

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 014**

51 Int. Cl.:

**F25B 21/02** (2006.01)

**F25B 49/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2015** **PCT/US2015/041388**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.01.2016** **WO16014574**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2015** **E 15745336 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019** **EP 3172502**

54 Título: **Sistemas y métodos para el funcionamiento de un módulo termoelectrico para aumentar la eficiencia**

30 Prioridad:

**21.07.2014 US 201462027083 P**

**21.07.2014 US 201462027080 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.06.2020**

73 Titular/es:

**PHONONIC DEVICES, INC. (100.0%)**

**800 Capitola Drive, Suite 7**

**Durham, North Carolina 27713, US**

72 Inventor/es:

**STANLEY, MARSHALL y**

**BARUS, DANIEL**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 770 014 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

Sistemas y métodos para el funcionamiento de un módulo termoelectrico para aumentar la eficiencia.

### 5 Campo de la divulgación

La presente divulgación se refiere al funcionamiento de un módulo termoelectrico.

### 10 Antecedentes

En la actualidad, muchos sistemas de refrigeración se basan en la compresión de vapor y utilizan un control de ciclos de trabajo por regulación termostática. No obstante, los sistemas típicos de refrigeración basados en compresión de vapor no son suficientemente dinámicos como para satisfacer la demanda tanto en estado estacionario como transitoria, por ejemplo, durante periodos de retroceso (*pull down*) o recuperación. De este modo, los sistemas de refrigeración basados en la compresión de vapor tienden a presentar un exceso de capacidades de enfriamiento que superan en mucho las demandas de extracción de calor requeridas durante el funcionamiento en estado estacionario. Aunque la capacidad extra proporcionada por el exceso de capacidades de enfriamiento permite una mejora del rendimiento de retroceso, las grandes sobrecorrientes prevalentes durante el arranque requieren una mayor capacidad y, consecuentemente, componentes más caros para gestionar las cargas. Por otra parte, las elevadas sobrecorrientes y cargas en las que incurre el control de los ciclos de trabajo hace que los componentes se desgasten excesivamente, provocando así, potencialmente, fallos prematuros. Además, por la propia naturaleza de su control, de los límites termodinámicos y de las demandas de rendimiento del producto, los sistemas de refrigeración basados en la compresión de vapor presentan una eficiencia inferior a la óptima.

La desventaja de una eficiencia subóptima de los sistemas de refrigeración basados en la compresión de vapor está relacionada con el control preciso de la temperatura dentro de las cámaras de enfriamiento. Típicamente, cuando una temperatura dentro de una cámara de enfriamiento supera un cierto valor, el sistema de refrigeración basado en la compresión de vapor se activa y continúa funcionando hasta que la temperatura en la cámara de enfriamiento se sitúa por debajo del valor mencionado. Una vez que la cámara de enfriamiento alcanza una temperatura por debajo de dicho valor, el sistema de refrigeración basado en la compresión de vapor se apaga. Sin embargo, además del desgaste excesivo tal como se ha indicado anteriormente, este tipo de esquema de control presentará, típicamente, una banda de control relativamente grande y una estratificación de la temperatura interna relativamente grande en un esfuerzo por minimizar el consumo de energía y permitir un funcionamiento en condiciones ambientales variadas. Este régimen es el que se utiliza de manera más frecuente debido a que la regulación o variación de la capacidad resulta difícil y cara de implementar en el ciclo de compresión de vapor y proporciona una eficacia limitada en la medida en la que cae la eficiencia volumétrica.

Por consiguiente, se requieren sistemas y métodos para controlar de manera precisa la temperatura dentro de una cámara de enfriamiento donde se maximice la eficiencia de los componentes usados para extraer calor de la cámara de enfriamiento. Además, se requieren sistemas y métodos para mitigar las limitaciones de evacuación de calor de los componentes usados para extraer calor de la cámara de enfriamiento.

El documento US 2013/291555 divulga un método de control de una pluralidad de enfriadores termoelectricos (TEC) para mantener una temperatura de consigna de una cámara de enfriamiento controlando de forma selectiva dos o más subconjuntos de TEC de la pluralidad de TEC sobre la base de la temperatura de la cámara con un controlador de la misma.

