



ESPAÑA

(19) ES	(11) NUMERO	(10) A1
(21)	481168	
(22)	FECHA DE PRESENTACION	
	31-5-79	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES:	(32) FECHA	(33) PAIS
(31) NUMERO		
7806429-2 de	1 de junio de 1.978	SUECIA

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
--------------------------	----------------------------------	--

(64) TITULO DE LA INVENCION
METODO PARA RECARGAR CON COMBUSTIBLE UN REACTOR NUCLEAR.

(71) SOLICITANTE (S)
AB ASEA-ATOM

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
S-721 83 VASTERAS- Suecia.

(72) INVENTOR (ES)
Sture Helmersson y Per Lindgren, ambos de nacionalidad sueca.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE
D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

Un núcleo de reactor nuclear contiene normalmente varios cientos de haces de barras de combustible. Cada haz de barras de combustible consiste en una pluralidad de barras de combustible. Los reactores de agua hirviente utilizan normalmente haces de barras de combustible conteniendo 8 x 8 barras de combustible y a veces utilizan 6 x 6, 7 x 7 ó 9 x 9 barras de combustible. Los reactores de agua bajo presión utilizan haces de barras de combustible conteniendo 15 x 15, 16 x 16 ó 17 x 17 barras de combustible. Una o varias de estas barras de combustible puede sustituirse por barras o tubos inertes que tienen una función diferente de la de producir energía. Cada barra de combustible contiene gran número de pastillas de combustible apiladas las unas encima de las otras y un tubo de envainado que está normalmente hecho de zircaloy. En cada haz de barras de combustible, las barras de combustible están dispuestas entre una placa inferior y una placa superior, en la cual están sujetas algunas barras de combustible llamadas barras de unión. En un reactor de agua hirviente, el haz de barras de combustible está rodeado por un canal de combustible que está normalmente hecho de zircaloy. En el interior del canal, las barras de combustible están mantenidas a la distancia deseada las unas de las otras en dirección lateral por unos distanciadores dispuestos a distancias adecuada en dirección vertical.

25 Cuando en un reactor se ha llegado a un grado de quemado tal que se ha obtenido el margen de reactividad del núcleo más pequeño admisible, se efectúa una recarga parcial de combustible. Equilibrando de manera adecuada la cantidad de combustible que ha de ser cambiada, así como el enriquecimiento con material fisionable del combustible de sustitución,

30

se obtiene la posibilidad de producir una cierta cantidad de energía hasta la siguiente operación de carga con combustible nuevo. Durante el periodo de tiempo en el cual se efectúan re-
cargas parciales de un reactor de agua hirviente, es posible
5 cambiar, por ejemplo, la quinta parte del combustible después de cada año de funcionamiento (o de cualquier otro periodo de funcionamiento adecuado) normalmente a partir del final del
segundo año de funcionamiento. Esto significa que el combusti-
ble, en el caso del ejemplo, permanece en el núcleo durante
10 5 años en condiciones de equilibrio, pero que la parte del combustible que se cambia durante el periodo inicial se emplea durante un periodo más corto de tres a cuatro años.

Por consiguiente, la recarga de combustible se ha
realizado siempre de tal manera que los haces de barras de
15 combustible irradiadas se retiran del núcleo y que los nuevos haces de barras de combustible con combustible no irradiado se introducen en los espacios vacíos así formados, usualmente después de un cambio de posición adecuado de los haces de barras de combustible que permanecen en el interior del núcleo.
20 Este cambio de posición de los haces de barras de combustible se efectúa para que el reactor pueda presentar una distribución de potencia óptima en el núcleo y una reactividad óptima. Los haces de barras de combustible irradiados que han sido re-
tirados del núcleo del reactor, se almacenan a continuación
25 en espera del retratamiento final para utilizar el material fisiónable restante.

La presente invención está basada en el hecho de que es posible realizar importantes economías de combustible componiendo nuevos haces de barras de combustible utilizando
30 barras de combustible procedentes de haces de barras de combus

tible, ya quemados y utilizando las haces de barras de combustible así constituidos durante un periodo suplementario o un número reducido de periodos suplementarios de funcionamiento en el reactor. La economía de combustible que puede realizarse representa varios millones de coronas suecas cada año por cada reactor.

