

6 OCT. 1965

314662-29.611

Case No S 53139



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 25 de junio de 1.965, con el núm. 314.662

en

E S P A Ñ A

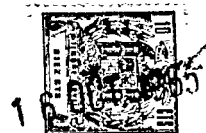
por VEINTE años

a nombre de FOSTER WHEELER CORPORATION, entidad norteamericana, establecida en 110 South Orange Avenue, Livingston, Nueva Jersey, Estados Unidos de América, por:

"UN METODO PARA HACER ARRANCAR Y FUNCIONAR CON POCA CARGA UN GENERADOR DE VAPOR DE PASADA UNICA, DEL TIPO DE CIRCULACION FORZADA".

La presente invención se refiere a un sistema de arranque y de funcionamiento con cargas bajas para generadores de vapor, y en particular a los aparatos, métodos y medios de control para el arranque, la repetición de arranque y el funcionamiento con poca carga de un generador de vapor subcrítico o supercrítico del tipo de "pasada única", de flujo de circulación forzado.

En el funcionamiento y manejo de un generador de vapor de pasada única juega un importante papel el sistema de derivación que se pone en paralelo con las turbinas. Este sis-



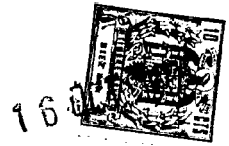
tema es necesario para proteger las paredes del hogar, dando suficiente circulación de fluido al arrancar y con bajas cargas. Ahora bien, la cantidad de agua o vapor que fluye por los tubos, para impedir que éstos se recalienten y quemem, puede exceder de la capacidad de las turbinas, y el sistema de derivación deja pasar entonces el exceso de caudal, en paralelo con las turbinas.

La protección de las partes de alta presión de la turbina es también cosa importante en el proyecto de un generador de pasada única. Estas partes, que deben ser capaces de manejar caudales a elevadas temperaturas y muy altas presiones (de, por ejemplo, 240 atmósferas) representan una gran parte del coste de una turbina. Es, por lo tanto, asunto de consideración crítica, evitar la excesiva fatiga térmica en estas partes.

Conocido es ya, en los sistemas de derivación, el recurso de utilizar un tambor de evaporación rápida o "flash" con el propósito de manejar el caudal excedente y separar de este caudal el contenido de vapor, para ir calentado y haciendo rodar la turbina. Es también conocido, en los sistemas de arranque o puesta en marcha, el uso de una válvula de estrangulamiento, aguas arriba de la turbina, con el objeto de suministrar a la turbina vapor de presión reducida. Este vapor de estrangulamiento a baja presión permite el arranque de la turbina con mínimas diferencias de temperatura (y, por tanto, mínima fatiga térmica) en las partes internas de la turbina.

Entre los objetivos perseguidos en tales sistemas ya conocidos se incluyen la evitación de excesivas pérdidas de calor, la reducción del tiempo necesario para el arranque, y el cuidado en la protección de las partes de las turbinas y de las secciones generadoras y recalentadoras del vapor contra choques

3 1 4 6 6 2



térmicos y daños por elevadas temperaturas. Según se ha visto, la aplicación de los principios en que se basa el presente invento da por resultado que se obtienen en tales respectos importantes mejoras, sobre las hasta ahora alcanzadas.

5 Por todo ello, es objeto del presente invento un sistema en el que, durante el arranque o el funcionamiento con poca carga, las superficies de caldeo están protegidas de modo más completo, y en el cual se puede disponer de vapor más pronto, en el período de arranque, para ir calentado y haciendo rodar la turbina, y para otros usos, reduciéndose a un mínimo el período necesario para el arranque y, al propio tiempo, reduciéndose las pérdidas de calor resultantes del funcionamiento en arranque y con poca carga. Es asimismo objeto de la invención alimentar la turbina con vapor de agua a presión y temperatura que van aumentando gradualmente durante el período de arranque, y que llega a la plena presión de estrangulamiento con una carga más compatible con las características de proyecto de la turbina, para la máxima protección de las partes de la turbina.

10
15
20 Estos y otros objetos se logran, conforme al presente invento, habilitando, en un aparato generador de pasada única, el cual incluye una sección generadora de vapor y unas secciones recalentadoras, medios, aguas arriba respecto de las secciones recalentadoras, para reducir la presión de fluido de modo que se transmita el calor al fluido de las secciones recalentadoras, a presión reducida. Para un flujo dado de gases de caldeo o de chimenea por sobre un grupo de recalentadores, y para un gasto dado de fluido dentro de dicho grupo, para las mismas condiciones termodinámicas en la entrada de gases de caldeo y de fluido, la reducción de la presión del fluido acrecien-



ta mucho la cantidad de calor absorbida por el fluido que circula por el interior del grupo de recalentadores.

5 Esta disposición proporciona el vapor necesario para ir calentando y haciendo rodar la turbina más pronto, en el ciclo de arranque, que si se transmitiera el calor al fluido en las secciones o grupos de recalentamiento a toda la presión. Además, el que el período de arranque y puesta a régimen sea más breve contribuye, en combinación con unos circuitos adecuados de recuperación de calor, a que se obtenga un mínimo
10 de pérdidas de la entrada de calor en el arranque.

Asimismo, conforme al presente invento, se prevé un sistema de derivación que incluye un depósito de evaporación súbita o instantánea dispuesto entre las superficies o secciones de recalentamiento, o en posición intermedia entre éstas,
15 para recibir el flujo a presión reducida que se ha calentado a continuación de la reducción de presión en la sección recalentadora situada aguas arriba. Asimismo, en el sistema de derivación van incluidas unas tuberías y válvulas para la distribución del flujo o caudal de derivación a diversas áreas del sistema de agua de alimentación y producto de condensación,
20 y a la superficie o sección de recalentamiento situada aguas abajo respecto del depósito de evaporación súbita. En relación con esto último, se prevén medios para controlar el contenido de calor del fluido a la salida de esta sección. Como el caudal de fluido se vuelve a calentar en la superficie de aguas arriba a presión reducida, en el depósito de evaporación instantánea se evapora súbitamente una mayor cantidad de vapor, haciéndolo más pronto en el ciclo de arranque. Como luego se hace pasar por lo menos una parte del vapor hasta la sección de recalentamiento que hay corriente abajo del depósito de evaporación
25 súbita, esta parte del vapor es suministrada a la turbina en estado de vapor recalentado. De esta manera, a la turbina le

314662

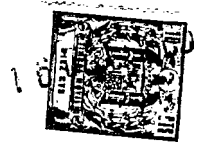


llega más pronto en el período de arranque el vapor recalentado y, del modo que se verá más adelante, un flujo de vapor al nivel térmico necesario para una máxima protección de las partes de la turbina.

5 En el funcionamiento y manejo del sistema de arranque y marcha con poca carga, conforme a la invención, el método de acción incluye las etapas de primero establecer el gasto o caudal y la presión que hacen falta para enfriar los circuitos, y luego poner los quemadores en servicio al régimen de encendido
10 reducido. La presión de fluido se reduce en un punto intermedio en las superficies de caldeo del generador, y el fluido circulante se vuelve a calentar a la presión reducida. El fluido así recalentado es súbitamente evaporado, obteniéndose un flujo de vapor que se calienta de nuevo, ajustándose el gasto, para al-
15 canzar, en esta etapa de nuevo caldeo, el nivel de contenido de calor deseado.

A este respecto, para el arranque en frío, el flujo puede ajustarse para dar al regulador de estrangulamiento de la turbina, para ir calentándola y haciéndola rodar, vapor en
20 estado de ligeramente recalentado. Para volver a arrancar ya en caliente, el vapor es recalentado a un nivel al cual, después de regular por medio de una válvula de derivación de estrangulamiento de tipo usual en turbinas, la temperatura del vapor corre parejas con la temperatura de las partes de entrada de
25 la turbina.

Al llegar la turbina a la condición de régimen permanente, se sincroniza y se carga, y la carga se aumenta haciendo aumentar el gasto o caudal de entrada a la turbina hasta el pleno valor de arranque establecido en los circuitos de alta presión, y luego aumentando la temperatura, la presión y el gasto,
30 por medio del control normal de la combustión del aparato, hasta llegar al gasto de plena carga.



Como se verá, esta sucesión de etapas da por resultado una apreciable mejora en la evitación de fatigas mientras se va calentando y cargando la turbina, lo mismo si se trata de un arranque en frío que de una nueva puesta en marcha en caliente, así como otras mejoras.

Estos y otros objetos y ventajas del presente invento se irán desprendiendo del estudio de la descripción que sigue referida a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 ilustra esquemáticamente una forma de realización de un sistema de arranque conforme al presente invento;

Las figuras 2, 3 y 3A son unos diagramas de temperatura entalpía que ilustran el funcionamiento de las superficies de convección tipo, de alta temperatura, para arranque en frío y nuevo arranque en caliente, respectivamente, conforme a la invención;

la figura 4 ilustra una disposición de control por válvulas de estrangulamiento y por válvulas del regulador automático de velocidad, para una turbina de alta presión;

la figura 5 es un diagrama ilustrativo del funcionamiento de un grupo turbogenerador conforme a la invención, durante un arranque en frío, con respecto a la variación de presión en función del porcentaje de carga en la válvula de estrangulamiento de la turbina;

la figura 6 es un esquema del turbogenerador de la figura 5, donde se ilustra la variación de la posición de la válvula del regulador de velocidad de la turbina con respecto a la carga; y

la figura 7 es un esquema que ilustra en detalle una estación reductora de la tubería principal de circulación, con

314662

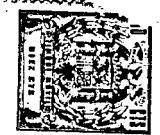


arreglo a una forma de realización del invento.

Con referencia a la realización de la fig. 1, se ilustra en ella esquemáticamente una instalación de turbina y generador de vapor que incluye en serie un economizador 12, unos pasos de horno 14 y unos pasos 16 de techo y recinto de convección. También forman parte de la instalación una sección 22 de recalentamiento primaria y/o de platina, y una sección de recalentamiento terminal 24. Durante el funcionamiento normal del turbogenerador, la circulación se efectúa a través de las secciones de recalentamiento, y desde la salida de la sección terminal 24 de recalentamiento a una turbina de alta presión 26, volviéndose a calentar en 28 (recalentamiento intermedio) el vapor de escape de la turbina, que pasa a una turbina de baja presión 30, y de ella a un condensador 32. Por ser del tipo de pasada única, o una sola etapa, se da presión al sistema mediante una bomba de alimentación 34, y la alimentación circula desde el condensador, pasando a través de unos calentadores de baja presión 36, un desaireador 38, un depósito de almacenaje 40 y unos calentadores de alta presión 42, hasta el economizador 12.

