

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

ES

11

21

22

47 41 01

NUMERO
FECHA DE PRESENTACION

- 4 JUL 1977

10

A1

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

PATENTE DE INVENCION

60 PRIORIDADES:	62 FECHA	63 PAIS
61 NUMERO		
EN 77.20.488	4 de Julio de 1.977	Francia
EN 78.16.713	5 de Junio de 1.978	"

64 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	61 / G21C / G21D	

64 TITULO DE LA INVENCION
PERFECCIONAMIENTOS EN REACTORES NUCLEARES REFRIGERADOS POR UN METAL LIQUIDO.

71 SOLICITANTE (S)
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
31/33, rue de la Fédération, 75.015 PARIS (Francia)

72 INVENTOR (ES)
Patrick JOGAND, Ing.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO y POMBO

La presente invención en la que ha colaborado el Sr. Patrick JOGAND, se refiere a unos perfeccionamientos en reactores nucleares, en particular de neutrones rápidos, refrigerados por un metal líquido, y más especialmente se refiere a una disposición particular de una primera cuba denominada cuba interna, que contiene el núcleo de este reactor y que comprende un resalto lateral que asegura la separación entre el volumen de metal líquido caliente que sale del núcleo y recogido en esta cuba interna y el metal líquido refrigerado por paso a través de los intercambiadores de calor repartidos alrededor del núcleo, restituídos en el espacio comprendido entre esta cuba interna y la pared de una segunda cuba denominada cuba principal, que rodea a la primera y que contiene el conjunto de las estructuras del reactor.

Se conocen perfectamente, en la técnica, las características generales de realización de los reactores nucleares de neutrones rápidos y de refrigeración por circulación de un metal líquido, que corresponde a una disposición del bloque pila integrado. En este tipo de reactor, al que corresponde en particular el conocido con el nombre de Super Phénix, el núcleo, formado por el agrupamiento de montajes combustibles mantenidos verticales por disposición de su extremidad inferior ó pié en un emparillado de soporte, está contenido en una cuba interna a su vez rodeada por una cuba principal, abierta en su parte superior y suspendida bajo una loseta de protección espesa que cierra una cavidad prevista en un recipiente de protección, generalmente de hormigón, que delimita exteriormente la instalación. La cuba principal contiene un volumen apropiado de un metal líquido, generalmente sodio, que circula de abajo hacia arriba a través del núcleo en la cuba interna, en contacto con los montajes combustibles, siendo recogido el sodio caliente que ha adquirido calorías producidas en los montajes por la fisión nuclear, en la parte superior de esta cuba interna de donde se dirige hacia orificios de entrada previstos en intercambiadores de calor suspendidos verticalmente bajo la loseta de modo a sumer

girse bajo el nivel del metal líquido. El sodio refrigerado durante la
travesía de estos intercambiadores sale por la parte inferior de éstos en
el espacio comprendido entre la cuba interna y la cuba principal y se es-
parce entre estas cubas donde es tomado por bombas de circulación, igual-
5 mente suspendidas bajo la loseta y repartidas alrededor del núcleo entre
los intercambiadores, reenviando estas bombas entonces el sodio frío al
emparrillado que soporta el núcleo con una presión suficiente para permi-
tir un nuevo paso a través de este núcleo y producir así una circulación
continua.

10 Según una disposición clásica en estípo de reactor inte-
grado, los volúmenes de sodio caliente en la cuba interna y de sodio frío
entre esta cuba interna y la cuba principal, se aran por un resalto -
transversal, que constituye una prolongación de pared lateral de la cu-
ba interna, estando atravesado este resalto de la estancia por el con-
15 junto de componentes que incluyen en particular bombas y los intercam-
biadores. Para estos últimos, los orificios de entrada del sodio caliente
están dispuestos por encima del resalto y los orios de salida del so-
dio frío por debajo de éste.

20 Según la patente francesa nº 2.220.841 el borde periférico -
del resalto está plegado en dirección del fondo de la cuba principal para
reunirse con éste ó a una estructura que se extiende paralelamente a la
pared de esta cuba, separando así totalmente la salida del sodio frío y
la del sodio caliente. La forma así adoptada por el borde del resalto
permite en particular eliminar la presencia de zonas de sodio que se es-
25 tancan bajo el resalto, evitando la creación de zonas perjudiciales
y ofreciendo a la vez una resistencia mecánica elevada. Sin embargo, no
es posible eliminar los efectos de los choques térmicos producidos duran-
te variaciones de régimen del reactor, en particular cuando se para éste.

30 La presente invención se refiere a un reactor nuclear refrige-
rado por un metal líquido que comprende una cuba principal abierta de eje

vertical que contiene el metal líquido y una cuba interna montada en la cuba principal y prolongada por un resalto transversal que presenta un borde plegado acoplado a la cuba principal ó a una estructura ligada a esta cuba, en el que la forma y la disposición de este resalto procura una resistencia mecánica todavía mejorada y aseguran además una protección térmica permanente de éste, merced a una disminución notable de su temperatura, permitiendo una reducción considerable en los esfuerzos que fundamentalmente se producen por los diferentes regímenes de funcionamiento.

A este efecto, el reactor considerado se caracteriza porque el resalto se asocia a un tabique desviador que se extiende por encima de este resalto y que delimita con éste un espacio que contiene un volumen casi estático que forma pantalla térmica entre el metal líquido caliente en la cuba interna por encima del tabique desviador y el metal líquido frío entre la cuba interna y la cuba principal bajo el resalto.

Ventajosamente, el resalto presenta una forma de porción de toro de revolución alrededor del eje de la cuba principal, acoplándose por paredes cónicas a la cuba interna por una parte y a la cuba principal ó a la estructura ligada a esta cuba por otra.

En una primera forma de realización de la invención, el tabique desviador que corona el resalto es horizontal y descansa sobre apoyos fijos. En una primera variante de esta forma de realización, el tabique desviador está constituido de una sola pieza que descansa en los apoyos fijos por mediación de contactos deslizantes. En otra variante, el tabique está constituido por sectores adyacentes yuxtapuestos, que comprenden gradualmente bordes que aseguran por recubrimiento mútuo la continuidad del tabique, ligándose cada uno de estos sectores a una de las virolas de paso de una bomba ó de un intercambiador. Preferentemente, el tabique desviador comprende nervaduras circunferenciales para facilitar la absorción de los esfuerzos térmicos en funcionamiento.