La presente invención se refiere más particularmente a un método para recargar combustible en un reactor nuclear que tiene un núcleo conteniendo una pluralidad de haces de barras de combustible constituidos por una pluralidad de barras de combustible, caracterizándose el método en que por lo menos un haz de barras de combustible quemado se cambia por un haz de barras de combustible que está constituido por lo menos parcialmente por barras de combustible procedentes de haces de barras de combustible ya quemados en un reactor, siendo el contenido medio de material fisionable contenido en el haz de barras de combustible así constituido superior al contenido medio de material fisionable en el haz de barras de combustible que se cambia por dicho haz de barras de combustible así constituido en el reactor.

En el caso de los reactores de agua ligera hirviente que utilizan como combustible dióxido de uranio y eventualmente dióxido de plutonio, los haces de barras de combustible quemados que se utilizan para formar el nuevo haz de barras de combustible, tienen preferentemente un contenido máximo de material fisionable en forma de U 235, Pu 239 y Pu 241 de 0,75% del peso total inicial de uranio y eventualmente de plutonio en el combustible.

Sin embargo, el contenido de dicho material fisionable no será inferior a 1,20% de dicho peso inicial. Para utilizar

zar la invención al máximo, durante la recarga de combustible realizada de esta manera, se sustituirán por lo menos aproximadamente 20 haces de barras de combustible quemados en el reactor con haces de barras de combustible constituidos de la manera descrita.

5

Para la utilización óptima del combustible en el nuevo haz de barras de combustible compuesto, las diferentes barras de combustible se sitúan en el nuevo haz de barras de combustible compuesto de tal manera que el factor de cresta de energía interno resultante, es decir la relación del valor local máximo de la potencia de las barras y su valor medio en una sección horizontal a través del haz de barras de combustible, sea de por lo menos 1,20 y preferentemente incluido entre 1,30 y 1,50.

10

Para constituir un haz de barras de combustible compuesto a partir de haces de barras de combustible ya quemadas, de acuerdo con la invención, preferentemente se retiran algunas barras de combustible de un haz de barras de combustible ya quemado en un reactor y unas barras de combustible procedentes de uno o varios de otros haces de barras de combustible ya quemados se introducen en emplazamientos vacíos del primer haz de barras de combustible, teniendo dichas barras de combustible mencionadas en último lugar un contenido medio de material fisiónable superior al de las barras retiradas del haz de barras de combustible mencionado en primer lugar. Al mismo tiempo, puede efectuarse una nueva disposición de las barras de combustible que han sido conservadas en el haz de barras de combustible a partir del cual se han extraído algunas barras de combustible, para conseguir una distribución de potencia óptima en este haz de barras de combustible. Cuando se constituye el haz de barras de combustible compuesto es conveniente

15

20

25

30

conservar en el primer haz de barras de combustible las barras de combustible que constituyen los elementos de soporte de este haz de barras de combustible. Igualmente, se conservan preferentemente en el haz de barras de combustible, los
5 separadores, las barras de soporte de separadores, así como las placas superior e inferior.

De acuerdo con un modo de realización de la inven
ción, cuando se forma un nuevo haz de barras de combustible, se utilizan tubos abiertos -que han de ser llenados con agua
10 en el interior del reactor- en lugar de barras de combustible en ciertos emplazamientos previstos para barras de combustible en el haz de barras de combustible, o se dejan en estas posiciones espacios vacíos que estarán ocupados por agua en el reactor. Este procedimiento, tal y como se explicará más
15 detalladamente en lo que sigue, puede tener una influencia sobre el grado de quemado del combustible, de manera ventajosa.

Con relación a la formación de un haz de barras de combustible compuesto, una o varias barras o tubos cont
niendo un material absorbente de neutrones combustible tal
20 como el gadolinio, el boro o el samario distribuido en un material de soporte tal como dióxido de uranio, zircaloy o ace
ro, puede colocarse en ciertas posiciones previstas para ba
rras de combustible en el haz de barras de combustible en lu
25 gar de las barras de combustible. De este modo es posible conseguir un mejor control de radioactividad durante la par
te inicial del periodo de funcionamiento y obtener simultanea
mente al final del periodo de funcionamiento un efecto favorable similar al que se obtiene con un tubo lleno de agua.

