



19 ES	11	462371	10 AI
	21		
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		14.9.1977	

CONCEDIDA
PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:	52 FECHA	53 PAIS
51 NUMERO		
757,723	7.1.1977	Estados Unidos

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G 21 C	

64 TITULO DE LA INVENCION

REJA SEPARADORA DE CONJUNTOS DE COMBUSTIBLE PARA REACTOR NUCLEAR.

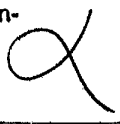
71 SOLICITANTE (S)
THE BABCOCK & WILCOX COMPANY
DOMICILIO DEL SOLICITANTE
161 East 42nd Street - New York, N.Y. 10017 - Estados Unidos -
72 INVENTOR (ES)
Felix S. Jabsen, de nacionalidad estadounidense.
73 TITULAR (ES)
74 REPRESENTANTE
D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

20 JUL. 1978

UNE A-4 MOD. 3108

UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

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



EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

Una reja separadora para conjunto de combustible nuclear está constituida por una celosía de placas de reja que forman células múltiples en las cuales penetran los elementos de combustible. Unas protuberancias flexibles y unas protuberancias rígidas sobresalen en las células a partir de las placas y se apoyan contra el elemento de combustible para soportarlo y separarlo adecuadamente. Unos pares de placas de rejillas intersecantes, separadas en el sentido longitudinal cooperan con otras placas para formar una celosía en la cual cada célula contiene unos paneles adyacentes provistos de protuberancias flexibles dispuestas frente a los paneles adyacentes dotados de protuberancias rígidas. La tira periférica que limita la celosía está provista solamente de protuberancias rígidas que sobresalen en las células periféricas.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

1. Ambito del Invento

El presente invento se refiere a conjuntos de elementos de combustible para reactor nuclear y, en particular, a un conjunto de elementos de combustible que utiliza una disposición de placas de reja para posicionar y soportar elementos de combustible que tienen la forma de agujas, barras, etc.

2. Resumen de la Técnica Anterior

En los reactores nucleares heterogéneos, el combustible nuclear se prepara a partir del moderador y se dispone en cuerpos separados conocidos bajo la forma de elementos de combustible. Los elementos de combustible típicamente utilizados en reactores heterogéneos consisten en tu-

bols largos y con espesor de pared reducido, o barras, que encamisán el combustible nuclear contenido en el elemento para impedir la corrosión del combustible y la penetración de productos de fisión en el refrigerante, y estos elementos de combustible se conocen en la técnica bajo el nombre de "agujas de combustible" o "barras de combustible". Entre los materiales constitutivos de la camisa se encuentra corrientemente el aluminio o sus aleaciones, el acero inoxidable y las aleaciones de circonio. Estas agujas de combustible se sitúan generalmente de acuerdo con una configuración cuidadosamente diseñada para formar un conjunto que constituye el núcleo del reactor y que asegura la concentración de material fisiónable necesaria para mantener una secuencia continua de reacciones de fisión. En un reactor heterogéneo, las agujas de combustible del núcleo se agotan a velocidades diferentes, estando las del centro generalmente sometidas a un flujo de neutrones más intenso y por tanto agotándose antes de las que están dispuestas en la parte interna del núcleo donde existe un flujo de neutrones menos intenso. Por tanto, todos los elementos de combustible no se sustituyen normalmente al mismo tiempo sino por etapas sucesivas. Además, a cada operación de reabastecimiento con combustible, los elementos parcialmente agotados deben situarse en otro emplazamiento para obtener el rendimiento óptimo del núcleo y prolongar el tiempo que separa las sucesivas paradas del reactor para efectuar el reabastecimiento con combustible. Por tanto, es ventajoso agrupar los elementos de combustible en unidades móviles, conocidas bajo el nombre de conjuntos de combustible, los cuales pueden contener cientos de agujas de combustible. Típicamente, un

conjunto de combustible se yuxtapone a conjuntos similares en el núcleo de un reactor de agua a presión. En un reactor de agua hirviente, cada conjunto de combustible se encasilla típicamente en un canal cuadrado de circulación, corriente-
5 mente llamado "vainas", que está yuxtapuesto a vainas similares que ocupan el núcleo. El movimiento de los elementos de combustible bajo la forma de conjuntos de combustible durante las operaciones de carga y descarga de un núcleo de reactor acelera las operaciones de descarga del núcleo, aumentando así la capacidad general del reactor y mejorando general-
10 mente el rendimiento económico de utilización del reactor nuclear en funciones tales como generación de energía.

El diseño de un conjunto de combustible exige un cuidadoso análisis para asegurar la conservación de la integridad geométrica del conjunto durante todas las fases de
15 funcionamiento del reactor. El calor generado en el interior de la aguja de combustible, es, a menudo, extraído por medio de un refrigerante fluido que circula a través del núcleo del reactor generalmente en una dirección paralela a los ejes
20 longitudinales de las agujas de combustible. La velocidad del fluido y el caudal de circulación pueden ser muy elevados con el objeto de extraer la gran cantidad de calor generada. La superficie de las agujas de combustible individuales, debe, por tanto, estar expuesta lo más completamente posible al
25 fluido en circulación para facilitar la transferencia del calor al refrigerante y para impedir el desarrollo de puntos calientes en el elemento del combustible, en razón de medio-
cres condiciones de circulación del refrigerante. Además, las delgadas agujas de combustible alargadas pueden estar
30 sometidas a vibraciones perjudiciales producidas por la cir

culación del refrigerante o procedentes de otra fuente.

5 Por tanto, es conveniente disponer los elementos
de combustible en un conjunto en el cual los elementos están
separados de acuerdo con una configuración geométrica que
conduce a una organización típica adecuada del reactor al
mismo tiempo que satisface un cierto número de necesidades
contradictorias, por ejemplo la necesidad de reducir lo más
posible las limitaciones estructurales con el objeto de fa-
10 cilitar la transferencia del calor desde las agujas de com-
bustible hasta el refrigerante, la necesidad de facilitar
un soporte estructural para un gran número de agujas de com-
bustible sometidas a fuerzas térmicas, hidráulicas y vibra-
torias, etc., la necesidad de reducir lo más posible las
pérdidas de presión hidráulica, y la necesidad de reducir
15 la presencia de material capaz de efectuar una absorción
parásita de neutrones. Ciertos conjuntos de combustible de
la técnica anterior han utilizado una reja de placas para
separar y soportar las agujas de combustible. Usualmente,
estas rejillas constituyen una estructura celular, que se lla-
20 ma de manera característica diseño en forma de caja de hue-
vos, formada mediante las intersecciones mutuamente perpen-
diculares de un grupo de placas metálicas interconectadas.
Unas protuberancias, unas concavidades, unos elementos cur-
vos, etc., sobresalen de la superficie de las porciones de
25 estas placas interconectadas que constituyen las paredes de
las células individuales. Una aguja de combustible está in-
troducida en cada célula formada en la estructura de reja.
Las protuberancias se acoplan con la superficie externa de
la aguja de combustible de una célula particular para a la
30 vez limitar el movimiento de la aguja y para posicionarla.

