

AÑO 1958

Expediente núm.



240427

REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTE DE INVENCIÓN

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de

una **PATENTE DE** INVENCIÓN por VEINTE años, en España

a favor de

BABCOCK & WILCOX LIMITED, de nacionalidad británica, domiciliado en Babcock House, 209/225 ~~no~~ Euston Road, Londres, Inglaterra. ~~no~~

por:

UNA INSTALACION PRODUCTORA DE ENERGIA"

Nº 6146

Agente Sr. ELZABURU

14 MAR. 1958

240427



MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
en
E S P A Ñ A
por VEINTE años

a nombre de BABCOCK & WILCOX LIMITED, entidad británica, establecida en Babcock House, 209/225 Euston Road, Londres, Inglaterra, por:

"UNA INSTALACION PRODUCTORA DE ENERGIA"

5 Esta invención se refiere a centrales de energía que comprenden una máquina de fluido elástico que incluye una serie de pasos de presión y un cambiador de calor dispuesto para ser calentado por un portador de calor fluido que lleva calor liberado en un reactor nuclear y dispuesto para producir fluido elástico para la máquina por evaporación de un líquido.

10 En los reactores nucleares prácticos de hoy día, la temperatura del refrigerante utilizado para quitar calor del reactor es relativamente baja, y como resultado, es difícil obtener un grado de calentamiento suficientemente alto en el fluido elástico

240427



suministrado a la máquina para que dicho fluido permanezca seco o sustancialmente seco durante la expansión en la máquina.

5 Sería ventajoso si el fluido elástico pudiera ser recalentado entre diferentes pasos de presión de la máquina, particularmente antes del paso de presión más bajo de la máquina. Tal calentamiento se hace difícil en tal central de energía, que utiliza vapor como fluido elástico y con turbinas de vapor como máquina, en parte debido a que es necesario instalar las turbinas de vapor a alguna distancia del cambiador de calor, frecuentemente en un edificio aparte, por razones de protección biológica, y en parte porque, en vista de las bajas temperaturas disponibles, la central generadora de vapor tiene que funcionar a presiones de vapor bajas, lo que supone grandes volúmenes de vapor que obligan a usar grandes diámetros para las tuberías del vapor. Así pues, al aplicar el principio de recalentamiento del fluido motor al caso de una central de energía que tiene cambiadores de calor calentados por refrigerante calentado de un reactor nuclear, se encuentra uno con el problema de que si bien es de lo más indeseable llevar el refrigerante calentado a la proximidad de la máquina por razones biológicas, se requieren conducciones de gran diámetro para llevar el fluido motor parcialmente expandido hasta el lejano cambiador de calor calentado por el refrigerante.

10
15
20
25 La presente invención trata de la provisión de centrales de energía mejoradas que comprenden una máquina de fluido elástico que incluye una serie de pasos de presión, un cambiador de calor dispuesto para ser calentado por un portador de calor fluido que lleva calor liberado en un reactor nuclear y adaptado para producir fluido elástico para la máquina por evaporación de un líquido.

30 Una central de energía conforme a la presente invención com-



240427

prende una máquina de fluido elástico que incluye una serie de
 pasos de presión, un cambiador de calor dispuesto para ser calen-
 tado por un portador de calor fluido que lleva calor liberado en
 un reactor nuclear y adaptado para producir fluido elástico para
 5 la máquina por evaporación de un líquido, un economizador dis-
 puesto para ser calentado por el portador de calor fluido y para
 suministrar líquido caliente al cambiador de calor para la evapo-
 ración, y un recalentador colocado junto a la máquina y dispuesto
 para recibir parte del líquido caliente del economizador y trans-
 10 ferir calor de este líquido al fluido elástico que fluye de un
 paso de presión mayor a un paso de presión menor de la máquina.

La invención vá a ser descrita ahora, a manera de ejemplo
 con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un esquema de central de energía que inclu-
 15 ye una turbina de vapor y un reactor nuclear asociado que sirve
 como fuente de calor para la generación del vapor; y

la figura 2 es un diagrama de una forma alternativa de tal
 central de energía.