30 De acuerdo con otro modo de realización de la in-

vención, cuando se aplica ésta a reactores que tienen barras de combustible verticales, formando un haz de barras de combustible nuevo, se sitúan por lo menos algunas de las barras de combustible, preferentemente aquellas que están dispuestas
5 céntricamente, de tal manera que las extremidades que estaban orientadas hacia arriba anteriormente en el reactor estén ahora orientadas hacia abajo. En un reactor de agua hirviente, el elevado contenido de burbujas de vapor en la parte superior del núcleo, da lugar a una cierta reducción del flujo de
10 neutrones en este punto y por tanto el material fisionable se gasta más lentamente que en las partes situadas en un punto más bajo del núcleo. Por tanto, es posible, cuando se forman haces de barras de combustible compuestos, mejorar la potencia energética de un reactor de agua hirviente, dando la vuelta a algunas de las barras de combustible procedentes de los
15 haces de barras de combustible quemados antes de introducirlos de nuevo en los haces de barras de combustible compuestos. Este modo de realización presenta igualmente ventajas en los reactores de agua bajo presión, entre otras cosas en razón
20 del hecho de que el refrigerante presenta un gradiente de densidad en la dirección longitudinal de las barras de combustible.

La invención se explicará más detalladamente mediante la descripción de un modo de realización en la cual se hace
25 referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

la figura 1 representa una sección horizontal de una parte del núcleo de un reactor de agua ligera hirviente;
la figura 2 representa en el núcleo de reactor de acuerdo con la figura 1, un haz de barras de combustible en
30 el cual el contenido inicial de material fisionable que consis

te en U 235 ha sido indicado por cada barra de combustible in
cluida en él;

5 la figura 3 representa el mismo haz de barras de
combustible después de tres años de funcionamiento, indicá
se el contenido de material fisionable bajo la forma de U 235
y bajo la forma de la cantidad total de Pu 239 y Pu 241;

10 la figura 4 representa un nuevo haz de barras de
combustible constituido a partir del haz de barras de combus-
tible de acuerdo con la figura 3, mediante extracción de un
cierto número de barras de combustible, marcadas en la figura
5, y la introducción en él de barras de combustible proceden-
tes de un haz de barras de combustible del mismo tipo que el
que se representa en la figura 3 y marcadas en la figura 6; y

15 la figura 7 representa un haz de barras de combus-
tible conteniendo tubos llenos de agua en lugar de barras de
combustible en ciertas posiciones.

20 La figura 1 representa una pequeña parte de una sec
ción horizontal del núcleo de un reactor de agua hirviente
que tiene haces de barras de combustible verticales. La sec
ción contiene 9 haces de barras de combustible 10. El número
total de haces de barras de combustible en una sección trans
versal completa se eleva a varios cientos. Cada haz de barras
de combustible, por ejemplo el haz 10a, está constituido por
64 barras de combustible 11 en un retículo cuadrado. El haz
25 de barras de combustible está contenido en un canal de combus-
tible 12 hecho de zircaloy-4 dotado de una sección transver
sal cuadrada. Las barras están mantenidas en sus posiciones
por dispositivos llamados distanciadores, no representados,
separados igualmente entre las placas superior e inferior
30 (que tampoco se representan) del haz de barras de combustible.

Cada barra de combustible contiene un cierto número de pastillas de dióxido de uranio que constituye el combustible, apiladas las unas encima de las otras y contenidas en un tubo 13 de zircaloy-2. Los espacios 14 entre las barras de combustible en el interior del canal de combustible, están atravesadas por el refrigerante, el cual en el ejemplo es agua ligera. Los intervalos 15a y 15b entre los canales de combustible están igualmente atravesados por refrigerante del mismo tipo. Los intervalos 15b, en los cuales pueden introducirse las barras de control 16, son más anchos que los intervalos 15a donde no hay barras de control. La sección transversal contiene también fuentes de neutrones 17 así como detectores de neutrones 18. Una o varias barras de combustible pueden sustituirse con una barra no productora de energía, como se ha indicado en la introducción. Por ejemplo, la barra 19 podría sustituirse por una barra maciza o llena de agua, hecha de zircaloy-2. Las barras de combustible 20, 21, 22 y 23 están sujetas en las placas superior e inferior del haz de barras de combustible.

