

15.007.054



P.- 21.219

File nº 116

267733

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 27 de Mayo de 1961, con el núm. 267.733

en

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de GILBERT ASSOCIATES, INC., entidad norteamericana, establecida en 525 Lancaster Avenue, Reading, Berks, Pensilvania, Estados Unidos de América, por:

"UN GENERADOR DE VAPOR"

La presente invención se refiere a dispositivos y sistemas para mejorar la flexibilidad de trabajo de unidades generadoras de vapor y electricidad que incluyen generadores de vapor, turbogeneradores y equipos auxiliares.

5

Hay tres problemas fundamentales que vienen dando lugar a considerables dificultades en el funcionamiento de grandes unidades y son: (1) la relativa dificultad y prolongado tiempo de puesta en marcha; (2) la incapacidad de adaptación de temperaturas del vapor de agua y el metal en la turbina, durante la puesta en marcha y la parada; y (3) la incapacidad de poderse hacer funcionar estas unidades satisfacto-

10

257733



riamente en condiciones de carga reducida cuando esta característica resulta conveniente debido a la instalación de futura generación, más eficaz.

5 Un objeto de la invención consiste en un nuevo aparato, y sistema que proporciona una completa solución a los problemas antes mencionados.

10 Un objeto más específico de la invención consiste en un sistema de válvulas de regulación y cierre de paso situado después de la parte de "paredes de agua" o camisas de refrigeración, y antes de la salida de vapor del recalentador, del generador de vapor.

15 Otro objeto concreto de la invención consiste en un nuevo sistema para gobernar o supervisar las condiciones de vapor en la turbina de alta presión durante las maniobras de parada y puesta en marcha, y en el funcionamiento con carga reducida, con la mejor adaptación a las temperaturas del metal de la turbina tanto en caliente como en frío.

20 Otro objeto concreto más de la presente invención consiste en un nuevo sistema para regular la temperatura del vapor del escape de la turbina, de baja presión, durante la puesta en marcha o en funcionamiento con carga ligera.

Otros objetos y ventajas de la invención se irán des-
prendiendo del estudio de la descripción que sigue, tomada en
relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

25 - la figura 1 es una gráfica típica de diversidad o variación de carga, en la cual se representa la generación térmica en función del tiempo;

30 - la figura 2 ilustra la entalpía del vapor en función de la presión, indicándose el descenso de temperatura para una caída de presión dada;



7733

- la figura 3 representa gráficamente las temperaturas del vapor en la turbina de alta presión de una unidad de recalentamiento usual, en función del porcentaje de gasto o caudal nominal;

5 - la figura 4 representa gráficamente las temperaturas del vapor en las turbinas de presión intermedia de baja presión con recalentamiento, en función del porcentaje de gasto o caudal nominal;

10 - las figuras 5a a 5j inclusive ilustran diversas modificaciones de sistemas de válvulas de regulación y cierre de paso situados después de la camisa de refrigeración y antes de la salida de vapor del recalentador del generador de vapor;

15 - la figura 6 ilustra un sistema para gobernar o supervisar las condiciones de vapor en la turbina de alta presión durante las maniobras de parada y puesta en marcha, y en el funcionamiento con poca carga;

- la figura 7 muestra un sistema para regular la temperatura del vapor del escape de la turbina de baja presión durante la puesta en marcha o el funcionamiento con carga ligera; y

20 - las figuras 7a, 7b y 7c son dispositivos mecánicos típicos incorporados a los sistemas mencionados.

CONDICIONES DE PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

25 Las centrales generadoras de vapor y electricidad actualmente en uso tienen unas limitaciones y notables desventajas en relación con su capacidad para variación de carga y maniobra de parada y nueva puesta en marcha. En la descripción que sigue se trata principalmente de turbinas del tipo de recalentador, pero lo mismo se aplica en parte a las del tipo de condensación directa.

30 En un principio se previó que las unidades generadoras

267733



5 de vapor y electricidad que tenían las mejores velocidades de caldeo funcionarían continuamente, durante 24 horas diarias, con un elevado factor de carga. Por consiguiente, no se le dió una importante consideración, en la época en que se idearon estas unidades, a la economía de puesta en marcha y parada. Las antiguas unidades, menos eficientes, habían de funcionar con carga mínima o habían de pararse durante las horas de media noche, o en otros momentos en que la demanda del sistema iba a ser pequeña, tales como en los fines de semana y días festivos.

10 La relación o proporción de centrales generadoras de vapor y electricidad usuales de alto rendimiento respecto a la capacidad total de generación de energía instalada es cada vez mayor, especialmente por haberse alcanzado un nivel de rendimientos basado en factores económicos. Se están desarrollando situaciones que exigen diarias reducciones de carga o paradas en las unidades generadoras de vapor y electricidad de alto rendimiento. Esta exigencia puede ser por temporadas, o bien de carácter continuo durante todo el año. Algunos de los factores causantes de la misma son:

15 (a) Elevada proporción o relación de capacidad generadora de alto rendimiento respecto a capacidad generadora total.

20 (b) Diferencias de coste de combustible, que favorecen la generación en un área de una red de utilización en contra de otra.

25 (c) Generación procedente de otro origen, como generación hidroeléctrica, donde hay una inadecuada regulación o constante de caudal de agua, que exigiría malgastar agua si no se redujera la generación de vapor; alternativamente, los costes de generación por medios hidráulicos fuera de las horas de cres-

267733



ta pueden ser menores que los de generación térmica.

5 (d) Generación procedente de futuras centrales de energía nuclear. Se prevé que, si bien el coste de instalación de una central nuclear será elevado, el coste de combustible será inferior que en una central generadora de vapor y electricidad usual.

(e) Mayor número de paradas necesario para el entrete-

10 nimiento de las unidades de alto rendimiento.

Un ejemplo típico de diversidad de carga relacionado con los puntos (a) y (c) anteriores es el ilustrado en la fig. 1.

15 Al variar la carga y al poner en marcha o parar una unidad generadora de vapor y electricidad, una de las principales consideraciones relacionadas con la seguridad de funcionamiento se refiere a los cambios de temperatura del metal en elementos del equipo que tienen paredes gruesas. Las diferencias excesivas de temperatura a través de una misma sección recta de metal puede originar tensiones o esfuerzos internos que excedan del límite elástico del material, dando lugar a fallos. Las temperaturas del metal dependen del ambiente circundante. Si los cambios de temperatura del ambiente son demasiado rápidos o están desequilibrados, las diferencias de temperatura a través de la sección recta pueden acentuarse hasta el punto en que produzcan deformación permanente en el metal. Cuando las condiciones de temperatura ambiente varían con la carga, la seguridad de funcionamiento indica que los cambios de carga pueden hacerse lentamente, siendo la velocidad influida por el grado del cambio. Por otra parte, si las condiciones de temperatura ambiente pudie-

20

25

30 ran mantenerse constantes para todas las cargas, se eliminarían

267733



las limitaciones de temperatura en relación con los cambios de carga.

5 La solución de los problemas de temperaturas debe buscarse en proyectos de generador de vapor y de turbina perfectamente coordinados. Existen límites para la puesta en marcha de la unidad, según el estado de la turbina y del generador de vapor en el momento de la puesta en marcha. Un caso extremo es aquél en que una unidad se ha enfriado por completo, después de efectuado un programa de entretenimiento o de un período prolongado de inactividad, siendo el otro extremo el de una unidad que se encuentre caliente y en estado de funcionar después de una interrupción inesperada.

15 Las características de temperatura del vapor, para muchos generadores de vapor, son tales que, a la presión nominal de vapor, las temperaturas tanto del vapor recalentado inicial como del intermedio descienden con la carga en el margen inferior. Para mantener las diferencias de temperatura en el metal dentro de las tolerancias de los fabricantes, mediante el control de la velocidad de enfriamiento, es necesario parar o desactivar lentamente la unidad. Asimismo, al volver a poner en marcha después de haber tenido tiempo la turbina para enfriarse todavía más, es necesario proceder lentamente para regular la velocidad de caldeo. Esta característica es satisfactoria cuando se desea revisar una máquina después de la detención, pues la turbina puede enfriarse durante el período de parada o detención reduciéndose al mínimo el período de espera antes de poder dar comienzo al trabajo de entretenimiento.

