

5 JUL 1965

302109

P.- 27.135

A 78.159
2567 Div.



1965

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 15 de julio de 1964, con el número 302.109

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMBUSTION ENGINEERING, INC., entidad norteamericana establecida en Prospect Hill Road, Windsor, Connecticut, Estados Unidos de América, por:

"UN SISTEMA GENERADOR DE VAPOR"

Este invento se refiere a generadores de vapor, especialmente del tipo de circulación forzada, y al mecanismo referente a la puesta en marcha de tales generadores.

5 Un objeto de este invento es una combinación económica de elementos que facilitan la puesta en marcha del generador de vapor.

Otro objeto es un método mejorado de poner en marcha el generador y de calentar la turbina conectada
10 con él.



Todavía otro objeto es una combinación de controles de turbina y válvulas de control de vapor para dicho generador de vapor y un método de utilización de los mismos para proporcionar una utilización económica de dichas válvulas.

De acuerdo con el invento, se ha provisto un método de hacer funcionar un sistema generador de vapor que tiene una sección generadora de vapor, una sección de recalentador, medios valvulares en paralelo que conectan a dichas secciones que incluyen unos medios valvulares aptos para funcionamiento con caída de presión crítica y unos segundos medios valvulares de área de circulación sustancialmente mayor no adecuados para tal funcionamiento, medios que fuerzan la circulación primeramente a través de dicha sección generadora de vapor y luego a través de dicha sección de recalentador en serie y un dispositivo estrangulador que controla la circulación desde dicha sección de recalentador hasta una carga que tiene unas necesidades mínimas de circulación de fluido con la carga inicial, comprendiendo dicho método las operaciones de forzar sustancialmente la misma circulación de paso único de fluido vaporizable a través de dichas secciones y dicho dispositivo estrangulador en serie mientras se mantiene dicha presión en dicha sección de generador a una presión preseleccionada, establecer dicha circulación de carga inicial y ajustar dicho dispositivo de estrangulación en una posición de abertura preseleccionada la cual proporcionará una presión de recalentador preseleccionada sustancialmente inferior a



la que estrictamente produciría una caída de presión crítica a través de dichos medios valvulares con dicha circulación de carga inicial, abrir dichos primeros medios valvulares y aumentar dicha presión de recalentador hasta una presión más elevada pero sustancialmente inferior a la presión preseleccionada en dicha sección de generador para eliminar con ello dicha caída de presión crítica a través de dichos medios valvulares y abrir sustancialmente por completo dichos primeros medios valvulares, abrir luego dichos segundos medios valvulares mientras se mantiene a dicha sección de generador a dicha presión preseleccionada para variar dicha presión de recalentador entre dicha presión más elevada y dicha presión en la sección del generador.

El invento incluye asimismo un sistema generador de vapor para poner en práctica este método y suministrar vapor a una carga que tiene unas necesidades de circulación mínima seleccionada que incluye primera y segunda secciones de calentamiento y medios valvulares que conectan a dichas secciones en serie y una restricción ajustable a la salida de dicha segunda sección que comprende, en combinación, las siguientes propiedades: primeros y segundos medios valvulares en paralelo que constituyen dichos medios valvulares, medios de bomba para forzar una circulación de fluido a través de dicha primera sección de dichos medios valvulares, de dicha segunda sección y de dicha restricción en serie, siendo dichos primeros medios valvulares ajustables para impedir dicha circulación y estando adaptados para mantener una presión de trabajo predeterminada en dicha



primera sección, teniendo dicha restricción una posición de abertura preseleccionada, teniendo dichos primeros medios valvulares una capacidad de circulación máxima a dicha presión de trabajo solamente suficiente para aumentar la presión en dicha segunda sección hasta una presión aumentada ligeramente por encima de aquélla que eliminaría la caída de presión crítica a través de dichos primeros medios valvulares con dicha restricción en dicha posición de abertura preseleccionada, estando dichos segundos medios valvulares ajustados para mantener dicha presión de trabajo en dicha primera sección a circulaciones aumentadas.

A fin de que pueda comprenderse el invento se describiré a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de circulación y de control que incorpora el invento; y

La Fig. 2 es un gráfico que muestra la relación entre la circulación y la presión en el recalentador durante la puesta en marcha.

En la Fig. 1 se ha ilustrado en forma simplificada la disposición del generador de vapor, el cual es preferiblemente un generador de vapor de agua, y de los subsistemas asociados dentro del ciclo de la instalación.

Los modernos generadores de vapor de agua, independientemente del nivel de presión, tienen por su propia naturaleza, (1) una sección de calentamiento de agua o economizador, (2) un evaporador o para presiones supercríticas una sección intermedia, la cual se conviene en llamar corrientemente sección de "paredes del hogar" o generadora

2109



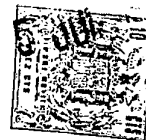
de vapor, y, finalmente (3) un recalentador. El nivel de presión al cual funciona el generador de vapor de agua influye de modo especial en el tamaño relativo de estas secciones y en su nivel de temperatura.

5 La circulación en el economizador o en las secciones de calentamiento de agua y en los recalentadores, en todos los generadores de vapor de agua, es mantenida por la altura de carga de la bomba de agua de alimentación la cual equilibra para cualquier carga la caída
10 de presión del fluido desde la salida de la bomba a la válvula de estrangulación de la turbina.

 La circulación del agua en el evaporador o en las paredes del hogar puede ser producida por la bomba de agua de alimentación ayudada por una bomba de recirculación y un sistema para recircular fluido a través de
15 las paredes del hogar.

 El agua de alimentación procedente de la bomba de agua de alimentación 10 ó 12 entra en el sistema generador de vapor de agua a través de las válvulas de agua
20 de alimentación F.W. o F.W.B. y al cabo de cierto recorrido por la tubería 14 llega al economizador 16. Desde el economizador 16 pasa el fluido a través de la bomba de recirculación 18 y sus válvulas aislantes asociadas 20 y 22 ó de la válvula de retención 24 a las
25 paredes del hogar, donde circula en serie a través de la pared central y de las paredes exteriores 26, luego a través de las paredes de cierre refrigeradas por vapor de agua del paso de gas posterior 28, el cual puede ser considerado como una continuación de las paredes exte-
30 riores. En funcionamiento, el vapor de agua procedente

3021



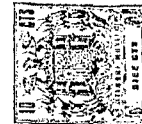
de las paredes del hogar pasa luego a través de un sistema de válvulas de estrangulación de caldera B.T. y B.T.B y continúa luego a través de secciones de recalentadores horizontal y en pendiente indicadas como 30 y 5 32 y de allí a la tubería de vapor de agua 34 que conduce a las válvulas de control de la turbina 36 y a la turbina 38. El vapor de agua es devuelto desde la turbina a un recalentador intermedio 40, sometido a la acción del calor procedente del hogar, y devuelto luego a la 10 sección de turbina 42. El vapor de agua procedente de la sección de turbina 42 puede ser alimentado a través de una segunda sección de recalentador intermedio 44 sometido a la acción del calor del hogar y pasado luego a través de una sección 46 de la turbina y conducido después a un condensador 48. El condensado pasa a través 15 de un filtro desmineralizador 50 y de calentadores de baja presión 52 a un desaireador 54 y calentadores de presión intermedia 55. Las bombas de alimentación 10 y 12 hacen retornar luego el agua de alimentación a través 20 de calentadores de alta presión 56 a las válvulas de agua de alimentación.