La separación entre las barras de combustible de un haz se determina principalmente por las exigencias físicas del reactor respecto a la máxima economía de neutrones, y las propiedades de multiplicación de neutrones así como las propiedades termohidráulicas y dinámicas del núcleo. Cuando se elige la distancia entre las barras, se prevé también el efecto del agua adicional en los intervalos entre los canales de combustible, que tiene mucha importancia para las variaciones locales del flujo de neutrones. Este agua produce un flujo de neutrones localmente más intenso y por tanto las barras de combustible situadas cerca de los intervalos de agua tienden a estar sometidos a cargas térmicas más elevadas que las demás barras

de combustible. Para uniformizar la distribución de energía en el interior del haz de barras de combustible en el mayor grado posible, se utilizan barras de combustible con diferentes concentraciones de material fisionable, el cual en el ejemplo es U 235, en diferentes posiciones en el interior del haz de barras de combustible. La figura 2 representa un ejemplo de un haz de barras de combustible con contenidos iniciales de U 235 en diferentes barras de combustible expresados bajo la forma del porcentaje del peso inicial de uranio en el combustible (dióxido de uranio). (Los porcentajes indicados en lo que sigue se refieren al porcentaje en peso inicial de uranio contenido en el combustible). El enriquecimiento medio con material fisionable es en este ejemplo de 2,32%. Se utilizan cuatro contenidos de enriquecimiento diferentes en el diseño del haz de barras de combustible, concretamente 1,18%, 1,85%, 2,50% y 3,07%. Para facilitar la ilustración, no se han representado las barras de combustible propiamente dichas, sino solamente sus grados de enriquecimiento.

La figura 3 representa el mismo haz de barras de combustible después de tres años de funcionamiento. El número superior 24 marcado en cada cuadrado indica el contenido de enriquecimiento del U 235 en porcentaje, y el número inferior marcado en 25 representa el contenido total de enriquecimiento de Pu 239 y Pu 241 en porcentaje de cada barra de combustible situada en el haz de barras de combustible. El plutonio ha sido formado durante el funcionamiento mediante captura de neutrones en U 238. El flujo de neutrones más intenso que se menciona más arriba y la consiguiente mayor potencia de las barras en los intervalos de agua 15a y 15b han

hecho que el material fisionable, principalmente U 235, Pu 239 y Pu 241 sea consumido más rápidamente en estos puntos que en las partes centrales del haz de barras de combustible, tal y como puede verse. Con el tiempo de esto mejora la distribución original del enriquecimiento, y se uniformiza la distribución de potencia en el haz de barras de combustible, lo cual, en principio, es favorable. El contenido medio de U 235, que era inicialmente del 2,32%, pasa a ser de 0,96% después de tres años de funcionamiento, y el contenido medio de la cantidad total de Pu 239 (0,44%) y Pu 241 (0,07%), es de 0,51%. La fisión de un núcleo de U 235 y de un núcleo de Pu proporciona aproximadamente la misma cantidad de energía. Por tanto, la cantidad de material fisionable contenida en el haz ha disminuido aproximadamente al 60% de la cantidad inicial. El material fisionable restante está igualmente distribuido de manera diferente en las barras de combustible incluidas en los haces de barras de combustible. De acuerdo con la técnica aplicada hasta la fecha, los haces de barras de combustible irradiadas de acuerdo con la figura 3 se llevaban en conjunto hasta un lugar de almacenamiento en espera del reprocesado final para la utilización del material fisionable.

