

432792

P.- 59.267

B 5170.3 PG

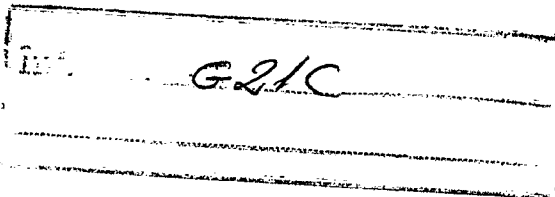
19 DIC. 1974

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION

A nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

entidad francesa



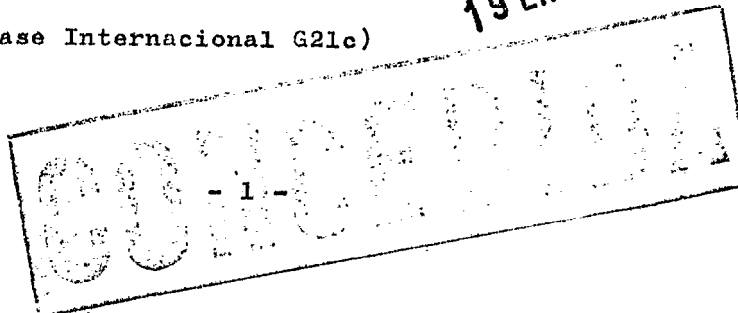
establecida en 29, rue de la Fédération, París 15^e,
Francia

por: "ESTRUCTURA DE PROTECCION NEUTRONICA PARA NUCLEO
DE REACTOR NUCLEAR DE NEUTRONES RAPIDOS REFRIGE
RADO POR CIRCULACION DE UN METAL LIQUIDO"

(Clase Internacional G21c)

19 ENE. 1977

14.12.74



El presente invento, debido a Bernard Gar-
chon, Pierre Marmonier, Jean Moreau y Jean-Claude Moug-
niet, se refiere a los reactores nucleares de neutrones
rápidos y más particularmente a una estructura de protec-
5 ción neutrónica que incluye ensamblajes dispuestos en coro-
nas concéntricas adyacentes alrededor del núcleo de un
reactor de esta clase, con vistas a asegurar una pantalla
absorbente que confina sensiblemente a los neutrones pro-
cedentes de la parte activa del núcleo en el interior de
10 los límites de éste, para proteger en las mejores condi-
ciones posibles las estructuras especialmente metálicas
que se encuentran en la proximidad del núcleo frente a
los efectos de estos neutrones y para reducir la activa-
ción del sodio secundario que circula en los cambiadores.

15 Se sabe que en un reactor nuclear de neu-
trones rápidos, el núcleo está soportado habitualmente
por un durmiente rígido, apoyando a su vez contra el fon-
do o la virola de una cuba, llamada cuba principal, que ro-
dea al núcleo y contiene un volumen conveniente de un flui-
do primario de refrigeración, generalmente sodio fundido.
20 La cuba puede contener igualmente, en la solución clásica
denominada integrada, cambiadores de calor y bombas, que
permiten poner el sodio líquido en circulación continua a
través del núcleo donde adquiere las calorías desprendidas
25 por la reacción de fisión antes de restituir las en los cam

biadores de calor a un fluido secundario, y ser luego recogido por las bombas de circulación para ser enviado de nuevo bajo el durmiente con vistas a un nuevo paso por el núcleo, y así sucesivamente. El núcleo está constituido por el agrupamiento lado a lado de ensamblajes combustibles, dispuestos verticalmente, que comprenden, cada uno, una caja alargada, abierta por su extremo superior, que contiene un haz de agujas combustibles enfundadas, presentando estas cajas en su extremo inferior un pie de posicionamiento introducido en un alveólo de una rejilla perteneciente al durmiente de soporte. El sodio líquido penetra en las cajas de los ensamblajes por aberturas previstas en los pies de posicionamiento en el durmiente y circula de abajo a arriba a través del núcleo.

