



200000



259097

MEMORIA DESCRIPTIVA
 de una Patente de Invención a nombre de:
 THE GENERAL ELECTRIC COMPANY LIMITED, de
 nacionalidad inglesa, domiciliada en LON-
 DON W.C.2. Magnet House, Kingsway, (Inglaterra); por: "MEJORAS EN LAS ESTRUCTURAS
 DEL NÚCLEO MODERADOR DE LOS REACTORES NUCLEARES".--

... ..

Este invento se refiere a las estructuras del núcleo moderador para reactores nucleares, y más particularmente a las estructuras de núcleo moderador de aquella clase en la que el núcleo principal está compuesto de bloques prismáticos de grafito dispuestos en líneas paralelas, de ordinario verticales u horizontales, poseyendo algunas, cuando menos, de las líneas de bloques, huecos o agujeros que se alinean para formar canales destinados a recibir los dispositivos de combustibles.

5

El núcleo principal estará dispuesto generalmente dentro de bloques reflectores, y ha de quedar entendido que es posible, aunque no probable, que las líneas de bloques

10



216
25097

podan estar formadas por longitudes integrales de grafito.

15 No solamente es importante que el núcleo sea estructuralmente estable, sino que cuando cada línea está formada por una pluralidad de bloques, para evitar inconvenientes al mover los dispositivos de combustible a lo largo de los canales, es deseable mantener una alineación adecuada de los canales.

20 Se ha comprobado no obstante, que el grafito es susceptible de experimentar cambios al exponerlo al bombardeo de neutrones, al llamado efecto Wigner, cuando actúa como una masa moderadora en el núcleo de un reactor nuclear. El grafito en particular sufre cambios de dimensión que, en un principio se creyó lo afectaban exclusivamente en cuanto a aumento de
25 volúmen. Se tenía entendido que este crecimiento no era uniforme en las tres dimensiones, sino que había una dimensión de crecimiento mínimo y esta propiedad se utilizó en ciertos diseños de estructuras de núcleos. Así, un diseño anterior, descrito en las memorias de patente Nº 782 922, 784 291 y
30 784 292, pretendía poner remedio a la distorsión mediante el uso de la llamada construcción de bloque y losa, en la cual dos capas de losas iban ensambladas con los bloques, espaciados entre sí y alojados mediante un doble juego de losas. En esta
35 disposición, los bloques estaban colocados en capas, así como en columnas, quedando un bloque de una de estas columnas conectado o montado respecto a los bloques de encima y de debajo por medio de dos losas de unión, una encima de la otra, de tal modo que las losas de cada capa confinaban en esta dirección de crecimiento mínimo, siendo todas estas direcciones
40



259097

paralelas en cada capa pero en ángulo recto respecto a las de la otra capa. El conjunto de la estructura estaba sujeto entre sí mediante grapas elásticas a diferentes niveles.

45 Para una radiación moderada y a temperaturas de funcionamiento superiores a unos 350°C, en tales construcciones, se calculó que aún cuando los bloques en sí mismos pudieran cambiar libremente de dimensiones, según lo determinarán el grado de radiación y la temperatura de funcionamiento, las dimensiones de las losas dispuestas al ras no cambiarían
50 en una extensión apreciable y mantendrían el alojamiento o colocación de las columnas de bloques respectivos, entre sí. Sin embargo, se ha apreciado que el efecto global de irradiación a largo plazo, especialmente a las temperaturas de funcionamiento más elevadas, no es el de crecimiento, y que el
55 efecto global tiende a ser el de contracción. Sin embargo el efecto puede no ser uniforme a través del núcleo.