Conforme a la invención, el sistema de arranque o puesta en marcha incluye una estación 44 reductora de presión que puede estar compuesta por una pluralidad de válvulas, si bien, a los fines de la ilustración, sólo se representa una de ellas), intercalada en la trayectoria principal de circulación aguas arriba del recalentador primario 22, que recibe el flujo procedente de los tubos de techo 16. También forma parte del sistema de arranque un depósito de evaporación súbita 46, dispuesto en una tubería de derivación 48 que conduce desde la salida del recalentador primario 22 y se salta en paralelo una o más válvulas 50 entre las secciones de recalentamiento 22 y 24. Una válvula

314662

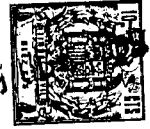


de paso 52 intercalada en la tubería de derivación 48 separa el depósito de evaporación súbita de la salida de la sección 22 de recalentamiento primario. Asimismo hay dispuesto, en la tubería de derivación 48, un atemperador 54 por atomización, y una tubería de derivación suplementaria 98 que se extiende salvando la válvula de paso 52, entre la salida del recalentador primario y el depósito de evaporación súbita.

Las tuberías y válvulas para la distribución del flujo de derivación que procede del depósito de evaporación súbita constan de una tubería 56 que se extiende hasta el extremo de entrada del recalentador de acabado 24, tubería que contiene una válvula 58; y de una tubería de vapor 60 que sale del espacio de vapor del depósito de evaporación súbita e incluye unos ramales 60a al regulador de la empaquetadura de la turbina, 60b al desaireador y 60c a los calentadores de alta presión; tuberías que se abren y cierran por medio de válvulas 62, 64 y 66, respectivamente. Un flujo de desagüe o drenaje que procede del depósito de evaporación súbita es manipulando por medio de una tubería 68 dotada de ramales 68a y 68b que van a la cámara caliente 70 del condensador y a los calentadores de alta presión 42, respectivamente, y siendo estas tuberías abiertas y cerradas por medio de válvulas 72 y 74, respectivamente.

También forma parte del sistema de derivación una tubería 76 que conduce desde la salida del recalentador de acabado 24 al condensador, salvando o derivando las turbinas de alta y baja presión; así como una válvula reductora de presión 78 que hay en esta tubería, y un atemperador 80 por atomización situado inmediatamente aguas arriba de la lumbrera de entrada al condensador. A la tubería 76 se le une un ramal 60d que parte del espacio de vapor del depósito de evaporación súbita y lleva intercalada una válvula 82.

314662



La invención se comprenderá mejor haciendo referencia, a título de ejemplo, a las figs. 2 a 6 inclusive, de las cuales las figs. 2, 3 y 3A, ilustran las etapas de trabajo de un aparato generador de una sola etapa conforme a la invención, y las figs. 4 a 6 muestran la manera de enlazar dicho aparato como una tubi-
5 na. Aun cuando en el ejemplo que sigue se dan números concretos en relación con presiones, gastos o caudales, temperaturas y otros parametros, se sobreentiende que los conceptos de la invención no están limitados por estos valores concretos.

10 CALDEO INICIAL DEL GENERADOR DE UNA SOLA ETAPA

Inicialmente, en un período de arranque en frío (fig. 2), se pone en marcha la bomba de alimentación para dar presión al aparato generador aguas arriba de la estación reductora 44, y a través del aparato se establece el paso de fluido necesario
15 para enfriar los circuitos de alta presión, circulación que llega hasta la salida del recalentador primario 22. Como la turbina es incapaz de manejar este paso de fluido, la salida del recalentador se lleva a través de la válvula de paso 52 hasta el depósito de evaporación súbita 46, y a través de la tubería de desagüe 68 del depósito de evaporación súbita hasta la cámara calien-
20 te del condensador y la segunda etapa de los calentadores de alta presión. En este ejemplo, se necesita un caudal del 30% del de plena carga a través del aparato, para una satisfactoria refrigeración de los circuitos de alta presión. La presión aguas
25 arriba de la estación reductora se mantiene inicialmente a 41 atmósferas (at), regulándose por estrangulamiento del fluido, mediante las válvulas reductoras, a una presión de alrededor de 7 at. Si la presión se mantuviera a un valor más alto, del lado de aguas arriba, la gran velocidad de paso del fluido pro-
30 duciría una grave erosión en las válvulas. La menor presión de



314662

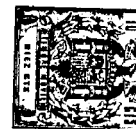
aguas arriba permite abrir más las válvulas de la estación re-
ductora, para reducir la erosión. Al ir poniéndose el fluido
más caliente y más compresible, la erosión es menos fuerte y
es posible entonces reajustar las válvulas a una mayor presión
5 corriente arriba.

Las etapas de caldeo de alta presión desagüan, como
se indica, en el epósito 40 del desaireador por medio de la tu-
bería 84. El producto de condensación que sale del condensador
se hace pasar, por medio de la bomba 86, a través de los calen-
10 tadores 36 de baja presión hasta el depósito 40 del desaireador.
En esta etapa, está cerrada la válvula 50 de la tubería princi-
pal de circulación, válvula intercalada entre el extremo de sa-
lida del recalentador primario 22 y el extremo de entrada del re-
calentador de acabado 24, de manera que a través de dicha válvu-
15 la no pasa flujo de circulación alguno. También está cerrada la
válvula 58 de la tubería de descarga de vapor del depósito de
evaporación súbita, que conduce al extremo del recalentador de
acabado, y la válvula 78 de la tubería de derivación de la tur-
bina, entre el extremo de salida del recalentador de acabado y
20 el condensador 32. También en esta etapa del arranque están ce-
rradas, mediante las válvulas 62, 64, 66 y 82, las tuberías de
vapor que salen del depósito de evaporación súbita.

Los quemadores se ponen en funcionamiento, por ejemplo,
a un 15% aproximadamente del régimen de encendido a plena carga,
25 controlado de modo que la temperatura de salida del hogar, al
entrar en el área del recalentador de acabado, no sobrepase los
648°C, máxima temperatura de seguridad para el metal de los tu-
bos.

Al llegar la temperatura del fluido, aguas arriba de
30 la estación reductora 44, a un nivel determinado (por ejemplo,

314662

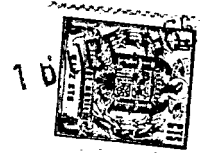


de unos 149°C), se ajustan las válvulas reductoras de la esta-
ción 44 para aumentar la presión, del lado de aguas arriba, des-
de 41 a 250 atmósferas (que sería una presión adecuada de plena
carga para los circuitos de alta presión de un aparato generador
5 supercrítico, siendo de alrededor de 175 at. la correspondiente
a un aparato subcrítico). A este punto, siguiendo el caudal o
gasto al 30%, no se evapora, en el depósito de evaporación sú-
bita, cantidad alguna apreciable de vapor de agua; pero al con-
tinuar el caldeo, a presión y gasto constantes, se empezará a
10 producir una evaporación súbita de vapor en dicho depósito, en
cantidades cada vez mayores, estableciéndose un determinado ni-
vel en el depósito de evaporación súbita. Esto ocurrirá antes
del punto A de la fig. 2.

También antes del punto A, se quita o elimina el agua
15 cíclica. Esto se efectúa por medio de la tubería 93 (representa-
da con línea de trazo interrumpido en la fig. 1), que va de la
salida de los calentadores de alta presión a la cámara caliente
del condensador. En los aparatos generadores usuales de una sola
etapa, se usa a este propósito el caudal de desagüe del depósito
20 de evaporación súbita. Merced a este aspecto de la invención, se
evita la pérdida de temperatura que, de usarse el caudal de desa-
güe del depósito de evaporación súbita, tendría lugar en el agua
de alimentación.

Al llegar al punto A, la presión del depósito de eva-
25 poración súbita alcanza su valor prefijado de unas 34 at, al
cual está regulada, hasta que en el ciclo de arranque se logra
un valor prefijado de carga (en este ejemplo, un 5% de carga)
en la turbina. La válvula 58, intercalada en la tubería de vapor
56 que lleva desde el espacio de vapor del depósito de evapora-
30 ción súbita hasta la entrada del recalentador 24 de acabado, es

314662



abierta de pronto, con mando manual a distancia, para suministrar vapor de calentamiento inicial a la tubería principal de vapor. Asimismo, se abre de pronto la válvula 78 de la tubería 76 de derivación de las turbinas, para dejar que este vapor de calentamiento inicial pase al condensador 32. Como alternativa, puede preverse a este fin un sistema cualquiera adecuado de desagüe de la tubería principal de vapor.

La totalidad del flujo o caudal de desagüe del depósito de evaporación súbita se sigue encaminando a través de las válvulas 72 y 74 hasta la cámara caliente del condensador y el calentador de alta presión. Acto seguido, se pone algo de vapor a disposición del regulador de empaquetadura y del desaireador. Las válvulas 72 y 74 responden al control de nivel manteniendo al nivel deseado el del líquido en el depósito de evaporación súbita.

INICIACION A LA RODADURA DE LAS TURBINAS

En el punto B de la fig. 2, se dispone de alrededor de 5% del flujo de vapor de plena carga, procedente del depósito de evaporación súbita; y una parte de él se desvía por la válvula 58 y el recalentador de acabado para ir calentando y haciendo rodar la turbina de alta presión, disponiéndose del resto a través de la tubería de derivación 60 que conduce desde el espacio de vapor del depósito de evaporación súbita al calentador 42 de alta presión, y a otras partes.

Un aparato generador tipo de vapor, de alta presión para turbinas a (figura 4) incluirá una válvula principal de paso 86 por estrangulamiento, y una pluralidad de válvulas de control 88 por regulador de velocidad, en serie con la válvula de parada. A la válvula de paso va asociada una válvula de control de derivación 90, relativamente pequeña, para regular el

314662



caudal de paso con poca carga.

5 El flujo que, para ir calentando y haciendo rodar las turbinas, va desde la salida del depósito de evaporación súbita a la turbina de alta presión a través de la sección de recalentamiento de acabado, se recalienta ligeramente, en el recalentador de acabado, hasta llegar al punto G de la fig. 2. En esta etapa, la válvula de paso 86 (fig. 4) de estrangulamiento de la turbina está cerrada, y la de derivación 90 regula el paso a la turbina, reduciendo la presión del flujo de paso a alrededor de 3,4 at (punto H, fig. 2).

10 Por lo general, sólo se necesita de alrededor de 2 a 3% del caudal de paso, para ir calentando y haciendo rodar la turbina; pero de necesitarse más de un 2 a 3% de paso por el recalentador de acabado para el control de la entalpía del fluido en la válvula de estrangulamiento de la turbina, el resto puede hacerse pasar por la tubería de derivación 76 de la turbina, desde la salida del recalentador de acabado hasta el condensador. El atemperador 80 por atomización, en su función de control de la temperatura, da la seguridad de que la temperatura del fluido que entra en el condensador no sobrepasa los límites de proyecto del condensador.

