

26 SEP 1969



SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>G 21</u>
SUBCLASE <u>C</u>

384008

PATENTE DE INVENCIÓN

VPA 69/3222 SPA.

384008

Memoria Descriptiva

sobre:

Perfeccionamientos en instalaciones para regular reactores nucleares.

.=====.

Solicitante: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, de Berlin y München, entidad alemana, residente en Werner-von-Siemens-Str, 50, 8520 Erlangen, Alemania.

.=====.

En reactores nucleares del tipo agua a presión se gobierna la capacidad del reactor generalmente con un banco de varillas de mando, de manera que la temperatura media del refrigerante sigue un programa teórico predeterminado. Bajo "banco"

5.



se entiende aquí la cantidad total de varillas de mando que cumplen todas la misma misión. Este banco de varillas de mando se mantiene dentro de un campo de trabajo predeterminado en función de la capacidad por medio de la así llamada regulación de reactivación de varilla. Al mantener este programa compensan las varillas justamente los efectos retroactivos de temperaturas de los coeficientes de reactivación del combustible y del refrigerante.

- 5.
10. Los efectos retroactivos de reactivación de los productos de desintegración obtenidos, como residuos calcinados, contaminaciones de xenón y samario, estacionarias y en función del ciclo de carga, se compensan por regla general variando la concentración del ácido bórico en el refrigerante. Sin embargo,
15. la aplicación de ácido bórico para compensar estos efectos retroactivos de reactivación lleva al final de residuos calcinados de una carga nuclear a muy grandes cantidades de intercambio de agua y en los límites del dimensionado del sistema de adición y extracción de boro con servicio de ciclo de carga a puntas de capacidad locales inadmisibles en el núcleo.
- 20.

Es cierto que se trató de regular ya tanto la variación de capacidad como también la contaminación inestacionaria de xenón con el banco de varillas de mando existente de la capacidad. Sin embargo, por las siguientes razones se mostró que esto no se puede ejecutar:

- 25.
30. Después de una disminución de capacidad, en la que se introdujo en el núcleo el banco de varillas



- de mando de capacidad arriba mencionado, se establece una contaminación inestacionaria de xenón. Con el fin de compensar ésta se vuelve a reducir la profundidad de inmersión del banco de varillas de mando de capacidad por medio del regulador de capacidad. Por
5. ello, la profundidad de inmersión puede ser menor con carga parcial que antes con plena carga. Sin embargo esta aceleración del banco de varillas implica que el máximo del flujo con carga parcial pase a la mitad superior del núcleo calcinando ya con carga parcial
10. parcialmente la contaminación de xenón en la mitad superior del núcleo, mientras que en la mitad inferior del núcleo se aumenta la contaminación local de xenón, debido a la disminución ulterior de la densidad de capacidad. Con ésta distribución local de
15. la contaminación de xenón se vuelve a aumentar la capacidad total actuando más el banco de varillas de mando de capacidad. Sin embargo, así se produce una punta de flujo grande en la mitad superior del
20. núcleo.

Por lo tanto, la invención se basa en la tarea de crear una instalación de regulación con la que se pueden compensar contaminaciones inestacionarias de xenón y samario que se presentan, pero

25. con la que se puede aliviar simultáneamente el sistema de ácido bórico.

La invención consiste aquí en prever adicionalmente al banco separado de varillas de mando de xenón. Es posible que el banco de varillas de mando de xenón esté dividido en varios bancos parciales

30.



individualmente introducibles.

5. Con este banco adicional de varillas de mando de xenón, cuyas varillas pueden corresponder a las del banco de varillas de mando de capacidad, que se introducen casi sobre la altura total del núcleo, y permite compensar los componentes en función del ciclo de la contaminación de xenón y samario. Así se pueden reducir considerablemente las cantidades a preparar de ácido bórico y agua adicional, de manera
10. que por el sistema de boro se tendrán que compensar ya únicamente las pérdidas diarias de reactivación por el residuo calcinado.

