

382773

14 AGO



82773

memoria descriptiva

SECCION TECNICA

CLASIFICACION I.P.C.

G 21

Subclase d

CLASE DE REGISTRO Una Patente de Invención, por veinte años en España.

NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE General Electric Company,
- sociedad USA -

RESIDENCIA Y DOMICILIO New York, N.Y. 10016 (USA) 159 Madison Avenue.

OBJETO " Disposición agrupada de combustible nuclear con medios limitadores del canal de flujo."

INVENTORES: Carl Rayford Mefford; James Lloyd Lass; Bart Alan Smith; Dominic Ambrose Venier; Thomas Trocki; de nacionalidad USA.

PRIORIDAD: solicitud patente USA Serial-No. 850.483 del 15 de Agosto de 1969.

MJ.



382773

1

En un tipo conocido de reactor nuclear, por ejemplo, como se usa en la central de energía nuclear de Dresden, cerca de Chicago, Illinois, el núcleo del reactor es del tipo heterogéneo. Es decir, que el núcleo comprende una pluralidad de conjuntos de combustible, dispuestos verticalmente en una disposición para formar el núcleo del reactor nuclear, capaz de reacción de fisión nuclear auto-sostenida. El núcleo está contenido en un recipiente de presión, en que está sumergido en un fluido de trabajo, tal como agua ligera, que sirve, tanto como refrigerante, como en calidad de moderador de neutrones. Una pluralidad de barras de control, conteniendo material absorbente de neutrones, son selectivamente insertables entre los conjuntos de combustible para controlar la reactividad del núcleo.

5

10

15

20

25

30

Cada conjunto de combustible comprende un canal de flujo tubular, conteniendo una disposición de elementos o barras de combustible alargados, revestidos, soportados entre placas de riostra superiores e inferiores. Los conjuntos de combustible están soportados en el recipiente de presión entre una parrilla de núcleo superior y una placa inferior de soporte de núcleo. La placa inferior de riostra de cada conjunto de combustible está formada con una pieza saliente, que ajusta a través de una abertura en la placa de soporte del núcleo. La pieza saliente está formada con aberturas, a través de las cuales fluye hacia arriba el refrigerante a presión, a través de los canales de flujo del conjunto de combustible, para alejar calor de los elementos de combustible. Un conjunto de combustible típico de este tipo es



1 mostrado, por ejemplo, por D.A. Venier y otros en la paten-
te de EE. UU. nº. 3.350.275. En reactores nucleares de dise-
ño reciente en instrumentación nuclear dentro del núcleo,
en la forma de detectores de neutrones, están contenidos en
5 receptáculos de instrumentación, situados en hendiduras en-
tre los conjuntos de combustible.

 En un reactor de agua, el calor es transferido des-
de el combustible al agua, que fluye ascendiendo entre las
barras de combustible. A alguna elevación, el agua que flu-
10 ye alcanza la temperatura de saturación y más allá de este
punto se convierten fracciones crecientes del agua a la fa-
se de vapor. Normalmente el coeficiente de transferencia
de calor entre el revestimiento de la barra de combustible y
el agua es sustancialmente constante. Sin embargo, si el
15 flujo de calor y, por consiguiente, la fracción de vapor,
se incrementan suficientemente, se alcanza un umbral, en el
que el coeficiente de transferencia de calor disminuye repen-
tinamente por un factor de 5 a 10. Esto es causado por un
cambio en el mecanismo de transferencia de calor desde la
20 ebullición nucleada a ebullición de película y da por resul-
tado un aumento muy rápido, indeseable, en la temperatura
del revestimiento de la barra de combustible. El flujo de
calor en el umbral entre ebullición nucleada y ebullición
de película se designa como "flujo de calor crítico".

25 Una importante consideración en el diseño de reac-
tores de agua en ebullición es la relación entre el flujo
dentro del canal y el flujo de refrigerante a través de los
canales de flujo del conjunto de combustible y el flujo de-

382773



- 3.-

1 rivado o el flujo de refrigerante a través de las hendiduras
entre los conjuntos de combustible. Por otra parte, es de-
seable elevar al máximo el flujo dentro del canal, para ele-
var por ello al máximo el margen hasta el flujo de calor crítico.
5 tico. Por otra parte, es necesario procurar un flujo limita-
do de derivación para evitar estancamiento de refrigerante
y huecos de vapor y para enfriar adecuadamente las barras de
control y los dispositivos de instrumentación en el núcleo,
situados en las hendiduras entre los canales de flujo del
10 conjunto de combustible. Por lo tanto, para un flujo de
recirculación de núcleo total dado, el equilibrio deseable
entre el flujo dentro del canal y el flujo derivado mantiene
un margen adecuado respecto al flujo de calor crítico evitan-
do al mismo tiempo el exceso de vacíos fuera del canal.