Se utilizan corrientemente dos tipos de protuberancias. Un tipo de protuberancia de placa de reja es muy flexible ya que está esencialmente montado sobre muelle. El carácter flexible de estas protuberancias permite su deformación de tal manera que las agujas de combustible puedan ser introducidas en la estructura de reja con relativa facilidad. Cuando se retira el dispositivo de deflexión, la protuberancia flexible vuelve hacia atrás elásticamente en su posición de la célula para recibir de este modo la aguja de combustible. El otro tipo de protuberancia de placa de reja es un elemento extremadamente duro y rígido que elimina esencialmente el movimiento relativo entre las agujas de combustible y las protuberancias.

Se han presentado dificultades en los diseños de reja en los cuales se han utilizado solamente protuberancias flexibles o protuberancias rígidas. La construcción de una reja cuyas células contienen solamente protuberancias flexibles es dificultosa. La utilización de una disposición de rejillas en dos hileras para superar estas dificultades, da lugar a la introducción de material suplementario capaz de efectuar una absorción parasítica de los neutrones y que aumenta los costes y complica la fabricación del conjunto de combustible. Durante el funcionamiento del reactor, la flexibilidad de las protuberancias elásticas, permite un movimiento relativo en el punto de contacto entre la protuberancia y la aguja de combustible. Este movimiento produce un desgaste o "fretting" de la aguja que debilita la camisa y puede producir su fallo. La utilización de protuberancias rígidas solamente, por otra parte, conduce a otras dificultades, por ejemplo, resulta difícil introducir una aguja de combustible a través de una célula que contiene solamente protuberancias rígidas no flexibles sin que se produzcan

rozaduras, abrasión, rayas o desperfectos parecidos en la camisa.

Un diseño de placas de rejas que utiliza una combinación de protuberancias flexibles y de protuberancias rígidas en una célula, puede aportar una solución a estos problemas. La deflexión de las protuberancias flexibles permite la introducción de la aguja de combustible sin desperfectos. Después de retirar los medios de deflexión, las protuberancias flexibles vuelven elásticamente a su posición haciendo que las agujas de combustible estén sujetas en los puntos de contacto tanto de las protuberancias flexibles como de las protuberancias rígidas. Es evidente que en cada célula una protuberancia flexible se situará en la pared de la placa opuesta a una placa que tiene una protuberancia rígida para facilitar la introducción de la aguja de combustible, así como su extracción, y para sujetar más positivamente las agujas durante el funcionamiento del reactor. Sin embargo, se observa rápidamente que la tira periférica que rodea el conjunto de combustible contendrá por consiguiente protuberancias flexibles y rígidas, lo que complica la construcción de la tira. Además, el hecho de situar las protuberancias flexibles en la tira periférica produce necesariamente un debilitamiento de la tira. Este fenómeno es extremadamente indeseable, ya que las tiras periféricas de los conjuntos de combustible yuxtapuestos están en contacto y se soportan lateralmente la una a la otra; y, además de conservar su integridad estructural sin deterioración durante las condiciones de funcionamiento normales, estas tiras deben soportar las fuerzas de impacto que se producen durante fenómenos anormales, por ejemplo terremotos. Además, cuando se emplea un reactor que utiliza un conjunto de reja descrito más arriba para accionar una unidad móvil, por ejemplo una nave rompehielos, unas vibraciones externas pueden ser transmiti

das a éste produciendo unos impactos suplementarios entre las ti
ras periféricas o entre la tira y la vaina que la recubre. Por
tanto, es extremadamente conveniente desarrollar un conjunto de
placa de reja de elementos de combustible que no utiliza protu-
berancias flexibles en su tira periférica, conservando sin embar-
5 go las ventajas inherentes a las células dotadas de combinación
de protuberancias flexibles y rígidas.

Además, dicho conjunto de soporte de elementos de
combustible presentará ventajas suplementarias y puede adaptar-
se para ser utilizado en un reactor que emplea "vainas" para
10 contener cada conjunto de combustible.

RESUMEN DEL INVENTO

De acuerdo con el presente invento, en un conjunto
de combustible, una reja separadora del tipo descrito más arriba,
15 dos placas de reja apareadas longitudinalmente, construidas dife-
rentemente de acuerdo con los modos de realización descritos más
adelante, se cortan con un conjunto similar de placas apareadas
en un punto generalmente central en la celosía de placas de reja.
Cada una de las placas de reja apareadas está provista de protube-
rancias flexibles que se extienden en las células en cada lado de
20 estas placas apareadas. Las restantes placas de reja de la estruc-
tura de reja tienen protuberancias flexibles en una cara y protu-
berancias rígidas en la cara situada en el lado opuesto de la
placa. Estas placas de reja están organizadas en dos grupos, sien-
do cada uno de los grupos paralelo a una combinación correspondien-
25 te de placas apareadas; además las placas de reja individuales de
cada grupo están separadas la una de la otra y se cortan general-
mente de manera perpendicular con las placas de reja del otro gru-
po, con el objeto de formar una estructura celular. Las protube-
rancias rígidas formadas en las placas de cada grupo están orien-
30

tadas hacia las placas apareadas con las cuales cada grupo de placas de reja correspondiente es paralelo. De este modo, cada una de las células está limitada por dos superficies de placa adyacentes a partir de las cuales sobresalen protuberancias rígidas en la célula y dos superficies de placas adyacentes a partir de las cuales un grupo de protuberancias flexibles sobresalen en esta célula, y ninguna de las protuberancias de cualquiera de estos grupos está situada en superficies dispuestas en oposición. En estas circunstancias, la reja puede disponerse de modo que la tira periférica contenga solamente protuberancias rígidas.

En un modo de realización, la tira periférica está construida de tal manera que un elemento en forma de muelle esté situado en la superficie más alejada del centro del conjunto. El elemento en forma de muelle asegura la obtención de una fuerza de contacto elástica entre las cintas periféricas yuxtapuestas de la reja separadora de un conjunto de elementos de combustible, en una disposición de núcleo de reactor del tipo "sin vaina" y entre la tira periférica y la pared interna de la vaina de un núcleo de reactor del tipo de "vainas", dando lugar a un conjunto de combustible dotado de una mayor estabilidad en condiciones de funcionamiento normales y anormales.

Otras combinaciones de placas para obtener la orientación deseada de los grupos de protuberancias rígidas y flexibles en cada célula, pueden utilizarse cuando se desea emplear protuberancias flexibles en la tira periférica para una aplicación particular.

Las varias características de novedad que caracterizan el invento se reseñan particularmente en las reivindicaciones adjuntas que forman parte de esta solicitud. Para facilitar

tar el entendimiento del invento, sus ventajas de funcionamiento y los objetos particulares que permite obtener, se hará referencia a los dibujos adjuntos y a la descripción que sigue en la cual se ilustra y describe un modo de realización preferido del invento.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

En los dibujos adjuntos, que forman parte de esta memoria, y en la cual los números de referencia indicados en los dibujos designan piezas idénticas o correspondientes en todos ellos,

la figura 1 es una vista en planta de la parte central de una porción representativa de un conjunto de elementos de combustible, al cual se ha añadido un cierto número de agujas de combustible de forma cilíndrica;

la figura 2 es una vista en alzado lateral de una porción representativa de una placa de reja según el invento;

la figura 3 es una vista lateral de la placa ilustrada en la figura 2, tomada a lo largo de las líneas 3-3;

la figura 4 es una vista en alzado lateral de una porción representativa de una placa de reja utilizada en una disposición de placas apareadas típicas, según el invento;

la figura 5 es una vista en sección de la placa de reja representada en la figura 4, tomada a lo largo de la línea 5-5;

la figura 6 es una vista lateral de una porción representativa de otra placa de reja que se emplea en una disposición de placas apareadas típicas según el invento;

la figura 7 es una vista en sección de la placa de reja ilustrada en la figura 6, tomada a lo largo de la línea 7-7;

la figura 8 es una vista en planta de una esquina

externa de una parte del conjunto de placas separadoras de elementos de combustible;

5 la figura 9 es una vista en alzado frontal de la porción de esquina del conjunto de elementos de combustible que se representa en la figura 8;

la figura 10 es una vista en sección de una parte de la ilustración de la figura 9, tomada a lo largo de la línea 10-10;

10 la figura 11 es una vista en sección y en perspectiva tomada a lo largo de la línea 11-11 de la figura 1; y

la figura 12 es una vista lateral en sección decalada, tomada a lo largo de la línea 12-12 de la figura 1.