Entre los componentes de especial utilidad en el sistema de puesta en marcha se incluyen las válvulas de estrangulación de caldera B.T. y B.T.B. anteriormente 25 mencionadas. Aguas arriba de estas válvulas, la tubería 58 conecta el sistema de la pared del hogar con la válvula de extracción de caldera B.E. y el separador de agua o depósito de vaporización súbita 60. El lado del vapor de agua del separador 60 está conectado al sistema 30 de los recalentadores 30 y 32 a través de la tubería 62



y de una válvula de admisión de vapor de agua S.A. y
al condensador 48 a través de una válvula de rebosamien-
to S.P. El agua procedente del separador es descargada
al condensador a través de la válvula de drenaje de agua
5 W.D. Puede usarse una válvula de descarga de vapor de
agua S.D. conectada a la línea 34 entre el recalentador
32 y la válvula de estrangulación de turbina 36 para
descargar el vapor de agua usado para enfriamiento y
calentamiento del vapor de agua por el recalentador y
10 conduce al condensador. Una válvula de inyección I.G.
controla la circulación de agua de desrecalentamiento
para protección del condensador. La válvula I.S. es una
válvula de inyección del recalentador para controlar
la temperatura de salida del recalentador, y las váli-
15 vulas I.R. son válvulas de inyección del recalentador
intermedio para controlar las temperaturas de salida del
recalentador intermedio.

Las paredes del hogar o generador de vapor 28
definen un hogar dentro del cual puede quemarse combus-
20 tible, suministrado por cualesquiera medios adecuados
y bien conocidos tales como la tubería 63, para sumi-
nistrar gases calentados y una fuente de calor para ca-
lentar el fluido contenido en las diversas secciones
16, 26, 28, 30, 32, 40 y 44 expuestas a los gases ca-
25 lientes. Una derivación 64 a través del hogar y de las
paredes refrigeradas por vapor de agua proporciona un
camino de retorno para el fluido recirculado forzado a
través de estas paredes por la bomba de recirculación
18 que actúa como una bomba de circulación mixta, bom-
30 beando tanto agua de alimentación como fluido de re-



circulación. El fluido de recirculación es mezclado con el agua de alimentación de entrada en una cámara de mezclado 66. Con tal sistema de recirculación, las necesidades de circulación de las paredes del hogar, tal como

5 la circulación del 30% de plena carga, deja de ser determinante de las necesidades de circulación de agua de alimentación durante la puesta en marcha de manera que la circulación de paso único puede ser limitada al 5

ó al 10% de las necesidades de plena carga, según quedan

10 determinadas por las necesidades de refrigeración de vapor de agua de secciones tales como los recalentadores o por las necesidades de calentamiento de vapor de agua para las tuberías o por las necesidades de vapor de agua para la turbina que pueden ser, por ejemplo, del

15 orden del 7% de la circulación de plena carga durante el rodaje inicial de la turbina y la carga inicial después de sincronizarse el generador para llevar gradualmente a la turbina y al generador hasta las temperaturas de funcionamiento al mismo tiempo que se lleva

20 al sistema generador de vapor completo hasta la temperatura y la presión de funcionamiento para todas sus diversas secciones.

Por varias razones, tales como la seguridad de que no entrará en la turbina agua arrastrada con el vapor

25 y para mayor libertad en la selección de materiales para la fabricación de los recalentadores, es aconsejable, en particular durante la puesta en marcha, evitar que entre en el recalentador cualquier agua procedente de las secciones de pared del hogar. Ello es función de

30 las válvulas de estrangulación de caldera B.T. B.T.9.

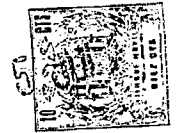
302109



y de la válvula de extracción de caldera B.E. todas las
cuales están en las conexiones entre las paredes del
hogar y los recalentadores y sirven para bloquear el
paso de agua de una a otra sección. Las válvulas de es-
5 estrangulación de caldera B.T. son válvulas grandes, de
estrangulación, del tipo de seta, diseñadas para baja
caída de presión las cuales, en las condiciones de carga
de proyecto o de plena carga, darán paso a la mayor parte
de la circulación de vapor desde las paredes del hogar
10 al recalentador con un mínimo de caída de presión a tra-
vés de las válvulas. Las válvulas de estrangulación de
caldera B.T.B. actúan como una derivación alrededor de
las válvulas de estrangulación de caldera B.T. durante
las condiciones de puesta en marcha, pero permanecen
15 totalmente abiertas bajo las condiciones de plena circu-
lación en que transmitirán una parte secundaria de la
circulación total desde las paredes del hogar a los re-
calentadores. Las válvulas de estrangulación de caldera
B.T.B. son válvulas para trabajo intenso y relativamente
20 caras, diseñadas para servicio intenso de estrangulación
para controlar la circulación de vapor a temperaturas
próximas a los 427°C y para diferencias de presión en
los lados opuestos de la válvula iguales o superiores a
la caída de presión crítica.

25 Para diferencias de presión iguales o superiores a
la caída de presión crítica, la circulación a través de
la válvula alcanza la velocidad del sonido y produce
un efecto erosivo que conduce al rápido deterioro de la
válvula. La válvula de estrangulación de caldera B.T.B.
30 es también una válvula de tipo de seta pero diseñada

302109



para un servicio mucho más intenso que la válvula de estrangulación de caldera B.T., que no está adaptada para funcionar con una caída de presión crítica sino solamente para circulaciones cuyas velocidades sean inferiores a la del sonido. Debido a la naturaleza de la válvula y del servicio que se le exige, es deseable hacer las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. tan pequeñas como sea compatible con las necesidades del resto del sistema, y ello es uno de los objetos del invento.

Las válvulas de extracción de caldera B.E., que son asimismo válvulas de estrangulación del tipo de seta, están diseñadas para funcionar a una caída de presión crítica pero difieren de las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. en que están diseñadas para trabajar con circulación de agua a la caída de presión crítica así como con circulación de vapor. Estas válvulas de extracción de caldera B.E. son también caras y su servicio es intenso, por lo que deberían ser tan pequeñas como sea compatible con las necesidades del resto del sistema.