Según una segunda forma de realización, el tabique desviador

es autoportante y está inclinado hacia el eje de la cuba principal, prolongándose este tabique por una virola de apoyo lateral y vertical dispuesta en el interior de la cuba interna. Según el caso, los bordes del tabique desviador inclinados están plegados hacia abajo ó levantados hacia arriba paralelamente aleje de la cuba principal, para asegurar el confinamiento del espacio que conduce el metal líquido entre el resalto y el tabique desviador y el aislamiento de este espacio frente al metal líquido caliente en la cuba interna.

En otra variante finalmente, el tabique desviador comprende una superficie horizontal que descansa libremente sobre apoyos fijos y provista en sus contornos interno y externo así como en la travesía de cada virola, de un borde retorneado que se sumerge en el metal líquido aprisionando bajo la superficie horizontal del tabique desviador un colchón de gas neutro.

Otras características de un reactor nuclear refrigerado por un metal líquido, comprende un resalto transversal asociado a un tabique desviador para constituir conforme a la invención una pantalla térmica, se pondrán de manifiesto a través de la descripción que sigue de varios ejemplos de realización dados a título indicativo pero no limitativo y con referencia a los dibujos anexos, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática en sección transversal parcial de la parte inferior de la cuba de un reactor nuclear de neutrones rápidos refrigerado por un metal líquido y de las estructuras esenciales contenidas en esta cuba, que ilustra en particular el resalto transversal asociado a un tabique desviador según una primera forma de realización de la invención.

La figura 2 ilustra una variante de la forma de realización según la figura 1.

La figura 3 es una vista de detalle en sección transversal y a mayor escala de una segunda forma de realización según una primera va-

riante.

La figura 4 es una vista en sección transversal de una segunda variante de esta segunda forma de realización.

La figura 5 ilustra otra variante de realización.

5 En el ejemplo representado en la figura 1, la referencia 1 designa en su conjunto la parte inferior de un reactor nuclear de neutrones rápidos, refrigerado por un metal líquido. Este reactor comprende en particular una cuba principal 2, abierta en su parte superior (no representada) y constituida por una virola cilíndrica lateral 3, a su vez finalizada en un fondo 4 sensiblemente semiesférico. De forma conocida, la cuba 2 está
10 revestida exteriormente de una segunda cuba 5 de seguridad, de pared paralela.

En el interior de la cuba principal 2, se dispone, bajo el nivel (no representado) del metal líquido contenido en ésta, el núcleo 6 del
15 reactor, que descansa sobre un emparrillado de soporte 7, el cual está apoyado contra el fondo 4 de la cuba 2 por mediación de un entarimado 8. El metal líquido contenido en la cuba 2, generalmente sodio, baña totalmente el núcleo y el entarimado 8. Este volumen de metal líquido, alimenta además, por mediación de orificios 9 previstos en la base del entarimado 8 un espacio anular estrecho 10, delimitado en primer lugar entre el fondo 4 de la
20 cuba 2 y una chapa 11 paralela a éste, y después se prolonga a la altura de la virola lateral 3 por dos paredes paralelas 12 y 13, que delimitan dos espacios 14 y 15, circulando el caudal de metal líquido de abajo hacia arriba en el espacio 14 y después de arriba hacia abajo en el espacio 15 asegurando el funcionamiento la refrigeración de la cuba 2. En el fondo del
25 espacio 15, este caudal se escapa por orificios 16 previstos en la pared 13 a fin de alcanzar el volumen contenido en la cuba 2.

Según una disposición igualmente clásica, el núcleo 6 del reactor se dispone en el interior de una cuba interna cuya pared lateral 17 presenta, en el ejemplo de realización, un contorno sensiblemente cónico de
30

modo a acoplarse tangencialmente con una porción de toro 18 que se extiende anularmente alrededor del eje del núcleo y de la cuba principal. Esta porción de toro 18 que forma resalto, se prolonga por una segunda parte cónica 19, plegada hacia abajo y que se acopla a la pared 13 de la estructura de refrigeración que reviste la virola lateral 3 de la cuba principal. En estas condiciones, el resalto 18 y sus prolongaciones cónica 17 y 19 separan el volumen de metal líquido en el interior de la cuba 2 en dos regiones, respectivamente 20 y 21, situadas en un caso por encima de este resalto y en el otro por debajo.

El reactor nuclear representado en la figura 1 corresponde a una disposición generalmente conocida en la técnica con el término de reactor "integrado". A este efecto comprende una serie de intercambiadores de calor 22 y de bombas de circulación 23, dispuestos en el interior mismo de la cuba principal 2, estando convenientemente repartidos alrededor del núcleo 6 de tal modo que los cuerpos de estos intercambiadores y de estas bombas se extiendan verticalmente y atraviesen el resalto 18 que estas regiones 20 y 21.

Cada cuerpo de intercambiador 22 comprende orificios ó ventanas de entrada 24, dispuestas en la región 20 por encima del resalto 18 y ventana de salida 25 previstas bajo este resalto en la región 21, entre la cuba interna 17 y la cuba principal 2. La travesía del resalto 18 por cada conjunto de intercambiador 22 ó de bomba 23 se realiza a través de los pozos, constituidos cada uno por una virola cilíndrica 26 que rodea el cuerpo de intercambiador ó de bomba y soldada al resalto. En el caso del intercambiador, esta virola a su vez está recubierta por una campana 17 ligada al intercambiador y que delimita un espacio 28 en el que queda aprisionada una cantidad conveniente de un gas neutro de estanquidad, estando esquematizados los niveles del metal líquido en el interior y en el exterior de la virola 26, en comunicación respectivamente con las regiones 20 y 21, con las referencias 29 y 30.