DESCRIPCION DE LOS MODOS DE REALIZACION PREFERIDOS

15 La figura 1 representa una porción generalmente central de una reja 20 de separación de conjuntos de combustible constituida por una multiplicidad de placas de reja 21, 22, 23, 24, 25, 26 que se cortan y se interconectan, como se describe más adelante, para formar una multiplicidad de células 30 de sección transversal, generalmente abierta. Una multiplicidad de
20 agujas de combustible nuclear 31, dispuestas a través de las células con sus ejes longitudinales 32 paralelos, están separadas lateralmente y están soportadas por las placas de reja. La construcción de las placas de reja 21, 22, 23, 24, 25, 26 incluye tres modelos distintos.

25 El primer modelo representativo de placas de reja idénticas 21, 22 se ilustra más claramente en las figuras 2 y 3. Las placas de reja 21, 22, de las cuales se representa solamente la placa 21 de manera detallada a título ilustrativo, es
30 una hoja rectangular de material sustancialmente plana que tie-

ne dos caras mutuamente opuestas 33, 34, unos bordes longitudi-
nales 35, 36 y unos bordes situados en el sentido de la anchu-
ra 37, 38 (se representa solamente el borde 38 orientado en el
sentido de la anchura en la figura 2). Los bordes longitudina-
5 les 35, 36 están orientados transversalmente con respecto a
los ejes longitudinales de las agujas de combustible y los bor-
des orientados en el sentido de la anchura 37, 38 se sitúan pa-
ralelamente a los ejes longitudinales de las agujas de combus-
tible. Los bordes 35, 36 cubren la anchura de la reja separa-
10 ra del conjunto de combustible.

Un nervio 41 (figura 2) está situado en el borde 35
de cada placa de reja 35. Una ramura transversal 51, que se ex-
tiende a una distancia 60, está formada en la placa de reja 21
a través del centro del nervio 41. La ramura 51 está achaflana-
15 da en el borde 35. Unos nervios 42 de dimensiones idénticas
están formados a intervalos equidistantes a lo largo del bor-
de 35 en cada lado del nervio 41. Una multiplicidad de ramu-
ras 52 en forma de paleta, que cortan cada una transversalmen-
te un nervio 42 a través del borde 35, están formadas en la
20 placa de reja 21. Cada ramura en forma de paleta 52 incluye
una ranura estrecha 53, achaflanada en el borde 35, que se
prolonga a una distancia 61 hasta un recorte más ancho gene-
ralmente rectangular 54. El recorte de forma rectangular se
extiende a una distancia suplementaria 62 a partir del borde
25 35 y está dispuesto céntricamente en alineación longitudinal
axial con la ramura 53. Un nervio 43 está formado en el borde
36 opuesto longitudinalmente al nervio 41 en el borde 35. Una
ramura transversal 55, achaflanada en el borde 36, corta el
nervio 43 y se extiende a una distancia 60 a partir del borde
30 36. Una multiplicidad de nervios de dimensiones idénticas 44

están separados de manera equidistante a lo largo del borde 36 en cada lado del nervio 43. Los nervios 44 del borde 36 están dispuestos en sentido longitudinal respecto a los nervios opuestos 42 del borde 35. Un solo recorte rectangular 56, cuyas dimensiones corresponden a las del recorte rectantular 54, está situado en el centro de la placa 21. El recorte 56 está dispuesto de manera equidistante entre las ranuras 51 y 55 y está alineado longitudinalmente con ellas y está además alineado lateralmente con los recortes 54. Una multiplicidad de paneles 57 está definida por las zonas formadas entre los recortes adyacentes 54, 56.

La placa 21 está igualmente provista de una multiplicidad de protuberancias 71, 72 que sobresalen de la cara 33 y de protuberancias 73 que sobresalen de la cara 34 a intervalos separados en su sentido longitudinal y en el sentido de su anchura. Las protuberancias 71 y 72 sobresalen a partir de la cara 33 generalmente entre los nervios de los bordes 35 y 36, respectivamente, en una dirección; las protuberancias 73 sobresalen de la porción central de la cara 34, estando separados longitudinalmente entre los bordes 35, 36 y lateralmente entre los recortes rectangulares en la dirección opuesta. Cada protuberancia de la placa 21 está longitudinalmente alineada con las protuberancias que tienen números de referencia diferentes y están alineadas lateralmente con las protuberancias que tienen números de referencia iguales. Una cresta 74, que tiene una superficie mínima, está formada en el vértice de la protuberancia 73. Cada cara o superficie en relieve de la protuberancia 73 que conduce al vértice 74 está provista de un orificio 75. Las protuberancias 71, 72 tienen una configuración idéntica a la que se describe con relación a la pro

tuberancia 73.

Un segundo modelo de placa de reja, representativo de las placas de reja idénticas 24, 25, se ilustra en las figuras 4, y 5. Las placas de reja 24, 25 de las cuales se describirá solamente detalladamente la placa 24 a título ilustrativo, es una hoja de material rectangular generalmente plano que tiene caras mutuamente opuestas 81, 82, unos bordes longitudinales 83, 84 y unos bordes orientados en el sentido de la anchura de los cuales se representa solamente en el dibujo el borde 89 orientado en el sentido de la anchura. Los bordes longitudinales 83, 84 están orientados transversalmente respecto a los ejes longitudinales 32 de las agujas de combustible 31, y el borde orientado en el sentido de la anchura 89, salvo algunas porciones inclinadas, está dispuesto paralelamente a los ejes longitudinales 32 de las agujas de combustible. El borde 83 está interrumpido a intervalos equidistantes por una multiplicidad de ranuras 85 en forma de paletas de dimensiones idénticas. Cada ranura 85 en forma de paleta incluye una ranura más ancha 86 generalmente rectangular que se obtiene transversalmente a partir del borde 83 a una distancia 65 y que está conectada a una ranura más estrecha 87. La ranura más estrecha 87 se extiende a una distancia 64 más adelante en la placa 24 y está alineada longitudinalmente con la ranura 86. Unos nervios de dimensiones idénticas 45 están dispuestos a intervalos equidistantes, a lo largo del borde 84 generalmente alineado frente a las ramuras en forma de paleta 85. Las porciones de la placa de reja 24 situadas entre las ranuras en forma de paleta 85 definen una pluralidad de paneles similares 88, de los cuales se representa solamente uno, que están dispuestos de manera voladiza a partir del borde 84.

