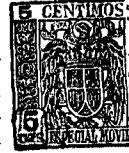


26 ABR 1966



PATENTE DE INVENCION

Your Ref: Pats/24/1024/22.

**257642**

## *Memoria Descriptiva*

*sobre:*

"Procedimiento y aparato para comprobar la presencia de cartuchos de combustible deteriorados en un reactor nuclear refrigerado con gas".

-----

*Solicitante:* UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, entidad inglesa, domiciliada en 11-12, Charles II Street, Londres, Inglaterra.

-----

Este invento se refiere a reactores nucleares y, especialmente, a un método y a medios para comprobar la presencia de cartuchos de combustible deteriorados en aquellos.

5.

La evidencia experimental reciente parece indicar



26  
257342

- 2 -

- el hecho de que una fuga que se haya desarrollado en un cartucho de un elemento combustible y sea de pequeña sección transversal y de recorrido apreciable, dá por resultado la emisión de productos de fisión de corta y de larga vida. Para descubrir los productos de fisión de vida corta, se ha comprobado que es satisfactorio el empleo de un detector del tipo de alambre cargado. Un detector de esta naturaleza se describe en la patente francesa nº 1.183.812 correspondiente a la patente española nº 237.890. Sin embargo, el reducido período durante el cual el detector se somete al refrigerante del canal de un elemento de combustible para la precipitación de productos derivados sobre el alambre impide el descubrimiento de productos de fisión de vida larga, a causa de la insuficiente concentración en el alambre durante el período de exposición, que proporciona una respuesta pequeña o nula al tubo poco multiplicador. Además, a causa de la vigilancia sucesiva, podría no aprovecharse un impulso de la actividad del producto de fisión, si se presentaba cuando el canal en cuestión no se encontraba vigilado.

- De acuerdo con este invento, un método para comprobar la presencia de un cartucho de combustible deteriorado en un reactor nuclear refrigerado con gas, comprende el muestreo del gas refrigerante que ha pasado por los cartuchos del reactor; la precipitación durante un período mínimo de un minuto de cualesquiera partículas ionizadas presentes en el gas refrigerante que se haya recogido, y la medición de la actividad de las partículas precipitadas.

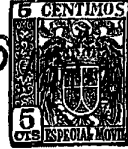
26

257342



- 3 -

- Para comprobar la presencia de un cartucho deteriorado de combustible en un reactor refrigerado con gas, el aparato de acuerdo con este invento comprende una serie de cámaras de precipitación; un electrodo de precipitación prolongado a través de dichas cámaras;
5. medios para desplazar el electrodo a través de las mismas; una serie de monitores o detectores con los que el electrodo puede hacerse que coincida después del movimiento del mismo fuera de coincidencia con las
10. cámaras de precipitación; un recipiente de presión que encierra las cámaras de precipitación, los electrodos y los monitores; y conductos de entrada y salida de gas para cada cámara de precipitación; los conductos se prolongan a través de la pared o paredes del recipiente
15. de presión, y la separación de las cámaras de precipitación y la de los monitores o detectores es similar, y el movimiento del electrodo está preparado de tal modo que una señal que se presente en un monitor puede identificarse con una cámara de precipitación determinada.
20. Los conductos de salida de las cámaras de precipitación pueden comprender tubos de salida de cada una de ellas, conectados a un colector común que se prolonga a través de la pared del recipiente de presión, por cuyo medio las diferencias de presión entre las
25. cámaras de precipitación se reducen al mínimo con lo cual se facilita la hermetización de la entrada del electrodo a cada una de las cámaras de precipitación y su salida de la misma.
30. Cada entrada de gas a una cámara de precipitación de la serie, puede conectarse para el muestreo continuo



26

60

- 4 -

257842

a cada uno de un grupo de canales de elementos combustibles; cada uno de estos canales está además conectado, para el muestreo continuo, a otra cámara de precipitación y proporciona un sistema de indicación combinado en el que un canal que contenga un cartucho deteriorado puede identificarse por el hecho de proporcionar señales en dos detectores distintos.

5.

El recipiente de presión, con preferencia, se somete a presión mediante gas refrigerante "limpio" a

10.

una presión ligeramente superior a la del gas refrigerante que entra, procedente de los canales de los elementos de combustible, por cuyo medio la fuga al exterior del gas refrigerante procedente de las cámaras de precipitación (que puede contener productos de fisión

15.

activos) queda evitada, protegiendo así los monitores de tener que actuar en un medio de gases que los rodean, provistos de actividad.

