


00 29 
PATENTE DE INVENCION

VPA 71/9450 SPA.

Int. Cl. G21C

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA REGULACION DE LA REACTI-
VIDAD DE REACTORES NUCLEARES.-

Solicitante SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, de Berlín y München, entidad
alemana, residente en Wittelsbacherplatz 2, 8 MUNCHEN 2,
República Federal Alemana.

La presente invención se refiere a un pro-
cedimiento para la regulación de la reactividad de reacto-
res nucleares, y a un dispositivo para la ejecución del
procedimiento, en el que un líquido más o menos absorben-
te de neutrones mediante variación de la concentración, se

5.



409100

dirige desde una fuente exterior al reactor llenado con agua como agente refrigerante.

5. En la regulación de potencia de un reactor nuclear se emplean de forma conocida, barras de control y líquidos fluyentes. Ambos sirven para la absorción de neutrones apuntada.

10. Se ha propuesto ya para la regulación de la reactividad de reactores nucleares, conducir un líquido absorbente de neutrones, por ejemplo ácido bórico, por un sistema de tubos que atraviesa el núcleo del reactor, separado del agente refrigerador del reactor. La regulación se efectúa debido a que se conduce por el sistema de tubos, líquido absorbente de neutrones de concentración más alta o más baja.

15. La clase de regulación conocida presupone un sistema de tubos especial que es costoso y caro.

Ya que para esto tienen que tenderse tanto conductos de ida como de retorno, son solo posibles pequeños diámetros del tubo. Con esto el tiempo de reacción del sistema es limitado.

20. Los conductos dobles tienen que sacarse del reactor por separado. Tienen que ser además estancos tanto hacia fuera como entre sí. Al quitar la tapa del tanque de presión tienen que interrumpirse ambos conductos y unirse estancos de nuevo después.

25. La diferencia de presión entre el líquido de



409100

5. control, y el agente refrigerante, obliga a grandes espesores de la pared del tubo con alta absorción de neutrones. A causa del número necesario de tubos y sus medios de estanquidad el sistema es propenso a averías. Además de este resultan eventuales retrasos al cambiar los elementos combustibles.

El cometido de la invención consiste por tanto, en la creación de un procedimiento para la regulación de la reactividad de reactores nucleares, con el que se puede renunciar a un sistema de tubos que atraviese especialmente el reactor.

10. El dispositivo necesario para la ejecución del procedimiento debe estar desarrollado en forma sencilla y ser fácilmente ajustable, así como estar ampliamente exento de averías.

15. El cometido impuesto se soluciona con un procedimiento de la clase mencionada al principio, debido a que el fluido absorbente de neutrones se conduce a recipientes, y a una variación de la carga se empuja los recipientes, mediante alimentación de agua o fluido absorbente de neutrones de otra concentración, al agente refrigerador, o mediante contrapresión del agente refrigerador fuera del reactor.

20. En el procedimiento propuesto el fluido absorbente de neutrones está en unión abierta con el agente refrigerador del reactor. Esto es especialmente ventajoso porque en reactores del tipo mencionado al principio, existen sin estos dispositivos para extraer el fluido absorbente de neutrones del

25.



409100

agente refrigerador del reactor. A una desconexión el contenido de fluido absorbente de neutrones en el agente refrigerador aumenta solo poco, ya que el volumen del agente regulador es muy pequeño con respecto al volumen del agente refrigerador.

5. Después de una desconexión el reactor puede portanto funcionar rápidamente de nuevo a plena carga.

La regulación según la invención puede aplicarse, además de para la rápida desconexión, también para la estabilización de potencia radial y axial del reactor nuclear. Pueden eliminarse las barras de control especiales, por ejemplo grises y largas.

10.