15 En disposiciones anteriores, el control del flujo
derivado se realiza permitiendo una cantidad de fuga de re-
frigerante entre el canal de flujo del conjunto y la placa
de riostra inferior. El canal de flujo no está fijado al
conjunto de combustible, sino que, en su lugar, está ajusta-
do deslizadamente sobre la placa de riostra superior e in-
20 ferior, de modo que pueda desmontarse fácilmente y usarse de
nuevo con nuevos conjuntos de combustible durante el repues-
to y para inspección de los conjuntos de combustible. El
canal de flujo está formado de material relativamente delga-
do, debido a limitaciones de espacio y para reducir al míni-
mo la absorción parásita de neutrones y se ha hallado que in-
25 crementos en la presión del refrigerante (para aumentar el
flujo de refrigerante a través de los conjuntos de combusti-

30

382773

14



- 4.-

1 ble) hacen que el canal de flujo se flexiones, alejándose de la placa inferior de riostra, causando así una cantidad excesiva de flujo derivado, con el peligro de desposeer el conjunto de combustible de su flujo refrigerante requerido.

5 Las disposiciones anteriores para flujo derivado se han encontrado inadecuadas para reactores nucleares de diseño reciente, que funcionan con más elevada densidad de energía, más altas calidades de vapor y márgenes térmicos inferiores. Por lo tanto, se ha encontrado deseable procurar un control más preciso y exacto del flujo derivado.

10 Es un objeto del presente invento procurar un conjunto de combustible mejorado, incorporando una disposición de control de flujo derivado, que mantiene el flujo derivado a un tanto por ciento sustancialmente constante del flujo total del núcleo y que no compromete indebidamente la facilidad de desmontar y remplazar el canal de flujo.

15 Estos y otros objetos se realizan de acuerdo con el presente invento, procurando una disposición restrictora para penetrar en el canal de flujo y limitar su deflexión alejándose de la placa de riostra inferior.

20 De acuerdo con una primera ejecución ilustrada, las disposición restrictora de canal está formada por un manguito, asegurado a la placa de riostra inferior para formar una garganta abierta longitudinalmente, adaptada para recibir el extremo inferior del canal de flujo. De esta manera, el extremo inferior del canal está interpuesto entre el manguito y la superficie de la placa de riostra inferior, por lo que se restringe el movimiento lateral del canal aleján-

25
30

38773



14 400 00

1
5
10
15
20
25
30

dose de la placa de riostra, El manguito puede ser plano u ondulado.

De acuerdo con una segunda ejecución ilustrada, la placa de riostra inferior está equipada de una serie de vástagos con cabeza o botones para recibir y engranar con una correspondiente serie de hendiduras longitudinales de extremos abiertos en el extremo inferior del canal de flujo.

De acuerdo con una tercera ejecución del invento, la disposición restrictora del canal comprende una garganta o asiento longitudinalmente abierto, formado en la placa de riostra inferior y adaptado para recibir y restringir el extremo inferior del canal de flujo. Puesto que la garganta o asiento es de relativamente poca profundidad, está prevista una disposición de resorte de retención para obligar al canal de flujo a ponerse en contacto con el asiento de retención del canal.

El invento se describirá específicamente con más detalle a continuación con referencia al dibujo adjunto, en que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un generador de vapor de reactor nuclear;

La figura 2 es una vista en perspectiva, parcialmente seccionada de un conjunto de combustible;

la figura 3a es una vista aumentada de la porción inferior del conjunto de combustible, ilustrando el manguito de control de fuga de la primera ejecución;

la figura 3B es una vista fragmentaria, ilustrando una versión ondulada del manguito de control de fuga;

382773



1
5
10
15
20
25
30

la figura 4 es una vista aumentada de la porción inferior del conjunto de combustible, ilustrando la disposición de control de fuga de hendidura y botón, de la segunda ejecución del invento;

la figura 5 es una vista aumentada de la porción inferior del conjunto de combustible, ilustrando el asiento de control de fuga de la tercera ejecución; y

la figura 6 es una ilustración gráfica del rendimiento del presente invento en comparación con el rendimiento de la disposición de la técnica anterior. En la abscisa se ilustra la fracción de flujo de fuga, mientras que en la ordenada se inscribe el tanto por ciento del régimen del flujo de refrigerante. Las curvas continuas indican el comienzo de la vida, mientras que las líneas interrumpidas significan el final de la vida. La primera curva superior interrumpida se refiere a la técnica anterior, la segunda, al presente invento, lo mismo que la tercera curva continua, mientras que la cuarta curva continua se refiere a la técnica anterior.

