

288014



MEMORIA DESCRIPTIVA.

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "SISTEMA DE CONTROL PARA UN
"SISTEMA DE PRODUCCION DE
"ENERGIA DE UN SOLO CICLO".

=====

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHENECTADY (New-York), 1, River Road

Nacionalidad : NORTEAMERICANA.

(P. 1.910, N-T).
(Docket 24D-113).

288014

14



La presente invención se refiere a un sistema de control para sistemas productores de energía accionados por fluido motor a presión y, más particularmente, a un sistema de control para obtener una rápida reacción a la carga en los sistemas

5.- monocíclicos productores de energía accionados por fluido.

Aun cuando la aplicación de la presente invención es susceptible de una gran variedad de modificaciones y de variantes, es particularmente adecuada para emplearse con reactores nucleares del tipo de moderador refrigerador hirviente, como

10.- por ejemplo reactores de agua hirviente, destinados a suministrarle energía a sistemas monocíclicos productores de energía de turbina.

En los reactores de moderador constituido por líquido hirviente, el moderador enfría el combustible del reactor y retarda o modera los neutrones rápidos o de fisión liberados por fenómenos de fisión en el combustible, para aumentar la probabilidad de la producción de fisiones sucesivas y mantener una reacción de fisión en cadena. Una parte del líquido moderador es convertida en vapor dentro del reactor, suministrándose generalmente el vapor a una turbina como fluido motor. Un reactor de moderador hirviente puede estar previsto de modo que la formación de burbujas de vapor de moderador disminuya la relación atómica entre el moderador y el combustible, disminuyendo así la cantidad de moderador en el corazón del reactor, y con

15.-

20.-

25.-

ello la reactividad. En otras palabras, el aumento de reactivi



288014

- dad tiende a aumentar la producción de calor, de modo que se forman más burbujas de vapor que, a su vez, tienden a disminuir la reactividad. Puede verse, por tanto, que un tal reactor es a prueba de fallos y es, por tanto, autorregulador. Sin embargo, si el reactor hirviente autorregulador está encerrado en un recipiente de presión y la presión aumenta considerablemente durante el funcionamiento sin que se tomen medidas compensadoras del nivel de energía del reactor, generalmente controlado por la posición de las barras de regulación del reactor, el reactor puede no ser autorregulador, ya que el aumento de presión tiende a inhibir la formación de vacíos de vapor de moderador. Por esta razón, es deseable mantener dentro del reactor la presión dentro de límites prescritos, para mantener un funcionamiento a prueba de fallos.
- 40.- Por consiguiente, están generalmente previstos medios de control de la presión para mantener una presión de reactor esencialmente constante para un determinado nivel de energía del reactor. En la práctica corriente, se cambia el nivel de energía de un reactor como reacción a cambios de carga del sistema de energía cambiando la posición de una o más de las barras de regulación del reactor. Sin embargo, el cambio de nivel de energía de un reactor y la producción de vapor resultante de un cambio en la posición de las barras de regulación es un cambio relativamente a largo plazo que se produce, generalmente, en un período de 20 a 30 segundos. Naturalmente, una tal demora en el cambio de producción de vapor es generalmente indeseable en la práctica, en la que se desean reacciones considerablemente más rápidas. Por consiguiente, es deseable prever en los sistemas de producción de energía de reactor hirviente medios para cambiar la producción de fluido motor de manera esencialmente ins

283014¹⁴



tantánea, para que el sistema pueda responder a rápidos cambios de carga durante el período de demora de 20 a 30 segundos, sin permitir cambios de presión del reactor que sean suficientes a anular su característica de autorregulación. La
60.- presente invención proporciona tales medios.

Por consiguiente, uno de los fines de la presente invención es la creación de un sistema perfeccionado de control para controlar un sistema monocíclico productor de energía.

Otro fin de la presente invención es la creación, en un
65.- sistema monocíclico productor de energía, de medios de control para variar rápidamente la producción de fluido motor del generador de fluido motor en respuesta a cambios de carga del sistema.

Otro objeto más de la presente invención es la creación
70.- de un sistema de control para mantener dentro de límites prescritos la presión en el generador de fluido motor.

Otro objeto de la presente invención es la creación de medios integrados que son sensibles y reaccionan a la presión del generador de fluido motor y a la velocidad de la turbina,
75.- para controlar la velocidad de producción de fluido motor en un sistema monocíclico de producción de energía.

Otro objeto es la creación de medios para variar automáticamente el nivel de energía en un reactor de moderador-refrigerante hirviente en respuesta a cambios de carga del sistema.

Otro objeto más es la creación de medios económicos para
80.- controlar un sistema monocíclico de producción de energía que comprende un reactor nuclear de moderador-refrigerante hirviente.

En la descripción siguiente, se hace referencia a vapor
85.- como ejemplo de fluido motor, quedando entendido que podrán em

288014 1



plearse en su sustitución otros flúidos gaseosos que se indican a continuación.

Según una forma de realización de la invención, está previsto un sistema de control para controlar un sistema monocíclico productor de energía accionado por flúido, en el cual

90.- vapor procedente de un generador, como por ejemplo un reactor de agua hirviendo, es suministrado de manera general a una turbina y descargado en un condensador, para ser devuelto al reactor en forma de agua condensada de alimentación. La invención

95.- prevé medios sensibles y que responden a la presión para percibir cambios en la presión del reactor y variar la velocidad de la corriente de vapor procedente del reactor, para compensar los cambios de presión con el fin de mantener en el reactor una presión básica constante deseada, que es una función de la

100.- carga o velocidad de la turbina. Por consiguiente, en condiciones de carga constante, el sistema de control de la presente invención mantiene en el reactor una presión constante. La invención prevé medios de regulación de la posición de las barras de regulación para variar automáticamente el nivel de energía

105.- del reactor de acuerdo con los cambios de carga de la turbina. Así, al producirse cambios de carga, se cambia la posición de una o varias barras de control para obtener, relativamente a largo plazo, un cambio de nivel de energía en el reactor, y la presión básica deseada de los medios sensibles y que reaccionan a la presión cambiada simultáneamente para provocar un

110.- instantáneo cambio en la producción de vapor del reactor. Estos instantáneos cambios en la corriente de vapor son obtenidos mediante cambios de presión sobre la masa de agua hirviendo (saturada a la presión y temperatura de base) en el sistema de

115.- reactor, cambios que favorecen o inhiben la evaporación del



288014

agua saturada.

Para impedir en el reactor excesivos cambios de presión que puedan afectar su característica de funcionamiento a prueba de fallos, están previstos medios para limitar estrictamente el cambio de la presión de base. La Invención prevé también medios de realización para volver a establecer los límites prescritos dentro de los cuales la presión de base puede ser regulada una vez que el sistema de control ha reaccionado a cambios de carga y, de acuerdo con una variante de realización de la invención, para volver a regular la presión de base. Los medios de realimentación, previstos como función de la posición de la válvula de admisión de la turbina, comprenden un elemento retardador para demorar la operación de nueva regulación hasta después de concluir en el reactor el cambio, de nivel de energía, que se verifica relativamente a largo plazo. El sistema de control prevé también un medio que reacciona a una velocidad excesiva para anular los medios sensibles que reaccionan a la presión, en caso de un considerable aumento de velocidad de la turbina. Dichos medios de anulación cierran la válvula de admisión en la turbina para detener el paso del vapor a la turbina y, al propio tiempo, abren una válvula de desviación para dirigir el vapor al condensador del sistema, manteniendo así en el condensador una presión esencialmente constante.

La materia que se considera como invención es expuesta en detalle y reivindicada claramente al final de la presente Memoria. Sin embargo, la invención, tanto en lo que se refiere a su organización como a su método de aplicación, y otros objetos y ventajas de la misma, pueden ser comprendidos mejor por la descripción siguiente y los adjuntos dibujos, en los cuales :

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de paso y de conjunto



288014

de la presente invención, aplicada a un sistema de un solo ciclo directo de producción de energía que comprende un reactor hirviente;

150.- La Fig. 2 es una vista esquemática más detallada de una forma de realización del sistema de control de la presente invención;

La Fig. 3 es una vista esquemática que muestra una modificación de los medios de realimentación del sistema de control representado en la Fig. 2, y

155.- la Fig. 4 es una vista esquemática que muestra una modificación del sistema de control para limitar la velocidad de cambio de presión del sistema de respuesta a cambios de la velocidad de la turbina.

160.- Refiriéndonos primero a la Fig. 1, se ve en ésta un diagrama esquemático combinado de paso y de organización de conjunto de la presente invención aplicada a un reactor de agua hirviendo 10 único, o de ciclo directo, que suministra vapor a la turbina 12 por la tubería 14 provista de la válvula de admisión 16. La turbina 12 acciona un generador 18 y está provista del condensador 20. La tubería de desviación 22 está provista de la válvula de desviación 24, mediante la cual el vapor puede evitar la turbina 12 y pasar directamente al condensador 20. El producto de condensación es devuelto en forma de agua de alimentación al reactor 10, desde el condensador 20, por la tubería 26 y la bomba 28.