Según la invención, el tabique desviador 18 con sus prolon-

gaciones cónicas 17 y 19 hacia la cuba interna y la cuba principal, se -
asocia a un tabique desviador 31 que, en el ejemplo de realización de la
figura 1, se presenta bajo la forma de una chapa única 32, sensiblemente -
horizontal, que comprende contactos ó patines deslizantes 33 que descansan
5 sobre apoyos 34, por ejemplo del tipo de angulares, solidarios ó bien de
una consola 35 prevista en la superficie externa de la virola 26 ó bien -
en la parte superior de la protección neutrónica lateral 36 que rodea el
núcleo 6 en el interior de la cuba interna. En su periferia, la placa 32
comprende un reborde retorneado 37 que permite la subsistencia de una to-
10 lerancia reducida con la pared 13. Finalmente, la chapa 32 presenta venta-
josamente nervaduras circunferenciales 38 que permiten absorber los cho-
ques térmicos y en particular disminuir los esfuerzos en el tabique des-
viador, durante las variaciones del régimen de funcionamiento. Durante el
funcionamiento, el metal líquido que ha atravesado de abajo hacia arriba
15 el núcleo 6 del reactor es colectado en la región 20 en la cuba interna
por encima del resalte 18 y después penetra en los cuerpos de intercambia-
dores 22 por sus ventanas de entrada 24. Este metal líquido una vez refrige-
rado sale de estos intercambiadores por las ventanas 25 y es recogido en
la región 21 bajo el resalte 18, entre la cuba interna y la cuba princi-
20 pal. En esta región, el metal líquido refrigerado es tomado por las bom-
bas 23. Después de la aspiración a través de los difusores 39 de estas -
bombas, soportados por vigas 40, el metal líquido es enviado a través de
conductos de gran sección 41 al emparrillado 7 y después sufre un nuevo -
paso a través del núcleo 6 manteniendo así una circulación continua.

25 La colocación por encima del resalte 18 del tabique desviador
31 delimita con éste una región interna 42, apta para constituir en fun-
cionamiento una pantalla térmica eficaz merced a la cantidad de metal lí-
quido contenida en esta región, que es prácticamente casi estática. La uti-
lización de apoyos deslizantes permite además, una libre dilatación del -
30 tabique desviador mientras que las nervaduras 38 previstas en éste asegu-

ran una disminución de los esfuerzos térmicos. La solución considerada -
presenta finalmente una gran simplicidad de realización y a penas ocupa
un volúmen muy pequeño.

5 La figura 2 ilustra una variante de la forma de realización
descrita anteriormente, donde el tabique desviador 31 está constituido ya
no por una sola pieza como en la anterior realización, sino por medio de
sectores próximos 31a, 31b, 31c, estando ligado cada uno de ellos a
una virola 26 de travesía del tabique desviador y del resalto por un cuer-
po de bomba ó de intercambiador. Preferentemente, estos sectores compren-
den bordes 31'a, 31'b, 31'c ..., que se recubren mutuamente de forma pro-
gresiva para asegurar la continuidad del tabique desviador. En esta varian-
10 te, se observan las nervaduras circunferenciales 38 en forma de ondula-
ciones circulares destinadas a dar, merced a su elasticidad propia, la fle-
xibilidad necesaria al tabique.

15 En la primera variante de una segunda forma de realización,
representada en la figura 3, donde se han tomado parcialmente los elemen-
tos ya ilustrados en la figura 1, el tabique 51 es autoportante y presen-
ta una parte 52 plana pero inclinada hacia el eje de la cuba principal,
que descansa en una virola lateral cilíndrica 53, montada en la cuba in-
20 terna y a su vez en apoyo por su extremidad inferior en el entarimado 8.
En su extremidad opuesta dirigida hacia la periferia, el tabique 51 pre-
senta un borde plegado hacia abajo 54, que deja subsistir un juego ó to-
lerancia estrecha con la pared 18. Para confinar el volúmen en la región
42, el tabique 51 presenta igualmente un reborde 55 a la altura de cada -
25 una de las faldillas de travesía 26 del resalto 18 por los conjuntos de
intercambiadores ó de bombas 22 y 23, extendiéndose este reborde 55, al
igual que el borde 54, hasta el nivel más bajo del tabique desviador a -
fin de evitar la circulación del metal líquido por convección natural.
En esta realización al igual que en la anterior, el metal líquido conte-
30 nido entre el resalto y el tabique es prácticamente estanco en funciona-

miento.

En una segunda variante de la segunda forma de realización ilustrada en la figura 4, el tabique desviador 51 es, al igual que en la variante representada en la figura 3, autoportante y presenta igualmente una parte 52 inclinada hacia el eje de la cuba principal. En esta variante, el tabique está agenciado como se indica a continuación a fin de asegurar la estanquidad entre las regiones 42 y 20. En su perifería, el tabique 51 comprende un borde 56 dirigido hacia arriba, que se extiende paralelamente a la pared 13 hasta la atmósfera de gas neutro 60 que corona el nivel libre 58 de metal líquido. El desviador 51 comprende asimismo un borde, similar al borde 56, alrededor de cada una de las travesías (no representadas) del resalto 18 por las virolas 26 que rodean a los cuerpos de bombas. En la travesía del resalto 18 por los cuerpos de intercambiadores 22, el tabique 51 presenta un reborde 57 que se extiende hacia arriba para conducir al espacio de gas neutro 28. Merced a estas disposiciones, se evita toda circulación entre la región 42 comprendida entre el resalto y el tabique y la región que contiene el sodio caliente. El equilibrado de las presiones entre la región 20 y la región confinada 42 se obtiene por medio de orificios 59 previstos en la parte inferior de la virola 53 que soporta el tabique 51.