El documento US 2009/293500 A1 divulga un método de control de un sistema termoelectrico y un dispositivo de control que ajusta la corriente continua suministrada al módulo termoelectrico sobre la base de un diferencial de temperatura entre el lado caliente y frío del módulo y de propiedades de materiales correspondientes a los materiales basados en semiconductores con el fin de maximizar el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico.

### 55 Sumario

Se divulgan sistemas y métodos para el funcionamiento de un módulo termoelectrico con el fin de aumentar la eficiencia. La reivindicación 1 define un método de funcionamiento de un módulo termoelectrico en un sistema de refrigeración termoelectrico de acuerdo con la invención. Un método de funcionamiento de un módulo termoelectrico incluye determinar una primera cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema que comprenden la temperatura ambiente de un entorno que es externo a la cámara de enfriamiento, y proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico. El método incluye, también, determinar que por lo menos uno de entre uno o más parámetros del sistema ha cambiado, determinar una segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema, y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico. En algunas formas de realización, el ajuste

de la cantidad de potencia proporcionada sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema hace que aumente la eficiencia del módulo termoelectrico.

En algunas formas de realización, proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico incluye proporcionar una primera cantidad de corriente al módulo termoelectrico, y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico incluye proporcionar una segunda cantidad de corriente al módulo termoelectrico. En algunas formas de realización, proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico incluye proporcionar una primera cantidad de voltaje al módulo termoelectrico, y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico incluye proporcionar una segunda cantidad de voltaje al módulo termoelectrico.

Según la invención, el módulo termoelectrico es operativo para reducir la temperatura de una cámara de enfriamiento. De acuerdo con una forma de realización, la primera cantidad de potencia y/o la segunda cantidad de potencia se determina sobre la base de la temperatura de la cámara de enfriamiento, la temperatura del lado caliente del módulo termoelectrico, y/o una propiedad eléctrica del módulo termoelectrico, tal como la figura de mérito.

De acuerdo con la invención, determinar la primera cantidad de potencia incluye determinar la primera cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de la temperatura ambiente del entorno que es externo a la cámara de enfriamiento; determinar que por lo menos uno de entre uno o más parámetros del sistema ha cambiado incluye determinar que la temperatura del entorno que es externo a la cámara de enfriamiento ha cambiado; y la determinación de la segunda cantidad de potencia incluye determinar la segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de la temperatura del entorno que es externo a la cámara de enfriamiento.

En algunas formas de realización, determinar la primera cantidad de potencia incluye determinar la primera cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema usando una tabla de consulta; y determinar la segunda cantidad de potencia incluye determinar la segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de uno o varios parámetros del sistema usando la tabla de consulta.

En algunas formas de realización, proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico incluye, también, proporcionar la primera cantidad de potencia a un subconjunto de más de un subconjunto de módulos termoelectricos, y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico incluye, también, proporcionar la segunda cantidad de potencia a dicho un subconjunto de entre más de un subconjunto de módulos termoelectricos.

En algunas formas de realización, el método incluye, también, determinar que la temperatura del lado caliente del módulo termoelectrico está por encima de un primer umbral, y proporcionar una cantidad de potencia al módulo termoelectrico que es inferior a la cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema.

En algunas formas de realización, el método incluye, también, determinar que la temperatura del lado caliente del módulo termoelectrico está por debajo de un segundo umbral, y proporcionar una cantidad de potencia al módulo termoelectrico, que es la cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema.

Las reivindicaciones 10 y 11 definen, respectivamente, un controlador para el funcionamiento de un módulo termoelectrico en un sistema de refrigeración termoelectrico, así como un sistema de refrigeración termoelectrico según la invención. El sistema de refrigeración termoelectrico incluye una cámara de enfriamiento, un intercambiador de calor y un controlador. El intercambiador de calor incluye un difusor térmico del lado frío, un difusor térmico del lado caliente, y un módulo termoelectrico dispuesto entre el difusor térmico del lado frío y el difusor térmico del lado caliente. El controlador está configurado para determinar una primera cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema que comprenden la temperatura ambiente de un entorno que es externo a la cámara de enfriamiento; y proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico. El controlador está configurado, también, para determinar que por lo menos uno de entre dicho uno o más parámetros del sistema ha cambiado; determinar una segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema; y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico.

