

AÑO 1.958

Expediente núm.



245899

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTE DE INVENCIÓN

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de

una **PATENTE DE** Invención por Veinte años, en España

a favor de

THE GENERAL ELECTRIC COMPANY LIMITED, de nacionalidad
inglesa domiciliado en **LONDON W.C.2. (Inglaterra)**
calle de Magnet House, Kingsway núm.

por:

Perfeccionamientos en los dispositivos de control del reactor
nuclear o relativos a los mismos.

Nº 11772

Agente Sr. Fernandez Candales.



11011

245899

245899

MEMORIA DESCRIPTIVA
de una Patente de Invencion a nombre de:
THE GENERAL ELECTRIC COMPANY LIMITED, de
nacionalidad inglesa, domiciliada en LON
DON W.C.2, Magnet House, Kingsway (Inglaterra); por: "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS
DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL REACTOR NUCLEAR O RELATIVOS A LOS MISMOS".

..... oooOOOooo

Este invento se refiere a los dispositivos de control de un reactor nuclear, y particularmente a los dispositivos de control para los reactores nucleares del tipo de los refrigerados durante su funcionamiento mediante la corriente de un fluido refrigerador a través de los mismos y provistos de medios de control del flujo tales como varillas de material absorbente de neutrones adaptadas para variar el flujo de neutrones dentro del reactor y, por tanto, para controlar el nivel de potencia efectiva a la cual trabaja el reactor.

Estos reactores nucleares pueden, por ejemplo,



245899

aplicarse a la generación de potencia eléctrica. Así, el fluido refrigerador, tal como carbono dióxido bajo presión, después de substraer calor del reactor, puede disponerse para ser conducido a una o más unidades productoras de vapor, donde el calor derivado del fluido es causa de la generación de vapor para su utilización en la planta de turbo-alternadores. Una condición primaria para aplicaciones de este género, particularmente si la carga de la planta es variable, es que el reactor pueda funcionar sobre determinada escala de potencias, y uno de los objetos del presente invento es ofrecer un dispositivo de control que permita accionar un reactor nuclear con seguridad y eficacia.

Conforme el presente invento, en un dispositivo de control para un reactor nuclear en el cual el control de potencia del reactor está dispuesto para funcionar mediante regulación de los medios de control de flujo para variar el nivel de fuerza del reactor y de la masa de la corriente fluida refrigeradora, el ajuste o regulación de los medios de control de flujo está sujeto a la iniciación de un ajuste para enfriar la corriente fluida.

Así, conforme a uno de los aspectos del invento, un dispositivo de control para un reactor nuclear de la clase especificada puede comprender un mecanismo de fuerza en asociación con un generador de función, estando dispuesto dicho mecanismo de fuerza para controlar la masa del fluido corriente refrigerador, dependiendo de la potencia que se desee en el reactor, y estando dispuesto el generador de función para controlar el funcionamiento de los medios de control de flujo del reactor, dependiendo de un apropiado derivado

2 45899



funcional de una señal que representa la corriente-masa, para efectuar cualquier necesario ajuste del nivel de fuerza del reactor para que corresponda con la potencia deseada.

El generador de función puede estar adaptado para
45 controlar conforme a una relación lineal nivel de fuerza / corriente-masa. Alternativamente, la relación puede ser no lineal, en cuyo caso es posible que el control mantenga sustancialmente constante la temperatura del fluido refrigerador al salir del reactor.

50 La seguridad de un dispositivo de control conforme al invento, deriva en parte del hecho de que cuando se desea, por ejemplo, aumentar la potencia del reactor, se inicia primeramente una señal para el aumento de corriente de fluido refrigerador y a esto sigue el funcionamiento de un control
55 para producir todo aumento que pueda precisarse en el nivel de fuerza del reactor; se evitan, pues, los sobrecalentamientos cuando cambia el nivel de fuerza del reactor, y en tanto funciona correctamente el dispositivo de control, no es posible cambiar el nivel de fuerza efectiva del reactor sin ini-
60 ciar primero un cambio correspondiente en la corriente-masa del fluido refrigerador. En segundo lugar, en la eventualidad de una falta de toda o parte de la corriente de fluido refrigerador, la fuerza del reactor desciende correspondiendo a la misma. De preferencia, la seguridad de la instala-
65 ción se aumenta aún duplicando los medios de control para la regulación del nivel de fuerza del reactor. Todavía se aumenta más si se provee a los medios de control (el generador de función) de señales duplicadas que representen la corriente-masa de fluido refrigerador, derivadas de aparatos de medición