Es evidente que los diseños existentes para estructuras de núcleo, de los que es ejemplo el diseño particular descrito en las precedentes memorias a que más arriba nos referimos, no son completamente adecuadas para operar bajo
60 condiciones que produzcan contracción, existe la dificultad de que pueda ocurrir un arqueamiento en las columnas exteriores, permitiendo que las caras lindantes de las losas de las columnas interiores queden libres entre sí y que las columnas se
65 muevan independientemente, con el resultado de que la parte interna de la estructura del núcleo tienda a la inestabilidad y en consecuencia, si hay líneas de bloques, los canales de combustible y/o los canales para las barras de control pueden desa-



259097

70

linearse por distorsión. Además, cuando existe la posibilidad de que el reactor esté sujeto a componentes derivadas de choque, en sentido transversal el eje del núcleo, como las producidas, por ejemplo durante un temblor de tierra, en un núcleo vertical, el relajamiento de la parte principal del núcleo, de la estructura, puede dar como resultado una distorsión de la red de canales suficiente para ocasionar una perturbación indeseable en las condiciones del flujo del núcleo.

75

80

Uno de los objetos del presente invento es el de suministrar una estructura de núcleo que no sufra estas desventajas y que tienda a permanecer estable durante el funcionamiento.

85

Conforme a uno de los aspectos del invento, en una estructura de núcleo moderador para un reactor nuclear de la clase más arriba especificada, se disponen bloques o filas de bloques sujetos entre sí por medios que, bajo condiciones de irradiación, permitan el crecimiento o la contracción de los bloques individuales y que, además, aseguren que los ejes de dichos canales permanezcan prácticamente fijos con relación a un dato común, bajo condiciones normales.

90

Se observará que los efectos térmicos pueden producir un movimiento relativo temporal de algunos de los ejes de dichos bloques o filas de bloques, que puede ser debido a la expansión del soporte sobre el que reposa el núcleo, pero bajo las condiciones de estado normal, este movimiento térmico se estabilizará.

95



Conforme a otro aspecto del invento, en una estructura de núcleo moderador para reactor nuclear, de la clase especificada, algunos de los bloques, por lo menos, están separados entre sí por losas de ubicación, y las losas de cada fila están dispuestas de modo que quedan sujetas entre sí por medios que, bajo las condiciones de irradiación permiten el crecimiento o la contracción de las losas individuales (y, por consiguiente, de los bloques individuales) y que incluso aseguran que los ejes de dichos canales permanezcan prácticamente fijos con relación a un dato común bajo las condiciones de estado normal. Las losas, que constituirán solamente una fracción de la longitud de los propios bloques del núcleo, estarán dispuestas en capas y el número de tales capas será adecuado para sujetar prácticamente la longitud total de las filas de bloques y miembros del enlosado. En esta disposición, las capas (axiales respecto al núcleo) del miembro de conexión o enlace no precisan ser mayores que las de los miembros del enlosado y, con la posible excepción de impedir la rotación de los propios bloques, no hay necesidad de enlace entre las losas y los bloques.

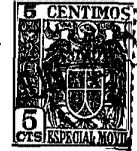
Con arreglo a otro de los aspectos del invento, las losas o los bloques (o las combinaciones de bloque y losa) son de sección hexagonal u octogonal, y las losas o bloques, o filas de bloques están enlazados en un número de caras complementarias por miembros de enlace o conexión que impiden el movimiento de los bloques o miembros del enlosado, o ambos, perpendicular al eje de la estructura y sustancialmente paralelo a todas las caras complementarias, tanto si poseen enlace o conexión como si no lo poseen.



250997

125 Así pues puede observarse que no siempre es necesari-
rio que existan miembros de enlace o conexión en todas las
caras complementarias de los bloques o losas. De hecho, la exis-
tencia de miembros de enlace o conexión en todas las caras
130 pudiera resultar una duplicación de las fuerzas de sujeción
para ciertas partes de la estructura del núcleo, y si bien
para algunas aplicaciones esto puede ser deseable en determina-
das circunstancias, como por ejemplo cuando pueda experimentar
el núcleo fuerzas de choque en ángulos rectos respecto a su
eje, en otros casos puede no ser necesario, y por esta y otras
135 razones, posiblemente económicas, algunas de las caras de los
miembros del enlosado o de los bloques empleados no necesitan
poseer miembros de enlace o conexión. Como puede comprobarse,
en el tipo de estructura de bloques o miembros de enlosado de
sección hexagonal, solamente cinco de las seis caras comple-
140 mentarias necesitan llevar enlace o conexión sin perder el gra-
do de sujeción preciso para estabilizar completamente la es-
tructura. Puede conseguirse una estabilización adecuada inclu-
so si un tercio de las caras complementarias carecen de cone-
xión o enlace en cada bloque.

