



ESPAÑA

- 5 ENE. 1979

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

NUMERO	462.525.
FECHA DE PRESENTACION	21.9.1977

50 PRIORIDADES: 51 NUMERO 725.216	52 FECHA 22.9.1976	53 PAIS estadounidense
---	-----------------------	---------------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	54 CLASIFICACION INTERNACIONAL G 21 C	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION NUCLEO PARA REACTOR NUCLEAR.

71 SOLICITANTE (S) WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION.
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pennsylvania 15222 ESTADOS UNIDOS.

72 INVENTOR (ES) Richard Edward Schreiber y David James Sperhac, ambos de nacionalidad estadounidense quienes han cedido sus derechos para España a la Cía. solicitante.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.
--

POOR
QUALITY

El invento se refiere a núcleos de reactores nucleares y más particularmente a conjuntos de combustible de núcleo que incluyen barras de combustible mantenidas lateralmente por unas estructuras de separación o rejas en el sentido longitudinal del conjunto.

5

La mayoría de los reactores nucleares enfriados por líquido incluyen unos conjuntos de combustible constituidos por combustible nuclear contenido en una multiplicidad de tubos de encamisado de forma alargada para constituir barras de combustible. La camisa está hecha típicamente de acero inoxidable o de un material a base de circonio u otros materiales que tienen una sección transversal de absorción de neutrones relativamente reducida. Las barras pueden tener una longitud igual o superior a 91,2-136 cm (3 a 4,5 pies).

10

15

Para mantener una alineación lateral adecuada entre la multiplicidad de barras de combustible paralelas y que se extienden conjuntamente en cada conjunto de combustible, se utilizan unos dispositivos de separación. Los dispositivos de separación empleados incluyen típicamente el procedimiento que consiste en envolver las barras con alambre, o en utilizar estructuras de reja dispuestas en posiciones predeterminadas a lo largo del sentido longitudinal del conjunto, y a través de las cuales se extienden igualmente las barras de combustible. El número de rejas utilizadas puede variar con el diseño de los conjuntos de combustible individuales. Las estructuras de separación o rejas, sirven también para aliviar el contacto entre las barras del mismo conjunto y entre las barras de conjuntos adyacentes. Unas estructuras de reja típicas se describen y se representan en las patentes de los Estados Unidos, números 3.379.617 y 3.379.619, ambas a nombre

20

25

30

de H. N. Andrews y socios.

Las rejas, aunque constituidas por un material con coeficiente de absorción de neutrones reducido, por ejemplo aleaciones de circonio, absorben neutrones y reducen el rendimiento del reactor. Con los perfeccionamientos en la tecnología de combustible para reactores, y con el mayor grado de experiencia en la utilización de combustibles, los diseños de conjuntos de combustible pueden cambiar para reducir o aumentar el número de rejas incorporadas en un conjunto de combustible de un núcleo dado. Por ejemplo, el combustible de los reactores que funcionan actualmente y que contienen siete rejas a lo largo del sentido longitudinal del conjunto de combustible, puede, en un futuro próximo, diseñarse con ocho o nueve rejas, o con menos de siete rejas. Ya que las rejas están separadas en el sentido longitudinal del conjunto de modo que se sitúen en emplazamientos óptimos desde el punto de vista estructural o de la reactividad, la altura de las rejas en un conjunto de siete rejas será necesariamente diferente de la altura de por lo menos algunas de las rejas en un conjunto de ocho rejas.

Es primordial asegurar que cualquier contacto entre dos conjuntos sea de tipo entre reja y reja, en lugar de ser un contacto entre barra y barra o entre barra y reja. Si no se mantiene el contacto entre reja y reja, es probable que se producirán desperfectos debidos al frotamiento o un estancamiento de la circulación de refrigerante en el punto de contacto de una barra con otra barra, u otra reja. Este estancamiento de la circulación podría crear un punto caliente localizado capaz de conducir a una fusión localizada de la barra. Esta última podría conducir además, en un caso ex-

trémolo, a la formación de un agujero en el encamisado de la barra, dejando que el refrigerante del reactor entre en contacto con el combustible y permitiendo igualmente la penetración de los productos de fisión y del combustible nuclear en el refrigerante del reactor. Cualquier refrigerante que haya estado en contacto con el combustible del reactor crea dificultades relacionadas con los niveles de radiación en la instalación y la posible contaminación del ambiente. Igualmente, unas alturas desadaptadas de las rejas en los conjuntos adyacentes pueden producir un estancamiento local de la circulación de refrigerante y unas vibraciones más fuertes en el conjunto, como resultado de la circulación transversal del refrigerante que se obtiene de esta manera. El refrigerante que atraviesa un conjunto tiende a descargarse radialmente cuando se acerca a una zona de limitación de circulación tal como una reja. Si no existe reja ni otra estructura de separación, a la altura correspondiente de un conjunto adyacente, esto puede dar lugar a un estancamiento de la circulación en un punto situado justo encima de la reja en el conjunto a partir del cual el refrigerante se descarga radialmente, y en razón, de la elevada velocidad del refrigerante, puede igualmente hacer vibrar el conjunto adyacente. Además, uno de los factores más críticos en el diseño de un núcleo de reactor es la separación entre las barras de combustible y los conjuntos de combustible. Una separación inadecuada, debida a un contacto accidental entre reja y reja, podría también reducir el rendimiento del funcionamiento del reactor o crear zonas localizadas de alta potencia en el núcleo. Además del fallo posible de las barras debido a los puntos calientes resaltados, la elevada velocidad axial del refri-

gerante del reactor en el interior del núcleo del mismo, tien
de a hacer vibrar las barras de combustible. Si no se mantie-
ne una alineación lateral adecuada por medio de las estructu-
ras de reja, las barras pueden entrar en contacto esporádico
5 con las barras o las rejas de un conjunto adyacente, lo que
puede conducir a un desgaste después de un cierto tiempo de
funcionamiento del reactor. El resultado eventual puede ser
igualmente la entrada de combustible o de productos de fi-
sión en el refrigerante del reactor.

10 Por tanto, el objeto principal del presente inven-
to consiste en proporcionar una disposición de conjunto de
combustible de núcleo de reactor nuclear, en la cual pueden
utilizarse diferentes números de rejas conjuntamente, sin
que se produzcan las dificultades indicadas más arriba.

15 Teniendo presente esta finalidad, el presente in-
vento consiste en un núcleo para reactor nuclear que inclu-
ye, por lo menos, dos tipos de conjuntos de combustible, in
cluyendo un primer tipo de conjuntos de combustible, una
multiplicidad de barras de combustible que se extienden con
20 juntamente de manera paralela y unas rejas dispuestas con
una separación axial predeterminada para separar lateralmen-
te dichas barras situadas a unas primeras alturas predetermi-
nadas en el sentido axial del núcleo, e incluyendo un segun-
do tipo de conjuntos de combustible una multiplicidad de ba-
25 rras de combustible que se extienden conjuntamente de manera
generalmente paralela y unas rejas dispuestas con una sepa-
ración axial predeterminada para separar lateralmente dichas
barras situadas a unas segundas alturas predeterminadas del
núcleo, siendo por lo menos una de dichas segundas alturas
30 predeterminadas en el sentido axial del núcleo, diferente de

dichas primeras alturas predeterminadas en el sentido axial del núcleo, estando dicha disposición caracterizada porque unos conjuntos de combustible de transición están situados entre dichos primero y segundo conjuntos de combustible, in
5 cluyendo dichos conjuntos de transición una multiplicidad de barras de combustible que se extienden conjuntamente de manera generalmente paralela en unas estructuras de rejas de transición para separar lateralmente dichas barras situadas en cada una de dichas primera y segunda alturas predeterminadas del núcleo.