De acuerdo con la presente invención, por otra parte, las barras de combustible de los haces de barras de combustible ya quemadas, por ejemplo del tipo representado en la figura 3, se utilizan para componer haces de barras de combustible recargadas. Un ejemplo de un haz de barras de combustible de este tipo, se representa en la figura 4. Este haz ha sido constituido a partir de dos haces de barras de combustible que han estado funcionando durante tres años y que tienen ambos la distribución y enriquecimiento que se representa en la figura

3. A partir de un haz de barras de combustible de este tipo, las 24 barras de combustible designadas por 31-54 y marcadas por una cruz en la figura 5 han sido retiradas, y las barras de combustible rodeadas por un círculo, designadas por 61-84 en la figura 6, procedentes del otro haz de barras de combustible, han sido introducidas de manera que aparece claramente examinando los números de las barras de combustible, obteniéndose así el haz de barras de combustible de acuerdo con la figura 4. Naturalmente, es posible desplazar las barras de combustible en el haz de barras de combustible de acuerdo con la figura 5, después de retirar las barras de combustible marcadas antes de introducir las barras de combustible procedentes del haz de barras de combustible de la figura 6. Cuando se constituye el haz de barras de combustible compuesto de acuerdo con la figura 4, se cambia principalmente aquellas barras de combustible del haz de barras de combustible de acuerdo con la figura 5 que están situadas más cerca de los amplios intervalos de agua 15b donde el enriquecimiento del material fisionable es más reducido. El intercambio da lugar a un incremento del contenido medio del material fisionable desde 0,96% para el U 235 y 0,51% para el Pu 239 y el Pu 241 conjuntamente en las barras de combustible de acuerdo con la figura 3, hasta 1,26% para el U 235 y hasta 0,53% para el Pu 239 y el Pu 241 conjuntamente. El factor de cresta de potencia interna que corresponde al haz de barras de combustible compuesto de acuerdo con la figura 4, se eleva a 1,40. Los haces de barras de combustible de acuerdo con la figura 4 pueden utilizarse durante un año más o incluso unos años más, lo que da lugar a una reducción considerable del coste de combustible del reactor.

Las propiedades de multiplicación de neutrones del núcleo dependen mucho de la relación volumétrica entre agua y combustible. La relación óptima agua/combustible varía con el grado de quemado del combustible. Puesto que el límite técnico al grado de quemado máximo está determinado por el punto en el cual la contribución del combustible a la multiplicación de neutrones del núcleo se hace demasiado pequeña, es importante conseguir una relación volumétrica óptima entre agua y combustible. La relación volumétrica agua/combustible puede ser elevada cambiando una o varias barras de combustible de la parte central del haz de barras de combustible con tubos abiertos y vacíos que se llenarán con agua en el reactor. Naturalmente, esto reduce la cantidad de material fisionable, pero las posibilidades de utilización del material restante aumentan considerablemente y hacen más que compensar la pérdida de material. La figura 7 representa de qué manera las barras de combustible del haz de barras de combustible de acuerdo con la figura 4, han sido sustituidas por tubos llenos de agua, marcadas por cuadrados vacíos 55, 56, 57 y 58 en la parte central del haz de barras de combustible. Uno o varios de estos tubos puede sustituirse por una o varias barras conteniendo un material absorbente de neutrones combustible, por ejemplo gadolinio distribuido en dióxido de uranio o zircaloy como material de soporte.

En la aplicación del modo de realización mencionado más arriba, en la cual por lo menos algunas de las barras de combustible procedentes de los haces de barras de combustible quemado, en la composición de los nuevos haces de barras de combustible han sido invertidas de tal manera que las extremidades que estaban orientadas hacia abajo en los haces de

barras de combustible quemados están ahora orientadas hacia arriba en el nuevo haz de barras de combustible, todas las barras de combustible que no sirven para el soporte y que no están dispuestas en puntos adyacentes a los intervalos de agua 15a y 15b pueden, por ejemplo, disponerse de la manera descrita. El método presenta ventajas particulares cuando se aplica a barras de combustible situadas en la parte central del haz de barras de combustible.

La invención ha sido descrita en particular para su aplicación a un reactor de agua hirviente. Sin embargo, es igualmente aplicable a reactores de agua pesada hirviente y a reactores de agua bajo presión, así como a otros reactores en los cuales el combustible está dispuesto bajo la forma de haces de barras de combustible.

