

P - 34.970

B. 1797.3 AT/ND



339939

Memoria descriptiva

para solicitar **PATENTE DE INVENCION** por **20 años**

a nombre de **COMMISSARIAT A L' ENERGIE ATOMIQUE**

entidad / de ~~nacionalidad~~ francesa

con domicilio en **29, rue de la Fédération, Paris, Francia**

por: **"INSTALACION TERMICA"**



La presente invención (debida a los Sres. Henri-Jacques Gollion, Marcel Robin y Bernard Schwab) tiene por objeto una instalación térmica que asegura la producción de energía a partir de una fuente de calor constituida especialmente por un reactor nuclear. Tiene igualmente por objeto un procedimiento de explotación de esta instalación térmica o de cualquier instalación análoga.

La invención se refiere de manera más precisa a una instalación térmica que comprende un circuito de fluido primario entre una fuente de calor y un cambiador, un circuito de fluido secundario entre dicho cambiador y un generador de vapor y un circuito de utilización recorrido por un fluido que se vaporiza en dicho generador de vapor. Se aplica muy particularmente a las instalaciones de producción de energía que utilizan el calor desprendido por un reactor nuclear refrigerado por un metal líquido.

Los procedimientos clásicos de explotación de semejante instalación consisten generalmente en mantener constantes las temperaturas del fluido primario a la entrada y a la salida del cambiador por regulación de la potencia térmica cedida en el cambiador y del caudal del fluido primario, en mantener por otra parte constante la temperatura del agua que alimenta el generador de vapor y la presión del vapor por regulación del caudal de agua, y en regular el caudal del fluido secundario, por ejemplo, subordinándolo a la diferencia de las temperaturas del fluido secundario a la salida y a la entrada del cambiador intermedio para mantener esta diferencia constante.

Un inconveniente principal de estos procedimientos reside en la libertad de variación de la temperatura

339939



del vapor disponible a la salida del generador de vapor y que alimenta las turbinas productoras de energía.

5 Para librarse de este inconveniente, se ha propuesto regular en cada instante la relación del caudal de fluido secundario al caudal de fluido primario para mantener la temperatura del vapor a un valor constante pre-

10 determinado. Conviene señalar que los mismos procedimientos podrían aplicarse a la regulación de la presión del vapor, manteniéndose entonces la temperatura del vapor constante por regulación del caudal de agua. Sin embargo esta solución se utiliza menos corrientemente.

15 El hecho de establecer entre los caudales de fluidos primario y secundario una ley diferente de la simple proporcionalidad presenta sin embargo inconvenientes. En particular, las bombas de los circuitos primario y secundario no pueden ser movidas por motores síncronos. Por otra, si por ejemplo la relación del caudal secundario al caudal primario disminuye, resulta de ello un aumento de la diferencia de las temperaturas caliente y

20 fría del fluido secundario, pero igualmente un aumento de la temperatura caliente, que compensa en parte el efecto de la reducción de la temperatura fría. Este fenómeno perjudica la precisión de la regulación.

25 La presente invención apunta a librarse de estos inconvenientes conservando al propio tiempo la posibilidad de mantener constante la temperatura del fluido de utilización a la salida del generador de vapor.

30 Propone a tal efecto una instalación térmica que comprende un circuito de fluido primario entre una

339939



fuente de calor y un cambiador, un circuito de fluido
secundario entre dicho cambiador y un cambiador de vapor
y un circuito de utilización recorrido por un fluido que
se vaporiza en dicho generador de vapor, instalación que
se caracteriza esencialmente porque dicho circuito secundario comprende un circuito de derivación de dicho generador de vapor y unos medios de regulación de la fracción del caudal del fluido secundario que pasa por dicho conducto de derivación.

Propone igualmente un procedimiento de explotación de una instalación térmica que comprende la circulación de un fluido primario entre una fuente de calor y un cambiador, la circulación de un fluido secundario entre dicho cambiador y un generador de vapor con derivación de una fracción del caudal de fluido secundario al exterior de dicho generador de vapor y la circulación de un fluido de utilización en dicho generador de vapor donde el mismo se vaporiza y la regulación en cada instante de dicha fracción del fluido secundario para mantener la temperatura del vapor producido en el generador de vapor (o su presión) en un valor predeterminado constante por regulación.

