

28 FEB 1964



P. - 25.658

A 72907  
Case 2551 EGS (WMP)

293654

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 19 de noviembre de 1.963, con el nº 293.654

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 METODO DE PONER EN FUNCIONAMIENTO UN GENERADOR  
DE VAPOR DEL TIPO MODIFICADO DE PASO UNICO Y DE  
CIRCULACION FORZADA"

=====

El invento se refiere, en general, a una central generadora de vapor de paso unido modificado y de circulación forzada, y más particularmente a un aparato y un método para poner en funcionamiento el generador de vapor y la turbina asociada con él.

5

Es conocido, en la puesta en funcionamiento de generadores de vapor de paso único y circulación forzada, separar la parte de turbina y de recalentamiento del vapor de la parte generadora de vapor por medio de una válvula llamada de estrangulación de caldera. Tal separa-

10

ción permite la puesta en funcionamiento de la parte generadora de vapor de agua independiente y simultáneamente a la operación de puesta en funcionamiento de la turbina utilizándose, por ejemplo, vapor procedente de una fuente auxiliar para la última operación. Tal separación permite asimismo la puesta en funcionamiento del generador de vapor de modo que únicamente entre vapor en la parte de recalentador, ya proceda tal vapor de una fuente auxiliar o sea obtenido por estrangulación y expansión del fluido de alta presión calentado en la parte generadora de vapor.

En los grandes generadores de vapor se emplean usualmente dos o más secciones de recalentamiento. En estos casos, la válvula de estrangulación de caldera está preferiblemente situada aguas abajo del recalentador primario en lugar de aguas arriba del mismo. Esto permite el calentamiento del fluido de trabajo en la parte generador de vapor a una temperatura superior, tal como de 427°C, antes de que este fluido sea expandido a la región de menor presión de la sección de calentador intermedio o final, durante una fase posterior, en el procedimiento de puesta en funcionamiento. En los generadores de vapor de paso único modificado y de circulación forzada se usa un circuito de recirculación el cual recircula el fluido de trabajo alrededor de la sección generadora de vapor con el fin de elevar rápidamente la presión y la temperatura del mismo a los valores de funcionamiento deseados. Para obtener medidas exactas de la temperatura del fluido en un punto entre la salida del recalentador primario y la válvula de estrangulación de caldera, debe establecerse cierta circulación de ese fluido a partir del tal punto hacia una región de pre-



sión menor.

En consecuencia, un objeto primario del invento es establecer esta circulación sin destruir las ventajas del circuito de recirculación y sin que sea necesaria la alimentación de fluido de trabajo al generador de vapor o el denaje de tal fluido del sistema generador de vapor durante una fase principal de la operación de puesta en funcionamiento.

De acuerdo con el invento, se ha provisto un método de poner en funcionamiento un generador de vapor de paso único modificado y de circulación forzada que tiene una primera sección de calentamiento que incluye paredes de hogar generador de vapor y un recalentador primario y que tiene una segunda sección de calentamiento que incluye un recalentador final, estando dispuestas dichas secciones de calentamiento en serie para la circulación de un fluido vaporizable a través de ellas, comprendiendo dicho método las operaciones de alimentar fluido vaporizable a dicha primera sección de calentamiento únicamente, calentar dicho fluido vaporizable por suministro de calor a dichas primera y segunda secciones de calentamiento; permitir un primer rebose de fluido vaporizable calentado desde dicha primera sección de calentamiento a un punto de menor presión, interrumpir la alimentación de fluido vaporizable a dicha primera sección mientras se recircula dicho fluido desde la salida de dichas paredes de hogar a la entrada de las mismas para mantener la velocidad de circulación en dichas paredes de hogar por encima de una velocidad mínima predeterminada; permitir un segundo rebose desde la salida de dicho reca-

293654

lentador primario a la entrada de dichas paredes de hogar mientras se interrumpe dicho primer rebose, obtener una indicación de la temperatura y de la presión de dicho segundo rebose, establecer gradualmente la circulación desde dicho recalentador primario a dicho recalentador final cuando la temperatura y la presión de dicho segundo rebose alcanzan valores predeterminados, y restablecer una circulación proporcional de fluido vaporizable a dicho generador de vapor de agua.

