

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 513 792**

51 Int. Cl.:

F24D 3/08 (2006.01)

F24D 11/00 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

F24J 2/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2006 E 06019301 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 1764563**

54 Título: **Regulador solar y método para regular una instalación de colector solar**

30 Prioridad:

19.09.2005 DE 102005044670

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

27.10.2014

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:

LUSTIG, KONRAD, DR.

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 513 792 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Regulador solar y método para regular una instalación de colector solar

Estado del arte

5 La presente invención hace referencia a un método para regular bombas de circulación en instalaciones de energía solar con un colector solar. La invención hace referencia también a un dispositivo de control para ejecutar el método.

10 La utilización de reguladores solares para controlar bombas de circulación en circuitos del colector solar de instalaciones convencionales para calentar agua de uso industrial se conoce por ejemplo a través de la solicitud DE 198 24 543 C1. Una instalación de colector solar convencional de este tipo se compone generalmente de un colector solar, por lo general dispuesto sobre el techo de un edificio, y de un acumulador de calor colocado por lo general en el sótano del mismo edificio, los cuales se encuentran conectados uno al otro mediante dos conductos, un conducto de avance y un conducto de retorno. En el circuito conformado por el colector solar, el acumulador de calor y los dos conductos circula un fluido especial de transferencia térmica. La bomba de circulación transporta el líquido desde un acumulador hacia el colector solar, en donde el fluido es calentado. A continuación, la misma bomba transporta de regreso el fluido calentado nuevamente hacia el acumulador. Generalmente, el control de la bomba se efectúa mediante un regulador solar central, en función de la temperatura del fluido en el colector y en el acumulador.

Para detectar esas temperaturas, en el área del colector y por lo general también en el acumulador de calor se encuentra dispuesto respectivamente un sensor de temperatura. Sin embargo, la disposición del sensor de temperatura en el área del colector es problemática, ya que generalmente el tendido del cable hasta el techo es complicado y costoso y durante el montaje del sensor del colector pueden producirse errores.

20 Para evitar esta clase de problemas, en la solicitud DE 103 34 436 A1 se prevé reemplazar el sensor del colector por un sensor de temperatura que se encuentra dispuesto en el conducto de retorno. Para medir la temperatura real del colector la bomba es operada durante un período breve, de manera que el medio de transferencia térmica que se encuentra en el colector fluye hacia el sensor de temperatura que se encuentra dispuesto en el conducto de retorno. En dicho documento se prevé además reemplazar el sensor del acumulador por un sensor de temperatura que se encuentra dispuesto en el conducto de avance. De forma análoga al principio antes mencionado, durante el breve funcionamiento de la bomba el medio de transferencia térmica que se encuentra en el acumulador alcanza el sensor de temperatura que se encuentra dispuesto en el conducto de avance.

En el documento DE 10 334 436 se revela el preámbulo de la reivindicación 1.

30 Sin embargo, esta disposición simplificada del sensor de temperatura en el conducto de avance, así como en el conducto de salida, en comparación con una disposición tradicional del sensor de temperatura en el área del colector, así como en el acumulador, implica una pérdida del rendimiento de aproximadamente un 10 %. Esta pérdida del rendimiento resulta del hecho de que para detectar la temperatura del colector la bomba debe ser primero encendida, antes de que la temperatura efectiva del colector, así como del acumulador pueda ser detectada.

35 En particular en el caso de condiciones climáticas desfavorables y de una radiación solar insuficiente, cuando la temperatura del colector es inferior a la temperatura del acumulador, debido al funcionamiento breve de la bomba de circulación se producen pérdidas de calor en el acumulador y, con ello, la pérdida de rendimiento antes mencionada.

40 Por tanto, es objeto de la presente invención proporcionar un método para regular una instalación solar, mediante el cual pueda reducirse la pérdida de rendimiento antes mencionada que se presenta en el caso de la disposición de los sensores de temperatura en los conductos. Además es objeto de la invención proporcionar un dispositivo de control para ejecutar el método. Este objeto se alcanzará a través de un método según la reivindicación 1, así como de un dispositivo según la reivindicación 12. En las reivindicaciones dependientes se indican formas de ejecución ventajosas.

45 De acuerdo con la invención se prevé que un medio de transferencia térmica sea transportado mediante una bomba, el cual fluye sucesivamente a través de un conducto de retorno, de un colector y de un conducto de avance, donde la bomba es controlada mediante un dispositivo de control en función de una temperatura de avance, medida en el conducto de avance, y/o de una temperatura de retorno, medida en el conducto de retorno, del medio de transferencia térmica, y donde en un ciclo de prueba la bomba es encendida durante un periodo de tiempo predefinido, para medir la temperatura de avance del medio de transferencia térmica en el conducto de avance, así como la temperatura de retorno del medio de transferencia térmica en el conducto de retorno. Se prevé que el dispositivo de control, después de finalizado el ciclo de prueba, cambie a un ciclo de pausa siempre que al final del ciclo de prueba la diferencia de temperatura entre la temperatura de avance y la temperatura de retorno no alcance un valor predeterminado, donde la bomba se encuentra desconectada durante el ciclo de pausa, y donde el período de tiempo del ciclo de pausa depende de la temperatura de avance máxima. En el método acorde a la invención se

considera ventajoso que la bomba sea desconectada en el caso de una diferencia de temperatura reducida, en particular debido a una radiación solar reducida. Gracias a ello puede aumentarse el rendimiento. Al depender la duración del ciclo de pausa de la diferencia de temperatura determinada pueden evitarse ciclos de prueba innecesarios, gracias a lo cual puede incrementarse aún más el rendimiento.

- 5 En otra forma de ejecución se prevé que el dispositivo de control, después de finalizado el ciclo de prueba, no cambie al ciclo de pausa y la bomba permanezca conectada, siempre que la diferencia de temperatura determinada al final del ciclo de prueba corresponda por lo menos al valor predeterminado y que no se presente ninguna condición de desconexión. A través de esta medida se asegura que la bomba, fuera del funcionamiento de prueba, sólo marche en el caso de una radiación solar suficiente, de manera que el calor se obtenga de forma efectiva.
- 10 En otra forma de ejecución ventajosa de la invención se prevé que el dispositivo de control desconecte la bomba y cambie a un ciclo de pausa cuando después de finalizado el ciclo de prueba se alcanza una condición de desconexión. De este modo se asegura que la bomba sólo continúe marchando cuando no se presenta ninguna condición de desconexión. En otra forma de ejecución ventajosa de la invención, como condición de desconexión se prevé el descenso de la diferencia de temperatura actualmente determinada por debajo del valor predeterminado.
- 15 Asimismo, una condición de desconexión puede presentarse cuando la temperatura de avance alcanza un valor máximo predeterminado. Al escoger adecuadamente las condiciones de desconexión el proceso de regulación puede adecuarse de forma individual.