Una porción sustancial de cada panel voladizo 88 que está separada entre las ranuras 86 está encorvada transversalmente de modo que no esté alineada con los planos de las caras 81, 82 sobre una distancia 62 y se termina por un labio plano en el borde 83, situándose el labio en el mismo plano que el plano de las caras 81, 82. La parte curva sobresale en una dirección tal que el arco formado en la cara 81 esté definido por un radio de curvatura superior al de la cara de porción curva 82. Una protuberancia 90 sobresale de la cara 81 en cada panel 88 y presenta una cresta de superficie mínima 91 en el vértice de la protuberancia. Un orificio 92 está formado en dos de las superficies que conducen a la cresta 91 de la protuberancia 90.

El tercer modelo de placa de reja, representativo de las placas de reja idénticas 23, 26, se ilustra en las figuras 6 y 7. Las placas de reja 23 ó 26, de las cuales se describe solamente la placa 26 de manera detallada a título ilustrativo, está constituida por una hoja de material rectangular generalmente plana que tiene unas caras mutuamente opuestas 93, 94, unos bordes longitudinales 95, 96 y unos bordes dispuestos en el sentido de la anchura (se representa solamente el borde 97 en la figura 6). El borde dispuesto en el sentido de la anchura 97 es idéntico al borde 89 dispuesto en el sentido de la anchura de la placa 24. Los bordes longitudinales 95, 96 están orientados transversalmente respecto a los ejes longitudinales de las agujas de combustible, y el borde dispuesto en el sentido de la anchura 97 está orientado paralelamente a los ejes longitudinales 32 de las agujas de combustible, salvo una pequeña porción incinada situada en la esquina entre los bordes 96 y 97. Una ranura rec

tangular 101 corta transversalmente el borde 95 sobre una profundidad 65. Unas ranuras 102 en forma de paleta de dimensiones idénticas están formadas a intervalos equidistantes a lo largo del borde 95 en cada lado de la ranura 101. Cada ranura en forma de paleta 102 incluye una ranura rectangular 103, generalmente más ancha, que se extiende desde el borde 95 y que está conectada con una ranura más estrecha 104. Las dimensiones de la ranura 103 corresponden a las de la ranura 101. La ranura más estrecha 104 se extiende en la placa 23 a una distancia suplementaria 64. Un nervio 46 está situado en el borde 96 de la placa de reja 23. Una ranura transversal 105, que se extiende a una distancia 60 en la placa 23, está cortada a través del centro del nervio 46. La ranura 105 está biselada en el borde 96. Una multiplicidad de nervios de dimensiones idénticas 47 están formados a intervalos equidistantes a lo largo del borde 96 en cada lado del nervio 46, y generalmente están alineados longitudinalmente con las ranuras en forma de paleta 102. Las porciones de la placa de reja 23 dispuestas entre la ranura 101 y las ranuras adyacentes 103 definen dos paneles voladizos 106. Las porciones de la placa de reja dispuestas entre las ranuras adyacentes 103 definen una multiplicidad de paneles 107, de los cuales se representa solamente uno (figura 6). Los paneles 106 están dispuestos de manera voladiza a partir del borde 96 y están encorvados transversalmente quedando fuera de alineación respecto al plano de las caras 93, 94 a una distancia 62, terminándose por un labio plano alineado longitudinalmente con las caras planas 93, 94 que conducen al borde 95. La parte curva sobresale en una dirección tal que el arco formado en la cara 93 esté definido por un radio de curvatura superior al de la porción curva de

la cara opuesta 94. Los paneles 107 presentan también una forma voladiza a partir del borde 96. Los paneles 107 están encorvados quedando fuera de alineación con el plano de las caras 93, 94 sobre una distancia 62 que comienza en la cavidad interna de la ranura 103, y que termina en el labio plano que está alineado longitudinalmente con las caras planas 93, 94 que conducen al borde 95. Una protuberancia 108 sobresale de la cara 93 de cada panel 106, 107 hasta una cresta 109 situada en el vértice de la protuberancia. Un orificio 98 está formado en dos de las superficies que conducen a la cresta 109.

La figura 8 ilustra una parte de la sección de esquina de la reja separadora 20 que incluye una tira periférica 110 que rodea la estructura de reja en comunicación con los bordes situados en el sentido de la anchura de las placas de reja asociadas. Como puede verse en las figuras 9 y 10, la tira periférica 110 es generalmente una hoja plana de material que tiene una cara interna 111 y una cara externa 112 mutuamente opuestas, y unos bordes longitudinales 113, 114. Una pluralidad de recortes rectangulares 115 de dimensiones idénticas, que tienen sus bordes más largos orientados paralelamente a los ejes longitudinales 32 de las agujas de combustible, están dispuestos céntricamente entre los bordes 113, 114 a intervalos laterales equidistantes. La tira periférica tiene una multiplicidad de protuberancias 116, 119 que sobresalen de la cara interna 111 y que penetran en las células periféricas. Una cresta 117 que tiene una superficie mínima, está formada en el vértice de la protuberancia 116. Unos orificios 118 (figuras 8 y 10) están formados en cada una de las superficies salientes de las protuberancias 116 que conducen a la cresta 117 (véase figura 10).

Como se representa en la figura 9, la tira 110 no es tan ancha como la anchura máxima de las placas 21, 22. La porción inclinada del borde 37 dispuesto en el sentido de la anchura forma así una sección de transición que adapta la ma
5 yor anchura de la placa de reja 21 a la menor anchura de la tira 110. Los bordes dispuestos en el sentido de la anchura de las demás placas presentan una inclinación similar (no re
presentada), según se describe más arriba, para formar una transición con la tira periférica más estrecha.

10 La tira 110 forma unas esquinas en ángulo recto 120 que están achaflanadas, según se ilustra en la figura 9, para constituir un corte generalmente en forma de V en los bordes longitudinales 113, 114. Las protuberancias 119 que bor
15 dean lateralmente cada esquina están separadas longitudinalmente más cerca la una de la otra que las protuberancias 116 que no bordean las esquinas de la tira periférica. Las protuberancias 119 tienen una configuración similar a la que se ha descrito más arriba con relación a la protuberancia 116. En un modo de realización preferido del invento, un elemento
20 curvo en forma de muelle 121 (figura 10) sobresale a partir de la cara 112 de la tira 110.

De acuerdo con un modo de realización preferido del invento, se forma una celosía de placas de reja separadora de elementos de combustible, como se ilustra más claramente en las figuras 1 y 11, con un primer par de placas de reja
25 23, 25 (figura 11) dispuestas en una posición longitudinalmente opuesta e invertida la una respecto a la otra. Un segundo par de placas de reja diferentes 24, 26, están dispuestas de la misma manera con una orientación longitudinal separada.
30 Los labios entre la extremidad de la parte voladiza curva y

los bordes 83, 95 se superponen generalmente a una porción de una cara de la placa de reja opuesta longitudinalmente.

5 Como se representa en la figura 11, la placa de reja 23 está dispuesta para cortar perpendicularmente la placa
24 y conectarse con ella mediante la alineación de un recorte en forma de paleta 85 (figura 4) de la placa 24 superpuesta a
la ramura 105 (figura 6) de la placa de reja 23, y acoplando estas ranuras 85, 105 hasta que (como se ilustra en la figura
11) las placas se sujeten mutuamente de modo que el borde 84
10 situado en el nervio 45 de la placa 24 se sitúe en posición de alineación al ras con el nervio 46 de la placa 23, debido al hecho de que la distancia 60 de la ramura 105 de la placa 23 coincide con la distancia entre el nervio 45 y la ramura 87 de la placa 24.