Según un modo de puesta en práctica preferido de este procedimiento, los caudales de fluido primario y de fluido secundario en el cambiador son mantenidos sensiblemente proporcionales uno a otro. Las bombas correspondientes pueden entonces ser movidas por motores síncronos alimentados por una red única a frecuencia variable. Por otra parte, las temperaturas del fluido primario a la entrada y a la salida del cambiador permanecen cons-

339939



tantes.

5 Se describe a continuación, a título de ejemplo, un modo de puesta en práctica particular de la invención. Esta descripción, que se refiere a las figuras 1 y 2 adjuntas, no habrá de tener ningún carácter limitativo.

La figura 1 representa esquemáticamente un primer modo de puesta en práctica de la invención.

10 La figura 2 muestra en función de la carga las variaciones de las temperaturas en el generador de vapor, el circuito secundario, y el circuito primario.

La figura 3 representa un segundo modo de puesta en práctica.

15 La instalación según la invención, representada en la figura 1, asegura la producción de energía eléctrica a partir del calor desprendido por un reactor refrigerado por un metal líquido. Este último es más particularmente sodio líquido.

20 El reactor 1 está atravesado por sodio líquido que constituye el fluido primario, cuya temperatura se eleva de T_1 a T'_1 . Este fluido primario circula bajo la acción de una bomba 3 en un bucle primario 2 y se refrigera en el cambiador intermedio 4.

25 Cede entonces su calor a un fluido secundario, igualmente constituido por sodio líquido, que la bomba 5 hace circular en el bucle secundario 6. Este fluido secundario ve así elevarse su temperatura de T_2 a T'_2 . Se refrigera en el generador de vapor 7 hasta una temperatura T_3 . El bucle secundario 6 comprende un conducto 8 de derivación del generador de vapor 7. Este conducto de
30 derivación 8 está provisto de una válvula 9 de regulación

339939



del caudal de fluido secundario que la atraviesa.

5 El fluido de utilización está constituido por agua que es enviada a una temperatura constante T_e por la bomba 10 hacia el generador de vapor 7, en el cual es sucesivamente calentada, después vaporizada y sobrecalentada. El vapor sale del generador 7 a una temperatura T_v y a una presión P_v . Es entonces dirigido hacia una turbina 11. Después de expansión en ella, el vapor es condensado en el condensador 10, y después enviado de nuevo al generador 7.

10 La instalación descrita comprende por otra parte un conjunto de regulación que, por una parte, asegura un funcionamiento estable de la instalación en régimen permanente, y, por otra parte, permite mantener los diferentes parámetros en un intervalo estrecho de variación cuando la carga de la instalación varía entre sus límites mínimo y máximo (20% a 110% de la potencia del reactor, por ejemplo).

15 El funcionamiento de las turbinas de vapor conduce a mantener constantes la temperatura T_v y la presión P_v del vapor. Por otra parte, habida cuenta de la influencia de la temperatura sobre las estructuras del reactor y sobre sus variaciones de reactividad, es interesante mantener constantes las temperaturas de entrada T_1 y de salida T'_1 del fluido primario.

20 La temperatura T_1 del fluido primario a la entrada del reactor es mantenida constante por un regulador 12 que actúa sobre el caudal de la bomba 3. La temperatura T'_1 del mismo fluido a la salida del reactor es igualmente mantenida constante por el regulador 13 que manda

339939



las barras de control del reactor.

Por lo que se refiere al circuito de utilización, la temperatura del agua enviada al generador de vapor es mantenida constantemente al valor T_e y la presión del vapor es mantenida constante por el regulador 15 que actúa sobre el caudal de la bomba 16.

Por el contrario, el caudal del vapor varía en función de la carga de la turbina.

En cuanto a la temperatura T_v del vapor, la misma es mantenida constante por regulación del caudal de fluido secundario que pasa por el conducto de derivación 8.

La posibilidad de mantener la temperatura T_v constante resulta de variaciones diferentes del caudal de fluido secundario en el cambiador intermedio 4 y en el generador de vapor 7, siendo estas variaciones diferentes permitidas por el conducto de derivación 8. Resulta por otra parte de las observaciones siguientes:

- a) en el generador de vapor, con cambio de energía constante y con caudal de agua constante, una variación del caudal de fluido secundario se traduce en una variación en sentido inverso de la diferencia $T'_2 - T_v$ (figura 2).

Por ejemplo, para disminuir T_v , se aumenta el caudal de fluido que pasa por el conducto de derivación lo que tiene como resultado aumentar la diferencia de temperatura del fluido secundario entre la entrada y la salida del generador de vapor; T_2 se hace T''_2 , y por consiguiente T_v se hace T'_v .