- En otra forma de ejecución de la invención se prevé además que el dispositivo de control en el ciclo de pausa cambie automáticamente al ciclo de prueba una vez finalizado el tiempo del ciclo de pausa predeterminado. A través de esta medida se asegura que la regulación de la instalación solar pueda reaccionar frente a condiciones climáticas modificadas.
- 20

- En una forma de ejecución especialmente ventajosa de la invención el tiempo del ciclo de pausa se adecua de forma adaptiva en función de la temperatura de avance máxima, donde la longitud del ciclo de pausa se prolonga siempre que descienda la temperatura de avance máxima medida en el ciclo de prueba, mientras que la longitud del ciclo de pausa se reduce siempre que aumente la temperatura de avance máxima medida en el ciclo de prueba. Esta medida permite optimizar el proceso de regulación. A través de la adecuación adaptiva del tiempo del ciclo de pausa puede aumentarse marcadamente el rendimiento.
- 25

- En otra variante del método acorde a la invención se prevé que también la longitud del ciclo de prueba sea adecuada de forma adaptiva. Para ello la bomba es desconectada y la temperatura de avance es medida hasta el momento en el cual la temperatura de avance alcanza un máximo y desciende nuevamente. Como longitud del ciclo de prueba es escogido el lapso de tiempo entre el arranque de la bomba y el momento en el que se alcanza la temperatura de avance máxima. A través de esta adecuación, que en particular tiene lugar después de disponer la instalación solar o después de realizar trabajos de recambio o de mantenimiento en la instalación solar, el tiempo del ciclo de prueba puede adecuarse de forma óptima. De este modo puede aumentarse aún más el rendimiento de la instalación solar.
- 30
- 35

Asimismo, en otra forma de ejecución de la invención se prevé que la ejecución de los ciclos de prueba se detenga durante los períodos en los cuales no hay radiación solar o cuando ésta es reducida. En particular durante la noche, a través de esta medida ventajosa puede evitarse una pérdida de rendimiento debido al enfriamiento del acumulador de calor.

- 40 En otra forma de ejecución de la invención la medición de la temperatura de avance y de la temperatura de retorno se efectúa mediante un sensor de temperatura que se encuentra dispuesto en el conducto de avance, así como en el conducto de retorno. La disposición del sensor de temperatura dentro de los conductos permite un montaje sencillo, en particular cuando los sensores de temperatura se integran dentro de una estación compacta junto con el regulador solar.

- 45 Por último, en una forma de ejecución de la invención se prevé que el colector, mediante el conducto de avance y el conducto de retorno, se encuentre conectado a un acumulador, y que el dispositivo de control pase a un modo de refrigeración del colector cuando la temperatura del acumulador alcanza un valor predeterminado próximo a una temperatura máxima del acumulador, donde en el modo de refrigeración del colector la bomba es operada de manera cíclica para mantener la temperatura en el acumulador por debajo de una temperatura máxima del acumulador, y donde los tiempos de desconexión de la bomba son determinados durante el funcionamiento de refrigeración del colector con la ayuda de la adaptación de la longitud del ciclo de pausa en función de la temperatura de avance. La utilización de la adaptación, en función de la temperatura de avance, de la longitud del ciclo de pausa para determinar los tiempos de desconexión de la bomba permite una realización particularmente sencilla de la función de refrigeración del colector.
- 50

- 55 A continuación, la invención es explicada en detalle mediante los dibujos. Las figuras muestran:

Figura 1: una estructura esquemática de una instalación solar convencional;

Figura 2: de manera esquemática, una estructura mejorada de una instalación solar para ejecutar el método acorde a la invención;

Figura 3: un diagrama para mostrar de forma clara una adaptación dependiente de la temperatura de avance de los ciclos de pausa según la invención;

Figura 4: un diagrama para mostrar de forma clara el desarrollo cualitativo de las temperaturas de avance y de retorno;

Figura 5: un diagrama para mostrar de forma clara una longitud del ciclo de prueba seleccionada demasiado corta.

La instalación solar convencional representada en la figura 1 presenta un colector solar K que se encuentra dispuesto sobre el techo, el cual se encuentra conectado a un acumulador S mediante un conducto de avance y un conducto de retorno VL, RL. Dentro del circuito solar conformado por el acumulador S, el colector K y los conductos VL, RL circula un fluido de transferencia térmica que es transportado mediante una bomba solar P que se encuentra dispuesta en el conducto de retorno RL. Como medio de transferencia térmica se utiliza por lo general una mezcla de glicol y agua para evitar la congelación durante el invierno.

Para controlar la instalación se utiliza un dispositivo central de control C que regula el funcionamiento de la bomba en función de la temperatura del acumulador, así como de la temperatura del colector. El controlador solar C enciende la bomba P tan pronto como la temperatura del colector T_K es mayor que la temperatura en el área inferior del acumulador T_S más una diferencia de temperatura de encendido dT_{ein} regulable ($T_K > T_S + dT_{ein}$). La bomba se desconecta cuando la diferencia de temperatura dT_{ein} se ubica por debajo de un valor regulado ($T_K < T_S + dT_{aus}$). La bomba P se desconecta también al presentarse una condición de desconexión. Una condición de desconexión de ese tipo puede preverse por ejemplo cuando se alcanza una temperatura máxima del acumulador T_{S_max} , con la cual pueden producirse depósitos de cal en el acumulador o escaldados con el agua usada extraída. Se prevé además una desconexión cuando la temperatura del colector alcanza la temperatura de evaporación del medio de transferencia térmica (por lo general aproximadamente 120°C), de manera que el medio de transferencia térmica se evapora en el circuito solar. La bomba P se enciende entonces nuevamente cuando la temperatura del medio de transferencia térmica vuelve a ubicarse por debajo de un valor crítico.