10 El invento incluye asimismo un generador de vapor de agua de paso único modificado y de circulación forzada para poner en práctica el método anterior, y que incluye una primera sección de calentamiento que incluye paredes de hogar generador de vapor y un recalentador primario, y una segunda sección de calentamiento que incluye un recalentador final, estando dispuestas dichas secciones de calentamiento en serie para la circulación de agua y de vapor de agua a través de ellas, comprendiendo además dicho generador medios para alimentar agua a dicha primera sección de calentamiento, medios para cerrar la circulación de agua y de vapor de agua a dicha segunda sección de calentamiento, medios para suministro de calor a dichas primera y segunda secciones de calentamiento, medios para permitir un primer rebose de agua calentada desde dicha primera sección de calentamiento hasta un punto de menor presión, medios de cierre para interrumpir la alimentación de agua a dicha primera sección, medios para recircular dicha agua calentada desde la salida de dichas paredes de hogar a la entrada de las mismas para mantener la velocidad de circulación de la misma

293654

en dichas paredes de hogar por encima de una velocidad mínima predeterminada, medios para permitir un segundo rebose desde la salida de dicho recalentador primario a la entrada de dichas paredes de hogar, medios de cierre para interrumpir dicho primer rebose, medios para obtener una indicación de la temperatura y de la presión de dicho segundo rebose, medios para establecer gradualmente la circulación desde dicho recalentador primario a dicho recalentador final cuando la temperatura y la presión de dicho segundo rebose alcanzan valores predeterminados, y medios para restablecer una circulación proporcional de agua de alimentación a dicho generador de vapor de agua.

A fin de que pueda ser comprendido el invento, se describirá a continuación haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales.

La figura 1 es una representación de un sistema de central de vapor en forma de un diagrama de circulación que incorpora las características del presente invento, tal como se emplea en conexión con un generador de vapor que usa vapor procedente de una fuente auxiliar para poner en funcionamiento la turbina asociada con el generador de vapor.

La figura 2 es un diagrama de circulación que representa un sistema de central de vapor similar al representado en la figura 1, que, no obstante, ilustra el invento en conexión con un generador de vapor en que el vapor para refrigerar el recalentador y poner en marcha la turbina se produce expandiendo y vaporizando rápidamente el líquido de trabajo a alta presión.

Refiriéndonos ahora a los dibujos, en los cuales se han usado en todas partes los mismos números de referencia para designar elementos análogos. La representación esquemática de la figura 1 ilustra un generador de vapor de paso único y circulación forzada 10. Se ha provisto una bomba de alimentación 12 para suministrar fluido de trabajo al generador de vapor 10 desde una fuente tal como el desaireador 14 por medio del conducto 16 y a través de un precalentador de fluido 18. Para regular o cerrar la circulación de fluido de trabajo se ha provisto una válvula de alimentación 20 en el conducto 16. El fluido de trabajo pasa a través del economizador 22, conducto 23, sección generadora de vapor 24, conducto 25, recalentador primario 26, conducto 27, recalentador final 28 y conducto 29 a un punto de uso tal como la turbina de vapor 30. En el conducto 29 se ha provisto una válvula 31 para cerrar la circulación de fluido de trabajo a la turbina 30. Después de haber cedido una parte principal de su energía térmica, el vapor es condensado en el condensador 32 y el condensado es retornado al desaireador 14 a través del conducto 33 por medio de la bomba condensadora 34 y el calentador 35.

El combustible y el aire para la combustión son suministrados al generador de vapor 10 por medio del quemador 36 en cualquier manera convencional. Los gases calientes de la combustión producidos por la combustión del combustible pasan en relación de intercambio de calor sobre las superficies absorbentes de calor de la sección generadora de vapor 24, secciones recalentadoras 26 y 28 y economizador 22. En conexión con el invento pueden usar-

293654



se otros medios convencionales de suministrar calor al generador de vapor.