170.- El reactor 10 está provisto de un corazón nuclear 30 capaz, con agua como refrigerante moderador, de mantener una reacción de fisión nuclear en cadena y de producir importantes cantidades de calor para evaporar una parte del agua. Los elementos de control 32 de material reductor de reactividad entran en el co-

175.-

288014



razón 30 y son regulados en su posición mediante unidades 34 de accionamiento de los elementos de control, accionadas a distancia, mediante las cuales puede variarse el nivel de energía de funcionamiento del corazón 30.

180.- En el sistema de control de la presente invención, la turbina 12 está provista de un órgano 40 sensible o regulador de velocidad. El reactor 10 está provisto del regulador de presión 42, acoplado de modo que percibe y reacciona a la presión de los flúidos que existen dentro del reactor 10. A su vez, el re-

185.- regulador 42 está provisto de medios 44 para variar la regulación o punto de control del regulador de presión. El regulador de presión 42 comunica con la válvula de admisión 16 y con la válvula de desviación 24 para hacer sensibles estas válvulas a las presiones percibidas en el reactor 10. El órgano sensible a la

190.- velocidad y regulador 40 comunica con la unidad 34 de accionamiento de los elementos de regulación, para que regule la posición de los elementos de regulación 32, con el medio 44 para regular el punto de graduación del regulador de presión y con la válvula de admisión 16 para cerrarla en caso de percepción de

195.- una velocidad excesiva de la turbina.

El control de la presión del reactor es realizado por el regulador de presión 42 que actúa sobre las válvulas 16 y 24 de control de la turbina. El control de la carga del reactor o nivel de energía es realizado accionando los elementos de regula-

200.- ción 32 por el medio 34 en respuesta a la señal del órgano 40 sensible y regulador de la velocidad de la turbina. El órgano 40 sensible a la velocidad de la turbina puede cerrar la válvula de admisión 16, de hacer falta, para controlar el exceso de velocidad de la turbina. En este caso, la válvula de desviación

205.- 24 es abierta. El regulador de presión 42 regula las válvulas de

288014 1



control de la turbina para adaptarlas a la producción de energía del reactor. Además, el regulador de turbina 40, a través de su conexión con el medio 44, puede imponerles a las válvulas de control una reacción parcial a la carga. Se obtiene así una

210.- rápida reacción a la carga dejando dentro de límites fijos que el regulador 40 de turbina varíe el punto de regulación del regulador de presión 42. Esto permite que se produzcan rápidos cambios de la producción de vapor del reactor en respuesta a rápidos cambios de demanda de carga de la turbina 12, percibidos

215.- por el órgano 40 sensible a la velocidad, variando la presión del reactor dentro de límites fijos, por lo cual la evaporación del refrigerante saturado en el reactor es intensificada o inhibida rápidamente durante las fases iniciales del período relativamente largo durante el cual el movimiento de los elementos de

220.- control es afectado para llevar el nivel de energía del reactor a un valor que corresponda a la demanda de carga y para devolver a su valor normal la presión de funcionamiento del reactor.

Una demanda de aumento de carga de la turbina 18 provoca en el sistema la secuencia siguiente de hechos. La velocidad de la

225.- turbina 12 disminuye, y ello es percibido por el órgano sensible 40. Los medios 34 de accionamiento de las barras de regulación son accionados inmediatamente para que empiece un aumento de nivel de energía para satisfacer la demanda, efecto que requiere un tiempo relativamente largo, de unos 20 a 30 segundos. Simultáneamente,

230.- el medio 44 es accionado en respuesta a la disminución de velocidad para que baje el punto de graduación del regulador de presión. Entonces, el regulador de presión 42 trata de establecer en el reactor 10 una presión de funcionamiento más baja que la que había en el momento del cambio de demanda de carga.

235.- Esto hace que la válvula de admisión 16 se abra más, suministran

288014



- do mayores cantidades de vapor a la turbina 12, para satisfacer la demanda de carga. Estas mayores cantidades de vapor son suministradas, durante los posos primeros segundos siguientes al cambio de carga, desde energía almacenada en el refrigerante saturado del reactor 10, es decir, por evaporación rápida de agua saturada o hirviendo durante la disminución de la presión de funcionamiento. Este cambio permisible de punto de regulación en el medio 44 está limitado a un campo que no afecta la característica de autorregulación del reactor. Sin embargo, el
- 240.- órgano 40 sensible a la velocidad no está limitado así y se encuentra libre de volver a poner en su posición los elementos 32 de control del reactor con medios 44, para proporcionar el entero aumento de carga de la demanda. Durante el período en el cual el nivel de energía del reactor aumenta para satisfacer la demanda de carga y para cambiar la velocidad de la turbina, el medio
- 245.- 44 es devuelto simultáneamente a su posición de punto previo de regulación, por lo cual el sistema vuelve a la presión de funcionamiento normal y a la velocidad de turbina con un nivel de energía del reactor y un paso de vapor aumentados.
- 250.- Una sucesión similar de hechos, pero inversa, se produce al disminuir la carga. En este caso de radicales disminuciones de carga, como por ejemplo en el caso de un brusco aumento de velocidad de la turbina, el órgano sensible a la velocidad y regulador 40 accionan directamente las válvulas de turbina 16 y 24,
- 255.- por lo cual es desviado hacia el condensador vapor y el regulador de presión 42 sigue manteniendo la presión del reactor volviendo a poner en su posición la válvula de desviación 24.
- 260.- Refiriéndonos ahora a la Fig. 2, se muestra una ilustración más detallada de una forma de realización de la presente invención en un sistema de producción de energía de un solo ciclo di-
- 265.-

288014⁴



recto como el de la Fig. 1, y que comprende la fuente 10 de vapor de reactor hirviente, la turbina 12, la tubería de vapor 14, la válvula de admisión 16, la carga de generador 18, el condensador 20, la tubería 22 de desviación de vapor con la válvula 24, y la tubería 26 de retorno del producto de condensación. Para simplificar la descripción de la invención, los detalles del reactor 10, como las barras de regulación, los dispositivos de accionamiento de las barras de regulación, las bombas de circulación y similares no han sido ilustrados. Asimismo, no se han ilustrado los detalles y accesorios de la turbina 12. La estructura y el funcionamiento de tales elementos standard son perfectamente conocidos de los expertos en la materia.

Se describirá ahora detalladamente un sistema de control que incluye una forma de realización de la invención. Las funciones de control de los sistemas desempeñadas, en la forma de realización representada, por medio de conexiones mecánicas para acoplar en su funcionamiento los distintos elementos del sistema de control. Es evidente que un sistema de control que utilice la presente invención puede comprender muchos tipos de acoplamientos distintos de los acoplamientos mecánicos ilustrados. Por ejemplo, pueden utilizarse medios de acoplamiento electromagnéticos o medios mecánicos y electromagnéticos combinados, sin por ello apartarse del espíritu de la invención. Lo mismo dígase de medios neumáticos e hidráulicos.

En la Fig. 2, se representa un dispositivo de accionamiento 50, sensible a la presión, que comprende un fuelle expansible 52 y un muelle 54. El interior del fuelle expansible 52 comunica con la tubería 14 de suministro de vapor por la tubería 56. Como la presión que reina en la tubería 14 de suministro de vapor es esencialmente idéntica a la presión que reina en el

288014



reactor 10 de agua hirviente, el interior del fuelle expansi-
ble 52 está sometido en realidad a la presión del reactor. En
variante, y de manera deseable en el caso de importantes cafi-
das de presión en la tubería 14, el fuelle 52 puede comunicar
300.- directamente con el recipiente 10 del reactor, como se indica
esquemáticamente en la Fig. 1. El muelle 54 se opone a la ex-
pansión del fuelle expansible 52 y empuja el fuelle en el sen-
tido de una contracción. La fuerza particular ejercida por el
muelle 54 depende de la posición de un brazo 58. El brazo 58,
305.- unido a un punto fijo de giro 60 por uno de sus extremos en la
forma de realización representada, puede ser movido en respues-
ta a cambios de la carga de la turbina, indicados por cambios
de la velocidad de la turbina. Aun cuando la conexión particu-
lar de mando para provocar el movimiento del brazo 58 será des-
310.- crita detalladamente más adelante, debería notarse aquí que,
para una carga y velocidad particulares y constantes de la tur-
bina, el brazo 58 está dispuesto en una correspondiente posi-
ción fija. Puede verse así que, en condiciones de carga constan-
te, un aumento de la presión del reactor 10 hará que el fuelle
315.- expansible 52 se dilate venciendo la fuerza del muelle 54. Así-
mismo, una disminución de la presión del reactor permitirá que
el muelle 54 mueva el fuelle expansible 52 en el sentido de una
contracción.