Es de hacer notar que debido al sistema de recirculación las necesidades de circulación de paso único con que se exige que trabajen estas diversas válvulas B.E., B.T.B. y B.T. durante la puesta en marcha inicial pueden reducirse a menos del 30% de la circulación a plena carga y vendrán determinadas en gran medida por la carga o el servicio a que se destinan durante la puesta en marcha, la cual, en el ejemplo elegido, es la de una turbina y un generador que puede ser satisfecho con un mínimo de, por ejemplo, el 7% de la circulación total



normal cuando se genera energía eléctrica. Ello permitirá válvulas mucho más pequeñas que si se requiriese una circulación de paso único del 30% de la circulación completa durante la puesta en marcha.

5 Como una descripción general del procedimiento de puesta en marcha, las cantidades relativamente pequeñas de circulación de agua de alimentación durante todas las operaciones de puesta en marcha son reguladas por las válvulas de derivación de agua de alimentación F.W.B.

10 Su funcionamiento está coordinado para proporcionar circulación de agua de alimentación al régimen de caldeo. Para la limpieza de la caldera, que implica el caldeo del generador de vapor de agua, y para el funcionamiento inicial de la turbina, las válvulas de estrangulación de caldera B.F. y B.T.B. son puestas en derivación por medio de un sistema de baja presión que incluye las válvulas de extracción de caldera B.E. y el depósito de vaporización súbita 60. Esta disposición de válvulas de estrangulación mantiene a la pared del hogar funcio-

15 nando a su presión apropiada en todas las condiciones, al tiempo que permite que funcione el recalentador a un nivel de presión más bajo. Hay pues, a tal efecto, un compartimiento para líquido proporcionado por las paredes del hogar y un compartimiento para vapor proporcionado por los recalentadores y separado por un sistema de válvulas por medio del cual puede mantenerse el compartimiento para líquidos a una presión preseleccionada mientras que el compartimiento para vapor está a una presión más baja.

30 Durante la fase inicial de una puesta en marcha,

302109



las válvulas de estrangulación de caldera B.T. y B.T.B. están cerradas y la turbina es calentada y hecha girar en el sistema de separador-recalentador de baja presión. Las temperaturas a la salida de la pared del hogar son luego aumentadas y se genera vapor de agua de baja presión suficiente para sincronizar y cargar inicialmente a la turbina. El control de la presión en la pared del hogar, que se realiza por medio de la válvula de extracción de caldera B.B. regulada por la presión, es ahora transferido de la válvula de extracción de caldera B.B. a las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. La válvula de retención de cierre de admisión de vapor de agua S.A. se cerrará cuando la presión del vapor de agua en la sección 30 hecho pasar a través de la válvula de extracción de caldera B.T.B. sea superior a la presión en el separador o depósito de vaporización súbita. A continuación se procede a la carga de la turbina aumentando la energía absorbida por la caldera, es decir la circulación del agua de alimentación y el régimen de caldeo, mientras se mantienen las válvulas reguladoras de la turbina a una abertura fija mínima preseleccionada y continuando primeramente la apertura de la válvula de extracción de caldera B.T.B. hasta que la caída de presión llega a ser inferior al valor crítico y abriendo luego la válvula de estrangulación de caldera B.T. para aumentar gradualmente la presión aguas abajo mientras se mantiene la presión aguas arriba al valor sustancialmente constante preseleccionado.

La presión en el sistema del recalentador aumenta proporcionalmente a la carga y puede llegar a la presión



total de funcionamiento a aproximadamente el 30% de la carga, punto 100 en la Fig. 2. Las válvulas de estrangulación de caldera están entonces totalmente abiertas y tiene lugar la carga bajo el control de las válvulas
5 de control de la turbina a una presión esencialmente constante de estrangulación de la turbina.

En detalle, para poner en marcha el sistema se llena el compartimiento para líquido incluyendo al economizador y a las paredes central, exterior y refrigeradas por vapor de agua del hogar y se ventilan éstas
10 a las válvulas de estrangulación de caldera B.T. y D.T.B. que separan al sistema del recalentador del sistema de paredes del hogar, cuyas válvulas están cerradas en ese momento. Estas válvulas están bloqueadas contra la aper-
15 tura hasta que la temperatura en la salida de agua refrigerada por vapor de agua alcanza cierta temperatura preseleccionada, tal como de 427°C, por un mecanismo conocido indicado esquemáticamente en 67, tal como un interruptor o una válvula accionados por la temperatura,
20 que bloquea al servomecanismo accionador de la válvula. La válvula de extracción de caldera B.E. está cerrada y ajustada para el control automático de la presión a una cierta presión del generador de vapor seleccionada, por ejemplo 70,3 Kg/cm². Se ponen en marcha las bombas
25 de agua de alimentación y se establece una circulación de agua de alimentación mínima de, por ejemplo, el 5% de la circulación de plena carga y la circulación de agua de alimentación, controlada por la válvula de derivación de agua de alimentación F.W.B., pasa a través
30 del economizador y del sistema de paredes del hogar y



es descargada a través de la válvula de extracción de caldera B.E. al separador. El agua retorna al condensador a través de la válvula de drenaje de agua W.D. La presión en el sistema de paredes del hogar es mantenida
5 por la válvula de extracción de caldera B.E. en el valor ajustado seleccionado. Se abre la válvula de retención de cierre de admisión de vapor de agua S.A. que conecta al separador con el sistema de recalentador y se pone en marcha la bomba de recirculación 18.

10 Se inicia el caldeo y se mantiene a un régimen que aumente la temperatura del vapor de agua a la salida de la pared refrigerada por vapor de agua a un régimen pre-seleccionado compatible con las limitaciones en la temperatura del gas para protección del recalentador inter-
15 medio. A medida que la temperatura a la salida de las paredes del hogar aumenta por encima de la temperatura de saturación equivalente a la presión en el separador, el fluido empieza a vaporizarse súbitamente para pasar a vapor de agua en el depósito de vaporización súbita
20 60, pasando la porción de vapor de agua al recalentador a la temperatura de saturación. La circulación de vapor de agua enfría las tuberías del recalentador en contacto con el gas y calienta los colectores y las tuberías de interconexión. El régimen de la circulación a través de
25 las tuberías de vapor de agua y su régimen de aumento de temperatura están controlados por la válvula de drenaje de vapor de agua accionada manualmente S.D. a través de la cual se permite el paso del vapor de agua de baja presión hasta el condensador. Se repone el control
30 de presión de la válvula de extracción de caldera B.E.