En una disposición igualmente clásica, el núcleo incluye una zona central donde el combustible nuclear en el interior de las agujas enfundadas de los ensamblajes, está constituido por la materia fisible, estando esta zona central rodeada totalmente por cubiertas de material fértil. De preferencia, la cubierta lateral está formada por ensamblajes que presentan exactamente la misma geometría que los ensamblajes de la zona central, pero en los cuales los haces de agujas no contienen más que materia fértil, mientras que las cubiertas superior e inferior están constituidas por la colocación, en los haces de agujas

de la zona central, de una altura suficiente de materia fértil por encima y por debajo de la materia fisible misma. Finalmente, las cubiertas fértiles están rodeadas, a su vez, por cubiertas de protección frente a neutrones, incluyendo estas cubiertas, especialmente, varias coronas concéntricas de ensamblajes que presentan igualmente el mismo perfil que los otros ensamblajes del núcleo, pero que, a la inversa de estos últimos, no contienen combustible nuclear. Estos ensamblajes de protección, dispuestos en la periferia del núcleo y por encima y por debajo de este, tienen como misión especialmente impedir la activación del sodio secundario que atraviesa los cambiadores, y minimizar los daños en las cubas del reactor.

En las soluciones actualmente conocidas, la estructura de protección neutrónica formada por los ensamblajes de protección está constituida por elementos continuos y macizos, ya sea de grafito enfundado de acero, ya sea enteramente de acero, estando refrigerados estos ensamblajes, o bien por convección forzada del sodio líquido en circulación en contacto con su superficie externa, para los ensamblajes que están dispuestos más cerca de la cubierta lateral fértil del núcleo, o bien por una simple convección natural del sodio para los ensamblajes de protección neutrónica que están más alejados. En el primer caso, estos ensamblajes de protección, como los ensamblajes férti-

les y fisibles, son llevados por el durmiente y comprenden un pie introducido en alvéolos de la rejilla de éste, mientras que en el segundo caso los ensamblajes están soportados por una plataforma periférica que rodea al durmiente pero independiente de éste y habitualmente denominada falso durmiente.

Ahora bien, estos ensamblajes de protección neutrónica presentan ciertos inconvenientes, sobre todo cuando la potencia del reactor llega a ser muy importante y el fluido de neutrones más intenso. En el caso, especialmente, de varillas cilíndricas de grafito colocadas en el interior de una envolvente de acero inoxidable, los riesgos de hinchado del grafito bajo el efecto del flujo de neutrones y de ruptura de la envolvente, lo que tiene como consecuencia una dispersión de grafito en el sodio, no son en absoluto despreciables. Además, estos ensamblajes presentan una pequeña resistencia mecánica frente a fuerzas centrífugas que proceden de la zona central fisible, siendo el grafito en sí mismo un material relativamente frágil. En el segundo caso, en que los ensamblajes de protección neutrónica se presentan en forma de ensamblajes de protección neutrónica macizos o metálicos, especialmente de acero, otro inconveniente se debe al peso excesivo de estos ensamblajes de protección neutrónica, que exigen para el durmiente y el falso durmiente estructuras mucho más resistentes, que originan un precio de coste particu-

larmente elevado.

El presente invento se refiere a una estructura de protección neutrónica para reactor nuclear de neutrones rápidos, que presenta ventajas notables sobre las anteriormente conocidas y utilizadas.

5

A este respecto, la estructura de protección considerada para reactor nuclear de neutrones rápidos refrigerado por circulación de un metal líquido, que incluye ensamblajes dispuestos en coronas concéntricas adyacentes alrededor del núcleo y en la cual cada ensamblaje presenta una forma cilíndrica que delimita un ánima axial, se caracteriza porque dicha ánima está recorrida por dicho metal.

