

AÑO 1.959

Expediente núm.



2508

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTE DE INVENCIÓN

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de

una **PATENTE DE** INVENCIÓN por 20 años, en España

a favor de

THE GENERAL ELECTRIC COMPANY LIMITED, de nacionalidad

Inglesa

domiciliado en LONDON W.C.2., Magnet
House, Kingsway (Inglaterra).

calle de

núm.

por:

«Mejoras en las estructuras del núcleo moderador para
reactores nucleares»

Nº 15971

Agente Sr. Fernandez Candelas.



250856

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 (Ingla
terra); por: "MEJORAS EN LAS ESTRUCTURAS DEL
NUCLEO MODERADOR PARA REACTORES NUCLEARES".

-----oooo000oooo-----

El presente invento se refiere a las estructuras
del núcleo moderador para reactores nucleares, y más particu-
larmente, aunque no de modo exclusivo, a aquellas estructuras
de núcleo en las que el material moderador es el grafito. Ta-
5 les estructuras comprenden normalmente un reflector así como
el propio moderador.

Uno de los objetos del invento es suministrar un
núcleo moderador que posea medios para la estabilización del
núcleo contra las fuerzas horizontales que puedan ser induci-
10 das durante, por ejemplo, un temblor de tierra.

Conforme al presente invento, una estructura de nú-
cleo moderador para un reactor nuclear comprende un núcleo
sustancialmente cilíndrico que posee un eje vertical, una es-

250856



15 tructura reforzadora que rodea el núcleo y está adaptada para resistir su distorsión, y medios de conexión que enlazan la estructura reforzadora al núcleo, al tiempo que permiten un movimiento vertical relativo entre los mismos, estando tal estructura reforzadora compensada en temperatura, de modo que sus componentes horizontales de expansión térmica son sustan-
20 cialmente los mismos que los del núcleo.

En la mayoría de los casos, el núcleo será un prisma regular de muchos lados, mejor que exactamente cilíndrico; el término "sustancialmente cilíndrico" ha de entenderse, pues, que comprende tales formas, que son, aproximadamente, cilíndricas.

25 En una de las construcciones, el núcleo comprende capas horizontales, cada una de las cuales contiene bloques de material moderador y está provista de medios refrenadores, tales como un sujetador elástico, que forma con ella una unidad sustancialmente no distorsionable, estando ligadas entre sí las
30 unidades adyacentes, y las unidades están reunidas entre sí para resistir fuerzas que tiendan a ocasionar perturbaciones relativas entre capas adyacentes.

En otra construcción, el núcleo está refrenado por la propia estructura reforzadora, que comprende miembros verti-
35 cales y diagonales que tienen respectivamente diferentes coeficientes de expansión térmica y están dispuestos relativamente entre sí, de modo que los componentes horizontales de expansión térmica de la estructura reforzadora son sustancialmente los mismos que los del núcleo. Esta estructura reforzadora puede
40 ser previamente tensada.

Con el fin de que se interprete claramente el invento, se describirán a continuación dos estructuras de núcleo moderador para reactores nucleares, a modo de ejemplo, con referencia a los planos adjuntos, en los cuales:



250856

45 La figura 1 es un plano seccional de la primera estructura de núcleo;

La figura 2 es una sección sobre la línea II-II de la figura 1;

50 La figura 3 es un alzado lateral algo esquemático de la estructura del núcleo;

Las figuras 4, 5 y 6 son, respectivamente una vista de frente, una vista desde el extremo, y una vista en plano de un detalle de la primera estructura de núcleo;

55 La figura 7 es un alzado parcialmente seccional de una parte de la segunda estructura de núcleo;

La figura 8 es un alzado lateral parcial; y

La figura 9 es un plano.

60 Con referencia a estos dibujos, más particularmente a las figuras 1 y 2 de los mismos, diremos que el núcleo moderador de un reactor nuclear está construido con bloques de grafito 1 ensamblados para formar una pila o columna. Esta columna tiene forma aproximadamente cilíndrica, o, más, exactamente, es un polígono de treinta y dos lados en sección transversal. Los ladrillos 1 están ensamblados en capas y van dispuestos de modo que
65 poseen un mínimo de propiedades de crecimiento Wigner en la dirección vertical, existiendo espacios 2 entre los ladrillos adyacentes para permitir el crecimiento Wigner en el plano horizontal. Los extremos de cada ladrillo encajan en las caras de las losas o tejas de grafito 3, las cuales han sido presionadas durante
70 la fabricación de modo que sus fibras o vetas están orientadas en sentido paralelo a las caras de las mismas y el crecimiento Wigner en el plano de una losa queda reducido a un mínimo.