De acuerdo con el invento, se ha provisto una fuente 38 de vapor auxiliar para suministro de vapor, durante la operación de puesta en funcionamiento, al recalentador primario 26 por medio del conducto 40 que incluye la válvula 42. Un elemento importante de la combinación inventiva aquí descrita, es la provisión de un conducto de recirculación 44 que incluye válvulas 46 y bomba de recirculación 48 para la recirculación de fluido de trabajo desde la salida de la sección generadora de vapor 24 a la entrada de la misma. Además se ha provisto un conducto de rebóse 50 que incluye válvulas 51 y 52 el cual conecta la salida del recalentador primario 26 a un punto de baja presión tal como el pozo caliente de condensación de vapor del condensador 32 y/o desaireador 14. Además, el invento contempla el uso de un conducto de derivación 53 que incluye la válvula 54 para dejar en derivación la turbina durante una primera fase de la operación de puesta en funcionamiento. Otro elemento importante de la combinación inventiva es la provisión, en el conducto 25, de una válvula de cierre 55 que incluye una válvula de estrangulación 56 dispuesta en el conducto 57, la cual deja en derivación a la válvula 55. La finalidad de la válvula de derivación 56 es la de obtener estrangulación con gran caída de presión y/o pequeñas cantidades de flujo, mientras que la válvula principal de cierre 55 está diseñada para caídas de presión relativamente bajas y grandes cantidades de flujo.

293654

El generador de vapor de paso único modificado y de circulación forzada se pone en funcionamiento, de acuerdo con el invento, teniendo presentes las siguientes consideraciones generales. Primero, como ya se ha  
5 mencionado anteriormente, la instalación de fuerza generadora de vapor está dividida en dos partes principales. Estas están separadas por una válvula llamada de cierre de caldera 55. Con esta válvula cerrada es posible, por el uso del vapor obtenido de una fuente auxiliar 38 y  
10 calentado haciendolo pasar a través de los recalentadores 26 y 28, calentar y hacer girar a la turbina bastante antes de que se haya generado vapor alguno en la parte generadora de vapor 24 del generador 10. Durante el tiempo que la turbina está siendo así preparada para pleno  
15 funcionamiento con vapor auxiliar, el generador de vapor está siendo también llevado a temperatura y a presión con un fluido vaporizable, cuyo fluido puede haber sido previamente desaireado, también mediante el uso de vapor obtenido de la fuente auxiliar 38.

20 En consecuencia, la operación de puesta en funcionamiento de la central de vapor de paso único y de circulación forzada, comienza con el cierre de la válvula de estrangulación de caldera 55 y de la válvula de derivación 56, y la apertura de las válvulas de extracción  
25 de caldera o de rebose 51 y 52. El fluido vaporizable es bombeado desde el desaireador a través del economizador 22 y sección generadora de vapor 24, por medio de la bomba de alimentación 12 a través de la válvula de alimentación 20. Este fluido es primeramente descargado a un punto  
30 de menor presión tal como el condensador 32 por medio

293654

28 FEB 1954

de la línea de extracción o rebose 50 y de las válvulas de extracción 51 y 52, mientras la unidad está siendo activada. El fluido calentado es así descargado hasta que se termina la operación llamada de depuración del generador de vapor, es decir hasta que el fluido de trabajo ha sido purgado de contaminantes, tales como óxido de hierro, que pueden estar presentes en el fluido de trabajo. En tal momento se interrumpe la alimentación del fluido de trabajo cerrando la válvula de alimentación 20 y cerrando asimismo la válvula de extracción 51, ajustándose ésta última, no obstante, para que se abra automáticamente a una presión mayor predeterminada. Ello es necesario a fin de dar espacio para el rebose debido a la expansión del fluido a medida que el fluido está siendo calentado en la sección generadora de vapor 24.

Una segunda consideración del presente invento es la provisión para proteger las paredes revestidas de tubos 24 del hogar, contra sobrecalentamiento mientras está cerrada la válvula de alimentación 20. Ello se logra haciendo recircular el fluido de trabajo desde la salida de la sección generadora de vapor a la entrada de la misma por medio del conducto 44 y válvula 46 y por medio de la bomba de recirculación 48. La recirculación del fluido de trabajo sirve así a dos finalidades. Primero, proporciona una refrigeración eficaz de la superficie tubular del hogar expuesta al calor radiante, permitiendo con ello un aumento más rápido del régimen de activación. Y, segundo, tal recirculación se traduce simultáneamente en un calentamiento más rápido del fluido ya que nada del fluido calentado es descargado para desperdicio. Tal

293754

descarga y desperdicio de calor sería inevitable sin recirculación, ya que debemantenerse una velocidad mínima del fluido de trabajo en los tubos de hogar para evitar el sobrecalentamiento de los mismos.