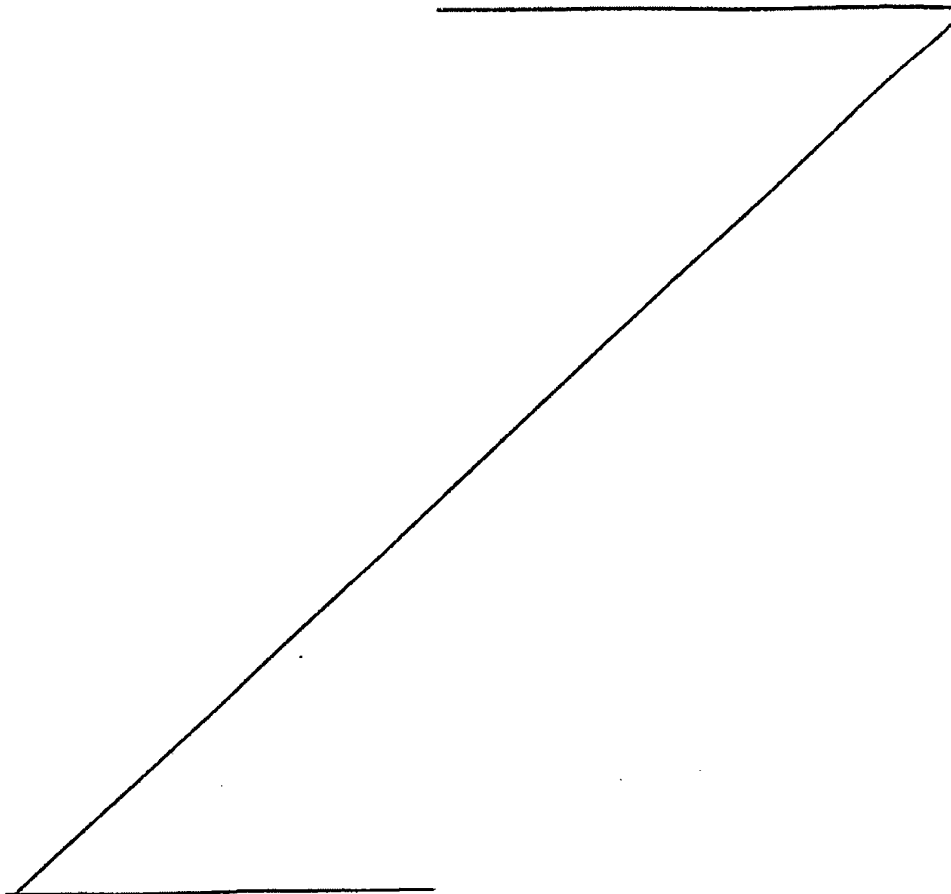
La figura 5 ilustra otra variante de realización donde el tabique asociado al resalto está montado flotante. En esta variante, el tabique 62 comprende una superficie plana 63 que se extiende horizontalmente por encima del resalto 18, descansando esta superficie sobre apoyos tales como 64 previstos en la pared 13 del lado de la cuba principal ó en una virola 65 del lado del núcleo del reactor, ó incluso en la superficie exterior de las virolas 26 permitiendo la travesía del resalto por los cuerpos de las bombas y de los intercambiadores. En sus bordes, la superficie 63 del tabique comprende partes retorneadas 66 que se sumergen bajo el nivel del metal líquido aprisionado en los apoyos 64, confinando así bajo el

tabique un colchón 67 de un gas neutro apropiado tal como argón ó helio.

5 Merced a estas disposiciones, se obtiene una estanquidad total entre el volúmen de metal líquido caliente por encima del tabique y el volúmen de metal líquido más frío situado bajo este último, lo que permite disminuir notablemente las fuerzas de frotamiento durante dilataciones diferenciales radiales del tabique. Finalmente, la presencia del colchón de gas asegura un aislamiento térmico más eficaz, que permite disminuir la temperatura del volúmen de metal líquido casi estático entre el tabique y el resalto.

10 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.

15



REIVINDICACIONES

5 1.- Perfeccionamientos en reactores nucleares refrigerados -
por un metal líquido, que comprenden una cuba principal abierta de eje -
vertical, que contiene el metal líquido, y una cuba interna montada en la
10 cuba principal y prolongada por un resalto transversal que presenta un -
borde plegado acoplado a la cuba principal ó a una estructura ligada a es-
ta cuba, estando atravesado este resalto por virolas que permiten el paso
estanco de cuerpos de bombas y de intercambiadores de calor repartidos
alrededor del núcleo de reactor, caracterizados porque el resalto está -
15 asociado a un tabique desviador que se extiende por encima de este resal-
to y que delimita con éste un espacio que contiene un volumen casi está-
tico que forma pantalla térmica entre el metal líquido caliente en la cu-
ba interna por encima del tabique y el metal líquido frío entre la cuba
interna y la cuba principal bajo el resalto.

15 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracteri-
zados porque el resalto presenta una forma de porción de toro de revolu-
ción alrededor del eje de la cuba principal que se acopla por paredes có-
nicas a la cuba interna por una parte y a la cuba principal ó a la estruc-
tura ligada a esta cuba por otra.

20 3.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 ó
2, caracterizados porque el tabique que corona el resalto es horizontal y
descansa sobre apoyos fijos.

25 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracteri-
zados porque el tabique está constituido por una sola pieza que descansa
en los apoyos fijos por mediación de contactos deslizantes.

30 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracteri-
zados porque el tabique desviador está constituido por sectores adyacen-
tes yuxtapuestos, que comprenden progresivamente bordes que aseguran por
recubrimiento mútuo la continuidad del tabique, ligándose cada uno de es-
tos sectores a una de las virolas de paso de una bomba ó de un intercam-

biador.

6.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizados porque el tabique desviador comprende nervaduras circunferenciales.

5 7.- Perfeccionamientos según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizados porque el tabique desviador es autoportante y está inclinado hacia el eje de la cuba principal, prolongándose este tabique desviador por una virola de apoyo lateral y vertical dispuesta en el interior de la cuba interna.

10 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque el tabique desviador comprende en su periferia y alrededor de las virolas de travesía, bordes dirigidos hacia abajo y que se extienden paralelamente al eje de la cuba principal hasta el nivel más bajo del tabique, delimitando estos bordes una pluralidad de espacios anulares que -
15 desembocan en sus extremidades en el metal líquido caliente situado por encima del tabique y en el espacio que contiene el volumen que forma pantalla térmica.

20 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7, caracterizados porque el tabique desviador comprende en su periferia y alrededor de las virolas de travesía, bordes dirigidos hacia arriba y que se extienden paralelamente al eje de la cuba principal, delimitando estos bordes una pluralidad de espacios anulares cuya extremidad superior desemboca en una atmósfera gaseosa que corona el metal líquido caliente, estando además previstos orificios en la parte inferior de la virola de apoyo del ta
25 bique.