15 Durante las etapas finales de caldeo del generador, con la presión del depósito de evaporación súbita mantenida a 34 at (puntos B a E, fig. 2), y antes de poner en carga, se mantiene el régimen de encendido inicial. Se sigue vigilando todavía la temperatura de salida del horno, que no debe exceder de 648°C, y se mantiene el flujo de 2 a 5%, dedicado a ir calentando y haciendo rodar la turbina, y que va desde el depósito de evaporación súbita al recalentador de acabado y a la turbina de alta presión. La condición de régimen permanente del generador se alcanza cuando la entalpía es aproximadamente



de 580 a 610 kcal/kg. a la entrada del depósito de evaporación súbita (punto E), punto en el cual los componentes del circuito del generador han llegado a su temperatura de régimen con el caudal, el régimen de encendido y la presión de trabajo en el generador. A este punto se puede disminuir el régimen de encendido, para hacer frente tan sólo a las pérdidas cíclicas y de calentamiento de la turbina.

La línea de trazo interrumpido que une los puntos C y D de la fig. 2 representa la reducción de presión, de la tubería de paso principal, desde 238 at. a 34 at, en la estación reductora 44. El fluido supercrítico compresible, a unos 388°C, se dilata hasta una temperatura aproximada de 243°C, se dilata hasta una temperatura aproximada de 243°C y un contenido de vapor de alrededor de 75%. Ahora bien, se obtiene la ventaja de que la transmisión de calor al fluido de presión reducida que hay en las secciones de recalentamiento es sensiblemente mayor. Por ejemplo, para el mismo flujo o paso de gases de chimenea por sobre el grupo de recalentadores, y para un mismo caudal de paso de fluido por el interior de este grupo, y para las mismas condiciones termodinámicas de entrada del gas de chimenea y del fluido, la reducción de presión de 238 at. a 34 at. hace que el rendimiento de transmisión de calor del grupo aumente aproximadamente en 54%.

Cuando la entalpía del vapor de agua a la salida de la sección primaria (22, fig. 1) esté ligeramente recalentada (entre los puntos F y G), o esté a alguna otra temperatura pre-fijada, la válvula 50 de la tubería principal de paso entre las secciones de recalentamiento pueden abrirse, con mando manual a distancia, de modo que el paso o flujo va desde la salida del recalentador primario directamente a la sección de

314662

16



recalentamiento de acabado, y a la turbina de alta presión. El punto de ajuste del depósito de evaporación súbita sigue regulando la presión de las superficies de caldeo aguasabajo o a continuación de la estación reductora 44.

5 SINCRONIZACION Y CARGA DE LA TURBINA

Al continuar el caldeo en el generador a presión y caudal constantes, la temperatura del vapor que entra en la primera etapa de la turbina por la derivación de la válvula de paso de la turbina aumenta a lo largo de la tubería de presión constante, del punto H al punto K, al mismo tiempo que aumenta la temperatura del vapor de regulación por estrangulamiento a 10 34 at. (temperatura del vapor en la salida del recalentador de acabado), del punto G al punto J. En el punto J, las partes de la turbina alcanzan un estado de equilibrio, y entonces se sincroniza la turbina y se aplica una carga que gradualmente va 15 aumentando al 5%, según el proyecto de la turbina. Esto se efectúa abriendo por completo la válvula de paso 90 de derivación, lo que aumenta la temperatura y la presión del flujo entrante en la primera etapa, hasta llegar a algún punto intermedio entre 20 los puntos K y J. Esto se representa también en el punto R de la fig. 5, la cual ilustra la variación de la carga de la turbina, con la presión de regulación por estrangulamiento, en una turbina con la presión conforme a la presente invención. Las 25 válvulas del regulador de velocidad de la turbina están completamente abiertas. Un nuevo aumento inmediato en la carga de la turbina, hasta el 10% de la carga (condiciones de salida del recalentador de acabado en el punto J'), se logra haciendo subir el punto de ajuste de la presión del depósito de evaporación súbita de 34 a 68 at. Es éste el punto S de las figs. 5 y 6, 30 representándose en esta última figura la relación existente en-



tre la carga y la posición de las válvulas del regulador de
velocidad. En el punto J', la turbina se coloca bajo el con-
trol de las válvulas del regulador, cerrando estas últimas has-
ta que tomen el control, y se abre por completo la válvula de
5 paso de estrangulamiento (86, fig. 4). Esta es la línea S-S'
de la fig. 6. La carga se aumenta al 30%, abriendo las válvulas
del regulador hasta la posición de completamente abiertas a lo
largo de la línea de presión de estrangulamiento correspondien-
te a las 68 at. J' -L en la fig. 2 y S- (o S')-T en las figs.
10 5 y 6. La temperatura y la presión del fluido que entra en
la primera etapa de la turbina sigue aproximadamente el trayec-
to J-L, de 15% a 30% de carga. Como se recordará, para enfriar
el sistema de circuitos del hogar se había establecido un paso
o caudal de arranque, a través del generador, de 30% del de ple-
15 na carga. Con un 30% de carga en la turbina, se deja fuera de
servicio el sistema de arranque (que ya no se necesita para
el control de la presión), y la carga de la turbina, desde
30% al 100;, se efectúa mediante regulación, por control de la
combustión, de la presión y temperatura de estrangulamiento en
20 respuesta a la demanda de carga. Esto se ilustra con las líneas
L-M de la fig. 2 y T-V de las figs. 5 y 6. La regulación por
control de la combustión incluye medios para regular la salida
de la bomba de alimentación y medir el suministro de combusti-
ble y de aire, de manera que el aumento de la presión de estran-
25 gulamiento y la carga con el tiempo es lineal.

Cuando la presión de vapor del estrangulamiento es
aproximadamente de 214 at. (punto U, fig. 5), la válvula de
parada 94 en paralelo con la estación reductora 44 de presión
(fig. 1) se va abriendo gradualmente, con mando manual a dis-
30 tancia, para aumentar todavía más la presión de estrangulamiento,
retirándose del servicio la estación reductora de presión, que

314662

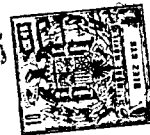


está entonces al máximo de capacidad. A la plena presión de estrangulamiento, la válvula 94 está completamente abierta.

Las ventajas de la invención en relación con el arranque en frío quedan ahora bien a la vista. Resulta evidente en particular la ventaja de una mejor transmisión de calor en las secciones de recalentamiento para reducir el período de arranque y las correspondientes pérdidas de calor en el mismo. Al propio tiempo, se mantiene la plena presión, en los circuitos de horno, para protección de las superficies de caldeo.

Respecto al funcionamiento de las turbinas, también resultan evidentes las ventajas. El modo normal de poner en marcha una caldera de circulación natural es el de reducir el paso de vapor a presión a la turbina por medio de una derivación con válvula de paso por estrangulamiento, con las válvulas del regulador de velocidad completamente abiertas. Proyectar los circuitos de hogar de la caldera de una sola etapa para que trabajen a presión reducida exige un gasto adicional en el diseño y construcción de los circuitos de horno. La introducción de válvulas de estrangulamiento en los circuitos de la caldera de una sola etapa (por ejemplo, justamente aguas abajo de los pasos del recinto de convección) permite al aparato generador trabajar con presiones reducidas, en el sistema de estrangulamiento de la turbina, y también permite proyectar los circuitos de hogar para que trabajen sólo a plena presión.

Otra de las ventajas es que se reducen las diferencias de temperatura de un lado a otro de la válvula de paso del estrangulamiento. Con la presión de estrangulamiento de 34 at. rebajada o estrangulada a las 3,4 at. necesarias a la entrada de la primera etapa de la turbina, la diferencia de temperaturas de un lado a otro de la válvula de paso de la turbina es sólo de 55°C.



Si la presión de estrangulamiento fuese de 238 atmósferas, esta diferencia sería del orden de magnitud de los 220°C.

Otra de las ventajas es que, con una válvula de paso (50) aguas arriba de la de estrangulamiento de la turbina, se impide el contacto físico del agua fría con el labo de aguas arriba de la válvula de paso de estrangulamiento. Es ésta una condición que desde hace mucho es la pesadilla de los operadores de las calderas del tipo de pasada única, o una sola etapa.

La admisión de arco total en la unidad de turbinas se hace cuando todas las válvulas del regulador de velocidad de la turbina están en la posición de completamente abiertas. Existe la admisión de arco parcial cuando una o más de estas válvulas de regulador están abiertas y otras cerradas. El uso de vapor de estrangulamiento a baja presión, y de regulación por estrangulamiento a través de una derivación con válvula de paso en paralelo con la turbina permite que las válvulas del regulador de velocidad de la turbina permanezcan completamente abiertas, con admisión de arco total, durante el período de aceleración, sincronización y carga inicial. En virtud de esto, todas las tazas valvulares se calientan uniformemente, en unión de la caja de válvulas y de la región de envoltura de primera etapa.

La turbina se hace funcionar con control a base de las válvulas del regulador de velocidad (correspondiente a una admisión por arco parcial) solamente durante el período de carga intermedia, del 10% al 30% de carga. La admisión por arco parcial queda así limitada a un margen de variación de cargas muy estrecho, que en la práctica normal se recorrería rápidamente. Del 30% al 100% de la carga, la turbina vuelve a cargarse utilizando la admisión por arco total, por medio de la regula-

3 1 4 6 6 2



ción del vapor de estrangulamiento por control de la combustión en respuesta a la demanda de carga, para dar a la turbina la carga necesaria.

5 La fig. 7 ilustra, como forma de realización del presente invento, una estación reductora de la tubería principal de circulación, en la que se utiliza una pluralidad de válvulas reductoras. Según se ha visto, se necesita un menor número de válvulas utilizando por lo menos una válvula de gran capacidad y doble lumbrera, indicada con el número 102. Esta válvula no
10 es de cierre estanco, y exige que con ella se haga funcionar un cierre de aislamiento o separación 104. Ahora bien, la economía es importante. Mientras con tres válvulas reductoras (44) se puede manipular el flujo mínimo inicial del 30%, podrían necesitarse hasta cinco válvulas más para manejar el aumento de
15 caudal hasta llegar al flujo total, y transferirlo a las válvulas (94) de la tubería principal de circulación. En lugar de todo eso, este flujo adicional se puede manipular con una sola válvula de doble lumbrera. En la disposición ilustrada, las válvulas reductoras funcionan en sucesión, siendo la última que se
20 abre, en el caso de un caudal aumentado, la válvula 102 de doble lumbrera. Ahora bien, antes de poderse abrir la válvula 102, es preciso abrir la válvula de aislamiento 104. Recíprocamente, la válvula de aislamiento 104 se cierra después de cerrarse la de doble lumbrera.