15 Se ha indicado más arriba que la placa 26 es idéntica a la placa 23, y que la placa 25 es idéntica a la placa 24. Con el objeto de seguir la descripción de la cooperación de las placas 24 y 25 las unas con las otras y con las demás placas, debe entenderse que los números de referencia detallados de las placas 23 y 24 son aplicables a las placas 26 y 25,
20 respectivamente. Puede verse que la distancia 60 del corte de la ramura 105 de la placa 26, (figura 6) coincide con la distancia 60 entre el borde 84 en el nervio 45 de la placa 25 (figura 4) y la porción más próxima de la ramura longitudinalmente alineada 87 de la placa 25. Por tanto, la placa de reja
25 26 está dispuesta para cortar la placa de reja 25 y para interconectarse con ella alineando la ranura 105 (figura 6) de modo que se sitúe perpendicularmente encima de un recorte en forma de paleta 85 (figura 4) de la placa 25, y acoplando la
30 ranura 105 y el recorte 85 hasta que (como se ilustra en la

figura 11) las placas se interconecten con los nervios 46 de la placa 25, alineándose transversalmente al ras con el nervio 45 de la placa 26.

5 Aunque en el modo de realización descrito las placas diferentes estén apareadas, se observará que esto no es esencial para llevar a la práctica el invento. Por tanto, las placas 23, 26 podrían estar apareadas conjuntamente para cortar las placas apareadas 24, 25 e interconectarse con ellas.

10 Puede verse (figuras 1, 11) que las placas apareadas están dispuestas en planos perpendiculares longitudinales, en el interior de la celosía, de modo que se corten a lo largo de una sola línea longitudinal en la reja separadora.

15 Las placas 21 están unidas en una disposición paralela con las placas apareadas 23, 25 (figura 1). Además, las placas 21 están dispuestas en cada lado de las placas apareadas, estando las caras 33 de las placas 21 orientadas en la dirección de las placas apareadas 23, 25. Las placas 22 están orientadas paralelamente a las placas apareadas 24, 26. Las placas 22 están invertidas y dispuestas perpendicularmente a
20 las placas 21. Las placas 22 están unidas en un conjunto paralelo en cada lado de las placas apareadas de modo que las caras 33 de las placas 22 estén orientadas hacia las placas apareadas 24, 26. Las placas 21 y 22 están ensambladas de modo que se interconecten y se corten perpendicularmente, orientán
25 dolas en ángulos rectos superpuestos de tal manera que las ramas invertidas en forma de paletas 52 estén alineadas, y acercándolas las unas a las otras. Cuando se interconectan las placas 21, 22, puede verse (figura 9) que el borde del nervio 42 de una placa se sitúa al mismo nivel que el borde
30 del nervio 44 de la otra placa.

La placa 24 corta perpendicularmente cada una de las placas 21 en sus ramuras individuales respectivas 55 (figura 2), X por medio de la alineación de las ramuras superpuestas (figura 4) de las placas 24 con las ramuras 55 de las placas 21, y
5 acercándolas las unas a las otras hasta que las placas se conecten mutuamente. Al ser interconectados, los nervios 45 de la placa 24 se sitúan en una posición de alineación cruzada al mismo nivel con los nervios 43 de las placas 21. La placa 26, de la cual se representa un modo de realización a título ilustrativo por medio de la placa 23 en la figura 6, que está apareada longitudinalmente con la placa 24, se unirá de la misma
10 manera con las placas 21 de modo que los nervios 47 de la placa 26 se crucen y se sitúen al mismo nivel con los nervios 42 de las placas 21.

15 La placa 23 (figura 6) corta perpendicularmente a las placas 22, en un modo de realización ilustrativo de las cuales se representa por medio de la placa 21 en la figura 2, en la ranura 51, alineando de modo que se superpongan las ramuras 102 de las placas 23 con las ramuras 51 de las placas
20 22 y acercándolas conjuntamente hasta que las placas se interconecten. Al interconectarse, los nervios 47 (figura 6) de la placa 23 se situarán perpendicularmente y al mismo nivel con los nervios 41 de las placas 22 (figura 2). La placa apareada 25, de la cual se representa a título ilustrativo, un modo de
25 realización por medio de la placa 24 en la figura 4, se interconecta de la misma manera con el borde opuesto 36 de cada placa 22 alineando las ramuras en forma de paleta 25 superpuestas (figura 4) de las placas 25 con las ramuras 55 (figura 2) de la placa 22 y acercándolas las unas a las otras hasta que se
30 acoplen mutuamente, situándose los nervios 45 de la placa 25

perpendicularmente y al mismo nivel respecto a los nervios 45 de las placas 22.

5 Las placas de reja están hechas con algún material flexible compatible con las condiciones de funcionamiento del reactor nuclear y preferentemente con una sección transversal de absorción reducida de neutrones. Las agujas de combustible están hechas con un material de combustible nuclear encapsula-
do en una vaina de forma alargada y de paredes finas consti-
tuida por un material metálico de encamisado dotado de un coe-
10 ficiente de dilatación sustancialmente idéntico al del mate-
rial con el cual están construidas las placas de reja con el
objeto de eliminar esencialmente la dilatación térmica dife-
rencial entre las placas de reja.

15 El biselado de las ranuras en los bordes de las va-
rias placas facilita la interconexión, que se describe más
adelante de las placas.

Los bordes dispuestos en el sentido de la anchura de las placas de reja 21, 22, 23, 24, 25, 26 están mantenidos en comunicación rígida con la cara 111 de la tira 110 mediante
20 soldadura eléctrica, soldadura fuerte (no representadas) o
cualquier otro procedimiento bien conocido.

Los nervios cruzados que se describen más arriba, sirven como superficies para depositar un material destinado a unir rígidamente las placas interconectadas perpendicular-
25 mente en su posición, mediante soldadura eléctrica, soldadura
fuerte, u otro procedimiento.

Los orificios formados en las protuberancias permi-
ten la circulación del refrigerante del reactor (no represen-
tado) alrededor de las protuberancias con una mínima pérdida
30 de presión hidráulica y un mínimo estancamiento de la circula

ción.

Los paneles 57 (figura 2) formados entre los recortes 54, 56 de las placas 21, 22, pueden someterse a flexiones mecánicas dentro de la gama de elasticidad del material de la placa, por unos medios externos. Los paneles voladizos 86, 106, 107 (figuras 6, 11) de las placas de reja 23, 24, 25, 26, pueden también someterse a una flexión por medios externos según se describe más adelante. Los recortes adyacentes, conjuntamente con la comunicación de los nervios rígidos que se describen más arriba, hace que los paneles 57, 88, 106, 107 sean relativamente más flexibles que las demás placas.

Las protuberancias 73 formadas en las placas 21, 22 están situadas en los paneles 57 (figura 2). Como se ha indicado, los paneles 57 pueden someterse a una flexión, dentro de la gama de elasticidad del material de la placa, a partir de su plano de equilibrio, por unos medios externos, pero sin embargo presentan una elasticidad suficiente para volver a este plano después de suprimir la causa de la deformación. Las protuberancias 71 y 72 están situadas cerca de los bordes 36 y 35, respectivamente. Ya que los nervios de las placas que se cortan están unidos rígidamente los unos con los otros, las porciones de las placas en las cuales estas protuberancias 71, 72 están dispuestas, carecen relativamente de flexibilidad. Por tanto, las protuberancias 73 pueden considerarse como flexibles, ya que pueden desplazarse con el panel 57, y las protuberancias 71, 72 pueden ser consideradas como rígidas, ya que se mantienen en una posición relativamente rígida.