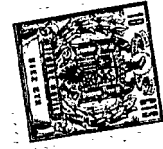
Un dispositivo para la ejecución del procedimiento consiste en que los recipientes están dispuestos en tubos de conducción de barras de control que están vacíos, y que constan cada uno de una cubierta de recipiente con un fondo y un orificio en el lado de la cabeza, y un tubo interior dispuesto coaxial dentro, que, juntamente con la cubierta del recipiente forma un recinto anular que está desarrollado abierto en el lado del pie, y para la unión para un conducto de alimentación que conduce a la fuente, en el lado de la cabeza.

15.

20.

Como perfeccionamiento del dispositivo indicado anteriormente, está previsto que cada recipiente se extiende entre un muelle o un fuelle de tubo o similar apoyado en el fondo del tubo guía de la barra de control asociado, y un cuerpo de estrangulación que sirve como unión del tubo interior con

25.



409100

5. el conducto de alimentación. Es conveniente que el cuerpo de estrangulación y una prolongación del tubo interior estén desarrollados desplazables entre sí, y para la unión desmontable, y que los medios de unión constan de un casquillo desplazable entre un engrosamiento final de la prolongación y la cabeza del recipiente, inmovilizable en la posición en que descansa sobre la cabeza del recipiente, mediante un dispositivo de bayoneta o similar, así como de un resorte fiador dispuesto en el cuerpo de estrangulación para agarrar alrededor de la cubierta libre de la prolongación, el cual al establecerse la unión se puede abrir por el engrosamiento final del tubo de prolongación, y al soltar la unión por el casquillo, para deslizarse sobre el engrosamiento final.

15. Pero los recipientes pueden también tomar las posiciones previstas para los elementos combustibles, y tener el tamaño de los elementos combustibles, así como estar dotados de canales para el paso de agente refrigerador.

20. Finalmente puede ser conveniente disponer en el reactor, recipientes tanto en los tubos de conducción de barras de control vacíos, como también en las posiciones previstas para los elementos combustibles, exentas sin embargo de elemento combustible.

25. Ya que entre el agente refrigerador del reactor y el fluido absorbente de neutrones, se efectúa una continua compensación de presión, las conducciones de toma y las pa-



redes de los recipientes pueden ejecutarse relativamente delgadas. A consecuencia de esto aparece también solo una mínima absorción de neutrones.

5. Los lugares inestancos en el sistema, son ampliamente inconsiderables. Se puede por tanto renunciar a medios de estanquidad.

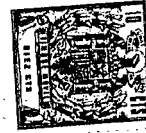
10. Al emplear uniones desmontables entre los recipientes y sus conducciones de alimentación, los recipientes pueden permanecer en el reactor al cambiar los elementos combustibles, ya que no impiden la extracción y la colocación de los elementos combustibles.

15. El dispositivo es de seguro funcionamiento en alta medida incluso en accidentes graves en los que tienen lugar desplazamientos de las estructuras Core, ya que las uniones no rígidas entre los recipientes y sus conductos de alimentación permiten desplazamientos relativamente grandes.

20. En el dibujo están representados ejemplos de ejecución de la invención, a base de los cuales se aclaran el procedimiento y los dispositivos para la ejecución del procedimiento.

La figura 1 muestra una sección longitudinal de un reactor nuclear,

25. La figura 2 muestra una sección transversal de un elemento combustible con barras combustibles y tubos de conducción de las barras de control.



409100

la figura 3 muestra una sección longitudinal de un recipiente,

la figura 4 muestra una sección longitudinal de un recipiente dispuesto en un tubo de conducción de barra de control que está vacío,

5.

la figura 5 muestra una sección longitudinal de un recipiente desarrollado desplazable axialmente con respecto a un cuerpo de estrangulación.

10.

la figura 6 muestra una representación en perspectiva de un recipiente que es disponible en el reactor en el lugar de un elemento combustible.

15.