302109



para mantener la presión en el sistema de paredes del hogar a una presión más elevada que la presión de saturación equivalente a la temperatura de fluido más alta en las paredes. A cierta temperatura preseleccionada, por ejemplo a 288°C, la presión será mantenida, en el ejemplo elegido para fines ilustrativos que es un sistema supercrítico, a 246,1 Kg/cm².

Si se requiere la limpieza del agua de la caldera se mantiene la temperatura de salida de la pared refrigerada por vapor de agua a una temperatura de 316°C a 343°C hasta que la concentración de sólidos del agua que está circulando llega a límites aceptables. La circulación que barre al sistema de paredes del hogar durante ese tiempo es mantenida por el sistema de recirculación a un régimen preseleccionado, que puede ser a un nivel equivalente a aproximadamente el 60% de la circulación de plena carga. Durante ese tiempo puede ser alimentado el vapor de agua de baja presión desde la salida de recalentador a través de la turbina para calentar y rodar a la turbina.

A medida que el fluido en la salida de las paredes del hogar alcanza gradualmente niveles aceptables de pureza, se aumenta el régimen de caldeo y aumenta el nivel de temperatura en la salida de las paredes del hogar de manera que la descarga de la válvula de extracción de caldera B.E. al separador produce cada vez más vapor de agua y menos agua. La válvula de descarga de vapor de agua S.D. puede ser ahora cerrada y el vapor de agua no usado para llevar a velocidad a la turbina aumenta la presión en el sistema de separador y de recalentador



hasta que se alcanza la presión deseada de la caja de
válvulas de la turbina de, por ejemplo, $56,2 \text{ Kg-cm}^2$
manométricos. Este nivel es luego mantenido vertiendo el
exceso de vapor de agua al condensador a través de las
5 válvulas de rebosamiento controladas por presión S.P.

A aproximadamente 427°C de temperatura del fluido,
la totalidad de la circulación de paso único es trans-
formada en vapor de agua en el separador. La turbina es
sincronizada y cargada inicialmente, y el vapor de agua
10 en exceso previamente descargado a través de la válvula
de rebosamiento S.P. es ahora tomado a través del reca-
lentador y la turbina. De esa manera, el sistema de pue-
ta en marcha actúa como un depósito de reserva del cual
puede ser cargada inicialmente la turbina sin requerir
15 un régimen de caldeo o carga de circulación de entrada
brusca y comparativamente grande para cargar al genera-
dor de vapor de agua.

A fin de proceder con la carga de la derivación
por la caldera, el funcionamiento a través del separa-
20 dor es sustituido por el funcionamiento a través de las
válvulas de estrangulación de la caldera. Ello es ahora
posible ya que la entalpía a la salida de las paredes
del hogar está ya a un nivel al cual la estrangulación
de un fluido supercrítico producirá vapor de agua úni-
25 camente. La conmutación se hace transfiriendo gradual-
mente el control de la presión aguas arriba, manteniendo
la presión en las paredes del hogar a aproximadamente
 $246,1 \text{ Kg/cm}^2$, desde las válvulas de extracción de caldera
B.E. accionadas por la presión a las válvulas de estran-
30 gulación de caldera B.T.B. accionadas por la presión.

302125

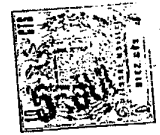


Al abrirse estas últimas y cerrarse las primeras cesa la
circulación de vapor de agua a través del separador y
se cerrarán las válvulas de rebosamiento S.P. y de ad-
misión de vapor de agua S.A. Toda la circulación de agua
5 de alimentación pasa ahora a través del recalentador a
la turbina. Pueden aumentarse el régimen de caldeo y
la circulación de agua de alimentación para cargar aún
más la turbina.

El sistema de válvula de estrangulación como el
10 anteriormente descrito tiene otra ventaja en cuanto puede
disponerse de vapor de agua de baja presión y alta tem-
peratura para nuevos arranques en caliente de la turbina.
La combinación de válvulas de estrangulación anteriormen-
te descrita es apta para circulaciones bajas a caída de
15 presión de estrangulación crítica y para circulaciones
altas a una caída de presión baja, en ambos casos con
un alto grado de control en puntos diferentes en la su-
cesión de carga.

Un arranque en caliente sigue las acciones de prin-
20 cipio de un arranque en frío usándose de nuevo el sis-
tema de separador-recalentador de baja presión a fin de
proporcionar vapor de agua de baja presión y de alta
entalpía a la caja de válvulas de la turbina. Las válvulas
de estrangulación de la caldera están cerradas, se eleva
25 la presión en las secciones aguas arriba de la caldera
hasta la presión total de funcionamiento, o sea 246,1
 Kg/cm^2 y se disminuye la presión en el recalentador al
nivel de funcionamiento del separador, o sea 56,2 Kg/cm^2 ,
abriéndose para ello las válvulas de descarga de vapor
30 de agua S.D.

302109



Puede volverse a establecer el caldeo y admitirse una circulación de agua de alimentación de aproximadamente el 5%. Con el más elevado nivel de temperatura en el hogar y en las secciones de pared del hogar, hay disponible inmediatamente vapor de agua en el separador suficiente para rodar la turbina. La temperatura a la salida de la pared del hogar alcanza rápidamente el límite de 427°C, cuando no está ya en ese valor, y el vapor de agua para la turbina tendrá una temperatura del orden de 454°C. Se aumenta la entrada de energía a la caldera al nivel de carga inicial y se sincroniza la turbina.

El orden de operaciones sigue nuevamente a través de la operación de transferencia desde el separador a la operación de estrangulación de la caldera y sigue de nuevo la carga del generador de vapor hasta que puede tomar la dirección el sistema de control. Para arranques en caliente en que los períodos de rodaje anteriores a la sincronización son comparativamente breves, la inercia térmica de las tuberías del recalentador intermedio en el paso de gas permite el sobrecaldeo pasajero para temperaturas de recalentador más elevadas.

La actuación más deseable de la entalpía del vapor de agua suministrado a la turbina es aquella que en la parte crítica de la turbina produce los daños más bajos posibles por fatiga térmica acumulativa en cualesquiera condiciones de funcionamiento. Para conseguir tal actuación de un modo general -bajas temperaturas en un arranque en frío y altas temperaturas en un arranque en caliente- el presente sistema contribuye con un alto grado de flexibilidad y mejora la actuación.