Con referencia a la realización de la invención representa-
 20 da en la figura 1, un reactor nuclear refrigerado con gas 1, ade-
 cuadamente del tipo de uranio natural, moderado con grafito, que
 tiene una vasija 2, en que está contenido el núcleo conectada a
 una vasija de presión vertical cilíndrica, adyacente 3, un con-
 ducto de salida 5 que conecta la parte superior de la vasija
 25 de contención 2 con el extremo superior de la vasija 3 y un con-
 ducto de entrada 7 que conecta el extremo inferior de la vasija
 3, por medio de un ventilador 9 con la parte inferior de la vasi-
 ja de contención. Los conductos 5 y 7 son tan cortos como sea
 practicable para reducir la potencia necesaria para mover el ven-
 30 tilador 9.



240427

La vasija de presión 3 contiene las superficies de calefacción de un generador de vapor tubular que comprende una sección de baja presión indicada generalmente por 11 y una sección de alta presión indicada generalmente por 13. La sección de baja presión 11 incluye un tambor de vapor y agua 15, un cambiador de calor para la generación de vapor 17 que tiene su extremo inferior y su extremo superior conectados respectivamente al espacio con agua y al espacio con vapor del tambor, un economizador 19 que tiene su extremo inferior conectado con una tubería de agua de alimentación 21 y su extremo superior conectado al espacio con agua del tambor, y un recalentador 23 que tiene su extremo inferior conectado al espacio con vapor del tambor y su extremo superior conectado a una tubería de vapor a baja presión 25. La sección de alta presión 13 incluye un tambor de vapor y agua 27, un cambiador de calor para generación de vapor 29 que tiene su extremo inferior y su extremo superior conectados respectivamente con el espacio de agua y el espacio de vapor del tambor, un economizador 31 que tiene su extremo inferior conectado, por medio de una bomba de agua de alimentación 33 para esta sección, con el espacio con agua del tambor 15 y su extremo superior conectado con el espacio con agua del tambor 27 y un recalentador 35 que tiene su extremo inferior conectado con el espacio de vapor del tambor 27 y su extremo superior conectado con una conducción de vapor de alta presión 37.

El generador de vapor suministra vapor como fluido motor a la máquina la cual comprende una turbina 41 que tiene un paso de alta presión 41H, un paso de baja presión 41L, y un paso de presión muy baja 41VL, estando los rotores de los tres pasos conectados en la forma usual con un árbol de salida común 43. La conducción de vapor a alta presión 37 está conectada con la lum-

240427⁴⁴



brera de entrada del paso de alta presión 41H, la conducción de vapor a baja presión 25 está conectada con la lumbrera de entrada del paso de baja presión 41L y una tubería 45 conecta la lumbrera de salida del paso de alta presión con la lumbrera de entrada del paso de baja presión. La lumbrera de salida del paso de baja presión 41L está conectada a través de uno de los circuitos de un cambiador de calor 47, de un tipo de intercambio de calor indirecto, tubular, con la lumbrera de entrada del paso de presión muy baja 41VL. La lumbrera de salida del paso de presión muy baja 41VL está conectada por medio de una tubería indicada por 49, con un condensador de vapor 51 de tipo convencional, y dos tuberías de purga de vapor indicadas por 53 y 55 respectivamente están conectadas con el paso de presión muy baja, para permitir la purga de vapor desde este paso. La tubería 53 sirve para conducir vapor de purga a un calentador de agua de alimentación 57 del tipo indirecto, la tubería 55 sirve para conducir vapor de purga a un segundo calentador de agua de alimentación 59 del tipo indirecto, el vapor de purga enfriado procedente del calentador 57 se alimenta a través de una tubería 61, al calentador 59, donde cede más calor, y todo el vapor de purga enfriado va del calentador 59, a través de una tubería 63 al condensador de vapor 51. El condensado del condensador 51 se alimenta por una bomba 65 a través de calentadores de agua de alimentación 59 y 57 a la tubería de agua de alimentación 21.

El extremo superior del economizador 19 de la sección generadora de vapor de baja presión 11 está conectado por una tubería 65 con el segundo circuito del cambiador de calor indirecto 47, y una bomba 67 está dispuesta para extraer agua alimentada al cambiador de calor 47 por la tubería 65 y descargarla por la



240427

tubería 69 en la tubería de agua de alimentación 21.