Como se representa en la figura 11, los paneles voladizos 88, 106 presentan una forma curva a partir de la base de sus placas hasta que sus superficies planas estén en con-

tacto transversal con la base de la placa longitudinalmente opuesta. Cada uno de los paneles voladizos puede someterse a una flexión, dentro de la gama de elasticidad del material de la placa, mediante la aplicación de una fuerza externa, y
5 tiene una elasticidad suficiente para volver a su posición de equilibrio después de suprimir el medio de aplicación de la fuerza externa. Por tanto, las protuberancias 90, 108 pueden ser consideradas como flexibles debido a la flexibilidad de los elementos en los cuales están situadas.

10 Las protuberancias 116, 119 de la tira 110 (figura 9) pueden considerarse como rígidas, ya que las porciones de la tira en la cual están situadas carecen relativamente de flexibilidad.

15 La disposición de las placas apareadas 23, 25 y de las placas apareadas individuales 24, 26 con las placas de cada par en una posición de alineación en la cual están separadas longitudinalmente e invertidas la una respecto a la otra, hace que una protuberancia flexible 90, 108 sobresalga (figuras 1, 12) en cada célula que bordea las placas 23, 24, 25,
20 26. Como se indica, las placas 21 están orientadas paralelamente con las placas apareadas 23, 25 (figura 1). Las placas 21 situadas en cada lado de las placas apareadas están dispuestas con la cara 33 orientada hacia las placas apareadas con las cuales las placas 21 son paralelas. Las caras 33 de
25 las placas 21 situadas en un lado y orientadas hacia las placas apareadas 23, 25 son imágenes en un espejo de las caras 33 de las placas 21 dispuestas en el lado opuesto de las placas apareadas. Por consiguiente, las protuberancias rígidas 71, 72 de cada placa 21 sobresale hacia las placas apareadas
30 23, 25. De manera similar, las placas 22 están orientadas pa

5 ralelamente respecto a las placas apareadas 24, 26 de modo que las protuberancias rígidas 71, 72 de cada placa 22, en cada lado de las placas apareadas 24, 26, sobresalen hacia las placas apareadas 24. 26. Las caras 33 de las placas 22 situadas en un lado de las placas apareadas 24, 26 y dirigidas hacia ellas, son imágenes en un espejo de las caras 33 de las placas 22 dispuestas en el lado opuesto de las placas apareadas. Por consiguiente, como se ve más claramente en las figuras 1 y 12, cada célula 30 está bordeada por dos superficies adyacentes que tienen solamente protuberancias flexibles frente a las cuales se hallan dos superficies adyacentes dotadas solamente de protuberancias rígidas.

10 La utilización de placas apareadas 23, 25 y de placas apareadas 24, 26, de la manera indicada más arriba, permite invertir las caras de las demás placas en cada lado de las placas apareadas de modo que, aunque manteniendo las protuberancias flexibles mutuamente adyacentes en posiciones opuestas a las protuberancias rígidas adyacentes que sobresalen a partir de los bordes de cada célula, solamente se utilizan protuberancias rígidas en la tira periférica 110. La tira periférica resultante tiene una mayor resistencia y es capaz de soportar mayores fuerzas de impacto. Además, un elemento en forma de muelle 121 (figura 10) puede formarse en la cara externa 112 de la tira periférica 110. Ya que el elemento 212 está generalmente situado entre los recortes 115, puede someterse a una flexión. La ubicación de la tira 110 en alineación lateral y en contacto con las tiras periféricas de los conjuntos de combustible yuxtapuestos en el núcleo del reactor comprimirá el elemento 121 haciendo que cada tira se apoye contra la tira adyacente tensa y dando lugar a

15

20

25

30

un soporte lateral positivo. Además, el elemento 121, (figura 10) puede de la misma manera apoyarse bajo tensión contra las paredes internas de una vaina de conjunto de combustible para mantener rígidamente el conjunto en su posición en un reactor que utiliza vainas para contener el conjunto de combustible.

Las agujas de combustible están típicamente soportadas en sentido lateral por una multiplicidad de rejillas separadoras a intervalos situados a lo largo de su longitud.

Haciendo ahora referencia a la figura 12, un dispositivo deflector (no representado) tal como el que se describe en la patente de los Estados Unidos, número 3.665.586 concedida a F. S. Jabsen el 30 de mayo de 1972, puede ser utilizado para deformar los paneles dotados de protuberancias flexibles que sobresalen en una célula, de modo que sea posible introducir libremente una aguja de combustible. Después de que la aguja de combustible 31 ha sido situada en el interior de la célula, se acciona el dispositivo deflector para liberar las protuberancias flexibles, lo que permite que los paneles que contienen las protuberancias flexibles se apoyen contra la aguja de combustible bajo tensión y mantengan lateralmente la aguja contra los salientes rígidos opuestos con el objeto de soportar la aguja de combustible y mantenerla en su posición en el interior de la célula. El dispositivo deflector puede ser introducido en los perfiles abiertos 122 (figura 11) formados típicamente mediante la cooperación de los orificios rectangulares 54, 56, 86, 101, 103 de las placas de reja.

La magnitud de las fuerzas laterales aplicadas a una aguja de combustible por las protuberancias, está diseñada para mantener con seguridad la aguja y reducir lo más po-

sible el desgaste sin someter a una fuerza excesiva la camisa en los puntos de contacto.

Partiendo de lo que antecede, pueden entenderse fácilmente que el conjunto de reja separadora que se describe permite obtener los resultados deseados que consisten en suministrar una celosía de reja utilizable en un núcleo de reactor del tipo "sin vaina" o del tipo provisto de "vainas", con unas células que utilizan una combinación de protuberancias flexibles y rígidas en contacto con las agujas de combustible, dando lugar a la obtención de una tira externa sustancialmente más resistente, y reduciendo la cantidad de material capaz de producir pérdidas indeseables de presión hidráulica, una absorción parasítica de neutrones y puntos calientes en las agujas de combustible en los puntos de contacto entre placa de reja y aguja.

Salvo cuando se justifica, el término "generalmente céntrico" utilizado en la memoria y en las reivindicaciones, incluye un ligero desplazamiento de las intersecciones de las placas apareadas a partir del centro de la celosía de placas de reja de modo que sea posible formar un conjunto de células de número impar, por ejemplo un conjunto de 17 x 17, además, de las disposiciones que podrían facilitar conjuntos de células en número par.