Para esta regulación es necesario determinar la temperatura en el colector K (temperatura del absorbedor) y en el área inferior del acumulador. Del modo que se representa en la figura 1, para la medición de la temperatura del colector T_K se utiliza un sensor de temperatura T_1' que se encuentra dispuesto en el área del colector K. De manera correspondiente, la temperatura T_S del acumulador S se determina mediante un sensor de temperatura T_2' que se encuentra dispuesto en el área del acumulador. Ambos sensores de temperatura T_1' , T_2' están conectados al dispositivo de control C mediante conductos.

Se ha comprobado que al montar el sensor de temperatura, en particular el sensor del colector T_1 , con frecuencia se cometen errores y, debido a ello, las instalaciones solares no funcionan correctamente.

Para evitar esos errores se proporcionan instalaciones solares en las cuales el sensor del colector es reemplazado por un sensor de temperatura T_1 que se encuentra dispuesto en el conducto de avance VL.

En la figura 2 se muestra la estructura de una instalación solar, del modo que se representa también por ejemplo en la solicitud DE 2658709 A1. Esta instalación solar se diferencia de la instalación mostrada en la figura 1 esencialmente sólo en la disposición de los sensores de temperatura T_1 , T_2 . Durante el funcionamiento de la bomba, donde el fluido de transferencia térmica circula continuamente, esta disposición no presenta desventajas evidentes en comparación con una instalación solar convencional con un sensor del colector. Puesto que el medio se encuentra circulando, las temperaturas medidas en el conducto de avance y en el conducto de retorno VL, RL corresponden esencialmente a la temperatura del colector, así como del acumulador T_K , T_S . Solamente en un estado de detención de la bomba P la temperatura del colector, así como la temperatura del acumulador T_K , T_S , no es conocida para el dispositivo de control.

Para poder determinar la temperatura real del colector T_K , la bomba P debe ser puesta en funcionamiento durante un tiempo prolongado suficiente, de manera que el calor en el colector K, así como en el acumulador S, alcance el sensor de temperatura T_1 , T_2 correspondiente en los conductos VL, RL.

La temperatura T_{VL} , T_{RL} medida en el conducto de avance, así como en el conducto de retorno VL, RL; no refleja la temperatura efectiva del colector, así como del acumulador, sino tan sólo una temperatura reducida debido a pérdidas en el conducto. Para optimizar la instalación, estas desviaciones determinadas en base a la práctica o a

una simulación, pueden ser consideradas a través de una implementación correspondiente en el dispositivo de control C.

Del modo que se muestra en la figura 2, a través de la disposición de los sensores de temperatura T_1, T_2 dentro del conducto de avance, así como del conducto de retorno VL, RL; es posible reunir ambos sensores de temperatura T_1, T_2 ; la bomba P y el dispositivo de control C en una estación compacta común. Se considera además ventajoso colocar dentro de la estación compacta también otros componentes de la instalación solar, como por ejemplo válvulas de bloqueo y válvulas de descarga o un recipiente de expansión proporcionado para expandir el medio de transferencia térmica.

Gracias a ello se reduce considerablemente la inversión para el montaje de la instalación solar.

No obstante, la disposición de los sensores de temperatura T_1, T_2 en los conductos VL, RL presenta también desventajas. Para poder determinar la temperatura del colector T_K , así como la temperatura del acumulador T_S , la bomba P del circuito solar debe ser desconectada durante un cierto tiempo. En particular en períodos de radiación solar insuficiente la temperatura del acumulador S puede ser reducida de forma innecesaria, donde el medio que se encuentra más frío a causa de ello alcanza el acumulador desde las secciones del conducto en el área externa, siendo evacuado al mismo tiempo medio caliente desde el acumulador S. Por último, el consumo de energía eléctrica de la bomba P durante esos tiempos de prueba conduce también a la reducción del rendimiento.

En comparación con una instalación con sensor del colector, en el sistema solar antes descrito sin sensor del colector, debido a las circunstancias antes mencionadas, se produce una reducción del rendimiento solar anual de aproximadamente un 10%. El motivo fundamental para ello lo constituye el enfriamiento del almacenador en el ciclo de prueba en el caso de una potencia insuficiente de la radiación solar al encontrarse la bomba P en funcionamiento.

Para reducir esas pérdidas de rendimiento, en la presente invención se prevé la implementación de diferentes medidas. Se prevé en particular que el dispositivo de control C, una vez finalizado el ciclo de prueba, cambie automáticamente a un modo de pausa, siempre que la diferencia máxima de temperatura dT_{max} entre la temperatura de avance y la temperatura de retorno T_{VL}, T_{RL} no alcance un valor dT_{ein} predeterminado. De este modo, los tiempos de pausa t_{pause} entre dos ciclos de prueba se adecuan de forma adaptiva en función de las temperaturas T_{VL}, T_{RL} medidas. Otra medida prevé la interrupción de los ciclos de prueba durante períodos de radiación solar insuficiente. Se prevé además una adaptación de la longitud del ciclo de prueba. De este modo la duración del ciclo de prueba t_{test} puede ser optimizada. Finalmente, con la ayuda de una función de refrigeración del colector la desconexión de la bomba P puede ser retrasada en el caso de una temperatura del colector T_K elevada, gracias a lo cual la instalación puede ser operada con mayor flexibilidad.

La medida más sencilla para aumentar el rendimiento puede realizarse implementando una desconexión automática del ciclo de prueba durante los períodos de radiación solar más reducida. De este modo, la pérdida de rendimiento de una instalación sin sensor del colector, en comparación con un sistema con sensor del colector, se reduce de manera considerable. Con ello, la pérdida del rendimiento asciende sólo a la mitad (aproximadamente un 5 %), cuando el ciclo de prueba se desconecta entre las 21 horas de la noche y las 6 horas de la mañana. De manera preferente los tiempos pueden adecuarse a los períodos de radiación solar de la respectiva época del año. Por lo general es posible además considerar posibles modificaciones a corto plazo de la radiación solar, como por ejemplo un período de mal clima que se extiende durante varios días.