El electrodo, convenientemente, comprende un

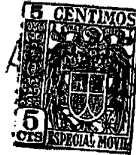
20.

alambre o cinta continuos, con preferencia preparado, por medio de poleas múltiples, en forma de una rama larga entre los monitores, y su entrada a las cámaras de precipitación, de tal modo que la actividad precipitada en la parte que se encuentra en las cámaras de precipitación se hallará muy disminuída antes de que ésta parte vuelva a presentarse a las cámaras de precipitación.

25.

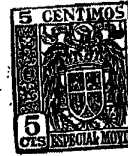
Por vía de ejemplo, vá a describirse un aparato de acuerdo con este invento, adecuado para la aplicación práctica del método citado; en la descripción se hará referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que la fig. 1 es una vista lateral en corte por

30.



la línea I-I de la fig. 2; la fig. 2 es una vista de frente en corte por la línea II-II de la fig. 1 y la fig. 3 es una vista en planta.

- Las figs. 1 y 2 representan una serie de ocho cámaras de precipitación indicadas en general en 10 y que son del tipo representado en la patente francesa nº 1.183.812. A través de las cámaras 10 se extiende un alambre o cinta continuos 11 que puede mantenerse a un potencial eléctrico elevado con respecto a las cámaras 10 y actúa como un electrodo en el que pueden depositarse los productos derivados de los productos gaseosos de fisión. El electrodo 11 está montado en poleas 13 y 14 y en grupos de poleas múltiples 12 y 15; las poleas 12 están impulsadas por un motor eléctrico 30. Las poleas 13 y 14 sirven para sostener el electrodo 11 de tal modo que se prolongue axialmente a través de las cámaras 10, mientras que las poleas 12, 15 sirven para sostener el electrodo fuera de los límites de las cámaras 10, con la polea impulsada 12 comunicando movimiento al electrodo 11 a través de las cámaras de precipitación, y luego a través de una serie de ocho monitores o detectores indicados en 16 y colocados junto a las cámaras 10 y separados de tal modo que al desplazar el electrodo 11 de la serie de cámaras 10 una distancia necesaria e introducirlo en la serie de monitores 16 cada uno de estos coincide con la parte del electrodo 11 que previamente se expuso a la cámara 10 correspondiente. El motor de impulsión 30 está provisto de una envoltura hermética 31 (fig. 2) y de un árbol 32 que lo conecta con las poleas 12 y se halla dotado de un cierre de empaque-



- 6 -

257642

tadura 33 al penetrar en el recipiente 17. El árbol 32 está también dividido en el interior de la envoltura para permitir el cambio del motor 30 sin destruir el cierre hermético en 33.

5. Las cámaras 10, detectores 16, electrodo 11 y poleas 12 y 15, están todos encerrados en un recipiente 17 impermeable a la presión, provistos de conductos 18 de entrada de gas cada uno de los cuales pasa de modo hermético a través de la pared del recipiente 17 y está
10. preparado para conectar una cámara 10, continuamente, con un canal o grupo de canales de los elementos de un reactor nuclear. Se disponen también conductos 19 de salida de gas, cada uno de los cuales se prolonga en condiciones herméticas, a través de la pared del
15. recipiente 17 y conecta una cámara de precipitación 10 a un colector común 20 desde el cual el gas se hace retornar a través de un secador 21 y de compresores 22 (fig. 3). Los conductos 18 tienen, cada uno de ellos, un filtro (no representado) que retira la materia en
20. forma de partículas del gas recogido en el muestreo, antes de que llegue a la cámara 10.

- El electrodo 11 entra en cada una de las cámaras de precipitación 10 y sale de ella, a través de una empaquetadura hermética. El cierre se realiza fácilmente,
25. dado que el colector común 20 reduce al mínimo las diferencias de presión entre las cámaras separadas 10. En ambos extremos de la serie de cámaras 10 se disponen cámaras de obturación 23 a las que se suministra una presión positiva de gas de refrigeración inactivo que se
30. mantiene también en el interior del recipiente 17, por



- 7 -

257642

medio de conductos de entrada 24 y de salida 25, para evitar la fuga al exterior de gas activo de las cámaras 10, con lo cual, los monitores actúan en un medio gaseoso circundante, que es inactivo. El electrodo 11 de alambre o tira continuos, tiene, mediante las poleas separadas 12 y 15, una rama larga entre los monitores y su retorno a las cámaras de precipitación 10 con lo cual la actividad precipitada en las cámaras 10 habrá disminuído en alto grado antes de que esta sección vuelva a presentarse a las cámaras de precipitación. Un recorrido de unos 15 m. es adecuado cuando la longitud de cada cámara 10 es de unos 75 mm., y el tiempo de muestreo es del orden citado mas adelante.