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

REIVINDICACIONES

1. - Reja separadora de conjuntos de combustible para reactor nuclear destinada a soportar y separar una multiplicidad de elementos de combustible de forma alargada con sus ejes longitudinales situados paralelamente, que incluye:

por lo menos, dos primeras placas generalmente rectangulares en la reja separadora;

por lo menos, dos segundas placas generalmente rectangulares en la reja separadora;

5 una multiplicidad de terceras placas rectangulares sustancialmente planas en la reja separadora;

teniendo dichas primeras, segundas y terceras placas unos bordes longitudinales dispuestos transversalmente respecto a los ejes longitudinales de dichos elementos de combustible, unos bordes situados en el sentido de la anchura dispuestos de manera generalmente paralela respecto a los ejes longitudinales de dichos elementos de combustible, y unas caras dispuestas en posiciones opuestas unidas periféricamente por dichos bordes longitudinales y dispuestas en el sentido de la anchura;

15 una tira periférica que rodea la reja separadora; teniendo dicha tira periférica una cara interna y una cara externa;

estando dichos bordes longitudinales de dichas primeras y segundas placas cortados transversalmente por unas ranuras dispuestas cada una a lo largo de un borde longitudinal respectivo de las mismas para interconectar mutuamente dichas primeras y segundas placas bajo la forma de un par con dichas terceras placas;

25 con lo cual, una de dichas primeras y una de dichas segundas placas se sitúan separadamente en una posición longitudinal e invertida la una respecto a la otra de modo que dichas ranuras formadas en dichas primera y segunda placas respectivas estén orientadas en direcciones opuestas para formar un primer grupo de placas apareadas;

30

dichas otras primeras y segundas placas están inver
tidas relativamente para formar un segundo grupo de placas apa
readas similar a dicho primer grupo de placas apareadas;

5 estando además dichos primero y segundo grupos de
placas apareadas dispuestos de modo que se corten perpendicu
larmente y de modo que dichas terceras placas se interconec
ten mutuamente con ellas;

10 estando dichos bordes situados en el sentido de la
anchura de dichas primeras, segundas y terceras placas, en co
municación con la cara interna de dicha tira periférica para
formar una multiplicidad de células que tienen una sección
transversal sustancialmente abierta y a través de las cuales
sobresalen los elementos de combustible;

15 extendiéndose una multiplicidad de protuberancias
en cada una de dichas células a partir de una cara de dichas
primeras y segundas placas, a partir de la cara interna de di
cha tira periférica, y a partir de ambas caras de dichas ter-
ceras placas;

20 siendo flexibles dichas protuberancias de dichas
primeras y segundas placas;

siendo rígidas dichas protuberancias de dicha cara
interna de dicha tira periférica; y

25 siendo rígidas dichas protuberancias formadas en
una cara de dichas terceras placas y siendo flexibles aquellas
protuberancias formadas en la cara opuesta de dichas terceras
placas.

30 2. - Reja separadora de conjuntos de combustible se
gún la reivindicación 1, caracterizada porque una primera plu
ralidad de dichas terceras placas están dispuestas paralela-
mente a cada lado de dicho primer grupo de placas apareadas,

107

de modo que las protuberancias rígidas de las placas de dicha primera multiplicidad de terceras placas estén orientadas hacia dicho primer grupo de placas apareadas; una segunda pluralidad de terceras placas están dispuestas paralelamente a y en cada lado de dicho segundo grupo de placas apareadas de modo que las protuberancias rígidas de las placas de dicha segunda pluralidad de terceras placas estén orientadas hacia dicho segundo grupo de placas apareadas; y estando dicha segunda pluralidad de terceras placas invertidas y dispuestas perpendicularmente con respecto a dicha primera pluralidad de terceras placas.

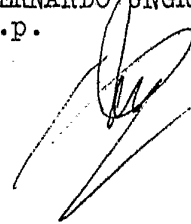
3. - Reja separadora de conjuntos de combustible según la reivindicación 2, caracterizada porque dichas protuberancias de dichas primeras, segundas y terceras placas, y dicha tira periférica incluyen por lo menos un orificio.

4. - Reja separadora de conjuntos de combustible según la reivindicación 3, caracterizada porque dichas primeras, segundas y terceras placas, y dicha tira periférica, están dispuestas de modo que dichas células tengan cada una dos lados adyacentes con unas protuberancias flexibles que sobresalen en dicha célula frente a dos lados adyacentes dotados de protuberancias rígidas que sobresalen en dicha célula.

5. - Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
REJA SEPARADORA DE CONJUNTOS DE COMBUSTIBLE PARA REACTOR NUCLEAR.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de treinta y una páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 14 Septiembre 1.977
BERNARDO JUNGRIA
P.P.