La regulación según la invención se efectúa de modo que el fluido absorbente de neutrones, compuesto por ejemplo de ácido bórico, que tiene una concentración ajustada para la deseada absorción, se presiona desde una fuente 1 situada fuera del reactor nuclear 2, por un conducto de alimentación, en recipientes 3, 4 de material de zirconio por ejemplo. Los recipientes 3, 4 pueden estar dispuestos en tubos de conducción de barras de control 4a que están vacíos y/o en posiciones 3a previstas para barras de combustible. A una variación de la carga se alimenta bien agua o ácido bórico de mayor o menor concentración, desplazándose el fluido que se encuentra en los recipientes al agente refrigerador que circunda a los elementos combustibles, y diluyéndose allí fuertemente.

20.

25.

Para variar la concentración del ácido bórico en los



409100

5. recipientes 3, 4 puede también seguirse el camino inverso poniéndose el agente refrigerador bajo correspondiente presión, bajo la cual el fluido que se encuentra en los recipientes 3,4, se dirige fuera del reactor en sentido contrario al flujo de entrada.

10. El fluido que entra en los recipientes 3, 4, bien ácido bórico o agua por un lado, o agente refrigerador por el otro lado, debe desplazar al ser posible sin mezclarse a la columna de fluido que está en los recipientes 3,4. Además tiene que evitarse que los recipientes se llenen uniformemente desde un extremo al otro, ya que esto tendría como consecuencia una carga desequilibrada axial en los elementos combustibles de las inmediaciones. Los recipientes tienen la siguiente configuración:

15. Constan de una cubierta de recipiente 6 con un fondo 6a y una abertura 7 en el lado de la cabeza. En la cubierta 6 del recipiente está dispuesto coaxial un tubo interior 8 que con la cubierta 6 del recipiente forma un recinto anular 9. El tubo interior 8 está abierto en el lado del pie, y tiene en el lado de la cabeza un racor de empalme 10 para una conducción de alimentación (no representada) que conduce a la fuente 1.

20. El fluido regulador, ácido bórico o agua, fluye a una manipulación de regulación, desde la fuente 1 por la conducción de alimentación y el racor de empalme 10 al tubo interior 8, y desplaza al fluido que se encuentra allí, al recinto

25.



409100

anular 9, y luego por la abertura 7 al agente refrigerador. Para evitar un gran número de conducciones de alimentación pueden conectarse varios recipientes tubulares en una conducción de alimentación común.

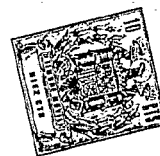
5. La regulación es también posible de forma que el agente refrigerador se presiona por el orificio 7 en los recipientes, y se empuja fuera del reactor por la conducción de alimentación, a la columna de fluido que se encuentra allí. Fuera puede disgregarse en sus componentes agua y ácido bórico. Me-

10. diante la configuración de los recipientes se evita ampliamente un mezclado de la columna de fluido, que se encuentra dentro, con la columna que fluye detrás, o el agente refrigerador que entra, y además un llenado regular por los extremos (figura 3).

15. La disposición de recipientes en tubos de conducción de barras de control vacías 4a está hecha de forma que el recipiente 4 compuesto igualmente de una cubierta de recipiente 6 y un tubo interior 8 dispuesto concéntrico dentro, se extiende entre un resorte 11 o un fuelle de tubo o similar apoyado en el fondo del tubo de conducción de barra de control 4a, y un cuerpo de estrangulación 12 (figura 4).

20. Al cambiar los elementos combustibles, los recipientes 4 pueden retirarse mediante un dispositivo que está dispuesto en un transportador de la máquina cargadora de elementos combustibles, con el cual pueden extraerse recipientes individuales 4 o todos los recipientes 4 pertenecientes a un

25.



409100

elemento combustible, y pueden colocarse eventualmente en otro lugar.