En el funcionamiento normal del aparato, la parte de alambre o tira 11 que se encuentra en las cámaras de precipitación 10 se mantiene estacionaria en las mismas durante 3 á 5 minutos para permitir la precipitación de productos de fisión derivados de vida corta y larga, y el tiempo necesario para desplazar esta parte a los monitores 16, es de 10 segundos. La parte siguiente que se presenta luego a las cámaras de precipitación permanece en ellas durante otros tres o cinco minutos, mientras la primera parte coincide con los monitores durante el mismo período, antes de movimiento ulterior del alambre o tira para hacer pasar la sección siguiente citada, en 10 segundos, a los monitores, y así sucesivamente. Dado que la separación de los monitores es análoga a la de las cámaras de precipitación, la identificación de una señal en un monitor dado puede hacerse coincidir con una cámara de precipitación y, por



tanto, con un grupo de canales de elementos de combustible.

Los canales de elementos de combustible se agrupan de tal modo que cada uno de ellos está conectado a dos grupos de tubos distintos de muestreo de refrigerante gaseoso, cada uno de los cuales está conectado a una serie distinta de cámaras de precipitación 10 para formar un sistema de indicación combinados. En la fig. 3,

5. se representa un núcleo de reactor 26 con 256 canales 27
10. de elementos, agrupados en ochos a lo largo de las coordenadas X e Y, para formar un sistema de esta naturaleza; cada canal de un grupo tiene su segunda alimentación a un grupo distinto de todos los demás canales de este grupo y a un aparato distinto para este grupo.
15. De este modo, puede esperarse que la actividad liberada en cualquier canal, se registre en dos monitores distintos que permiten la identificación del canal determinado en cuestión, Para proporcionar además la indicación continua y para lograr el descubrimiento de
20. impulsos cortos de actividad susceptibles de presentarse durante los movimientos del electrodo 11 en un aparato, se hace que los distintos aparatos funcionen defasados de tal modo que solamente se mueva un electrodo en cada instante. De este modo, un impulso corto puede descubrirse
25. siempre por lo menos un aparato en el que el electrodo se halla estacionario, y no es probable que un impulso de actividad pueda escapar a la detección.

30. Se disponen en cada grupo de tubos de muestreo de gas, tubos cruzados 35 con válvulas 36 para que en el caso de que un conjunto de precipitación y detección se in-



257342

utilice, el grupo de tubos de muestreo afectado pueda acoplarse temporalmente a otro grupo ya en uso hasta el momento de entrar en servicio un grupo de repuesto.

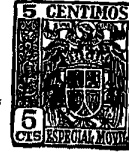
5. Cada uno de los monitores puede asociarse con un registrador de punto sencillo, o bien puede asociarse un grupo de monitores con un registrador de puntos múltiples. Los monitores, con preferencia, "son fosforos" asociados con válvulas foto-multiplicadoras cuya salida se amplifica, si es necesario, antes de pasar a los contadores y a los registradores. Cada "fosforo", se dispone para formar una ventana de presión en la pared del recipiente 17; las válvulas foto-multiplicadoras están al exterior del recipiente 17 (ver fig. 2) y por tanto, son fácilmente reemplazables.
10. El tiempo de muestreo de 3 á 5 minutos indicado en el ejemplo anterior permite descubrir los productos de fisión de vida corta y larga. El aparato puede usarse también con un tiempo de muestreo más reducido y alrededor de un minuto, por ejemplo, para descubrir productos de fisión de vida corta únicamente. El aparato puede prepararse de tal modo que el tiempo de muestreo sea variable entre 1 y 5 minutos. Por ejemplo, con referencia a la fig. 3, pueden emplearse dos conjuntos para proporcionar un tiempo de muestreo de 3 á 5 minutos, mientras que los otros dos conjuntos se utilizan para un tiempo más corto (por ejemplo 1,5 minutos) de modo que asegura que cada canal se somete a un muestreo en ambos períodos.
15. Una serie de cámaras de precipitación seguida por una serie de monitores, de acuerdo con este invento, tiene
- 20.
- 25.
- 30.