25 REPETICION DE ARRANQUE EN CALIENTE

La invención es útil también para arrancar de nuevo en caliente, Con referencia a las figs. 1, 3 y 3A, una repetición de arranque en caliente se inicia estableciendo un paso o
30 circulación de fluido del 30% a través del generador de pasada única y de la salida del recalentador de platina y/o primario.



Este paso de fluido se efectúa también, a través de la válvula de derivación 52, al depósito de evaporación súbita. El flujo de desagüe de este depósito de evaporación súbita se encamina, a través de la válvula 72, a la cámara caliente del condensador, y el flujo de vapor del depósito de evaporación súbita se lleva al regulador de empaquetadura por medio de la válvula 62, al desaireador a través de la válvula 64, al calentador de alta presión a través de la válvula 66, y al condensador por medio de la tubería 60d y de la válvula 82. La estación reductora de presión 44 mantiene la presión de fluido de 238 at. en los circuitos de hogar, siendo de 34 at. el punto de ajuste del depósito de evaporación súbita. Las válvulas de paso 94 y 50 de la tubería de circulación principal, aguas arriba de las secciones recalentadoras y entre éstas, se hallan cerradas. También está cerrada la válvula 58 de la tubería 56.

Los quemadores se ajustan al régimen de encendido de puesta en marcha (por ejemplo, al 15% del régimen de encendido de plena carga), y la válvula 50 de la tubería principal, entre las secciones de recalentamiento, se abre bajo control manual. En este momento, el punto C de la fig. 3 representa el estado del fluido que entra en la estación reductora, y el lugar de este punto, o la entalpía del fluido entrante en la estación reductora, puede variar según el tiempo que haya estado parado el generador. La línea C-D representa la reducción de presión efectuada por medio de la estación reductora, de manera que el punto D variará de modo correspondiente, según el tiempo de parada. La línea D-E representa la captación de entalpía en el recalentador primario y/o de platina, y E-F-G la captación de entalpía en el recalentador de acabado. El punto G puede disponerse de modo que esté más alto o más bajo a lo largo de la línea de presión constante a 34 at. (esto es, el fluido tendrá un contenido de calor o entalpía más alto o más bajo)

314662



según el caudal de paso a través del recalentador de acabado, y de la proporción del flujo desviado a través del depósito de evaporación súbita. La válvula 58, entre el espacio de vapor del depósito de evaporación súbita y el recalentador de acabado, sigue
5 cerrada. También, durante este período de encendido inicial, se abre la válvula de derivación 78 de las turbinas, entre la salida del recalentador de acabado y el condensador, para dar paso al flujo a través del recalentador de acabado hasta el condensador.

10 Cuando las condiciones del vapor a la salida del recalentador de acabado (punto G) corresponden a la temperatura de las partes de entrada de la turbina, punto H (condiciones del vapor que entra en la primera etapa de la turbina), el paso de vapor de derivación de la turbina se conmuta o desvía a la turbina de alta presión, cerrando a mano la válvula de derivación
15 78 para la iniciación de rodadura. La presión para el punto H es de alrededor de 3,4 at, en virtud de la reducción de presión efectuada por medio de la derivación con válvula de paso 90 de estrangulamiento.

Sincronizada la turbina, se aplica carga, primero aumentando el punto de ajuste de presión del depósito de evaporación súbita a 68 at. (punto K). La línea G-K representa la variación deseada en las condiciones de vapor a la salida del recalentador de acabado, cuando está aplicado aproximadamente un 15% de carga. La línea H-J representa la variación en las condiciones de vapor
25 a la entrada de la primera etapa de la turbina al aplicar la carga. Después de esto, se aumenta la carga a alrededor de 30% de plena carga, operando sobre las válvulas del regulador de velocidad, como en el caso de arranque en frío, a base de cerrar estas válvulas hasta que se toma el control y luego abriéndolas
30 totalmente a la presión de estrangulamiento de 68 at. Este aumento



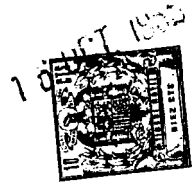
en la presión a la entrada de la primera etapa y el correspondiente aumento en la carga de la turbina viene representado por la línea J-K en las figs. 3 y 3A. En el punto K, la válvula de paso 52 de la tubería de derivación que conduce al depósito de evaporación súbita se cierra, por medios manuales a distancia, retirándose del servicio el sistema de derivación de arranque o puesta en marcha. A partir de este punto, se repite lo dicho para el arranque en frío hasta llegar a la plena carga (punto M).

La sencillez e idoneidad del sistema para volver a arrancar en caliente resultan evidentes.

Al proveerse medios para el recalentamiento intermedio del vapor de estrangulamiento, antes de su admisión a la turbina, el operador puede efectuar mejor la adaptación de las partes de entrada de primera etapa (punto H). Si se emprendiera el pleno estrangulamiento por medio de la válvula de estrangulamiento de la turbina hasta alcanzar el punto H, la temperatura del fluido entrante caería por bajo de la de las partes de entrada de la turbina, o por lo menos se haría difícil de adaptar a la temperatura de las partes de entrada de la turbina. Mediante la obtención de la entalpía exacta necesaria a la salida del recalentador de acabado, en un fluido ya estrangulado a baja presión, la temperatura del fluido puede reducirse a la de las partes de la turbina, por medio de la derivación con válvula de estrangulamiento de la turbina.

Además, es evidente por la fig. 3 que el arranque puede efectuarse, con facilidad y eficacia, a partir de cualquier nivel de calor o de entalpía del fluido circulante. Para un arranque rápido se necesita un grado mínimo de control manual, y la carga es aplicada sin brusquedades a la turbina, con un máximo de protección de las partes de ésta. También se consiguen otras

314662



ventajas del arranque en frío.

Por ejemplo, la invención tiene la misma ventaja que en el período inicial de arranque, ya que todas las tazas de válvula se calientan uniformemente, estando todas ellas completamente abiertas durante la mayor parte del período de arranque. Esto permite acercarse a las condiciones ideales de arranque y carga de la turbina más de lo hasta ahora logrado; y por esto, a un reducido coste de entretenimiento de la turbina.

CARGA REDUCIDA

La invención también es útil para el control con poca carga, que puede efectuarse bien operando a temperatura y presión variables en el estrangulamiento de la turbina, o bien por control de las válvulas del regulador de velocidad de la turbina, a presión y temperatura constantes.

En relación con esto último, se necesita un flujo mínimo (por ejemplo, de 30%) en los circuitos de hogar de alta presión, para enfriarlos. Al reducirse la carga de la turbina, no se experimenta problema alguno con control por las válvulas del regulador de velocidad de la turbina, pues el flujo o caudal de paso disminuye a este valor mínimo por regulación de la bomba de alimentación y del régimen de encendido, como control de la combustión. El flujo está en la válvula 94 del cambio principal del flujo (fig. 1), en derivación con la estación reductora de presión 44, de manera que en la entrada de la turbina se mantiene la presión total de estrangulamiento.

Por bajo del 30% de flujo de la turbina, el sistema de arranque se utiliza con ventaja para deshacerse del flujo excedente a la salida del recalentador primario. Ahora bien, a este propósito, la válvula reductora de presión 96 de la tubería 98, en derivación con la válvula de paso 52 entre la salida

314662



del recalentador primario y el depósito de evaporación súbita, es la que maneja el flujo, manteniendo la plena presión en el estrangulamiento de la turbina. El punto de ajuste de la presión para la válvula reductora 96 responderá tan sólo a una carga del 30% o menos, indicada por la señal de carga de presión de salida de la primera etapa de la turbina, representada por las líneas de trazo interrumpido que van desde la turbina a la caja de control 110 para la válvula 96. Si se sobrepasa la capacidad de la válvula reductora 96, esto es, si es preciso desviar un caudal mayor del que la válvula es capaz de manejar, este flujo adicional se hace pasar por la válvula 78 al condensador. Esta válvula está también regulada a un punto de ajuste en respuesta a la presión (regulador de presión 112) en la salida del recalentador de acabado. Puede recurrirse también al sucesivo ajuste manual de la válvula de derivación 52, para aumentar el caudal de paso al sistema de derivación de arranque.

Con cargas muy bajas, o con repentinos cambios de carga, la temperatura del fluido a la salida del recalentador primario, puede ser demasiado alta, y es posible reducirla por medio de unos atemperadores 114 por atomización, en respuesta a una señal de anticipación de la carga de la turbina (presión de salida de la turbina de primera etapa), y al punto de ajuste de la temperatura de vapor principal, comparado con la temperatura medida.

El funcionamiento a base de presión y temperatura variables en el sistema es algo distinto. Si se desea un funcionamiento prolongado con cargas inferiores a la mínima necesaria (por ejemplo, al 30%), con el sistema de derivación de arranque en servicio, se ajusta la estación 44 reductora de presión para mantener la presión de ajuste de corriente arriba necesaria

314662



para el generador supercrítico o el subcrítico (por ejemplo, 250 at. o 175 at. respectivamente), y la válvula de derivación 94 se cierra lentamente, bajo control manual a distancia. Cuando la presión aguas abajo de la estación reductora se acerca a la presión del depósito de evaporación súbita, se abre por completo la válvula de paso 52, bajo control manual a distancia, y el mecanismo posicionador abrirá las válvulas del regulador automático de la turbina, manteniendo la carga constante a la menor presión de estrangulamiento.

10 LOS MANDOS

Los mandos o controles para el aparato turbogenerador se han mencionado ya en la Memoria, con mayor o menor detalle.

En la secuencia de arranque en frío, la bomba de alimentación (34, fig. 1) regula el flujo manteniéndolo al mínimo (por ejemplo, al 30% del de plena carga). Esto se hace en respuesta a una señal (120) proveniente del orificio de flujo 122, que actúa por medio del regulador 123 y la señal 124. La válvula 44 reductora de presión está a cargo del control de presión (señal 125), manteniendo la presión del punto de ajuste aguas arriba de la válvula. Las válvulas del bucle subordinado del depósito de evaporación súbita y otras válvulas del sistema de arranque están ajustadas del modo que se indica en la descripción que antecede, al hablar de la secuencia de arranque en frío, manteniendo la presión deseada en el depósito de evaporación súbita. Con la estación reductora de presión en servicio, la presión de salida del recalentador corresponderá a la del punto de ajuste del depósito de evaporación súbita. El control de combustible y aire medido (elemento 126) para los quemadores (entrada de combustible y de aire) se lleva inicialmente con ajuste manual (elemento 128 y señal 129).