25 Ahora bien, si la unidad ha de ser retirada de la línea por consideraciones de carga o de coste de generación de energía solamente, para volver a ponerla en marcha 6 u 8 horas más tarde,



1334

los prolongados períodos de parada y puesta en marcha hacen antieconómico este tipo de trabajo. Para una breve parada de este género, la condición óptima es aquella en que la turbina puede ser parada rápidamente en caliente y, durante la puesta en marcha sucesiva, el vapor puede suministrársele a la turbina a temperaturas que de modo inmediato empezarán a restablecer los niveles de temperatura de trabajo a satisfactorias velocidades de subida, sin ocasionar excesivas diferencias de temperatura entre los elementos componentes.

Es imposible alcanzar el objetivo indicado en el párrafo precedente cuando la temperatura del vapor a la salida del generador de vapor, a la presión nominal de proyecto, disminuye con la carga, a menos que se haga uso de una determinada manipulación.

En la mayoría de las turbinas el vapor es admitido individualmente a unas cámaras independientes que alimentan la tobera de la etapa de impulso inicial. Cuando el vapor se lleva por medio de las válvulas reguladoras a cada cámara de tobera, sucesiva y cumulativamente, ésto se denomina admisión parcial. Cuando el vapor se lleva por medio de la válvula o de las válvulas reguladoras a todas las toberas, al mismo tiempo y en la misma proporción, ésto se denomina admisión total. Con la admisión parcial se aprovecha al máximo la presión de vapor de regulación nominal de proyecto con todas las cargas, y se acrecienta el rendimiento con carga parcial. Con admisión total, la presión efectiva de vapor de regulación disminuye de modo aproximadamente proporcional con la carga.

Con caudales de paso de vapor muy reducidos a la turbina, con admisión ya sea parcial o total, la presión corriente arriba de las toberas para la etapa inicial es muy baja. Por



consiguiente, la turbina no necesita presión de regulación nominal o de proyecto durante los períodos de caudal o gasto reducido, para funcionar a satisfacción.

5 La reducción de presión del vapor a entalpía constante da lugar a un descenso de temperatura. El descenso de temperatura, para una caída de presión dada, depende de la temperatura inicial del vapor antes de reducirse la presión. Estas características se ilustran en la fig. 2. Con una presión de vapor de 163 atmósferas a 565° C, al reducirla a 13,6 atmósferas se
10 sufre una pérdida de temperatura de aproximadamente 67° C. Con una presión de vapor de 163 atmósferas a 399° C, al reducirla a 13,6 atmósferas hay una pérdida de temperatura de aproximadamente 155° C.

15 Si la reducción de presión del vapor se produce en la zona de recalentamiento del generador de vapor durante los períodos de gasto reducido, el descenso de temperatura consiguiente aumenta la diferencia de temperatura entre el fluido y/o vapor resultante en los tubos del recalentador después de la
20 reducción de presión y el gas, más caliente, que rodea los tubos. Esto aumenta la transmisión de calor desde el gas al fluido y o vapor y eleva el contenido calorífico o entalpía (calorías por kilogramo) del vapor de salida del recalentador cuando las camisas de agua se hacen funcionar a elevadas presiones. Para
25 cargas reducidas, las presiones de vapor en la caja de toberas de primera etapa de la turbina, y corriente abajo, son función del gasto y se encuentran sensiblemente por bajo de los valores de proyecto. Para cualquier presión dada, la temperatura del vapor es función de la entalpía. Por consiguiente, para reducidos gastos o caudales, la reducción de presión en la zona de recalentamiento del generador de vapor, por encima de las necesida-
30



267733

des de la caja de toberas, eleva la entalpía del vapor y las temperaturas en la cámara de toberas de primera etapa de la turbina y en el trayecto de corriente abajo de los álabes. Este es un sustitutivo conveniente para el vapor de salida del recalentador de alta presión durante el estado de caliente, en que las características de temperatura de vapor de salida de la caldera son tales que, a la presión nominal de proyecto, la temperatura decrece con la carga. La presión en las camisas refrigeradoras o "paredes de agua" puede llevarse al máximo, reduciéndose al mínimo el tiempo necesario para detener la turbina caliente y, luego volver a poner en marcha una turbina caliente.

Si la reducción de presión de vapor arriba mencionada se produce a través de las válvulas de admisión del suministro de vapor de la turbina, el descenso de temperatura consiguiente creará en el cuerpo de la válvula, por encima y debajo del asiento de válvula, una diferencia de temperaturas del metal. Para la condición de puesta en marcha en caliente, en la cual la temperatura del vapor de salida del generador de vapor, a la presión nominal de proyecto, disminuye con la carga, la reducción de presión en las válvulas de admisión del suministro de vapor a la turbina caliente puede enfriar los metales que se encuentran corriente abajo, y perjudicarlos. Este tipo de regulación debe reducirse al mínimo.

Para poner en marcha una unidad en frío, la velocidad de la elevación de temperatura del metal debe restringirse, a fin de evitar excesivas tensiones en el metal. A la salida del recalentador convienen bajas presiones de vapor, debido a que las temperaturas del metal que se encuentra corriente abajo siguen rápidamente las temperaturas del vapor de satura-



267733

ción, como consecuencia de la condensación de vapor. La temperatura de saturación es función de la presión. Cuando los metales están fríos, una elevación demasiado rápida de la presión del vapor dará lugar a elevadas velocidades de transmisión de calor desde el vapor al metal, hasta el nivel de temperatura de saturación. Esto a su vez origina excesivas diferencias de temperatura en el metal, en sección recta.

5

10

15

20

25

30

Cuando la temperatura del metal se eleve por encima de la temperatura de saturación del vapor para una presión dada, la condensación cesará, y la transmisión de calor desde el vapor al metal a través de una superficie seca reducirá grandemente la velocidad de transmisión de calor. La velocidad de caldeo del metal puede gobernarse entonces regulando el gasto o caudal de paso de vapor, ya que la transmisión de calor es función tanto del gasto como de la diferencia de temperaturas de la masa. Para el control de la velocidad de caldeo del metal importan, más que la cantidad de recalentamiento del vapor, el gobierno de la presión de vapor cuando las temperaturas del metal están por bajo de la saturación, seguido del control del gasto cuando las temperaturas del metal se encuentran dentro del margen de recalentamiento del vapor. Para poner en marcha una turbina en frío, son esenciales la adecuada regulación de la presión de vapor y la del gasto o caudal de vapor.

Un generador de vapor de tambor usual puede hacerse funcionar a bajas presiones para arranque en frío. Los generadores de vapor de circuito abierto deben hacerse funcionar a plena presión, o próximos a ésta, en los circuitos de camisa de refrigeración ("paredes de agua"), para asegurar la adecuada distribución del gasto y de la densidad, a menos

267733



que se introduzca en el proyecto, con el gran gasto consiguiente, un funcionamiento a presión variable.

5 Por lo tanto, para satisfacer económicamente las condiciones indicadas en el párrafo anterior, hemos concebido la idea, nueva en su género, de reducir la presión después del circuito de camisas de refrigeración y antes de la salida del recalentador del generador de vapor. Este sistema puede emplearse para mejorar las condiciones del vapor de la turbina, para una turbina fría o caliente, en la parada o detención, puesta en
10 marcha o funcionamiento con poca carga, sin dependencia del nivel de presión o de temperatura de las camisas de refrigeración, para generadores tanto de tambor como de circuito abierto. El sistema reductor de presión tiene otras ventajas que se enumeran más adelante.

15 La fig. 3 ilustra las temperaturas de vapor en la turbina de alta presión de una unidad usual de recalentamiento intermedio, gráficamente representadas en función del porcentaje del gasto nominal. Por las líneas llenas puede verse que cuando la temperatura de vapor en la regulación se mantiene constante a 565° C y 163 atmósferas efectivas o manométricas (atm) y se
20 emplea admisión parcial, las temperaturas de vapor en el escape de primera etapa, en la primera extracción y en el escape de la turbina de alta presión disminuyen con la carga. La mayor variación de temperatura se produce en la primera etapa, siendo ésta
25 la condición limitativa con respecto a la velocidad de variación de la carga.

Las líneas de trazo interrumpido de la fig. 3 indican las temperaturas de vapor de la turbina de alta presión cuando la temperatura de vapor en la regulación disminuye con la carga;
30 la presión de regulación se mantiene en 163 atm, y se utiliza admisión parcial.