2109

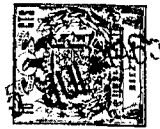


Durante la puesta en marcha, mientras se mantiene la presión en la pared del hogar al nivel supercrítico de, por ejemplo, $246,1 \text{ Kg/cm}^2$, se sincroniza la turbina a una cierta combinación de presión y de circulación en el recalentador indicada en el punto 70 en la Fig. 2 que asegura que el generador será accionado por la turbina y no motorizado. Es deseable que haya una circulación mínima a través de la turbina, cuando ésta es sincronizada y cargada inicialmente, de aproximadamente el 7% de la circulación total a plena carga. Es asimismo deseable, desde un punto de vista de simplicidad del control, hacer mínima la manipulación de las válvulas de control de la turbina mientras la presión en las paredes del hogar está bajo el control de las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. A fin de lograr estas dos características deseables se fija la posición de la válvula de control de la turbina para proporcionar una abertura fija que proporcione la circulación mínima deseada a través de la turbina bajo la presión de vapor de agua de sincronización de aproximadamente $56,2 \text{ Kg/cm}^2$ manométricos mantenida por la válvula de rebosamiento S.P. El vapor de agua requerido para el funcionamiento de la turbina, después de la transferencia desde el sistema de puesta en marcha al sistema principal, o sea de la válvula de extracción de caldera B.E. a la válvula de estrangulación de caldera B.T.B., pasa a través de la válvula de estrangulación de caldera B.T.B. con una caída de presión de estrangulación crítica. Es sumamente deseable alcanzar una presión en el recalentador que no requiera una caída de presión de estrangulación



crítica a través de las válvulas de estrangulación de caldera B.T. o B.T.B. para una circulación tan baja como sea posible. Esta presión en el recalentador viene dada por $SC \times R$ que indica el producto de la presión supercrítica, que en el ejemplo usado para ilustración es de $246,1 \text{ Kg/cm}^2$, multiplicada por la relación de la caída de estrangulación crítica que es aproximadamente 0,545. Esta presión viene indicada por 80 en la Fig. 2 y por la línea 82. Tan pronto como se aumenta la presión en el recalentador por encima de la presión indicada por el punto 80, por ejemplo a $140,6 \text{ Kg/cm}^2$, pueden abrirse las válvulas de estrangulación de caldera B.T. La válvula de estrangulación de caldera B.T. es accionada por presión o controlada por dos presiones diferentes. Está controlada por la presión en las paredes del hogar por cualquier mecanismo bien conocido, representado esquemáticamente en 83 en la Fig. 1, de modo que mantenga esa presión para el valor preseleccionado de, por ejemplo, $246,1 \text{ Kg/cm}^2$ y está controlada por la presión en el sistema de recalentador por un mecanismo conocido representado esquemáticamente en 85 tal como una válvula o un interruptor accionado por presión, bloqueando el funcionamiento del servomecanismo accionador para la válvula de modo que se impida la abertura de la válvula de estrangulación de caldera B.T. hasta que la caída a través de esa válvula es menor que la caída de presión crítica. El tamaño, y por consiguiente el coste de las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. se hacen mínimos cuando la circulación para la que han de ser diseñadas es asimismo mínima. Fijando

300100



la abertura de las válvulas de control de la turbina para establecer el punto 70 con la circulación mínima permisible a través de la turbina y manteniendo las válvulas de control de la turbina a esa abertura fija

5 mientras se aumenta la circulación a través de las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. incrementando el régimen de circulación de paso único de agua de alimentación y aumentando correspondientemente el régimen de caldeo, la circulación seguirá la línea 86 hasta el

10 punto 84 que indica, por ejemplo, una circulación de un 17% en cuyo momento pueden abrirse las válvulas de estrangulación de caldera B.T., estando las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. esencialmente abiertas por completo en ese punto. Este procedimiento será vá-

15 lido para cualquier disposición de válvulas de estrangulación de la admisión de turbina. Después que se ha alcanzado el punto 84 en el procedimiento de puesta en marcha puede seguirse cualquiera de entre diversos caminos para llegar al punto 88 el cual indica la presión

20 total del recalentador y la plena carga, dependiendo principalmente de la disposición de las válvulas de admisión de la turbina. Para la condición especial en la cual ocurre que la abertura fija para seleccionar el punto 70 coincide con la posición completamente abierta

25 de las entonces válvulas de control de la estrangulación de turbina, como sería el caso del "punto de válvula secuencial" o de "admisión parcial" de la disposición de válvula de control de turbina en que las válvulas de control de la turbina que comprenden el arco primero

30 de admisión estuvieran completamente abiertas en la

302100



sincronización, tanto la presión en el recalentador como la circulación, aumentarían a lo largo de la línea identificada como 90 hasta que se alcanzase la presión total del recalentador en el punto 100. A medida que se aumentase la circulación de agua de alimentación para proporcionar esa circulación adicional, las válvulas de estrangulación de caldera B.T. se abrirían automáticamente para mantener los $246,1 \text{ Kg/cm}^2$ en la sección de la pared de agua. Así, cuando se alcanzase la presión total en el recalentador las válvulas de estrangulación de caldera B.T. estarían totalmente abiertas para dar paso a la circulación completa y la presión en la totalidad del sistema sería mantenida por el funcionamiento de las válvulas de estrangulación de la turbina y del mecanismo de control de la circulación. En todos los casos se obtiene el rendimiento máximo de la turbina cuando las válvulas de estrangulación de la turbina se estrangulan en la cantidad mínima y, en el caso anterior, el rendimiento máximo de la turbina se obtendría sincronizando todo el proceso hasta la presión total en el recalentador. Desde el punto 100 hasta el punto de plena carga 88, se usa la sucesión normal de las válvulas de control de la turbina para los restantes arcos de admisión, ya que ese es también el camino de máximo rendimiento de la turbina.

En un caso más general del "punto de válvula secuencial" o de "admisión parcial" de la disposición de válvula de control de la turbina, en que la sincronización se obtendría para una abertura fija de válvula como anteriormente pero que sería inferior a la abertura

302109



total de válvula para las válvulas del primer arco de admisión, el aumento en la circulación y en la presión del recalentador tendría lugar a lo largo de la línea 86 desde el punto 70 hasta el punto 84 como en el caso especial. En el punto 84 la circulación aumentada producida por las bombas de agua de alimentación se usaría para mantener la presión en el recalentador sustancialmente constante e igual a la correspondiente al punto 80. Ello podría hacerse abriendo las válvulas de control de la turbina a medida que aumentase la circulación, o podría conseguirse mediante un mecanismo sensible a la presión que automáticamente abriría las válvulas de estrangulación de la turbina para mantener la presión al nivel indicado por el punto 84. La turbina sería entonces controlada por el primer arco de admisión el cual estaría totalmente abierto para su máximo rendimiento para tales condiciones de presión.