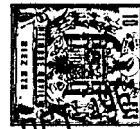


Cuando se dispone de vapor para ir calentando y poniendo en rodadura la turbina, vapor procedente del depósito de evaporación súbita (punto B, fig. 2), la temperatura de vapor deseada para la turbina de alta presión (punto G, fig. 2) se logra mediante ajuste manual del régimen de encendido y control del flujo de paso por el recalentador de acabado (flujo excedente que pasa por la válvula 78 de derivación de la válvula de paso de estrangulamiento). Como se recordará, la válvula de paso de estrangulamiento (90, fig. 4) admite un paso de 2 a 3% a la primera etapa de la turbina. El control manual de la válvula de derivación de la turbina (78, fig. 1) deja pasar un caudal mayor o menor a través del recalentador de acabado, para el control de la temperatura a la salida del recalentador de acabado.

Hasta cargar la turbina (punto J, fig. 2), la temperatura del fluido que entra en ella se va aumentando gradualmente, con caudal constante de paso a la turbina y presión constante (34 at.) desde los puntos G a J, estando la entrada de aire y combustible a los quemadores sometida a ajustes manuales secundarios, respecto al régimen de combustión inicialmente fijado. Como antes se ha indicado, después de lograrse una condición de régimen permanente para el generador (punto E), el calor adicional suministrado se utiliza para calentar la turbina, y para las pérdidas cíclicas.

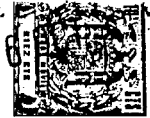
En el punto J, las partes de la turbina alcanzan un estado de equilibrio, y la turbina se sincroniza y carga hasta, por ejemplo, el 5% de plena carga. Esto se efectúa cerrando la válvula 78 de derivación de la turbina, y llevando a ésta todo el caudal que pasa por el recalentador de acabado (por ejemplo un caudal de 5%). Como el control de derivación (válvula 78) ya no se usa para el control de la temperatura, la temperatura

314662



a la salida del recalentador de acabado se controla y mantiene en un punto de ajuste (punto J, figura 2) por medio de un regulador de temperaturas (130, fig. 1). Al regulador se lleva una señal de temperatura (132) y la señal (142) que sale del regulador de temperatura (130), comparada con la señal 139 de anticipación de carga, es transmitida por medio de la señal 133 a los atemperadores de emergencia 114 por atomización, situados inmediatamente corriente arriba del recalentador de acabado. Como se recordará, del caudal de arranque de 30%, sólo se hace pasar en esta etapa alrededor del 5% a través del recalentador de acabado hasta la turbina, desviándose el resto por el sistema de derivación del depósito de evaporación súbita.

Durante este período de carga al 5% se prevé que, aunque el régimen de encendido o gasto de combustible y la entrada de aire responden principalmente al control manual (128), se ajustarán en cuanto a temperatura de alimentación y de vapor principal, hasta cierto punto. Por ejemplo, una temperatura de vapor principal (132) inferior a la del punto de ajuste aumentará el régimen de encendido (señal 142), en tanto que si es superior al punto de ajuste, con plena atemperación, hará decrecer el régimen de encendido. La temperatura del agua de alimentación (señal 144b) también es comparada con la temperatura de vapor del conducto principal (señal 142). Esta señal combinada modifica entonces la señal de control manual (128-129) para el control del suministro de combustible y aire. El objeto de la señal de temperatura del agua de alimentación es que cuando se utiliza el sistema de derivación, con paso a los calentadores de alta presión (para conservar calor), el agua de alimentación da un salto inicial de temperatura. Esto debe compensarse, para reducir la entrada de combustible y de aire.



A una carga de 5% o más, el control de la entrada de combustible y de aire se puede pasar de manual a automático habilitando, para el control automático, una señal de demanda de carga (138): por ejemplo, una señal de demanda del 5%, que representa la carga aplicada a la turbina. Esta señal es comparada con la presión de salida (136) de primera etapa de la turbina, y con la presión de estrangulamiento (137), dando una señal de carga (139). La señal de carga (139) se modifica entonces, en un auténtico sentido de ingeniería de control, con la señal (142) de temperatura del vapor principal y con la señal 144b de temperatura del agua de alimentación, como se ha dicho más arriba, regulándose con la señal resultante la entrada de aire y de combustible.

Para obtener un aumento de carga por encima del 5%, el punto de ajuste de la presión del depósito de evaporación súbita se puede cambiar inmediatamente de 34 at. a 68 at. aumentándose la carga al 10%. Entonces se pasa el control de la válvula de estrangulamiento a la válvula del regulador automático de velocidad, y se aumenta la carga a presión constante hasta el 30% (punto L), llevando la válvula del regulador automático de velocidad a la posición de completamente abierta. Esto hace que el caudal de paso a la turbina aumente del 10% al 30%, y con un 30% de caudal puede retirarse del servicio el sistema de arranque por depósito de evaporación súbita, que ya no se necesita para manipular un exceso de flujo. En este margen de variación, del 10% de carga al 30%, la señal 139 de carga con temperatura compensada es la que regula el régimen de encendido.

A consecuencia de haber sido retirado del servicio el sistema de arranque, la bomba de alimentación 34 responde

314662



también a la señal de demanda de carga (139b), y el caudal de paso, la entrada de calor y la presión aumentan, de preferencia a lo largo de la línea L-M de entalpía constante de la fig. 2, siguiendo un programa adecuado respecto a la
5 señal de carga 139 y a la de temperatura 142. Como más arriba se ha indicado, la válvula (o las válvulas) 44 de reducción de presión, bajo el control de presión (125) se abren más, para dar acomodo al mayor caudal manteniendo la presión de aguas arriba deseadas.

10 Para el funcionamiento de la turbina con poca carga, a presión constante de estrangulamiento, el caudal se reduce inicialmente (al 30% de mínimo) regulando por control de combustión el régimen de encendido y de bombeo (señal 138 de demanda de carga a la bomba de alimentación 34 y al sistema
15 126 de aire y combustible medido). Al 30% de caudal y por bajo de éste, la señal 136 de medición de carga en primera etapa de la turbina, llevada al control 110 de la válvula 96, permitirá que esta válvula responda al control de presión (145) del punto de ajuste). Otros aspectos del control con carga reducida se desprende de la descripción que
20 antecede ya dada, del funcionamiento con poca carga, y en la descripción que antecede se habla del control del combustible y de la entrada de aire, o de régimen de encendido.

Es de notar que la razón para aumentar durante el
25 arranque, de 34 at. a 68 at, la presión del depósito de evaporación súbita surge del deseo de obtener un máximo de carga dentro de la capacidad o posibilidades de la derivación 90 (fig. 4) de válvula de paso de estrangulamiento, capacidad que se alcanza al 5% de carga para las 34 at. de presión
30 de estrangulamiento, o al 10% de carga para una presión de

314662

16



5 estrangulamiento de 68 at. El control por válvulas del regulador automático de velocidad podría establecerse a partir del 5% de carga, pero las válvulas habrían de hacerse cargo del control a una posición de apertura del 15%, y no del 30%.

10 Aun cuando el presente invento se ha descrito en relación con unas formas concretas de realización del mismo, es evidente para toda persona versada en la materia que pueden hacerse otras muchas variantes dentro del espíritu y del ámbito de la invención, tal como se define en las reivindicaciones que siguen.

N O T A

15

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

20

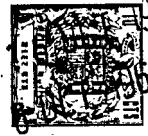
1.- Un método para hacer arrancar y funcionar con poca carga un generador de vapor de pasada única, del tipo de circulación forzada, caracterizado dicho método por las etapas de: reducir la presión del fluido circulante; recalentar el fluido a la presión reducida, con lo cual se produce más pronto en el ciclo de arranque un contenido de vapor en el fluido, para ir calentando y haciendo rodar la turbina; y separar del fluido recalentado el contenido de vapor.

25

30

2.- El método del punto 1, caracterizado por el recurso de: establecer previamente el mínimo de circulación necesario para enfriar el horno a la presión normal de tra-

314662



bajo del generador; encender el horno a un régimen reducido de combustión; establecer esta circulación en los circuitos de aguas abajo de los del horno, a presión reducida, de modo que el fluido se recaliente produciendo el contenido de vapor; y después de la separación del vapor continuar calentando por lo menos una parte del contenido de vapor hasta darle un estado de ligeramente recalentado, para dar más pronto a la turbina, en el período de arranque, el fluido necesario para el calentamiento y rodadura iniciales.

3.- El método del punto 2, caracterizado por el hecho de que el gasto o caudal, en la etapa de recalentamiento adicional del contenido de vapor a presión reducida, se regula de modo que la entalpía del fluido aumente hasta un nivel compatible con el proyecto de la turbina, incluyéndose además la etapa de derivar el exceso de gasto de modo que no pase por la turbina.

4.- El método del punto 3, caracterizado por la etapa adicional de moderar la temperatura de la corriente aguas arriba de las superficies de caldeo del generador, pero después de reducir la presión de la misma, añadiendo un fluido más frío al de dicha corriente.

5.- El método de cualquiera de los puntos 2 a 4, caracterizado por el hecho de que el caldeo del fluido a presión reducida se lleva a cabo en un área del generador que trabaja principalmente por convección.

6.- El método del punto 4 o 5, caracterizado por el recurso de: hacer pasar el resto de la corriente de circulación de carga, por lo menos en parte, en relación de transmisión de calor con la alimentación del generador; aumentar o disminuir el caudal de paso a la turbina en respuesta a las necesidades de la carga; dar al generador una señal que, en un primer caso



representa un punto de ajuste manual en cuanto a la carga,
y en un segundo caso representa una demanda de carga neces-
aria, en comparación con la presión de primera etapa de la
turbina y con la presión de estrangulamiento de la turbina;
5 modificar dicha señal, en una extensión limitada en el pri-
mer caso y en un auténtico sentido de control en el segundo
caso, con una segunda señal que es función de la temperatura
de la alimentación y de la temperatura del fluido que pasa
a la turbina por el mando de estrangulamiento; y hacer que
10 la señal modificada regule la entrada de calor al generador.

7.- El método del punto 6, caracterizado por el
recurso de medir la temperatura del agua de alimentación y
la temperatura del fluido calentado, en el mando de estran-
gulamiento de la turbina, comparándolas y utilizando la com-
15 paración para modificar la señal de demanda de carga; y por
la etapa adicional de regular la temperatura del fluido en
el mando de estrangulamiento de la turbina, en un primer pe-
ríodo mediante el control del paso de fluido por las super-
ficies de caldeo finales del generador y derivando el exceso
20 de fluido de modo que no pase por la turbina, y en un período
siguiente moderando la temperatura del fluido mediante la
introducción de fluido más frío.