267733

La fig. 4 ilustra la temperatura del vapor en la turbina de recalentamiento y presión intermedios y en la de baja presión, en función del porcentaje de gasto nominal. El paso de vapor caliente, de recalentamiento intermedio, a la turbina de presión intermedia es del tipo de admisión total. La presión en cualquier punto del trayecto de circulación desde la entrada de la turbina de presión intermedia al condensador depende del gasto que haya corriente abajo. Por las líneas llenas de la fig. 4 puede verse que, si se mantiene constante la temperatura a la entrada de la turbina de recalentamiento las temperaturas de corriente abajo permanecen aproximadamente constantes para cualquier valor del gasto, excepto hacia el extremo de escape, que es afectado en grado máximo por las pérdidas de salida. Las temperaturas del escape serían excesivas en el margen de bajo gasto, a menos que se tomaran medidas para corregir esta situación. Esto puede hacerse inyectando vapor de baja entalpía en la transición entre las turbinas de presión intermedia y baja presión. Las líneas de trazo y punto ilustran el funcionamiento con vapor de inyección. Esto permite hacer funcionar la turbina de recalentamiento intermedio a presión casi constante en todo el margen de variación de carga. Las líneas de trazo interrumpido ilustran el efecto de la disminución de temperatura de vapor en la entrada del recalentador con la carga.

Los cambios de temperatura de la turbina de recalentamiento intermedio no tienen por qué imponer restricción alguna en relación con el funcionamiento en la parada, en la puesta en marcha y con variaciones de carga, siempre que las temperaturas de entrada de vapor se mantengan próximas a los valores nominales de proyecto, y se inyecte vapor de enfriamiento en el



267733¹⁵

paso o transición entre las turbinas de presión intermedia y de baja presión, cuando el gasto de admisión en la regulación es pequeño.

DESCRIPCION GENERAL DEL PRESENTE INVENTO

5

Hablando en términos generales, en la presente invención hay tres elementos de control, separados pero relacionados entre sí, que son los siguientes:

10

Elemento 1. Un sistema de válvulas de regulación y cierre de paso situado después de la parte de camisa de refrigeración, y antes de la salida de vapor recalentado, del generador de vapor. En las figuras 5a a 5j inclusive se ilustran esquemáticamente diversas modificaciones de dicho sistema. Este sistema permite hacer trabajar al generador de vapor a dos niveles de presión, encontrándose el nivel más bajo corriente abajo del sistema de válvulas. Este sistema tiene vida propia y no necesita de los sistemas descritos en los párrafos 2 y 3 que siguen.

15

20

Elemento 2. Un sistema supervisor o de control automático que gobierna la puesta en marcha y la parada. Dicho sistema se ilustra en la fig. 6. La entalpía del vapor de salida del recalentador viene regulada por la temperatura del vapor en el escape de primera etapa de la turbina o en un punto sucesivo de corriente abajo, antes de agregársele al vapor el recalentamiento.

25

La presión de regulación viene gobernada por la diferencia entre las temperaturas del vapor y del metal en la válvula reguladora de paso o en la caja de válvula del regulador centrifugo o controlada a presión constante o a una variación de presión concertada con el tiempo, la carga o el gasto, o bien controlada para incrementar la entalpía del vapor de salida del recalentador

30



del generador de vapor durante los períodos de poco gasto de vapor. Las diferencias de temperatura entre las cajas de tobera de las turbinas y/o la velocidad de variación de temperatura del metal en partes del cilindro de turbina de alta presión, expuestas al vapor primario suministrado a las toberas de primera etapa, limitan la velocidad de subida de la entalpía del vapor de regulación y la velocidad de aumento de la carga en la turbina.

Elemento 3. Un sistema para gobernar la temperatura de vapor del escape de la turbina de baja presión durante la puesta en marcha o el funcionamiento con poca carga. Dicho sistema se ilustra en la fig. 7. El vapor procedente del tambor del generador de vapor, del recalentador de baja temperatura, del recalentador de alta temperatura después de la atemperación o desrecalentamiento, o del sistema de derivación de puesta en marcha del generador de vapor, es inyectado en el paso o transición entre la turbina de baja presión y el elemento de turbina de agua s-arriba. El mayor gasto o paso de masa por el escape disminuye las pérdidas de salida por kilogramo de gasto de vapor, y reduce la temperatura del vapor en el escape. La menor entalpía del vapor de inyección reduce la temperatura de la mezcla en la conexión de transición antes de entrar en la turbina de baja presión. La temperatura de escape de la turbina de baja presión es regulada a mano o automáticamente mediante uno o varios detectores de temperatura situados en el paso del vapor de escape de la turbina de baja presión o en el metal de la estructura del escape. Este (o éstos) a su vez gobiernan el gasto de vapor de inyección. La magnitud del gasto o caudal de vapor de inyección durante los períodos de carga reducida puede regularse también, a régimen constante o variable, me-

267733



diante una señal suministrada al regulador de la válvula de alimentación de vapor de inyección desde el sistema regulador centrífugo de la turbina, la carga del generador, la presión o el gasto de las etapas de turbina.

5 DESCRIPCION ESPECIFICA DEL PRESENTE INVENTO

10 Las figs. 5a y 5b ilustran dos colocaciones diferentes del sistema o de los sistemas T de válvulas de regulación y cierre, entre las camisas de refrigeración del generador de vapor y la salida del recalentador. Los circuitos del generador de vapor incluyen un tambor de vapor o un separador de vapor y agua D para presiones inferiores al valor crítico. Dicho tambor o separador D puede omitirse en el circuito en el caso de generadores de vapor de circuito abierto proyectados para presiones subcríticas o supercríticas. En cada uno de
15 uno o más circuitos de circulación en paralelo se colocan unas válvulas de regulación y cierre de paso T, como se indica en una u otra de las figs. 5a y 5b.

20 Parte de la descarga procedente de las camisas de refrigeración del generador de vapor puede ser tomada del circuito principal de paso, antes del sistema de válvulas de regulación y cierre T, por medio de la tubería de derivación BP. La derivación BP puede volver al ciclo total o parcialmente en algún punto situado entre la salida del recalentador y el punto de suministro del agua al generador de vapor. La derivación BP puede salir del tambor o del separador de vapor y
25 agua D, o bien puede salir de cualquier otro punto corriente abajo en la tubería principal de circulación, antes del sistema de válvulas de regulación y cierre T, en el caso de que el tambor o el separador de vapor y agua D se encuentre incluido en el circuito principal. La derivación BP puede salir
30



257733

de cualquier punto de la tubería o línea principal de circulación corriente abajo de las camisas de refrigeración o "paredes de agua", hasta el sistema de válvulas de regulación y cierre T, en el caso en que el tambor o el separador de vapor y agua no esté incluido en el circuito principal.

El sistema de válvulas de regulación y cierre, en una única tubería de paso o en varias tuberías de paso en paralelo, puede consistir en una sola válvula en cada tubería de paso.

La fig. 5c ilustra una línea múltiple o grupo de tuberías de circulación en paralelo, que comprende una única válvula V (o sistema de válvulas) de tubería principal y una o más válvulas de derivación más pequeñas.

La fig. 5d representa un sistema V de válvulas de regulación y cierre de paso en una única línea de circulación o en varias líneas de circulación en paralelo, que comprende una válvula en todos los circuitos en paralelo a cada extremo de una línea o tubería principal de circulación.

Todas o cualquiera de las válvulas de los diversos sistemas de regulación de paso mencionados pueden ser accionadas a mano o con el auxilio de fuerza motriz. Las válvulas accionadas por fuerza motriz pueden ser mandadas por uno cualquiera o una combinación de los sistemas que siguen.

La fig. 5e ilustra un actuador o sistema de accionamiento por fuerza motriz P para la válvula de regulación y cierre V mandado por un dispositivo de control de actuador C. El mando C de actuador de válvula se ajusta a mano para abrir o cerrar la válvula de regulación y cierre hasta cualquier posición, extrema o intermedia.

La fig. 5f representa un sistema de válvulas de regu-



287733

lación y cierre, en el cual la válvula de regulación de paso V es abierta o cerrada por el mando o control de presión PC para regular la presión de corriente abajo a cualquier presión constante prefijada, o para cualquier variación concertada de presión con el tiempo, el gasto o la carga del generador, y que es inferior a la presión de corriente arriba. El mando de presión PC recibe su impulso de presión procedente de la toma de presión PT situada en la tubería de vapor del lado de corriente abajo.

5
10
15
20
La fig. 5g representa un sistema de válvulas de regulación y cierre de paso en el cual la válvula de regulación V, situada entre las camisas de refrigeración del generador de vapor y la salida del recalentador se abre o cierra regulando la presión de corriente abajo, lo cual, a su vez, gobierna la temperatura del vapor corriente abajo del recalentador en una parte intermedia de la turbina entre etapas de turbina S. La medición de temperatura TM, por medio del control de temperatura TC, actúa sobre la válvula de regulación corriente arriba de todo el recalentador o de una parte de éste.