Desde el punto 92 la circulación de agua de alimentación aumentada, con, desde luego, el caldeo aumentado para hacer óptima la temperatura a la salida de la pared del hogar, abriría aún más la válvula de estrangulación de caldera B.T. para dar paso a la circulación aumentada, mientras que la válvula que controla el primer arco de admisión de la turbina permanecería totalmente abierta hasta que se alcanzase la presión total en el recalentador en 95. El posterior aumento en la circulación, después que se alcanza la presión total en el recalentador en 95, resultará en la sucesión normal de las válvulas de control de la turbina para los restantes arcos de admisión hasta que la posición



de plena carga 88 resultaría en la apertura sustancialmente por completo de las válvulas de estrangulación de la turbina. De ese modo se mantendría la condición de funcionamiento de máximo rendimiento de la válvula de
5 turbina para la totalidad de la gama de cargas.

Un tercer ejemplo de control de la turbina correspondería al llamado "punto único" o de "plena admisión" de la disposición o válvula de control de la turbina. En esa disposición, la turbina trabaja con su máximo
10 rendimiento con las válvulas de estrangulación de turbina completamente abiertas, pero ésta es la condición de válvula diseñada para la circulación de plena carga a la turbina y es la condición de válvula utilizada cuando la turbina y el generador están suministrando
15 esencialmente su plena carga nominal. En este caso, al igual que antes, se fijarían las válvulas de control de la turbina en una posición abierta limitada para proporcionar las condiciones indicadas por el punto 70, dando la turbina una abertura de estrangulación fija
20 predeterminada. Al igual que antes, la circulación de agua de alimentación aumentada a través del sistema abrirá automáticamente las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. para mantener y limitar la presión en la pared del hogar a la presión seleccionada de
25 $246,1 \text{ Kg/cm}^2$, en el ejemplo seleccionado, y la presión y la circulación seguirían la línea 86 desde 70 hasta el punto 84. En ese punto, estando totalmente abiertas las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. y estando liberadas las válvulas de estrangulación de caldera
30 B.T. para funcionamiento, la circulación de agua de



alimentación aumentada abrirá las válvulas de estrangulación de caldera B.T., al igual que el segundo ejemplo, para impedir un aumento de presión en las paredes del hogar por encima del valor seleccionado, y se manipulará la válvula de estrangulación de la turbina, ya manualmente o ya automáticamente, para mantener la presión seleccionada en el recalentador sustancialmente constante hasta que las válvulas de estrangulación de la turbina estén totalmente abiertas en el punto 94. En ese punto, un aumento posterior en la circulación de agua de alimentación se traducirá en que se abrirán más las válvulas de estrangulación de caldera B.T. y en un aumento en la presión del recalentador a lo largo de la línea 96 hasta que, en el punto 88, la válvula de estrangulación de caldera B.T. así como las válvulas de estrangulación de la turbina estén completamente abiertas y la unidad está esencialmente a plena carga y plena circulación. Al igual que anteriormente, las válvulas de estrangulación de caldera B.T.B. manejarían una circulación tan pequeña como fuese practicable y la válvula de estrangulación de la turbina estaría abierta para mantener la presión constante a lo largo de la línea 82 haciendo con ello mínima la estrangulación y máximo el rendimiento.

Tomando la circulación del 7% como el requisito necesario para la sincronización en el ejemplo últimamente citado, si hubiera de permitirse que las válvulas de control de la turbina adoptasen su posición totalmente abierta y de máximo rendimiento para la sincronización, que correspondería al punto 97, y continuasen en esa posición totalmente abierta a lo largo de la línea

302109



98 hasta la línea de caída de presión crítica repre-
sentada por la línea 82 y el punto 94, se necesitarían
entonces válvulas de estrangulación de caldera B.T.B.
que manejasen una circulación representada por el punto
5 94 lo cual, evidentemente, requeriría un equipo mucho
más costoso que las válvulas de estrangulación de cal-
dera B.T.B. del tamaño justamente suficiente para ma-
nejar la circulación en el punto 84.

En el caso de que sea conveniente o practicable
10 controlar la válvula de estrangulación de la turbina
para proporcionar una presión gradualmente creciente
en el recalentador, al tiempo que se mantiene una cir-
culación de agua de alimentación sustancialmente cons-
tante, pueden ser utilizadas válvulas de estrangulación
15 de caldera B.T.B. que tengan una capacidad de circula-
ción que no sea sustancialmente superior a la capacidad
de circulación requerida para la sincronización. Cuando
la presión en el recalentador llega a elevarse hasta el
punto de eliminar la caída de presión crítica, las vál-
20 vulas de estrangulación de turbina podrían entonces de-
jarse en la posición que producía la presión deseada
en el recalentador y la circulación de paso único au-
mentada para aumentar la presión en el recalentador,
o podrían manipularse para mantener la presión en el
25 recalentador sustancialmente constante hasta que las
válvulas de control de la turbina alcanzasen una posi-
ción de abertura, es decir, una posición totalmente
abierta para las entonces activas válvulas de control
de la turbina, resultando en un camino de máximo rendi-
30 miento, y la presión en el recalentador podría entonces

302109



ser aumentada hasta el valor nominal máximo incrementando la circulación de paso único con esa posición seleccionada de la válvula de estrangulación de turbina como en los ejemplos anteriores. Para simplicidad del control se prefiere ahora ajustar las válvulas de estrangulación de turbina a una abertura fija predeterminada para la sincronización cuando se aumenta la presión en el recalentador desde la presión de sincronización hasta una presión que producirá una caída de presión inferior a la crítica a través de las válvulas de estrangulación de caldera B.T., como se ha descrito anteriormente. Si se desea, en el caso del segundo ejemplo anterior, en lugar de funcionar las válvulas de estrangulación de la turbina en el punto 84 para llevarlas al estado de totalmente abiertas en el punto 92 y seguir luego a lo largo de la línea 93 hasta la posición totalmente abierta de plena presión en 95, podrían dejarse las válvulas en su posición fija y aumentarse la presión y la carga a lo largo de la línea 90 hasta el punto 100 y entonces podrían hacerse funcionar las válvulas de estrangulación de turbina a lo largo de esta línea de plena presión en el recalentador a las posiciones totalmente abiertas de las válvulas de estrangulación de turbina en 95, en cuyo punto podría trasladarse el control de la totalidad del sistema al sistema de control coordinado usual. Ello proporcionaría una trayectoria de funcionamiento de la turbina desde el punto 84 hasta el 95 no tan eficiente como la que produciría el recorrido hasta el punto 92 y luego a lo largo de la línea 93.

Ha de entenderse que el invento no queda limitado



a la realización específica aquí ilustrada y descrita, sino que puede ser usado de otras formas y que pueden efectuarse diversos cambios los cuales quedarían comprendidos dentro del alcance del invento.