11 DIC

70 de corriente duplicados, y haciendo pasar las dos señales
de potencia a través de los medios de control duplicados pa-
ra la regulación del nivel de fuerza por un paso de coinci-
dencia, de modo que el nivel de fuerza efectiva del reactor
no pueda alterarse si existe una discrepancia entre las dos
75 señales de potencia.

Puede disponerse circuitos de realimentación de
ciclo cerrado, tanto para regular la corriente-masa de fluido
refrigerador como para regular los medios de control de flujo;
si se emplean en conjunción con generadores de función dupli-
80 cados y aparatos de medida de corriente, puede disponerse otro
paso de coincidencia en la instalación, para variar la corrien-
te-masa del fluido refrigerador. Puede ser deseable el mante-
ner una temperatura sustancialmente constante del fluido re-
frigerador al salir del reactor nuclear, por diversas razo-
85 nes, pero esto particularmente asegura que, cuando el reactor
forma parte de una estación de fuerza nuclear, se mantiene
una alta eficacia en la parte vapor de la estación, sobre una
amplia escala de niveles de fuerza del reactor.

90 Describiremos ahora una instalación de control con-
forme al presente invento, para controlar el rendimiento de
un reactor nuclear en un sistema generador de fuerza, por vía
de ejemplo, con referencia al esquema adjunto, que muestra
un diagrama de circuito básico simplificado de la instalación.

95 Está concebido para ser utilizado en el control de
un reactor nuclear, dispuesto para que fluya a su través un
gas refrigerante, tal como dióxido de carbono. Como quiera
que el presente invento no afecta a la construcción del
reactor, sino que se refiere exclusivamente a sus controles,



245899

100 no es necesario dar detalles del reactor en sí mismo, salvo
en aquello en que sea necesario para una mejor comprensión
del funcionamiento de la instalación de control.

105 Por otra parte, el modo exacto de adaptar los con-
troles directos individuales para gobernar un reactor depen-
derá de las características de éste; pero los expertos cono-
cerán perfectamente las modalidades de funcionamiento de es-
tos controles y no es preciso entrar aquí en detalle.

110 Refiriéndonos ahora al esquema, el control indica-
do de modo general en 1 comprende un dispositivo o mecanismo
de fuerza en forma de un potenciómetro 2, accionado mediante
un eje 3 desde un motor 4. El funcionamiento del motor 4 es-
tá controlado por el conmutador 5, dispuesto para ser accio-
nado ya sea manual o automáticamente según la potencia que
se desee dar al reactor (no representado). El motor 4 tiene
una velocidad máxima limitada, de modo que el grado máximo
115 de cambio del nivel de fuerza deseado que puede efectuarse
por minuto, por su mediación, está limitado al 5 % de la ple-
na potencia del reactor. Acoplados al potenciómetro 2 por
medio del eje 3 están los principales generadores de función,
duplicados, 6, para el control de nivel de fuerza del reac-
tor, y tres generadores de función auxiliares 7 para el con-
120 trol de interrupción (cierre) mediante amplificadores (que
no se han presentado).

125 En 8 se ha representado una parte del circuito del
fluido refrigerador externo al reactor. Este circuito del
fluido refrigerador comprende un cambiador de calor (no re-
presentado) y un circulador de fluido indicado diagramática-
mente en 9. El sistema conductor 10 para el circulador se

2 45899



controla mediante un detector y paso de discrepancia 11 ali-
mentados a través de dos controladores 12 dispuestos para
130 comparar las señales suministradas a través de los conducto-
res 13, desde el potenciómetro 2 del mecanismo de fuerza,
con las señales recibidas a través del conductor 14 del apa-
rato duplicado de medición de corriente de fluido 15. Las se-
ñales de potencia que representan la corriente-masa de flui-
135 do refrigerador son también suministradas a través de los
conductores 16, desde el aparato duplicado de medición de
corriente de fluido 15 hasta los generadores de función prin-
cipales 6.