Aquí se describe el invento en conexión con un reactor nuclear refrigerado y moderado con agua, estando un ejemplo del mismo ilustrado en la fig. 1. Tal sistema de reactor incluye un recipiente de presión 10 conteniendo un núcleo 11 de reactor nuclear en cadena, sumergido en un refrigerante, tal como agua ligera. El núcleo 11 está rodeado por una mortaja anular 12. El núcleo 11 incluye una pluralidad de conjuntos remplazables 13 de combustible, dispuestos en relación espaciada y soportados en el recipiente 10

58277



- 7.-

1 entre una parrilla 14 superior de núcleo y una placa 16 de
soporte inferior del núcleo. Cada conjunto de combustible
incluye una pieza saliente 17, que entra en un casquillo de
5 soporte en la placa soporte 16. El extremo de la pieza sa-
liente se proyecta a través de la placa 16 de soporte y está
formado con aberturas para comunicación con una cámara 19
de suministro de refrigerante. Una bomba 18 de circulación
comprime el refrigerante en la cámara 19 de suministro, des-
de la cual el refrigerante es forzado, a través de las aber-
10 turas en las piezas salientes 17 hacia arriba, a través de
los conjuntos de combustible. Una parte del refrigerante es
por ello convertida en vapor, que pasa, a través de una dis-
posición de separador-deseccador 20, a un dispositivo de uti-
lización, tal como una turbina 21. El condensado, formado
15 en un condensador 22, es hecho retornar como agua de alimen-
tación al recipiente 10, por una bomba 23. Una pluralidad
de barras de control 24 son selectivamente insertables entre
los conjuntos 13 de combustible para controlar la reactividad
del núcleo. Una pluralidad de receptáculos de instrumenta-
20 ción 15 están situados entre los conjuntos de combustible
para contener detectores de neutrones para indicar el nivel
de potencia del núcleo.

En la fig. 2 está ilustrado un conjunto de combusti-
25 ble 13 comprendiendo una pluralidad de barras de combustible
26 alargadas, soportadas entre una placa de riostra inferior
27 y una placa de riostra 28 superior estructurada. Las ba-
rras 26 de combustible pasan a través de una pluralidad de
espaciadores 29 de barras de combustible, que procuran sopor

30



1
5
10
15
20
25
30

te intermedio para retener las barras alargadas en relación espaciada para impedirles la vibración lateral.

Cada una de las barras 26 de combustible comprende un tubo alargado conteniendo el combustible fisil, en forma de bolitas, partículas, polvo o semejante, cerrado herméticamente en el tubo por tapones 30 y 31 terminales superiores e inferiores. Los tapones 31 del extremo inferior están formados con una conicidad para alinearse y soportarse en cavidades 32 de soporte, que están formadas en la placa de riostra inferior 27. Los tapones 30 de extremo superior están formados con extensiones 33, que se alimentan con cavidades 34 de soporte en la placa de riostra superior 28.

Algunas de las cavidades 32 de soporte (por ejemplo, algunas seleccionadas de las cavidades de borde o periféricas) en la placa 27 de riostra inferior están formadas con roscas para recibir barras de combustible, teniendo tapones terminales de extremos inferiores 31, roscados. Las extensiones 33 de los tapones 30 de extremo superior de estas mismas barras de combustible están alargadas para pasar a través de las cavidades en la placa 28 de riostra superior y están formadas con roscas para recibir tuercas 35 de retención internamente roscadas. De esta manera las placas de riostra inferiores y superiores y las barras de combustible están formadas en una estructura unitaria.

El conjunto de combustible 13 incluye ulteriormente un canal de flujo 36 tubular de paredes delgadas, con sección transversal sustancialmente cuadrada, adaptada para procurar un ajuste deslizante sobre las placas de riostra

382773



- 9.-

1 27 y 28 superior e inferior, y los espaciadores 29 de modo
que pueda montarse y desmontarse fácilmente. El canal 36
tiene un apéndice 37 soldado al extremo superior, que procura
5 la sujeción del canal al haz de combustible con un perno
38.

La placa de riostra 27 inferior está formada con
una pieza saliente 17, adaptada, como se ha mencionado anteriormente,
a soportar el conjunto de combustible en un casqui
10 llo en la placa 16 de soporte (fig. 1). El extremo de la
pieza saliente está formado con aberturas 39 para recibir
el refrigerante a presión, de modo que fluya hacia arriba
entre las barras de combustible.