5           Mientras la parte generadora de vapor de la unidad es así preparada para pleno funcionamiento en un mínimo de tiempo en virtud del circuito de recirculación, la turbina es calentada al mismo tiempo y hecha girar al ser suministrada con vapor auxiliar procedente de la fuente  
10   38 habiendo sido recalentado ese vapor en los recalentadores 26 y 28. Cuando el fluido contenido en la sección generadora de vapor 24 y que está siendo continuamente recirculado alrededor de ella ha alcanzado una temperatura y una presión que exceden de la temperatura y de  
15   la presión en el recalentador 26 en una cantidad deseada predeterminada, se abre la válvula 56 en la derivación 54 expandiéndose el fluido a alta temperatura en el recalentador primario 26, lo cual conduce a la tercera y  
20   más importante consideración de la combinación inventiva.

Esta tercera consideración gira en torno al hecho de que a fin de medir exactamente la temperatura del fluido de trabajo en el conducto 27 aguas arriba de las válvulas 55 y 56, debe establecerse una circulación continua fuera del conducto 27. Es de importancia fundamental  
25   conocer exactamente la presión y la temperatura en el conducto 27, ya que la dirección en presión y en temperatura entre el fluido o vapor en la sección generadora de vapor 24 y el que hay en el recalentador 26 se elige de  
30   modo que sea tal que la acción de estrangulación que tiene



lugar en la válvula 56 resulte en una producción brusca de vapor sin que entre cantidad apreciable alguna de líquido en el recalentador primario 26. Aun cuando debe conseguirse la circulación del fluido de trabajo fuera del conducto 27 por medio del conducto 50 y de la válvula 51, tal circulación en ese momento no sería deseable por diversas razones de tipo económico.

En primer lugar, tal circulación disminuiría el rendimiento de la operación por descarga una parte del fluido de alta presión calentado a una región de baja presión tal como el pozo de condensación de vapor del condensador 32 o al desaireador 14. En segundo lugar, una gran parte del calor contenido en el fluido descargado se perdería si fuera conducido al condensador. Tal calor, así como la presión, habría de ser añadido también al fluido de trabajo relativamente frío que debería ser suministrado por medio del conducto de alimentación 16 y de la bomba de alimentación 12. Y en tercer lugar, el tiempo para llevar al fluido de trabajo que está recirculando alrededor de las paredes de hogar 24 a la alta temperatura y presión deseadas se prolongaría debidamente, anulando con ello parcialmente el resultado beneficioso del conducto de recirculación 44.

Para evitar los anteriores inconvenientes, el invento proporciona un conducto de retorno 60 que va desde el conducto 27 al conducto de recirculación 44 o a la entrada de la sección generadora de vapor 24. Con ello se establece una circulación continua de fluido fuera del recalentador primario 26 sin descargar esta circulación para ser desperdiciada, ni disminuir apreciable-

mente la presión de la misma, ni requerir renovación del fluido caliente de alta presión con fluido de trabajo relativamente frío el cual debe ser suministrado por la bomba de alimentación 18, ni prolongar el tiempo requerido para calentar el fluido de trabajo que está recirculando a través de la pared de hogar 24 y elevarlo a la presión de funcionamiento. Se proporciona así una circulación continua de fluido que sale del conducto 27. La presión y la temperatura de este fluido pueden ser medidas de un modo conveniente y preciso por medio de dispositivos 64 y 66, respectivamente, y ser observada continuamente mientras se prepara el generador de vapor para pleno funcionamiento. Cuando la presión y la temperatura han alcanzado valores que aseguran una vaporización brusca completa del fluido de trabajo cuando este es estrangulado hasta la presión reinante en el recalentador final 28, se abre ligeramente la válvula 56 o bien manualmente o bien por la acción del elemento de control 68 que recibe los impulsos de temperatura y/o de presión desde los dispositivos medidores 66 y 64. Simultáneamente a la temperatura de la válvula de derivación 56, se abre gradualmente la válvula de alimentación 20 para restablecer la circulación de fluido de trabajo al interior del generador de vapor. La circulación de vapor auxiliar es también reducida proporcionalmente por la válvula de regulación 42. La alimentación de fluido de trabajo relativamente frío al economizador 22 y a la sección generadora de vapor 24 requiere un aumento correspondiente en la entrada de calor al generador de vapor 10.

La circulación de fluido de alta presión y de alta

28



temperatura desde la sección generadora de vapor 24 al recalentador primario 26, continua a través de la válvula 56 hasta que la presión en el recalentador primario se aproxima a la reinante en la sección generadora de vapor 24. En ese momento se abre la válvula 55 y se cierra la válvula 42 para establecer el funcionamiento normal del generador de vapor y de la turbina asociada.