Estas estructuras de separación o de reja, por tanto, pueden ser idénticas a las demás rejas de los conjuntos de combustible, o pueden ser similares con abrazaderas externas prolongadas, o pueden ser rejas auxiliares incorporando una
15 una menor cantidad de material que una reja normal, sujeta en la estructura de conjunto de combustible por medio de virolas y manguitos, de abrazaderas externas alargadas, o de otros dispositivos capaces de mantener la posición adecuada de las barras y el contacto entre reja y reja. El tipo y el
20 número de estructuras de reja o de separación de un conjunto de transición variará según la altura de la reja en el núcleo y el número de los demás conjuntos de combustible contenidos en un núcleo dado.

El invento podrá entenderse fácilmente leyendo la siguiente descripción de unos modos de realización preferidos del mismo, que se ilustran, solamente a título de ejemplo en los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es una vista esquemática simplificada de un núcleo de reactor nuclear contenido en una vasija presurizada;

la figura 2 es una vista en perspectiva de un conjunto de combustible nuclear típico para reactor enfriado por líquido;

5 la figura 3 es una vista en perspectiva simplificada de una reja del conjunto de la figura 2;

la figura 4 es una representación esquemática de un núcleo de tres regiones;

10 la figura 5 es una representación esquemática de las alturas de las rejatas sobre el núcleo, en el caso de la utilización de siete rejatas, ocho rejatas y de un conjunto de transición;

15 la figura 6 es igualmente una representación esquemática de las alturas de las rejatas en el núcleo en el caso de siete rejatas, ocho rejatas y de un conjunto de transición;

la figura 7 es una vista en perspectiva simplificada de una reja de transición prolongada de un conjunto de transición;

20 la figura 8 es una vista en perspectiva simplificada de una reja auxiliar, sujeta por medio de abrazaderas externas prolongadas en una reja típica para un conjunto de transición; y

25 la figura 9 es una vista en perspectiva simplificada de una reja auxiliar, sujeta por medio de manguitos alargados en una reja típica, para un conjunto de transición.

30 Como se ve en la figura 1, el núcleo 10 de un reactor nuclear está constituido típicamente por una multiplicidad de conjuntos de combustible 12 de forma alargada. En un reactor de agua a presión típico (PWR), por ejemplo, los con

juntos 12 están soportados en la parte inferior por una placa de núcleo inferior 14 y están soportados en la parte superior por una placa de núcleo superior 16. Estas placas 14, 16 son simples soportes para los conjuntos 12, que incluyen
5 generalmente una configuración de agujas situadas en agujeros, que sujetan axial y radialmente la boquilla superior 18 y la boquilla inferior 20 (figura-2) de cada conjunto. Sin embargo, los conjuntos 12 pueden desplazarse radialmente durante el funcionamiento del reactor, en su sentido longitudinal, como resultado de las fuerzas producidas por la circulación y la temperatura. Antes del funcionamiento del reactor, se introducen los conjuntos 12 en el núcleo 10 de modo que se sitúen en posiciones adyacentes los unos a los otros, y se rodean por medio de un tubo de núcleo 22 y de un conjunto de guiado 24. De manera típica, el refrigerante del reactor
10 penetra en la vasija 26 del reactor a través de una boquilla de entrada 28, baja a lo largo de la región anular situada entre la pared de la vasija 26 y el tubo de núcleo 22, gira 180° en la porción inferior de la vasija, sube a través del núcleo 10 a gran velocidad, del orden de 4,56 m/segundo (15
15 pies/segundo), y sale por la boquilla de salida 30.

Un conjunto de combustible típico 12, que se representa en la figura 2, incluye una multiplicidad de barras de combustible 32 soportadas conjuntamente en cada extremidad
25 por la boquilla superior 18 y la boquilla inferior 20, y separadas horizontalmente las unas de las otras por unos medios de separación, tales como las rejillas 34 en una pluralidad de alturas de núcleo. El término "altura de núcleo" que se utiliza aquí y en las reivindicaciones adjuntas, se refiere a
30 la posición axial en el interior del núcleo, que corresponde

a la posición de una estructura o de una reja de separación, en el sentido longitudinal del conjunto, que incluye la altura del elemento externo de reja, tal como una abrazadera 36; por ejemplo, si la línea central horizontal de una reja está dispuesta a 127 cm (50 pulgadas) encima de la parte superior de la boquilla de fondo, y si la dimensión de altura del elemento externo de la reja es 10,16 cm (4 pulgadas) entonces la posición incluida entre 121,9 cm y 132 cm (48 y 52 pulgadas) por encima de la parte superior de la boquilla de fondo, es la altura de núcleo. Una barra de combustible típica 32 incluye una multiplicidad de pastillas de combustible 38 conteniendo uranio que están apiladas axialmente en el interior de un encamisado de barras 40 herméticamente cerrado en ambas extremidades por unos obturadores de extremidad 42.

Una barra de combustible típica 32 puede tener una longitud igual o superior a 5,64 m (16 pies), con un diámetro externo del orden de 12,7mm (1,2 pulgadas). Las rejillas 34 sirven no solamente para mantener una lineación adecuada y la separación entre las barras 32 en el interior de un conjunto de combustible 12, para permitir la dilatación axial durante el calentamiento y el funcionamiento del reactor, y controlar la circulación del refrigerante, sino también para aliviar el contacto entre barras de combustible del mismo conjunto y también entre barras de conjuntos de combustible adyacentes.

12. La adaptación de las alturas de las rejillas a lo largo del núcleo entre conjuntos adyacentes alivian también los problemas relacionados con la circulación transversal del refrigerante que da lugar a vibraciones y un estancamiento localizado de la circulación. Es importante asegurar que cualquier contacto entre conjuntos de combustible adyacentes 12, que

pueden presentar una tendencia a vibrar y a encorvarse ligeramente, sea del tipo de reja con reja. Si no se mantiene este contacto, existirá una probabilidad de deterioración por desgaste o de estancamiento de la circulación en el punto de contacto de una barra 32, en particular tratándose de las barras más externas con otra barra 32 u otra reja 34. El desgaste podría eventualmente conducir a una perforación del encamisado 40, y el estancamiento de la circulación podría crear un punto caliente localizado capaz de fundir localmente el encamisado 40. La fusión localizada podría además conducir, en un caso extremo, a una perforación del encamisado 40, lo que permitiría al refrigerante del reactor penetrar en la barra y permitiendo igualmente al combustible nuclear o a los productos de fisión penetrar en el refrigerante del reactor. Por estos motivos, todos los conjuntos de combustible 12 contenidos en un núcleo típico incluyen estructuras de separación o rejillas a las mismas alturas de núcleo. En la figura 3, se representa esquemáticamente una reja típica 34. Ya que la técnica de las estructuras de reja y de conjuntos de combustible es muy atestada, se entiende que el presente invento es muy compatible con la mayoría, si no con la totalidad, de las estructuras de conjuntos de combustible y de rejillas de esta técnica, y no se limita a los ejemplos descritos aquí. Una reja típica 34 es una estructura del tipo "caja de huevos", fabricada a partir de una multiplicidad de abrazaderas internas 44 y de abrazaderas externas 36 que forman una pluralidad de células de reja 46. Cada célula 46 incluye típicamente un dispositivo de soporte 48 y un dispositivo de muelle 50 que soporta la barra 32 en el interior de la célula 46, permitiéndole sin embargo, un cierto grado de dilatación axial y radial. También, de ma-

nera típica, se utilizan componentes tales como aletas de mezclado 51 y apéndices de guiado 53, entre otros. Durante la fabricación de un tipo de conjunto de combustible 12, una multiplicidad de manguitos cilíndricos 52, que se extienden típicamente por encima y por debajo de las abrazaderas de reja 36, 44, se sujetan mediante soldadura fuerte en cada reja 33 en los emplazamientos de célula dados. Las rejas se alinean a continuación en la plantilla, y los tubos cerrados por una extremidad 54 se introducen a través de los manguitos alineados 52. A continuación se introduce una herramienta a través de cada tubo cerrado por una extremidad 54 para ensanchar el tubo 54 en los emplazamientos de los manguitos 52 sujetando así cada reja 34 en la altura de núcleo prevista. Pueden utilizarse otros medios para fijar la reja en la altura de núcleo prevista. Los tubos cerrados con una extremidad 54 se utilizan típicamente para la introducción de elementos de control 56, según se representa en la figura 2.