15. A base de un dibujo esquemático se explican con más detalle la construcción y el modo de funcionamiento de la instalación según la invención. Aquí representa

La figura 1, un núcleo del reactor con los bancos utilizados de varillas de mando,

20. La figura 2, un diagrama para los campos de efecto de los distintos bancos de varillas de mando y

La figura 3a hasta 3c diagramas sobre la aplicación del banco de varillas de mando de xenón con un ciclo de carga determinado.

25. Según la figura 1 están introducidos en el núcleo del reactor 1 un banco de varillas de mando de capacidad L, un banco de varillas de mando de longitudes parciales T y un banco de varillas de mando de xenón X. Sin embargo, para una orientación mejor se ha representado cada vez únicamente una
- 30.



sola varilla con el accionamiento correspondiente.

5. El banco de varillas de mando de capacidad L consiste en las llamadas varillas "negras", es decir, varillas que absorben casi todos los neutrones que penetran en él. También en cargas parciales pequeñas se halla introducido éste banco L generalmente sólo en la zona superior del núcleo.

10. El banco de varillas de mando parcial T se compone de varillas de mando cubiertas sólo en una longitud parcial con material de absorción. Estas sirven para mejorar la distribución de capacidad en el núcleo a base de medición interior del flujo de neutrones en el núcleo del reactor.

15. Las varillas de mando de xenón X están construídas como las varillas de mando de capacidad L, pero pueden ser, sin embargo, también las llamadas varillas "grises" con menor capacidad de absorción que se introducen sobre toda la altura del núcleo. Estas tienen que estar distribuídas en lo posible
20. uniformemente sobre el corte transversal del núcleo con el fin de evitar distorsiones radiales del flujo.

25. La figura 2 representa en detalle el campo de efecto de los distintos grupos de varillas de mando. En el diagrama se indica aquí sobre la abscisa la capacidad P en tanto por ciento y sobre la ordenada hacia abajo la altura del núcleo K_t , es decir, la variación de reactivación a compensar β . El banco de varillas de mando de capacidad L pasa con
30. variación de capacidad correspondiente, sobre la zona

384008



- 6 -

- dibujada, habiéndose previsto adicionalmente una reserva de reactivación en forma de una profundidad inicial de inmersión H_0 del banco de varillas de mando de capacidad, con el fin de lograr la eficacia necesaria del banco de varillas de mando para la regulación. Bajo la profundidad inicial de inmersión se entiende la profundidad de inmersión teórica del banco de varillas reguladoras de capacidad con plena carga. Esta llega con núcleo nuevamente cargado aproximadamente desde 15 hasta 20% de la altura activa del núcleo, pero se la puede reducir con creciente residuo calcinado, ya que la eficacia aumenta debido a la variada distribución de flujo.
- 5.
- 10.

- El banco de varillas de mando de xenón X opera en la zona indicada X. La función unida con ella se realizó en las regulaciones usuales hasta ahora por variación de la concentración del ácido bórico. Ahora se puede ajustar la concentración del ácido bórico a un valor medio que debe reajustarse unicamente ex
- 15.
- 20.
- 25.

- A base de un ciclo predeterminado de carga según figura 3a se explica aquí con más detalle
- 30.



- el modo de trabajo del banco de varillas de mando de xenón X. Se parte aquí primero de una capacidad constante $P = 100\%$ según el diagrama 3a, en la que la reactivación ρ según la línea continua y la contaminación de xenón Xe según la línea interrumpida en el diagrama según figura 3b se hallan en estados de equilibrio correspondientes sobre valores constantes. En una reducción correspondiente de capacidad a aproximadamente el 50% se reduce la reactivación por aumento de la contaminación de xenón, como se desprende claramente de la figura 3b. La contaminación creciente de xenón se puede compensar actuando correspondientemente el banco de varillas de mando X. La reactivación vuelve a crecer en un aumento repentino de capacidad y puede llegar hasta adoptar un valor positivo, como se desprende asimismo del diagrama. Esto significa que el banco de varillas de mando de xenón se tiene que introducir prácticamente por completo. Sin embargo, después de un periodo determinado se vuelve a establecer un estado de equilibrio.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Sin embargo, también es posible repartir el banco de varillas de mando de xenón X en varios bancos parciales que se actúan en sentido individual correspondientemente a la respectiva contaminación de xenón. En el lado derecho en el diagrama según figura 3 b está dibujado el campo de efecto de los distintos bancos parciales de varillas de mando de xenón X_1 hasta X_5 , pudiendo regular cada banco parcial con plena inmersión cada vez sólo la zona indicada.
- 25.
- 30.