La figura 2 es una representación de un sistema de generador de vapor de circulación forzada en que el vapor para refrigerar el recalentador 28 y poner en funcionamiento la turbina 30 no es suministrado desde una fuente auxiliar, sino que es producido unicamente por vaporización instantanea que resulta de expandir el liquido de alta presión que sale del recalentador primario 26 y válvula 56.

Las ventajas que se derivan de emplear la linea de retorno 60 de acuerdo con el invento, son incluso mayores cuando se utiliza en conexión con el generador de vapor, representado a modo de ilustración en la figura 2, que cuando se usa en conexión con el generador de vapor representado en la figura 1. Ello se debe a que en la realización de la figura 2, la presión y la temperatura del fluido que sale del recalentador primario 26 a través de la linea de retorno 60 deben ser vigiladas cuidadosamente incluso durante la primera fase de la operación de puesta en funcionamiento, de modo que pueda suministrarse vapor de agua por vaporización instantanea a las superficies de calentamiento del recalentador final lo antes posible para proteger a estas superficies del calor de los gases de la combustión que

293354

pasen, barriéndola, sobre ella. Mientras el vapor de agua es así suministrado al recalentador 28 a través de la válvula de estrangulación 56, la válvula de turbina 31 está cerrada y la válvula de derivación 54 es controlada de modo que se eleve gradualmente la presión y la temperatura del vapor hasta los valores deseados adecuados para hacer girar y sincronizar a la turbina 30. Con estas consideraciones en el momento, el procedimiento de puesta en marcha de la instalación de fuerza representada en la figura 2 tiene lugar una manera analoga a la aquí descrita anteriormente en conexión con la instalación de fuerza representada en la figura 1.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América, con fecha 20 de noviembre de 1962, bajo el número 238.887, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

- N O T A -

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

1ª. - Un método de poner en funcionamiento un generador de vapor del tipo de paso unico modificado y de circulación forzada que tiene una primera sección de calentamiento que incluye paredes de hogar generador de



28 FEB

de vapor y un recalentador primario y que tiene una se-  
 gunda sección de calentamiento que incluye un recalen-  
 tador final estando dichas secciones de calentamiento  
 dispuestas en serie para circulación de un fluido vaporiz-  
 5 zable a través de ellas, caracterizado por las opera-  
 ciones de alimentar fluido vaporizable a dicha primera  
 sección de calentamiento solamente, calentar dicho flui-  
 do vaporizable por suministro de calor a dichas primera  
 y segunda secciones de calentamiento, permitir un primer  
 10 rebose de fluido vaporizable calentado desde dicha prime-  
 ra sección de calentamiento hasta un punto de presión  
 menor, interrumpir la alimentación de fluido vaporiza-  
 ble a dicha primera sección mientras se hace recircular  
 dicho fluido desde la salida de dichas paredes del hogar  
 15 hasta la entrada del mismo para mantener la velocidad  
 de circulación en dichas paredes del hogar por encima de  
 una velocidad minima predeterminada, permitir un segun-  
 do rebose desde la salida de dicho recalentador primario  
 hasta la entrada de dichas paredes del hogar mientras  
 20 se interrumpe dicho primer rebose, obtener una indica-  
 ción de la temperatura y presión de dicho segundo rebo-  
 se, establecer gradualmente la circulación desde dicho  
 recalentador primario hasta dicho recalentador final  
 cuando la temperatura y presión de dicho segundo rebose  
 25 alcanzan valores predeterminados, y reestablecer una  
 circulación proporcionar de fluido vaporizable a di-  
 cho generador de vapor.

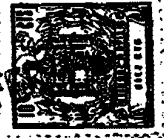
2º. - Método de acuerdo con el punto 1 caracteri-  
 zado por el hecho de que el fluido vaporizable en la pri-  
 30 mera sección de calentamiento es calentado suministrando

293554

combustible y aire al generador para quemar y producir gases de combustión calientes que fluyen en relación de intercambio de calor sobre las superficies de calentamiento del mismo que incluye dichas paredes de hogar, un recalentador primario y un recalentador final mientras se bloquea la circulación del fluido vaporizable desde dicho recalentador primario hasta dicho recalentador final.

3º. - Método de acuerdo con los puntos 1 ó 2, caracterizado por la operación adicional de alimentar vapor desde una fuente auxiliar hasta dicha segunda sección de calentamiento.