25
La fig. 5h ilustra un sistema en el que hay dos o más válvulas V accionadas por fuerza motriz, incluidas en el sistema de regulación de paso, pudiendo ser accionadas en paralelo o sucesivamente por el mando SC para gobernar la presión o la temperatura de corriente abajo.

30
La fig. 5j representa un sistema de válvulas de regulación y cierre de paso en el cual la válvula de regulación V existente entre las camisas de refrigeración del generador de vapor y la salida del recalentador es abierta o cerrada para regular la presión de corriente abajo, lo cual, a su vez,



gobierna la temperatura del vapor limitando la diferencia de temperatura entre (1) la temperatura del vapor en algún punto de corriente abajo de la salida del recalentador y (2) la temperatura del metal que lo contiene. Para una entalpía de vapor dada, aumentando la presión después de la válvula reguladora se eleva la temperatura del vapor, y reduciendo la presión después de la válvula reguladora se rebaja la temperatura del vapor. Cuando la temperatura del vapor es más alta que la temperatura del metal que lo contiene, pasará calor del vapor al metal. Al subir la temperatura del metal, disminuirá la diferencia de temperaturas. El mando o control de diferencia de temperaturas DC hará que la válvula reguladora se abra, elevando la presión de vapor y la temperatura. De esta manera puede gobernarse la velocidad de subida de la temperatura del metal. Cuando la temperatura del vapor es inferior a la temperatura del metal, el calor pasará del metal al vapor. Reduciendo la presión de vapor por medio del mando de diferencia DC se regula la velocidad de enfriamiento del metal. La velocidad del calentamiento o del enfriamiento puede ser ajustada según el grado de diferencia de temperaturas. Se obtiene también el mismo tipo de control cuando el sistema de regulación de paso está colocado después de la salida del recalentador.

Como complemento o alternativa del párrafo anterior, el sistema de válvulas de regulación y cierre de paso puede gobernar la temperatura del vapor en algún punto de corriente abajo de la salida del recalentador y a cualquier temperatura constante prefijada, o variación de temperatura concertada con el tiempo, el gasto, la carga del generador o la presión de etapa de turbina, sin tener en cuenta la diferencia entre las temperaturas del vapor y del metal que lo contiene. En tal caso sólo se



237733

necesitaria, en la fig. 5j, la medición de la temperatura del vapor. El mando de diferencia DC se convertiría en el mando de temperatura TC.

5 El sistema de válvulas de regulación y cierre puede suministrar vapor de baja presión a la turbina. El vapor en las camisas refrigeradoras y en los circuitos vaporizadores del generador de vapor puede mantenerse a mayor presión y temperatura de saturación. Esto acelera la velocidad a la cual puede incrementarse la carga del generador de vapor durante la puesta en
10 marcha en caliente. La regulación de paso de vapor puede dividirse entre el sistema reductor de presión en la caldera y el sistema de admisión de vapor a la turbina, reduciéndose al mínimo el enfriamiento rápido en el sistema de admisión de vapor a la turbina para arranque en caliente, y la presión de saturación y diferencia de temperaturas a través del dispositivo regulador
15 de paso de la turbina para arranque en frío.

20 En la puesta en marcha de una unidad, para regular las temperaturas de vapor en la turbina, el doble accionamiento de presión del generador de vapor (mayor presión corriente arriba y menor presión corriente abajo del sistema de válvulas de regulación y cierre de paso) permite variaciones en la velocidad de combustión que aumentan o disminuyen la presión de vapor corriente arriba, así como la entalpía del vapor de salida del recalentador para una presión de corriente abajo prefijada.

25 La reducción de la presión del vapor delante de la salida del recalentador permite un aumento en el nivel de energía del vapor de salida. La entalpía del vapor a 163 atmósferas absolutas (ata) y 565° C es de 830 kcal/kg, y la entalpía del vapor a 68 ata y 565° C es de 851,6 kcal/kg. Esto puede lograrse
30 al tiempo que se mantiene la temperatura de saturación a un ni-



267733

vel superior al que le corresponde a la presión del vapor de salida del recalentador. La temperatura del vapor saturado a 163 ata es de 350^o C, y a 68 ata es de 291,2^o C. Esto permite al generador de vapor producir un suministro de vapor de alta entalpía y baja presión para la puesta en marcha de una turbina caliente, sin rebajar el nivel de temperatura de las camisas de refrigeración, haciendo funcionar todo el generador de vapor a una presión más baja.

En el caso de un generador de vapor de circuito abierto, el sistema de válvulas de regulación y cierre de paso permite al generador de vapor producir económicamente su propio vapor para limpiar: (1) la parte colgante del recalentador corriente abajo del sistema reductor de presión; (2) las tuberías de vapor principal y de recalentador; y (3) el recalentador de baja presión (de 13,6 atm a 54,4 atm de margen). Sin el sistema de válvulas de regulación y cierre de paso debería emplearse limpieza al ácido u otros sustitutivos antes de suministrar el vapor a la turbina, después de la construcción inicial o de sucesivos trabajos de reparación de las partes arriba citadas, incluidas en la limpieza.

En todas las calderas, una vez puesta la caldera en servicio, al parar la unidad, el recalentador colgante corriente abajo del sistema de válvulas de regulación y cierre puede ser aislado, y su presión reducida por medio de respiraderos o desagües de modo que permanezca lo más seco posible durante la parada; así, a la puesta en marcha sucesiva, el tiempo necesario para secar el recalentador colgante se reducirá al mínimo. Sin el cierre y la reducción de presión, se condensará una cantidad considerable de agua en el recalentador colgante, una vez que su temperatura haya descendido por bajo de



267733

la de saturación del vapor. La reducción de presión disminuye la temperatura de saturación del vapor. En una caldera de circuito abierto, el recalentador seco reduce al mínimo las dimensiones del sistema de derivación de puesta en marcha, para
5 unas exigencias dadas de tiempo de puesta en marcha.

El sistema de válvulas de regulación y cierre permite hacer trabajar las camisas de refrigeración de aguas arriba a presión más elevada que el recalentador situado corriente abajo. Reduciendo la presión antes del recalentador final se re-
10 baja la temperatura del vapor, por bajo de la que se habría obtenido a mayor presión sin el sistema reductor de presión. Esto acrecienta el gradiente de temperatura entre (1) el gas y (2) el líquido y/o vapor resultante después de la reducción de presión. Ello da lugar a una mayor transmisión de calor, que
15 aumenta la entalpía del vapor de salida del recalentador. El control indicado puede emplearse con ventaja para regular el enfriamiento o el calentamiento en una turbina durante las operaciones de parada o de puesta en marcha.

La derivación BP puede emplearse para establecer la
20 necesaria circulación a través de las camisas de refrigeración de un generador de vapor de circuito abierto al encender el hogar, antes de establecer una importante circulación a través del sistema de válvulas de regulación y cierre de paso. La derivación BP puede utilizarse también para eliminar productos de conden-
25 sación de los recalentadores situados delante del sistema de válvulas de regulación y cierre, cuando la derivación está situada después del recalentador pero antes del sistema de válvulas de regulación y cierre. Esto puede hacerse con las válvulas de regulación y cierre cerradas, permitiendo que el recalentador de
30

267733



corriente abajo se vaya calentando antes de hacer pasar vapor por el sistema de válvulas de regulación y cierre. Con ello se impide que en el recalentador de corriente abajo, estando frío, se produzca condensación y se obstruyan por ello con condensado los bucles o elementos tubulares colgantes. Eliminando el condensado, por desagüe y ebullición, del recalentador situado corriente arriba del sistema de válvulas de regulación y cierre, y caldeando los recalentadores antes de abrir el sistema de válvulas de regulación y cierre durante el período de puesta en marcha se asegurará el suministro de vapor inicial de alta entalpía a una turbina caliente durante la puesta en marcha. La derivación BP puede emplearse para aumentar la velocidad de encendido acrecentando la entalpía del vapor de salida del recalentador.

El objetivo del sistema de control realizado conforme a la presente invención e ilustrado en la fig. 6, es el de proporcionar una unidad generadora de vapor y electricidad más segura en la puesta en marcha y la parada, restringiendo la velocidad de variación de la temperatura del metal y regulando las temperaturas del vapor para eliminar todo perjuicio por tensiones térmicas. Este sistema de control puede facilitar al operador una indicación de carácter comparativo y supervisorio, o bien puede regular automáticamente todo o parte del equipo de la instalación de turbina y caldera correspondiente.