5 En el funcionamiento de la central de energía representada en la figura 1, gas refrigerante calentado, del reactor nuclear 1, es obligado a circular por la bomba 9, extrayendo calor del núcleo del reactor y cediendo calor a los cambiadores de calor colocados en la vasija de presión 3.

10 El agua de alimentación alimentada por la tubería 21 se calienta en el economizador 19 de la sección de baja presión 11 del generador de vapor, y parte de este agua se descarga en el tambor 15. Agua caliente del tambor 15 circula a través del cambiador de calor que genera vapor 17, y la mezcla de vapor-agua descargada de este cambiador de calor se separa en vapor y agua en el tambor. El vapor del tambor 15 pasa por el recalentador 23 a la conducción de vapor a baja presión 25.

15 La sección de alta presión 13 del generador de vapor se suministra con agua de alimentación calentada, por medio de la bomba 33, desde el espacio con agua del tambor 15 de la sección de baja presión.

20 Este agua de alimentación se calienta por medio del refrigerante en el economizador 31 y se alimenta con él el tambor 27, desde el cual circula agua a través del cambiador de calor que genera vapor 29, y la mezcla agua-vapor descargada desde este cambiador de calor se separa en agua y vapor en el tambor. El vapor del tambor 27 pasa por el recalentador 35 a la conducción de vapor a alta presión 37.

25 Se retira agua del extremo de salida del economizador de baja presión 19 por la tubería 65 y el segundo circuito del cambiador de calor indirecto 47, por medio de la bomba 76 y vuelve por la tubería 69 a la tubería de agua de alimentación 21.

30

240427



El paso de alta presión 41H de la turbina recibe vapor calentado a la alta presión de la sección del generador de vapor 13 por la conducción de vapor 37, se expande este vapor y descarga por la tubería 45 en el paso de baja presión 41L. El grado de expansión en el paso 41H es tal que el vapor descargado de esta manera tiende a estar a presión algo más baja que el vapor de la conducción de baja presión 25, de modo que el paso de baja presión también recibe vapor recalentado generado en la sección generadora de vapor de baja presión 11. Vapor extraído del paso de baja presión 41L pasa a través del primer circuito del cambiador de calor indirecto 47, en el cual recibe calor del agua caliente que hace circular la bomba 67, vá al paso de muy baja presión 41VL, del cual es extraído al condensador 51 con la excepción del vapor purgado que sale por las tuberías 53 y 55 y utilizado para precalentar el agua de alimentación. El condensado del condensador 51 se introduce por medio de la bomba 65, a través de los dos precalentadores de agua de alimentación 59 y 57, en la tubería de agua de alimentación 21.

El refrigerante del reactor nuclear 1 cede calor a una temperatura relativamente baja, al agua del economizador 19, y parte de este calor de bajo grado se utiliza para recalentar el vapor que vá al paso de muy baja presión de la turbina de vapor. De este modo, el deseado calentamiento del vapor se obtiene sin gran degradación del calor, es decir, el empleo de una fuente de calor a alta temperatura para calentar un fluido o cuerpo de temperatura relativamente baja, y esto mejora la eficacia del ciclo térmico.

Puesto que el calor específico del vapor es menor que el del agua, y puesto que la densidad del agua es mayor que la del



240427

vapor, el flujo másico y el flujo volumétrico de agua por la tubería 65 son mucho menores de lo que sería necesario para vapor, si el vapor a recalentar se llevase a la vasija de presión 3. La disposición da pues, una economía considerable en el costo inicial ya que se pueden usar conducciones menores, mientras que en funcionamiento, la potencia consumida por la bomba 67 es pequeña, comparada con la potencia que se desperdiciaría por rozamiento del fluido si el vapor volviese para el recalentamiento.

En la disposición descrita, la tubería 69 está conectada con la tubería del agua de alimentación 21. Como el agua que circula por la tubería 69 está considerablemente más caliente que el agua de la tubería 21, es ventajoso desde un punto de vista termodinámico, conectar la tubería 69, no a la tubería 21, sino directamente con un punto intermedio del economizador 19. La degradación de calor en el agua de la tubería 69 queda así evitada o reducida, mientras que el refrigerante que pasa el conducto 7 desde la vasija de presión 3 acaba siendo enfriado por agua que tiene la temperatura más baja disponible, es decir, la del agua de la tubería 21. Se notará que cuanto más frío esté el refrigerante que sale de la vasija de presión, tanto menor es el consumo de energía del ventilador 9.