145 Como corolario a esto último, se interpretará que,
incluida dentro del campo del invento está una estructura he-
xagonal en la que sólo cuatro de las seis caras de un bloque
del núcleo o miembro-losa estén conectadas o enlazadas a las
caras complementarias de otros bloques o miembro-losa. Adicio-
150 nalmente, lo que antecede toma en consideración un diseño en
el que los miembros de enlace o conexión tienen una dimensión
que permite el cizallamiento cuando el núcleo experimenta exce-
sivas fuerzas de choque, siendo la finalidad que el propio núcleo



59097

no experimente un empuje o carga perjudicial.

11. En las aplicaciones del invento, si se deja espacio para el crecimiento del grafito, sería necesario además de los deseables para el montaje normal, que existieran huecos iniciales entre las caras complementarias de los bloques (o de los miembros bloque-losa). Si solamente se prevé la posibilidad de contracción, la estructura habrá de estar diseñada para ser inicialmente compacta con todas las caras complementarias rasantes, sujeta a la existencia de espacios para la movilidad del montaje. En cualquiera de ambos casos, no obstante, tanto si se produce crecimiento como si se produce 160 contracción, los ejes longitudinales de cada fila de bloques han de permanecer fijos, puesto que los enlaces o conexiones permitirán el crecimiento o contracción de cada fila individual de bloques en sentido radial a su eje, quedando conservada la fuerza de cohesión por el movimiento relativo entre 165 los miembros de conexión o enlace y las cajeras, y al mismo tiempo preservándose la sujeción de los elementos por una continua interacción entre los enlaces o conexiones (cuñas) y las cajeras. Es evidente, pues que la estructura ha de mantenerse inherentemente estable y que la red de canales del núcleo 170 ha de quedar prácticamente sin cambios. Puede obtenerse de hecho un funcionamiento satisfactorio de la estructura sin necesidad de conocer la dimensión exacta de crecimiento o de contracción experimentados a causa de la radiación durante la vida de un reactor.

180 Se observará que el conjunto de miembros que constituye el enlosado es capaz de las mayores posibilidades, puesto



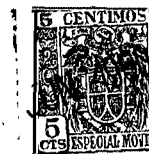
259097

que pueden permitirse grandes tolerancias en cuanto a los cambios en las dimensiones de los bloques de grafito durante la vida del reactor.

185 Las cajeras pueden estar cortadas en cada una de las caras de los bloques individuales o miembros de enlosado y miembros de enlace o conexión (miembros-cuña) colocados en posición después del montaje de las filas adyacentes de bloques, o, con arreglo a una disposición preferente, los bloques o miembros de enlosado pueden estar conformados con
190 cuñas o cajeras en caras alternas, lo que hace el montaje de la estructura del núcleo más rígido. Si todas las cuñas y cajeras correspondientes son idénticas, en la mayoría de los núcleos, sólo será preciso fabricar una forma de bloque, simplificando así la fabricación de los mismos.
200

Puesto que en los efectos de la radiación de la estructura de un núcleo variarán a través de la estructura, siendo probablemente mayores cerca del centro del núcleo, y menor en sus caras exteriores, la contracción será probablemente mayor
205 cerca del centro.

En la estructura de un núcleo, conforme al presente invento, las filas de bloques unidas, por ejemplo, por medio de miembros de conexión o cuñas, y cajeras, como se indica más arriba, serán estables entre sí. Como quiera que los bloques
210 exteriores o reflectores cambiarán en dimensiones en una mínima extensión, queda previsto que tiendan a arquearse o a atirantarse entre sí bajo la influencia de las fuerzas circundantes, formando así un alojamiento rígido para las zonas centrales, inter-constreñidas.