Como se ha indicado más arriba, todos los conjuntos 12 situados en un núcleo 10 incluyen típicamente una reja 34 a la misma altura de núcleo. Sin embargo, con los progresos de la tecnología, es probable que sea conveniente modificar el número de rejas 34, la altura de núcleo de las rejas 34, o la altura de las rejas en un núcleo dado 10. Aunque las rejas 34 están constituidas típicamente por un material dotado de una sección transversal de absorción reducida de neutrones, por ejemplo aleaciones de circonio, constituyen efectivamente una barrera parásita para el rendimiento nuclear. Por tanto, es conveniente reducir la cantidad de material constitutivo de las rejas en un núcleo. Igualmente, la experiencia de explotación puede indicar la conveniencia de

añadir rejas al soporte del conjunto y reducir el combado de las barras de combustible, particularmente en las porciones inferiores del conjunto. De la misma manera, pueden omitirse algunas rejas. Se observará que ya que un núcleo 10 está dividido típicamente en una multiplicidad de regiones en las cuales los conjuntos 12 se sitúan y se mezclan durante las operaciones de renovación de combustible de tal manera que un conjunto dado pueda situarse, por ejemplo en tres emplazamientos diferentes de núcleo durante su vida útil, se produciría un inconveniente importante si, debido a la incompatibilidad de altura en el núcleo de las rejas, los conjuntos 12 tuvieran que ser extraídos del núcleo 10 y modificados o tratados nuevamente antes de obtener su grado de combustión previsto. El presente invento proporciona un núcleo y un conjunto de combustible de transición que pueden utilizarse sin modificar ninguno de los otros conjuntos de combustible 12 situados en el núcleo. El conjunto de transición proporciona una estructura de separación tal como una reja 34, o una prolongación de reja o una estructura parcialmente en forma de reja, a cada altura de núcleo, donde los demás conjuntos de combustible de un núcleo dado tienen una reja 34.

El siguiente ejemplo está basado en un núcleo 10 que incluye inicialmente unos conjuntos 12 con unas rejas 34 en siete alturas de núcleo, y que se desea modificar para que incluya conjuntos de combustible 12 con rejas 34 a ocho alturas de núcleo. Sin embargo, el principio básico del invento es aplicable a un menor número de rejas, o meramente a un cambio de altura de núcleo del mismo número de rejas. Este ejemplo, por tanto, debe considerarse como ilustrativo y sin carácter limitativo. El núcleo está dividido

en tres regiones de núcleo, indicadas por las letras "A", "B",
y "C" en la figura 4. Todas estas tres regiones incluyen ini-
cialmente conjuntos de siete rejillas, cuando, por ejemplo, pue-
de ser conveniente efectuar un cambio a conjuntos de ocho re-
5 jillas. Durante la siguiente operación de reabastecimiento con
combustible, la región "C", que ha llegado al término de su
vida de funcionamiento, se extrae para su retratamiento. Los
conjuntos de combustible de la región "B" se desplazan a con-
10 tinuación a la región "C", y los conjuntos de la región "A"
se desplazan a la región "B". A continuación, se colocan los
conjuntos de combustible de transición en la región "A". De
este modo, los conjuntos de transición se sitúan en zonas ad-
yacentes a los conjuntos de la región "A" y de la región "B",
y por tanto, cualquier contacto es del tipo rejilla con rejilla.
15 Durante la siguiente operación de reabastecimiento con combus-
tible, se extraen los conjuntos de la región "C" (de siete re-
jillas), se desplazan los conjuntos de la región "B" (de siete re-
jillas) hasta la región "C", se desplazan los conjuntos de tran-
sición de la región "A" a la región "B" y unos conjuntos nue-
20 vos de ocho rejillas se sitúan en la región "A". Los conjuntos
de transición mantienen ahora un contacto entre rejilla y rejilla
tanto con los conjuntos de ocho rejillas como con los conjuntos
de siete rejillas. Según la configuración de carga del núcleo,
pueden existir algunos emplazamientos, particularmente en las
25 porciones externas del núcleo, donde un conjunto de región
"A" (ocho rejillas) será adyacente a un conjunto de región "C"
(siete rejillas), como se representa por la línea de puntos en
la figura 4. En estos emplazamientos, será preciso introdu-
cir unos segundos conjuntos de transición en lugar de los con-
30 juntos nuevos de región "A" (ocho rejillas). Los conjuntos de

transición situados en la región "B" se desplazan a continuación a la región "C" y finalmente se extraen del núcleo para su retratamiento. Los segundos conjuntos de transición se desplazarán a continuación a la región "B" y a continuación a la región "A". En el momento de su descarga, el núcleo contendrá entonces tan solo conjuntos de ocho rejas. Debido a que el número exacto de conjuntos puede variar ligeramente entre las regiones del núcleo, pueden producirse circunstancias en las cuales uno o varios conjuntos pueden haberse descargado prematuramente, pero no se prevé ninguna infracción prematura de una región completa o de un núcleo completo.

Un modo de realización de un conjunto de transición para un cambio desde siete rejas a ocho rejas del ejemplo, se representa esquemáticamente en la figura 5. Los rectángulos representan las alturas del núcleo de las rejas en los tres tipos del conjunto. En este caso, todas las alturas de núcleo de las rejas de los conjuntos de ocho rejas son diferentes de las alturas de núcleo de las rejas de los conjuntos de siete rejas, sin superposición. Si las rejas de los dos tipos tienen todas la misma altura, el conjunto de transición puede incluir quince rejas, todas igualmente a la misma altura. Si la altura de las rejas del conjunto de ocho rejas es diferente de la altura de reja del conjunto de siete rejas, el conjunto de transición puede incluir siete rejas que corresponden al conjunto de siete rejas y ocho rejas que corresponden al conjunto de ocho rejas. Sin embargo, es improbable que las alturas de núcleo de las rejas no estén superpuestas o estén a varios centímetros las unas de las otras. La figura 6 representa estas condiciones. Las rejas de los conjuntos de siete rejas y de ocho rejas tienen la

misma altura, aunque esta altura pueda también ser diferente, y el conjunto de transición incluye nueve rejas, indicadas por las letras "A" a "I". Las rejas "A", "D" e "I" pueden, en este ejemplo, ser idénticas a las rejas de los conjuntos de ocho rejas y siete rejas respecto a la altura de núcleo y diseño. Las rejas "F", "G" y "H" podrían también tener la misma altura de núcleo que las rejas respectivas alineadas del conjunto de siete rejas y del conjunto de ocho rejas, o, como se indica más adelante, pueden incluir estructuras de rejas similares. Las rejas "B", "C", y "E" pueden incluir estructuras de reja prolongadas, que se describen igualmente más adelante.