Se ha encontrado que cuando se extrae calor de bajo grado por un economizador tal como el economizador 19 y se usa para recalentar vapor de baja presión, es posible hacer funcionar la sección de baja presión 11 del generador de vapor a una presión algo más alta sin aumento de la temperatura del refrigerante a la salida de la vasija de presión 3. La combinación de esta presión más alta y el empleo de recalentamiento se ha visto que produce una ganancia del rendimiento térmico del ciclo calorífico del orden del cinco por ciento. Una ventaja

240427



subsidiaria es que el empleo de una presión más alta en la sección de baja presión 11 hace posible el uso de una conducción de baja presión 25 más pequeña y más barata.

5 La realización de la invención mostrada en la figura 2 incluye todas las partes componentes mostradas en la realización de la figura 1 con excepción del recalentador de baja presión 23. Para evitar repeticiones, las partes componentes mostradas en la figura 2 tienen los números de las partes equivalentes de la figura 1 con adición del sufijo "X", y no se hará la descripción
10 detallada de estas partes duplicadas.

En la figura 2, la bomba 33X suministra agua, a través del economizador de alta presión 31X, al tambor de alta presión 27X y una tubería 81X conecta el extremo superior del economizador de alta presión 31X con la entrada de un primer circuito de otro cambiador de calor indirecto 83X cuyo extremo de salida
15 está conectado, por medio de una bomba 85X, con el extremo inferior del economizador 31X. Fluido motor es decir, vapor que se ha calentado al circular por el cambiador de calor 47X, se calienta más al circular por el segundo circuito del cambiador de calor indirecto 83X en su recorrido hacia el paso de presión muy baja 41VLX de la turbina 41X.
20

El funcionamiento de la instalación representada en la figura 2 es sustancialmente el mismo que el de la instalación representada en la figura 1, excepto por la ausencia de recalentamiento del vapor de baja presión y por el ulterior recalentamiento del
25 vapor que circula hacia la sección de muy baja presión, por agua que, por haberse calentado en el economizador de alta presión 31X por un refrigerante más caliente que en el caso de agua calentada en el economizador 19X, está a temperatura más alta que el agua que pasa a través del cambiador de calor 47X.
30

240427



Se ha visto que, por adición de este ulterior sobrecalentador del vapor que pasa del paso de baja presión 41LX al paso de muy baja presión 41VLX se puede obtener un aumento del rendimiento termodinámico de la central de energía, del orden de 1 a 2 por ciento, aparte de la mejora en rendimiento dado por el recalentamiento con agua del economizador 19X.

Como en el caso del economizador de baja presión 19X, el agua que vuelve, si se desea, puede volverse a una parte intermedia del economizador.

Se ha encontrado que es posible, utilizando recalentamiento en la forma descrita anteriormente con referencia a las figuras 1 ó 2, hacer funcionar el paso de la turbina de muy baja presión con una fracción de sequedad del orden de 0,90 a 0,95 en el vapor de escape descargado de este paso de la turbina al condensador.

La invención no se limita a centrales de energía nucleares que tienen reactores refrigerados con gas, y no se limita al calentamiento de vapor de muy baja presión que pasa a una turbina de muy baja presión, aún cuando encuentra aplicación particular en tales centrales de energía que utilizan tales turbinas. Por ejemplo, en el caso de reactores refrigerados por sodio y agua, el uso de la invención hace posible efectuar el recalentamiento a la vez que se evita la necesidad de llevar sustancias muy radioactivas, o vapor, a distancias apreciables, y en el caso de un metal líquido tal como sodio, hace posible el prescindir del empleo de dispositivos de calentamiento costosos que tienen la misión de asegurar que el metal líquido no se solidifique en las conducciones que van desde la vasija de presión hasta las proximidades de la máquina.