Una medida importante consiste en la adaptación de los tiempos de pausa t_{pause} entre los ciclos de prueba. En la figura 3 se muestra un desarrollo posible de los tiempos de pausa t_{pause} que dependen de la temperatura de avance, tal como se realiza dentro del dispositivo de control como algoritmo para la adaptación de la duración del ciclo de pausa t_{pause} . De este modo, en un rango de temperatura relativamente amplio (aquí por ejemplo de 10°C a 80°C), se prevé preferentemente un desarrollo lineal de la longitud del ciclo de pausa t_{pause} en función de la temperatura de avance máxima T_{max} . Del modo que puede observarse en la figura 3, la longitud del ciclo de pausa t_{pause} disminuye, siempre que la temperatura máxima T_{max} aumenta. Por otra parte, el regulador solar C aumenta la longitud del ciclo de pausa t_{pause} , siempre que la temperatura de avance máxima T_{max} desciende.

Sin embargo, según la aplicación puede preverse también otra relación entre la longitud del ciclo de pausa t_{pause} y la temperatura de avance máxima T_{max} . En particular, la curva de temperatura dentro de un rango de temperatura elevado puede diferir en alto grado del desarrollo lineal por ejemplo en el caso de implementar un funcionamiento de refrigeración del colector.

Para la adecuación adaptiva de las longitudes de pausa t_{pause} es necesario determinar la temperatura de avance máxima T_{max} durante el ciclo de prueba. Si la temperatura de avance máxima T_{max} es reducida, entonces el tiempo de pausa t_{pause} aumenta. Por el contrario, en el caso de una temperatura de avance máxima T_{max} elevada, los tiempos de pausa t_{pause} se reducen. De este modo, en el caso de días de clima inestable pueden reducirse aún más las pérdidas que muestra la nueva instalación solar en comparación con una instalación con

sensor del colector. Con esta medida la pérdida del rendimiento se reduce aproximadamente a un 1 %. Con ello, para una instalación solar con una desconexión nocturna implementada y con una adecuación adaptiva de la longitud de las pausas, en comparación con el sistema con sensor del colector, resulta sólo una pérdida anual del rendimiento de aproximadamente un 4%.

Para posibilitar una regulación en un área de mayor tamaño con respecto a las longitudes de los conductos y a las superficies del colector se considera ventajoso que también la longitud del ciclo de prueba t_{test} pueda ser adaptada. Si el tiempo del ciclo de prueba t_{test} resulta seleccionado muy breve, entonces puede suceder que el medio calentado no alcance nunca el sensor de avance T_1 , de manera que la bomba tampoco sea desconectada en el caso de una diferencia de temperatura dT suficiente. En cambio, en el ciclo de prueba solar se producen pérdidas innecesarias, puesto que el acumulador en ese caso es refrigerado mediante el colector K, por ejemplo en el caso de una radiación solar insuficiente.

Se considera ventajoso efectuar la adaptación de la longitud del ciclo de prueba t_{test} inmediatamente después de disponer la instalación. El valor determinado en ese momento puede por lo general ser mantenido. No obstante, después de trabajos de reparación o de mantenimiento de mayor envergadura puede ser necesario determinar nuevamente la longitud del ciclo de prueba t_{test} óptima. Sin embargo, el valor determinado durante la adaptación se encuentra limitado dentro de un rango conveniente (por ejemplo el tiempo de prueba para longitudes de los conductos corresponde de 5 a 20 m en aproximadamente 180 s). Para instalaciones de mayor tamaño es necesario regular un valor para las longitudes de los conductos, del cual resulta un rango de valor modificado.

El proceso de adaptación para el ciclo de prueba se explica a continuación mediante un diagrama.

La figura 4 muestra un desarrollo cualitativo de las temperaturas de avance y de retorno T_{VL} , T_{RL} en un ciclo de prueba. A través de la evaluación del perfil de temperatura puede realizarse una optimización del tiempo de prueba. En esta adaptación se aprovecha el hecho de que, (al encontrarse en funcionamiento la bomba P), el perfil de temperatura en el conducto de avance VL presenta un máximo que resulta de la energía almacenada en el colector K. Del modo que se representa en la figura 4, primero la temperatura de avance desciende aquí después del encendido de la bomba P, puesto que se parte del supuesto de que la temperatura exterior es más fría que la temperatura ambiente. La temperatura de retorno T_{RL} aumenta al mismo tiempo, ya que el medio caliente fluye desde el intercambiador de calor del acumulador delante del sensor T_1 . El siguiente aumento de la temperatura en el sensor de avance T_1 muestra que el líquido calentado alcanza el sensor T_1 desde el colector K. En primer lugar es superada la diferencia de temperatura de desconexión dT_{aus} de la bomba. En un desarrollo posterior se supera también la diferencia de temperatura de encendido dT_{ein} . Seguidamente, la temperatura T_{VL} en el sensor de avance T_1 alcanza el máximo y desciende nuevamente a continuación, puesto que la energía almacenada en el colector fue retirada y la radiación solar no es suficiente para continuar calentando de manera continua el colector. Al final del período de prueba la diferencia de temperatura dT de la temperatura de avance y la temperatura de retorno T_{VL} , T_{RL} es inferior a la diferencia de temperatura de encendido dT_{ein} y la bomba P se desconecta. Como longitud ideal del ciclo de prueba puede adaptarse entonces el lapso de tiempo entre el arranque de la bomba P y el momento t_{max} , en el cual se alcanzó el máximo de temperatura T_{max} .

La figura 5 muestra el desarrollo cualitativo de las temperaturas de avance y de retorno en el caso de una longitud del ciclo seleccionada demasiado corta. En ese caso, la diferencia de temperatura dT no alcanza en ningún momento la diferencia de encendido dT_{ein} necesaria para que se presente una condición de encendido. Puesto que el ciclo de prueba finalizó durante el incremento de la temperatura de avance T_{VL} , la temperatura de avance medida al final del ciclo de prueba $T_{\text{VL_ENDE}}$ corresponde a la temperatura de avance máxima T_{max} . Se presenta allí además un aumento positivo de la curva de temperatura. Con la ayuda de esas dos condiciones puede detectarse de forma unívoca la longitud del ciclo de prueba que ha sido seleccionada demasiado corta. Para alcanzar la longitud óptima del ciclo de prueba en el presente caso se amplía el tiempo del ciclo de prueba hasta que la curva de temperatura desciende nuevamente, de manera que resulta un perfil de temperatura hasta alcanzar la temperatura de avance máxima T_{max} correspondiente a la figura 4.