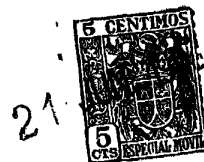


215 A fin de que el invento quede mejor interpretado, describiremos a continuación disposiciones de la estructura del núcleo conforme al mismo, a modo de ejemplos, con referencia a las figuras 1, 2 y 3 de los planos que se acompañan.

220 La figura 1 de los planos que es muy diagramática, representa una sección practicada a través de parte de una estructura de núcleo, compuesta de filas de bloques de grafito de forma hexagonal, dispuestas extremo contra extremo, dentro de una porción reflectora. La figura 2 es un detalle que muestra una de las posibles disposiciones de conexión o enlace de los
225 bloques, mediante cuñas y cajeras, en una estructura de la clase que se describe con referencia a la figura 1. Los bloques están fabricados en un grafito que se sabe sufre contracción al ser sometido a radiación.

230 La figura 3 presenta una vista asimétrica, parcialmente cortada, de un aspecto de la construcción bloque y losa unidos, conforme al invento.

235 El núcleo propiamente dicho tiene la periferia de forma aproximadamente exagonal, y la parte reflectora está completada con bloques de conformación especial para producir un polígono de aristas poco marcadas y forma apropiada, aquí representado con doce caras. El dibujo indica de manera sólo aproximada el orden relativo de la contracción que pueda esperarse, bajo los efectos de la radiación. Así, el bloque central que se ha representado en 1 y posiblemente algunos bloques inmediatos en
240 torno al mismo, se supone se contraerán hasta el máximo, pero la contracción será menor cuanto más nos alejemos del centro



21
2007

245

250

de la estructura. Puesto que los bloques reflectores y la zona exterior de los bloques del núcleo principal se han de contraer muy poco, si es que lo hacen, se prevé que se arqueen o tensen para formar, (con alguna clase de dispositivo de sujeción no representado, pero que puede ser del genero presentado en nuestras solicitudes de patentes números 23 094/58 ó 24 473/58) una rígida constricción para la zona interna de los bloques. Cada uno de los bloques queda constreñido por el enlace de las cuñas y las cajeras según se indica en la figura 2, actuando estas fuerzas de constricción en tres direcciones para cada bloque.

255

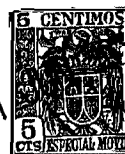
Probablemente resulte ventajoso disponer que, según se ha representado en la figura 2, las longitudes de los miembros de enlace (cuñas) y las cajeras sean prácticamente las del lado de un polígono de doce lados que puede trazarse dentro de la sección hexagonal del bloque. Puede convenir, sin embargo que bajo una fuerte distorsión producida por la radiación los miembros cuña que queden fuertemente cargados puedan cizallar antes de que se produzca daño en los propios cuerpos de los bloques.

260

265

Esevidente que a fin de impedir el movimiento angular entre los bloques en las filas individuales de bloques, las cuñas podrían disponerse de forma que se proyectaran a través de la cara situada entre los bloques sucesivos, y posiblemente, las cuñas pudieran ser continuas en toda la altura (o longitud) del núcleo.

Una estructura de núcleo del genero de la representada en la figura 2, puede disponerse horizontalmente con dos de las caras del núcleo (mencionadas más arriba como de sección aproximadamente hexagonal) simétricas con respecto a un plano vertical.



21

250097

270 ntonces se aplicará normalmente la presión sobre los cuatro
caras restantes para sujetar la estructura. Sin embargo, es
otras de las características del presente invento, que exis-
tía estabilidad incluso si se aplica compresión en un sentido si-
métrico con respecto a dicho plano vertical, sobre dos solamente
275 de los lados restantes.

Un tipo alternativo de estructura de núcleo es el que
se dá como ejemplo en la figura 3. Aquí solo se ha represen-
tado una pequeña sección del núcleo, comprendiendo el núcleo real
cientos de columnas de bloques de, por ejemplo, ocho bloques de
280 altura. La principal característica de este tipo de estructura
es que los bloques sucesivos de cada columna, o fila, de bloques
están separados por losas, que constituyen el medio de estabi-
lización del núcleo.