Una biela 62 está acoplada con el fuelle expansible de for-
320.- ma que se mueve con el mismo. La biela 62 está unida mediante
una adecuada transmisión, que comprende las bielas 64 y 66, a una
biela 68. La conexión que una las bielas 62 y 64 es tal que un
movimiento hacia arriba de la biela 62 (al aumentar la presión
del reactor), como se ve en la Fig. 2, provoca un correspondien-
325.- te movimiento hacia arriba de la biela 68. Asimismo, un movi-

288014



miento hacia abajo de la biela 62 (al producirse una disminución de presión) provoca un movimiento hacia abajo de la biela 68. La biela 68 está unida en un punto de giro 70 aproximadamente al centro de una barra 72 de distribución de paso. Una
330.- biela 74, articulada a un extremo 76 de la barra 72 distribuidora de paso, está acoplada en su funcionamiento a la válvula de desviación 24 de modo que un movimiento hacia arriba de la biela 74 hace que se abra la válvula de desviación y un movimiento hacia abajo de la biela 72 hace que se cierre la válvula
335.- de desviación. Una biela 78, articulada sobre el otro extremo 80 de la barra 72 distribuidora de paso, está acoplada en su funcionamiento a la válvula 16 de admisión de la turbina de modo que un movimiento hacia arriba de la biela 78 hace que se abra la válvula de admisión, y un movimiento hacia abajo de
340.- la biela 78 hace que se cierre la válvula de admisión. Un muelle de presión 82 está unido a la barra 72 de distribución de paso en un punto 84 adyacente al extremo 76 de la barra de distribución de paso, siendo tal la fuerza del medio 82 de presión que hace que la biela 74 se mueva hacia abajo para cerrar
345.- la válvula de desviación 24.

Por consiguiente, resulta evidente que, en condiciones de carga constante, un aumento de la presión del reactor provoca un movimiento hacia arriba de las bielas 62 y 68, como se ve en la Fig. 2. El movimiento hacia arriba de la biela 68 es transmitido a la barra 62 de distribución de paso a través de la articulación 70. La barra 72 de distribución de paso gira en sentido antihorario sobre el punto 84, donde el medio de presión 82 está unido a la barra 72 de distribución de paso. La biela 78 se mueve hacia arriba abriendo la válvula 16 de admisión de
350.- la turbina. La apertura de la válvula de admisión 16 permite que
355.-

238014



- se dirija más vapor a la turbina y, por consiguiente, se traduce en una menor presión del reactor que corrige el aumento inicial de presión. Análogamente, e inversamente, una disminución de la presión del reactor en condiciones de carga constantes
- 360.- se traduce en una rotación en sentido horario de la barra 72 de distribución de paso sobre el punto 84. La rotación en sentido horario hace que la biela 78 se mueva hacia abajo, cerrando la válvula 16 de admisión de la turbina. El cierre de la válvula 16 de admisión de la turbina se traduce en un menor paso
- 365.- de vapor y, por consiguiente, en una mayor presión de reactor que corrige la disminución de presión inicial. Así, se verá que, en condiciones de carga constante, el dispositivo de accionamiento sensible a la presión responde a los cambios de presión del reactor moviendo la válvula 16 de admisión de la turbina de una
- 370.- manera que devolverá la presión del reactor al valor existente antes del cambio, siendo determinada la presión preexistente o de base por la fuerza de presión del muelle 54.

- En la práctica, se producen con frecuencia cambios de carga en un sistema productor de energía. Al producirse aumentos de
- 375.- carga, es deseable aumentar la energía suministrada a la turbina lo más rápidamente posible, para conseguir tales cambios de carga. Por consiguiente, están previstos medios, por la presente invención, para variar rápidamente la entrada de energía en la turbina en respuesta a cambios de carga de la turbina. Un medio
- 380.- 90 sensible a la velocidad está representado unido a una biela 92. El medio 90 sensible a la velocidad hace que la biela 92 se mueva hacia arriba en respuesta a aumentos de carga reflejados por una disminución de la velocidad, y hacia abajo en respuesta a disminuciones de la carga. La biela 92 está unida a
- 385.- una barra 94 mediante una articulación 96 en un extremo de la



288014

390.- barra 94. El otro extremo de la barra 94 está unido a un punto fijo de la articulación 98. La barra 94 gira en sentido antihorario sobre el punto 98 al producirse aumentos de carga, y en sentido horario al disminuir la carga. Adyacente al extremo móvil de la barra 94, una biela 100 está articulada sobre la barra 94 en el punto de articulación 102. La biela 100 está unida en su extremo inferior 104 (Fig. 2) a un brazo 106 de control de exceso de velocidad, montado por uno de sus extremos en un punto de articulación fijo 108. El funcionamiento del brazo de control de exceso de velocidad será explicado detalladamente más adelante en la presente memoria.

400.- La biela 100 está también unida al medio de control o servomecanismo 110 para variar la posición de los elementos reductores de reactividad de mando del reactor de agua hirviente, variando así el nivel de energía del reactor, como se ha dicho anteriormente al describir la Fig. 1. Como se muestra, la biela 100 puede estar unida al medio de accionamiento de las barras de mando a través de un dispositivo de cremallera y piñón 112 y 114. Al aumentar la carga de la turbina y al disminuir la velocidad, la biela 100 es movida hacia arriba por la barra 94. Este movimiento ascendente es transmitido a través del servomecanismo 110 para accionar el medio 34 de accionamiento de los elementos de control y devolver a su posición los elementos 32 de regulación del reactor con el fin de obtener una mayor reactividad en el corazón del reactor 30 y, por tanto, un nivel de energía y producción de vapor mayores. Análoga e inversamente, un movimiento hacia abajo de la biela 100, al producirse aumentos de velocidad correspondientes a disminuciones de carga de la turbina, provoca la introducción de los elementos de control en el reactor para obtener una reducida reactividad del reactor y

415.-

288014



un nivel de energía y producción de vapor reducidos en correspondencia.

420.- Alternativamente, el servomecanismo 110 para variar la posición de los elementos de control puede ser accionado por variaciones de la frecuencia de un voltaje de corriente alterna producido por el generador. Asimismo, la posición de los elementos de control puede ser obtenida por medios adecuados accionados por un operador presente para observar la carga del sistema de energía.

425.- La variación del nivel de energía y de la producción de vapor del reactor, a consecuencia del cambio de posición de los elementos de control al producirse un cambio de carga, es un efecto a plazo relativamente largo que se verifica en un considerable intervalo de tiempo, como por ejemplo de 20 a 30 segundos. Es deseable obtener cambios instantáneos de la energía suministrada a la turbina 12 por el reactor 10 en caso de tales cambios de carga. Para ello, una biela 116 puede estar articulada por uno de sus extremos sobre la barra 94, en un punto 118 cerca del punto fijo de articulación 98. Un muelle 120 está unido al otro extremo 122 de la biela 116 y al extremo móvil 124 del brazo 58. Otro muelle 126 está unido al extremo móvil 124 del brazo 58 y a un punto fijo de base 128.

435.- Un aumento de la carga de la turbina 12 hace que la biela 116 se mueva hacia arriba, siendo transmitido el movimiento de la biela 116, a través de los muelles 120 y 127, y haciendo girar la barra 58 en sentido antihorario sobre su punto fijo de articulación 60. Este movimiento reduce la fuerza de compresión aplicada sobre el fuelle expansible 52 por el muelle de compresión 54. Por consiguiente, el fuelle expansible se dilata y mueve hacia arriba las bielas 62 y 68. Como se ha dicho antes, el

440.-

445.-

288014



movimiento hacia arriba de la biela 30 se traduce en la apertura de la válvula de admisión 16, que permite la entrada de más vapor en la turbina 12. Este aumento de caudal hace que la presión en el reactor 10 sea reducida a consecuencia del mismo.

450.- La presión reducida permite que más agua se transforme buscamen-
te en vapor en el reactor, proporcionando así un instantáneo
aumento de energía a la turbina 12 mediante el empleo de la
energía acumulada en el agua saturada en el reactor 10. Análogo-
mente, una disminución de carga de la turbina 12 hace que la

455.- biela 116 se mueva hacia abajo, aumentando la fuerza de compre-
sión del muelle de compresión 54 sobre el fuelle expansible 52.
El fuelle se mueve en el sentido de una contracción y mueve ha-
cia abajo las bielas 62 y 68. El movimiento hacia abajo de la
biela 68 se traduce en un movimiento de cierre de la válvula

460.- 16 de admisión a la turbina. La presión del reactor aumenta en-
tonces y disminuye el caudal de vapor hacia la turbina 12.

Se verá así que un cambio de carga de la turbina 12 es transmitido a través del medio 90 sensible a la velocidad para controlar tanto la posición de los elementos de control dentro

465.- del reactor 10 como la magnitud de la presión de vapor dentro
del reactor 10. Al cambiar la posición de las barras de control,
se produce un cambio a largo plazo en la reactividad y en el ni-
vel de energía del reactor 10, hasta alcanzar nuevos valores de
equilibrio. Sin embargo, se obtiene una instantánea reacción de

470.- energía variando rápidamente la presión del reactor para cam-
biar la velocidad del caudal de vapor procedente del reactor,
para que responda inmediatamente el nuevo valor.