A diferencia de un sistema de colector con un sensor de temperatura T_1 dispuesto en el colector K, en la instalación solar representada en la figura 2 la bomba P debe ser desconectada hasta la noche al alcanzar de manera permanente una temperatura de retorno máxima, para evitar un sobrecalentamiento del acumulador. En particular en un estado de detención de la instalación, en el caso de una radiación solar intensa, el colector K puede calentarse de manera que el medio de transferencia térmica se evapore, desplazándose hacia un recipiente de expansión especial. En este caso, a pesar del encendido de la bomba P no puede asegurarse que el medio de transferencia térmica circule, ya que en el colector K se encuentra vapor y la bomba P eventualmente no puede proporcionar la diferencia de presión necesaria para la circulación.

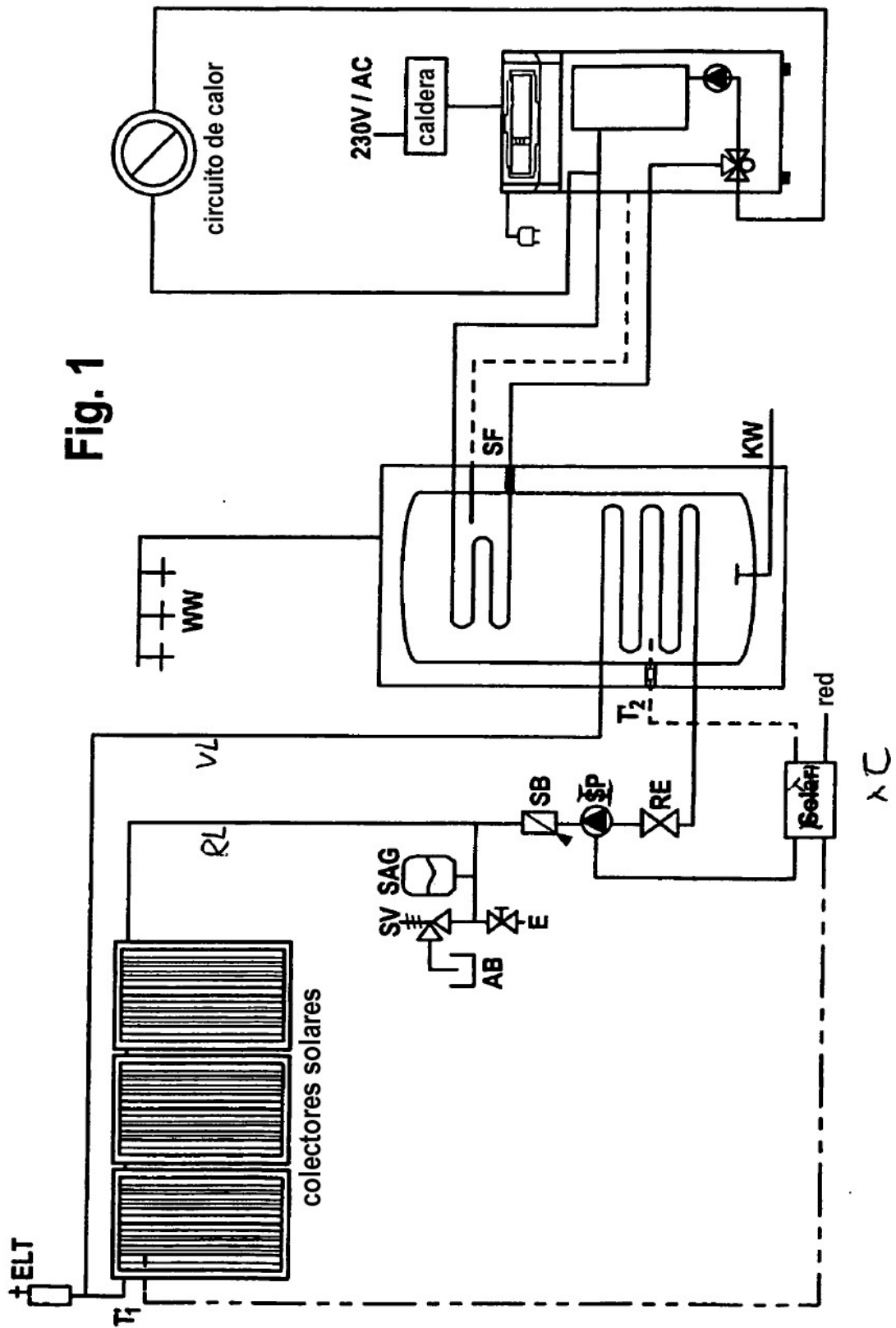
Actualmente se utiliza también un sensor del colector T_1 para detectar si el vapor se encuentra condensado en el colector K y si el colector K ha sido llenado nuevamente desde el recipiente de expansión. Esto sucede por lo general aproximadamente a los 120°C. En los reguladores solares C utilizados hasta el momento a partir de esa temperatura medida del absorbedor la bomba P se enciende nuevamente y el fluido de transferencia térmica puede