Las losas o tejas 3 están acopladas entre sí en capas, formando cada una de estas capas un pavimento continuo sustancialmente en forma de disco, el cual se extiende transversalmente en una

75



250856

75 sección horizontal del núcleo. El límite de cada uno de tales pavimentos está guarnecido por los ladrillos radiales 4.

Refiriéndonos ahora también a las figuras 3, 4, 5 y 6, diremos que el límite de cada pavimento en forma de disco está rodeado de un sujetador o ligazón 5, compuesto de miembros re-
80 frenadores 6, los cuales están compensados en temperatura, de modo que poseen el mismo coeficiente de expansión térmica que el núcleo de grafito. Cualquier expansión de los pavimentos en sus planos horizontales será suficientemente pequeña para quedar admitida elásticamente dentro de sus sujetadores 5.

85 Existen unas conexiones radiales 7 capaces de transmitir cargas radiales desde el núcleo a los sujetadores, conexiones que se encuentran entre tirantes de refrenamiento o contención
10 unidos a los ladrillos radiales 4, y a los miembros 6. Como se verá, puesto que los pavimentos tienen forma de disco,
90 no puede producirse ninguna distorsión sin aumentar la longitud de su límite, tensando así el dispositivo sujetador y aumentando su resistencia para una ulterior distorsión. Cada enlosado o pavimento y su sujetador asociado puede, pues, considerarse como un disco rígido.

95 Los diversos discos están ligados entre sí por un sistema de tirantes diagonales 8, construidos en acero suave. Estos tirantes abarcan cierto número de discos, y los puntos de intersección de los tirantes y de los sujetadores están li-
100 gados entre sí. Así, en la eventualidad de que se aplique una fuerza horizontal, como la que puede ser inducida por un terremoto o temblor de tierra, y que puede causar alteración relativa entre los discos, las fuerzas de empuje encuentran resistencia en las fuerzas comprensiva y tensil inducidas en los tirantes, fuerzas inducidas que aumentan uniformemente desde lo



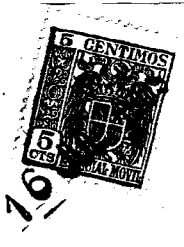
250856

105 alto hasta la base de la estructura.

Como más arriba se expone, los miembros refrenado-
res 6 del dispositivo de sujeción tienen el mismo coeficiente
de expansión térmica que el núcleo de grafito; los tirantes
diagonales 8, sin embargo, poseen un mayor coeficiente de ex-
110 pansi3n térmica y tenderán a expandirse en la direcci3n verti-
cal con relaci3n a la estructura del núcleo. El ángulo que
los tirantes subtienden respecto a la horizontal es tal que
la componente vertical de expansi3n térmica será igual a la
del acero inoxidable. Así, es posible reforzar el sistema con
115 columnas 9 de acero inoxidable. Las columnas 9, además de apor-
tar un refuerzo, sirven tambien para dar más solidez a la es-
tructura e impiden un derrumbamiento en el caso de un fallo
del miembro sujetador 6 o del tirante 8.

Si los tirantes diagonales se extienden en cualquier
120 direcci3n en torno al núcleo, cualquiera de las líneas de ti-
rantes seguirán entonces una trayectoria espiral. Durante los
movimientos de temperatura vertical entre el sistema reforza-
dor y el núcleo, serán inducidas en esta espira cargas torsio-
nales y de curvatura; estas fuerzas pueden, no obstante, con-
125 siderarse despreciablemente pequeñas.

Refiriéndonos ahora a las figuras 7, 8 y 9 que ilus-
tran la segunda estructura de núcleo, diremos que éste está
construido de bloques de grafito ensamblados para formar una
pila o columna 12. Esta pila es de forma aproximadamente ci-
130 líndrica, siendo su eje vertical y los ladrillos están reuni-
dos en capas, del modo descrito en el ejemplo precedente, es-
tando el límite de cada capa guarnecido por los ladrillos ra-
diales 4. Rodeando el núcleo hay una estructura reforzadora
que consiste en miembros verticales 9 de acero inoxidable, y
135 miembros diagonales de acero suave. El acero inoxidable tiene
un coeficiente de expansi3n térmica de aproximadamente una vez



250856

140 y media la del acero suave, y por ende, si bien el grado ver-
tical de expansión de la estructura es el mismo que para el
acero inoxidable, el grado horizontal de expansión queda de-
terminado por el ángulo de inclinación de los miembros dia-
145 gonaes 8 respecto a los miembros verticales 9. Tomando un
ángulo de, por ejemplo, 55°, basándose en las propiedades
térmicas exactas de los aceros, el grado circunferencial de
expansión puede hacerse igual al del núcleo de grafito. Así,
145 la estructura puede expandirse verticalmente en relación al
núcleo, mientras que queda envolviéndole estrechamente.