257342

- varias ventajas sobre los aparatos anteriores en los que una cámara única de precipitación va seguida por un solo monitor. Estas ventajas comprenden menos mecanismos de impulsión y menos recipientes de presión,
5. ahorrando así espacio y coste; la ausencia de una válvula selectora (con su posibilidad de fugas en los canales combinados) que no es necesario a causa de la reducción del número de recipientes de presión necesarios; la reducción en la cantidad de gas "limpio" para hermetizar
10. las cámaras de precipitación para que no exista contaminación externa; y la mayor sensibilidad del aparato a causa del mayor tiempo disponible para cada precipitación, comparado con el funcionamiento convencional de aparatos conocidos. A causa de sus ventajas sobre
15. aparatos conocidos, este invento, resulta aplicable económicamente para emplear un sistema combinado de muestreo de un reactor, haciendo así posible el descubrimiento exacto de la posición de un cartucho defectuoso de combustible en un canal dado. Como ejemplo de la
20. mejora que puede conseguirse, si este invento se aplicara a los reactores de Calder, se precisarían diez conjuntos como los descritos con referencia a los dibujos. Esto proporcionaría la vigilancia continua de todos los canales y ha de compararse con el sistema actual que,
25. aunque únicamente emplea ocho conjuntos, solo proporciona la vigilancia en grupos de cuatro canales a la vez, y la observación de estos grupos es discontinua y en realidad, se realiza durante 30 segundos solamente cada 26 minutos.

26 APR



257342

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente
5. indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a unas solicitudes de patentes presentadas en Inglaterra con fecha 27 de abril de 1959 nº 14377/59 y 30 de septiembre
10. de 1959 nº 33251/59 acogiéndose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España: "Procedimiento y
15. aparato para comprobar la presencia de cartuchos de combustible deteriorados en un reactor nuclear refrigerado con gas"; caracterizándose por lo siguiente:
- 1º.- Procedimiento para comprobar la presencia de cartuchos de combustible deteriorados en un reactor refrigerado con gas, caracterizado por comprender el
20. obtener muestras de gas refrigerante que ha estado en contacto con los cartuchos en el reactor; el precipitar durante un período mínimo de un minuto las partículas ionizadas presentes en el gas refrigerante recogido y
25. el medir la actividad de las partículas precipitadas.
- 2º.- Aparato para la aplicación práctica del procedimiento según lo especificado en la reivindicación 1ª, caracterizado por comprender una serie de cámaras de precipitación; un electrodo de precipitación, prolongado a
30. través de ellas; medios para desplazar el electrodo a



5. través de las mismas; una serie de detectores con los que puede hacerse coincidir el electrodo después de su movimiento fuera de coincidencia con las cámaras de precipitación; un recipiente de presión que encierra las cámaras de precipitación, el electrodo y los detectores; y conductos de entrada y salida de gas, para cada cámara de precipitación, prolongados a través de la pared o paredes del recipiente de presión, y con una separación análoga entre las cámaras de precipitación
10. y entre dos detectores y disponiéndose de tal modo el movimiento del electrodo, que una señal que aparezca en un detector puede identificar una cámara de precipitación determinada.

15. 3<sup>a</sup>.- Aparato, según lo especificado en la reivindicación 2<sup>a</sup>, caracterizado porque el conducto de salida comprende tubos de salida de cada una de las cámaras de precipitación, conectados a un colector común prolongado a través de la pared del recipiente de presión.

20. 4<sup>a</sup>.- Aparato, según lo especificado en la reivindicación 2<sup>a</sup>, caracterizado por comprender series de cámaras de precipitación; cada serie provista de un electrodo de precipitación que se prolonga a través de las cámaras de precipitación de la serie y se desplaza a través de ellas; series de detectores con los que pueden hacerse coincidir los electrodos después del movimiento de estos fuera de coincidencia con las cámaras de precipitación; cada serie de detectores está asociado con una serie de cámaras de precipitación, y la
25. separación de éstas en cada serie es análoga a la
- 30.