- La contribución de la máquina cargadora de elementos combustibles para retirar y colocar los recipientes 4 puede eliminarse cuando el cuerpo de estrangulación 12 y una prolongación 13 del tubo interior 8 están desarrollados desplazables entre sí, y para la unión desmontable. En este caso, al cambiar los elementos combustibles, los recipientes 4 pueden extraerse del Core con la armadura nuclear superior 2a. Los medios de unión necesarios para esto, constan de un casquillo 16 desplazable entre un engrosamiento final 14 de la prolongación 13 y la cabeza del recipiente 4, inmovilizable en la posición en la que descansa sobre la cabeza del recipiente, mediante un dispositivo de bayoneta 15 o similar, así como de un resorte fiador 17 dispuesto en el cuerpo de estrangulación 12, desarrollado para agarrar alrededor de la cubierta libre de la prolongación 13. Al establecerse la unión el resorte fiador 17 se abre por el engrosamiento final 14 y agarra alrededor entonces a la cubierta libre de la prolongación 13. El soltado de la unión se efectúa de modo que primero se gira el casquillo 16, saliendo de ataque el pivote 15a dispuesto en la prolongación 13 con el casquillo 16, el cual entonces se desplaza hacia el engrosamiento final 14 y abre en éste el resorte fiador 17 hasta que al levantarse el cuerpo estrangulador puede deslizarse sobre el engrosamiento final 14.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

409100



Para la ejecución del procedimiento es posible disponer recipientes en tubos de conducción de barras de control vacíos 4a y/o en posiciones que están previstas para elementos combustibles.

5. En la figura 5 se muestra un recipiente 3 que tiene las dimensiones de un elemento combustible y puede disponerse en una posición prevista para un elemento combustible (figura 1). El recipiente 3 es de forma de caja y tiene canales para el paso de agente refrigerador (no representado).

10. La disposición de tales recipientes en posiciones de elementos combustibles es conveniente cuando, por ejemplo, a causa de deterioros de los elementos combustibles existen pocos elementos combustibles.

15. Las conducciones de alimentación para los recipientes pueden en esto pasarse en pilares a través de la armadura nuclear superior 2a, y reunirse en su lado superior exento de corriente, en pocos tubos que atraviesan la tapa del tanque de presión.

20. Los recipientes pueden además dotarse de conductos de alimentación separados, en lugar de preverse barras de longitudes parciales en diferentes posiciones axiales. Mediante esta disposición se produce un ahorro de accionamientos de barras de control.

25. Los grupos de recipientes pueden asumir la función de barras de control grises, con lo cual se ahorran igualmente



409100

accionamientos.

Los grupos de recipientes tubulares de longitud parcial son apropiados para la estabilización axial de la potencia, y los recipientes tubulares de longitud normal son apropiados para la estabilización radial de la potencia.

5.

N O T A

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente presentada en Alemania con fecha y número siguientes: 30 de noviembre de 1971, nº P 21 59 196.8; acogándose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor. Siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: Procedimiento y dispositivo para la regulación de la reactividad de reactores nucleares; caracterizándose por lo siguiente:

10.

15.

20.

1.- Procedimiento y dispositivo para la regulación de la reactividad de reactores nucleares, al menos parcialmente, en el cual se conduce desde una fuente exterior al reactor llenado con agua como agente refrigerador, un fluido más o menos absorbente de neutrones por variación de la concentración, caracterizándose el procedimiento porque el fluido

25.





409100

absorbente de neutrones se conduce a recipientes que al variar la carga, se empuja de los recipientes mediante alimentación de agua o fluido absorbente de neutrones de otra concentración, al agente refrigerador, o mediante contrapresión del agente refrigerador, fuera del reactor.

5.

2.- Dispositivo para la ejecución del procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se disponen los recipientes en tubos de conducción de barras de control vacíos 4, y constan cada uno, de una cubierta de recipiente con un fondo y una abertura en el lado de la cabeza, y de un tubo interior dispuesto coaxial dentro que forma un recinto interior juntamente con la cubierta del recipiente, el cual se desarrolla abierto en el lado del pie, y para la unión para una conducción de alimentación que conduce a la fuente, en el lado de la cabeza.