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

REIVINDICACIONES

1. - Método para recargar con combustible un reactor nuclear que tiene un núcleo conteniendo una pluralidad de haces de barras de combustible (10) que están constituidos por una pluralidad de barras de combustible (11), caracterizado porque por lo menos un haz de barras de combustible quemado se sustituye por un haz de barras de combustible que está constituido por lo menos parcialmente por barras de combustible (31-54, 61-84) procedentes de haces de barras de combustible quemados en un reactor, siendo el contenido medio de material fisiónable del haz de barras de combustible así compuesto, superior al contenido medio del material fisiónable en el haz de barras de combustible que ha sido sustituido por dicho haz de barras de combustible compuesto.

2. - Método según la reivindicación 1, caracterizado porque para componer un haz de barras de combustible para un reactor de agua ligera hirviendo teniendo dióxido de uranio y eventualmente dióxido de plutonio como combustible, se utilizan haces de barras de combustible quemados con un contenido máximo de material fisiónable, bajo la forma de U 235, P4 239 y Pr 241 de 0,75% del peso inicial del uranio y eventualmente del plutonio del combustible.

3. - Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque para componer un haz de barras de combustible con barras de combustible procedentes de haces de barras de combustible quemados en un reactor, ciertas barras de combustible (31-54) se retiran de un primer haz de barras de combustible quemado, y unas barras de combustible (61-84) procedente de uno o varios haces de barras de combustible quemados se introducen en dicho primer haz de barras de combustible quemado, teniendo dichas barras de combustible mencionadas en último lugar, un contenido medio de material fisiónable superior al de las barras de combustible que han sido retiradas del primer haz de barras de combustible.

4. - Método según la reivindicación 3, caracterizado porque cuando se retiran barras de combustible (31-54) del primer haz de barras de combustible y se introducen otras barras de combustible en él, las barras de combustible (20-23) situadas en el primer haz de barras de combustible, que funcionan como elementos de soporte en el primer haz de barras de combustible, se conservan.

5. - Método según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque cuando se retiran barras de combustible (31-54) del primer haz de barras de combustible y se introducen otras

barras de combustible en éste, los separadores, las barras de soporte de separadores y las placas superior e inferior se conservan en el primer haz de barras de combustible.

5 6. - Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque para componer un haz de barras de combustible a partir de barras de combustible procedentes de haces de barras de combustible quemados en un reactor en algunas posiciones (55-58) de barras de combustible en el haz de barras de combustible, se colocan tubos llenos de
10 agua en estas posiciones en lugar de barras de combustible, o se dejan vacías estas posiciones.

7. - Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque para componer un haz de barras de combustible con barras de combustible verticales constituidas por barras de combustible (31-54, 61-84) procedentes de haces de barras de combustible quemados en este reactor, por lo menos algunas de las barras de combustible se disponen de tal manera que sus extremidades que estaban orientadas hacia arriba durante su utilización anterior en el reactor, estén ahora orientadas hacia abajo.
20

8.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la patente de invención que se solicita por: METODO PARA RECARGAR CON COMBUSTIBLE UN REACTOR NUCLEAR.
25

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

5

Madrid, 31 de mayo de 1.979

BERNARDO UNGRIA

P.P.