El cambio de presión dentro del reactor puede no superar límites previamente determinados sin riesgo de inhibición de la

475.- característica de autorregulación del reactor 10 de agua hir-



288014

14

viente. Esto es así porque un cambio de un determinado porcentaje de la presión equivale a cierto cambio de porcentaje en el volumen de vacío de vapor en el corazón del reactor, que, a su vez, está directamente relacionado con un cambio fijo en la proporción moderador: combustible, siendo equivalente esta última, a su vez, a un particular cambio de la reactividad en exceso que afecta el nivel de energía. El grado de la variación de presión que es indeseable depende de la física del corazón del reactor, de la presión de funcionamiento y de la naturaleza del moderador refrigerante, pudiéndose calcular fácilmente a base de la característica física del reactor particular. Por ejemplo, en un reactor de agua ligera hirviente, el cambio de nivel de energía resultante de un cambio de la presión puede ser determinado aplicando las conocidas características de PVT (presión, volumen, temperatura) del vapor a la conocida reactividad contra las características de la relación moderador : combustible de dicho reactor. (Dicha relación es una función del grado de los vacíos de vapor presentes que, a su vez, es una función de la presión). Tales características de un determinado reactor de agua hirviente están indicadas en la obra de S. Untermyer "Boiling Reactors - Direct Steam Generation for Power", Nucleonics, Tomo 12, nº. 7, Julio de 1954, páginas 43-47, y particularmente en la Fig. 4. Para reactores hirvientes de autorregulación, la limitación más importante con respecto al cambio de presión implica la limitación del grado de los aumentos de presión rápidos en respuesta a disminuciones de la carga. Tales disminuciones de la carga originan un aumento de la velocidad de la turbina que, como se discutirá más adelante, inicia la reducción del nivel de energía y de reactividad mediante una nueva posición de los elementos de control.

288014



Por consiguiente, la invención prevé medios para limitar la variación de presión que puede producirse en el reactor. En la forma de realización representada en la Fig. 2, una barra 130 se encuentra montada en un punto fijo intermedio de articulación 132. Un extremo de la barra 130 está unido a una biela 134 en una unión articulada 136. Por razones que se explicarán más adelante, la barra 130 puede ser considerada como una barra rígida no articulada en el mismo instante en el cual le son impuestos a la turbina 12 cambios de carga. El otro extremo de la barra 130 forma una abrazadera 138 provista de tornillos de ajuste 140 y 142 para delimitar un espacio limitado dentro del cual puede moverse la barra 58.

Al producirse un aumento de carga y antes de que la válvula de tiempo se abra ulteriormente, la barra 58 puede moverse hacia arriba solamente hasta que toca el tornillo de ajuste. Todo movimiento adicional de la biela 116 no es transmitido a la barra 58, sino que es absorbido por los muelles 120 y 126. Asimismo, todo movimiento excesivo de la biela 116, al producirse una disminución de carga, es absorbido por los muelles 120 y 126 una vez que la barra 58 se ha puesto en contacto con el tornillo de ajuste 142. En efecto, la barra 130 y el dispositivo de abrazadera combinado con el mismo regulan el cambio admisible de la fuerza de compresión del medio de muelle 54 de compresión. Por consiguiente, se ve que un cambio relativamente grande de la carga de la turbina 12 es transmitido a través de la biela 100 para volver a poner en posición los elementos de control y obtener un nuevo nivel de producción de energía. Debido a lo indeseable que es todo cambio instantáneo y excesivo de la presión en el reactor 10, sin embargo, el entero cambio de carga no es transmitido a través de la biela 116 a la barra 58, si

28801



no tan solo una cantidad del mismo que no se traducirá en variación alguna indeseable de presión.

- Como se indicaba anteriormente, la biela 130 está unida a la biela 134 en el punto de articulación 136. El otro extremo de la biela 134 está articulado sobre una biela 144 en el punto de articulación 146. La biela 144 está articulada aproximadamente en su centro sobre una articulación fija 148. El otro extremo de la biela 144 está articulado en el punto de articulación 150 a la biela 78 que manda la válvula 16 de admisión a la turbina.
- 540.- La biela 144 es hecha girar sobre la articulación fija 148 en respuesta a un cambio de la posición de la válvula de admisión a la turbina, y el cambio es transmitido a la biela 134. El cambio de posición de la válvula de admisión es transmitido a través de un mecanismo 152 de retardo de tiempo regulable de la biela 134 para mover la barra 130 en respuesta a un cambio de la posición de la válvula de admisión a la turbina. El resultado del movimiento de la biela 130 es el de cambiar la posición de la abrazadera 138 con respecto al brazo 58 de modo que, al producirse cambios adicionales en la carga de la turbina, el brazo 58 puede volver a ser movido para cambiar la presión del reactor 10. Para ello, es necesario que el mecanismo de retardo de tiempo 152 demore el movimiento de la abrazadera 138 un tiempo suficiente para permitir que los elementos de control adopten otra posición para producir un nuevo nivel de energía dentro del reactor 10. Si el cambio de posición de la abrazadera 138 fuera realizado rápidamente, el sistema sería regulado nuevamente en forma prematura, de modo que la abrazadera 138 no ejercería en efecto de mando alguno sobre el cambio de presión del reactor.
- 545.-
- 550.-
- 555.-
- 560.-
- 565.- Ocasionalmente, puede producirse una repentina supresión

288014



de la carga de la turbina, como la que pudiera producirse por una eliminación del generador accionado por la turbina 12 consecuencia de un fallo en el sistema de distribución de energía.

A consecuencia de la repentina supresión de la carga, la turbi-

570.- na 12 tendería a acelerarse rápidamente alcanzando pronto una velocidad excesiva. Para impedir que se produzcan un tal estado de excesiva velocidad de la turbina, pueden estar previstos medios de control de velocidad excesiva, que actúen por encima de los medios sensibles y que responden a la presión, y que corten

575.- total o parcialmente el caudal de vapor hacia la turbina 12 cerrando la válvula de admisión 16. Como se dijo antes la presión en el reactor 10 aumentará a medida que la válvula de admisión se cierra. Un excesivo aumento de la presión del reactor puede reducir la característica de autorregulación del sistema. Por

580.- consiguiente, es deseable abrir la válvula de desviación 24 a medida que la válvula de admisión 16 se cierra, para desviar vapor, por la tubería de desviación 22, hacia el condensador 20, manteniendo así la presión del reactor 10 dentro de los límites predeterminados en los cuales no resultará afectado el fun

585.- cionamiento a prueba de fallos.

Para impedir una excesiva velocidad de la turbina 12, como la que pudiera resultar de una supresión completa de la carga, la biela 100 está unida por uno de sus extremos 104 al brazo 106 de control de velocidad excesiva, que, a su vez, está

590.- unido por uno de sus extremos al punto fijo de articulación 108. El otro extremo 154 del brazo 106 está dispuesto en relación superpuesta, pero normalmente espaciada, con respecto a la barra 72 de distribución de caudal, con el extremo 154 dispuesto adyacente al extremo 80 de la barra 72. Se verá que, a

595.- medida que la biela 100 baja al producirse disminuciones de



288014

- 600.- carga reflejadas por aumentos de la velocidad de la turbina, el brazo 106 gira en sentido antihorario sobre su punto de articulación 108. Análogamente, el brazo 106 gira en sentido horario al producirse aumentos de carga de la turbina. Con aumentos de velocidad normales, originados por disminuciones relativamente pequeñas de carga causadas por pérdidas de carga, el extremo 154 se moverá hacia el extremo 80, pero no establecerá contacto alguno con el mismo debido a la considerable distancia existente entre los dos extremos y a la reducción de carga relativamente baja y al movimiento de la biela 100. Se apreciará, por tanto, que el brazo 106 de control de velocidad excesiva no ejerce influencia alguna sobre el sistema de mando de la presente invención, en la velocidad de funcionamiento de la turbina, se producen sólo tales cambios normales.
- 610.- Sin embargo, la biela 100 se moverá hacia abajo (como se ve en la Fig. 2) en un recorrido considerablemente mayor cuando el medio 90 sensible a la velocidad registra excesivos aumentos de velocidad, como en el caso de una pérdida completa de carga. El brazo 106 de control de velocidad excesiva, en tal caso, es
- 615.- hecho girar en una medida correspondientemente aumentada en sentido antihorario, de modo que el extremo 154 del brazo 106 se pondrá en contacto con el extremo 80 de la barra 172 de distribución de caudal y la hará girar en sentido horario sobre el punto de articulación 70. La rotación en sentido horario de la
- 620.- barra de distribución de caudal hace bajar la biela 78, moviendo así la válvula de admisión 16 en sentido horario y cerrando el paso de vapor hacia la turbina 12. A consecuencia de ello, el aumento de velocidad de la turbina se detendrá sobre un valor inferior a un valor máximo admisible.
- 625.- Como se ha indicado anteriormente, el movimiento de la



288014

válvula de admisión 16 en su sentido de cierre se traduce normalmente en un aumento de presión del reactor 10. Como se ha hecho notar ya, unos excesivos aumentos de presión en el reactor pueden ser suficientes para inhibir la característica deseada de autorregulación del reactor. Por consiguiente, se notará que el movimiento en sentido horario de la barra 72 de distribución de caudal hace también mover hacia arriba la biela 74, abriendo la válvula de desviación 24 y dejando pasar vapor por la tubería de desviación 22 hacia el condensador 20 asociado con la turbina 12. La apertura de la válvula de desviación detiene los aumentos de presión dentro del reactor 10, que se producirían de otro modo, y mantiene la presión del reactor dentro de límites admisibles.