Cada esquina del núcleo de grafito queda reprimida
por un corto tirante de sujeción 16 y entre estos tirantes y
los miembros verticales 9 van insertadas unas roldanas libre-
150 mente rodantes 17, para permitir la expansión vertical diferen-
cial. Entre los tirantes de sujeción 16 y las roldanas 17
existen unos tornillos radiales 21, que sirven como medio para
aplicar una presión radial entre la estructura y el núcleo,
dando así fuerza a la estructura.

155 A fin de permitir un cambio en el ángulo entre los
miembros 8 y 9 durante la expansión térmica de la estructura,
estos miembros están conectados a sus puntos de intersección
por medio de pernos 18. Para facilitar el ensamblado de la
estructura, los tirantes diagonales entre dos miembros verti-
160 cales cualesquiera están formados de una sección corta y una
larga soldadas entre sí. Es posible, en lo que respecta a
cualquier línea de miembros diagonales, que se haga continua
en aquella dirección que forme un miembro espiral. En este
caso, como quiera que el diámetro de la estructura se expan-
165 de en grado inferior al de la altura vertical, habrá un au-
mento de la curvatura de este miembro espiral durante la



250856

expansión, pero tanto la curvatura resultante como los empujes o fuerzas torsionales pueden considerarse despreciablemente pequeños.

170 Se han dispuesto los medios necesarios en la base de la estructura para permitir movimientos de temperatura radiales entre el pie de cada miembro vertical 9 y un emparrillado de sostén 19, mediante guías 20, guías que engranan en cajas de rodamiento dispuestas radialmente (no representadas) instaladas en el emparrillado.

La carga soportada por la estructura de refuerzo durante las condiciones normales de funcionamiento consiste en una presión uniforme hacia afuera debida al previo empuje inicial, y una presión debida a la presión del gas producida a través del núcleo. La elasticidad de la estructura reforzadora en una dirección circunferencial depende de la inclinación de los miembros diagonales 8 y según puede mostrarse, esta elasticidad es aproximadamente de tres veces la de un cilindro continuo de acero suave que reciba una carga de igual magnitud.

185 Esta elasticidad es de considerable importancia en la reducción de cualesquiera fuerzas inducidas por el crecimiento de Wigner y también en la reducción de las fuerzas producidas por las diferencias transitorias de temperatura entre el núcleo y la estructura.

190 En el caso de un temblor de tierra, la estructura es sometida a una carga general horizontal que dá nacimiento a una presión hacia afuera aumentada y no uniforme. No obstante, a causa de la estructura reforzadora previamente tensa, el efecto de esta carga es el de redistribuir la presión inicial entre el núcleo y la estructura, siendo aumentada la presión en la cara de la estructura que hace frente al seismo y



250856

reduciéndose en igual cantidad la presión en la cara opuesta.

Así, no existirá aumento en la longitud total circunferencial de la estructura, ni existirá distorsión de ninguna sección transversal del núcleo.

Cualquier presión que se ejerza entre el núcleo y la estructura produce cargas de compresión en los miembros verticales 8 y cargas de tensión en los miembros diagonales 9. En la base de la estructura las reacciones en los pies de los miembros verticales actúan siempre en una dirección tangencial o vertical. Ha de observarse, por consiguiente, que aunque el pie de cada miembro vertical esté libre para moverse radialmente con relación al emparrillado de sustentación, no habrá movimiento lateral general de la estructura con relación al emparrillado.

210

-----N O T A-----

Se reivindica como nuevo y de propia invención.

1.- Mejoras en las estructuras de núcleo moderador para reactores nucleares, caracterizadas por un núcleo sustancialmente cilíndrico, con eje vertical, una estructura reforzadora que rodea al núcleo y está adaptada para resistir la distorsión del mismo, y medios de conexión que unen la estructura reforzadora al núcleo si bien permiten un movimiento vertical relativo entre ambos, estando dicha estructura reforzadora compensada en temperatura de modo que sus componentes horizontales de expansión térmica son sustancialmente los mismos que las del núcleo.