Para evitar estancamiento del refrigerante en los
15 espacios 25 (fig. 1) entre los conjuntos de combustible, una
porción (en el orden de 5 - 6 por ciento) del flujo de refrigerante
dentro de cada conjunto de combustible se deja escapar a los
espacios adyacentes 25 desde entre la placa de
riostra 27 inferior y el canal 36 del conjunto de combustible,
20 como se indica por la flecha designada con LF en la Fig.
2, o a través de especiales pasos 48 de flujo de derivación
49 en el canal de flujo 36. Como se ha discutido aquí anteriormente,
las disposiciones anteriores no habían previsto
regulación adecuada de este flujo de fuga, y, de acuerdo con
25 el presente invento, la fuga es controlada por medios para
limitar la deflexión del canal de flujo alejándose de la placa
de riostra inferior.

Una primera ejecución del invento está ilustrada
30 en la fig. 3a: En esta ejecución el restrictor del canal

352773



1
5
10
15
20
25
30

tiene la forma de un manguito 40. El manguito 40 choca con un espaldón 41 interior y está soldado (o remachado), como en 42, a un espaldón 43 exterior. El manguito 40 y la superficie exterior 44 de la placa 27 de riostra inferior, así forman una hendidura de abertura longitudinal para recibir la porción inferior del canal de flujo 36. Con el canal de flujo 36, así interpuesto entre el manguito 40 y la placa de riostra inferior, se alarga sustancialmente la longitud del recorrido del flujo de fuga, incrementando así la resistencia de flujo de fuga, y el manguito 40 evita sustancialmente la expansión del canal de flujo 36 alejándose de la placa de riostra 27 inferior. El borde 46 superior-interior del manguito 40 y el borde 47 exterior-inferior del canal de flujo 36 están biselados para facilitar el montaje del canal.

En adición al flujo de fuga entre la placa inferior de riostra 27 el canal de flujo 36 y el manguito 40, pueden disponerse pasos 48 de flujo de derivación en la placa de riostra inferior y/o 49 en la parte inferior del canal de flujo.

En la fig. 3b está ilustrada una versión modificada de la primera ejecución, en que el manguito 40' está formado con ondulaciones. Las ondulaciones incrementan la resistencia al flujo de fuga e incrementan la rigidez del manguito.

Una segunda ejecución del invento está ilustrada en la fig. 4. En esta ejecución, el canal de flujo 36 está restringido de movimiento alejándose de la placa 27 de riostra inferior por una serie de vástagos con cabeza o botones



1 50 asegurados a la placa 27 de riostra inferior y adaptados
para engranar en respectivas hendiduras 51 de extremos abier
tos, formadas en el fondo del canal de flujo 36. Los extre
5 mos de las hendiduras 51 y los bordes interiores de los bo
tones 50 pueden ser redondeados para facilitar el montaje
del canal de flujo 36.

Una tercera ejecución del invento está ilustrada
en la fig. 5. En esta ejecución, el canal de flujo está
10 restringido de movimiento alejándose de la placa de riostra
inferior, por un asiento 60, hecho cónico hacia dentro, for
mado en la placa 27 de riostra inferior y adaptado para en
granar con una conicidad 61 coincidente, formada alrededor
del extremo inferior del canal de flujo 36. El canal de
15 flujo es mantenido en engranaje con el asiento 60, por una
disposición de resorte de retención en dos esquinas superio
res opuestas del conjunto 13 de combustible. Cada disposi
ción de resorte de retención comprende un resorte 62, ajus
tado sobre un vástago 63, sujeto a la placa de riostra supe
20 rior 28, estando comprimido el resorte entre una tuerca 64
y una barra 66, sujeta al canal de flujo 36. De esta mane
ra, los muelles 62 ejercen una fuerza descendente sobre el
canal de flujo 36 para mantener el extremo del canal de flu
jo en engranaje con el asiento 60.

25 Para conjuntos de combustible de sección transver
sal cuadrada, como aquí se ilustran, se ha encontrado inne
cesario extender al asiento 60 alrededor de las esquinas 65
de la placa 27 de riostra inferior, porque el canal de flujo
36 tiende a ajustarse apretadamente contra estas esquinas.

382773



1 Sin embargo, el asiento 60 puede ser extendido alrededor de
las esquinas, si se encuentra deseable para mayor restricción
del flujo de fuga.