La temperatura del vapor de escape de primera etapa de la turbina de alta presión, o la temperatura del vapor en otro lugar de corriente abajo antes del recalentamiento del vapor, regula la entalpía del vapor a la turbina. La temperatura del vapor se mide por medio del detector de temperatura 1. El detector de temperatura 1 puede estar situado, como alternativa,

267733



5 en 2. La señal procedente del detector 1 se lleva a un registrador y/o regulador 3 de la temperatura del vapor que gobierna la temperatura del vapor en 1 a un valor ajustable prefijado que se adapta del mejor modo a la condición de temperatura de la turbina durante la puesta en marcha o la parada.

10 Cuando la temperatura del vapor se desvía del punto de control, se envía una señal desde el regulador 3 al dispositivo 4 para restablecer la temperatura en 1 al punto de control.

15 El dispositivo 4 puede ser uno o más de los siguientes: mandos de accionamiento de válvula de derivación de la circulación interna del generador de vapor, mandos de alimentación de combustible, mandos de registro de derivación de gases, mandos de aire excedente o devolución de gases o temperación de gases, mandos de agua de aspersión, para atemperación o desrecalentamiento, o un dispositivo que predisponga la relación de absorción de calor

entre funciones de vaporización y recalentamiento del modo que mejor se adapte al tipo o proyecto concreto de caldera en cuestión. El detector de temperatura 5 mide la temperatura del vapor a la salida del recalentador. La señal procedente del detector 5

20 puede emplearse para registrar, acusar o limitar la acción de control del mando o regulador 3, y es discrecional. El detector de temperatura 6 mide la temperatura del metal junto al detector 1, y puede emplearse para registrar o acusar diferencias, superiores a unos valores prefijados, entre los detectores 1 y 6.

25 El detector 6 es de uso discrecional. Como alternativa, el detector 6, asociado al 2 arriba indicado, puede colocarse en 7.

30 Cuando se necesite sólo una indicación supervisoria, el registrador o regulador 3 no hace más que indicar las temperaturas y/o indicar la diferencia de temperatura y/o accionar un dispositivo de aviso o alarma.



257733

La temperatura del vapor por el lado de encima del asiento de la (s) válvula(s) de regulador centrífugo en 8 (abiertas las válvulas de regulación y cierre de paso) se regula por encima o por bajo de la temperatura del metal, para regular la velocidad de calentamiento o enfriamiento, respectivamente, de la caja de válvula del regulador centrífugo. Como la entalpía del vapor está gobernada en el punto 1, la temperatura del vapor en la caja de válvula de regulador centrífugo 17 puede variar hacia arriba o hacia abajo, respectivamente, por medio del control de presión de vapor ejercido por la regulación de paso. El detector 10 de temperatura de vapor y el detector 11 de temperatura del metal envían sus señales al registrador y/o regulador 12 de diferencia de temperaturas entre vapor y metal. Cuando la temperatura del vapor sea más alta que la temperatura del metal, el calor pasará del vapor al metal. Al subir la temperatura del metal, disminuirá la diferencia de temperaturas. El regulador de diferencia 12 enviará una señal al regulador de accionamiento 13, que pone en acción el actuador de fuerza motriz sobre la(s) válvula (s) de control 14 del sistema de regulación de paso, que pueden estar situadas entre las camisas de refrigeración del generador de vapor y la salida del recalentador, o bien después de la salida del recalentador. La (s) válvula (s) 14 reguladoras de paso, al abrir, aumentan la presión y la temperatura. Así, la velocidad de variación de temperatura del metal puede gobernarse ajustando el control de diferencia de temperatura del regulador 12. Cuando la temperatura del vapor sea inferior a la temperatura del metal, pasará calor del metal al vapor. La velocidad de enfriamiento del metal puede gobernarse reduciendo la presión de vapor con el regulador o mando 12.



267713

El detector de temperatura 15 es equivalente al detector 10, y el detector 16 es equivalente al detector 11 cuando, como punto de control alternativo o sustitutivo se emplea(n) la (s) válvula(s) de regulación y cierre de paso 18.

5 La caldera se hace funcionar normalmente con una presión constante a la salida del recalentador. Cuando se utiliza el sistema de regulación de paso 14 para gobernar presiones de vapor en 8 ó 9, la presión corriente arriba del sistema 14 puede regularse mediante el control de presión de vapor 19 si se coloca la válvula 14 antes de la salida del recalentador. La medida de presión para cada caso se indica en 20. Cuando se prescinde del sistema de regulación de paso 14, la señal procedente del control de diferencia 12 puede ser directamente enviada al control de presión de vapor 19. Cuando sólo haga falta una indicación supervisoria, el control 12 no hace más que indicar temperaturas y/o indicar diferencias de temperatura y/o poner en acción un dispositivo de aviso o alarma. Cuando la(s) válvula(s) de regulación de paso 14 está(n) situada(s) delante de la salida del recalentador, el detector de temperatura 21 funciona de la misma manera que el 5, impidiendo que la temperatura exceda en 21 de un límite prefijado. Cuando el sistema de regulación de paso 14 se encuentre después de la salida del recalentador, los detectores 5 y 21 serán los mismos.

25 Como alternativa a lo que antecede, la presión en los puntos 8 o 9 puede gobernarse mediante una toma de presión, como sustitutivo del detector 10 o 15, toma que hace llegar un impulso a un regulador o mando de presión que sustituye al regulador 12. Los detectores 11 y 16 no son necesarios. El mando de presión 12 gobierna la presión de vapor en 10 ó



257733

15 a cualquier valor de presión constante prefijado o cualquier variación de presión concertada con el tiempo, o la carga, o el gasto, o la capacidad de alta entalpía del vapor de salida de la caldera. El mando de presión 12 hace llegar unas
5 señales al mando 13 o 19, según el método de control de presión previsto para regular las presiones en 10 ó 15.

Al poner en marcha una unidad, en la que la presión del circuito de vaporización del generador de vapor haya disminuído durante la parada, el mando o regulador de presión 19
10 puede estar inactivo mientras se eleva la presión al nivel nominal de proyecto, después de comenzado en encendido. La presión en los circuitos de vaporización puede dejarse flotar por bajo del nivel nominal de proyecto según lo permitan las condiciones del agua y el proyecto del generador de vapor, de modo
15 que al aumentar o disminuir la velocidad de encendido se aumentará o reducirá la presión corriente arriba de la(s) válvula(s) 14, así como se aumentará o reducirá la entalpía del vapor según lo pida el regulador 3, cuando la velocidad de encendido se utilice como dispositivo para el control de la temperatura del vapor de escape de primera etapa de la turbina.

Normalmente, después de la puesta en marcha, la presión del
20 circuito de vaporización de un generador de vapor del tipo de tambor usual se irá desviando o modificando hasta el nivel nominal de proyecto. Al hacerlo así, las pequeñas caídas de presión en los circuitos de vaporización, consiguientes o derivadas de las temporalmente decrecientes velocidades de encendido, proporcionan una rápida respuesta para corregir la alta entalpía del vapor de salida del recalentador. Las correcciones
25 pueden hacerse con independencia del control de presión corriente abajo de la(s) válvula(s) 14.



207733

El sistema que sigue es de uso discrecional en relación con el sistema global de control. Como consecuencia de los sistemas más arriba descritos, los cambios de temperatura del metal, corriente arriba respecto de la regulación de paso de vapor a las etapas iniciales de la turbina, y corriente abajo desde la primera etapa durante la puesta en marcha y la parada, pueden limitarse por medio de controles. Después de cambiar del control de admisión de vapor por válvula(s) de regulación y cierre de paso (admisión total) a control por válvula de regulador centrífugo (admisión parcial) la temperatura del vapor después de la primera etapa descenderá al crecer la entalpía del vapor elevando las temperaturas después de la primera etapa, se elevará(n) la(s) temperatura(s) de la(s) caja(s) de tobera. El control que se indica a continuación está destinado a limitar la elevación de temperatura de las cajas de tobera hasta más allá de límites aceptables. El detector de temperatura 22 situado en la caja de toberas de la válvula de regulador centrífugo nº 1, o en otra parte interna de la turbina de alta presión envía una señal al registrador y/o regulador de temperatura 23. Este regulador trabaja en función de la velocidad de variación de la temperatura. Si esta velocidad de variación excede de un valor prefijado, el regulador 23 envía una señal al regulador 3 de la temperatura del vapor, compensando la señal resultante de una variación de temperatura en 1. El detector 22 puede colocarse, alternativamente en 26.