El controlador para el funcionamiento de un módulo termoelectrico está adaptado para determinar una primera cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema que comprenden la temperatura ambiente de un entorno que es externo a la cámara de enfriamiento; proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico; determinar que el por lo menos uno de entre dicho uno o más parámetros del sistema ha cambiado; determinar una segunda

cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base del o más parámetros del sistema; y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico. En algunas formas de realización, el controlador está adaptado para llevar a cabo cualquier método divulgado en la presente memoria.

En algunas formas de realización, un programa de ordenador incluye instrucciones que, cuando son ejecutadas en por lo menos un procesador, consiguen que el por lo menos un procesador ejecute cualquier método divulgado en la presente memoria. En algunas formas de realización, un soporte contiene el programa de ordenador donde el soporte es uno de una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radiocomunicaciones, o un soporte de almacenamiento legible por ordenador.

En un ejemplo, el cual no forma parte de la presente invención, un controlador para el funcionamiento de un módulo termoelectrico incluye un módulo de determinación de potencia, un módulo suministrador de potencia y un módulo de determinación de parámetros del sistema. El módulo de determinación de potencia es operativo para determinar una primera cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema y para determinar una segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema. El módulo suministrador de potencia es operativo para proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico y para proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico. El módulo de determinación de parámetros del sistema es operativo para determinar que por lo menos uno de entre dicho uno o más parámetros del sistema ha cambiado.

#### Breve descripción de las figuras de los dibujos

Las figuras de los dibujos adjuntos que se incorporan en esta memoria y forman parte de la misma ilustran diversos aspectos de la divulgación, y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la divulgación.

La figura 1 ilustra un sistema de refrigeración termoelectrico que tiene una cámara de enfriamiento, un intercambiador de calor que incluye por lo menos un Módulo Termoelectrico (TEM) dispuesto entre un disipador térmico del lado frío y un disipador térmico del lado caliente, y un controlador que controla el TEM de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación;

la figura 2 ilustra una relación entre el Coeficiente de Rendimiento de un TEM y la cantidad de potencia proporcionada al TEM para diversas temperaturas ambiente de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación;

la figura 3 ilustra un método de funcionamiento de un TEM para aumentar la eficiencia del TEM de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación;

la figura 4 ilustra un método para el funcionamiento de un sistema de refrigeración termoelectrico cuando el mismo se enciende o durante una operación de retroceso (*pull down*) de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación;

la figura 5 ilustra un método para el funcionamiento de un sistema de refrigeración termoelectrico cerca del funcionamiento en estado estacionario de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación;

la figura 6 ilustra un método para el funcionamiento de un TEM con el fin de reducir la temperatura del lado caliente del TEM de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación;

la figura 7 ilustra una posible implementación del método de la figura 6 de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación;

la figura 8 es un diagrama de un controlador para el funcionamiento de un TEM, que incluye módulos según un ejemplo que no forma parte de la presente invención; y

la figura 9 es otro diagrama de un controlador para el funcionamiento de un TEM, que incluye módulos según un ejemplo el cual no forma parte de la presente invención.

#### Descripción detallada

Las formas de realización expuestas a continuación representan la información necesaria para permitir que aquellos versados en la materia pongan en práctica las formas de realización y para ilustrar el modo óptimo de poner en práctica las formas de realización. Tras la lectura de la siguiente descripción teniendo en cuenta las figuras de los dibujos adjuntos, aquellos versados en la materia entenderán los conceptos de la divulgación y reconocerán aplicaciones de estos conceptos no tratadas particularmente en la presente. Debe entenderse que

estos conceptos y aplicaciones se sitúan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Se entenderá que, aunque los términos primer, segundo, etcétera, se pueden usar en la presente para describir diversos elementos, estos elementos no deben quedar limitados por dichos términos. Estos términos se usan únicamente para diferenciar un elemento de otro. Por ejemplo, a un primer elemento se le podría denominar segundo elemento, y, de manera similar, a un segundo elemento se le podría denominar primer elemento, sin desviarse del alcance de la presente divulgación. Según se usa en la presente, el término “y/o” incluye toda y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

Los términos relativos tales como “debajo” o “encima” o “superior” o “inferior” u “horizontal” o “vertical” se pueden usar en la presente para describir una relación de un elemento, una capa o una región con respecto a otro elemento, otra capa u otra región que se ilustren en las figuras. Se entenderá que estos términos y los correspondientes descritos anteriormente están destinados a abarcar diferentes orientaciones del dispositivo además de la orientación representada en las figuras.

