condensado, abierto en su parte superior y unido en su parte inferior al fondo del recinto que contiene el líquido de refrigeración, fijándose un calorífugo exteriormente en el recinto y fijándose un circuito de refrigeración de la pared exterior de la cámara en la pared de la caja.
- 15.
- 20.
- 25.

30. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque se incluye en cada reactor un recipiente de recepción del condensado y de equilibrio de las presiones del recinto y de la



cámara, que se coloca en esta a un nivel próximo al del líquido en el recinto, regresando a este el condensado por gravedad, y un condensador que se monta en el extremo del conducto de comunicación, en la parte superior del recipiente.

5.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el sistema de condensación se constituye de la pared exterior enfriada de la cámara intermedia y el colector de condensado se dispone en el fondo de esta cámara, unido a la parte inferior del recinto.

10.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque cada reactor incluye un circuito de refrigeración del líquido condensado, montado en el interior del recipiente de equilibrio.

15.

5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque el sistema de condensación comprende un ensanche del extremo del conducto de comunicación que rodea un serpentín de condensación.

20.

6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el conducto se reviste mediante un calorifugo exterior de prolongación del recinto.

25.

7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque el fondo de la cámara intermedia forma colector de recepción del condensado y se halla inclinado en dirección a un conducto de retorno de dicho condensado al recinto.

30.

8.- Perfeccionamientos según la reivindi-

26 FEB 1968



cación 7, caracterizados porque el fondo de la cámara intermedia, y de la caja, está inclinado hacia la periferia y forma sensiblemente un cono.

5. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque el conducto de comunicación entre el recinto y la cámara forma un paso deflector y se halla dispuesto en torno a una penetración de paso de los conductos de entrada y de salida del circuito de extracción de calor.

10. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el conducto de retorno del condensado al recinto comprende una bomba y un dispositivo de depuración del líquido.

15. 11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque se dispone un dispositivo de toma y depuración del gas contenido en la cámara, unido a un depósito de suministro de gas fresco.

20. 12.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares enfriados por un fluido licuable a temperatura ambiente, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

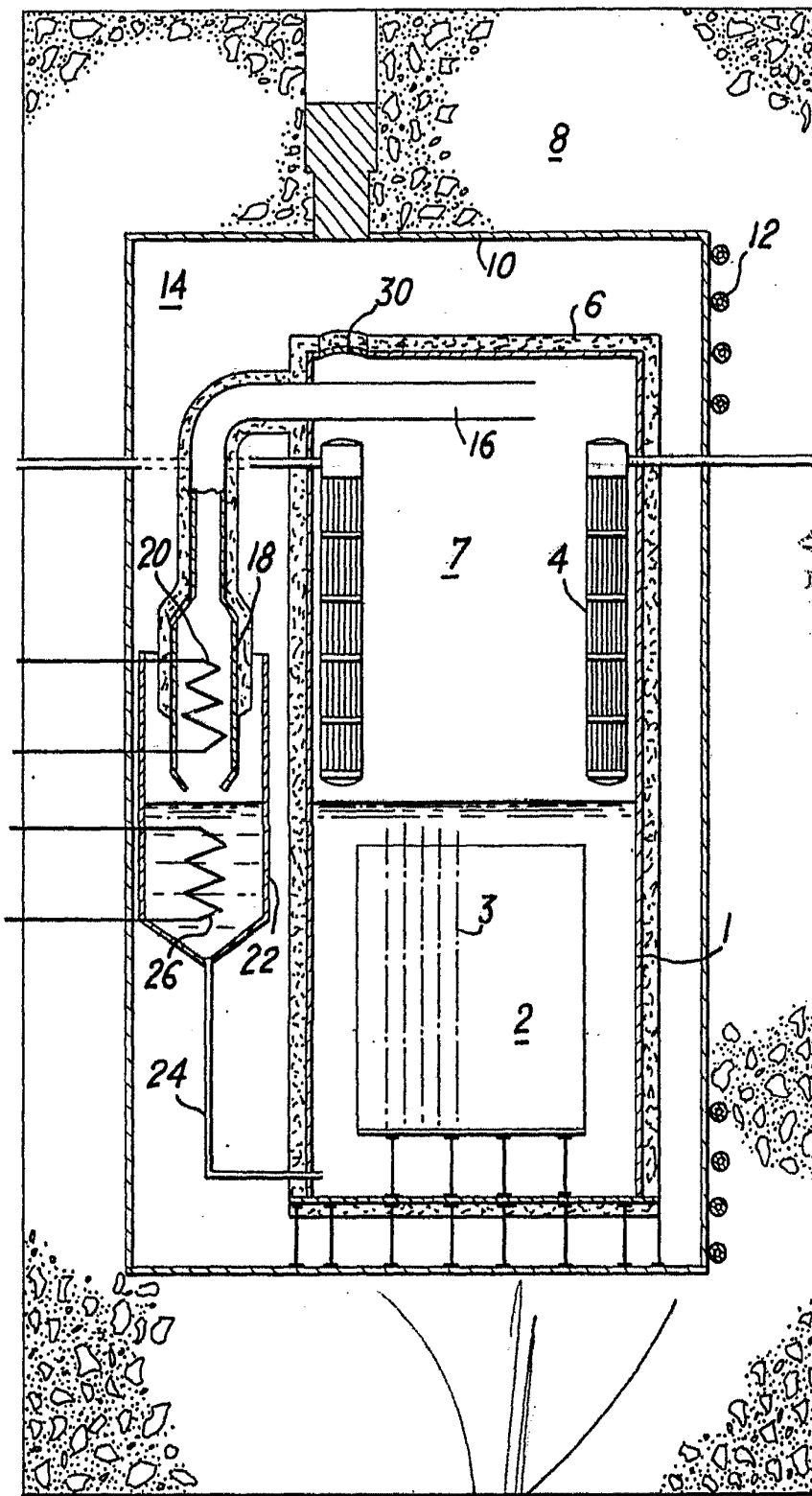
25. Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE,