- b) si los caudales de fluidos primario y secundario varían (así como el caudal de agua) proporcional

339939



mente a la carga de la instalación, las diferencias $T'_1 - T_1$ y $T'_2 - T_2$ permanecen constantes, pero las diferencias $T'_1 - T'_2$ y $T'_2 - T_v$ varían en el mismo sentido que las variaciones de carga.

5 Para un funcionamiento a potencia reducida, por ejemplo, las temperaturas del fluido secundario aumenta y se hacen T_3 y T'_3 ; se evita un aumento de T_v por aumento del caudal de derivación y T_3 se hace T''_3 .

10 En el caso particular descrito, la válvula 9 está subordinada al indicador de la temperatura de vapor T_v y el caudal de fluido secundario en el circuito 6 es mantenido proporcional al caudal del fluido primario en el circuito 2. A tal efecto, el circuito secundario puede incorporar un regulador del caudal de la bomba 5 subordinado por ejemplo a la diferencia de las temperaturas caliente y fría del fluido secundario que pasa por el cambiador intermedio 4 ($T'_2 - T_2$).

15 En el modo de realización particular descrito, se ha juzgado sin embargo preferible no prever una regulación independiente de la bomba de fluido secundario 5, sino más bien mover esta bomba y la bomba de fluido primario 3 por motores síncronos alimentados por una única red de frecuencia variable, siendo esta frecuencia mandada, por ejemplo, por el regulador 12.

20 Como variante, el caudal de fluido secundario que pasa por el conducto de derivación 8 puede subordinarse, ya sea a la presión del vapor a la salida del generador, ya sea a la temperatura T'_2 del fluido secundario a la salida del cambiador intermedio.

25 La figura 3 ilustra otro modo de puesta en

339939



práctica de la invención, según el cual el vapor del circuito de utilización sufre un recalentamiento entre dos expansiones sucesivas.

5 El circuito primario y el cambiador intermedio 4 son idénticos a los del modo de puesta en práctica precedente. Por el contrario, el generador de vapor 7 tiene una zona de recalentamiento 20. En ésta el vapor del circuito de utilización, ya expandido parcialmente en la turbina 11, es recalentado por intercambio con una parte del
10 caudal de fluido secundario. La expansión se completa seguidamente en una turbina de baja presión 21. El resto del circuito de utilización es idéntico al que se ha descrito para el modo de realización de la figura 1.

15 Por otra parte, el circuito de fluido secundario comprende el mismo conducto de derivación 8 del generador de vapor. La temperatura mantenida constante por regulación del caudal de fluido secundario en este conducto de derivación 8 (por medio de la válvula 9), es la del vapor sobrecalentado que sale del generador de vapor, antes
20 de la turbina de alta presión 11. De la misma manera, como en la variante precedente, la presión de este mismo vapor es mantenida constante por regulación del caudal de la bomba 16.

25 En el circuito de fluido secundario, la zona de recalentamiento 20 está dispuesta en paralelo con una zona de sobrecalentamiento 22, mientras que la totalidad del caudal de fluido secundario pasa a la parte 23 en la que se efectúan el recalentamiento y la vaporización del agua de alimentación. La distribución del caudal entre la zona
30 de sobrecalentamiento 22 y la zona de recalentamiento 20

339939



se regula por medio de una válvula 24 para mantener constante la temperatura del vapor recalentado aguas arriba de la turbina de baja presión 21.

5 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Francia el 29 de Abril de 1.966 N° P. V. 59.793, se acoge a los beneficios del artº 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.- Instalación térmica que asegura la producción de energía a partir de una fuente de calor, constituida principalmente por un reactor nuclear refrigerado por un metal líquido, que comprende un circuito de fluido 20 primario entre una fuente de calor y un cambiador, un circuito de fluido secundario entre dicho cambiador y un generador de vapor y un circuito de utilización recorrido por un fluido que se vaporiza en dicho generador de vapor, 25 en la cual dicho circuito secundario comprende un conducto de derivación de dicho generador de vapor y unos medios de regulación de la fracción del caudal de fluido secundario que pasa por dicho conducto de derivación.