En la ilustración, la parte inferior del bloque su-
285 perior 11 y la parte superior del bloque inferior 12, están
esvigadas axialmente, por medio de las pestañas 14 de las lo-
sas que encajan en los huecos 15 y 16 respectivamente de los
bloques. Si la fila de bloques lleva, como en el caso de hallar-
se prácticamente todas las filas de bloques en la parte central
de un núcleo de esta naturaleza, orificios para la recepción de
290 los elementos combustibles, estas uniones ayudan a asegurar la
alineación entre los bloques sucesivos, para formar así canales
destinados al combustible. Las losas de cada línea de bloques
están dispuestas en capas, según se indica y están provistas de
cajeras en cada dirección. Algunos bloques estarán conformados
300 de manera que presenten exteriormente sus caras cortadas,
según se indica en 17, 18, formando los huecos constituidos
por estos cortes parte de otros agujeros destinados a las va-
rillas de control y otros dispositivos y los miembros del enlosa-



259097

305 do están conformados de manera similar. Cuando las caras de las losas están reducidas en sus dimensiones por estas porciones suprimidas, las cajeras, tales como 19 y 20, practicadas en tales caras son de sección transversal menor que las de las demás caras.

310 Las cuñas, tales como las representadas en 21, 22, 23, están destinadas en cada cara a enlazar entre sí las losas. Descansan las cuñas sobre la superficie superior de los bloques inferiores y la disposición es tal que cada cuña actúa, como en el ejemplo precedente, prácticamente en sentido radial respecto al eje central del canal de combustible. La longitud

315 axial de las cuñas o miembros de enlace es apreciablemente menor que el de las cajeras, a fin de acomodarse al movimiento axial diferencial (térmico o de irradiación) entre líneas adyacentes de bloques y enlosado.

320 Los miembros de conexión o cuñas forman una estructura estabilizada a diferentes niveles e lo largo del núcleo y, como los bloques están unidos por estigas a esta estructura estabilizada, constituyen en sí mismos un todo prácticamente estabilizado.

325 A fin de impedir la rotación de un bloque en relación con su miembro-losa asociado, uno de los miembros de enlace o cuñas, el miembro 22, está conformado por una prolongación como puede apreciarse, que encaja en una caja 24 practicada en lo alto del bloque. La rotación de un bloque con

330 relación a los demás de la fila queda impedida mediante el encajamiento de las capas de miembros del enlosado, en la periferia



259097²¹

335

dentro de la correcta orientación relativa entre sí. Las dimensiones de los bloques en sección pueden ser prácticamente las mismas que las de los miembros-losa, siendo tal el espacio que en el núcleo ensamblado exista un adecuado juego o hueco entre las caras complementarias de los bloques para permitir cambios de funcionamiento anticipados en sus dimensiones.

340

Se disponen ranuras 25 en los miembros-losa 13, cuando es necesario, para intercalar en ellas conductores de pares termo-eléctricos; en la parte superior de cada bloque se han dispuesto ranuras similares 26. Esta facilidad para una indicación de la temperatura es bien conocida y no precisa aquí ninguna explicación.

345

Es evidente que los dos ejemplos citados de estructura de núcleo pueden ser considerablemente modificados, sin dejar por ello de permanecer dentro del campo de este invento.

350

Así en la disposición descrita con referencia a la figura 2, las partes que constituyen las cuñas o miembros de enlace no necesitan proyectarse a lo largo de toda la longitud axial de los bloques, ni precisan que las cajas sean de una longitud excesiva, con tal de que las longitudes en general sean adecuadas para adaptarse a todo el movimiento entre los bloques. Los expertos pueden hallar conveniente la introducción de otras modificaciones.

. - . N C T A . - .