240427

Esta solicitud que corresponde a las presentadas En Francia el 8 de Marzo de 1957, bajo el número 733.502 y el 15 de Abril de 1957, bajo el número 736.444 se ecoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

- N O T A -

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

10

1º.- Una instalación productora de energía que comprende una máquina de fluido elástico la cual incluye una serie de pasos de presión, un cambiador de calor dispuesto para ser calentado por un portador de calor fluido que lleva calor liberado en un reactor nuclear y adaptado para producir fluido elástico para la máquina por evaporación de un líquido, y un economizador dispuesto para ser calentado por el portador de calor fluido y suministrar líquido caliente al cambiador de calor para la evaporación, caracterizado por un recalentador colocado adyacente a la máquina y dispuesto para recibir parte del líquido caliente del economizador y para transferir calor de este líquido al fluido elástico que circula de un paso de presión más alta a un paso de presión más baja de la máquina.

15

20

25

2º.- Una instalación conforme a la reivindicación 1, caracterizada porque hay dispuestos medios de bombeo para hacer volver líquido enfriado a un punto del economizador que es subsiguiente a la entrada para líquido de alimentación frío al economizador.

3º.- Una instalación conforme a la reivindicación 1 ó 2,

240427



caracterizada porque un segundo cambiador de calor está dispuesto para ser calentado por el portador de calor fluido y adaptado para producir fluido elástico para la máquina por la evaporación de líquido a una presión más alta que la utilizada en el primer cambiador de calor, un economizador de alta presión está dispuesto para ser calentado por el portador de calor fluido y suministrar líquido caliente al segundo cambiador de calor para la evaporación, y otro recalentador está colocado adyacente a la máquina y dispuesto para recibir parte del líquido caliente del economizador de alta presión y transferir calor de este líquido al fluido elástico calentado en el primer recalentador desde donde pasa al paso de presión más baja de la máquina.

4º.- Una instalación conforme a la reivindicación 3, caracterizada porque el economizador de alta presión está dispuesto para recibir su líquido de alimentación, de un separador del líquido-vapor dispuesto para recibir una mezcla líquido vapor descargada del primer cambiador de calor.

5º.- Una instalación conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes caracterizada porque el primer cambiador de calor y el primer economizador son partes de un generador de vapor, el generador incluye una serie de secciones que generan vapor que funcionan a presiones de vapor diferentes y dispuestas respectivamente para suministrar vapor, como fluido elástico, a pasos de presión diferentes de la máquina, medios de bombeo están dispuestos para transferir líquido caliente de cada paso o del paso de presión más bajo al paso que funciona a la presión inmediata superior, o a la mayor presión, el primer cambiador de calor y el primer economizador son partes del mismo paso de presión.

6º.- Una instalación conforme a la reivindicación 5, ca-

240427



racterizada porque el primer cambiador de calor y el primer economizador son partes de la sección de presión más baja, de la unidad y el primer economizador es la última parte del generador de vapor que recibe calor del portador de calor fluido.

5 7º.- Una instalación conforme a cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizadas porque el primer economizador se alimenta con el condensado calentado por fluido elástico purgado del último paso de la máquina y mezclado con el líquido enfriado del primer recalentador.

10 8º.- Una instalación productora de energía.

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

15 Esta Memoria consta de trece hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 1904

P.A.