La figura 7 representa una estructura de rejas llamada más arriba estructura de rejas prolongada. Como puede verse, es generalmente similar a una estructura de separación típica o reja 34, con la adición de abrazaderas externas 36 orientadas verticalmente. Puede también utilizarse una pieza separada sujeta en una reja normal. Las abrazaderas presentan una mayor altura para mantener el contacto entre reja y reja dentro de los conjuntos de combustible 12, estando las rejas 34 relativamente próximas o superpuestas en las alturas de núcleo. Para reducir la cantidad de material de absorción parásita de neutrones en el núcleo, la reja prolongada puede incluir unos orificios 58. Ya que la porción prolongada de la abrazadera externa 36, que puede estar situada por encima, por debajo o a la vez por encima y por debajo de la porción normal de la reja, y no debe necesariamente dotar a la reja de una capacidad de soporte notable, los orificios 58 no reducen la integridad estructural necesaria. Sin embargo, es conveniente orientar los orifi-

cios 58 de modo que las porciones más externas de las barras de combustible exteriores permanezcan rodeadas por la porción prolongada de las abrazaderas externas 36. Según el grado de prolongación necesario, unos refuerzos interiores 60 pueden ser empleados para reducir cualquier vibración de la porción prolongada. Los refuerzos 60 pueden estar constituidos por componentes separados o por prolongaciones de las abrazaderas internas 44 unidas con soldadura fuerte a las abrazaderas externas 36, según se representa.

La figura 8 presenta una estructura de reja mencionada más arriba bajo el nombre de estructura de reja auxiliar, que puede utilizarse en los emplazamientos "F", "G", y "H" de la figura 6. En este caso, una reja auxiliar 62 está separada de una reja de separación 34 y sujeta en ella por unas abrazaderas externas parcialmente prolongadas 64, que pueden formarse integralmente con la abrazadera externa de reja standard 36. Igualmente, puede tener la forma de un componente separado sujeto en la abrazadera externa 36. La expresión "parcialmente prolongada" se refiere al hecho de que solamente una parte de la abrazadera externa 36 está prolongada hacia arriba, o hacia abajo, o en los dos sentidos, preferentemente en los extremos de la abrazadera 36, reduciendo así la cantidad de material parásito añadida. Unos medios de rigidificación 66, tal como una sección troquelada o un elemento postizo pueden utilizarse para aumentar la resistencia estructural. La reja auxiliar 62 incluye además, por lo menos varias abrazaderas auxiliares internas 68 para asegurar el soporte necesario. El contacto entre reja y reja en la reja auxiliar está transmitido adecuadamente hasta cuatro o más tubos cerrados por una extremidad 54 por medio de la red de reja par

5 cial formada por las abrazaderas 68 y por medio de los mangui-
tos auxiliares 70. Los manguitos 70 pueden unirse mediante
soldadura fuerte a las abrazaderas 68. La reja auxiliar puede
también incluir unas abrazaderas de soporte parcial 71 para
10 constituir un soporte suplementario de la porción horizontal
superior 72 de las abrazaderas externas parcialmente prolonga-
das 64. Una multiplicidad de abrazaderas externas extendiéndose
se a través de la reja auxiliar 62, añadirían necesariamente
un material parásito al núcleo. Pueden utilizarse otros me-
15 dios para sujetar la reja auxiliar en el conjunto, a una altu-
ra de núcleo dada. Aunque la reja auxiliar 62 se representa
en la figura 8 extendiéndose encima de una reja de separación
típica, podría, en variante, extenderse por encima, por deba-
jo o al mismo tiempo por encima y por debajo de la reja. Por
otra parte, la reja auxiliar 62 puede incluir cualquiera de
20 las características típicamente incluidas en la estructura de
separación, tales como medios de retención, dispositivo de
muelle, aletas de mezclado y estructuras de guiado, entre o-
tras características.

20 La figura 9 representa otra estructura de reja au-
xiliar. En este caso, la reja auxiliar está separada de una
reja separadora típica 34 y sujeta en ella, y por tanto en el
conjunto por unos manguitos prolongados 72. Los tubos cerra-
dos por una extremidad 54 se ensanchan en unos emplazamientos
25 situados en el interior de los manguitos prolongados 72 que
están unidos por soldadura fuerte a las abrazaderas auxilia-
res internas 68. Las características de la reja auxiliar 62
pueden incluir cualquiera de las características descritas
más arriba con referencia a la figura 8. Una ventaja de la es-
30 tructura representada en la figura 9 consiste en que elimina

un cierto número de abrazaderas internas de longitud completa mediante la utilización de abrazaderas auxiliares 60 y de abrazaderas parciales 71.

En resumen, la presente patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

1. - Núcleo para reactor nuclear que incluye: por lo menos dos tipos de conjuntos de combustible, incluyendo un primer tipo de conjuntos de combustible una multiplicidad de barras de combustible que se extienden conjuntamente de manera generalmente paralela y unas rejas dispuestas con una separación axial predeterminada para separar lateralmente dichas barras situadas en unas primeras alturas predeterminadas en el sentido axial del núcleo, e incluyendo un segundo tipo de conjuntos de combustible una multiplicidad de barras de combustible que se extienden conjuntamente de manera generalmente paralela y unas rejas dispuestas con una separación axial predeterminada para separar lateralmente dichas barras situadas en unas segundas alturas predeterminadas del núcleo, siendo por lo menos una de dichas segundas alturas predeterminadas en el sentido axial del núcleo, diferente de dichas primeras alturas predeterminadas en el sentido axial del núcleo, caracterizado porque unos conjuntos de combustible de transición están dispuestos entre dichos primero y segundo conjuntos de combustible, incluyendo dichos conjuntos de transición una multiplicidad de barras de combustible que se extienden conjuntamente de manera generalmente paralela y unas estructuras de reja de transición para separar lateralmente dichas barras dispuestas en cada una de dichas primera y segunda alturas predeterminadas del núcleo.

2. - Núcleo según la reivindicación 1, caracterizado porque las estructuras de reja de transición incluyen unas estructuras de abrazadera externa con una extensión axial superior a la de las rejas de dichos primero y segundo conjuntos de combustible, de modo que se acoplen con las rejas axialmente adyacentes de dichos primero y segundo conjuntos de combustible.

3. - Núcleo según la reivindicación 2, caracterizado porque las estructuras de abrazadera externa de dichas estructuras de reja de los conjuntos de combustible de transición, son unas placas que se extienden entre las rejas axialmente adyacentes y tienen unos orificios adaptados para permitir la circulación del refrigerante a través de ellos.

4. - Núcleo según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque dichas estructuras de reja de los conjuntos de combustible de transición tienen cada una una reja conectada con dichas estructuras de abrazadera externa en una de dichas alturas y por lo menos una estructura de reja auxiliar sujeta en dichas estructuras de abrazadera externa a la altura de la otra de dichas rejas axialmente adyacentes.

5. - Núcleo según la reivindicación 4, caracterizado porque dichas estructuras de abrazadera externa de dichas estructuras de reja de transición incluyen unas armaduras que interconectan las abrazaderas externas de sus dos estructuras de reja.

6. - Núcleo según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque dichas estructuras de reja auxiliar incluyen unas abrazaderas externas auxiliares, una multiplicidad de abrazaderas auxiliares internas que forman células auxiliares, unos manguitos auxiliares sujetos en una multiplicidad

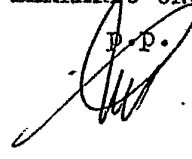
de dichas células, prolongándose y sujetándose dichos manguitos auxiliares en el interior de las células de la otra estructura de reja de la estructura de reja de transición respectiva.

5 7.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
NUCLEO PARA REACTOR NUCLEAR.