Los generadores de función 6 están dispuestos de mo-
140 do que suministran señales de potencia producida, transmitidas a
través de conductores 17 a los controladores 18, donde son com-
paradas con las señales recibidas a través de los conductores
22 desde las cámaras de iones (no representadas) dispuestas pa-
ra medir el nivel de fuerza del reactor nuclear. Las señales
145 resultantes de los controladores 18 son suministradas a un
detector y paso de discrepancia 19 que controlan un sistema
de conducción 20 para barras (varillas) de control (no repre-
sentadas) de material absorbente de neutrones, dispuestas pa-
ra ser movidas variando el flujo de neutrones dentro del
150 reactor y, por ende, el nivel de fuerza efectiva al cual ope-
ra el reactor.

El funcionamiento de la instalación de control es
el siguiente. Cuando se desea alterar la potencia a la cual
opera el reactor, se acciona el conmutador 5, lo cual motiva
155 que el motor 4 lleve el eje 3 a un ángulo θ correspondiente
al cambio deseado del nivel de fuerza del reactor nuclear.

2 4 5 8 9 9



Una señal ($K\theta + A$), en la que K y A son constantes, es transmitida desde el potenciómetro 2 por los conductores 13 hasta los controladores 12, donde se la compara con se-
160 ñales que representan la corriente-masa del medio refrige-
rador; recibidas a través de conductores 14 desde el aparato de medición de corriente 15. Si las señales de error resultantes, ya sean positivas, ya negativas, caen fuera de determinada banda muerta, son suministradas al detector y
165 paso de discrepancia 11 que sólo permiten pasar una señal de error de control al sistema de gobierno del circulador 10 si no existe discrepancia entre las señales de error. La regulación del sistema de gobierno o conducción del circulador 10 dá lugar despues a que la velocidad del circulador 9
170 aumente o disminuya, hasta que la señal en los conductores 14 y 16, procedente de los aparatos de medición de corriente del fluido 15 sea igual en valor (dentro de un determinado nivel de banda muerta) a ($K\theta + A$).

Las señales de potencia de valor igual a ($K\theta + A$)
175 son así suministradas a través de los conductores 16 a los generadores de función 6. Si F representa la derivación funcional de las señales de fuerza generadas en 6, las señales de potencia producida, de los conductores 17, serán igual a $F(K\theta + A)$, y éstas son comparadas en los controladores 18
180 con las señales de los conductores 22 procedentes de las cámaras de iones. Si se corresponden, las señales de error resultantes generan una señal de error de control desde el detector y paso de discrepancia 19 al sistema de control 20, cambiando el nivel de fuerza efectiva del reactor nuclear hasta
185 que las señales transmitidas por los conductores 22 sean



245899

iguales en valor a $F (K\theta + A)$. El nivel de fuerza efectiva del reactor nuclear es así llevado a corresponder con el nivel de fuerza deseado.

Es evidente que, puesto que la corriente-masa del medio refrigerador está gobernada por una señal $K\theta + A$, mientras que el flujo del reactor o el nivel de fuerza del reactor depende de la señal $F (K\theta + A)$, la relación entre flujo y corriente en el reactor depende de la función F . Los generadores de función 6 están ideados de preferencia para producir una relación flujo/corriente tal que la temperatura del fluido refrigerante al abandonar el reactor nuclear se mantenga sustancialmente constante. La forma de esta función dependerá de las características del reactor. Por ejemplo, en el caso de una estación de fuerza nuclear, donde es posible variar la presión o presiones en la parte vapor de la estación de modo que se mantenga constante la temperatura del fluido refrigerador al entrar el mismo en el reactor nuclear, la función F puede ser una constante, de modo que el flujo sea proporcional a la corriente. No obstante, normalmente, se preferirá conservar constante la presión o presiones del vapor y tolerar una determinada variación en la temperatura a la entrada del reactor nuclear ; en este caso, F variará ligeramente respecto a θ . Un dispositivo manual 21 regula los generadores de función 6, y los generadores de función auxiliares 7, para permitir todo ajuste necesario en el funcionamiento de los amplificadores de interrupción más arriba citados.