5 La eficacia del presente invento se ilustra gráfi-
camente en la figura 6, que compara el rendimiento de la dis-
posición de control de flujo del invento con la disposición
de la técnica anterior, que confiaba sólo en un ajuste pre-
determinado entre el canal 36 de flujo y la placa 27 de rior
tra inferior. Las curvas completas muestran el rendimiento
10 de conjuntos de combustible nuevos, mientras que las curvas
interrumpidas muestran el rendimiento al final de la vida,
es decir, después de haberse hecho funcionar el conjunto en
un núcleo de reactor en el orden de varios años. Para la dis-
15 posición de la técnica anterior, el flujo de fuga aumenta
por más de un tercio con la vida, mientras que para la dis-
posición del presente invento, la variación del flujo de fu-
ga con la vida es menos de uno por ciento. Las variaciones
en fracción de flujo de fuga con variaciones en flujo de re-
20 frigeración son significativamente menores para la disposi-
ción del presente invento. Otra ventaja extraordinaria del
invento es que no compromete o complica indebidamente el fá-
cil desmontaje y nuevo montaje del canal de flujo 36.

25 Aunque aquí se han descrito ejecuciones ilustrati-
vas del invento, pueden introducirse modificaciones y adapta-
ciones de las mismas por los expertos en la materia, sin
apartarse de la idea y del alcance del invento, según se de-
fine en las siguientes reivindicaciones.

30

382773



1

N O T A .
= = = = =

La presente patente de invención, consta de las siguientes reivindicaciones.

5

1.- Disposición agrupada de combustible nuclear con medios limitadores del canal de flujo, caracterizada por comprender una pluralidad de barras de combustible, dispuestas en disposición espaciada por placas de riostra primeras y segundas, estando adaptadas una de dichas placas de riostra para recibir a través de la misma un flujo de refrigerante, un canal de flujo tubular de extremos abiertos, desmontable, rodeando dicha disposición y adaptado para ajustarse adyacente a dicha superficie periférica de una de dichas placas de riostra, y medios de restricción, sujetos a una de dichas placas de riostra para restringir el movimiento axial de dicho canal de flujo, alejándose de dicha superficie periférica de una de dichas placas de riostra.

10

15

20

2.- Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque una de dichas placas de riostra está formada por un paso derivado de flujo de refrigerante.

25

3.- Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho medio restrictor está formado por un manguito, que rodea a una de dichas placas de riostra y que forma una hendidura extendida axialmente, para recibir la porción terminal adyacente de dicho canal de flujo para restringir dicho canal de flujo de movimiento alejándose de dicha superficie periférica.

30

4.- Disposición según la reivindicación 3, caracte-



14 AGO

1 terizada porque dicho manguito está ondulado circunferencialmente.

5 5.- Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho conjunto de combustible tiene sección transversal por lo menos de cuatro lados y porque dicho medio de restricción está formado de un miembro respectivo, asegurado a cada una de las citadas placas de riostra y formando hendiduras extendidas axialmente para recibir porciones respectivas del final de dicho canal de flujo.

10 6.- Disposición según la reivindicación 5, caracterizada porque dichos miembros están ondulados.

15 7.- Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho medio de restricción comprende una serie de hendiduras de extremos abiertos, circunferencialmente espaciadas, extendidas longitudinalmente en el extremo de dicho canal de flujo, adyacente a una de dichas placas de riostra, y una serie correspondiente de vástagos con cabeza, extendidos lateralmente, asegurados a una de dichas placas de riostra, estando dichos vástagos adaptados a engranar con
20 dichas hendiduras, y estando adaptadas las cabezas de dichos vástagos para restringir el movimiento de dicho extremo del citado canal de flujo, alejándose de una de las citadas placas de riostra,

25 8.- Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho medio restrictivo está formado por una garganta, que se abre longitudinalmente en una de dichas placas de riostra, para recibir el extremo adyacente de dicho canal de flujo para restringir, por ello a dicho extremo del



30

302773



1

citado canal de flujo, de movimiento lateral.

5

9.- Disposición según la reivindicación 8, caracterizada porque se incluye además medios elásticos para forzar longitudinalmente a dicho canal de flujo para ponerse en contacto con dicha garganta.

10.- Disposición agrupada de combustible nuclear con medios limitadores de canal de flujo.

10

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra en los planos anexos, constando la memoria de quince hojas foliadas, escritas a máquina por una sola de sus caras.

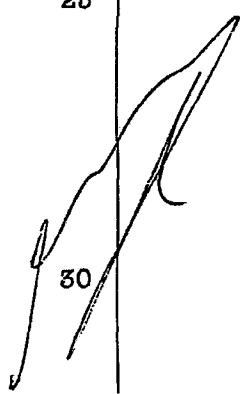
Madrid, a 14 de Agosto de 1970.

15


CARLOS ROEM
A.P.