Refiriéndonos ahora a la Fig. 3, se ve en ésta una variante de la conexión del brazo 58. Como se vé, el extremo izquierdo (mirando la Fig. 3) del brazo 58 está articulado sobre la biela 134 en el punto 160, en lugar de estar articulado sobre un punto fijo como el representado en la Fig. 1. Esta conexión permite volver a regular el brazo 58 sobre la presión-base original, de modo que la presión del reactor volverá eventualmente al valor original que existía antes del cambio de carga. La demora de la nueva regulación de la presión-base sobre el valor original dependerá del mecanismo de retardo 152 dispuesto en la biela 134, descrito por completo, anteriormente, con referencia a la Fig. 2.

Con respecto a la Fig. 4, una nueva modificación que resultará deseable es la disposición de un limitador de velocidad 162 dentro de la estructura de la barra 94 representada en la parte superior de la Fig. 2 anteriormente descrita. Se recordará que, como se muestra en la Fig. 2, la barra 58 era movida

288014¹⁴



- en la distancia máxima admitida por los tornillos de ajuste 140 y 142 siempre que la barra 94 se movía en una medida suficiente para provocar el movimiento máximo permitido de la barra 58. Usando el limitador de velocidad 162 de la Fig. 4,
- 660.- la barra 94, al actuar a través de la biela 116 y de los muelles 120 y 126, como se muestra en la Fig. 2, moverá la barra 58 instantáneamente en una medida determinada, y luego la moverá ulteriormente a una velocidad regulada por el limitador de velocidad de 162 antes de alcanzar cualquiera de los tornillos de tope 140 y 142. Esto crea una más suave característica de cambio de carga debida a un uso más progresivo de la energía acumulada dentro del agua saturada contenida en el reactor 10, mediante la obtención de un ajuste más lento del punto-base de presión.
- 665.-
- 670.- Los servoelementos indicados en las Figs. 2 y 4 son usados de manera clásica en los sistemas de control de energía u otros sistemas instrumentales para retransmitir o transducir impulsos de señales, o ambas cosas a la vez, constituyendo artículos de comercio bien conocidos.
- 675.- Por tanto, se verá que la invención crea medios sensibles y que reaccionan a la presión para percibir cambios de la presión del reactor y variar la velocidad de paso del vapor procedente del reactor para compensar los cambios de presión y mantener una presión-base constante deseada en el reactor, siendo la presión-base constante una función de la carga o de la velocidad de la turbina. Un medio que reacciona a la velocidad está también previsto por la invención para variar el nivel de energía en el reactor, de acuerdo con la velocidad de la turbina. La invención prevé también medios limitadores para limitar el cambio de la presión-base dentro de límites estrictamente
- 680.-
- 685.-

288014



prescritos, estando previsto un medio de realimentación, re-
tardado en el tiempo, para volver a regular los límites den-
tro de los cuales puede cambiarse la presión-base. El sistema
de control prevé también medios de control de velocidad exce-
690.- siva para anular los medios que son sensibles y reaccionan a
la presión y para cortar el paso de vapor hacia la turbina
cuando se comprueba una velocidad excesiva.

Resultará evidente que el sistema de control de la presen-
te invención es adecuado para ser usado con fuentes producto-
695.- ras de energía distintas de la fuente de energía constituida
por el reactor nuclear de agua hirviente ilustrado. Por ejem-
plo, el sistema de control de la presente invención es adecua-
do para ser usado en otros tipos de fuentes de energía que su-
ministran a una carga flúidos motores de alta presión, como por
700.- ejemplo vapor o gas. Tales fuentes de energía pueden comprender
además de los reactores nucleares, fuentes de combustible fósil
y adecuadas combinaciones de reactores nucleares y de fuentes
de energía de combustible fósil.

Además del reactor de agua hirviente moderado y enfriado
705.- por agua ligera (mezcla isótopa natural), pueden utilizar la
presente invención reactores hirvientes moderados y enfriados
por óxido de deuterio o agua pesada, mezclas de éstos con agua
ligera, hidrocarburos volátiles como difenilo, los terfenilos
isómeros, fenantreno, antraceno, óxido de difenilo, tetrahidro
710.- naftaleno y otros hidrocarburos parafínicos, nafténicos o aromá-
ticos, así como sus homólogos deuterizados, o mezclas de los
mismos.

Como se ha dicho anteriormente, las formas de realización
específicas descritas en la presente memoria no son sino meros
715.- ejemplos de las muchas formas que la aplicación de la presente

288014

14



invención podrá adoptar, resultando evidente para las personas expertas en la materia que la presente invención puede ser aplicada con una gran variedad de aparatos. Por consiguiente, en las adjuntas reivindicaciones se quieren cubrir todas las modificaciones y variantes que caen dentro del verdadero espíritu y alcance de la presente invención.

NOTA.-

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por veinte años, son los siguientes:

1º.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un generador de fluido motor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del fluido motor del generador a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios que reaccionan a la velocidad de la turbina, segundos medios que reaccionan a la presión del generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con el generador para regular el nivel de energía de dicho generador de acuerdo con dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dichos segundos medios para regular una presión-base de dicho generador de acuerdo con dicha velocidad, y medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios con dichos medios de válvulas para variar el paso de fluido motor de dicho generador a dicha turbina de acuerdo con los cambios de presión de dicho generador, percibidos por dichos segundos medios, para mantener dicha presión-base en el generador.

2º.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un generador de fluido

288014¹⁴



- motor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del fluido motor del generador a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios que reaccionan a la velocidad de la turbina,
- 750.- segundos medios que reaccionan a la presión del generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con el generador para regular el nivel de energía a dicho generador de acuerdo con dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dichos segundos medios
- 755.- para regular una presión-base en dicho generador de acuerdo con dicha velocidad, medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base con cambios de dicha velocidad, y medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios con dichos medios de válvulas para variar el paso de líquido
- 760.- motor de dicho generador a dicha turbina, de acuerdo con los cambios de presión de dicho generador percibidos por dichos segundos medios, para mantener dicha presión-base en dicho generador.
- 3^a.- Sistema de control para un sistema de producción de
- 765.- energía de un solo ciclo que comprende un generador de fluido motor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del fluido motor del generador a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de la turbina,
- 770.- segundos medios de control que reaccionan a la presión del generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con el generador para variar el nivel de energía de dicho generador de acuerdo con los cambios de dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos segundos medios de
- 775.-



288014

- control para variar una presión-base de dicho generador de acuerdo con los cambios de dicha velocidad, medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base al producirse cambios de dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control con dichos medios de válvulas para variar el paso del líquido motor de dicho generador a dicha turbina, de acuerdo con los cambios de presión de dicho generador percibidos por dichos segundos medios de control para mantener la presión-base determinada por dichos primeros medios de control en dicho generador, y medios de realimentación que reaccionan a la posición de dichos medios de válvula conectados en funcionamiento con dichos medios limitadores para volver a poner en su posición dichos medios limitadores después de un cambio de velocidad, permitiendo así un futuro cambio de dicha presión-base, comprendiendo dichos medios de realimentación medios retardadores para retardar la nueva puesta en posición de dichos medios limitadores hasta después de la conclusión del cambio de nivel de energía de dicho generador.
- 42.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un generador de fluido motor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del fluido motor del generador a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de la turbina, segundos medios de control que reaccionan a la presión del generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con el generador para variar el nivel de energía de dicho generador de acuerdo con los cambios de velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros

288014 1



- medios de control con dichos segundos medios de control para variar una presión-base de dicho generador de acuerdo con cambios de velocidad, medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base con cambios de dicha velocidad,
- 810.- medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios con dichos medios de válvulas para variar el paso del líquido motor de dicho generador a dicha turbina de acuerdo con los cambios de presión de dicho generador percibidos por dichos segundos medios de control, para mantener la presión-base determinada por dicho primer medio de control en dicho generador, y
- 815.- medios de realimentación que reaccionan a la posición de dichos medios de válvulas conectados en funcionamiento con dichos medios limitadores para reponer en posición dichos medios limitadores después de un cambio de velocidad, para permitir una futura variación de dicha presión-base, estando conectados en funcionamiento dichos medios de realimentación con dicho segundo medio de control para volver a regular dicha presión base sobre el valor existente antes de dicho cambio de velocidad, incluyendo dichos medios de realimentación medios de retardo de
- 820.- tiempo para demorar la nueva colocación en posición de dichos medios limitadores y la nueva regulación de dicha presión-base hasta después de incluir el cambio de nivel de energía en dicho generador.
- 52.- Sistema de control para un sistema de producción de
- 830.- energía de un solo ciclo, que comprende un generador de fluido motor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del fluido motor del generador a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de la turbina,
- 835.- segundos medios de control que reaccionan a la presión del