2.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque la estructura reforzadora comprende miembros verticales y diagonales que poseen respectivamente diferentes coeficientes de expansión térmica y están dispuestos en tal relación entre si



25085 No. 3

225 que las componentes horizontales de expansión térmica de la estructura reforzadora son sustancialmente los mismos que las del núcleo.

3.- Mejoras según la reivindicación 2, caracterizadas porque los miembros verticales y diagonales son de acero inoxidable y de acero suave, respectivamente.
230

4.- Mejoras según cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizadas porque la estructura reforzadora es previamente sometida a tensión.

5.- Mejoras según la reivindicación 4, caracterizadas porque los medios de conexión citados comprenden tornillos radiales para la aplicación de presión radial entre la estructura reforzadora y el núcleo, a fin de tensar previamente la estructura reforzadora.
235

6.- Mejoras según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizadas porque dichos medios de conexión comprenden roldanas libremente rodantes dispuestas entre las superficies opuestas que presentan el núcleo y la estructura reforzadora.
240

7.- Mejoras según cualquiera de las precedentes reivindicaciones, caracterizadas porque la estructura reforzadora está sustentada por un emparrillado de soporte, habiéndose previsto medios que permiten el movimiento radial de la estructura con relación al emparrillado.
245

8.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque el núcleo comprende capas horizontales, cada una de las cuales comprende bloques de material moderador y está provista de medios refrenadores o sujetadores que forman con ella una unidad sustancialmente no distorsionable; estando las unidades adyacentes ensambladas entre sí, y en la que dichas unidades
250

250856



255 están ligadas entre sí, de modo que resisten las fuerzas que
tiendan a ocasionar un empuje relativo entre las capas adya-
centes.

260 9.- Mejoras según la reivindicación 8, caracteriza-
das porque cada una de las capas es un disco de material mo-
derador, y en la que dichos medios de sujeción o refrenadores
comprenden sujetadores o ligazones elásticos que rodean los
discos, de modo que cualquier distorsión de un disco ocasiona-
ría la tensión del sujetador asociado y, por ende, aumentaría
la resistencia a una ulterior distorsión.

265 10.- Mejoras según la reivindicación 9, caracteriza-
das porque los discos adyacentes están ligados entre sí por
un sistema de tirantas diagonales que circundan el núcleo y
están dispuestos de modo que cualesquiera fuerzas de empuje
que actúen entre los discos son resistidas por las fuerzas de
270 compresión y tensión inducidas en los tirantes.

275 11.- Mejoras según la reivindicación 10, caracteri-
zadas porque dicho sistema de tirantes diagonales queda refor-
zado por columnas verticales cuya expansión térmica es menor
que la de los tirantes, siendo tal la inclinación de los tiran-
tes que la componente vertical de su expansión es igual a la de
las columnas verticales.

280 12.- Mejoras según la reivindicación 1, caracteriza-
das porque comprenden acumulaciones de ladrillos de grafito
dispuestas en capas horizontales, poseyendo dichos ladrillos un
mínimo de propiedades de crecimiento de Wigner en la dirección
vertical; losas o tejas de grafito dispuestas también en ca-
pas, poseyendo cada una de estas capas un mínimo de propiedades
de crecimiento de Wigner en el plano horizontal de la capa y
formando un disco sustancialmente continuo que separa y vá

250856



285 ligado a capas adyacentes de ladrillos, y medios sujetadores
o refrenadores asociados a cada disco para resistir cualquier
tendencia a la distorsión de los mismos, estando estos medios
refrenadores ligados entre sí, para resistir así las fuerzas
que tiendan a causar perturbaciones en la relación entre los
290 discos adyacentes.

13.- MEJORAS EN LAS ESTRUCTURAS DEL NUCLEO MODERA-
DOR PARA REACTORES NUCLEARES.

Tal como se describe y reivindica en la presente
Memoria Descriptiva que consta de once hojas escritas a máqui-
295 na por una sola cara y de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 16 de Julio de 1.959.