8.- El método de cualquiera de los puntos 1 a 7,
caracterizado por las etapas de: hacer pasar un caudal de
25 fluido prefijado, desde la salida de la sección de recalen-
tamiento final o de acabado a la turbina; y ajustar la tem-
peratura de este fluido en circulación, a la salida de la
sección de calentamiento de acabado, por aumento o dismi-
nución del paso del mismo a su través, efectuándose esta eta-
30 pa últimamente citada por aumento o disminución del gasto o

314662



caudal de paso por una tubería de derivación de la turbina.

9.- El método de los puntos 7 y 8, caracterizado por efectuarse la etapa de moderar la temperatura del fluido aguas arriba de la sección de recalentamiento de acabado.

5 10.- El método del punto 9, caracterizado por el hecho de que la etapa de moderar la temperatura se utiliza cuando a la turbina le llega el pleno caudal, a través de la sección de recalentamiento de acabado.

10 11.- El método de cualquiera de los puntos 7 a 10, caracterizado por las etapas de: ajustar el régimen de bombeo de dicho fluido de alimentación por medio de una señal de gasto; corregir dicha señal de gasto respecto a la temperatura del fluido de alimentación; y comparar dicha señal de gasto, corregida en temperatura, con la citada señal de carga.

15 12.- El método del punto 11, caracterizado por el hecho de que a dicha señal de gasto se le da un mínimo valor de ajuste para prevenir la disminución del gasto de alimentación por bajo de un valor mínimo.

20 13.- Un generador de vapor de pasada única, para la ejecución del método de cualquiera de los puntos 1 a 12, que posee una pluralidad de superficies de caldeo, un sistema de arranque y funcionamiento con poca carga que comprende una estación reductora de presión en un punto intermedio respecto a algunas de las superficies de caldeo, y una tubería
25 de derivación del recalentador que incluye medios para manipular el caudal de paso que viene de la estación reductora de presión, caracterizado dicho generador por el hecho de que el sistema incluye una superficie de caldeo en el camino de
30 circulación del fluido entre la estación reductora de presión y la tubería de derivación del recalentador.



14.- El generador de vapor del punto 13, caracterizado por tener unos medios de separación de vapor y líquido en la tubería de derivación, y por unos medios para hacer pasar el vapor desde los medios de separación citados hasta otra
5 superficie de caldeo adicional del generador.

15.- El generador de vapor del punto 14, caracterizado por tener una tubería de derivación en paralelo con los motores primarios del generador de vapor, dispuesta para dejar pasar por lo menos una parte de caudal de circulación que procede
10 de la salida de la superficie de caldeo adicional.

16.- El generador de vapor de cualquiera de los puntos 13 a 15, caracterizado por tener unos medios reductores de presión adicionales en la tubería de derivación del recalentador, aguas arriba de los medios de separación, dispuestos para manipular el caudal de paso durante el funcionamiento a plena presión de las superficies de caldeo, pero que con cargas
15 reducidas exige una distribución de parte del caudal a la tubería de derivación del recalentador.

17.- El generador de vapor del punto 16, caracterizado por tener unos medios de llave de paso en la tubería de derivación del recalentador, estando dispuestos los medios reductores de presión adicionales en una tubería que queda en paralelo con los medios de llave de paso.
20

18.- El generador de vapor de cualquiera de los puntos 13 a 17, caracterizado por tener unos medios que dejan pasar el caudal de circulación de la tubería de derivación del recalentador, por lo menos en parte, en relación de transmisión de calor con la alimentación del generador de vapor.
25

19.- El generador de vapor del punto 18, caracterizado por tener unos medios para encaminar una proporción variable
30

314662



del gasto de modo que pase por la tubería de derivación del recalentador y por los medios de separación, y, de modo alternativo, directamente a dicha superficie de caldeo adicional.

5 20.- El generador de vapor del punto 16 ó 17, en el que las superficies de caldeo incluyen unas secciones de generación y de recalentamiento del vapor, y los medios de separación de vapor y líquido incluyen al menos un depósito de evaporación súbita, caracterizado por hacerse pasar el vapor desde el depósito de evaporación súbita hasta una superficie de
10 caldeo de la sección de recalentamiento, aguas abajo de la tubería de derivación.

 21.- El generador de vapor del punto 20, caracterizado por tener una tubería de derivación que conduce desde la salida de la superficie de recalentamiento aguas abajo del depósito de evaporación súbita, en derivación con los motores
15 primarios del generador.

 22.- El sistema de generador de vapor y turbina del punto 18 o 19, que tiene el depósito de evaporación súbita entre las superficies de caldeo principales y de acabado de dicha sección de recalentamiento, caracterizado por tener: una
20 estación reductora de presión entre las secciones de generación y de recalentamiento; unos medios de derivación para separar dicha estación del sistema de circulación del fluido procedente de la sección generadora; y unos medios dispuestos para
25 controlar el paso de fluido a la turbina de modo tal que al aumentar el caudal de paso a la turbina se reduce el paso de fluido por la tubería de derivación de la turbina.

 23.- El generador de vapor del punto 22, caracterizado por tener una tubería de circulación que se extiende directamente entre las superficies de recalentamiento y que incluye
30



unos medios de llave de paso dispuestos en la misma.

24.- El generador de vapor del punto 22 o 23, caracterizado por el hecho de que la estación reductora de presión comprende una pluralidad de válvulas reductoras en paralelo, de las cuales una por lo menos es una válvula de gran capacidad y doble lumbrera; por tener en serie con la válvula de doble lumbrera una válvula de paso separadora; y unos medios de control para hacer funcionar estas válvulas reductoras en sucesión, de modo tal que al aumentar el caudal la válvula de doble lumbrera se abre en último lugar, cerrándose la primera cuando el caudal disminuye; y por estar los medios de control dispuestos además para hacer funcionar la válvula de paso, abriéndola después y cerrándola antes de que se abra y se cierre, respectivamente, la válvula de doble lumbrera.

25.- El generador de vapor del punto 24, caracterizado por el hecho de que la estación reductora de presión mantiene aguas arriba la presión de plena carga del generador de vapor, y los medios de control responden a la presión de aguas arriba abriendo y cerrando las válvulas, para mantener la plena presión al variar el caudal.

26.- El generador de vapor de cualquiera de los puntos 23 a 25, caracterizado por tener unos medios para moderar la temperatura del fluido a la salida de la sección de recalentamiento de acabado, medios que incluyen a su vez unos medios de atomización o aspersión para introducir un fluido más frío en la corriente de circulación aguas arriba de la sección de recalentamiento de acabado.

27.- El generador de vapor de cualquiera de los puntos 23 a 26, caracterizado por tener unos medios para hacer pasar el líquido separado en el depósito de evaporación súbita,

314662



en relación de transmisión de calor con la alimentación del generador de vapor, y unos medios para determinar la temperatura de la alimentación aguas abajo de los últimamente citados, para el ajuste de la entrada de calor en el generador.

5 28.- El generador de vapor del punto 27, caracterizado por tener unos medios para determinar la temperatura a la salida del recalentador de acabado, y unos medios para comparar las temperaturas de la alimentación y de la salida, dando estos medios comparadores una señal para el ajuste de la entrada de calor en el generador de vapor.

10 29.- Un método para hacer arrancar y funcionar con poca carga un generador de vapor de pasada única, del tipo de circulación forzada.

15 Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede representada por los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

La presente memoria consta de treinta y siete hojas escritas a máquina por una sola cara.