10.

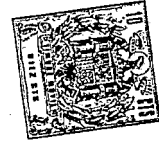
15.

3.- Dispositivo según reivindicación 2, caracterizado porque cada recipiente se extiende entre un resorte o un fuelle de tubos o similar apoyado en el fondo del tubo de conducción de barra de control asociado, y un cuerpo estrangulador que sirve como unión del tubo interior con la conducción de alimentación.

20.

4.- Dispositivo según reivindicación 2 y 3, caracterizado porque el cuerpo de estrangulación y una prolongación del tubo interior, se desarrollan desplazables entre sí para la unión desmontable, y los medios de unión constan de un cas-

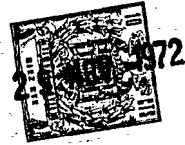
25.



409100

- quillo desplazable entre un engrosamiento final de la prolongación y la cabeza del recipiente, inmovilizable mediante un dispositivo de bayoneta o similar en la posición en la que descansa sobre la cabeza del recipiente, así como de un resorte fiador dispuesto en el cuerpo de estrangulación y desarrollado para agarrar alrededor de la cubierta libre de la prolongación, el cual al establecerse la unión se puede abrir por el engrosamiento final del tubo de prolongación, y al soltar la unión por el casquillo, para pasar sobre el engrosamiento final.
- 5.
10. 5.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque los recipientes toman posiciones previstas para elementos combustibles, y tienen el tamaño de barras combustibles, y están dotados de canales para el paso de agente refrigerador.
15. 6.- Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque en el reactor se disponen recipientes tanto para tubos de conducción de barras de control vacíos, como también de recipientes en posiciones previstas para elementos combustibles, pero sin embargo exentas de combustible.
20. 7.- Procedimiento y dispositivo para la regulación de la reactividad de reactores nucleares; tal y como queda descrito sustancialmente en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