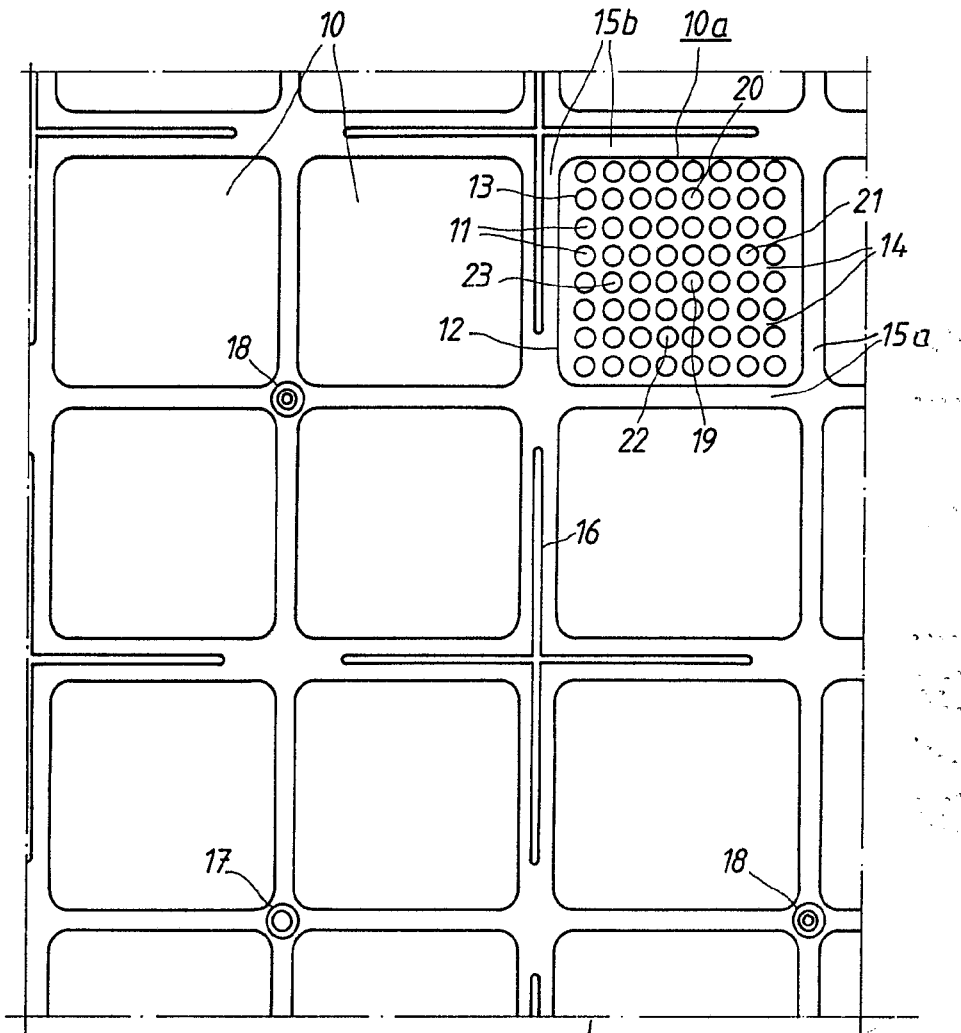
10

15

20

25

FIG. 1



ESCALA VARIABLE
Madrid, 31 de mayo 1.979
BERNARDO ENGRÍA GOIBURU
P. R.

FIG. 2

				15b				
	1,18	1,18	1,18	1,18	1,85	1,85	1,85	1,85
	1,18	1,18	1,85	1,85	2,50	2,50	2,50	1,85
	1,18	1,85	1,85	2,50	2,50	3,07	3,07	2,50
15b	1,18	1,85	2,50	1,85	1,85	3,07	3,07	3,07
	1,85	2,50	2,50	1,85	1,85	3,07	3,07	3,07
	1,85	2,50	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07	3,07
	1,85	2,50	2,50	3,07	3,07	3,07	3,07	2,50
	1,85	1,85	2,50	3,07	3,07	3,07	2,50	1,85
				15a				

FIG. 3

	0,15	0,21	0,25	0,29	0,51	0,52	0,50	0,45	
24	0,39	0,41	0,43	0,45	0,46	0,46	0,46	0,45	
25	0,21	0,29	0,57	0,65	0,97	0,98	0,95	0,61	
	0,41	0,42	0,45	0,47	0,48	0,49	0,48	0,48	
15b	0,25	0,57	0,69	1,07	1,14	1,45	1,12	1,01	
	0,43	0,45	0,48	0,51	0,52	0,52	0,51	0,51	
	0,29	0,65	1,07	0,86	0,91	1,58	1,54	1,38	
	0,45	0,47	0,51	0,53	0,55	0,55	0,54	0,54	15a
	0,51	0,97	1,14	0,91	0,95	1,63	1,58	0,41	
	0,46	0,48	0,52	0,55	0,56	0,56	0,55	0,55	
	0,52	0,98	1,45	1,58	1,63	1,62	1,55	1,35	
	0,46	0,49	0,52	0,55	0,56	0,56	0,55	0,55	
	0,50	0,95	1,12	1,54	1,58	1,55	1,44	0,98	
	0,46	0,48	0,51	0,54	0,55	0,55	0,54	0,55	
	0,45	0,61	1,01	1,38	1,41	1,35	0,98	0,61	
	0,45	0,48	0,51	0,54	0,55	0,55	0,55	0,53	