20

25


30

382773

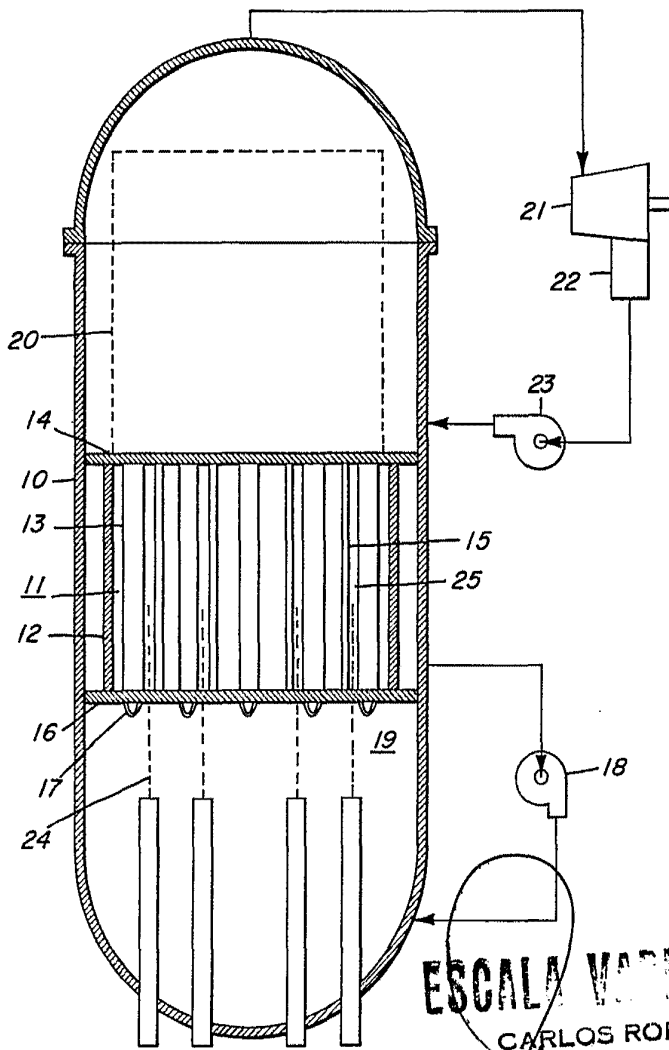


Fig. 1

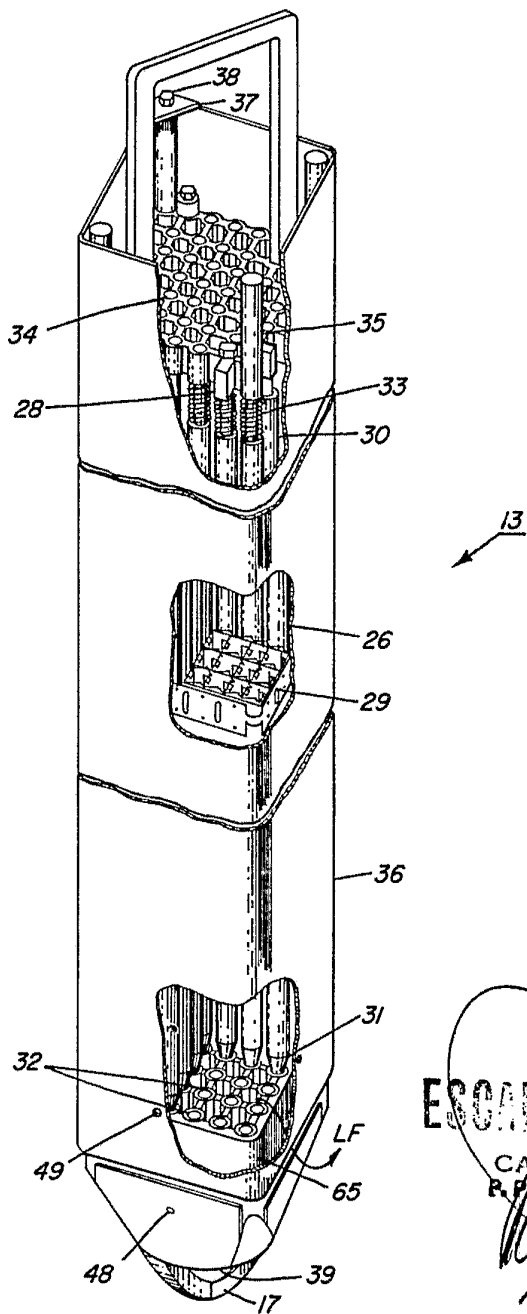
ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB

P.º

[Handwritten signature]

382773



ESCALA VARIABLE
CARLOS ROEB
R.F.
[Signature]