10

En un primer caso en que cada ensamblaje de protección incluye un pie inferior de posicionamiento, introducido en un alvéolo de una rejilla perteneciente a un durmiente de soporte del núcleo, el metal líquido de refrigeración penetra en el ánima axial por orificios formados en la pared lateral del pie. En un segundo caso, en que el ensamblaje de protección no incluye pie de posicionamiento y es llevado por un falso durmiente que rodea lateralmente al durmiente que soporta el núcleo, el metal líquido de refrigeración penetra en el ánima axial por orificios previstos directamente en el extremo inferior del ensamblaje de protección neutrónica. En este último caso, el grosor del material del ensamblaje puede ser constante en la totali-

15

20

25

14.12.74

dad de la altura de éste.

Otras características de una estructura de protección neutrónica establecida conforme al invento aparecerán todavía a través de la descripción que sigue de
5 dos ejemplos de realización de un ensamblaje que compone dicha estructura, dados a título indicativo y no limitativo, con referencia al dibujo anejo, en el cual:

- la figura 1 es una vista esquemática en corte transversal parcial de un reactor nuclear de neutrones rápidos, que ilustra especialmente el durmiente de
10 soporte del núcleo de este reactor,

- la figura 2 es una vista en corte longitudinal de un ensamblaje de protección neutrónica de la estructura de protección, llevado por el durmiente,

15 - la figura 3 es una vista en corte longitudinal de otro ensamblaje de protección neutrónica, llevado por un falso durmiente.

En la figura 1, la referencia 1 designa el conjunto del núcleo de un reactor nuclear, especialmente
20 del tipo de neutrones rápidos. De manera conocida, este núcleo reposa sobre un durmiente de soporte horizontal 2, que incluye una virola de apoyo 3 solidarizada con el fondo 4 de una cuba metálica 5 llamada cuba principal, con eje vertical que rodea al núcleo y cerrada por su parte superior
25 mediante una losa horizontal 6 de grosor conveniente, espe

cialmente de hormigón. El acceso del núcleo al interior de la cuba a través de la losa 6 se realiza por un sistema de tapones giratorios 7 y 8. La cuba 5 está llena de un volumen 9 de un metal líquido de refrigeración, generalmente sodio, que permite extraer las calorías desprendidas por la reacción de fisión en el núcleo y restituir estas calorías en cambiadores de calor itegrados en la cuba (no representados) a un fluido secundario que, a su vez, se utiliza para producir vapor enviado hacia una instalación de producción de electricidad. El sodio líquido 9 en el interior de la cuba 5 es puesto en movimiento a través del núcleo 1 y los cambiadores por medio de bombas de circulación 10 sumergidas en el sodio, incluyendo cada una de estas bombas, de las cuales solo una aparece en la vista esquemática de la figura 1, un conducto de impulsión 11 que desemboca en un colector anular 12 solidario del durmiente 2 y que se abre hacia éste con objeto de permitir que el sodio bajo presión se reparta en este durmiente antes de atravesar el núcleo de abajo a arriba. Ventajosamente, pero de manera no exclusiva, naturalmente, la realización práctica del durmiente y de los diferentes componentes del reactor en el interior de la cuba principal puede ser conforme a la descrita y reivindicada en la patente francesa presentada el 19 de abril de 1972, publicada con el número 2.180.517, a nombre de la solicitante y de la Sociedad Creusot-Loire por

14.12.74

"Durmiente de soporte del núcleo de un reactor nuclear".

En este caso, el durmiente 2 está constituido, de preferencia, por medio de dos placas 13 y 14, convenientemente arriostradas una respecto a la otra, ex
5 tendiéndose la placa superior 13 horizontalmente y sopor
tando la cara inferior del núcleo 1, mientras que la placa inferior 14, dispuesta en la prolongación de la virola de soporte 3, presenta sensiblemente la forma de un casquete esférico. Las placas 13 y 14 están arriostradas mú
10 tuamente por columnas huecas 15, que incluyen aberturas 15a que permiten que el sodio líquido procedente del colector 12 entre las dos placas del durmiente penetre en el interior de estas columnas y a partir de éstas, en los en
15 samblajes combustibles 16 del núcleo. Según la disposición igualmente clásica, estos ensamblajes 16 se componen, cada uno, de una caja metálica exterior de sección recta poligo
nal, abierta por su parte superior y que incluye en su extremo inferior un pie de posicionamiento con relación al durmiente 2, convenientemente introducido a este efecto en
20 la parte superior de una columna de arriostramiento 15.