La instalación de control descrita puede funcionar entre el 20% y el 100% de plena potencia del reactor. En esta escala, tanto la corriente-masa de fluido refrigerador como



245899

215 los medios de control de flujo se regulan mediante circuitos de realimentación de ciclo cerrado; estos corren respectivamente desde el aparato de medición de corriente 15, a lo largo de los conductores 14, los controladores 12 y el paso 11, al sistema de conducción 10, y desde las cámaras iónicas a
220 lo largo de los conductores 22, los controladores 18 y el paso 19 al sistema de control 20. La duplicación del aparato de medición de corriente 15 y de los generadores 6, junto con el uso del detector de discrepancia y del paso 19, asegura que si se produce una falta en el aparato de modo
225 que la señal transmitida a través de cualquiera de los conductores 17 es demasiado grande y podría ocasionar una elevación del nivel de fuerza del reactor, sin ningún incremento correspondiente en la corriente de fluido refrigerante, la discrepancia entre las señales resultantes procedentes
230 de los controladores 18 serían detectadas por el detector 19 y éste no permitiría que pasara ninguna señal al sistema de control 20.

----- N O T A -----

Se reivindica como nuevo y de propia invención.

1.- Perfeccionamientos en los dispositivos de control del reactor nuclear o relativos a los mismos, caracterizados porque el control de la potencia producida por el reactor se efectúa mediante el ajuste o regulación de los medios de control del flujo, para variar el nivel de fuerza del reactor y de la corriente-masa de fluido refrigerante,
235



245899

240 estando sometida la regulación de los medios del control de flujo a la iniciación de un ajuste o regulación relativo a la corriente de fluido refrigerador.

245 2.- Perfeccionamientos según lo reivindicado en el punto 1, caracterizados porque comprende un mecanismo de fuerza asociado con un generador de función, estando dispuesto el mecanismo de fuerza para controlar la corriente-masa de fluido refrigerador de modo que depende del rendimiento o potencia del reactor que se desee, y estando dispuesto el generador de función para controlar el funcionamiento de los 250 medios de control de flujo del reactor, dependiendo de un derivado funcional apropiado de una señal que representa la corriente-masa, para efectuar cualquier ajuste necesario del nivel de fuerza del reactor a fin de que corresponda con la potencia de producción o rendimiento que se desee.

255 3.- Perfeccionamientos según lo reivindicado en el punto 2, caracterizados porque dicho generador de función está adaptado para efectuar el control conforme a una relación tal que el nivel de fuerza sea lineal con respecto a la corriente-masa.

260 4.- Perfeccionamientos según se reivindica en el punto 2, caracterizados porque dicho generador de función está adaptado para efectuar el control de conformidad con una relación tal que el nivel de fuerza sea no lineal con respecto a la corriente-masa.

265 5.- Perfeccionamientos según se reivindica en el punto 4, caracterizados porque dicho generador de función está adaptado para controlar de acuerdo con una relación nivel de fuerza/corriente-masa tal, que la temperatura del



245899

270 fluido refrigerador al abandonar el reactor se mantenga sustancialmente constante.

6.- Perfeccionamientos según se reivindica en cualquiera de los puntos precedentes, caracterizados porque se han dispuesto medios de control duplicados para la regulación del nivel de fuerza del reactor.

275 7.- Perfeccionamientos según se reivindica en el punto 6, caracterizados porque el funcionamiento de cada uno de los medios duplicados de control está dispuesto para ser controlado por un medio separado que responde a la corriente-masa del fluido refrigerador.

280 8.- Perfeccionamientos según se reivindica en el punto 7, caracterizados porque dichos medios separados que responden a la corriente-masa del fluido refrigerador están dispuestos también para proporcionar un control duplicado de regulación de la corriente-masa.

285 9.- Perfeccionamientos según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores caracterizados porque la regulación de la corriente-masa de fluido refrigerador está sujeta a un control de circuito de realimentación de ciclo cerrado.

290 10.- Perfeccionamientos según se reivindica en cualquiera de los puntos anteriores, caracterizados porque la regulación del nivel de fuerza del reactor está sujeta a un control de circuito de realimentación de ciclo cerrado.