5

10

15

20

25

30



FIG. 1

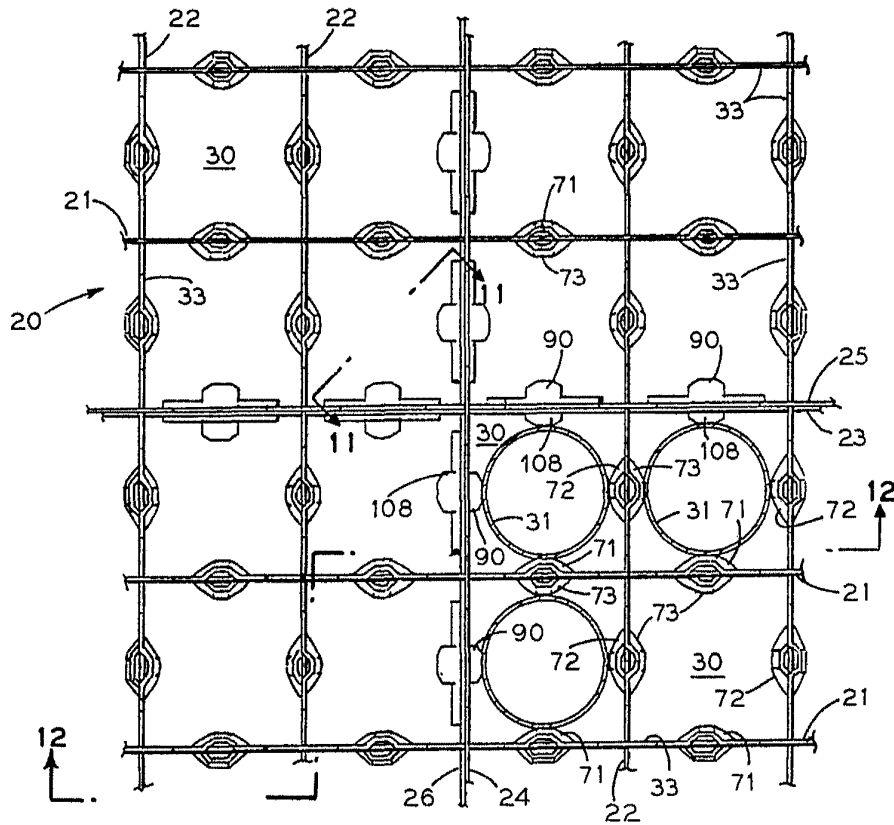
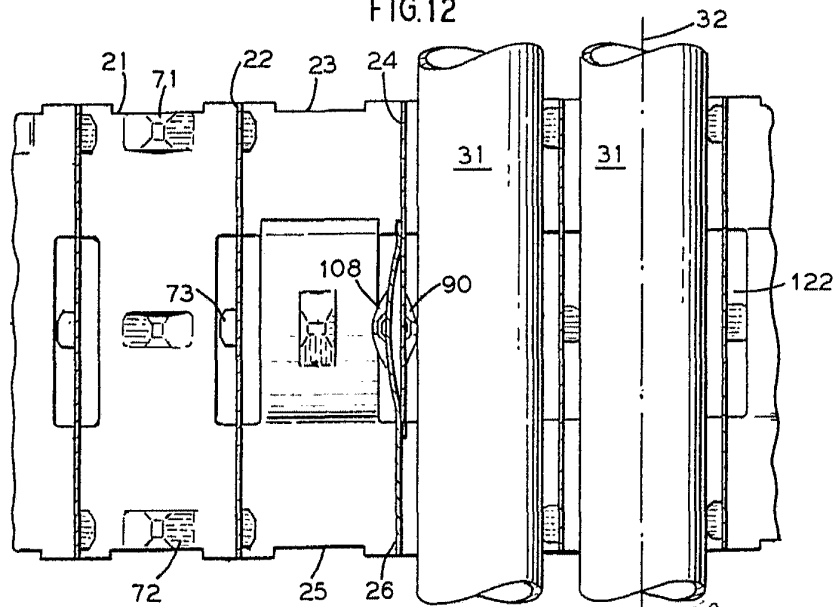
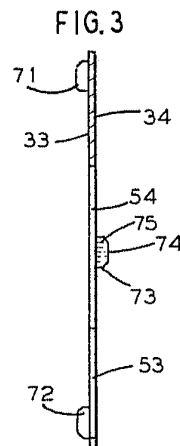
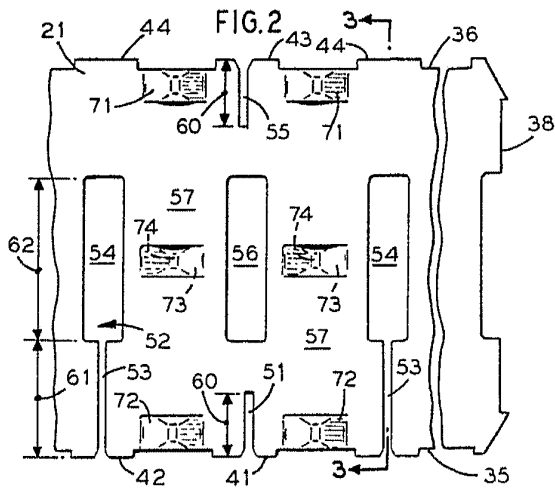
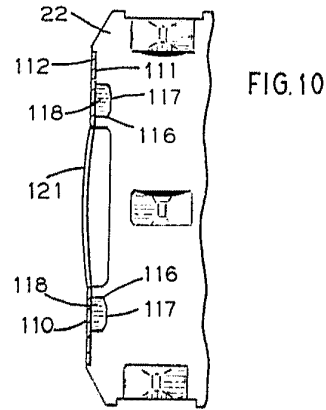
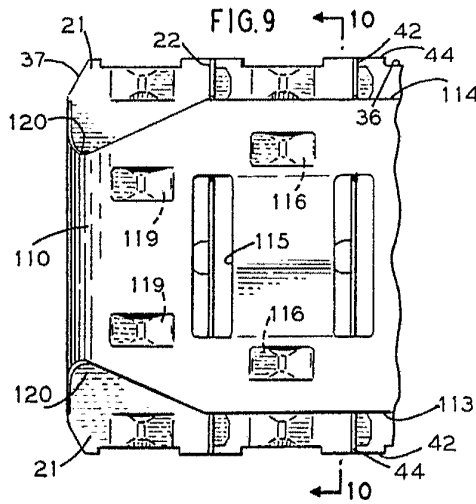
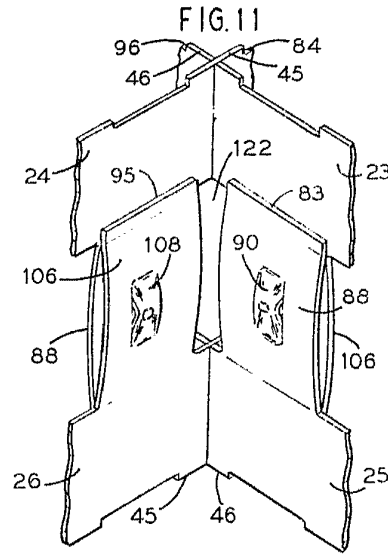
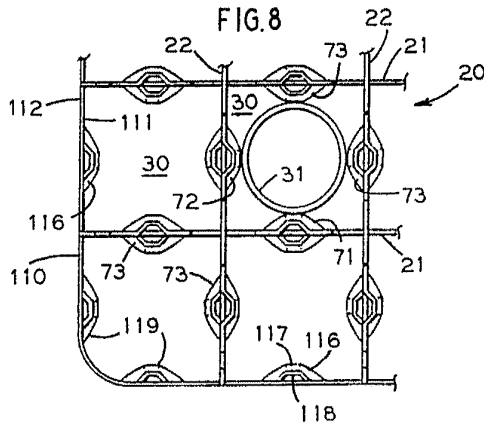


FIG. 12



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 14 Septiembre de 1.977
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.



ESCALA VARIABLE
 Madrid, 14 Septiembre de 1.977
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.

FIG. 4

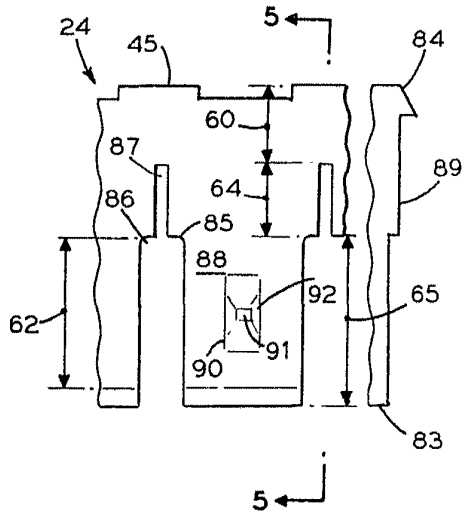


FIG. 5

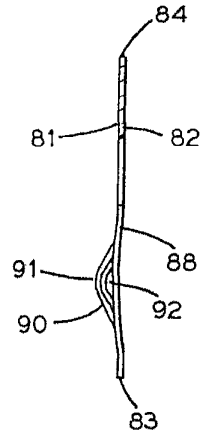


FIG. 6

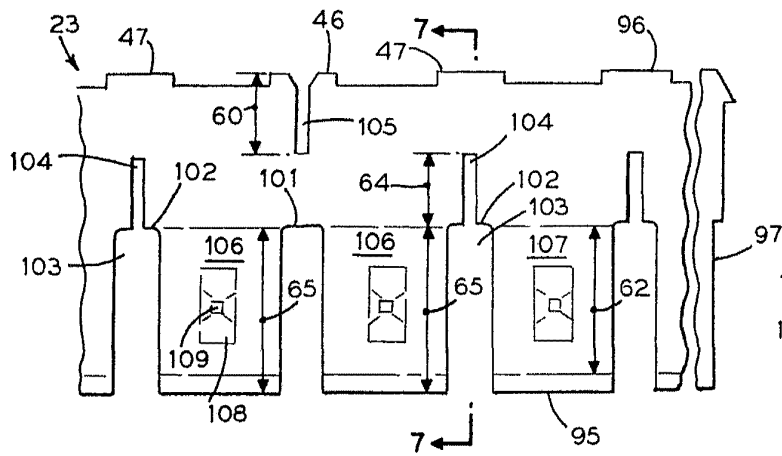
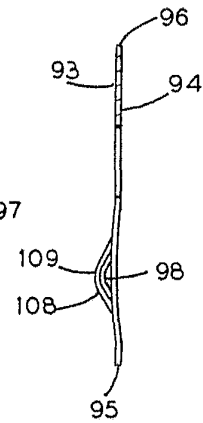


FIG. 7



ESCALA VARIABLE
Madrid, 14 Septiembre de 1977
BERNARDO UNGRIA
p.p.