30 2.- Instalación según la reivindicación 1, en la cual el circuito de utilización comprende una turbina

339939



de alta presión y una turbina de baja presión y unos medios para hacer circular el fluido de utilización entre las dos turbinas en una zona de recalentamiento del generador de vapor y en la cual el circuito de fluido secundario incorpora unos medios de regulación del caudal de fluido secundario que pasa por dicha zona de recalentamiento.

3.- Procedimiento de explotación de una instalación térmica, que comprende la circulación de un fluido primario entre una fuente de calor y un cambiador, la circulación de un fluido secundario entre dicho cambiador y un generador de vapor y la circulación de un fluido de utilización en dicho generador de vapor donde se vaporiza, en el cual comprende la derivación al exterior del generador de vapor de una fracción del caudal de fluido secundario y la regulación en cada instante de dicha fracción del caudal de fluido secundario para mantener a un valor predeterminado constante un primero de los dos parámetros que comprenden la temperatura y la presión del vapor producido en el generador de vapor.

4.- Procedimiento según la reivindicación 3, en el cual los caudales de fluido primario y de fluido secundario en dicho cambiador son mantenidos proporcionales uno a otro.

5.- Procedimiento según las reivindicaciones 3 ó 4, en el cual el segundo de dichos parámetros es mantenido a un valor constante predeterminado por regulación del caudal del fluido de utilización que alimenta el generador de vapor.

6.- Procedimiento según las reivindicaciones 3,

339939



12 MAY 1967

4 ó 5, en el cual el valor de la fracción del caudal total de fluido secundario derivada del generador de vapor está subordinado a la temperatura del vapor a la salida del generador.

5 7.-Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el cual la temperatura mínima del fluido primario es mantenida a un valor constante predeterminado por regulación del caudal de dicho fluido primario.

10 8.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, que comprende dos expansiones sucesivas del fluido de utilización y su recalentamiento, entre dichas expansiones, por una parte del caudal de fluido secundario, regulada para mantener constante la temperatura del vapor recalentado.

15 9.-Instalación térmica.

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.