- curva de la contaminación de xenón según la figura 3b, la posición de los distintos bancos parciales en el núcleo en distintos periodos. Como línea de referencia del núcleo K_0 y el canto inferior del núcleo K_u . En la posición I, con
5. estado estacionario existente, están los bancos parciales de varillas de mando de xenón X_1 hasta X_4 plenamente introducidos, mientras que el banco parcial X_5 está fuera, como se puede leer en el campo de efecto de los distintos grupos parciales según figura 3b a la derecha. Al crecer la con-
10. taminación de xenón en el punto II se introduce el banco parcial X_4 por ejemplo completamente, mientras que el banco parcial X_3 se introduce hasta la mitad. Con un máximo de contaminación de xenón en el punto II se introducen por completo los bancos parciales X_2 hasta X_5 , mientras
15. que se deja fuera únicamente el banco parcial X_1 . Después de un aumento repentino de la carga según figura 3a y una reactivación positiva que se presenta posiblemente se introducen, correspondientemente al respectivo valor presente, todos o por lo menos los primeros cuatro de
20. los bancos parciales por completo, mientras que el banco parcial X_5 está introducido hasta la mitad de la profundidad del núcleo. El estado de equilibrio estacionario se ha vuelto a establecer en el punto V, de manera que allí hay una posición de banco parcial correspondiente al punto I.
- 25.

Se puede imaginar que para el banco de varillas de mando de capacidad y el banco de varillas de mando de xenón se utilizan distintas varillas "negras" o "grises, sin

30. embargo, parece conveniente utilizar en lo posible varillas



- iguales para los dos bancos de varillas de mando. Esto tiene la ventaja que se evitan o se suavizan por lo menos considerablemente las consecuencias de distintos residuos calcinados locales por cambiar las funciones de varillas.
- 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 el número P 19 48 913.5 de 27 de septiembre de 1969, accogiéndose por lo tanto a los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita PATENTE DE INVENCION sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN INSTALACIONES PARA REGULAR REACTORES NUCLEARES, caracterizándose por lo siguiente:
- 10.
- 15.
- 20.

1.- Perfeccionamientos en instalaciones para regular reactores nucleares del tipo agua a presión, por aplicación de un banco de varillas de mando introducibles en función de la capacidad y de una estabilización química por ácido bórico, caracterizados porque adicionalmente al banco de varillas de mando de capacidad se ha previsto una banco separado de varillas de mando de xenón para compensar contaminaciones inestacionarias de xenón y samario:

25.

30. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación

- 10 **384008**



ción 1, caracterizados porque el banco de varillas de mando de xenón se ha repartido en varios bancos parciales individualmente introducibles.

5. 3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados porque las funciones de las varillas de mando de capacidad y las varillas de mando de xenón son intercambiables entre sí teniendo la misma construcción.