Fig. 2

382773

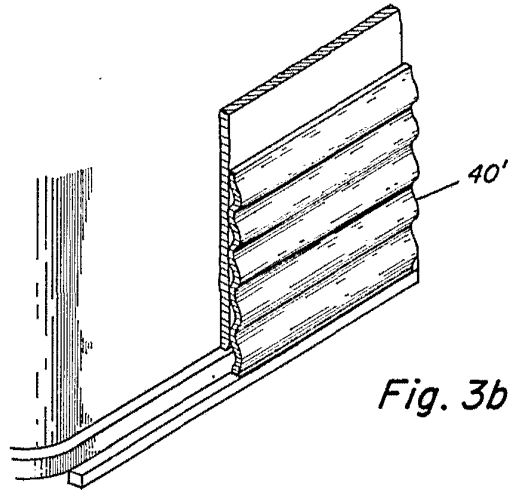


Fig. 3b

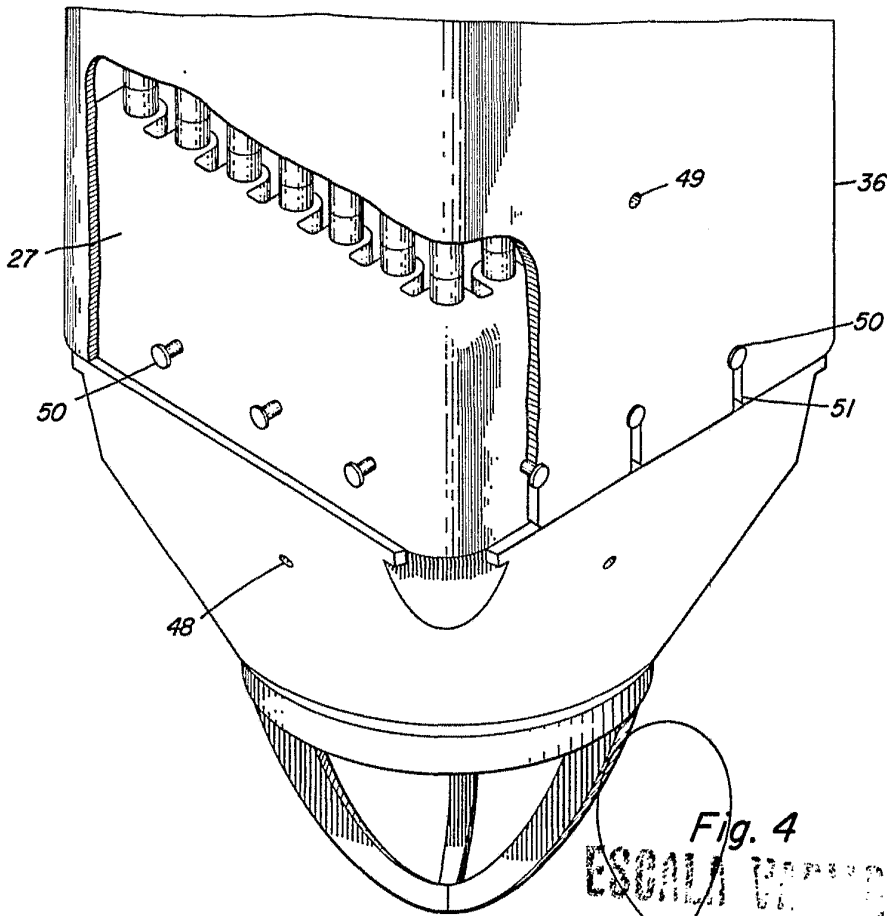


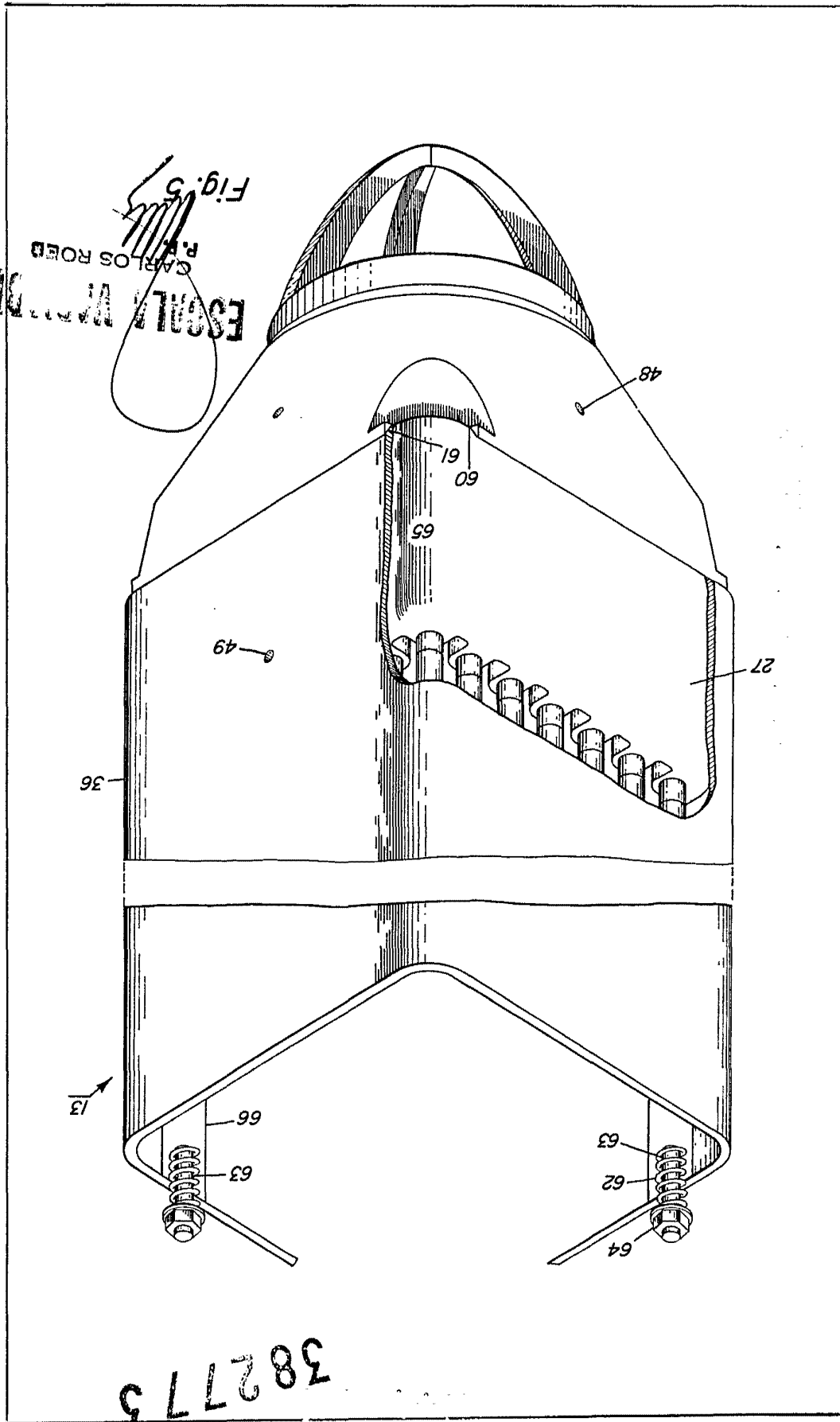
Fig. 4

ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB

P.

Fig. 5
CARLOS ROED
ESCALA VARIABLE



382773

382773

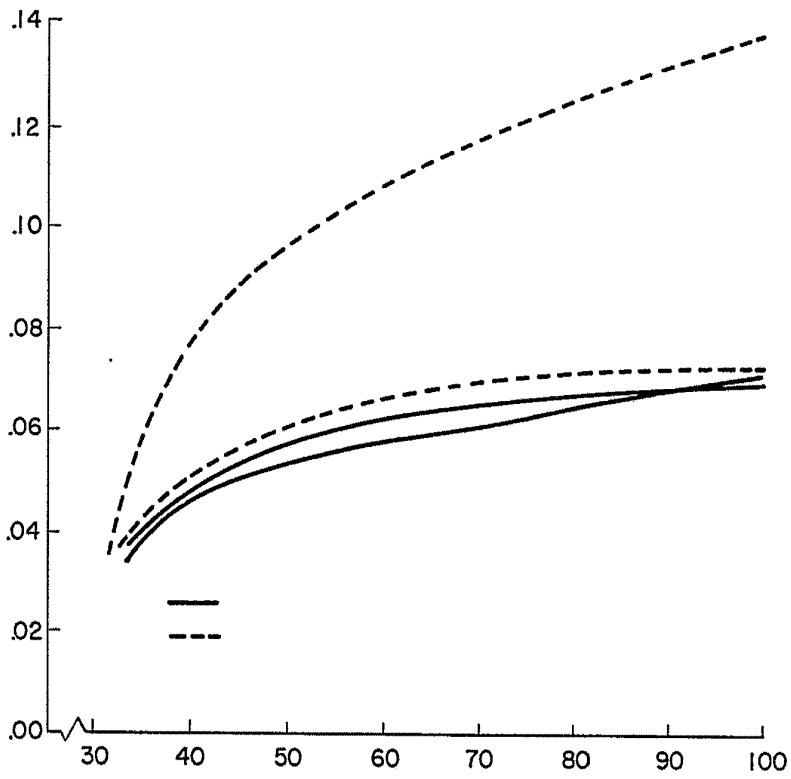


Fig. 6

ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB
P.R.