10 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veinte páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 21 septiembre 1.977

BERNARDO UNGRIA

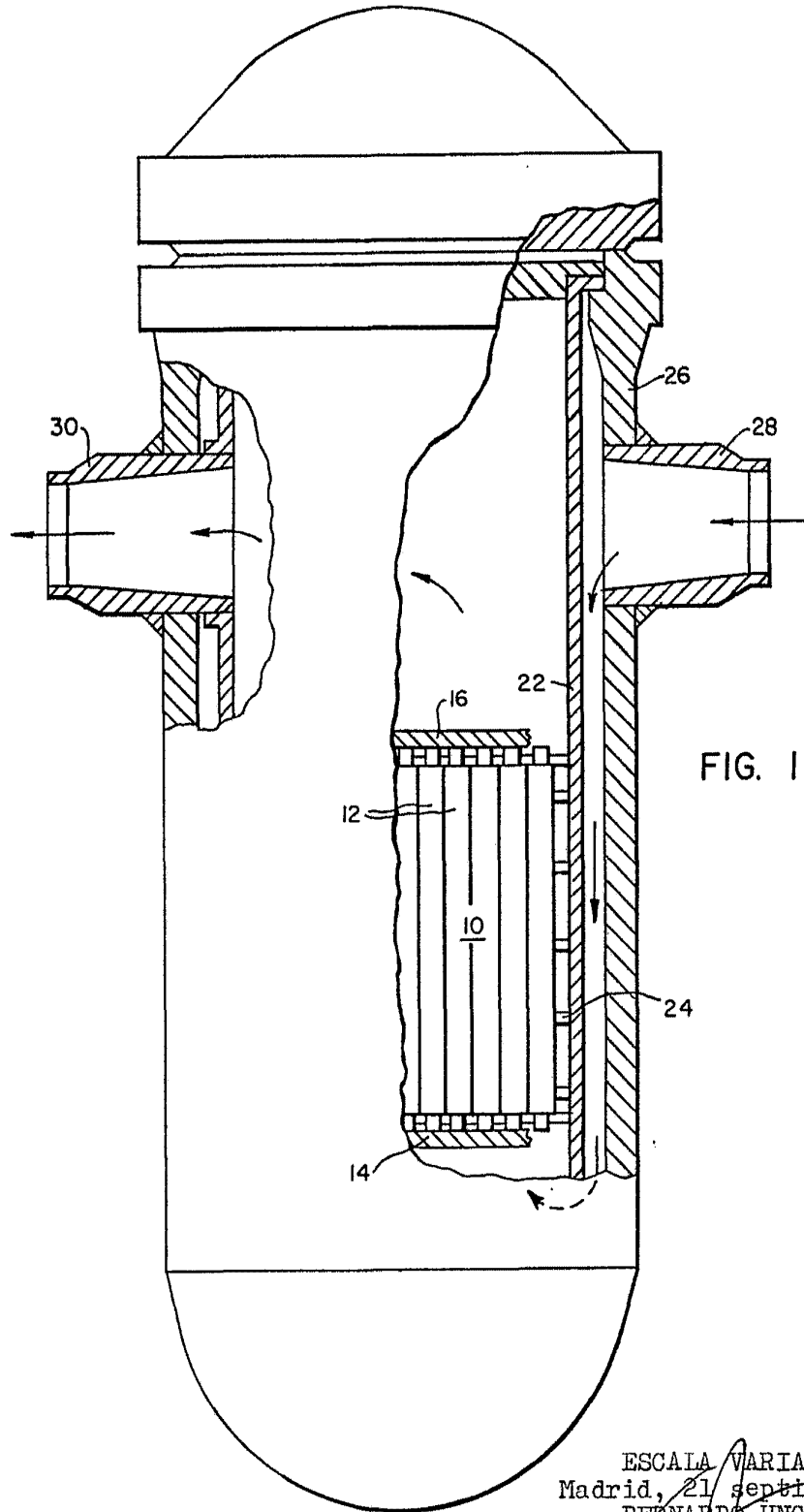
P.P.


15

20

25

30



ESCALA VARIABLE
Madrid, 21 septiembre 1.977
BERNARDO UNGRIA

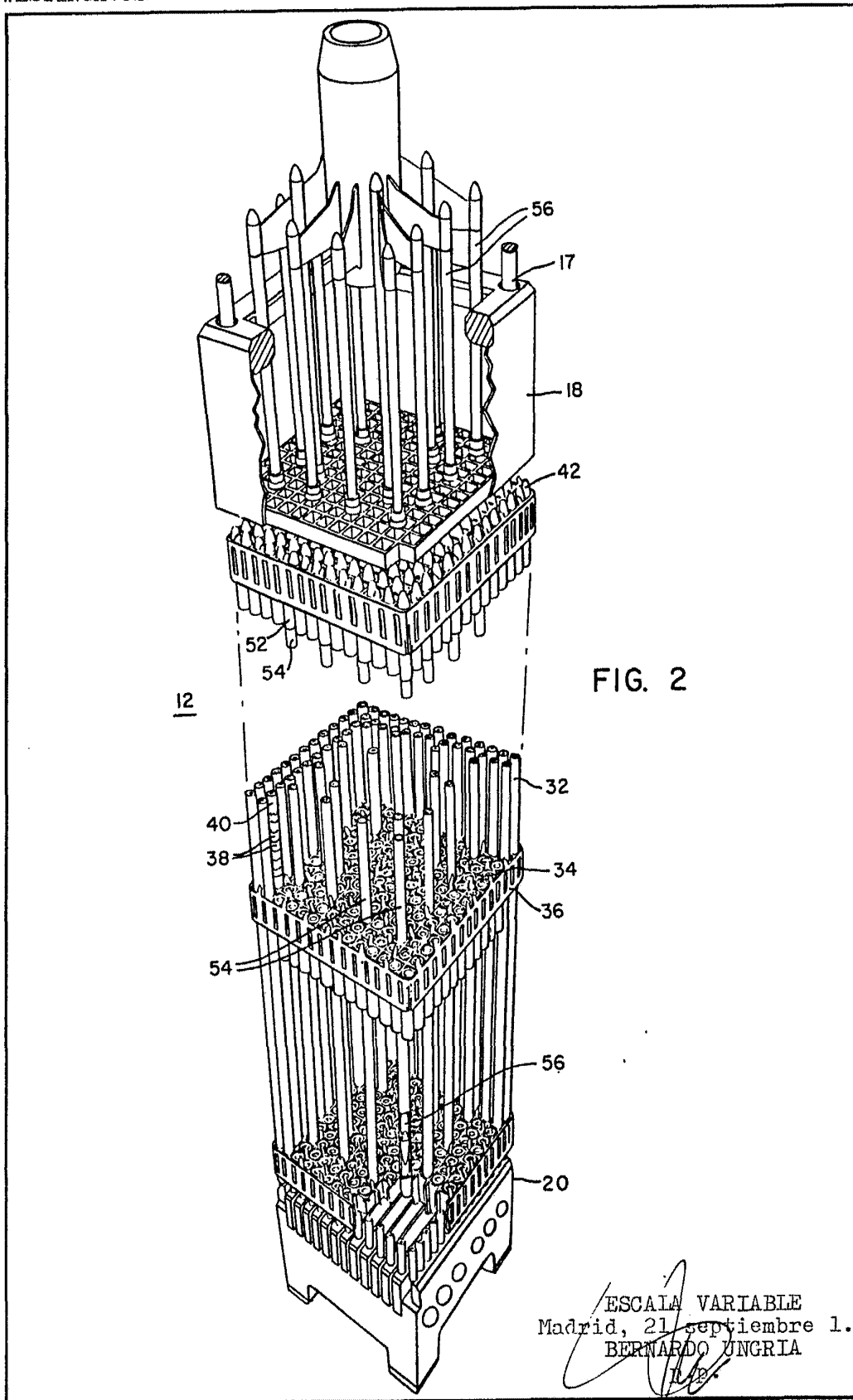


FIG. 2

ESCALA VARIABLE
Madrid, 21 septiembre 1.977
BERNARDO UNGRIA
I.P.