30 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el tabique desviador comprende una superficie horizontal que descansa libremente sobre apoyos fijos y provista en sus contornos interno y externo al igual que en la travesía de cada virola, de un borde retornado que se sumerge en el metal líquido, aprisionando bajo la superficie

horizontal del tabique a un colchón de gas neutro.

11.- Perfeccionamientos en reactores nucleares refrigerados - por un metal líquido; tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

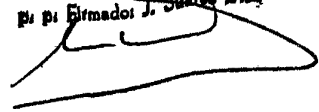
5 Esta Memoria consta de 13 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, - 4 JUL. 1973

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

J. M. GONZALEZ AGUILO

Es p. Firmado: J. Suarez Diaz



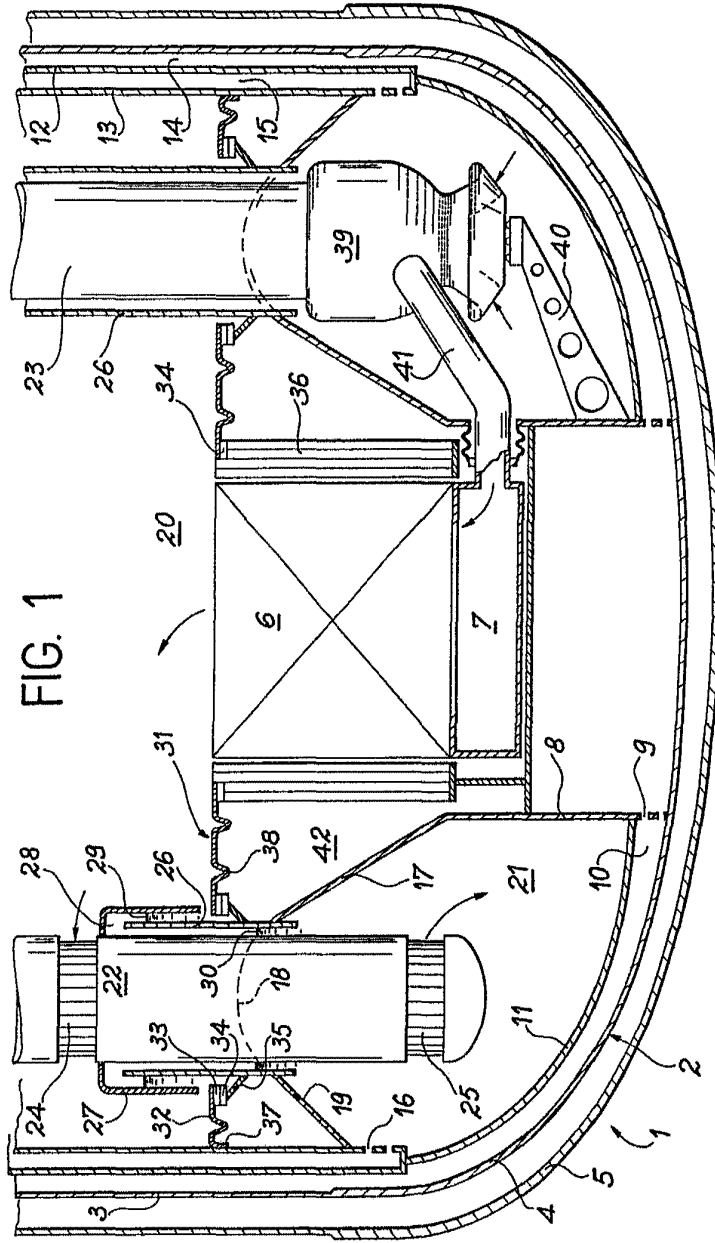
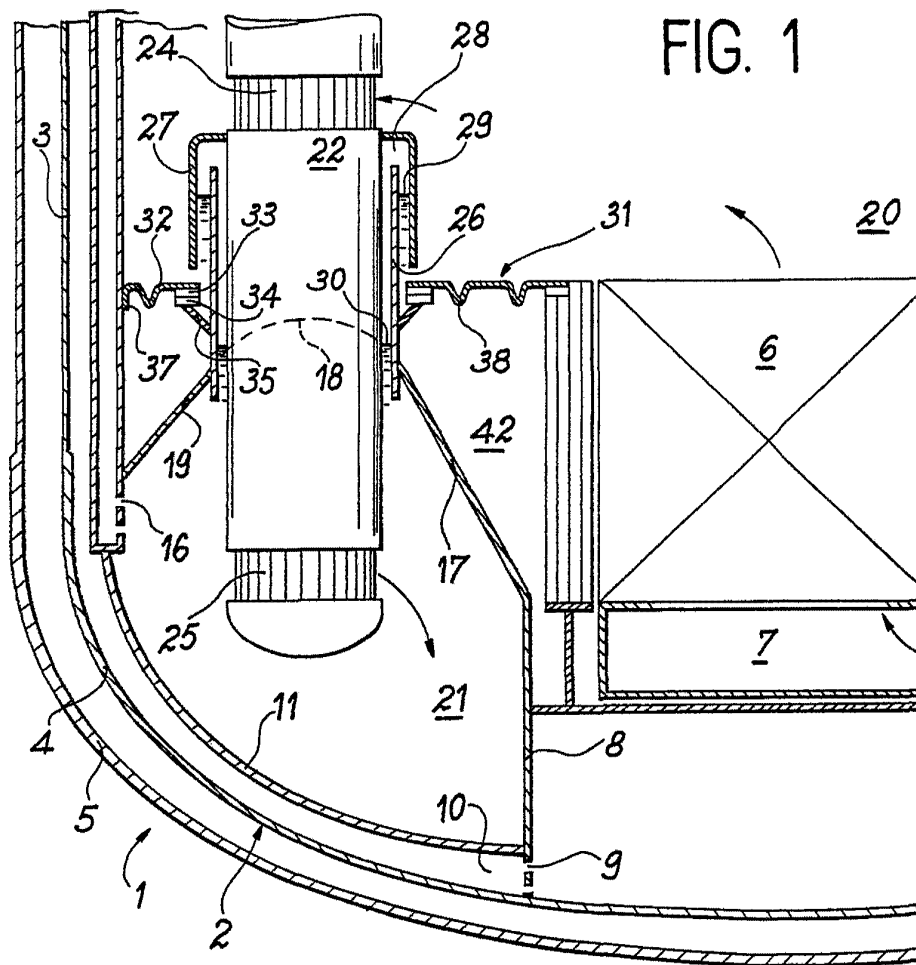
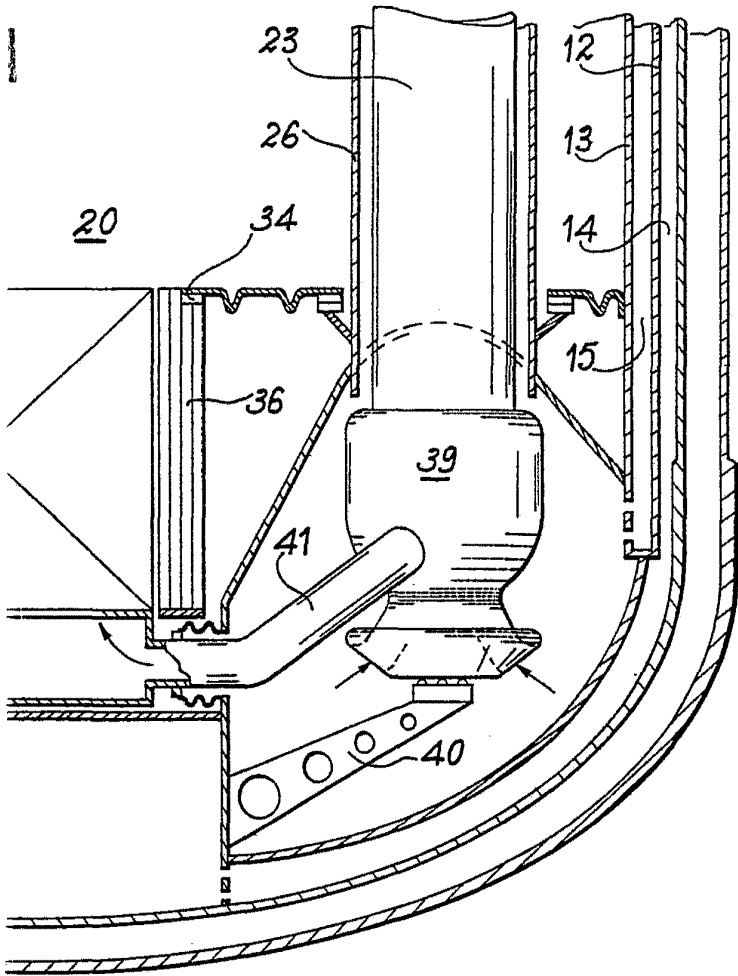