- 5 circular nuevamente. En el caso de un regulador del sensor del colector, sin embargo, la temperatura del colector T_K sólo se conoce cuando la bomba P se encuentra en funcionamiento. Por este motivo la bomba P debe permanecer desconectada hasta que pueda asegurarse que en el colector K ya no se encuentra vapor. Por lo general esto puede garantizarse cuando el sol se ha puesto, por la noche. Si mientras tanto gotea agua fría o el cielo está cubierto y la temperatura del colector desciende por debajo de los 120°C , esto es detectado sólo por una instalación solar con sensor del colector. Debido a ello, en el caso de una instalación solar sin sensor del colector, resulta una pérdida anual del rendimiento de aproximadamente un 4% en comparación con una instalación convencional.
- 10 Una posibilidad para reducir esas pérdidas consiste en el así llamado funcionamiento de refrigeración del colector que actualmente se implementa con otros fines en algunos reguladores. De este modo, desde que se alcanza la temperatura máxima del acumulador T_{S_max} la bomba P funciona cíclicamente, aumentando así en promedio la temperatura del colector T_K . De esta manera se reduce la eficiencia del colector y se retrasa o incluso se evita por completo el momento de desconexión, puesto que la temperatura del acumulador T_S se mantiene apenas por debajo de la temperatura máxima del acumulador T_{S_max} .
- 15 Para el nuevo regulador C este funcionamiento puede aplicarse de forma sencilla, puesto que la adaptación de las pausas en función de la temperatura de avance, acorde a la invención, puede utilizarse para ello. Si por ejemplo la temperatura del colector T_K aumenta rápidamente, entonces los tiempos de pausa t_{pause} se acortan. De este modo pueden regularse constantemente temperaturas de avance T_{VL} máximas de por ejemplo 100°C . No obstante, en el modo de refrigeración del colector el algoritmo para la desconexión de la bomba debe adecuarse en el caso de una temperatura de retorno T_{RL} máxima. Por lo general esta desconexión se efectúa para evitar el sobrecalentamiento del acumulador. En ese caso la temperatura de retorno T_{RL} no puede superar el valor máximo regulado al inicio del ciclo de refrigeración, ya que la temperatura de retorno aumenta igualmente en el desarrollo posterior a través de la temperatura de avance T_{VL} incrementada, y aumentaría por encima del valor máximo. Sin embargo esa temperatura no corresponde a la temperatura del acumulador T_S real. El lapso de tiempo correspondiente para el ciclo de refrigeración puede determinarse mediante la técnica de simulación.
- 20
- 25

REIVINDICACIONES

1. Método para regular una instalación de energía solar, donde un medio de transferencia térmica es transportado mediante una bomba (P), el cual fluye sucesivamente a través de un conducto de retorno (RL), de un colector (K) y de un conducto de avance (VL), donde la bomba (P) es controlada mediante un dispositivo de control (C) en función de una temperatura de avance (T_{VL}), medida en el conducto de avance (VL), y/o de una temperatura de retorno (T_{RL}), medida en el conducto de retorno (RL), del medio de transferencia térmica, y donde en un ciclo de prueba la bomba (P) es encendida durante un periodo de tiempo predefinido (dt_{test}), para medir la temperatura de avance, así como la temperatura de retorno (T_{VL} , T_{RL}), caracterizado porque el dispositivo de control (C), después de finalizado el ciclo de prueba cambia a un ciclo de pausa siempre que en el final del ciclo de prueba la diferencia de temperatura (dT) entre la temperatura de avance y la temperatura de retorno (T_{VL} , T_{RL}) no alcance un valor predeterminado (dT_{ein}), donde la bomba (P) se encuentra desconectada durante el ciclo de pausa, y donde el período de tiempo (dt_{pause}) del ciclo de pausa depende de la temperatura de avance máxima medida (T_{max}) en el ciclo de prueba.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque se presenta una condición de desconexión cuando desciende la diferencia de temperatura (dT) actualmente determinada, ubicándose por debajo del valor predeterminado (dT_{aus}) y/o cuando la temperatura de avance (T_{VL}) alcanza un valor máximo predeterminado.
3. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque el dispositivo de control (C), después de finalizado el ciclo de prueba, no cambia al ciclo de pausa y la bomba (P) permanece encendida, siempre que la diferencia de temperatura (dT) determinada al final del ciclo de prueba corresponda por lo menos al valor (dT_{ein}) predeterminado y que no se presente ninguna condición de desconexión.
4. Método según una de las reivindicaciones 2 a 3, caracterizado porque el dispositivo de control (C) desconecta la bomba (P) y cambia a un ciclo de pausa cuando después de finalizado el ciclo de prueba se alcanza una condición de desconexión.
5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el dispositivo de control (C) en el ciclo de pausa cambia automáticamente al ciclo de prueba después de que ha finalizado el tiempo del ciclo de pausa (dt_{pause}) predeterminado.
6. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el tiempo del ciclo de pausa (dt_{pause}) es adecuado de forma adaptiva en función de la temperatura de avance máxima (T_{max}), donde la longitud del ciclo de pausa (dt_{pause}) se prolonga siempre que descienda la temperatura de avance máxima (T_{max}) medida en el ciclo de prueba, mientras que la longitud del ciclo de pausa (dt_{pause}) se reduce siempre que aumente la temperatura de avance máxima (T_{max}) medida en el ciclo de prueba.
7. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la longitud del ciclo de prueba (dt_{test}) es adecuada de forma adaptiva, donde la bomba (P) es encendida y la temperatura de avance (T_{VL}) es medida hasta el momento en el cual la temperatura de avance (T_{VL}) alcanza un máximo (T_{max}) y desciende nuevamente, y donde como longitud del ciclo de prueba (dt_{test}) es escogido el lapso de tiempo entre el arranque de la bomba (P) y el momento en el que se alcanza la temperatura de avance máxima (T_{max}).
8. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la ejecución de los ciclos de prueba se detiene durante los períodos en los cuales no hay radiación solar.
9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la ejecución de los ciclos de prueba se detiene durante la noche.
10. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la medición de la temperatura de avance y de la temperatura de retorno (T_{VL} , T_{RL}) se efectúa mediante un sensor de temperatura (T_1, T_2) que se encuentra dispuesto en el conducto de avance (VL), así como en el conducto de retorno (RL).
11. Método según la reivindicación 6, caracterizado porque el colector (K), mediante el conducto de avance y el conducto de retorno (VL, RL), se encuentra conectado a un acumulador (S), y porque el dispositivo de control (C) pasa a un modo de refrigeración del colector cuando la temperatura del acumulador (T_S) alcanza un valor predeterminado próximo a una temperatura máxima del acumulador (T_{S_max}), donde en el modo de refrigeración del colector la bomba (P) es operada de manera cíclica para mantener la temperatura en el acumulador (S) por debajo de una temperatura máxima del acumulador (T_{S_max}), y donde los tiempos de desconexión de la bomba (P) son determinados durante el funcionamiento de refrigeración del colector con la ayuda de la adaptación de la longitud del ciclo de pausa en función de la temperatura de avance.

- 5 12. Instalación de energía solar, en la cual un medio de transferencia térmica puede ser transportado mediante una bomba y puede fluir de forma sucesiva a través de un conducto de retorno, de un colector y de un conducto de avance, donde la bomba puede ser controlada mediante un dispositivo de control en función de una temperatura de avance, medida en el conducto de avance, y/o de una temperatura de retorno, medida en el conducto de retorno del medio de transferencia térmica, y dispositivo de control para ejecutar un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 11.