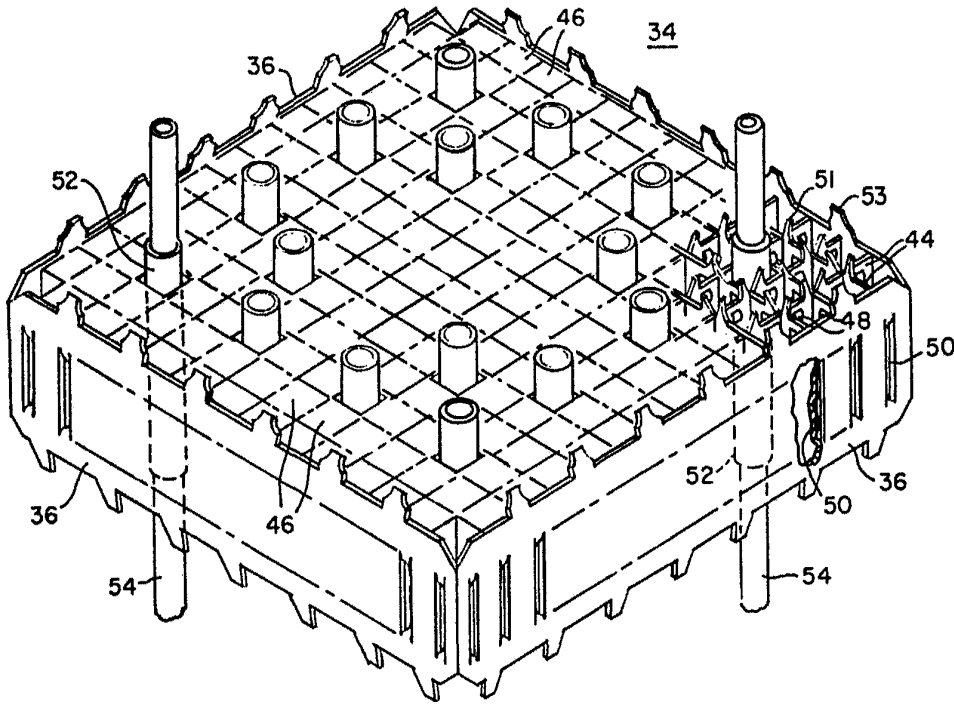


FIG. 3

ESCALA VARIABLE
Madrid, 21 septiembre 1.977
BERNARDO UNGRIA
P.E.

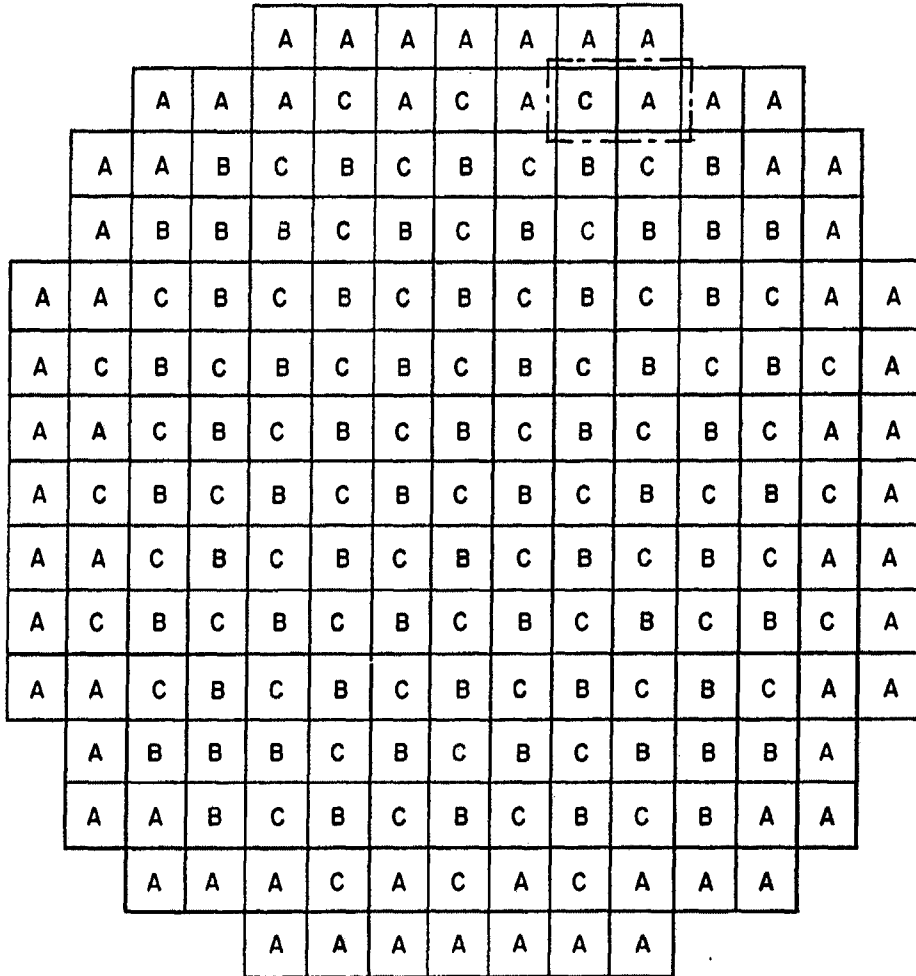


FIG. 4

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 21 septiembre 1.977
 BERNARDO J. INGRÍA

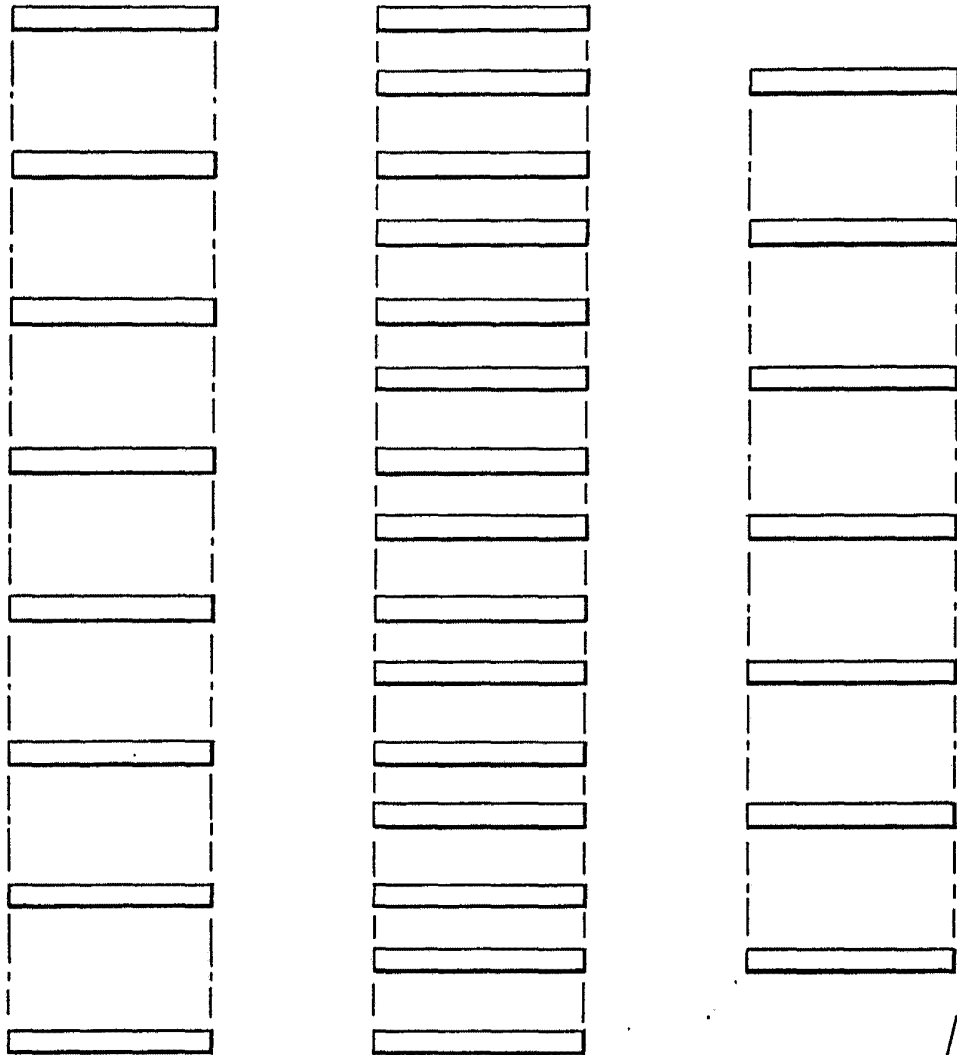


FIG. 5

ESCALA VARIABLE
Madrid, 21 septiembre 1.977
BERNARDO UNGRIA

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'Bernardo Ungria', is written over the typed name.