5 Esta solicitud que corresponde a la presentada en E.U.A., el día 25 de marzo de 1963, bajo el número 267.512, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

- 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:

15 1.- Un sistema generador de vapor para suministrar vapor a una carga que tiene unas necesidades de circulación mínimas seleccionadas, que incluye primeras y segundas secciones de calentamiento y medios valvulares que conectan dichas secciones en serie y una restricción ajustable en la salida de dicha segunda sección, caracterizado por la combinación de las siguientes propiedades: primeros y segundos medios valvulares en paralelo que constituyen dichos medios valvulares, medios de bomba para forzar una circulación de fluido a través de dicha primera sección, dichos medios valvulares, dicha segunda sección y dicha restricción en serie, siendo ajustables dichos primeros
20
25
30 medios valvulares para impedir dicha circulación y

302109



estando adaptados para mantener una presión de trabajo predeterminada en dicha primera sección, teniendo dicha restricción una posición de abertura preseleccionada, teniendo dichos primeros medios valvulares una capacidad
5 de circulación máxima a dicha presión de trabajo que es solamente suficiente para elevar la presión en dicha segunda sección hasta una presión elevada ligeramente por encima de la que eliminaría la caída de presión crítica a través de dichos primeros medios valvulares con
10 dicha restricción en dicha posición preseleccionada de abertura, siendo ajustables dichos segundos medios valvulares para mantener dicha presión de trabajo en dicha primera sección a circulaciones aumentadas.

2.- Un sistema de acuerdo con el punto 1 caracteri-
15 zado por el hecho de que dichos primeros medios valvulares están contruídos para adaptarse a la caída de presión crítica, y porque dichos segundos medios valvulares no son aptos para tal uso y tienen una capacidad suficiente para pasar la circulación de plena carga desde
20 el sistema generador de vapor.

3.- Un sistema de acuerdo con los puntos 1 ó 2 caracterizado por el hecho de que dichos primeros y segundos medios valvulares son sensibles a la presión para
25 mantener la presión en dicha primera sección a dicha presión de trabajo predeterminada.

4.- Un sistema de acuerdo con los puntos 1, 2 ó 3, caracterizado por unos terceros medios valvulares en paralelo con dichos primeros y dichos segundos medios valvulares, siendo ajustables dichos terceros medios
30 valvulares para impedir dicha circulación y para mantener



dicha presión de trabajo predeterminada en dicha primera sección, un separador que recibe la salida de dichos terceros medios valvulares y que está adaptado para suministrar vapor a dicha segunda sección, estando previstos medios adaptados para limitar la presión en dicho separador y en dicha segunda sección a una presión preseleccionada producida en la posición de abertura preseleccionada de dicha restricción, y medios que bloquean dicho separador y dichos medios limitadores de dicha segunda sección que incluyen medios de transferencia desde dichos terceros medios valvulares hasta dichos primeros medios valvulares para mantener dicha presión de trabajo.

5
15
20
25
30
5.- Un sistema de acuerdo con los puntos 1, 2, 3 ó 4, caracterizado por un mecanismo sensible a la presión adaptado para ajustar dichos primeros y segundos medios valvulares en respuesta a la presión en dicha primera sección.

6.- Un sistema de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 a 5, caracterizado por medios sensibles a la presión que son sensibles a la presión aguas abajo de dichos segundos medios valvulares y están adaptados para impedir que dichos segundos medios valvulares abran hasta que la caída de presión crítica a través de dichos segundos medios valvulares haya sido eliminada.

7.- Un sistema de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 a 6, caracterizado por el hecho de que dicha primera sección tiene unas necesidades de circulación mínimas mayores que dichas necesidades de circulación

302109



mínimas en carga, estando previsto un sistema de recirculación en dicha primera sección que aumenta la circulación de paso único en dicha primera sección.

5 8.- Un sistema de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 a 7, caracterizado por medios sensibles a la presión que son sensibles a la temperatura en la salida de dicha primera sección y que están adaptados para impedir que dichos medios valvulares abran hasta que se alcance una temperatura preseleccionada en dicha
10 primera sección.

9.- Un sistema de acuerdo con cualquiera de los puntos 1 a 8, caracterizado por el hecho de que dichos primeros medios valvulares tienen una capacidad de circulación máxima a dicha presión de trabajo que es sustancialmente igual a dicha circulación mínima seleccionada.
15 nada.

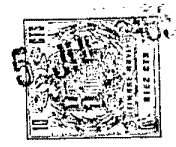
10.- Un sistema de acuerdo con el punto 4, caracterizado por una segunda derivación alrededor de dichos medios valvulares que incluyen dicho mecanismo sensible
20 a la presión.

11.- Un sistema generador de vapor.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con los fines que se han especificado.

25 Esta Memoria consta de treinta y dos hojas escri-

302109



tas a máquina por una sola cara.

Madrid, L 5 JUL 1965

P.A.

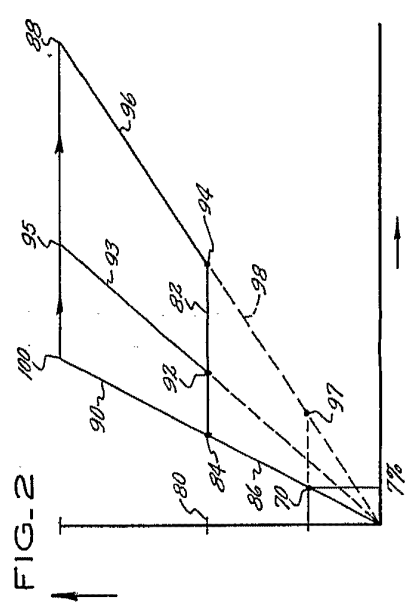
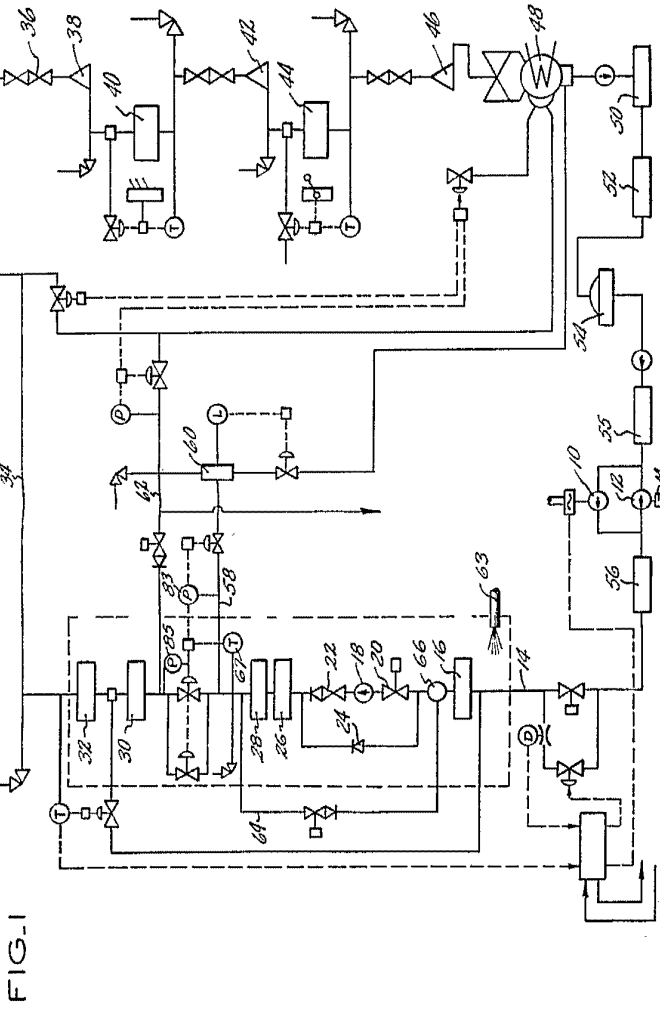
Ahente de Elizabeth
por Poder