20 Esta Memoria consta de doce hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,
P. A.

12 MAY 1967

Alberto de Eizaburu
Por Poder

339939

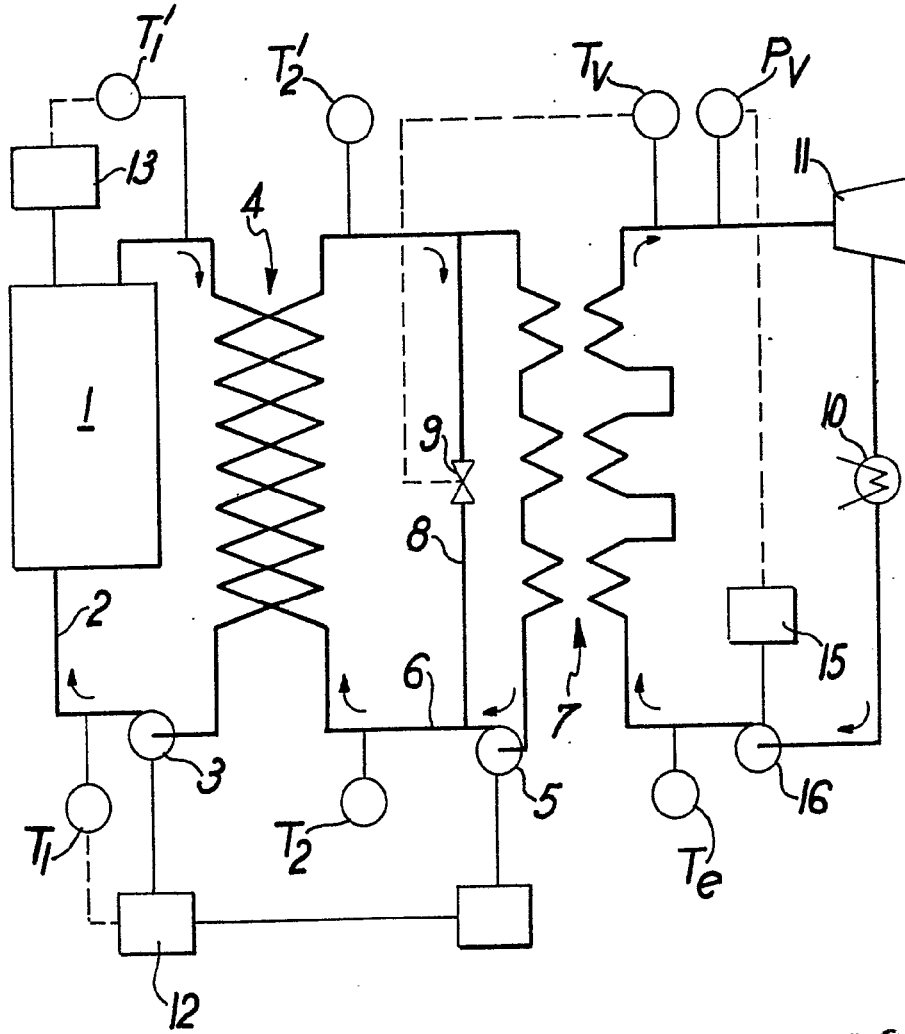