288014



- generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con el generador para variar el nivel de energía de dicho generador de acuerdo con los cambios de velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros
- 840.- medios de control con dichos segundos medios de control para variar una presión-base de dicho generador de acuerdo con cambios de velocidad, primeros medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base con cambios de dicha velocidad, segundos medios limitadores para limitar el grado de
- 845.- cambio de dicha presión-base al producirse cambios en dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control con dichos medios de válvulas para variar el paso de fluido motor de dicho generador a dicha turbina de acuerdo con cambios de presión del generador percibidos por dichos
- 850.- segundos medios de control para mantener la presión-base determinada por dichos medios de control en dicho generador, y medios de realimentación que reaccionan a la posición de dichos medios de válvulas conectados en funcionamiento con dichos segundos medios limitadores después de un cambio de velocidad, para permitir una futura variación de dicha presión-base, estando conectados en funcionamiento dichos medios de alimentación dichos segundos medios de control para volver a regular dicha presión-base sobre el valor existente antes de dicho cambio de velocidad, comprendiendo dichos medios de realimentación medios de retardo
- 855.- en el tiempo para demorar la nueva colocación en posición de dichos segundos medios limitadores y la nueva regulación de la presión-base hasta después de la conclusión del cambio de nivel de energía de dicho generador.

- 62.- Sistema de control para un sistema de producción de
- 865.- energía de un solo ciclo que comprende un generador de fluido

288014

14



- motor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del fluido motor del generador a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios que reaccionan a la velocidad de la turbina, segun-
- 870.- dos medios que reaccionan a la presión del generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con el generador para regular el nivel de energía de dicho generador de acuerdo con la velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dichos segundos medios para
- 875.- regular una presión-base de dicho generador de acuerdo con la velocidad, medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base al producirse cambios en la velocidad, y medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios con dichos medios de válvulas para variar el paso del líquido
- 880.- motor de dicho generador a dicha turbina de acuerdo con los cambios de presión de dicho generador percibidos por dichos segundos medios, para mantener la mencionada presión-base en dicho generador.
- 72.- Sistema de control para un sistema de producción de
- 885.- energía de un solo ciclo, que comprende un generador de fluido motor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del fluido motor del generador a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios que reaccionan a la velocidad de dicha turbina, segun-
- 890.- dos medios que reaccionan a la presión de dicho generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dicho generador para regular el nivel de energía de dicho generador de acuerdo con dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dichos segundos medios
- 895.- para regular una presión-base de dicho generador de acuerdo con

288014¹⁴



900.- dicha velocidad, primero medios limitadores para limitar la velocidad de cambio de dicha presión-base al producirse cambios de dicha velocidad, segundos medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base al producirse cambios de velocidad, y medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios con dichos medios de válvula para variar el paso de fluido motor de dicho generador a dicha turbina de acuerdo con los cambios de presión del generador percibidos por dichos segundos medios, para mantener la presión-base en dicho generador;

89.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un reactor nuclear productor de vapor, barras de regulación en dicho reactor para regular el nivel de energía de dicho reactor, una turbina y medios de válvula para controlar la velocidad de paso de vapor del reactor a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios que reaccionan a la velocidad de la turbina, segundos medios que reaccionan a la presión del reactor, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dicho reactor para regular la posición de las barras de control variando así el nivel de energía de dicho reactor de acuerdo con la velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dichos segundos medios para regular una presión-base de dicho reactor de acuerdo con dicha velocidad, y medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios con dichos medios de válvulas para variar el paso de vapor de dicho reactor a dicha turbina, de acuerdo con los cambios de presión que se producen en dicho reactor y percibidos por dichos segundos medios, para mantener dicha presión en el reactor.

925.- 92.- Sistema de control para un sistema de producción de



288014

- energía de un solo ciclo que comprende un reactor nuclear productor de vapor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del vapor del reactor a la turbina, ca
- 930.- racterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios que reaccionan a la velocidad de dicha turbina, segundos medios que reaccionan a la presión en dicho reactor, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dicho reactor para regular la posición de las barras de mando de forma que varíe el nivel de energía en dicho reactor de acuer
- 935.- do con dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios con dichos segundos medios para regular una presión-base de dicho reactor de acuerdo con dicha velocidad, medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base al producirse cambios en dicha velocidad, y me
- 940.- dios que conectan en funcionamiento dichas segundos medios con dichos medios de válvulas para variar el paso de vapor de dicho reactor a dicha turbina de acuerdo con los cambios de presión de dicho reactor percibidos por dichos segundos medios, para mantener la mencionada presión-base en dicho reactor.
- 945.- 109.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un reactor nuclear generador de vapor, barras de regulación en dicho reactor para regular el nivel de energía de dicho reactor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del vapor
- 950.- del reactor a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control unos primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de dicha turbina, segundos medios de control que reaccionan a la presión de dicho reactor, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dicho reactor para regular la posición de las barras de regula-
- 955.-



288014

- ción de modo que varíe el nivel de energía en dicho reactor de acuerdo con los cambios que se produzcan en dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos segundos medios de control para variar
- 960.- una presión-base de dicho reactor de acuerdo con los cambios que se produzcan en dicha velocidad, medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base al producirse cambios de dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control con dichos medios de válvulas
- 965.- para variar el paso de vapor de dicho reactor a dicha turbina de acuerdo con los cambios de presión de dicho reactor percibidos por dichos segundos medios de control, para mantener la presión-base determinada por dichos primeros medios de control en dicho reactor, y medios de realimentación que reaccionan a la
- 970.- posición de dichos medios de válvulas conectados en funcionamiento con dichos medios limitadores para volver a poner en posición dichos medios limitadores después de un cambio de dicha velocidad, para permitir un futuro cambio de dicha presión-base, comprendiendo dichos medios de realimentación medios de retardo
- 975.- para demorar la nueva puesta en posición de dichos medios limitadores hasta después de la conclusión del cambio de nivel de energía de dicho reactor.

- 11º.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un reactor nuclear productor de vapor, barras de regulación en dicho reactor para regular el nivel de energía de dicho reactor, una turbina y medios de válvulas para controlar la velocidad de paso del vapor del reactor a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de dicha turbina, segundos medios de control que reaccio-
- 980.-
- 985.-

288014



- nan a la presión de dicho reactor, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dicho reactor para regular la posición de las barras regulación de modo que varíe el nivel de energía en dicho reactor de acuerdo con
- 990.- los cambios que se produzcan en dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos segundos medios de control para variar una presión-base de dicho reactor de acuerdo con los cambios que se produzcan en dicha velocidad, medios limitadores para limitar el grado de
- 995.- cambio de dicha presión de base al producirse cambios de velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control con dichos medios de válvulas para variar el paso de vapor de dicho reactor a dicha turbina de acuerdo con los cambios de presión de dicho reactor percibidos por dichos segundos
- 1000.- medios de control, para mantener la presión-base determinada por dichos primeros medios de control en dicho reactor, y medios de realimentación que reaccionan a la posición de dichos medios de válvula conectados en funcionamiento con dichos medios limitadores para una nueva puesta en posición de dichos medios
- 1005.- limitadores después de un cambio de velocidad, permitiendo así un futuro cambio de dicha presión-base, estando también conectados en funcionamiento dichos medios de realimentación con dichos segundos medios de control para volver a regular dicha presión-base sobre el valor existente antes de dicho cambio de velocidad, comprendiendo dichos medios de realimentación medios
- 1010.- de retardo para demorar una nueva puesta en posición de dichos medios limitadores y la nueva regulación de dicha presión-base hasta después de la conclusión del cambio de nivel de energía de dicho reactor.
- 1015.- 12.- Sistema de control para un sistema de producción de

288014



- energía de un solo ciclo que comprende un reactor nuclear productor de vapor, barras de regulación en dicho reactor para regular la velocidad de paso de vapor del reactor a la turbina, caracterizado por comprender dicho sistema de control primeros
- 1020.- medios de control que reaccionan a la velocidad de la turbina, segundos medios de control que reaccionan a la presión de dicho reactor, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dicho reactor para regular la posición de las barras de regulación de modo que varíe el nivel de energía
- 1025.- en dicho reactor de acuerdo con los cambios que se produzcan en dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos segundos medios de control para variar una presión-base de dicho reactor de acuerdo con los cambios que se produzcan en dicha velocidad, primeros
- 1030.- medios limitadores para limitar la velocidad de cambio de dicha presión-base al producirse cambios en dicha velocidad, segundos medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión-base al producirse cambios de dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control
- 1035.- con dichos medios de válvulas para variar el paso de vapor de dicho reactor a dicha turbina de acuerdo con los cambios de presión de dicho reactor, percibidos por dichos segundos medios de control, para mantener la presión-base determinada por dicho primer medio de control en dicho reactor, y medios de realimentación que reaccionan a la posición de dichos medios de válvulas conectadas en funcionamiento con dichos medios limitadores para volver a poner en posición dichos segundos medios limitadores después de un cambio de dicha velocidad, para permitir una futura variación de dicha presión-base, estando también conectados en funcionamiento dichos medios de realimentación con
- 1040.-
- 1045.-

288014



dichos segundos medios de control para volver a regular dicha presión-base sobre el valor existente antes de dicho cambio de velocidad, incluyendo dichos medios de realimentación medios retardadores para retardar la nueva puesta en posición de dichos segundos medios limitadores y la nueva regulación de dicha presión-base hasta después de concluir el cambio de nivel de energía de dicho reactor.