FIG. 1

100000

100000





RECEIVED - 4 JUL 1971

[Handwritten signature]

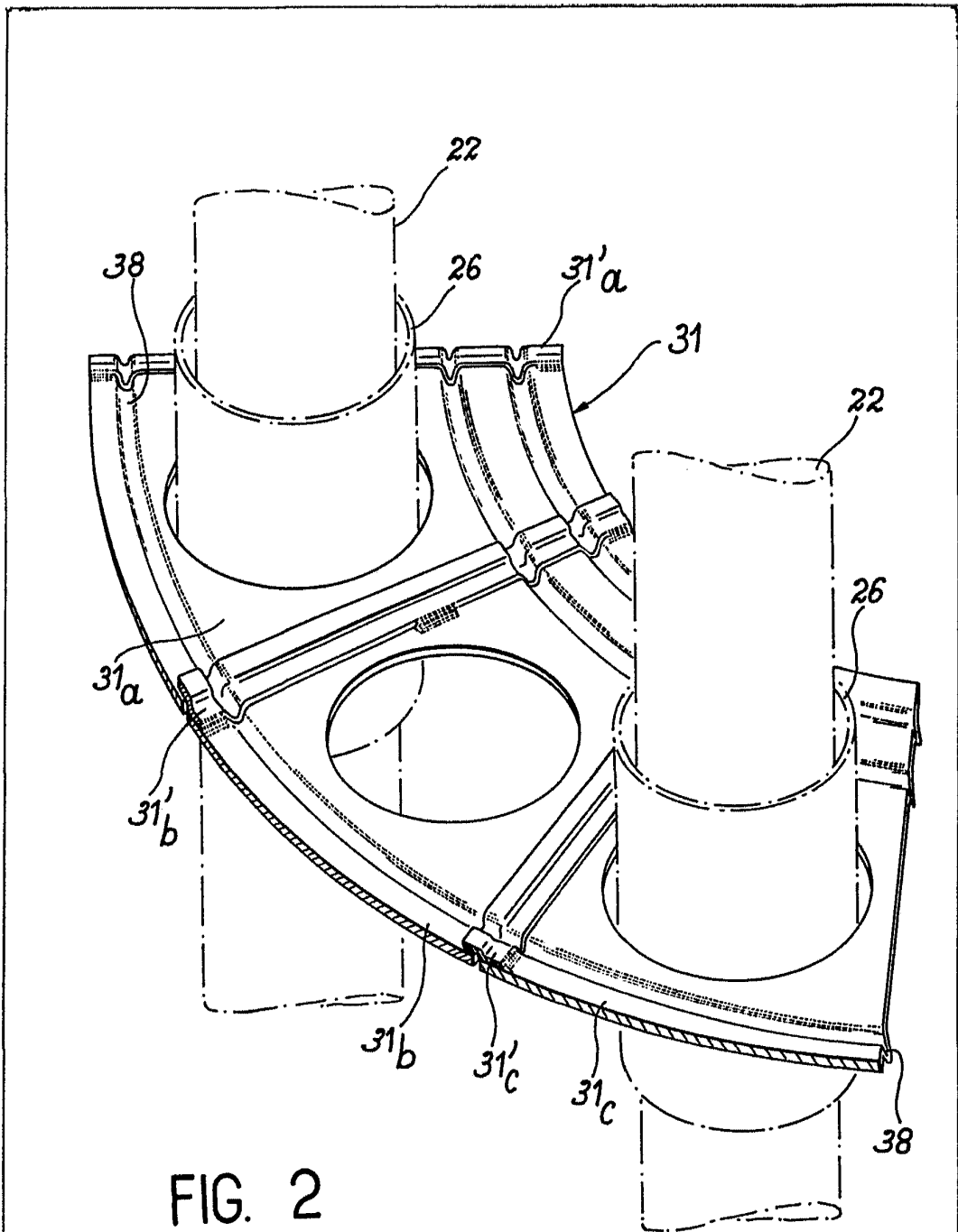


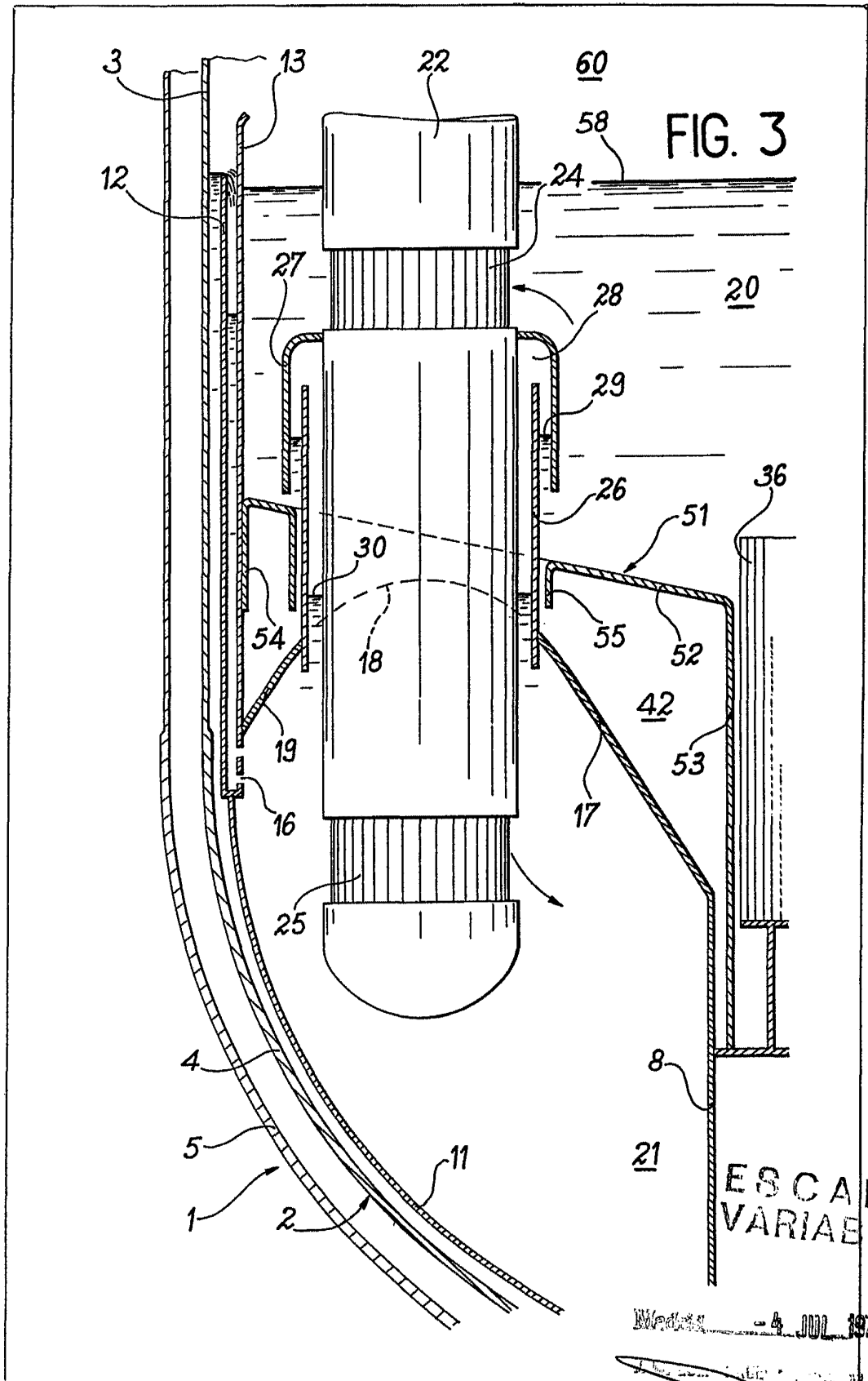