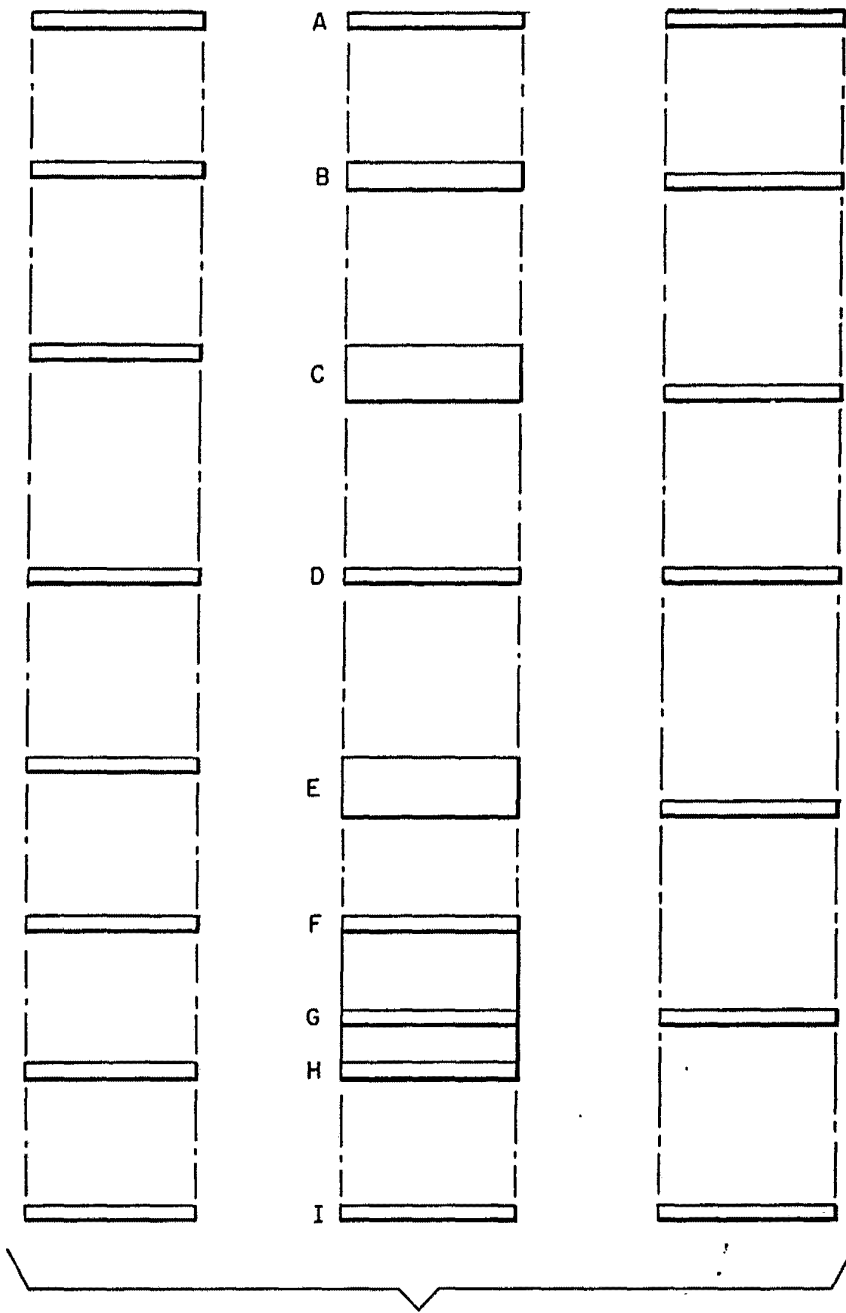


FIG. 6

ESCALA VARIABLE
Madrid, 21 septiembre 1.977
BERNARDO UNGRIA
P. E.

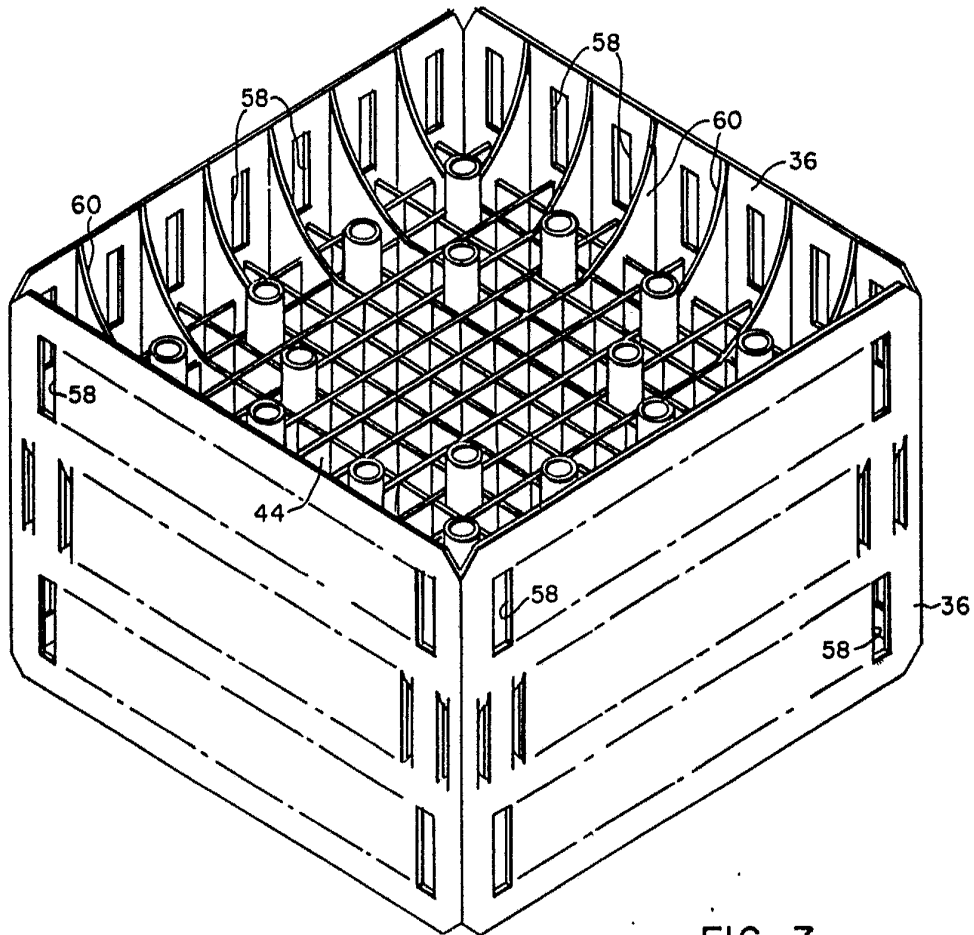


FIG. 7

ESCALA VARIABLE
Madrid, 21 septiembre 1.977
BERNARDO UNGRIA

P.B.
[Handwritten signature]