Según una disposición característica de los reactores nucleares de neutrones rápidos, el núcleo 1 formado por el ensamblaje de tales cajas yuxtapuestas está
25 constituido en su parte activa por una zona central 17 y por una zona periférica 18, correspondiendo estas zonas,

respectivamente, a la distribución a través de los ensamblajes 16 del núcleo de un material fisible y de un material fértil. La zona central 17 de material fisible está así totalmente rodeada por la zona periférica 18, que constituye una cubierta lateral e igualmente superior e inferior de material fértil. El núcleo 1 del reactor incluye igualmente, alrededor de la zona periférica 18, una estructura de protección que forma pantalla anular, que tiene por objeto confinar lo más posible en el interior de los límites del núcleo; el flujo de neutrones producido, evitando especialmente que estos neutrones vengan a actuar directamente y, sobre todo, con su energía máxima, contra la cuba primaria, y limitando, por consiguiente, la activación del sodio secundario que circula en los cambiadores.

Esta estructura de protección neutrónica se compone, de preferencia, de una primera zona anular 19 formada por ensamblajes de protección neutrónica 20, estando posicionados estos ensamblajes 20, como los ensamblajes combustibles y fértiles, con relación a la placa superior 13 del durmiente 2, por introducción de su pie en columnas 15, y luego en una segunda zona 21 que, contrariamente a la precedente, no reposa directamente sobre el durmiente 2, pero en la cual los ensamblajes de protección 22 están soportados por una plataforma periférica 23, dispues

to alrededor de este durmiente, pero independiente de éste y generalmente designada bajo el término de "falso durmiente".

5 Haciendo referencia ahora a las figuras 2 y 3, se describirá con más detalle la realización práctica según el invento de los ensamblajes de protección designados, respectivamente, en la figura 1, con las referencias 20 ó 22, según pertenezcan a las zonas anulares 19 ó 21.

10 En la Figura 2, se ha representado también, visto en corte longitudinal y a mayor escala, un ensamblaje de protección 20. Este, conforme a una disposición característica del presente invento, presenta un cuerpo constituido por un tubo alargado 31, de acero inoxidable, y un
15 ánima cilíndrica interna 32 que se extiende en toda la longitud del ensamblaje. En su parte inferior, el cuerpo 31 incluye una pieza de unión 33 provista, en su superficie externa, de nervios en relieve 34 que permiten asegurar la
20 orientación correcta del ensamblaje en el momento de su colocación, estando solidarizada esta pieza 33 por una soldadura 35 con un pie de posicionamiento 36 introducido en el durmiente 2, entre las placas 13 y 14 de éste. El pie 36
25 atraviesa la placa 13 por un orificio 37 de ésta, mientras que su extremo inferior incluye una punta 38 cónica, introducida en un agujero 39 de forma correspondiente previsto

en la placa 14. En su extremo inferior igualmente, el pie
36 incluye aberturas laterales 40 que permiten que el so-
dio líquido bajo presión procedente de la bomba de circula-
ción 10 y que alimenta el durmiente 2 por el colector
5 12, penetre en el interior del pie y se eleve según la fle-
cha 41 en el ánima 32 del tubo 31, de una manera análoga
a los ensamblajes combustibles del núcleo. Para regular el
caudal del sodio a su entrada en el ensamblaje de protec-
ción 20, la parte inferior del pie 36 incluye, de preferen-
10 cia, una varilla axial 41 provista de órganos deflectores
42. Finalmente, la parte superior del tubo 31 está cerrada
por un tapón hueco 44 que presenta agujeros 45 de escape
del sodio a la salida del elemento.