Carl Juvand



250856

Fig. 1

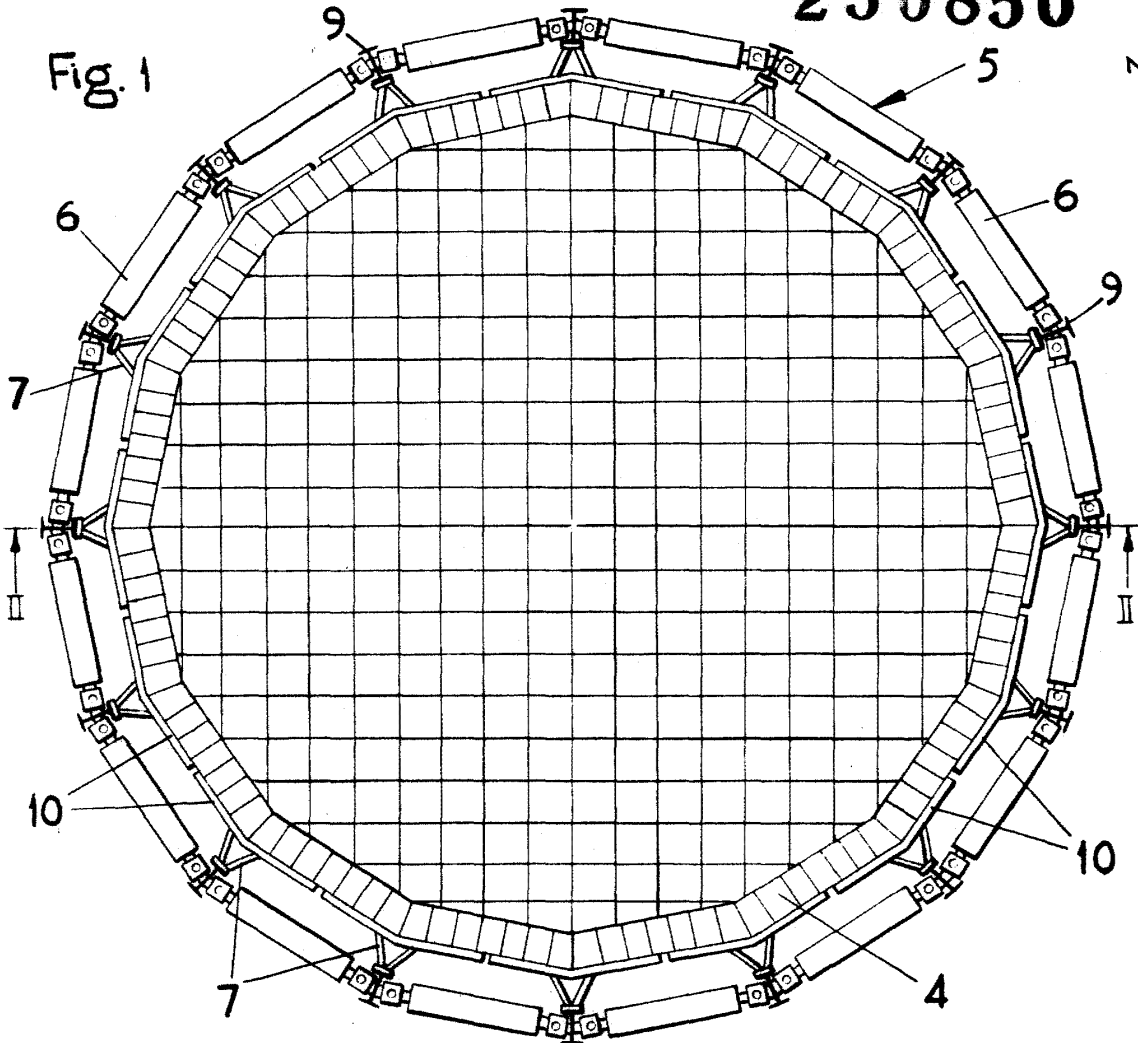
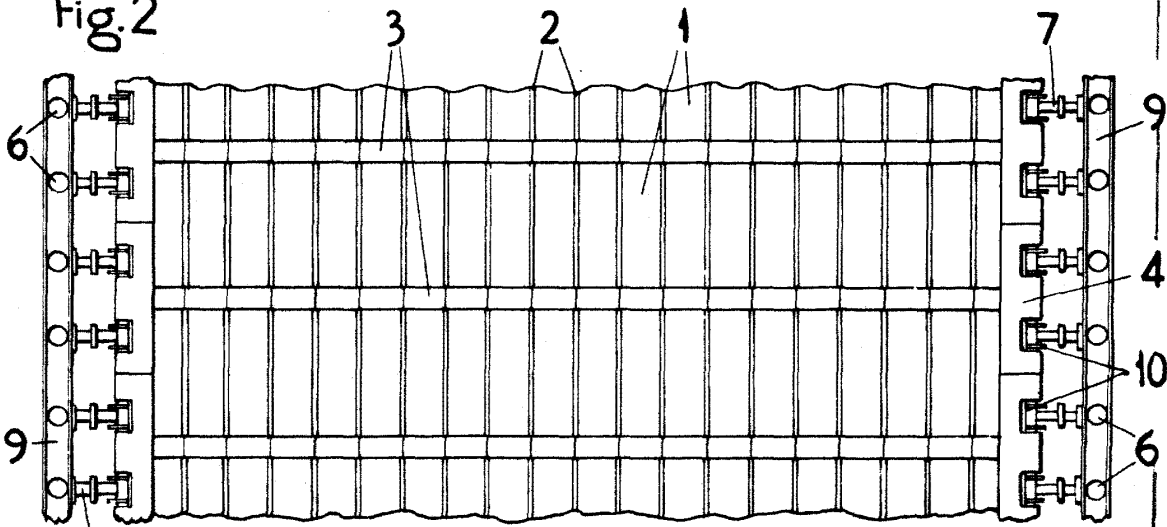