FIG. 2

ESCALA
VARIABLE

- 4 JUL. 1970

Madrid

J.-M. GOMEZ AGUIRRE
P. p. Firmado



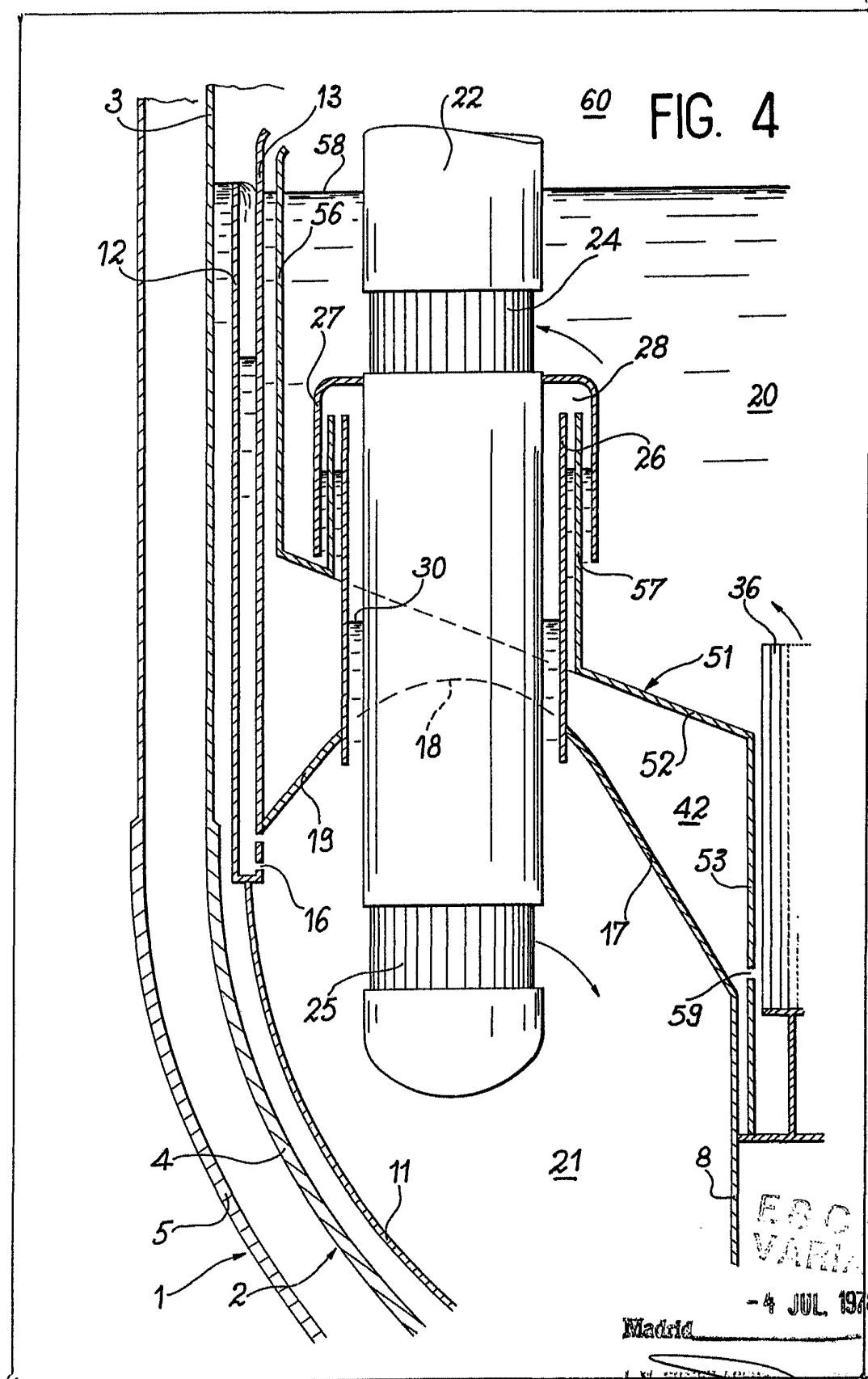


FIG. 4

ESCALA
VARIABLE

- 4 JUL 1973