355

- 1.- Se reivindica como nuevo y de propia invención:
- 1.- Mejoras en las estructuras de núcleo moderador de los reactores nucleares, caracterizadas porque el núcleo princi-

21



50027

360 pel está compuesto de bloques prismáticos de grafito dispuestos
en filas paralelas, dispuestos los bloques o líneas de bloques
de modo que pueden constreñidos entre sí por medios que, bajo
condiciones de radiación, permitan el crecimiento o la con-
tracción de los bloques individuales, asegurando, sin embargo,
que los ejes de los canales de combustible existentes en dichos
bloques permanezcan substancialmente fijos con relación a un
dato o referencia común, bajo condiciones de estado normal.

365 2.- Mejoras según lo reivindicado en el punto 1, ca-
racterizadas porque el núcleo principal está compuesto de blo-
ques prismáticos de grafito dispuestos en líneas paralelas,
estando algunos, por lo menos, de los bloques separados entre
sí por losas de colocación o ubicación y estando dispuestas las
losas de cada fila de modo que queden constreñidas entre sí
370 por medios que, bajo condiciones de radiación, permitan el
crecimiento o la contracción de los miembros-losa individue-
les, asegurando, sin embargo, que los ejes de los canales
de combustible de dichos bloques permanezcan sustancialmente
fijos con relación a un dato o referencia común bajo condiciones
375 de estado normal.

380 3.- Mejoras según cualquiera de las reivindicaciones
precedentes, caracterizadas porque dichos medios de constrección
o sujeción comprenden miembros cune axiales y cuneas, dispuestos
entre los bloques o losas adyacentes, radialmente respecto a los
ejes de los respectivos bloques y/o miembros del enlosado.

4.- Mejoras según reivindicaciones anteriores caracte-
rizadas porque los miembros del enlosado o bloques (o combi-
naciones de bloque y losa) son de sección hexagonal u octogonal

21



259097

385 y las losas o bloques o filas de bloques, están enlazados o conec-
tados por un número de caras complementarias mediante miembros
de conexión o cuñas que impiden el movimiento de los bloques
o de las losas, o de ambos, en sentido perpendicular respecto
al eje de la estructura y sustancialmente paralelo respecto
a todas las caras complementarias tanto las enlazadas como las
390 no enlazadas.

5.- Mejoras según reivindicaciones anteriores, caracte-
rizadas porque dichas losas o bloques (o combinaciones de
bloque y losa) son de sección hexagonal, en la que se han dis-
puesto miembros de enlace o conexión en forma de cuñas, en solo
400 o cuatro o cinco caras complementarias de los miembros del
enlazado o bloques asociados con la porción principal del
núcleo de la estructura.

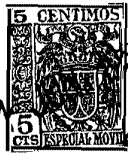
6.- Mejoras según reivindicaciones anteriores, caracte-
rizadas porque dichos bloques están conformados al menos en la
405 porción principal del núcleo con medios de construcción o
unión cooperantes en aquellas caras, solamente, donde ha
de efectuarse la conexión o enlace.

7.- MEJORAS DE LAS ESTRUCTURAS DEL NÚCLEO ALREDEDOR
DE LOS FACTORES NUCLEARES.

410 Tal como se describe y reivindica en la presente
Memoria Descriptiva que consta de quince hojas escritas a má-
quina por una sola cara y de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 21 de Junio de 19 0.