295 11.- PERFECCIONAMIENTOS EN LOS DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL REACTOR NUCLEAR O RELATIVOS A LOS MISMOS-

Tal como se describe y reivindica en la presente Memoria Descriptiva que consta de doce hojas escritas a



245899

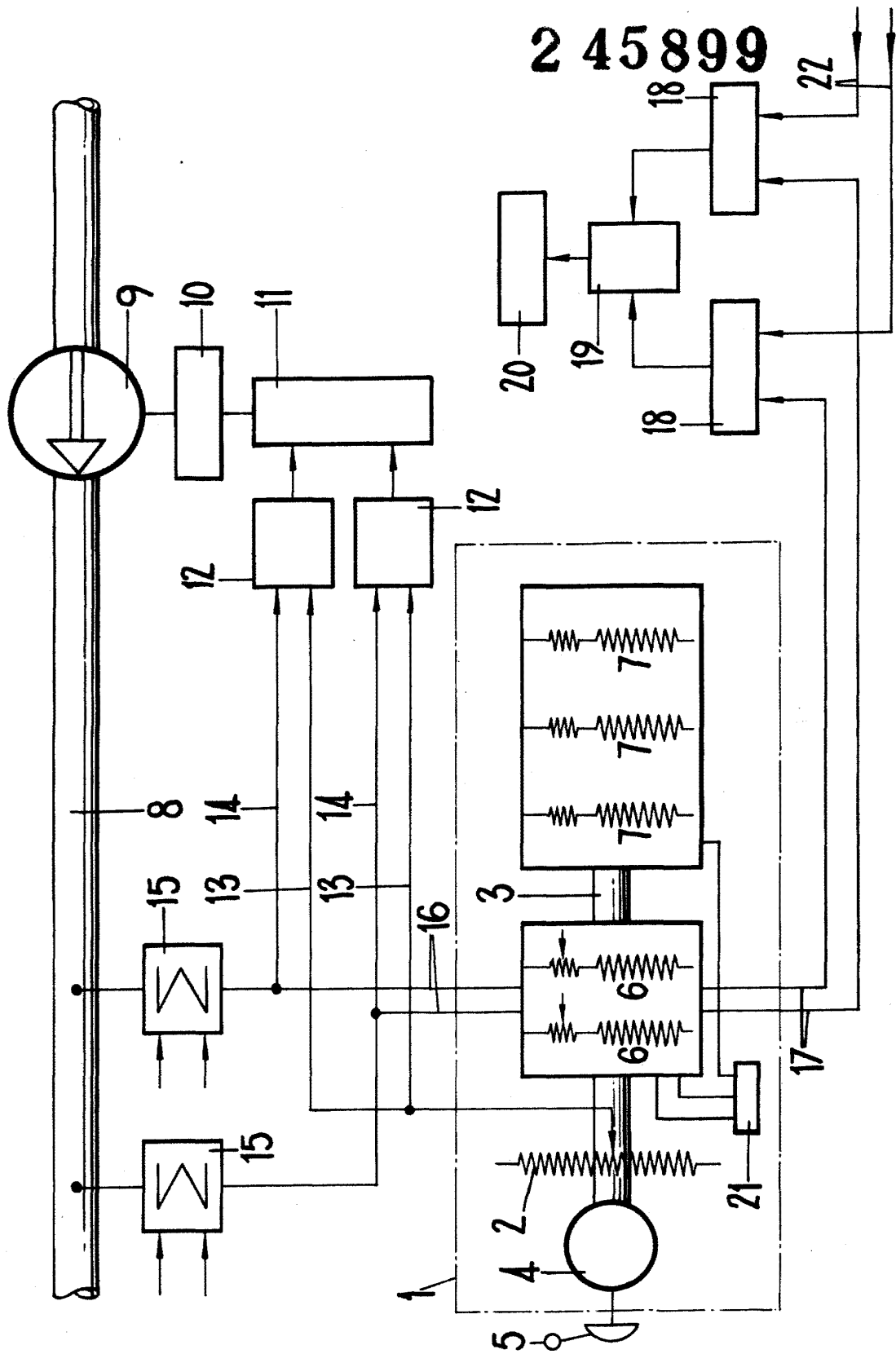
máquina por una sola cara y de una lámina de dibujos.

Madrid, 11 de Diciembre de 1958

Carlo Juvando



2 45 899



ESCALA VARIABLE

Madrid, 11 de Diciembre de 1958

[Handwritten signature]