257642<sup>26</sup> 45



- separación de los detectores de la serie asociada con aquella; medios para desplazar los electrodos a través de las cámaras de precipitación y de los detectores, de tal modo que una señal que aparezca en un detector pueda
5. identificar una cámara de precipitación determinada; recipiente de presión, cada uno de los cuales encierra, por lo menos, una serie de cámaras de precipitación, la serie de detectores con ella asociada y su electrodo; y conducciones de entrada y de salida de gas, para cada
10. cámara de precipitación; dichas conducciones se prolongana través de las paredes de los recipientes de presión y se acoplan, en el lado de entrada del gas, con un sistema combinado de tubos para el muestreo de refrigerante de los canales de combustible de un
15. reactor nuclear, de tal modo que el refrigerante procedente de cualquier canal se identificar por sus coordenadas en el sistema combinado.

- 5<sup>a</sup>.- Procedimiento y aparato para comprobar la presencia de cartuchos de combustible deteriorados
20. en un reactor nuclear refrigerado con gas; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta memoria consta de trece hojas escritas a máquina por una sola cara.

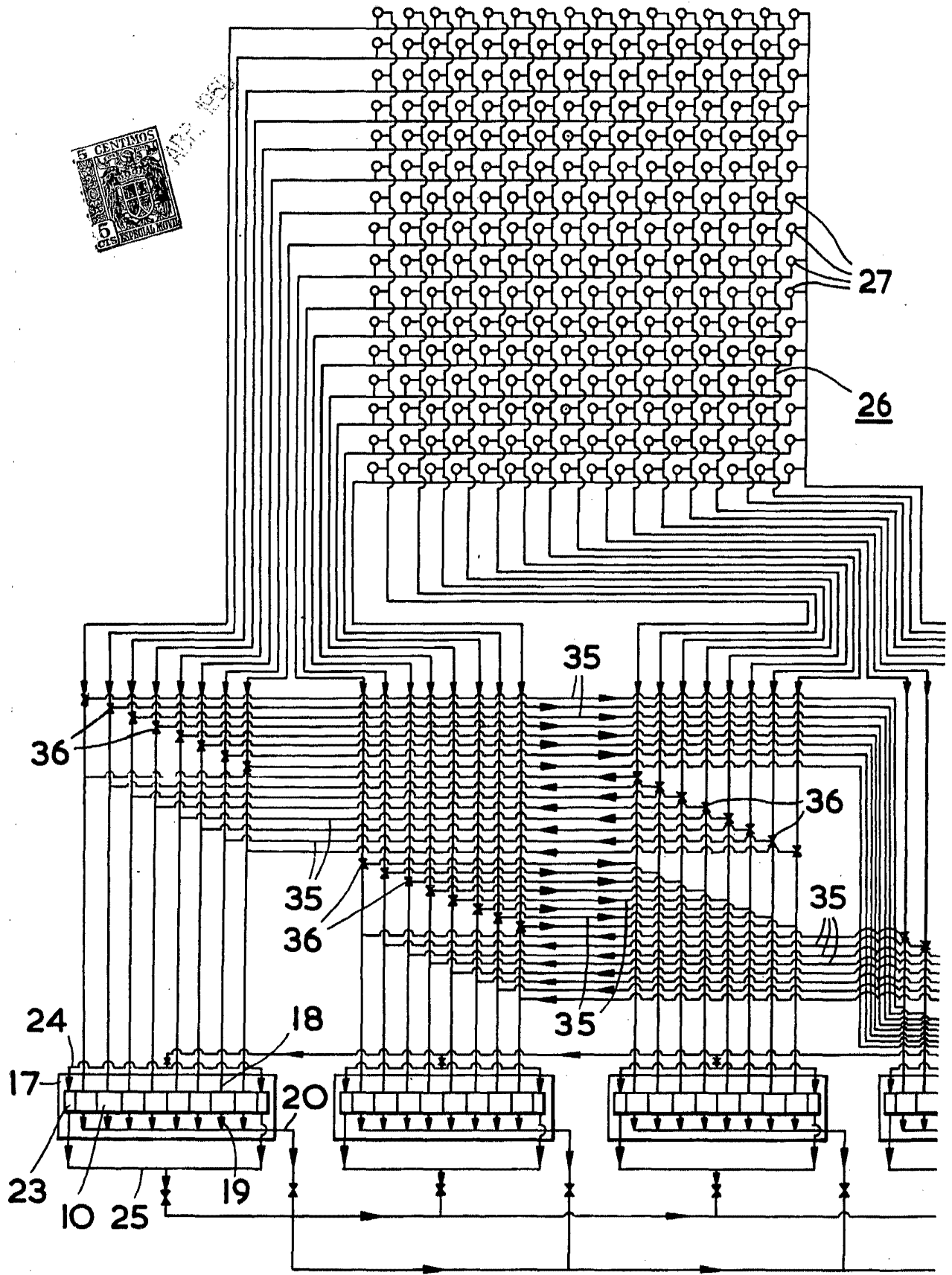
Madrid, 26 ABR. 1960

UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY.