Carbón



216

259097

Fig. 1

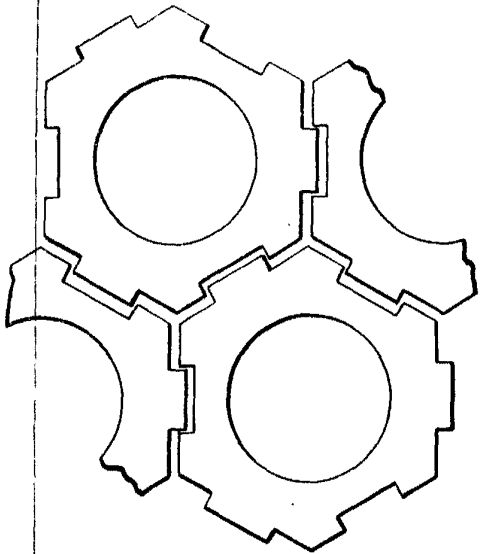
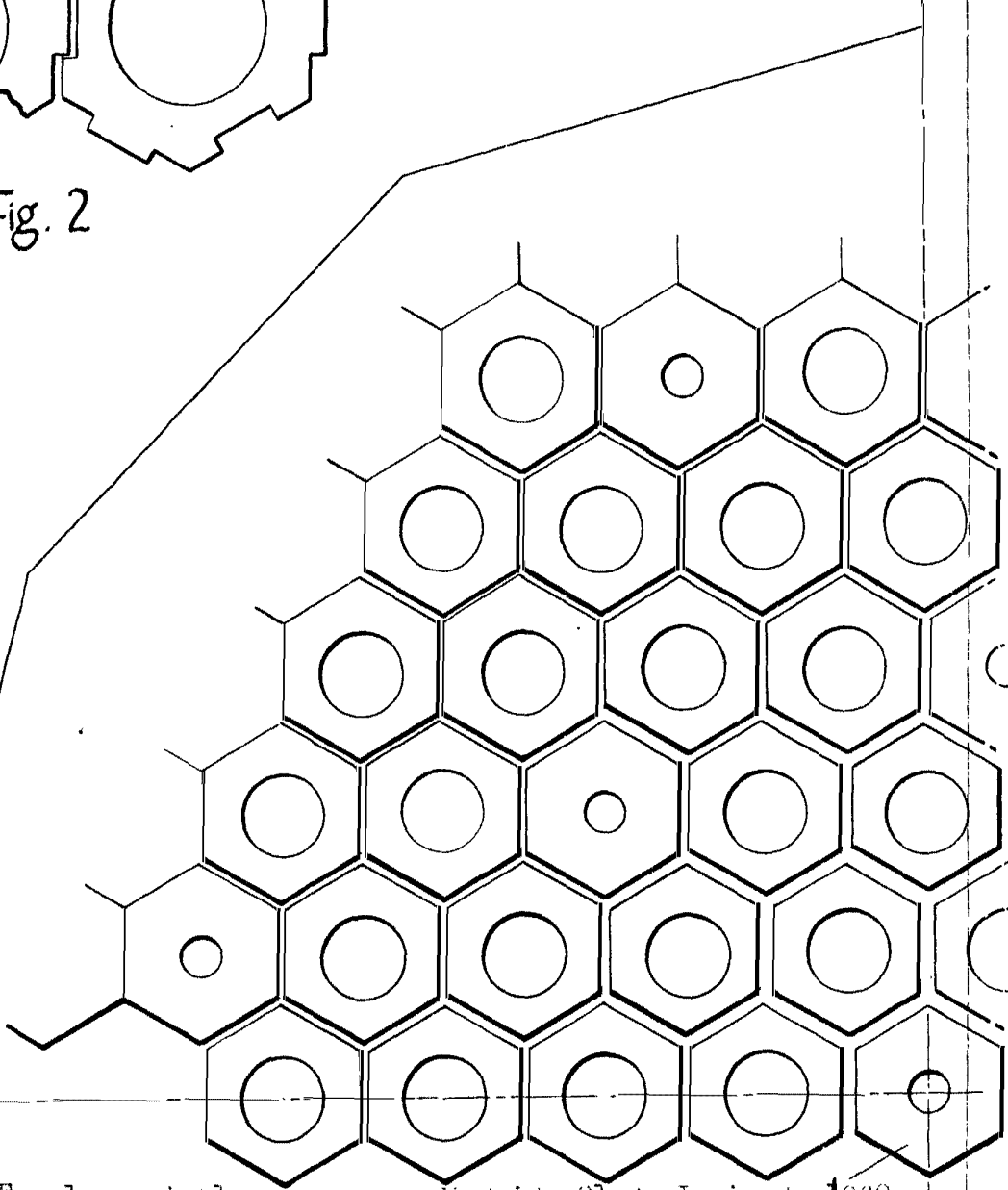