En el ejemplo ilustrado en la figura 3, el
15 ensamblaje de protección 22 representado, incluye como an-
teriormente, un cuerpo anular alargado 51, de preferencia
de acero inoxidable, que presenta un ánima interna 52. En
su extremo inferior, este cuerpo está unido a un pie hue-
co 53 que permite asegurar el soporte del ensamblaje 22
20 por el falso durmiente 23, estando introducido este pie
53 a este efecto en una guía 54 que atraviesa el falso dur-
miente 23. En su extremo inferior, el pie 53 se termina en
un cono 55 que incluye una serie de pasos paralelos y ver-
25 ticales 56, que permiten la penetración del sodio, circu-
lando éste de abajo a arriba en el ensamblaje 22 según el

5 cialmente alcanzar un grado de atenuación del flujo neu-
trónico exactamente determinado y especialmente fijado
por el valor máximo que no se ha de rebasar para el sodio
secundario que circula en los cambiadores de calor. Basán-
dose en este criterio, la relación, en una sección recta
10 dada, de la superficie de los tubos de acero inoxidable a
la suma de dicha superficie, más la superficie del sodio
(que se encuentra en el interior y en el exterior de los
tubos) debe ser como mínimo de 45%. Se puede elegir, por
ejemplo, un valor de 50%, lo que representa una geometría
considerablemente aligerada con relación a las soluciones
clásicas.

15 Naturalmente, es evidente que el invento no
se limita al ejemplo de realización y a sus variantes de
ejecución descritas más arriba; abarca, por el contrario,
todas las adaptaciones tecnológicas que utilizan las ca-
racterísticas reivindicadas.

20 La presente solicitud que corresponde a la
presentada en Francia, el 13 de Diciembre de 1973, bajo el
Nº EN 73 44 598, se acoge a los beneficios del Artículo 51
del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

14.12.74

REIVINDICACIONES

5 Los puntos de Invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Estructura de protección neutrónica para núcleo de reactor nuclear de neutrones rápidos refrigerado por circulación de un metal líquido, que incluye ensamblajes dispuestos en coronas concéntricas adyacentes alrededor del núcleo y en la cual cada ensamblaje presenta una forma cilíndrica que delimita un ánima axial, caracterizada porque dicha ánima es recorrida por dicho metal.

15

 2ª.- Estructura de protección según la reivindicación 1ª, caracterizada porque dichos ensamblajes son de acero inoxidable.

20 3ª.- Estructura de protección según la reivindicación 1ª, caracterizada porque cada ensamblaje comprende un pie inferior de posicionamiento, introducido en un alvéolo de una rejilla perteneciente a un durmiente de soporte del núcleo, penetrando el metal líquido de refrigeración en el ánima axial por orificios formados en la pared lateral del pie.

25

4^a.- Estructura de protección según las rei
vindicaciones 1^a y 3^a, caracterizada porque cada ensambla-
je está desprovisto de pie de posicionamiento y es llevado
por un falso durmiente que rodea lateralmente al durmiente
que soporta al núcleo, penetrando el metal líquido de re-
frigeración en el ánima axial por orificios previstos di-
rectamente en el extremo inferior del ensamblaje.

5^a.- Estructura de protección según la rei
vindicación 4^a, caracterizada porque el grosor de cada en-
samblaje es constante en la totalidad de la altura de éste.

6^a.- "ESTRUCTURA DE PROTECCION NEUTRONICA
PARA NUCLEO DE REACTOR NUCLEAR DE NEUTRONES RAPIDOS REFRIGE
RADO POR CIRCULACION DE UN METAL LIQUIDO".