Madrid

J. M. GOMEZ AGUIRRE
p. p. Firmado: J. Gomez

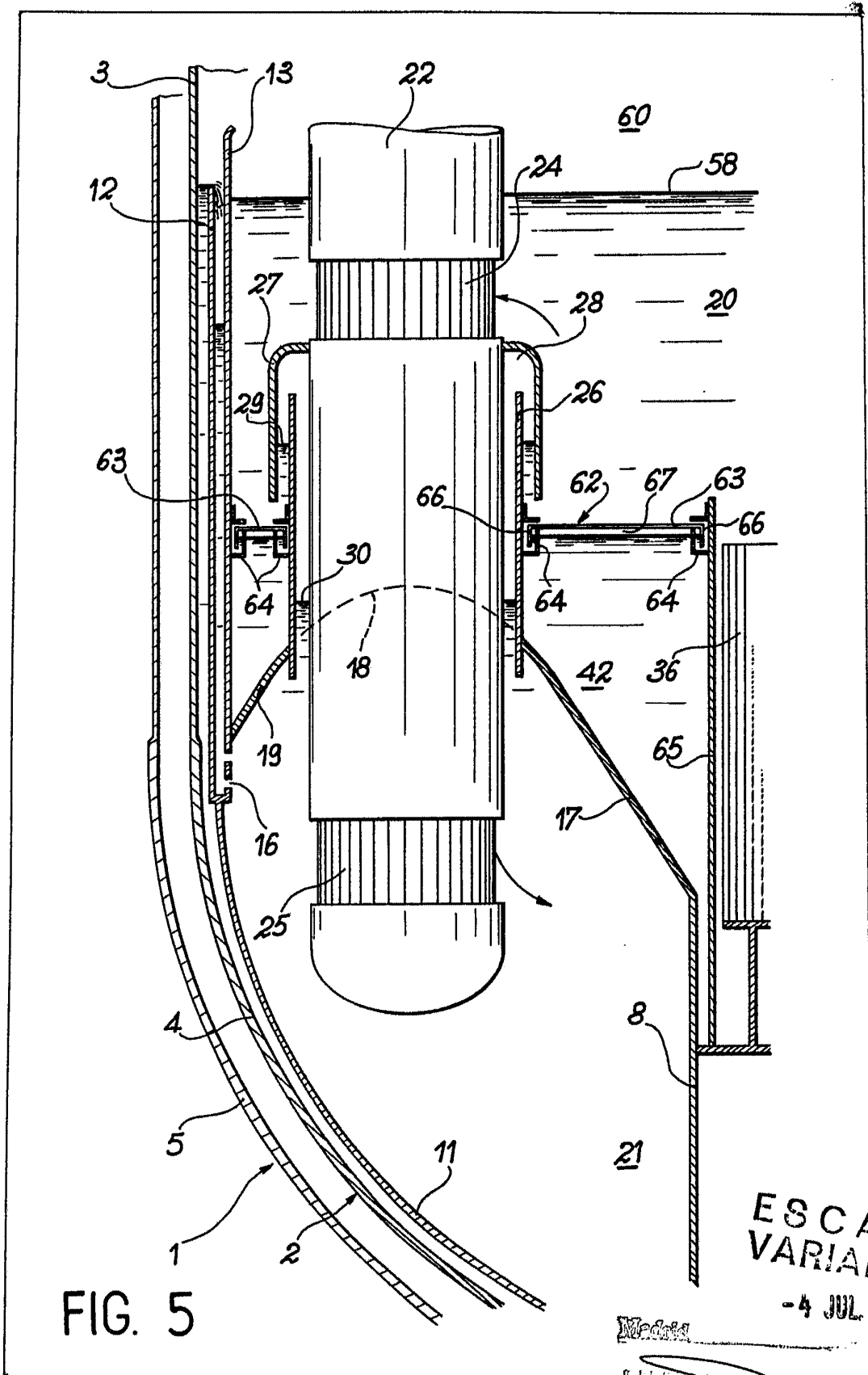


FIG. 5

ESCALA VARIABLE
-4 JUL 1978

Madrid
El Encargado de...