Fig. 2



Escala variable

Madrid, 16 de Julio de 1959.

Carlo Juanda



250856

16 JUL

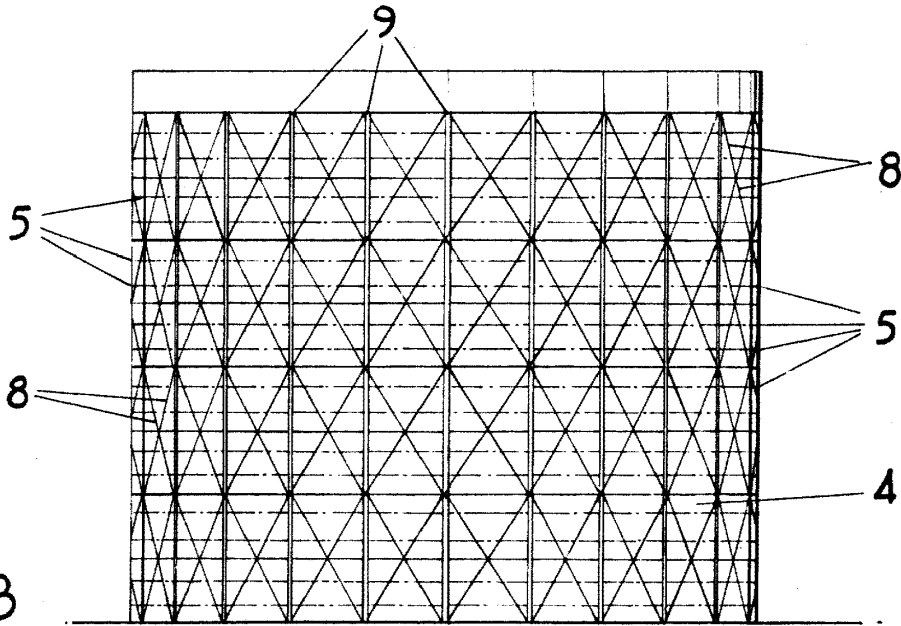


Fig. 3

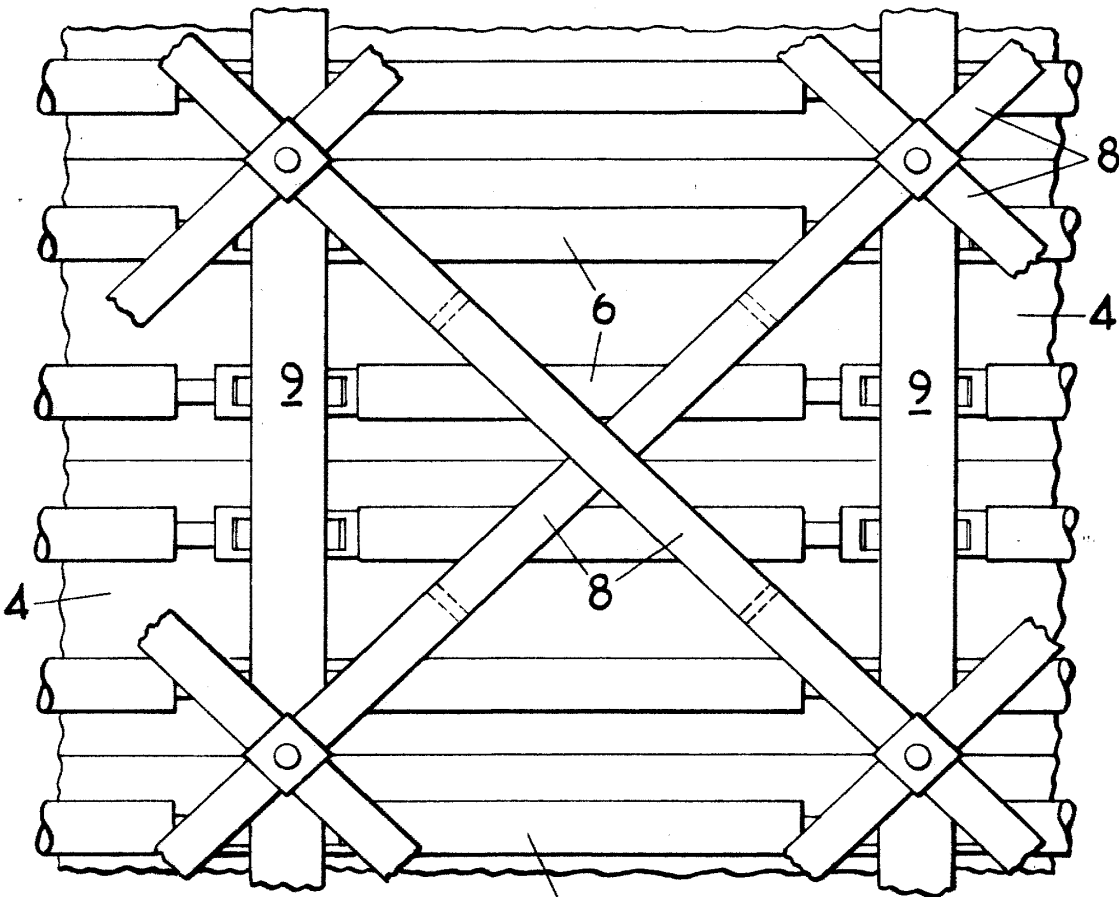


Fig. 4

Escala variable

Madrid, 16 de Julio de 1959.