Como control suplementario o alternativo del sistema descrito en el párrafo precedente hay dos o más detectores de temperatura 22. Uno de ellos está situado en el metal de la caja de tobera de válvula del regulador centrífugo nº 1, o en una parte a ella ligada o equivalente mientras el (los) otro(s)



207733

5 está(n) situado(s) en el metal de otra(s) caja(s) de tobera de válvula de regulador centrífugo u otra(s) parte(s) asociada(s) con la admisión de vapor a la primera etapa. El impulso procedente de cada uno de los detectores 22 se lleva a un registro y/o control o regulador de la diferencia de temperatura como alternativa o complemento de 23. Si la diferencia de temperatura entre dos puntos asociados cualesquiera excede de un valor prefijado, el regulador 23 envía una señal al regulador 3 de temperatura del vapor, compensando la señal resultante de la variación de temperatura en 10 1. Cuando solamente se necesite una indicación supervisoria, el regulador 23 no hace más que indicar temperaturas y/o indicar diferencias de temperatura y/o poner en acción un dispositivo de aviso o alarma.

15 El regulador 23 puede emplearse para gobernar la velocidad de variación de carga. En este caso, la señal se envía desde el regulador 23 hasta 41, lo cual incrementa, mantiene constante o disminuye el valor de ajuste del cambiador de velocidad o regulador centrífugo de la turbina. 20 Para la puesta en marcha, el aumento por encima del punto de ajuste del regulador 23 disminuye o mantiene constante el paso de vapor por la turbina; la disminución por bajo del punto de ajuste del regulador 23 aumenta el paso de vapor por la turbina. En la parada sucede lo contrario. La señal 25 del regulador 23 puede simplemente limitar otra velocidad de variación de carga prefijada.

30 El sistema que se detalla a continuación es también de uso discrecional. El comparador de variación de temperatura y carga 25 está equipado con un gráfico que va a velocidad relativamente rápida, tal como de 2,5 cm. cada tres

267733



minutos. En el gráfico se registran por separado la temperatura en 22 y la salida eléctrica del generador en 24. La pendiente de las dos representaciones gráficas y su yuxtaposición, una respecto a otra, indican una aceptable variación de carga con respecto a la velocidad de variación de temperatura del metal.

Los sistemas de control arriba descritos e ilustrados en la figura 6 son de tipo conveniente, a los que se les puede hacer automáticos o bien se les puede utilizar para usos de supervisión en ocasión de que en la instalación se estén efectuando numerosas operaciones. Así, se simplifican las obligaciones del operador durante la puesta en marcha o la parada.

La fig. 7, como antes se ha dicho, ilustra un sistema para regular la temperatura de vapor del escape de la turbina de baja presión durante la puesta en marcha o el funcionamiento a carga ligera. El vapor procedente del tambor de la caldera, del recalentador de baja temperatura, del recalentador de alta temperatura después de atemperado o desrecalentado, o del sistema de derivación de puesta en marcha del generador de vapor, es inyectado en la conexión de transición a la turbina de baja presión desde el elemento de turbina situado corriente arriba. Cuando el vapor de escape de la turbina de alta presión se mantiene próximo a los valores nominales de proyecto para puestas en marcha en caliente, la temperatura del vapor de entrada de recalentador intermedio en la turbina aumentará también. A fin de prevenir una excesiva elevación de temperatura en el escape de la turbina de baja presión, se ha ideado el sistema ilustrado en la fig. 7. Como alternativa, es posible inyectar agua de aspersion o atomización en la cam



267733

pana de escape. Como el agua de aspersion entra en una zona de vapor de alta velocidad, mucha gente teme la erosión procedente de este tipo de enfriamiento. Es necesario enfriar la campana de escape para impedir una excesiva dilatación en sentido ascendente, que daría origen a que los cojinetes de la turbina de baja presión se levantaran y absorbieran una excesiva carga de árbol. Esto trastornaría la alineación del árbol y daría origen a una excentricidad del árbol, además de una vibración. El vapor de inyección en la conexión de transición contiene un recalentamiento y elimina los riesgos asociados a una mezcla impropia de agua de aspersion. Asimismo, la inyección de vapor a los fines de refrigeración en el punto de transición entre las turbinas de presión intermedia y de baja presión proporciona una adecuada distribución de temperaturas entre los elementos de turbina. La temperatura del vapor de última etapa es mantenida al nivel de la temperatura de la campana de escape.

La fig. 7a ilustra unas partes de las estructuras físicas representadas esquemáticamente en la fig. 7. Las figs. 7b y 7c son vistas agrandadas de la fig. 7a. El vapor procedente de una turbina de alta presión y de un recalentador intermedio (no representado) del generador de vapor fluye a través de una turbina 31 de recalentamiento y presión intermedia, y de ésta, por un tubo de transición 30 que está conectado a una turbina de baja presión 32. El vapor de inyección procedente del tambor del generador de vapor, del recalentador intermedio o del recalentador final, o del sistema de derivación de puesta en marcha de la caldera, es suministrado al tubo de transición 30 a través de un tubo 33 y de una cámara de distribución 35. Desde la cámara de dis-



267733

tribución 35 al tubo de transición 30 se admite vapor uniformemente por medio de unos orificios 36. El paso de vapor de inyección al tubo de transición 30 viene regulado por una válvula de mando 34 accionada por fuerza motriz, tal como una

5 válvula neumática. Un par de válvulas 37 de accionamiento neumático o hidráulico protegen la turbina contra todo exceso de velocidad, cerrándose cuando la turbina se embala. La válvula de control 34 es accionada por el regulador 38 que recibe señales de detección de temperatura desde 39, en el trayecto

10 de paso del vapor de escape, o desde 40, en el metal de la estructura de escape. Como complemento o alternativa, el regulador 38 puede ajustarse a mano de modo que gobierne la apertura de la válvula 34 a cualquier posición fija previamente determinada, o puede ajustarse para que gobierne automáticamente la posición de la válvula 34, concertada con el tiempo,

15 el gasto, la carga del generador o la presión de etapa de turbina, independientemente de los detectores de temperatura 39 y 40. Si el suministro adicional de vapor excede de una entalpia de 667 kcal/kg, debe desrecalentarse de antemano. El valor

20 óptimo de entalpía se encuentra entre los límites de 638 y 667 kcal/kg.

Así, como se verá, se han habilitado dispositivos y sistemas eficaces para mejorar la flexibilidad de trabajo de las unidades generadoras de vapor y electricidad, incluyendo un sistema de válvulas de regulación y cierre de paso situado después

25 de la parte de canisas de refrigeración y antes de la salida de vapor recalentado del generador de vapor, para permitir el funcionamiento del generador de vapor a dos niveles de presión, encontrándose el nivel más bajo corriente abajo del sistema

30 de válvulas; incluyendo también un control automático o un sis-



tema supervisorio que gobierna la puesta en marcha y la parada; incluyendo asimismo un sistema para gobernar la temperatura de vapor del escape de una turbina de baja presión durante la puesta en marcha mediante la inyección de cantidades controladas de vapor en el punto de transición entre la turbina de baja presión y el elemento de turbina situado corriente arriba; incluyendo asimismo otros sistemas para mejorar el funcionamiento y el rendimiento de las unidades generadoras de vapor y electricidad.

Si bien se han ilustrado y descrito en lo que antecede varias formas de realización del presente invento, como se comprenderá, estas se dan a título únicamente ilustrativo, pudiendo hacerse diversos cambios y modificaciones dentro del ámbito del invento, tal como se define en las reivindicaciones siguientes.

Esta Solicitud, que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 7 de Junio de 1.960, bajo el número 42.194, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

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

1ª.- Un generador de vapor que incluye una sección de pared de agua y una salida de vapor de recalentador, una válvula de estrangulación conectada en serie entre dicha sección de pared de agua y dicha salida del recalentador.

2ª.- Un generador de vapor según el punto 1ª, carac-



267733

terizado porque dicha válvula de estrangulación incluye una válvula de cierre.

5 3º.- Un generador de vapor según el punto 2º, caracterizado por medios accionados mecánicamente para abrir dicha válvula en un punto predeterminado, e establecido a mano.

4º.- Un generador de vapor según el punto 2º, caracterizado por medios operados mecánicamente para accionar dicha válvula, de manera que se mantenga una presión aguas abajo sustancialmente constante.

10 5º.- Un generador de vapor según el punto 2º, caracterizado por medios accionados mecánicamente para dicha válvula, para mantener una presión aguas abajo variable, preseleccionada y programada.