- 1050.- 132.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un generador de fluido motor, una turbina, un condensador, primeros medios de comunicación que conectan dicho generador y dicha turbina, segundos medios de comunicación que conectan dicho generador y dicho condensador, primeros medios de válvulas para controlar la velocidad de paso de fluido motor de dicho generador a dicha turbina a través de dichos primeros medios de comunicación, y segundos medios de válvulas para controlar la velocidad de paso de fluido motor de dicho generador a dicho condensador a través de dichos segundos medios de comunicación, caracterizado por comprender primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de dicha turbina, segundos medios de control que reaccionan a la presión de dicho generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dicho generador para regular el nivel de energía en dicho generador de acuerdo con dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos segundos medios de control para regular una presión-base en dicho generador de acuerdo con dicha velocidad, medios conectados en funcionamiento con dichos segundos medios de válvulas para poner dichos segundos medios de válvulas en una posición que impida el paso de fluido motor a través de dichos segundos medios de comunicación
- 1055.-
- 1060.-
- 1065.-
- 1070.-
- 1075.-

288014¹⁴



- cuando la velocidad de dicha turbina es inferior a un valor elegido, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control con dichos primeros medios de válvula para variar el paso de fluido motor de dicho generador a dicha turbina a través de dichos primeros medios de comunicación, de acuerdo con cambios de presión en dicho generador percibidos por dichos segundos medios de control, para mantener dicha presión-base en dicho generador cuando la velocidad de dicha turbina es inferior a dicho valor elegido, y medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos primeros y segundos medios de válvula cuando dicha velocidad es superior a dicho valor elegido, para poner dichos primeros medios de válvulas en una posición que reduzca el paso de fluido motor por dichos primeros medios de comunicación y poner dichos segundos medios de válvulas en una posición que permita el paso de fluido motor por dichos segundos medios de comunicación, disminuyendo así la velocidad de dicha turbina y manteniendo en dicho generador una presión esencialmente constante.

- 142.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un generador de fluido motor, una turbina, un condensador, primeros medios de comunicación que conectan dicho generador y dicha turbina, segundos medios de comunicación que conectan dicho generador y dicho condensador, primeros medios de válvulas para controlar la velocidad de paso de fluido motor de dicho generador a dicha turbina a través de dichos primeros medios de comunicación, y segundos medios de válvulas para controlar la velocidad de paso de fluido motor de dicho generador a dicho condensador a través de dichos segundos medios de comunicación, caracterizado por comprender primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de

288014



- dicha turbina, segundos medios de control que reaccionan a la presión de dicho generador, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dicho generador para variar el nivel de energía de dicho generador de acuerdo con cambios de dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos segundos medios de control para variar una presión-base de dicho generador de acuerdo con cambios de dicha velocidad, primeros medios limitadores para limitar la velocidad de cambios de dicha presión-base al producirse cambios en dicha velocidad, segundos medios limitadores para limitar el grado de cambios de dicha presión-base al producirse cambios en dicha velocidad, medios conectados en funcionamiento con dichos segundos medios de válvulas para poner dichos segundos medios de válvulas en una posición que impida el paso de fluido motor por dichos segundos medios de comunicación cuando la velocidad de dicha turbina es inferior a un valor elegido, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control con dichos primeros medios de válvulas para variar el paso de fluido motor de dicho generador a dicha turbina a través de dichos primeros medios de comunicación, de acuerdo con cambios de presión de dicho generador percibidos por dichos segundos medios de control, para mantener dicha presión-base en dicho generador cuando la velocidad de dicha turbina es inferior a dicho valor elegido, medios de realimentación que reaccionan a la posición de dichos primeros medios de válvulas conectados en funcionamiento con dichos segundos medios limitadores para volver a poner en posición dichos segundos medios limitadores después de un cambio de velocidad, así de permitir una futura variación de dicha presión-base, estando conectados en funcionamiento dichos medios de realimentación con di-
- 1110.-
 - 1115.-
 - 1120.-
 - 1125.-
 - 1130.-
 - 1135.-

288014 14



- chos egundos medios de control para volver a regular dicha presión-base sobre el valor existente antes de dicho cambio de velocidad, comprendiendo dichos medios de realimentación medios de retardo para retardar la nueva puesta en posición de dichos
- 1140.- segundos medios limitadores y la nueva regulación de dicha presión-base hasta después de concluir el cambio de nivel de energía de dicho generador, y medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos primeros y segundos medios de válvulas cuando dicha velocidad es superior a
- 1145.- dicho valor elegido, para poner dichos primeros medios de válvulas en una posición que reduzca el paso de fluido motor a través de dichos primeros medios de comunicación y para poner dichos segundos medios de válvulas en una posición que permita el paso de fluido motor por dichos segundos medios de comunicación, disminuyendo así la velocidad de dicha turbina y manteniendo en dicho generador una presión esencialmente constante.
- 159.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un reactor nuclear generador de vapor, barras de regulación en dicho reactor para regular el nivel de energía de dicho reactor, una turbina, un condensador, primeros medios de comunicación que conectan dicho reactor y dicha turbina, segundos medios de comunicación que hacen comunicarse dicho reactor y dicho condensador, primeros medios de válvulas para controlar la velocidad de paso de vapor de dicho reactor a dicha turbina a través de dichos primeros medios de comunicación, y segundos medios de válvulas para controlar la velocidad de paso de vapor de dicho reactor a dicho condensador a través de dichos segundos medios de comunicación, caracterizado por comprender primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de dicha turbina, segundos medios de control
- 1155.-
- 1160.-
- 1165.-

2880141



- que reaccionan a la presión de dicho reactor, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dicho reactor para regular la posición de las barras de regulación de modo que varíe el nivel de energía de dicho reactor de acuerdo con dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos segundos medios de control para regular una presión-base en dicho reactor de acuerdo con dicha velocidad, medios conectados en funcionamiento con dichos segundos medios de válvulas para poner dichos segundos medios de válvulas en una posición que impida el paso de vapor por dichos segundos medios de comunicación cuando la velocidad de dicha turbina es inferior a un valor elegido, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control con dichos primeros medios de válvulas para variar el paso de vapor por dicho reactor a dicha turbina por dichos primeros medios de comunicación, de acuerdo con los cambios de presión de dicho reactor percibidos por dichos segundos medios de control, para mantener dicha presión-base en dicho reactor cuando la velocidad de dicha turbina es inferior a dicho valor elegido, y medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos primeros y segundos medios de control cuando dicha velocidad es superior a dicho valor elegido, para poner dichos primeros medios de válvulas en una posición que reduzca el paso de vapor por dichos primeros medios de comunicación y para poner dichos segundos medios de válvulas en una posición que reduzca el paso de vapor por dichos primeros medios de comunicación y para poner dichos segundos medios de válvulas en una posición que permita el paso de vapor por dichos segundos medios de comunicación, disminuyendo así la velocidad de dicha turbina y manteniendo en dicho reactor una
- 1170.-
- 1175.-
- 1180.-
- 1185.-
- 1190.-
- 1195.-

288014



presión esencialmente constante.

- 16º.- Sistema de control para un sistema de producción de energía de un solo ciclo que comprende un reactor nuclear generador de vapor, elementos de regulación en dicho reactor para regular el nivel de energía de dicho reactor, una turbina, un condensador, primeros medios de comunicación que conectan dicho reactor y dicha turbina, segundos medios de comunicación que conectan dicho reactor y dicho condensador, primeros medios de válvulas para controlar la velocidad de paso de vapor de dicho reactor a dicha turbina por dichos primeros medios de comunicación, y segundos medios de válvulas para controlar la velocidad de paso de vapor de dicho reactor a dicho condensador por dichos segundos medios de comunicación, caracterizado por comprender primeros medios de control que reaccionan a la velocidad de dicha turbina, segundos medios de control que reaccionan a la presión de dicho reactor, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dicho reactor para regular la posición de las barras de regulación de modo que varíe el nivel de energía de dicho reactor de acuerdo con los cambios de dicha velocidad, medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos segundos medios de control para variar una presión-base de dicho reactor de acuerdo con los cambios de dicha velocidad, primeros medios limitadores para limitar la velocidad de cambio de dicha presión-base al producirse los cambios de dicha velocidad, segundos medios limitadores para limitar el grado de cambio de dicha presión al producirse cambios de dicha velocidad, medios conectados en funcionamiento con dichos segundos medios de válvulas para regular la posición de dichos segundos medios de válvulas de modo que impidan el paso de vapor por dichos segundos medios de
- 1200.-
- 1205.-
- 1210.-
- 1215.-
- 1220.-
- 1225.-