La terminología usada en la presente tiene la finalidad de describir formas de realización particulares únicamente, y no está destinada a ser limitativa en relación con la divulgación. Según se usa en la presente, las formas del singular “un”, “una”, “el” y “la” están destinadas a incluir también las formas del plural, a no ser que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá, además, que los términos “comprende”, “comprendiendo”, “incluye” y/o “incluyendo”, cuando se usan en la presente, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes mencionados, pero no excluyen la presencia o adición de otra u otras características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluyendo los técnicos y científicos) usados en la presente tienen el mismo significado que el interpretado comúnmente por alguien con conocimientos habituales en la materia a la cual pertenece esta divulgación. Se entenderá, además, que los términos usados en la presente deben interpretarse de manera que tienen un significado que es acorde a su significado en el contexto de esta memoria y la técnica pertinente, y no se interpretarán en un sentido idealizado o excesivamente formal a no ser que se defina así expresamente en este documento.

La figura 1 ilustra un sistema de refrigeración termoeléctrico 10 que tiene una cámara de enfriamiento 12, un intercambiador de calor 14 que incluye por lo menos un Módulo Termoeléctrico (TEM) 22 (al que se hace referencia, en la presente, en singular, como TEM 22, o en plural como TEM 22) dispuesto entre un disipador térmico del lado frío 20 y un disipador térmico del lado caliente 18, y un controlador 16 que controla el TEM 22 de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación. Cuando se usa un TEM 22 para proporcionar enfriamiento, al mismo se le puede hacer referencia, en ocasiones, como Enfriador Termoeléctrico (TEC) 22.

Los TEM 22 son, preferentemente, dispositivos de película delgada. Cuando uno o más de los TEM 22 son activados por el controlador 16, los TEM activados 22 funcionan de manera que calientan el disipador térmico del lado caliente 18 y enfrían el disipador térmico del lado frío 20 para facilitar, así, la transferencia de calor con el fin de extraer el mismo de la cámara de enfriamiento 12. Más específicamente, cuando se activan uno o más de los TEM 22, el disipador térmico del lado caliente 18 se calienta para crear, así, un evaporador y el disipador térmico del lado frío 20 se enfría para crear, así, un condensador, de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación.

Actuando como un condensador, el disipador térmico del lado frío 20 facilita la extracción de calor de la cámara de enfriamiento 12 por medio de un bucle de admisión 24 acoplado al disipador térmico del lado frío 20. El bucle de admisión 24 está acoplado térmicamente a una pared interior 26 del sistema de refrigeración termoeléctrico 10. La pared interior 26 define la cámara de enfriamiento 12. En una forma de realización, el bucle de admisión 24 está o bien integrado en la pared interior 26 o bien integrado directamente sobre la superficie de la pared interior 26. El bucle de admisión 24 está formado por cualquier tipo de canalización que permita que un medio refrigerante (por ejemplo, un refrigerante bifásico) fluya o pase a través del bucle de admisión 24. Debido al acoplamiento térmico del bucle de admisión 24 y la pared interior 26, el medio refrigerante extrae calor de la cámara de enfriamiento 12 a medida que el medio refrigerante fluye a través del bucle de admisión 24. El bucle de admisión 24 puede estar formado, por ejemplo, por tubos de cobre, tubos de plástico, tubos de acero inoxidable, tubos de aluminio, o similares.

Actuando como evaporador, el disipador térmico del lado caliente 18 facilita la evacuación de calor a un entorno externo a la cámara de enfriamiento 12 por medio de un bucle de evacuación 28 acoplado al disipador térmico del lado caliente 18. El bucle de evacuación 28 está acoplado térmicamente a una pared exterior 30, o revestimiento exterior, del sistema de refrigeración termoeléctrico 10.