15 6º.- Un generador de vapor según el punto 2º, caracterizado por medios accionados mecánicamente para dicha válvula, para controlar la diferencia de temperatura entre el vapor y el metal en que está contenido, en un punto aguas abajo de la salida del recalentador.

20 7º.- Un generador de vapor según el punto 2º, caracterizado por medios accionados mecánicamente para dicha válvula para controlar la temperatura del vapor de dicha salida del recalentador.

25 8º.- Un generador de vapor según el punto 2º, que tiene un paso de turbina intermedio aguas abajo de dicha salida del recalentador, caracterizado por medios accionados mecánicamente para operar dicha válvula, de manera que se controle la temperatura de vapor en dicho paso de turbina intermedio, antes de que se añada recalentamiento al vapor.

30 9º.- Un generador de vapor según el punto 2º, que tiene una turbina aguas abajo de dicho generador, caracterizado por

267733



medios para controlar la entalpía del vapor recalentado de la salida del generador de vapor en respuesta a la temperatura del vapor en dicha turbina, aguas abajo del escape del primer paso, antes de que se añada recalentamiento al vapor.

5 10^a.-- Un generador según el punto 9^a, caracterizado por medios accionados mecánicamente para dicha válvula que tienen medios de control para controlar la presión aguas abajo.

10 11^a.-- Un generador según el punto 9^a, caracterizado por medios operados mecánicamente para dicha válvula que tienen medios de control para controlar la temperatura aguas abajo.

15 12^a.-- Un generador según el punto 9^a, caracterizado por medios operados mecánicamente para dicha válvula, que incluyen medios de control para controlar la diferencia de temperatura entre el vapor y el metal que lo contiene y que lo encierra en un punto aguas abajo de dicha salida del recalentador.

20 13^a.-- Un generador según el punto 9^a, caracterizado por medios que responden a la velocidad de cambio de temperatura del metal de la sección de admisión de la caja de toberas de dicha turbina para denotar la variación del cambio de la temperatura del metal desde un límite prefijado.

25 14^a.-- Un generador según el punto 13^a, caracterizado porque dichos medios de control regulan la velocidad del cambio de la carga.

30 15^a.-- Un generador de vapor según el punto 2^a, que comprende un sistema de vapor y eléctrico que tiene una turbina de baja presión y una turbina de mayor presión aguas arriba, una conexión de cruce que interconecta dichas turbinas, caracterizado por medios para controlar la temperatura del vapor del



267733

5 escape de la turbina de baja presión, durante el funcionamiento con carga ligera, que tienen medios para inyectar fluido en dicha conexión de cruce a una temperatura inferior a la que existe en dicha conexión, de manera que se suministre vapor a menor temperatura a dicha turbina de baja presión.

16^a.- Un generador según el punto 15^a, caracterizado porque dicho fluido inyectado en dicha conexión de cruce es vapor poco recalentado procedente de un origen separado del alimentado a dicha turbina de mayor presión.

10 17^a.- Un generador según el punto 16^a, caracterizado por medios de control que responden a la temperatura del flujo de vapor de escape de la turbina de baja presión para controlar el flujo de dicho vapor poco recalentado.

15 18^a.- Un generador según el punto 17^a, caracterizado por medios de control que responden a la temperatura de una parte del metal del escape de dicha turbina de baja presión para controlar el flujo de dicho vapor poco recalentado..

20 19^a.- Un generador según el punto 2^a, caracterizado por un separador cilíndrico entre dichas paredes de agua y dicha salida del recalentador.

20^a.- Un generador de vapor según el punto 2^a, caracterizado porque dicho generador es un generador de paso único.

25 21^a.- Un generador de vapor según el punto 20^a, caracterizado por una válvula de estrangulación de derivación entre dichas paredes de agua y dicha salida del recalentador.

22^a.- Un generador de vapor.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en dibujos que se acompañan, y con los fines que se han especificado.



267733

Esta Memoria consta de treinta y cinco hojas y la presente escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