288014



- comunicación cuando la velocidad de dicha turbina es inferior a un valor elegido, medios que conectan en funcionamiento dichos segundos medios de control con dichos primeros medios de válvulas para variar el paso de vapor de dicho reactor a dicha
- 1230.- turbina por dichos primeros medios de comunicación de acuerdo con los cambios de presión de dicho reactor percibidos por dichos segundos medios de control para mantener dicha presión-base en dicho reactor cuando la velocidad de dicha turbina es inferior a dicho valor elegido, medios de realimentación que reaccionan a la posición de dichos primeros medios de válvula conectados en funcionamiento con dichos segundos medios limitadores para volver a poner en posición dichos segundos medios limitadores después de un cambio de velocidad para permitir una futura variación de dicha presión-base, estando también conectados en
- 1235.- funcionamiento dichos medios de realimentación con dichos segundos medios de control para volver a regular dicha presión-base sobre el valor existente antes de dicho cambio de velocidad, comprendiendo dichos medios de realimentación medios de retardo para retardar la nueva puesta en posición de dichos segundos medios limitadores y volver a regular dicha presión-base hasta después de concluir el cambio de nivel de energía en dicho reactor,
- 1240.- y medios que conectan en funcionamiento dichos primeros medios de control con dichos primeros y segundos medios de válvulas cuando dicha velocidad es superior a dicho valor elegido para poner dichos primeros medios de válvulas en una posición tal que reduzca el paso de vapor por dichos primeros medios de comunicación y poner dichos segundos medios de válvulas en una posición que permita el paso de vapor por dichos segundos medios de comunicación, disminuyendo así la velocidad de dicha turbina y manteniendo en dicho reactor una presión esencialmente constante.
- 1245.-
- 1250.-
- 1255.-

288014



179.- "SISTEMA DE CONTROL PARA UN SISTEMA DE PRODUCCION DE ENERGIA DE UN SOLO CICLO", todo tal y conforme se describe en la presente Memoria, la cual consta de 1259 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

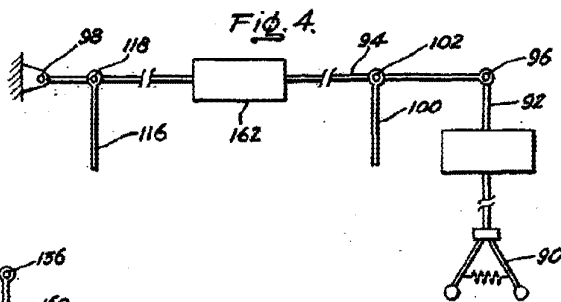
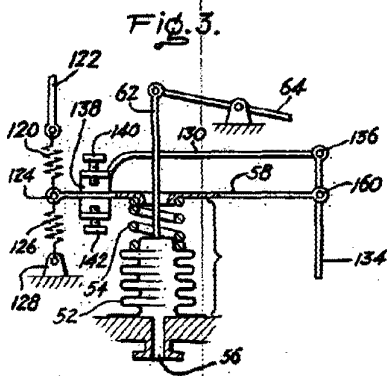
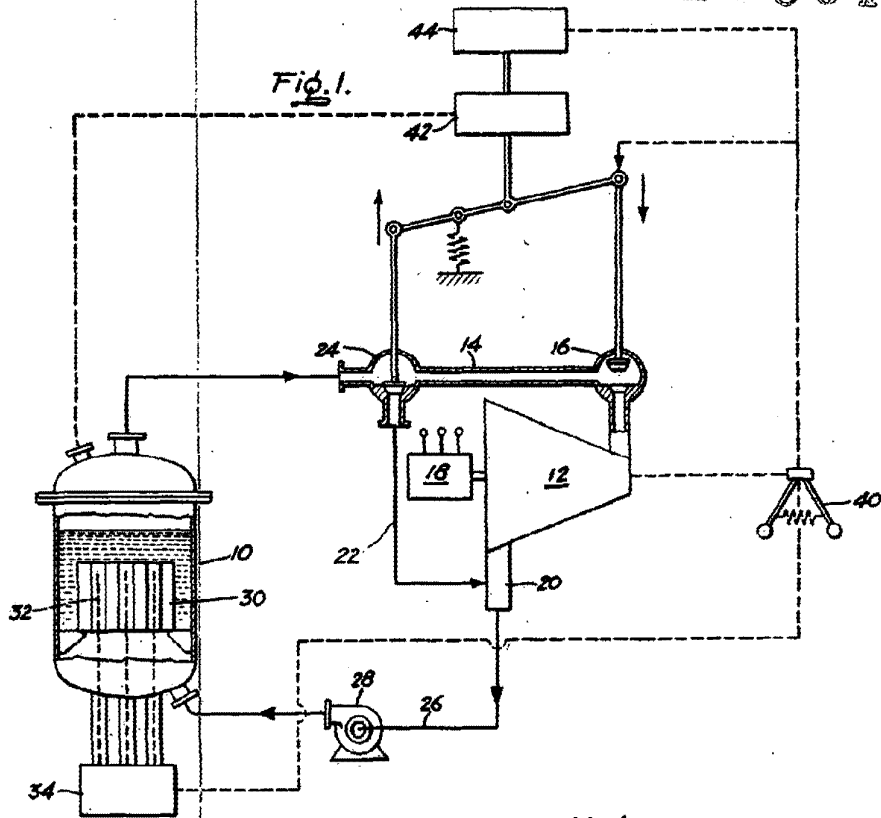
Madrid, 14 MAY. 1963

P.

A large, stylized signature or scribble that starts with a small mark and extends into a long, sweeping, oval-shaped stroke that tapers to a point.



288014

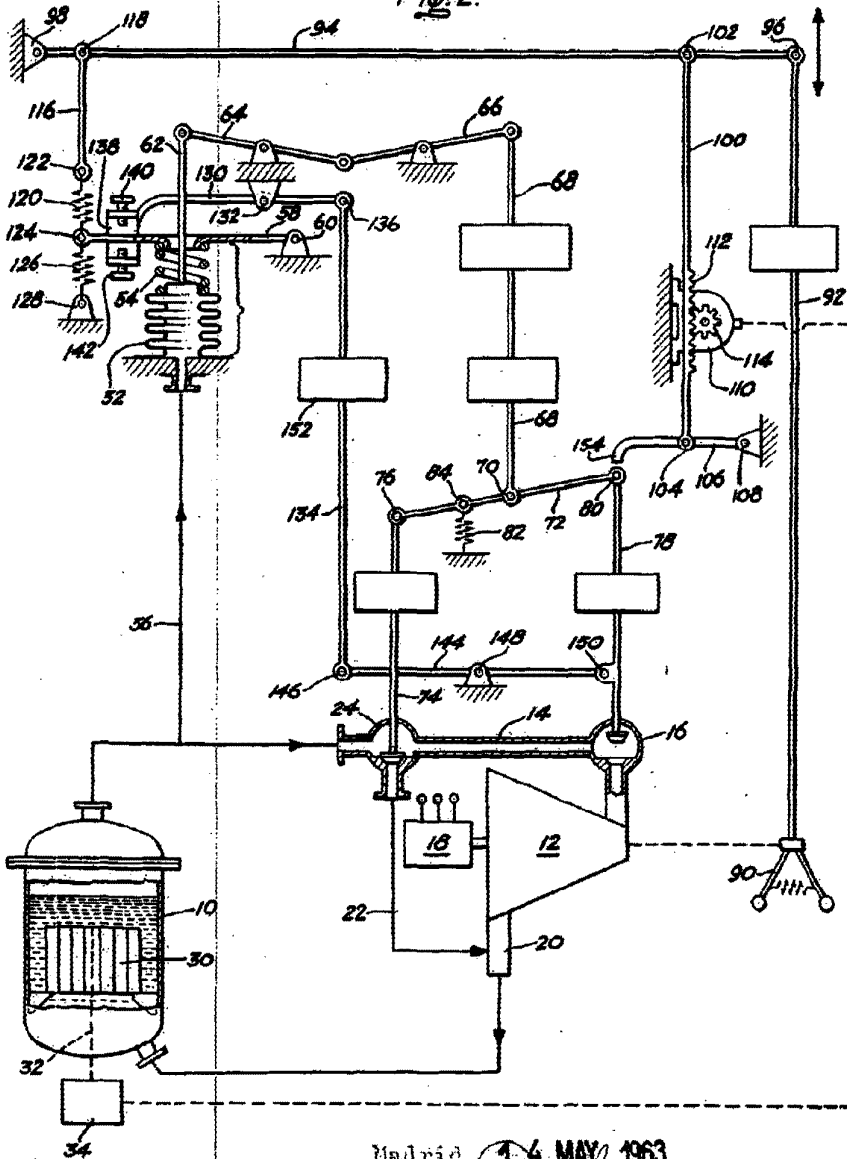


Madrid, 14 MAY 1963



288014

FIG. 2.



Madrid 14 MAY 1963

P
[Handwritten signature]