FIG. 4

				69	70				15a	
	61	68	62	63	64	65	66	15b		
24	0,61	0,98	1,35	1,41	1,38	1,12	0,50	0,45		
25	0,53	0,55	0,55	0,55	0,55	0,51	0,46	0,45		
67	0,98	1,44	1,63	1,58	0,97	1,58	1,55	0,61	71	
75	0,55	0,54	0,56	0,55	0,48	0,55	0,55	0,48	72	
73	1,35	1,63	1,62	1,07	1,14	1,45	1,12	1,01		
74	0,55	0,56	0,56	0,51	0,52	0,52	0,51	0,51	79	
76	1,41	1,58	1,07	0,95	1,45	1,58	1,54	1,38		
77	0,55	0,55	0,51	0,56	0,52	0,55	0,55	0,54	78	
80	1,38	0,97	1,14	1,45	0,95	1,63	1,58	1,41		
81	0,54	0,48	0,52	0,52	0,56	0,56	0,55	0,55		
82	1,12	1,58	1,45	1,58	1,63	1,62	1,55	0,98	15a	
83	0,51	0,55	0,52	0,55	0,56	0,56	0,55	0,55		
84	0,50	1,55	1,12	1,54	1,58	1,55	1,44	0,98		
	0,46	0,55	0,51	0,54	0,55	0,55	0,54	0,55		
15b	0,45	0,61	1,01	1,38	1,41	0,98	0,98	0,61		
	0,45	0,48	0,51	0,54	0,55	0,55	0,55	0,53	15a	

ESCALA VARIABLE
 Madrid, el 1 de mayo 1.979
 BERNARDO UNGRIA

FIG. 5

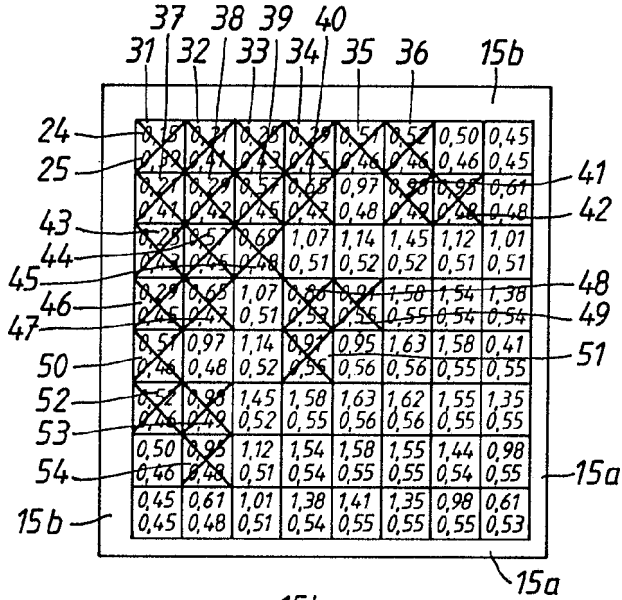


FIG. 6

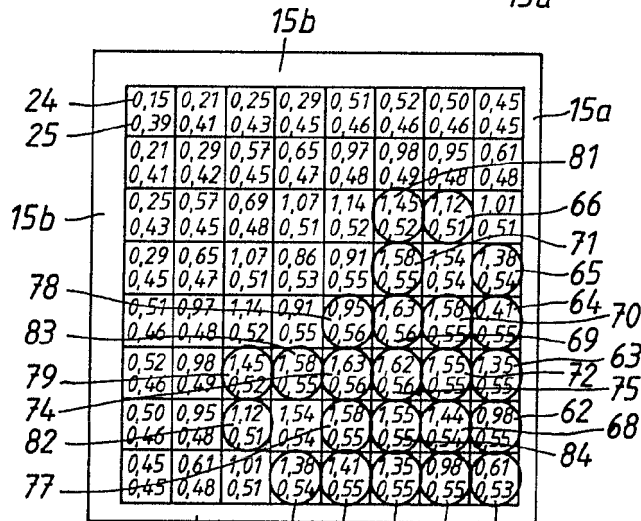


FIG. 7