J. GOMEZ ACEBO Y MODEI
e. p. Firmado: F. Hernández Ruiz

26 FEB. 1968

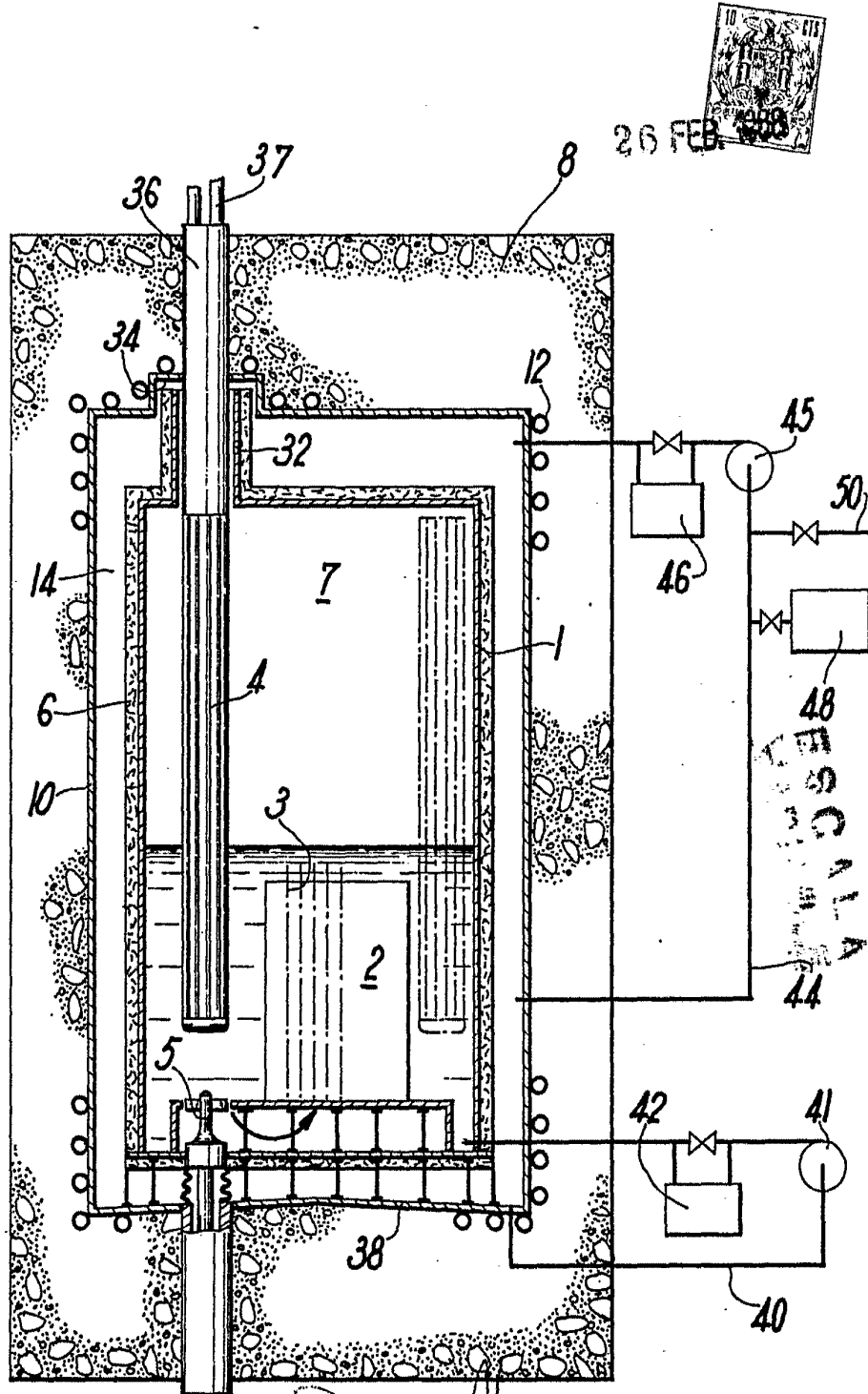


ESCALERA

FIG. 1

26 FEB. 1961

J. GOMEZ ACEBO Y PARTIDA
Ingenieros



26 FEB 1958

FIG. 2

26 FEB 1958
Madrid
J. GOMEZ ACEBO Y MORET
Ingenieros de Camión, S. de Ingenieros de Camión