10. 4.- Perfeccionamientos en instalaciones para regular reactores nucleares, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

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

Madrid, **26 SEP. 1970**

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, de
Berlin y München,

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
D. P. Firmado: A. GARCIA BRAVO

Be

384008

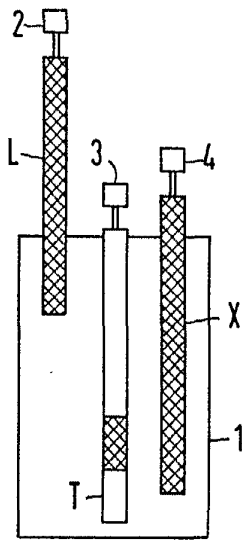


Fig. 1

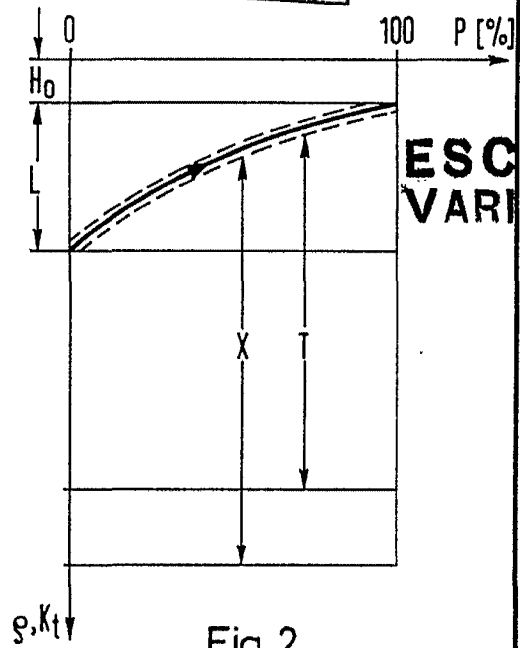


Fig. 2

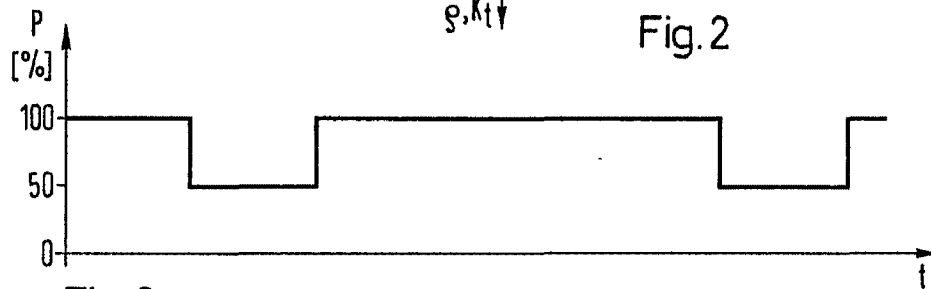


Fig. 3a

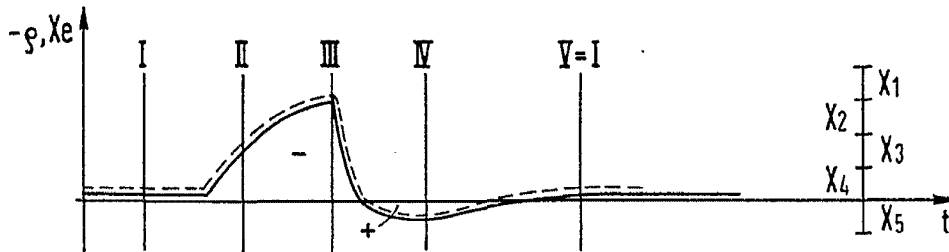


Fig. 3b

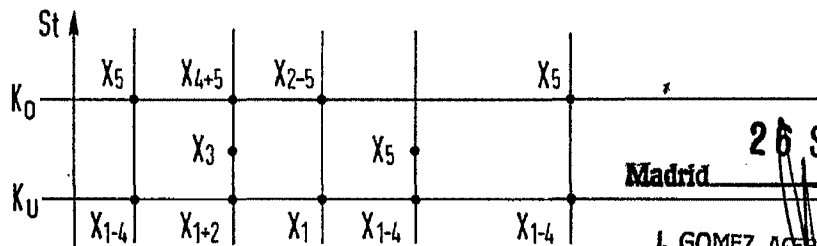


Fig. 3c

Madrid 26 SEP. 1970

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
p. p. Firmador A. GARCIA BRAVO