18
P.A.
[Handwritten signature]

Handwritten signature or initials

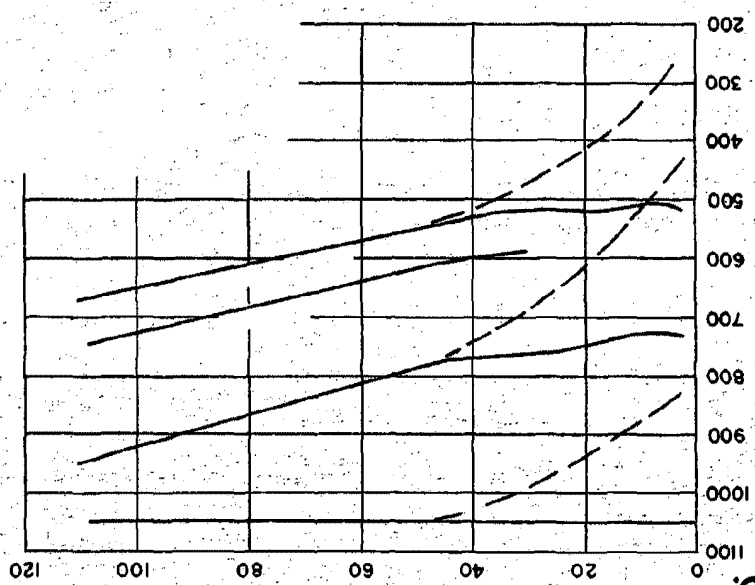


Fig. 3

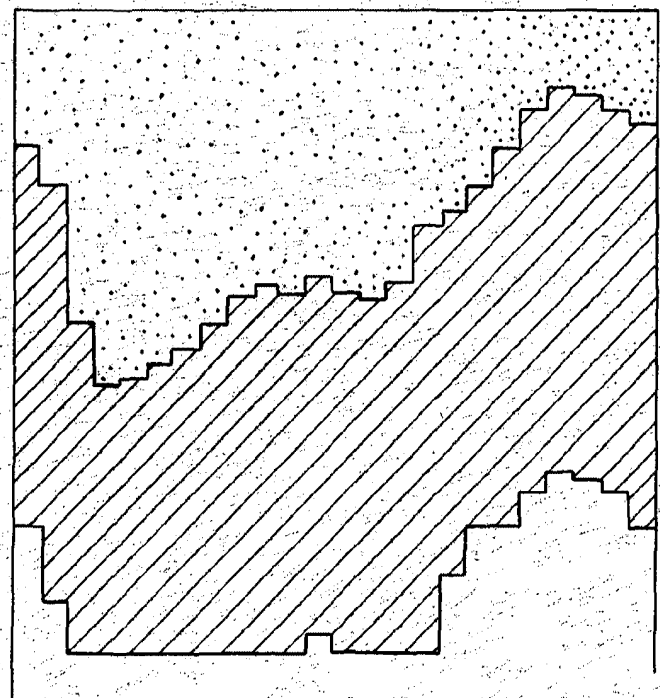


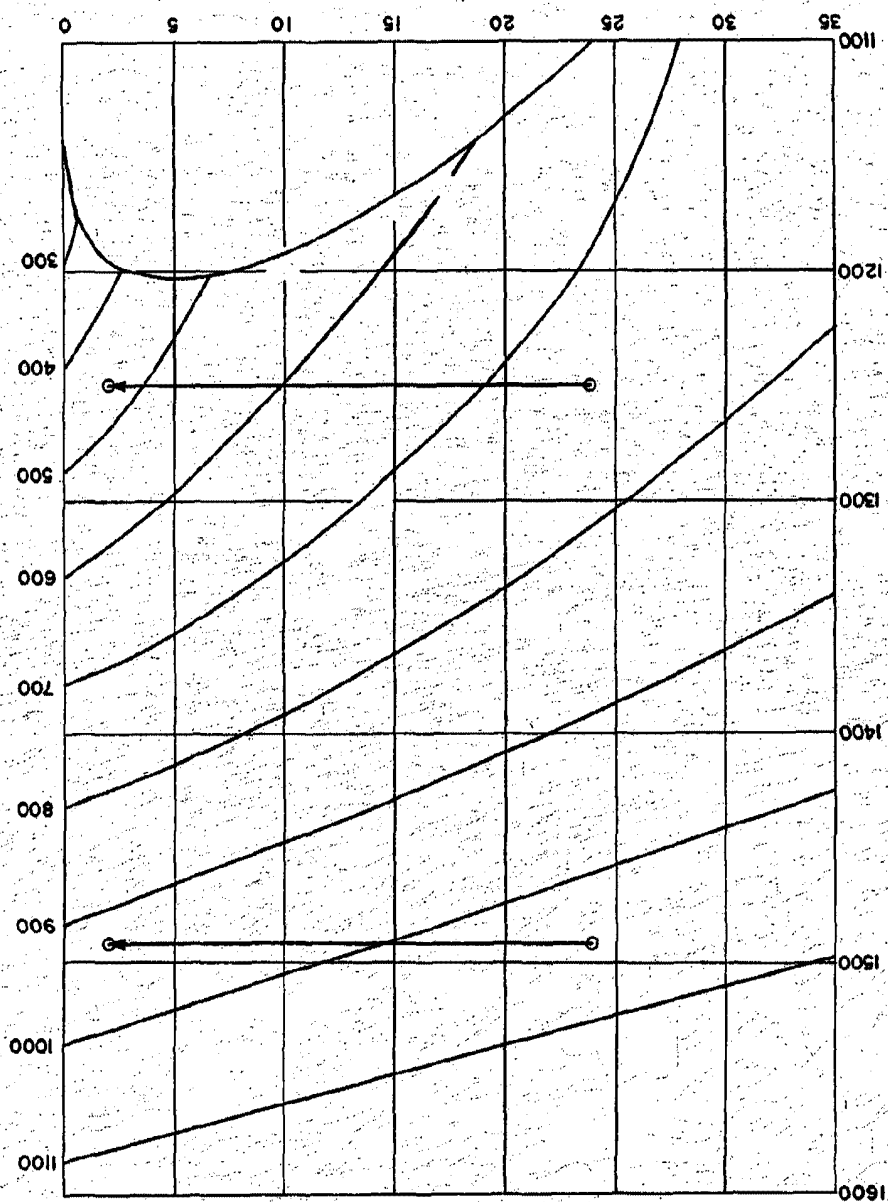
Fig. 1

267733



Handwritten signature or initials

Fig. 2.



267733



© 1921



267733

Fig. 4.

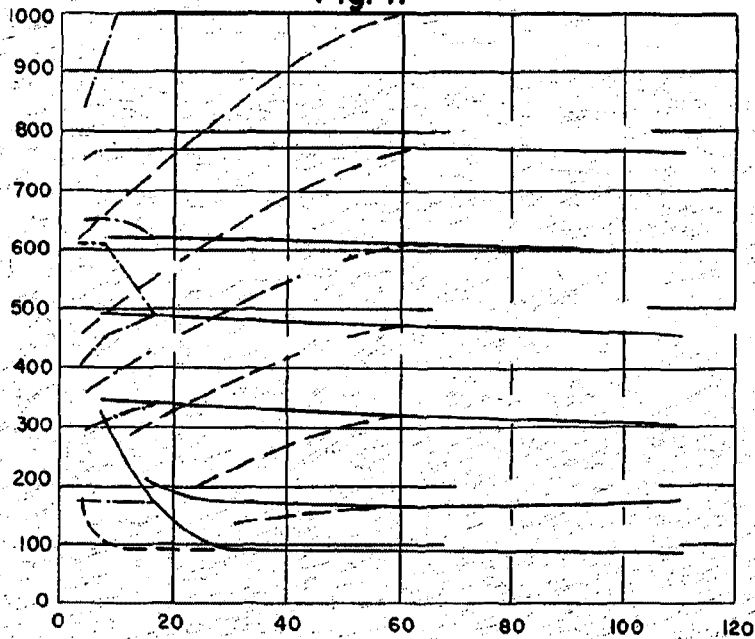


Fig. 5a

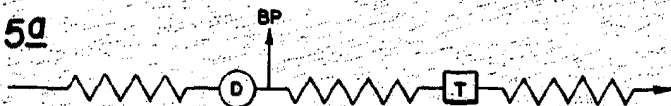


Fig. 5b

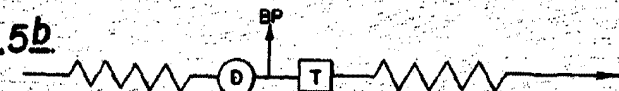


Fig. 5c

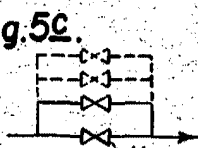


Fig. 5e



Fig. 5h

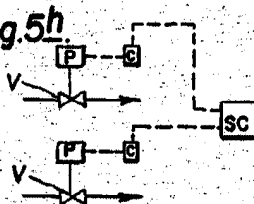


Fig. 5d

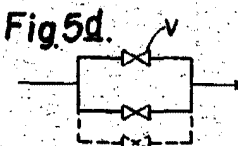


Fig. 5f

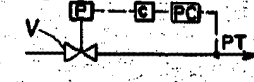


Fig. 5j

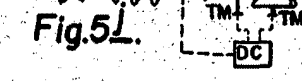
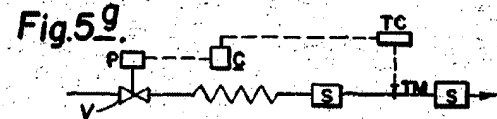


Fig. 5g



Handwritten signature or initials.



Fig.6.

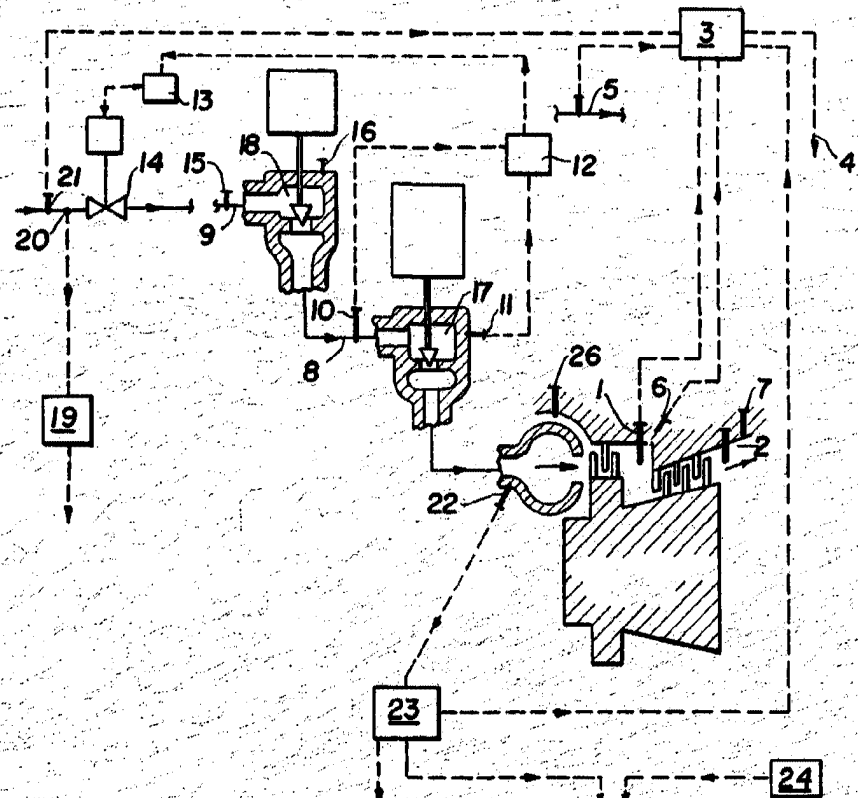


Fig.7.

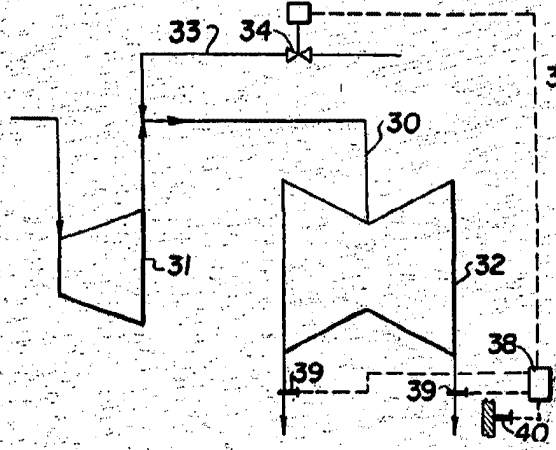


Fig.7a

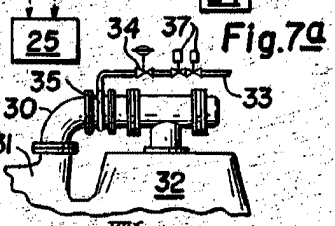


Fig.7b

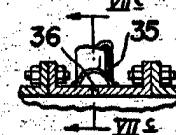
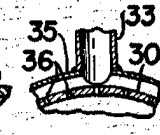


Fig.7c



Arde