Carlo Juncos



250856

76 JUL

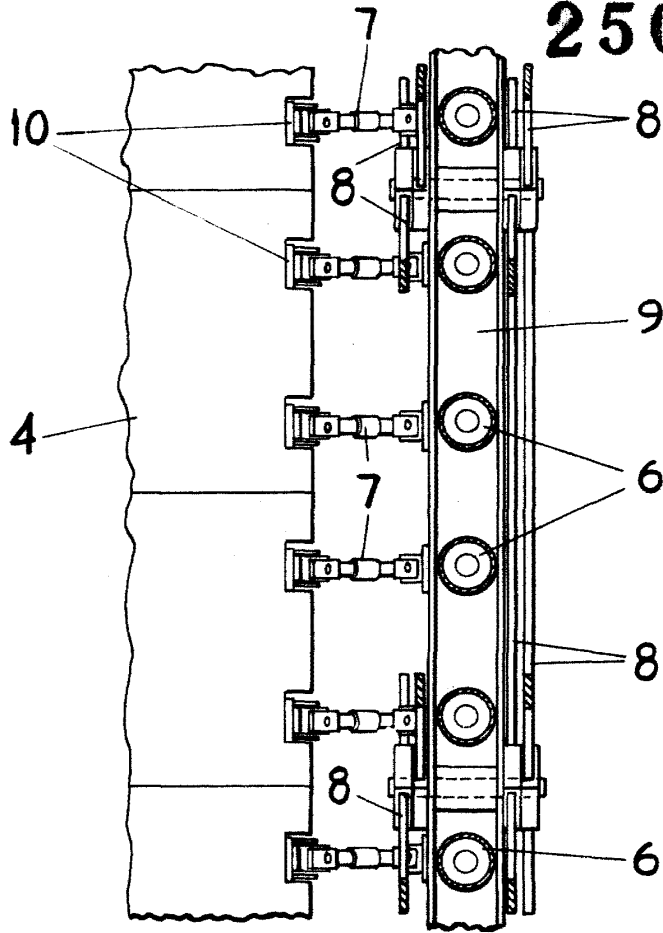


Fig. 5

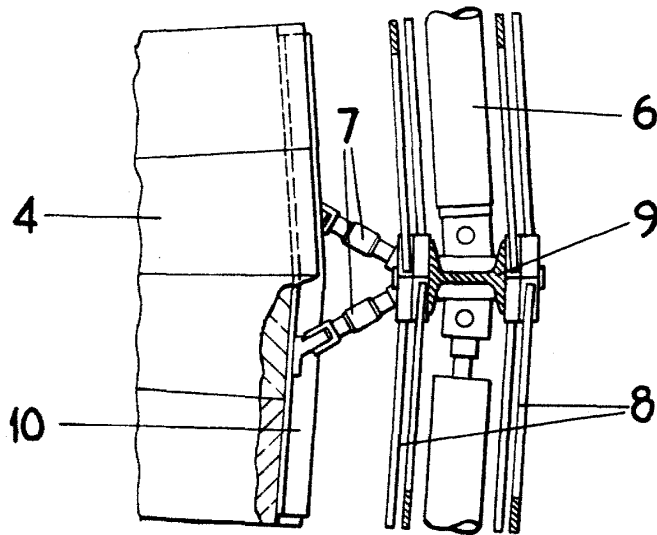


Fig. 6