FIG. I

339939

Archer

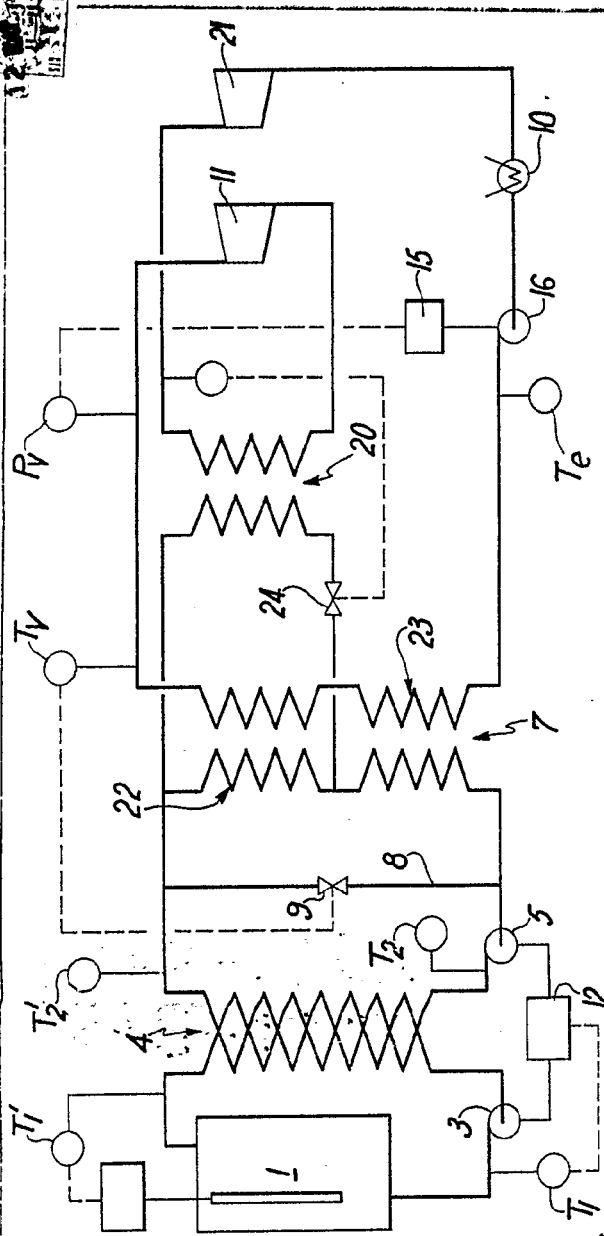


FIG. 3

339939

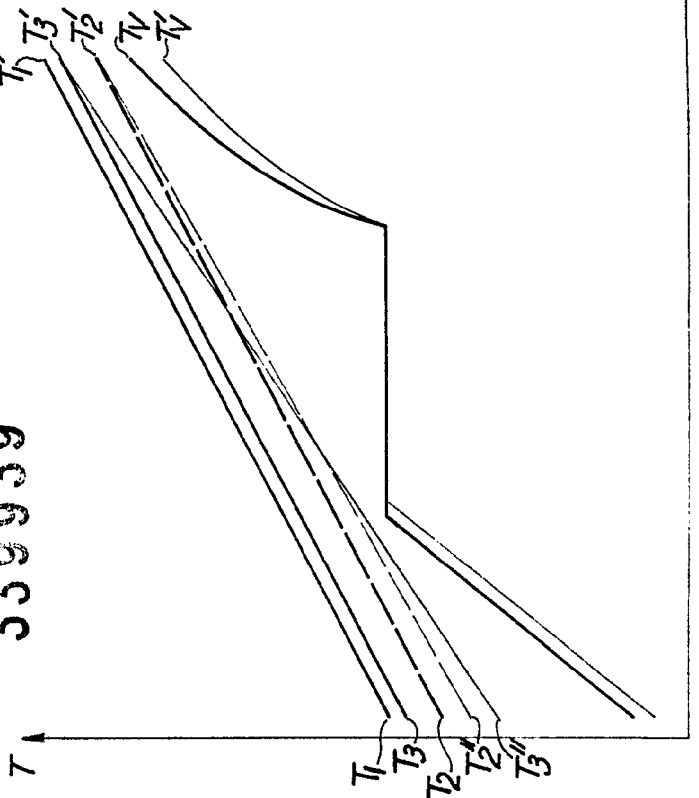
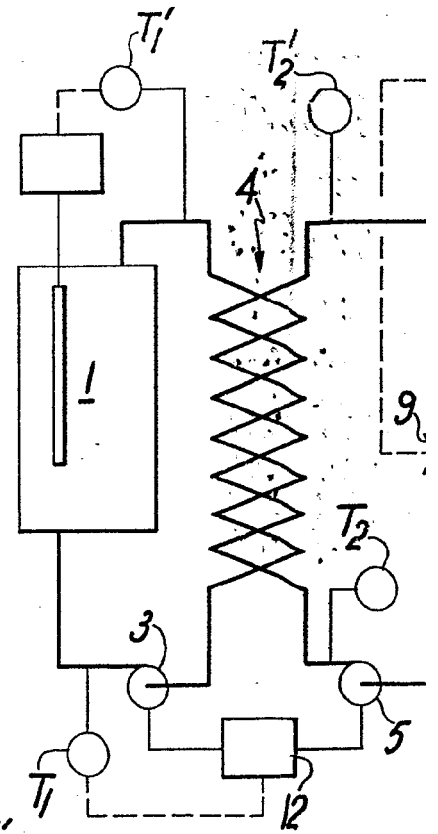