[Handwritten signature]
Alberto de la Torre
Ingeniero

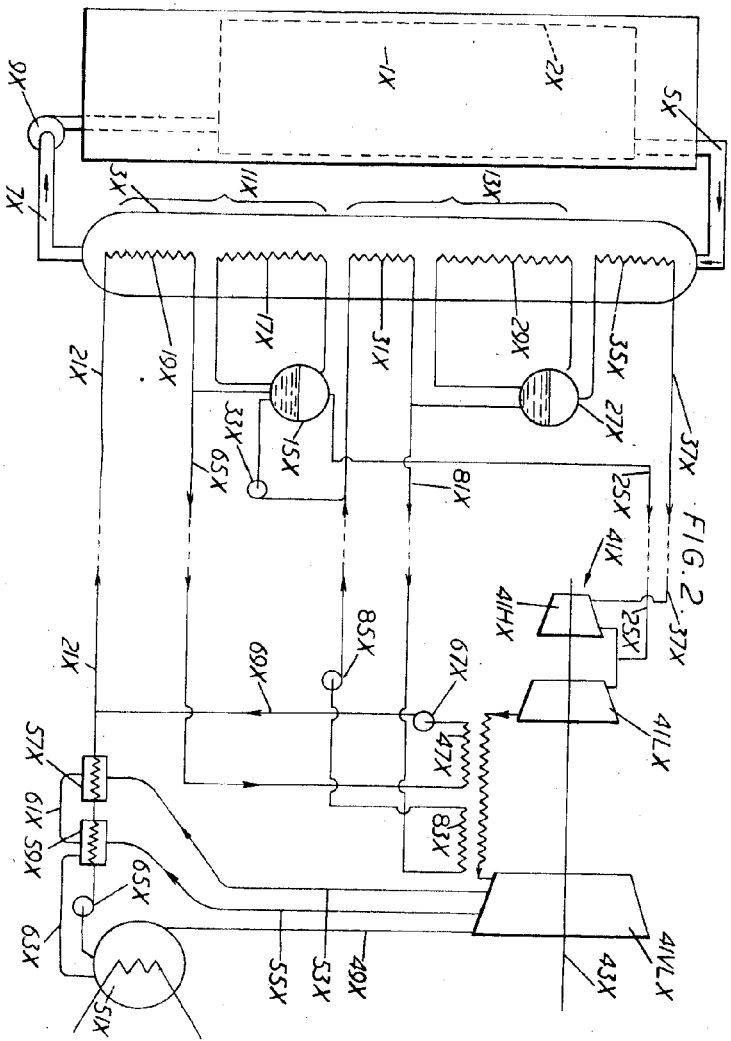
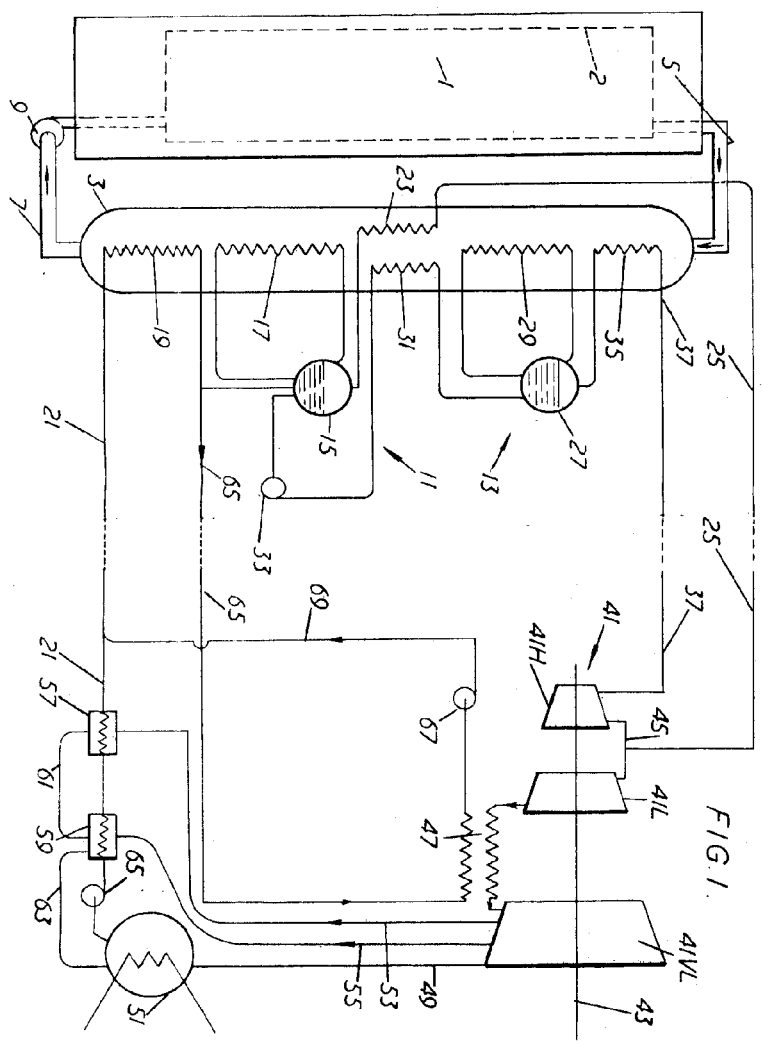


FIG. 2

240427





240427