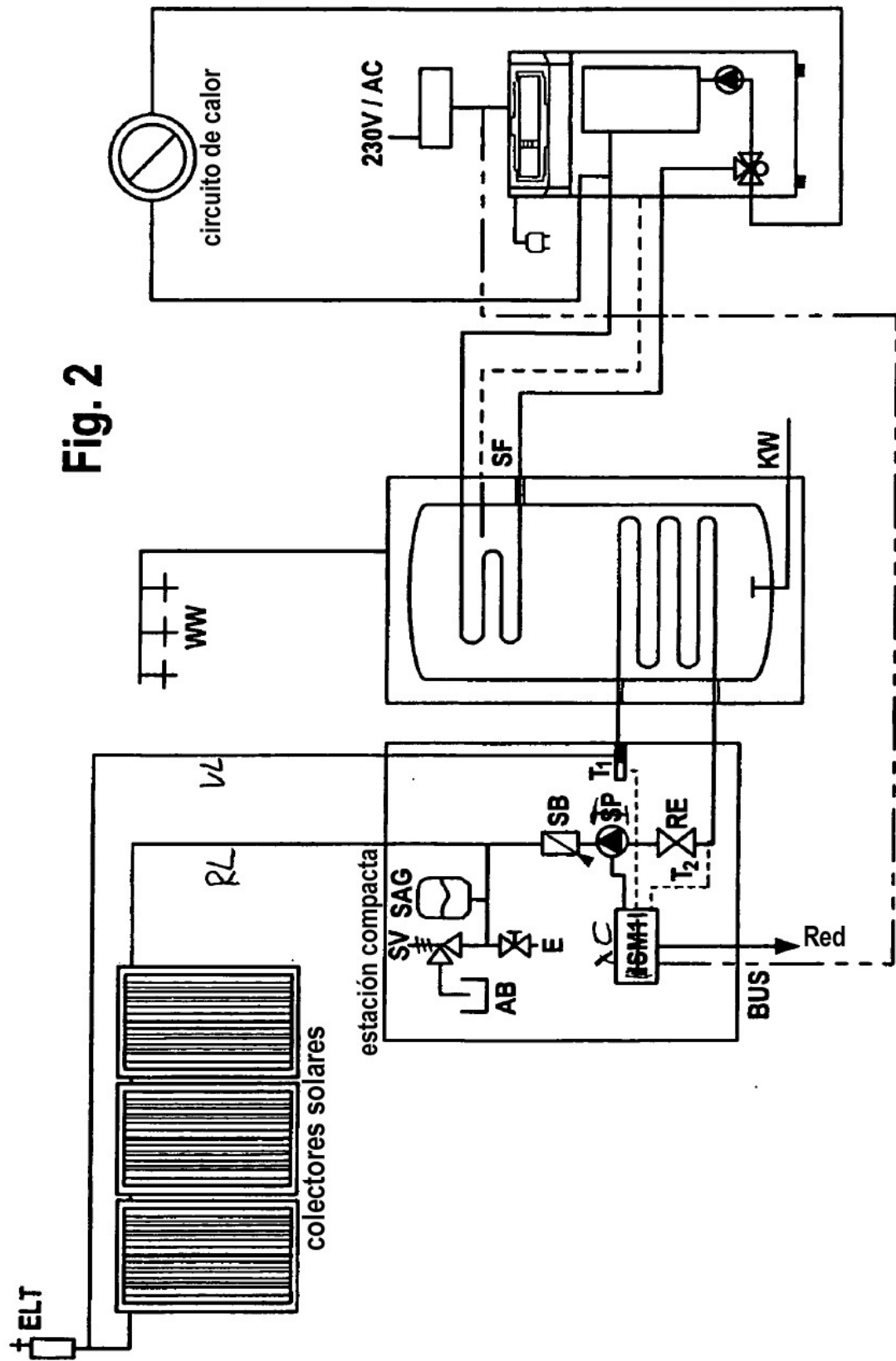


Fig. 3

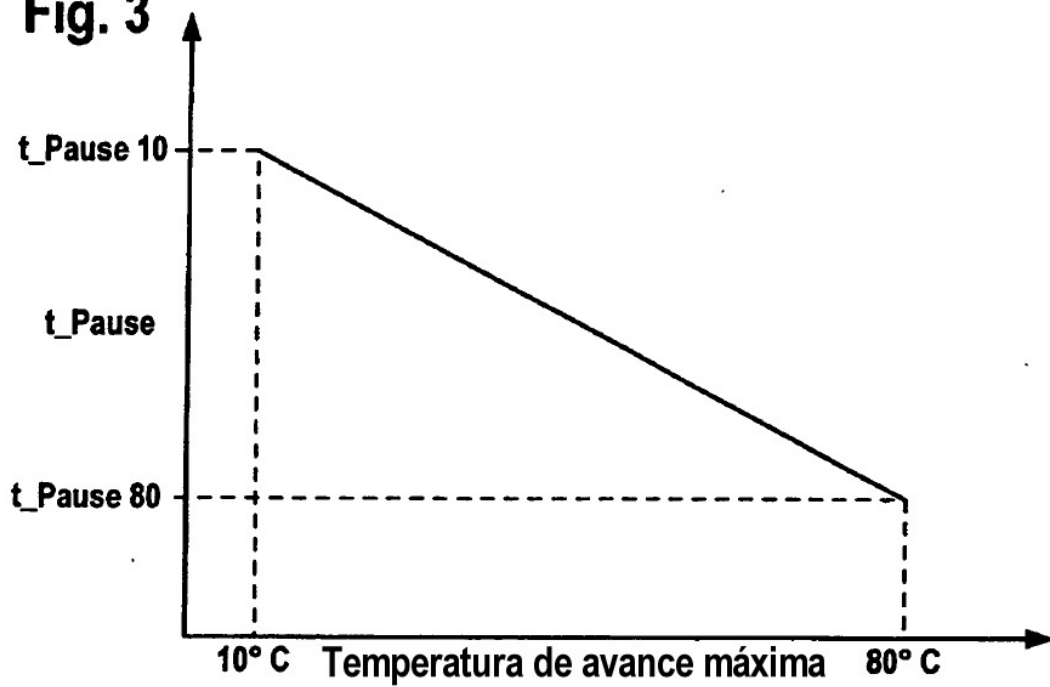