409100



Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

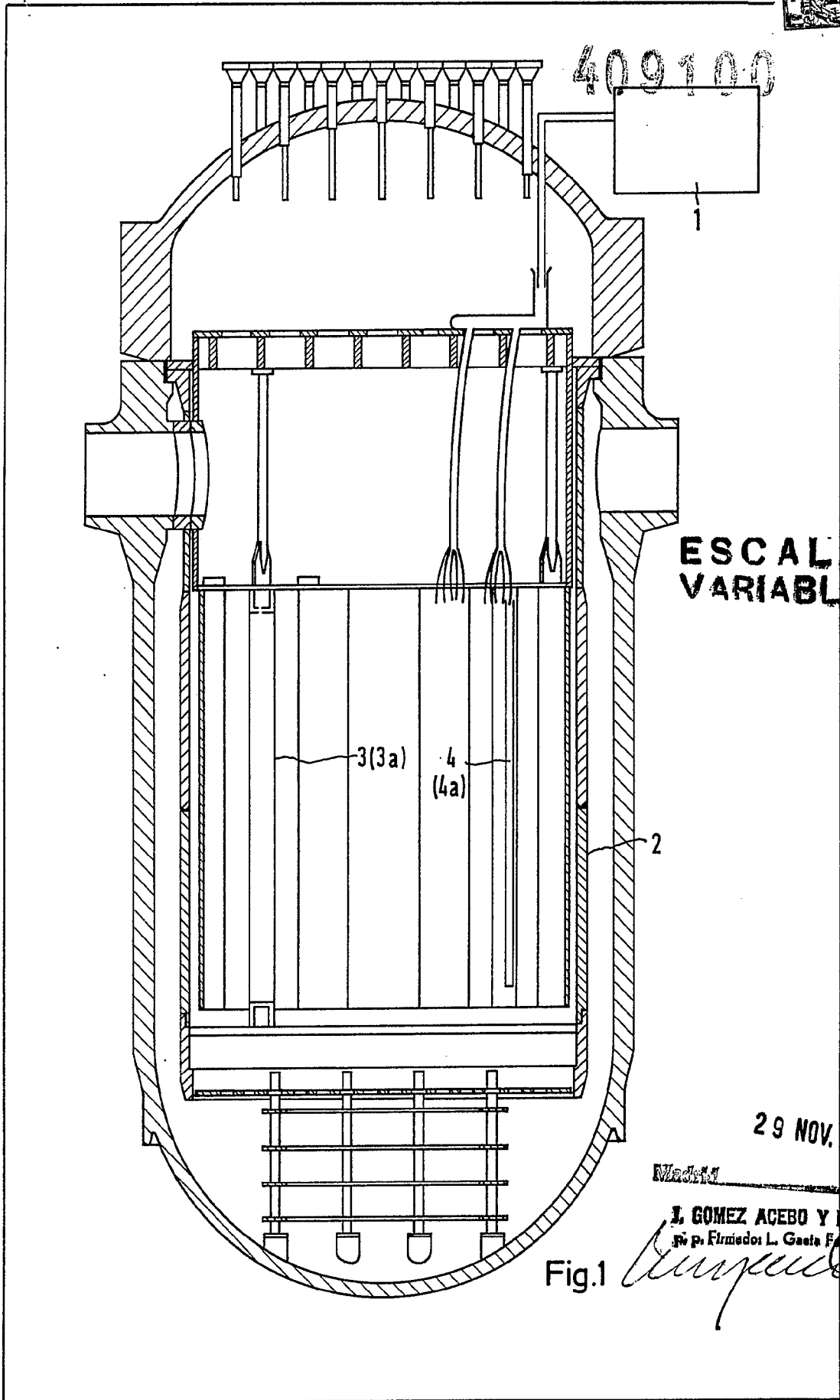
Madrid,

29 NOV. 1972

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

J. GOMEZ ACEBO Y MODEX

p. p. Firmado: L. Gesta Fernández



ESCALA
VARIABLE

29 NOV. 1972

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MODET
p. Firmado: L. Gasta Fernández

Fig.1

[Handwritten signature]