302109

M. Ch A.F.A.

302109

302109



Atreco de Engenharia
[Signature]

880,212

602109

FIG. 1

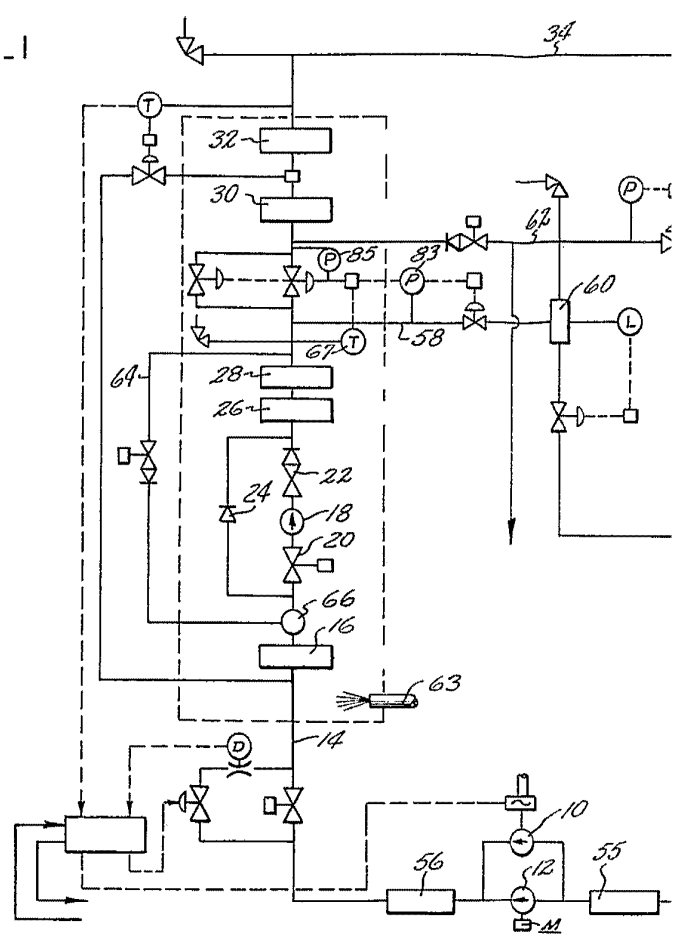
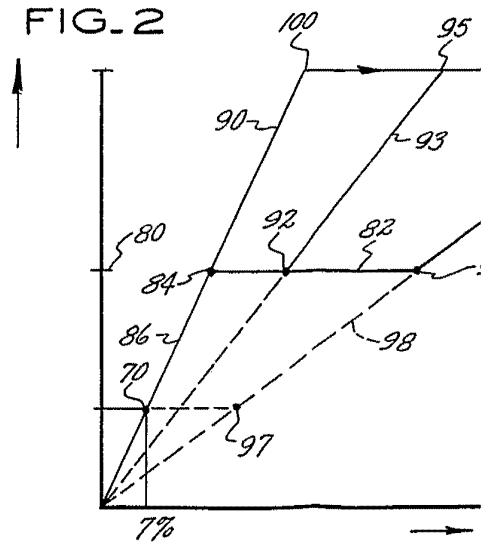
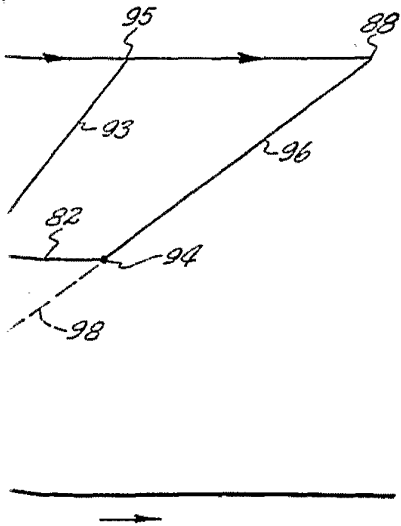
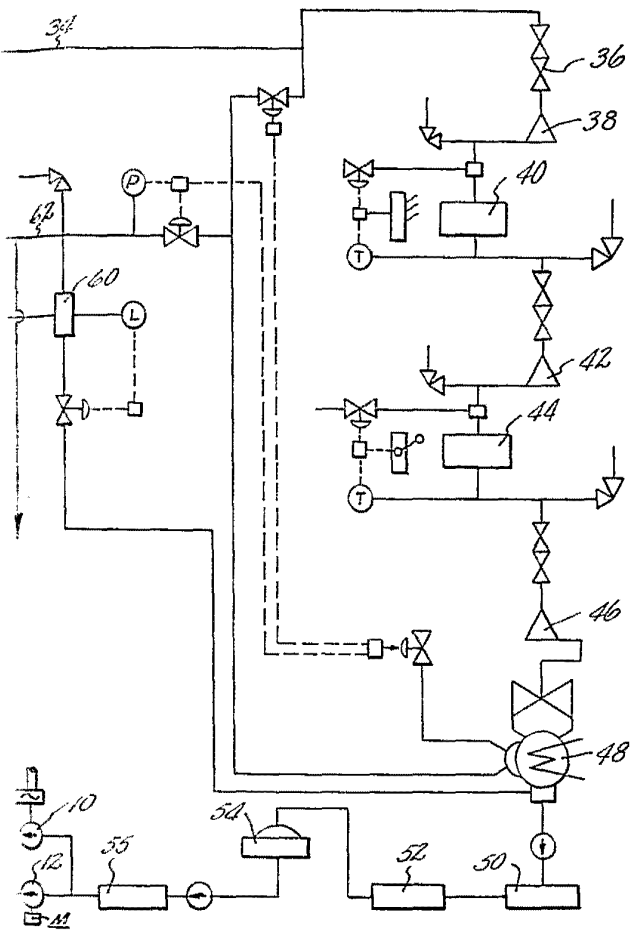


FIG. 2



302109



Alberto de Elzaburo
Carrión