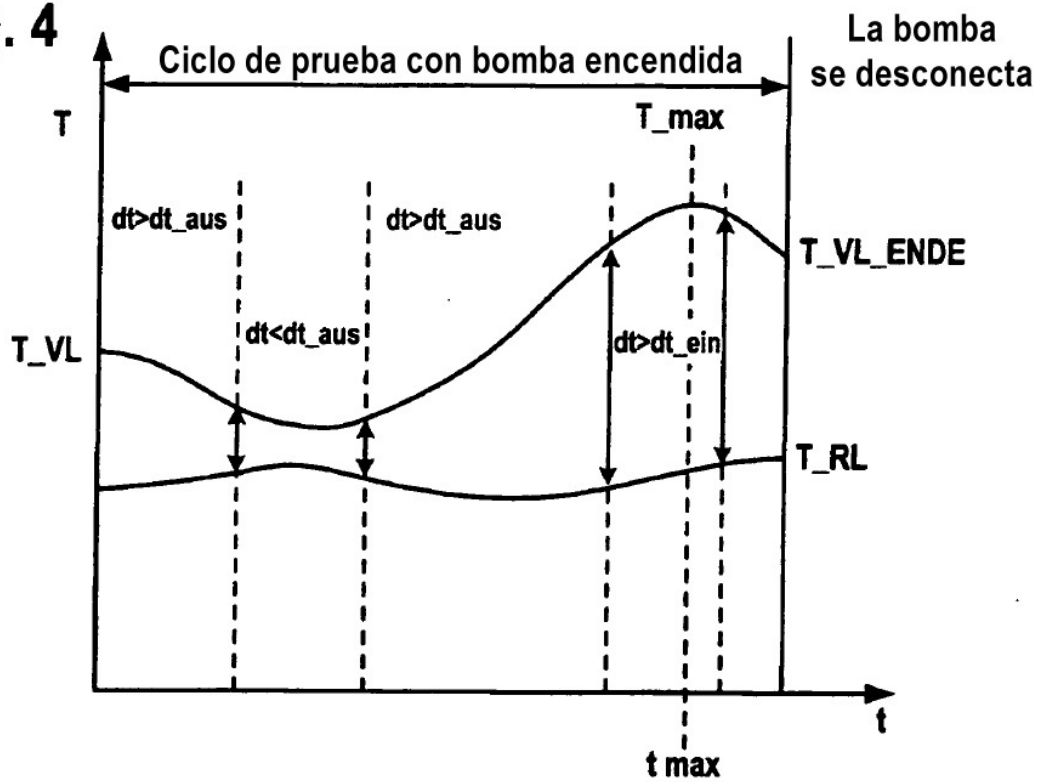


Fig. 4



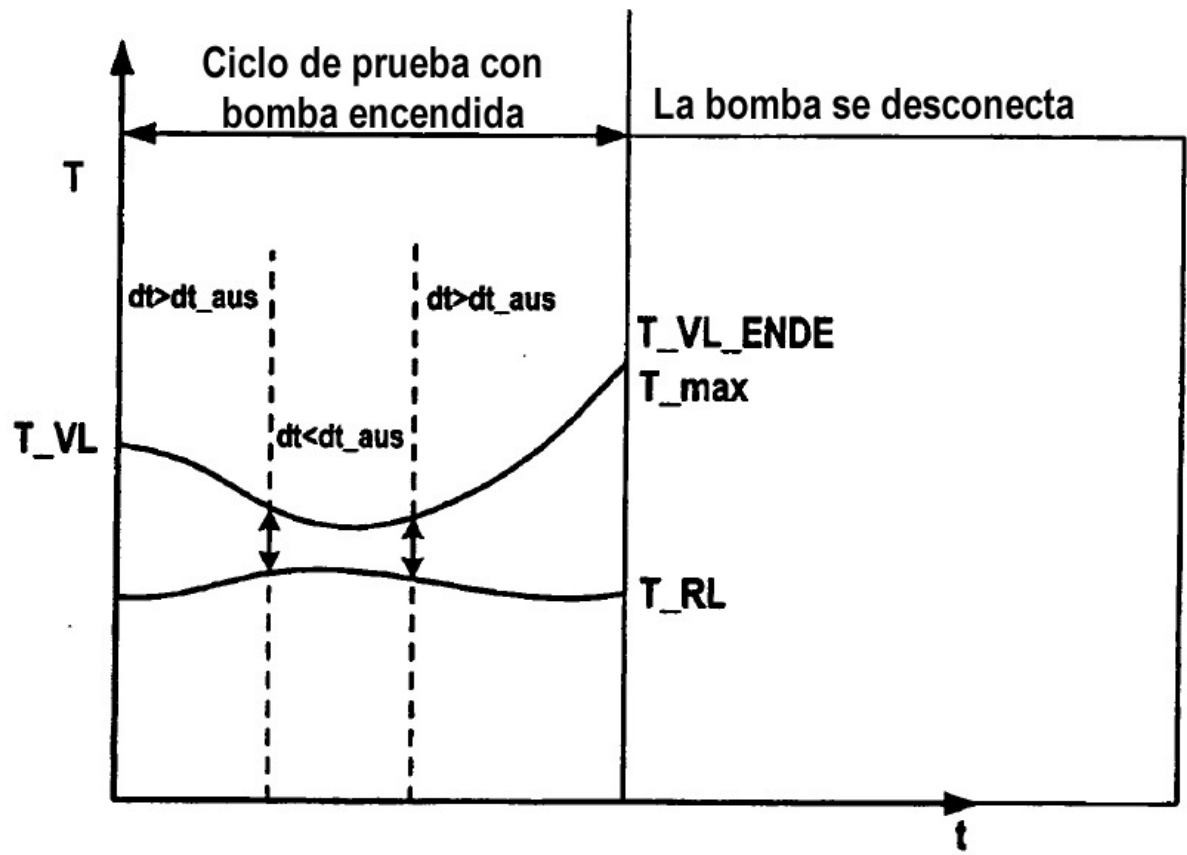


Fig. 5