FIG. 2

339939

Amn

FIG. 3



339939

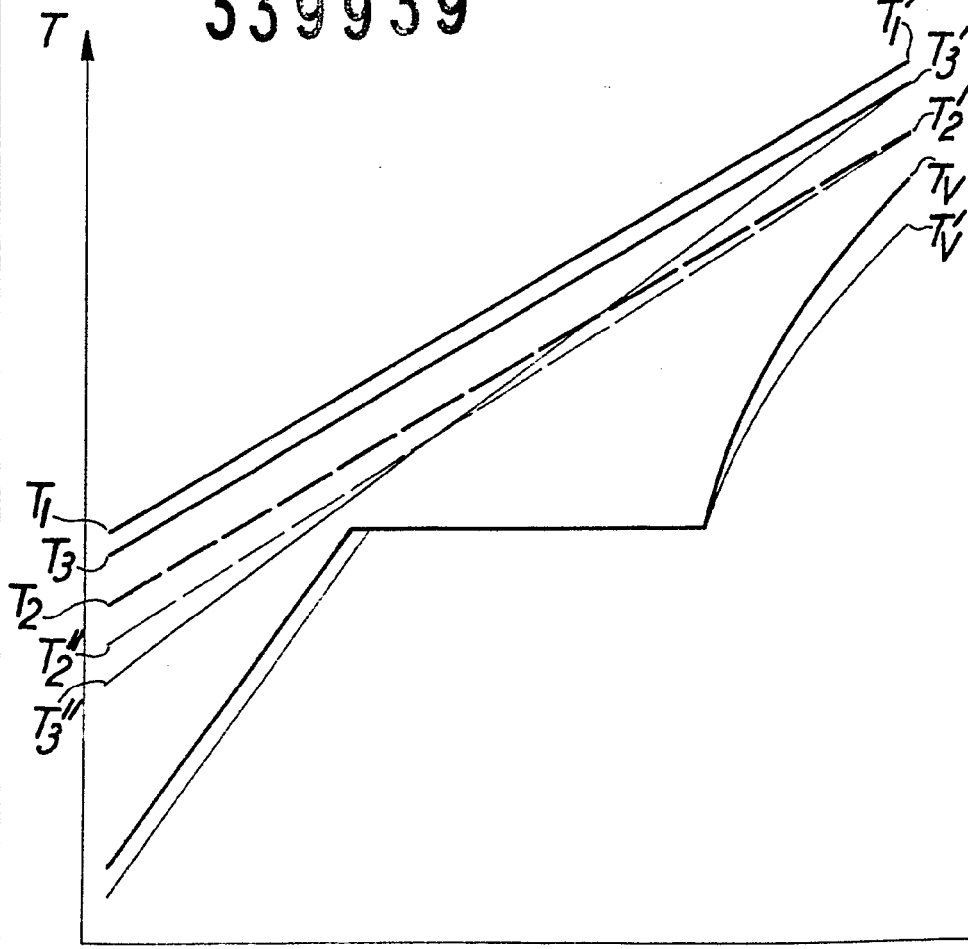
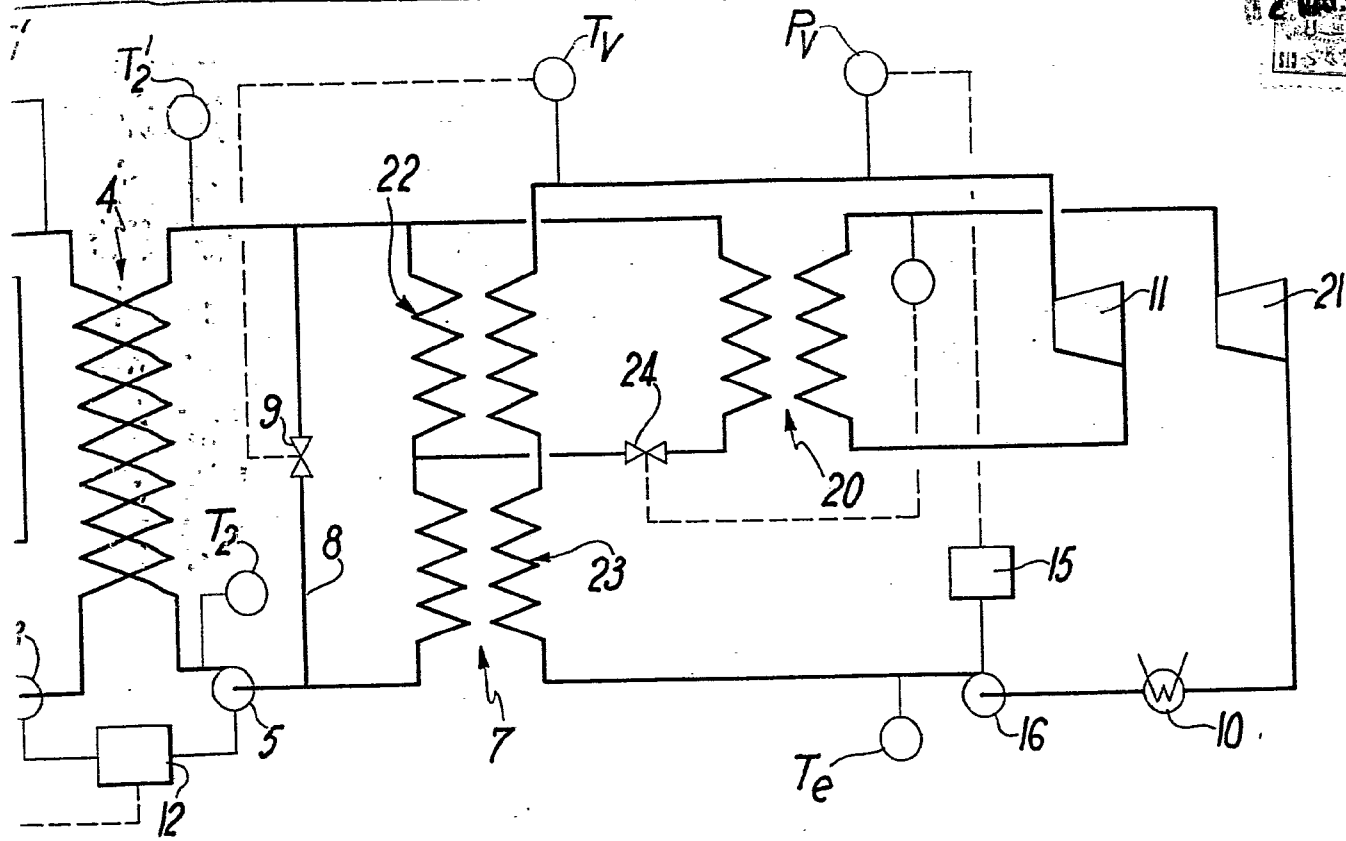


FIG. 2



339939

FIG. 2

Quirk