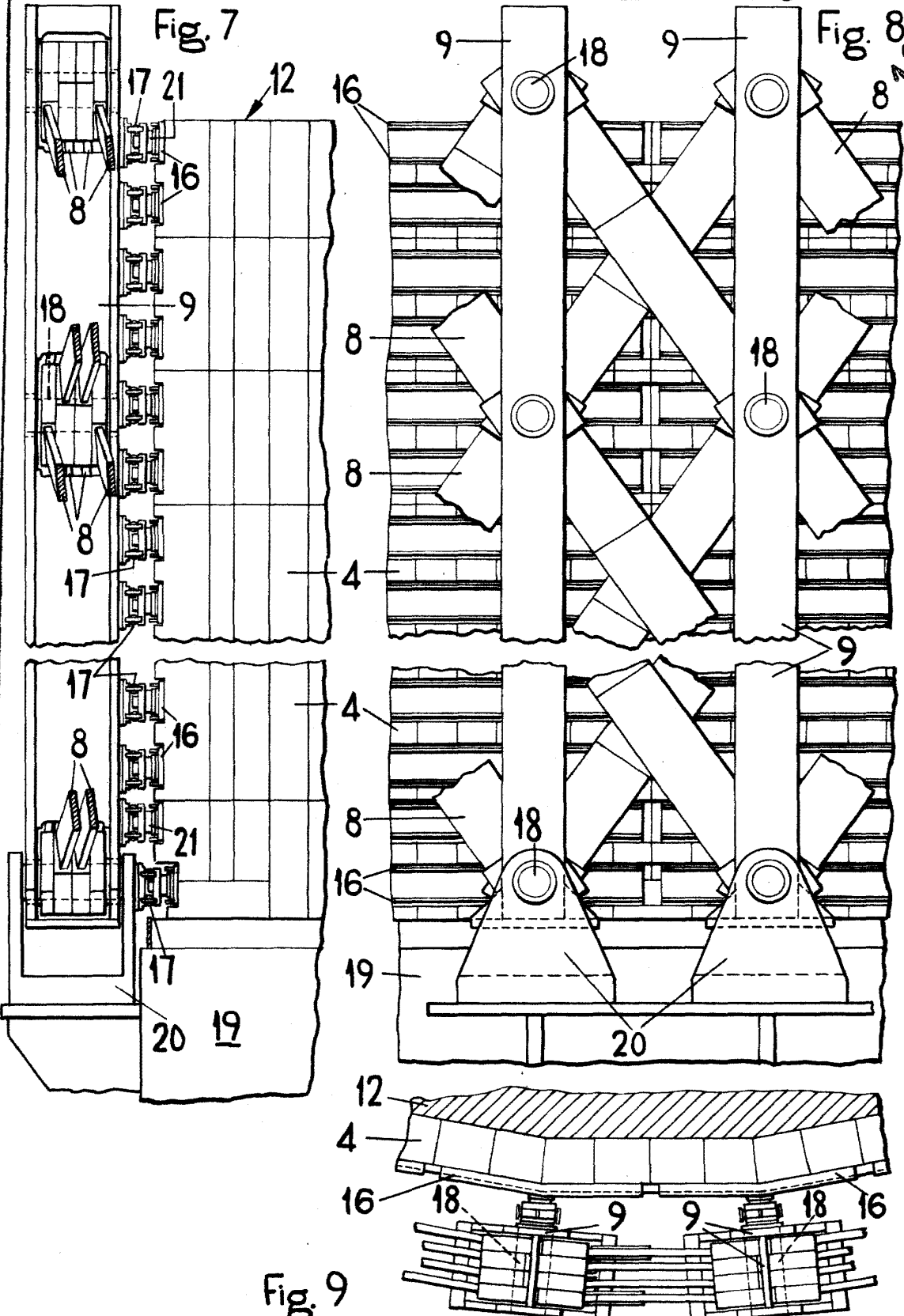
Escala variable

Madrid, 16 de Julio de 1959.

Carlos J. ...



250856



Escala variable

Madrid, 16 de Julio de 1959.

Carlo Juanda