Tal y como se ha descrito en la Memoria que
antecede, representado en los dibujos que se acompañan y
para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de dieciseis hojas escri-
tas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

19 DIC. 1974
Alberio de Eizaburu
Por Poderes

14.12.74
JMM/.

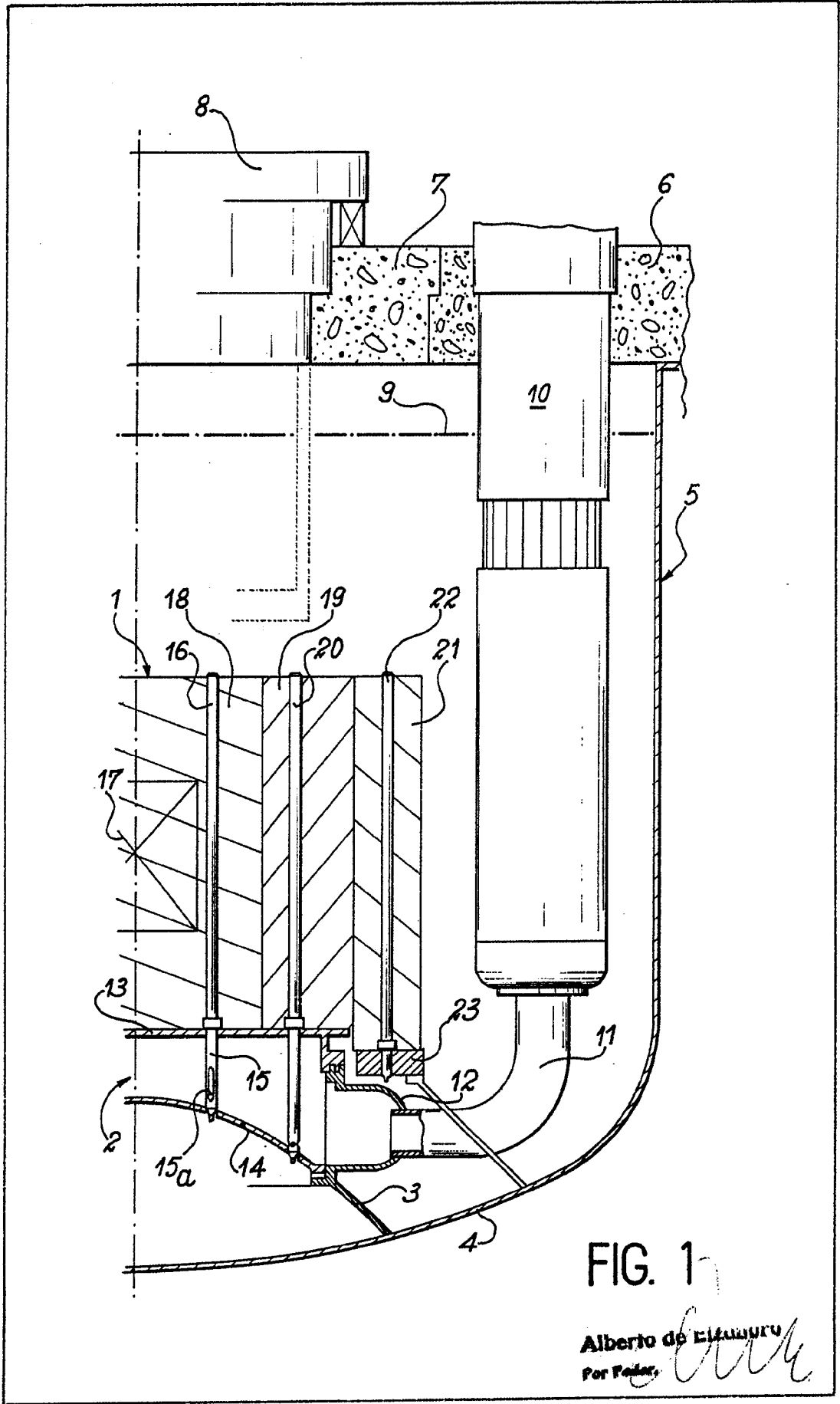
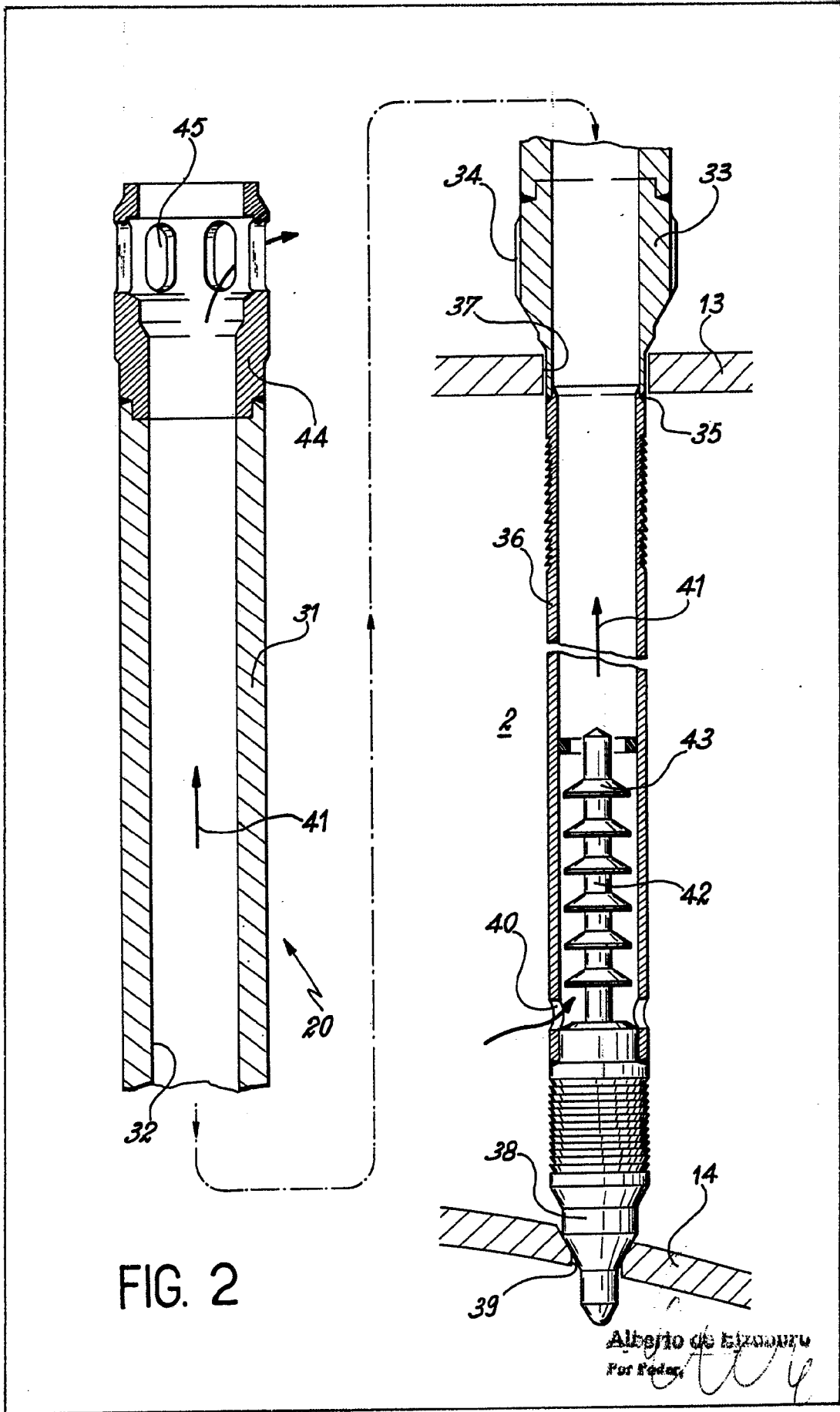