A. G. HILL AND Y. HODGES  
D.R.





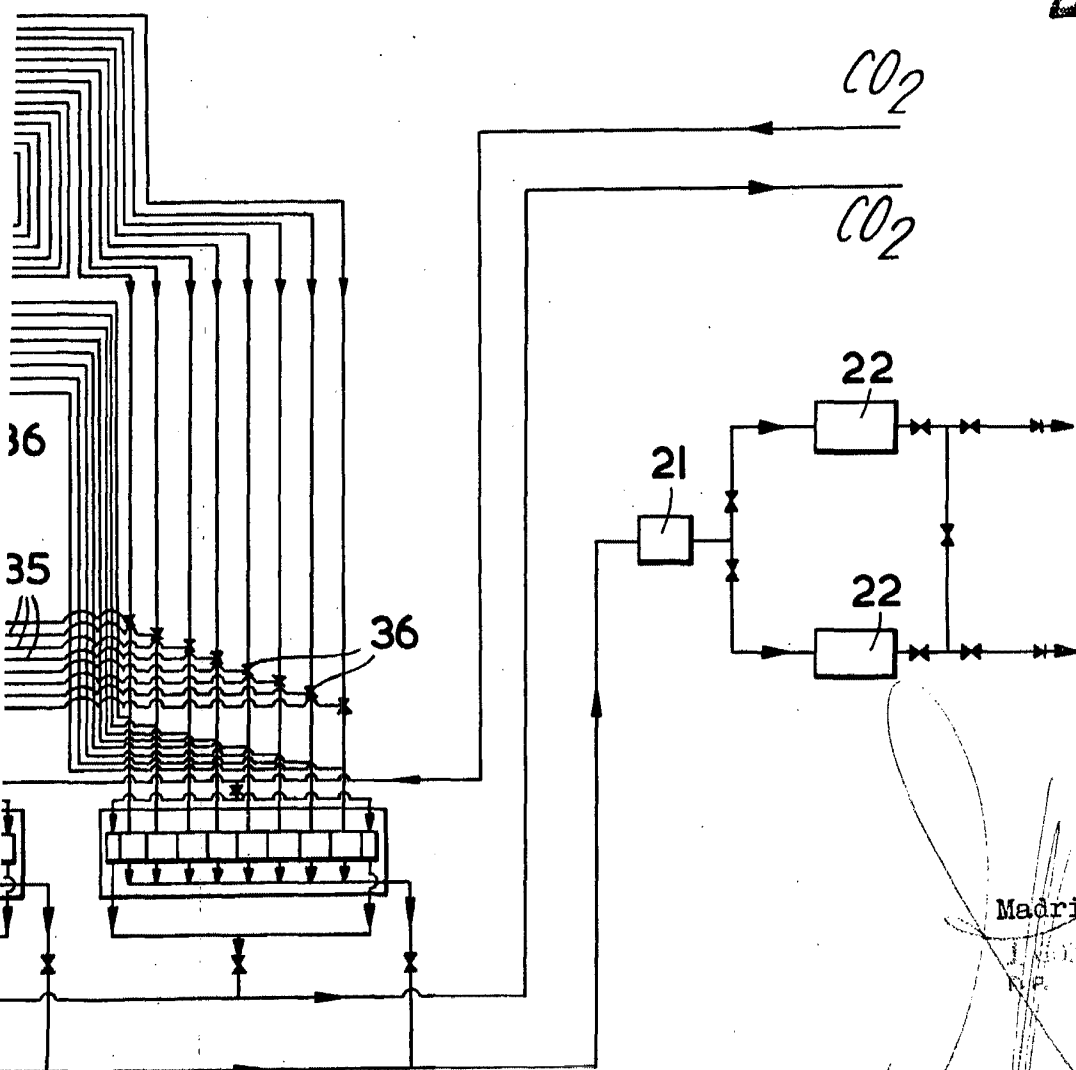


ESCALA VARIABLE



FIG. 3.

257642



Madrid, 26 ABR. 1908  
I. Y. Y. ACEBO Y CA  
S. P.