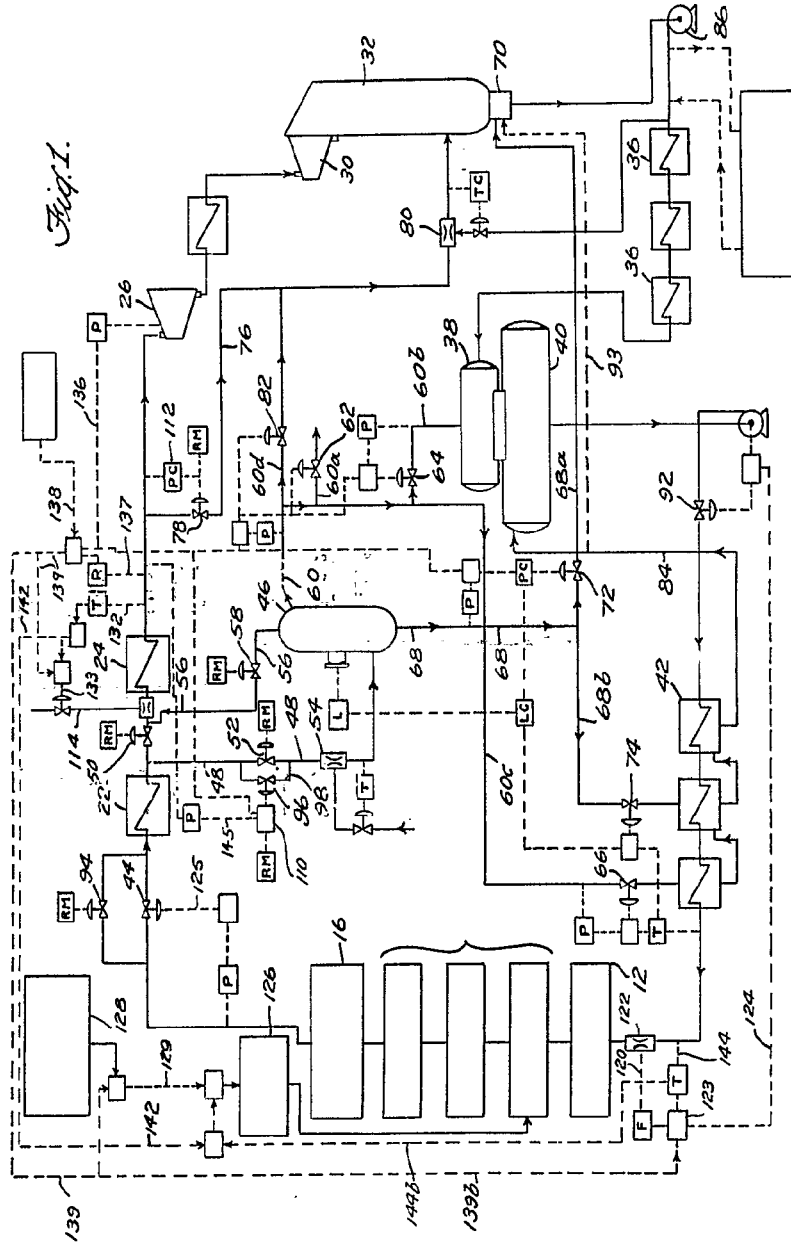
20

Madrid,

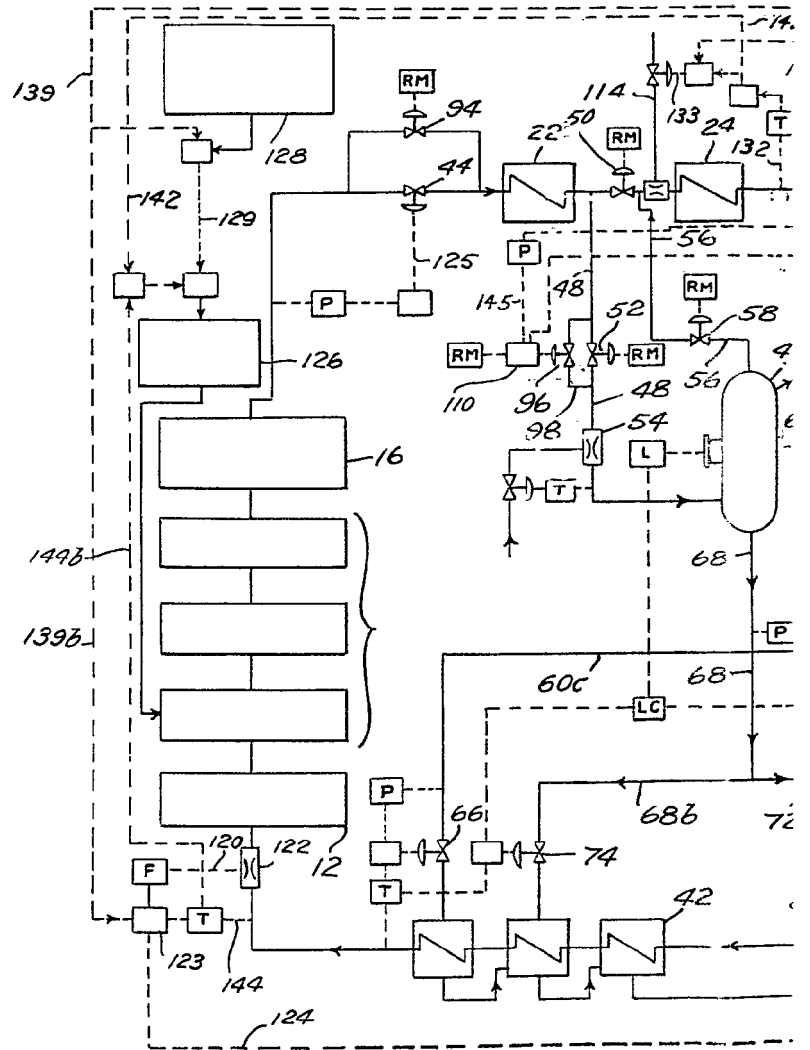
16 OCT. 1965

P.A.

A handwritten signature in cursive script, possibly 'C. R.', is written over a circular stamp or seal. The stamp contains some illegible text, possibly a date or reference number.



Elizabeth L.
FOR FILE



ES 2-3-1944

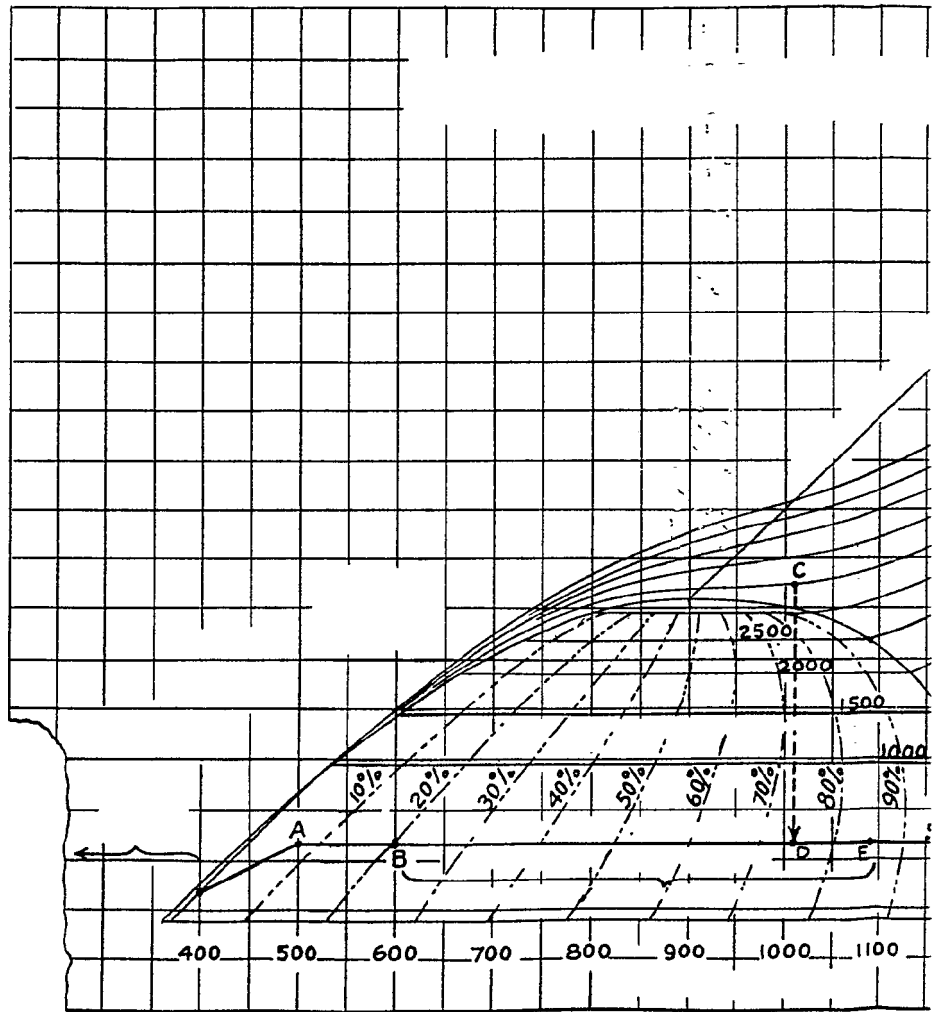




Fig. 3A

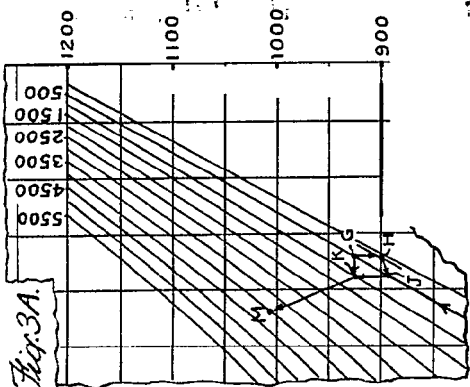


Fig. 3

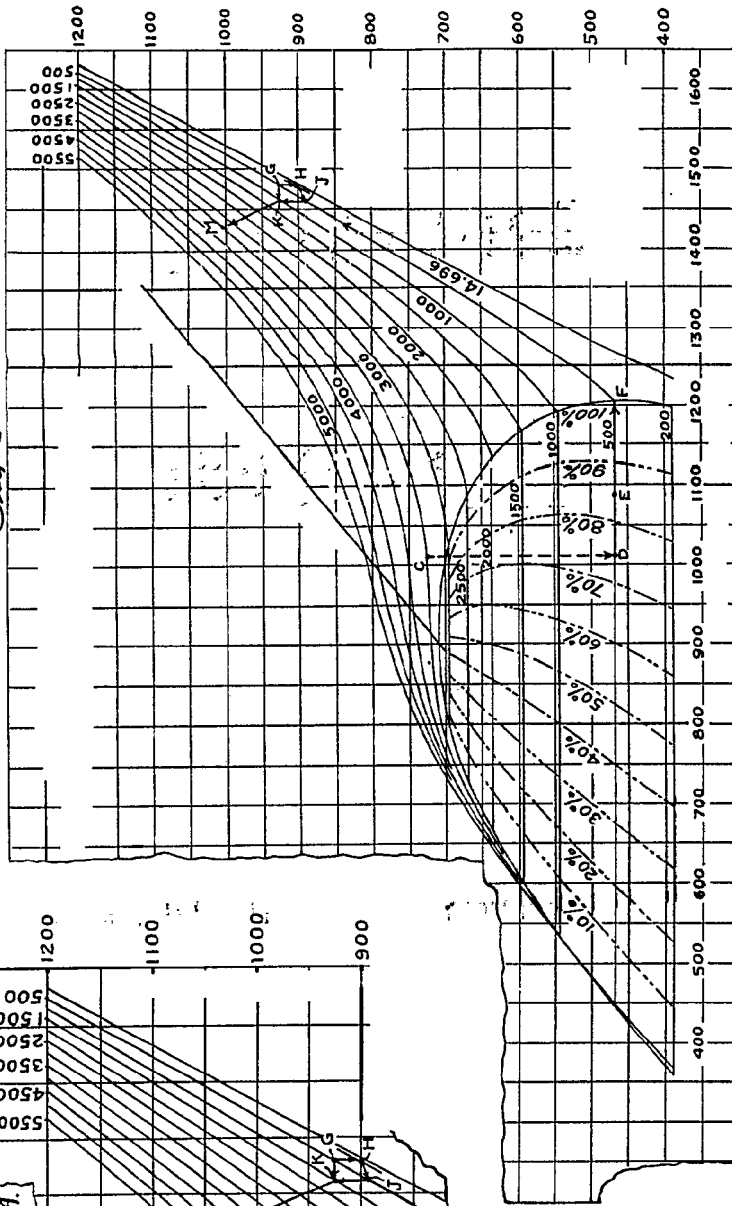


Fig. 5

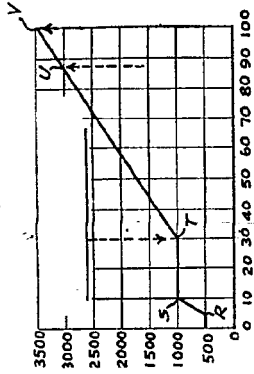


Fig. 4

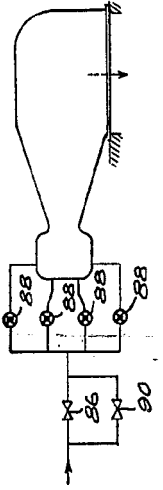


Fig. 7

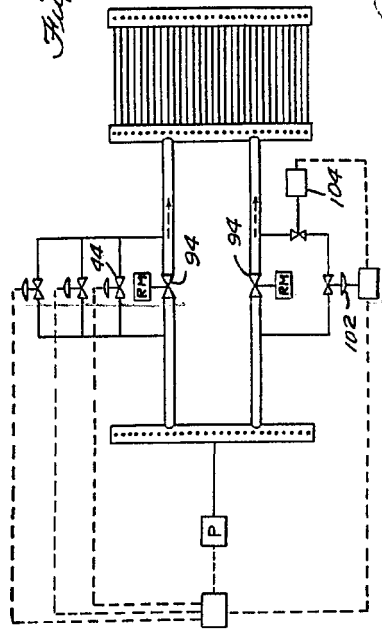
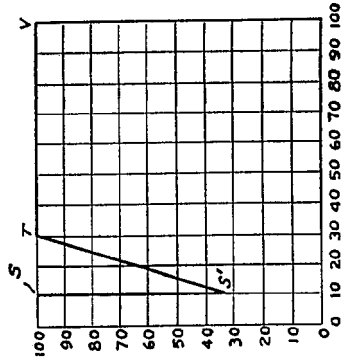


Fig. 6



W. H. Foster

ESCALA VARIABLE

Fig. 3A.