FIG. 1

Alberto de Eizaburu
Por Feder. *[Signature]*



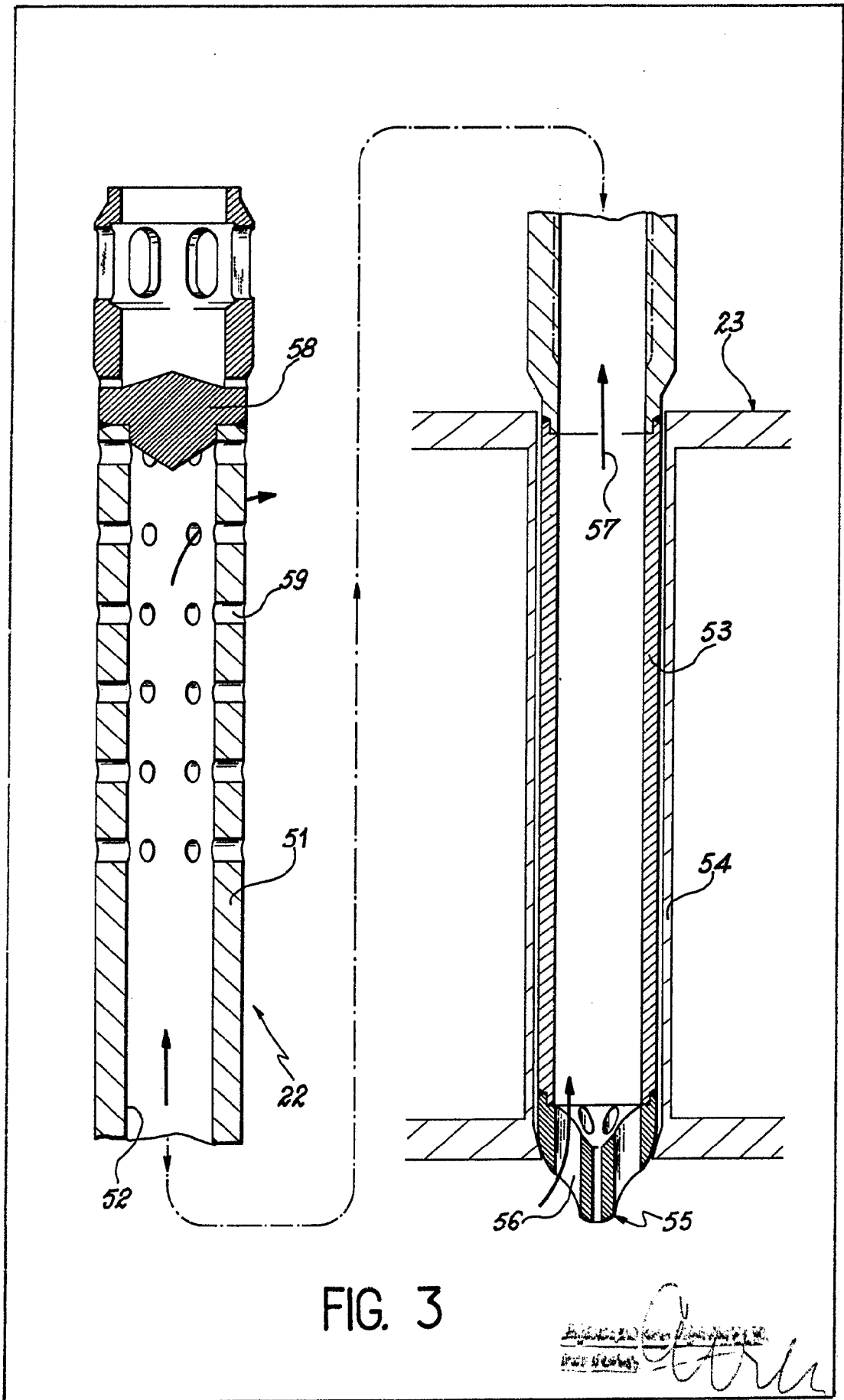


FIG. 3

[Handwritten signature]
Patent Attorney