4º. - Un generador de vapor de agua del tipo modificado de paso único y de circulación forzada para llevar a la práctica el método de acuerdo con los puntos 1, 2 ó 3 y que incluye una primera sección de calentamiento que incluye paredes de hogar generador de vapor de agua y un recalentador primario, y una segunda sección de calentamiento que incluye un recalentador final, estando dichas secciones de calentamiento dispuestas en serie para la circulación de agua y vapor de agua a través de ellas, caracterizado por medios para alimentar agua a dicha primera sección de calentamiento, medios para cerrar la circulación de agua y vapor a dicha segunda sección de calentamiento, medios para suministrar calor a dichas primera y segunda secciones de calentamiento, medios para permitir un primer rebose de agua calentada desde dicha primera sección de calentamiento hasta un punto de presión más baja, medios de cierre para interrumpir la alimentación de agua a dicha primera sección, medios para recircular dicha agua calentada desde



la salida de dichas paredes de hogar hasta la entrada  
del mismo para mantener la velocidad de circulación de  
la misma en dichas paredes de hogar por encima de una  
velocidad mínima predeterminada, medios para permitir  
un segundo rebose desde la salida de dicho recalentador  
primario hasta la entrada de dichas paredes del hogar,  
medios de cierre para interrumpir dicho primer rebose,  
medios para obtener una indicación de la temperatura y  
presión de dicho segundo rebose, medios para establecer  
gradualmente la circulación desde dicho recalentador pri-  
mario hasta dicho recalentador final cuando la tempera-  
tura y presión de dicho segundo rebose alcanzan valores  
predeterminados, y medios para reestablecer una circulación  
proporcional de agua de alimentación hasta dicho genera-  
dor de vapor de agua.

52. - Un generador de vapor de agua de acuerdo con  
el punto 4 caracterizado por el hecho de que dicha pri-  
mera sección de calentamiento comprende también un eco-  
nomizador.

62. - Un generador de vapor de agua de acuerdo  
con los puntos 4 ó 5 caracterizado por medios para su-  
ministrar vapor de agua auxiliar a dicha segunda sec-  
ción de calentamiento y medios para interrumpir la cir-  
culación de dicho vapor de agua auxiliar a dicha segunda  
sección de calentamiento.

72. - Un método de poner en funcionamiento un genera-  
dor de vapor del tipo modificado de paso unico y de cir-  
culación forzada.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antece-  
de, representado en los dibujos que se acompañan y con

293554

los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de dieciocho hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

P.A.

28 FEB 1964

Alberto de Elizalde  
or P.A.

293654

MIG/.

*M*

293654

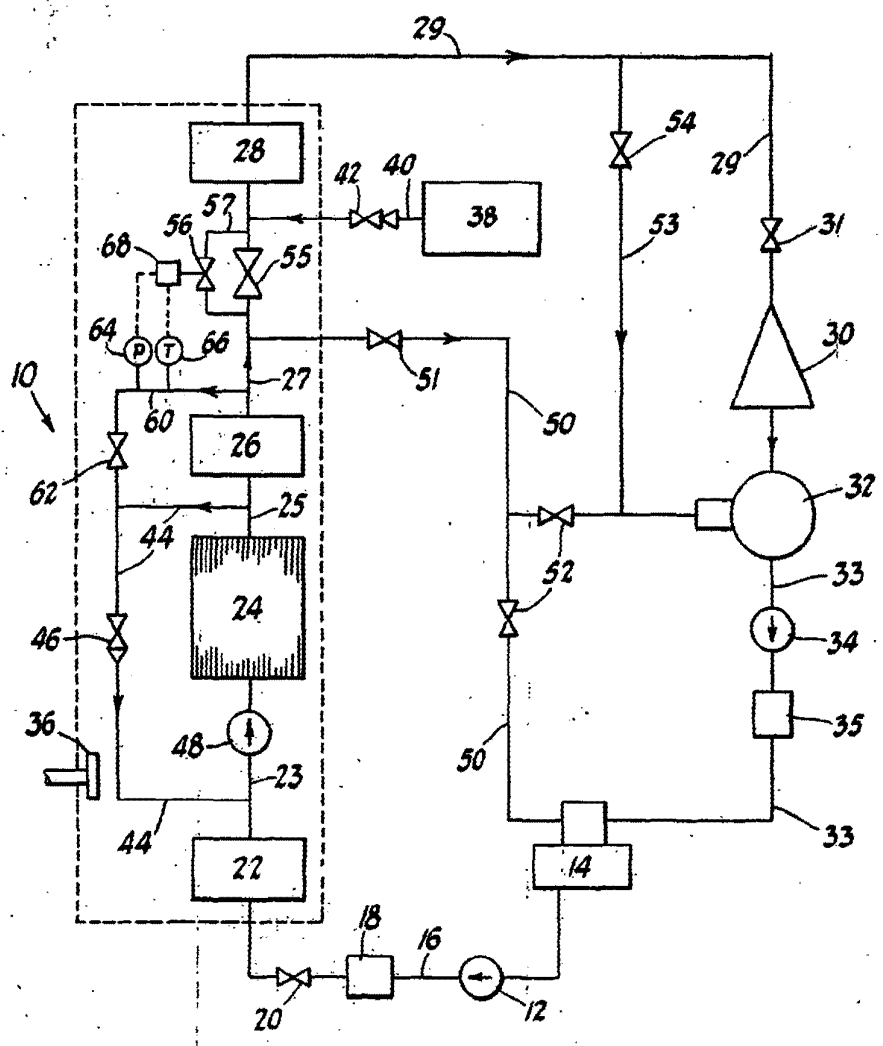
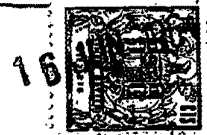