409100



ESCALA
VARIABLE

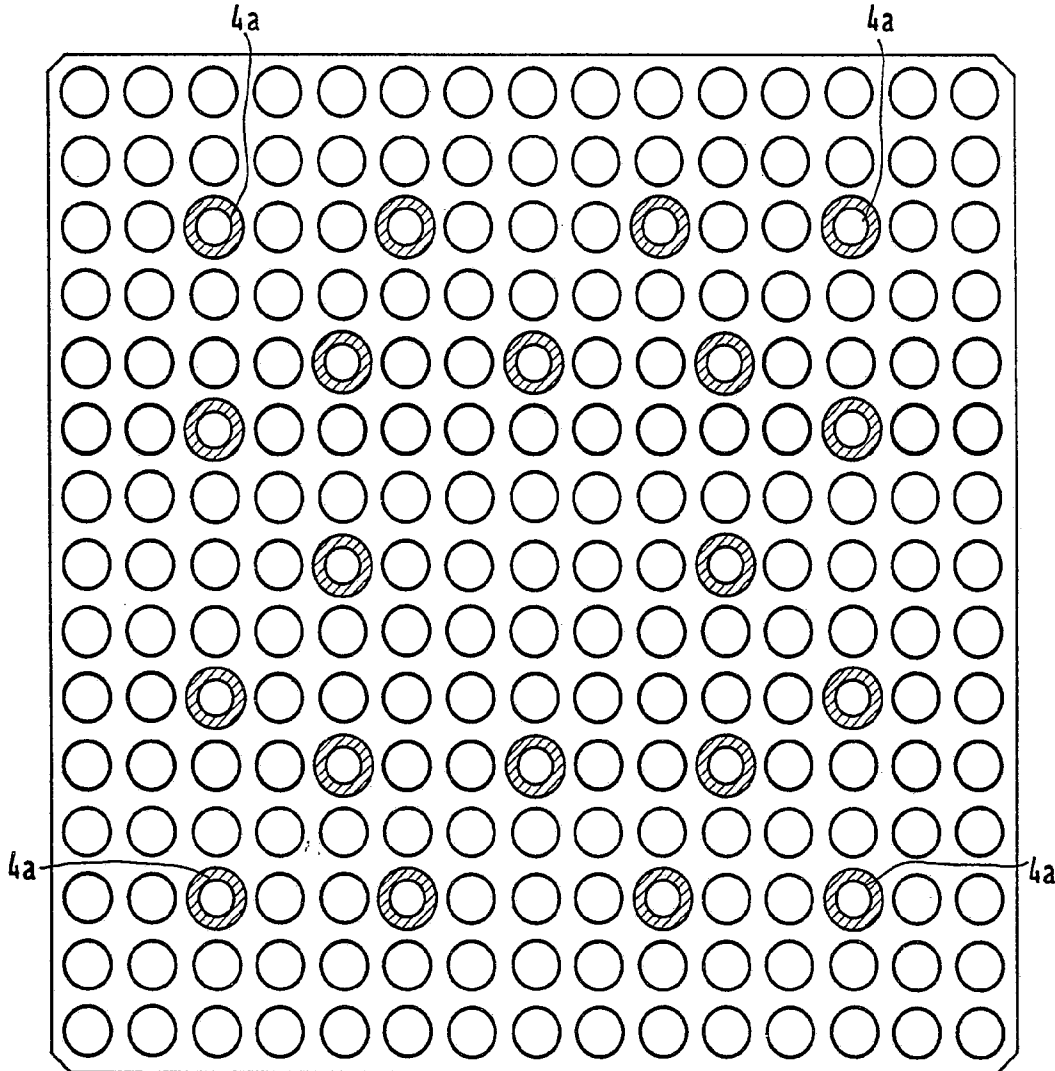


Fig.2

29 NOV. 1972
Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MORENO
p. p. Firmador L. Gósta Ferragudon
[Signature]

409100 29



ESCALA VARIABLE

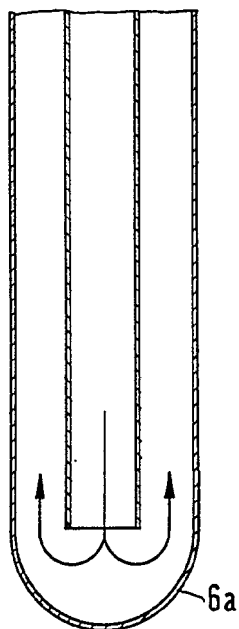
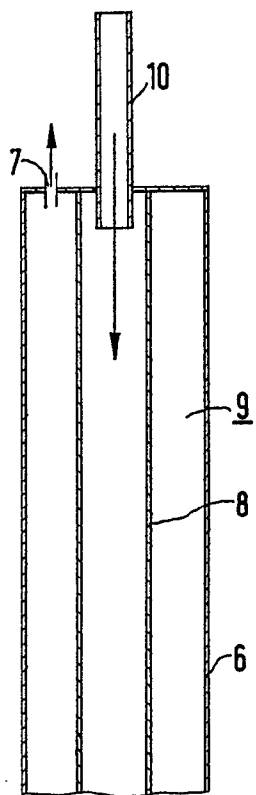
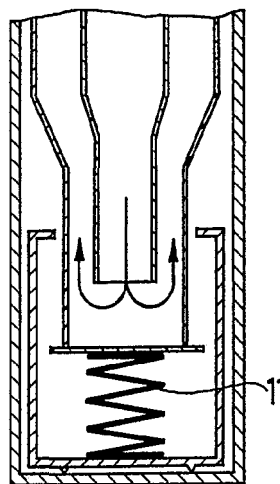
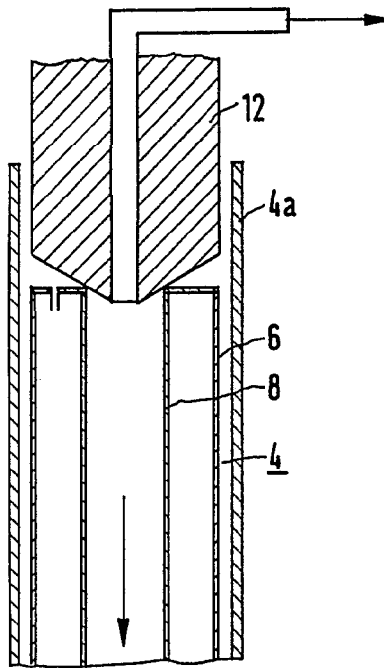