Fig. 2

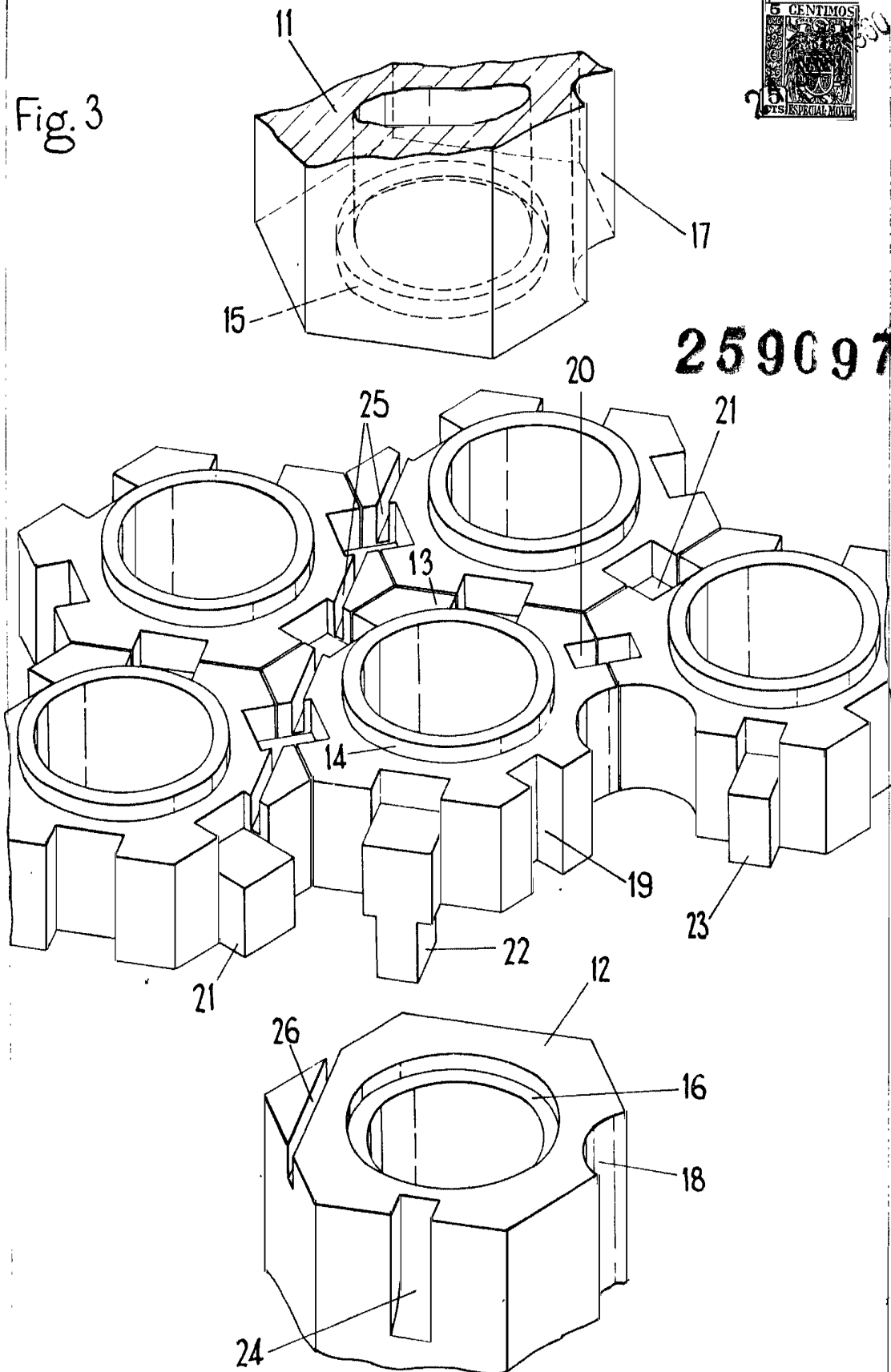


Escala variable

Madrid, 21 de Junio de 1960.

Sanjurjo

Fig. 3



Escala variable

Madrid, 21 de Junio de 1960.

[Handwritten signature]