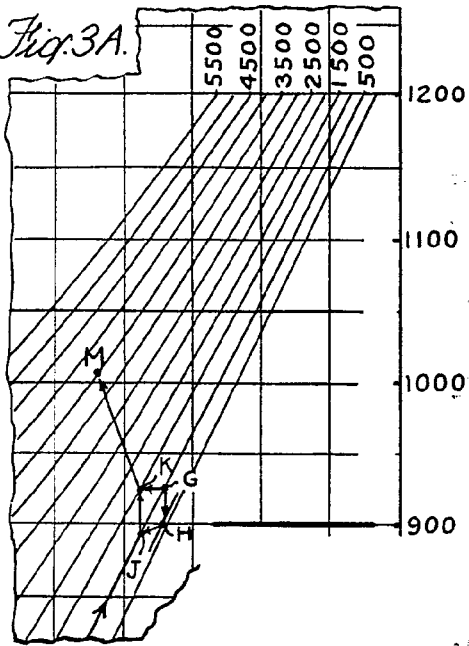
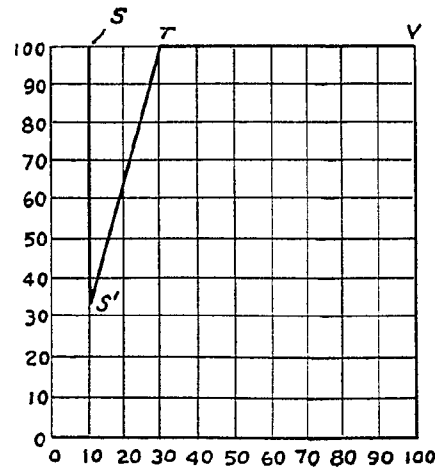
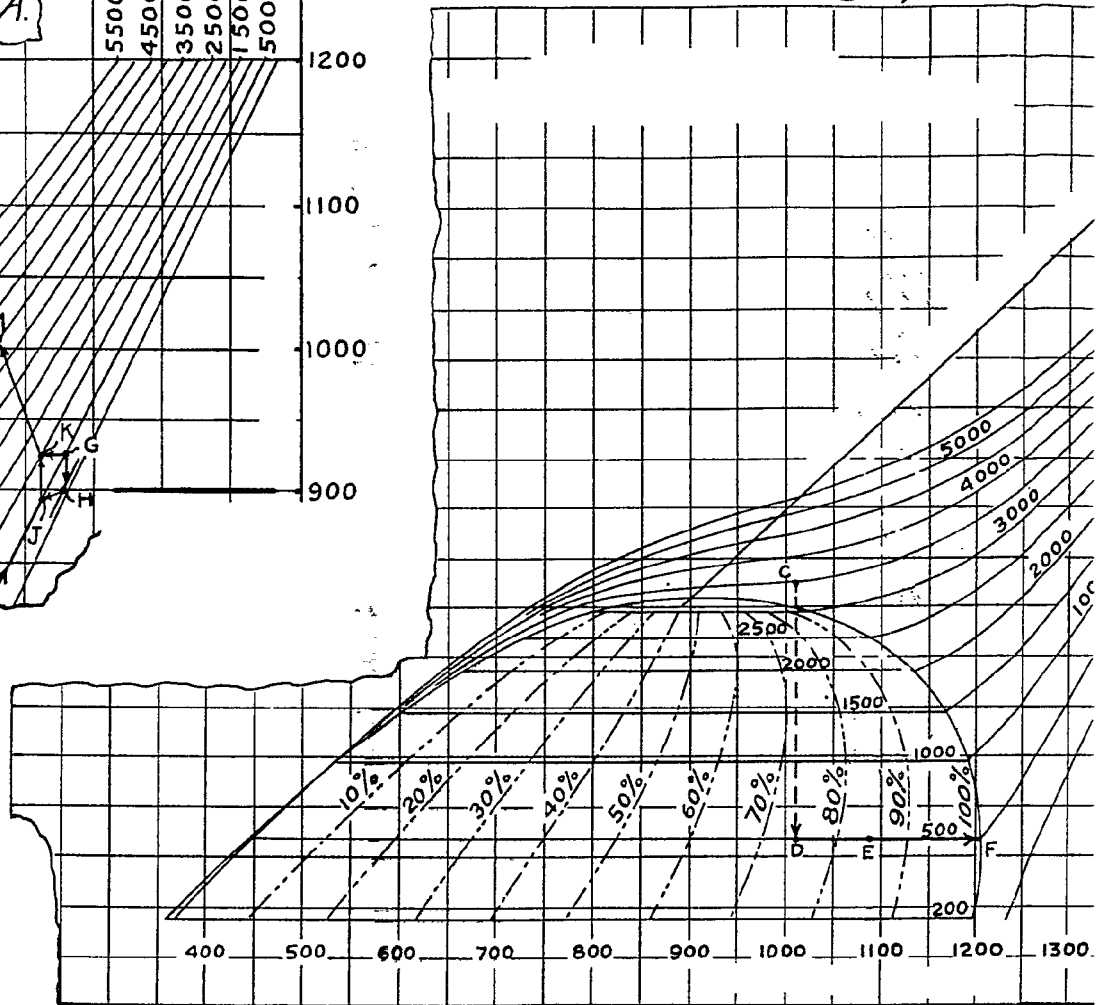


Fig. 3.



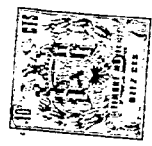


Fig. 3.

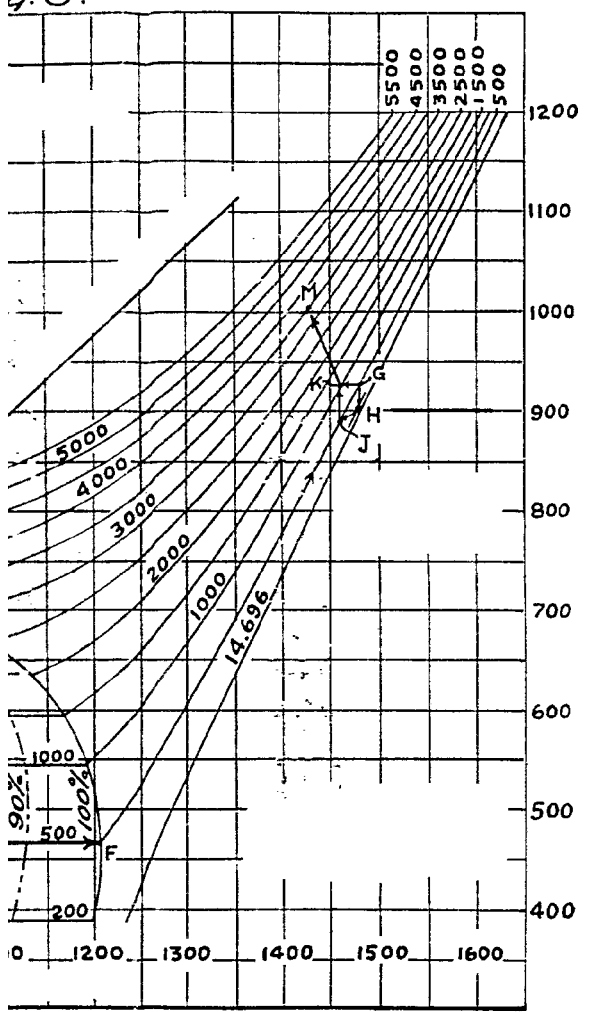


Fig. 5.

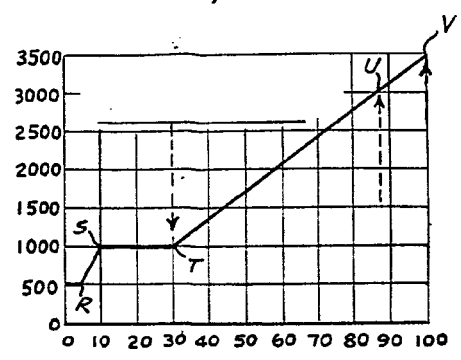


Fig. 4.

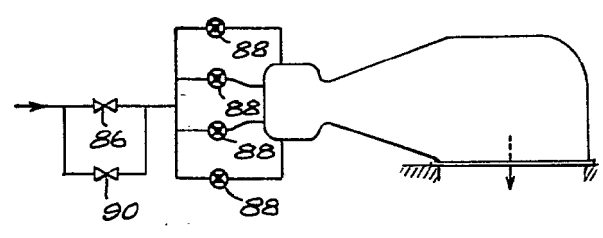


Fig. 6.

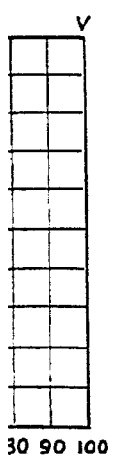
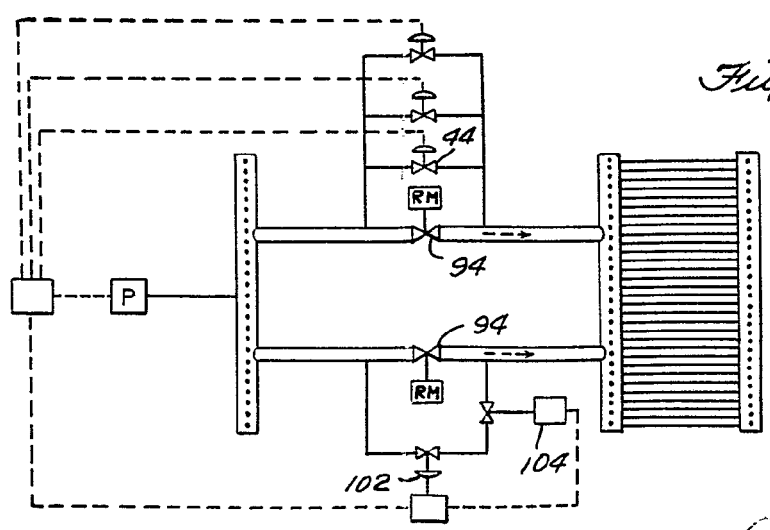


Fig. 7.



Accepted