FIG. 1

Alberto de Elizaburu  
Por Poder

293654

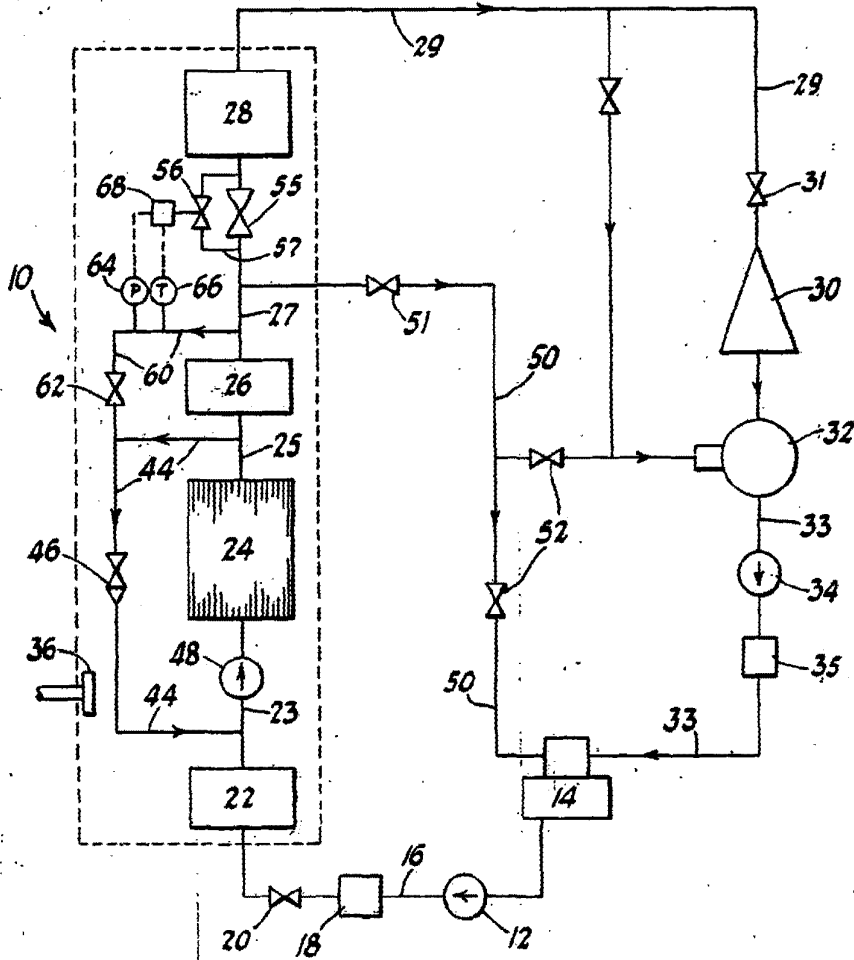
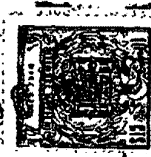


FIG. 2

*[Handwritten signature]*  
INVENTOR: G. L. FREDMAN  
BY: *[Signature]*