Los procesos térmicos y mecánicos para eliminar calor de la cámara de enfriamiento 12 no se describen adicionalmente. Además, debe señalarse que el sistema de refrigeración termoeléctrico 10 mostrado en la figura 1 es únicamente una forma de realización particular de un uso y un control de un TEM 22. Debe entenderse que todas las formas de realización descritas en la presente se aplican a un sistema de refrigeración termoeléctrico 10

así como cualquier otro uso de un TEM 22.

Continuando con la forma de realización ejemplificativa que se ilustra en la figura 1, el controlador 16 funciona de manera que controla los TEM 22 con el fin de mantener una temperatura de consigna deseada dentro de la cámara de enfriamiento 12. En general, el controlador 16 funciona de manera que activa/desactiva selectivamente los TEM 22, controla selectivamente la cantidad de potencia proporcionada a los TEM 22, y/o controla selectivamente el ciclo de trabajo de los TEM 22 para mantener la temperatura de consigna deseada. Además, en formas de realización preferidas, el controlador 16 está habilitado para controlar por separado, o de manera independiente, uno o más y, en algunas formas de realización, dos o más subconjuntos de los TEM 22, donde cada subconjunto incluye uno o más TEM 22 diferentes. Así, como ejemplo, si hay cuatro TEM 22, el controlador 16 puede estar habilitado para controlar por separado un primer TEM individual 22, un segundo TEM individual 22 y un grupo de dos TEM 22. Con este método, el controlador 16 puede, por ejemplo, activar de forma selectiva uno, dos, tres o cuatro TEM 22 independientemente, con una eficiencia maximizada, según dictamine la demanda.

Debe señalarse que el sistema de refrigeración termoeléctrico 10 es solamente una implementación ejemplificativa y que los sistemas y métodos divulgados en la presente memoria son aplicables también a otros sistemas. Además, aunque en la presente memoria se hace referencia específica al controlador 16, debe entenderse que cualquiera de las funciones asignadas al controlador 16 podría ser implementada por cualquier otro controlador o mecanismo.

Antes de proceder, resultará beneficiosa una breve discusión sobre la capacidad de enfriamiento con respecto a la cantidad de potencia proporcionada a un TEM 22 y la eficiencia con respecto a la cantidad de potencia proporcionada a un TEM 22. A este respecto, la figura 2 es una gráfica que ilustra la capacidad de enfriamiento (Q) y la eficiencia de enfriamiento de un TEC con respecto a la corriente de entrada de un TEC. La eficiencia de enfriamiento se representa, más específicamente, por medio del Coeficiente de Rendimiento (COP). La figura 2 ilustra la relación entre el Coeficiente de Rendimiento (COP) de un TEM 22 y la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 para diversas temperaturas ambiente de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación. La cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 se puede expresar como la cantidad de corriente proporcionada al TEM 22 y/o la cantidad de voltaje proporcionada al TEM 22. A medida que aumenta la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22, aumenta también la capacidad de enfriamiento del TEM 22. La cantidad de potencia que se sitúa en o cerca de la cantidad máxima de potencia para el TEM 22 se indica como  $Q_{max}$ . De este modo, cuando el TEM 22 está funcionando en  $Q_{max}$ , el TEM 22 está eliminando la mayor cantidad posible de calor. La figura 2 ilustra el COP del TEM 22 en función de la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22. Para aplicaciones de enfriamiento, el COP de un TEM 22 es la relación de calor eliminado con respecto a la cantidad de trabajo introducido en el TEM 22 para eliminar el calor. La cantidad de calor, o capacidad, (Q) en la cual el COP del TEM 22 se maximiza se indica como  $Q_{COPmax}$ . De este modo, la eficiencia, o COP, del TEM 22 se maximiza cuando la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 se sitúa en o cerca del punto en el que se maximiza el COP del TEM 22.