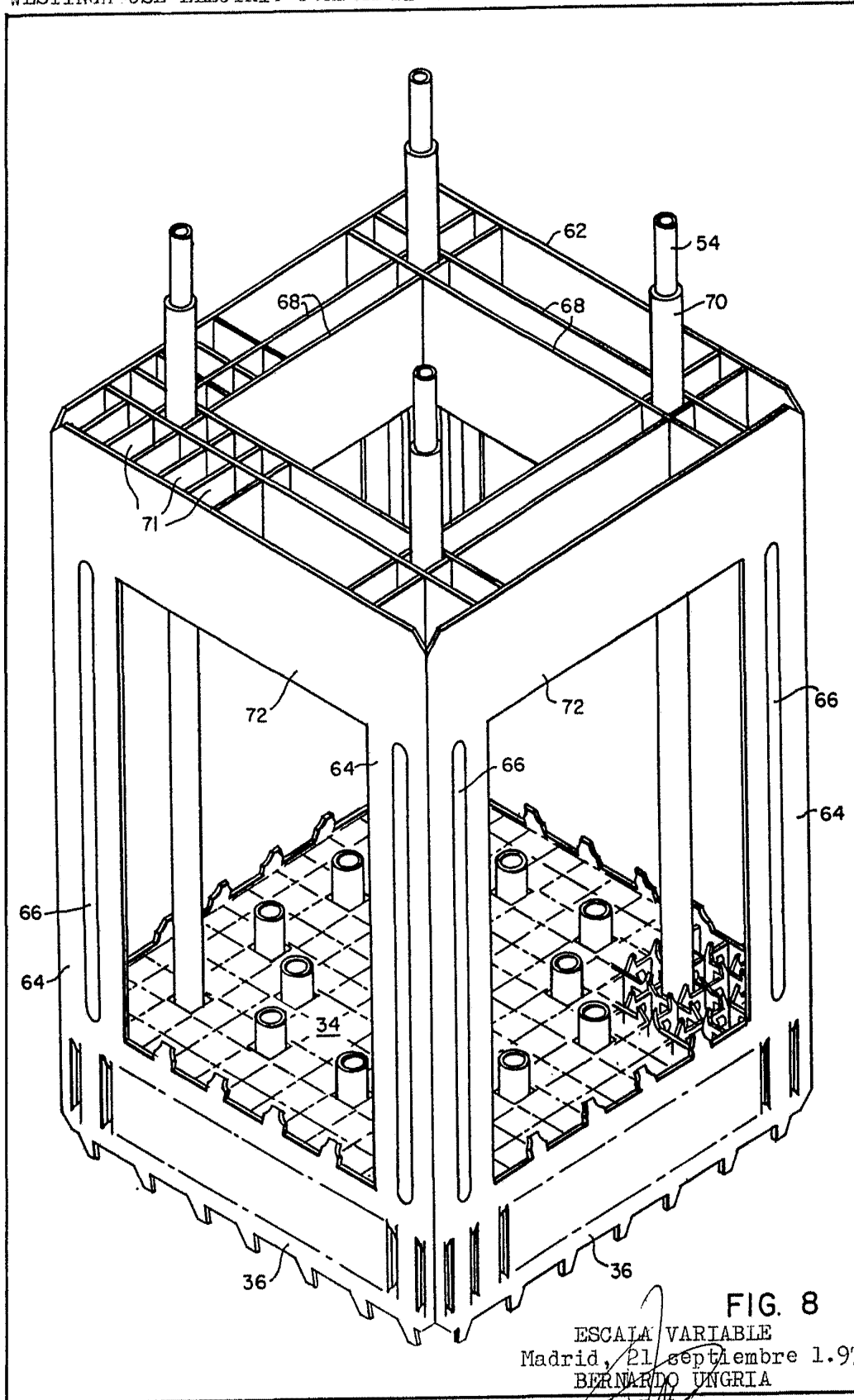


FIG. 8

ESCALA VARIABLE
Madrid, 21 septiembre 1.927
BERNARDO UNGRIA

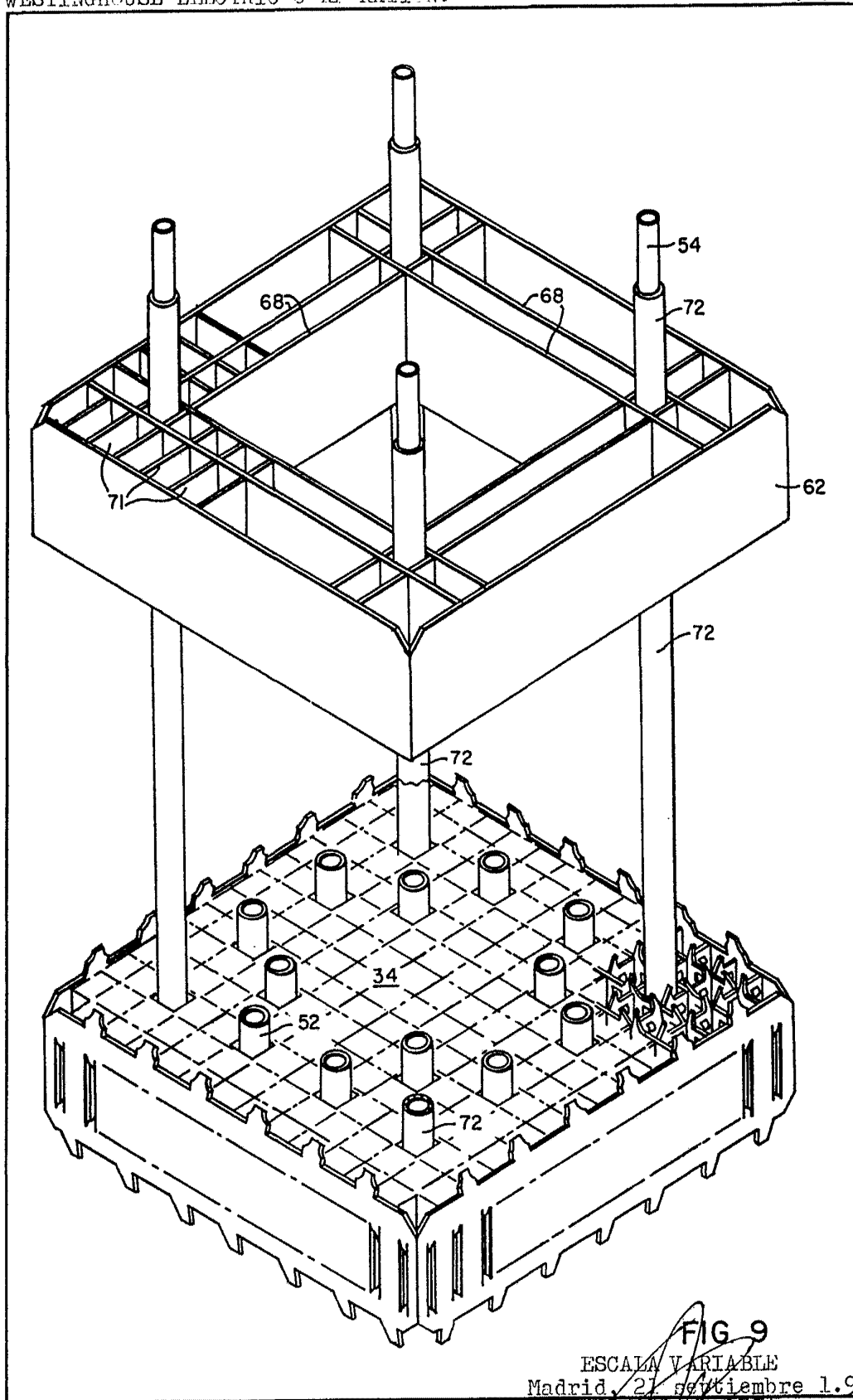


FIG 9
ESCALA VARIABLE
Madrid, 27 de Septiembre 1.977
BERNARDO UNGRIA
P.P.