Fig.3



29 NOV. 1972

Fig.4 Madrid

J. GÓMEZ ACEBO Y MUÑOZ
Ingenieros Industriales
[Signature]

400100



ESCALA VARIABLE

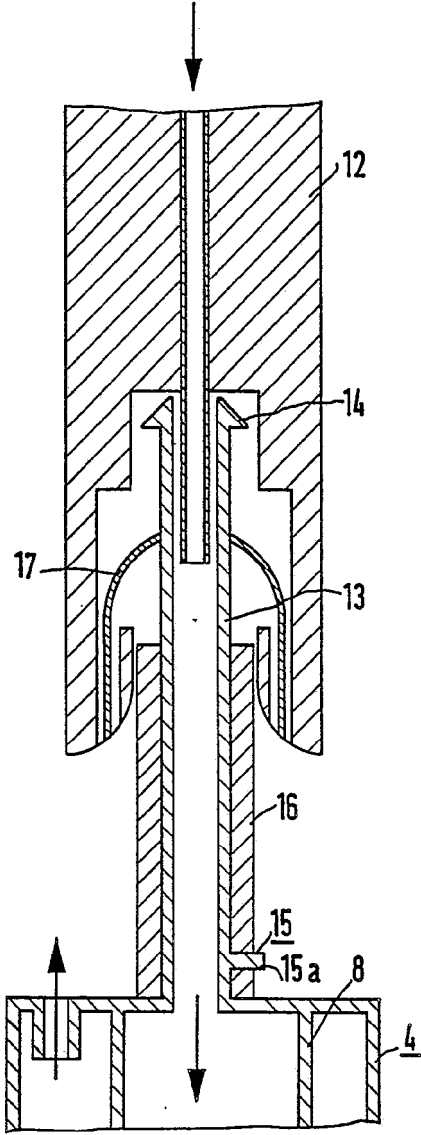


Fig. 5

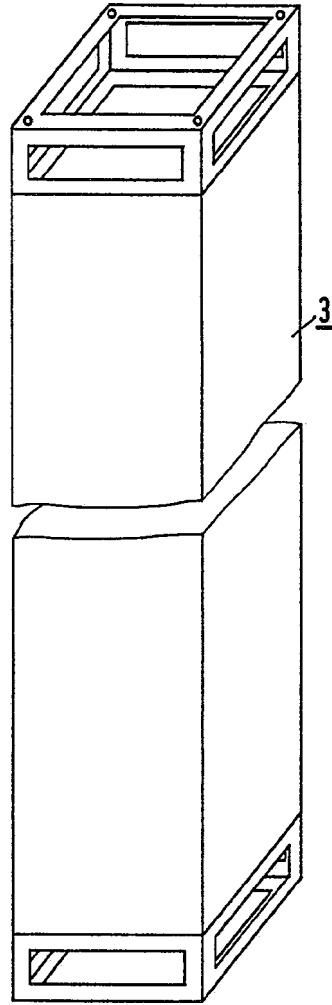


Fig. 6

29 NOV. 1972

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MODER
p. p. Firmado: L. Gasta Fernández