La forma de la curva del COP para un TEM 22 depende de variables tales como la temperatura ambiente de funcionamiento (a la que se hace referencia, también, como temperatura de un entorno que es externo a la cámara de enfriamiento 12 o temperatura del entorno en el cual está funcionando el TEM 22), la cantidad de calor que se está evacuando, la temperatura del lado frío del TEM 22 (a la que también se hace referencia, en ocasiones, como temperatura de la cámara de enfriamiento 12 cuando el TEM 22 está operativo para enfriar una cámara de enfriamiento 12), la temperatura del lado caliente del TEM 22, una propiedad eléctrica del TEM 22 (tal como la figura de mérito) y la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22. Cuando cambia uno de estos parámetros del sistema, puede cambiar la curva del COP del TEM 22, y, por lo tanto, también puede cambiar la cantidad de potencia que maximizaría el COP del TEM 22 sobre la base de dicho uno o más de los parámetros del sistema. La figura 2 ilustra un ejemplo de esto. Se muestran dos curvas del COP para un TEM 22 a temperaturas ambiente iguales a 18 grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ) y  $25^{\circ}\text{C}$ . Para simplificar, solamente se cambia la temperatura ambiente mientras que los otros parámetros del sistema son fijos. En este ejemplo, cuando la temperatura ambiente cambia de  $18^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ , el COP total del TEM 22 se reduce en especial, la cantidad de potencia que maximiza el COP del TEM 22 también aumenta. Se muestra una línea de tendencia que ofrece una aproximación lineal de la relación entre la temperatura ambiente y la cantidad de potencia que maximiza el COP del TEM 22. Esta línea de tendencia es solamente un ejemplo, y podrían usarse otros medios de modelado o interpolación (o extrapolación) de la relación.

Puesto que la cantidad precisa de potencia que maximiza el COP del TEM 22 se basa en muchos factores que podrían ser variables, se determina un intervalo de cantidades aceptables de potencia, centrado en la cantidad de potencia que maximiza el COP del TEM 22. A este intervalo se le hace referencia como banda, y, en general, se considera que cualquier cantidad de potencia dentro de esa banda es la cantidad de potencia que maximiza el COP del TEM 22. En algunas formas de realización, la banda es la cantidad de potencia que maximiza el COP del TEM 22 más o menos un 10%, pero esto es específico de la implementación y puede depender de la precisión de determinación de la cantidad de potencia que maximiza el COP del TEM 22 y/o la forma de la curva del COP.

Puesto que la manera más eficiente de funcionamiento del TEM 22 es proporcionar la cantidad de potencia que maximiza el COP del TEM 22, el controlador 16 u otros medios de control del TEM 22 deberían tener como objetivo

la determinación de la cantidad de potencia que maximiza el COP del TEM 22 sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema. Por ello, la figura 3 ilustra un método de funcionamiento de un TEM 22 para aumentar la eficiencia del TEM 22 de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación. El controlador 16 determina una primera cantidad de potencia que maximizaría el COP del TEM 22 sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema (etapa 100). Tal como se ha descrito anteriormente, esta determinación se puede basar en muchos parámetros diferentes. En algunas formas de realización, la determinación se basa en solamente un parámetro, tal como la temperatura ambiente, suponiendo que otros parámetros son constantes o insignificantes. En algunas formas de realización, la cantidad de potencia se puede determinar consultando una tabla de consulta. El controlador 16 proporciona, a continuación, la primera cantidad de potencia al TEM 22 (etapa 102). De esta manera, el TEM 22 está funcionando de la forma más eficiente para los valores actuales de los parámetros del sistema.

Seguidamente, el controlador 16 determina si ha cambiado por lo menos uno de los parámetros del sistema (etapa 104). En algunas formas de realización, la comprobación se puede llevar a cabo periódicamente mientras que, en otras formas de realización, la determinación del cambio puede ser prácticamente inmediata. Además, si el controlador 16 está usando un número de parámetros del sistema inferior al total para determinar la cantidad de potencia, entonces no será necesario que el controlador 16 determine cuándo ha cambiado cualquiera de los parámetros no usados del sistema. Como respuesta a la determinación de que ha cambiado por lo menos uno de los parámetros del sistema, el controlador 16 determina una segunda cantidad de potencia que maximizaría el COP del TEM 22 sobre la base de entre el o más parámetros del sistema (etapa 106). A continuación, el controlador 16 proporciona la segunda cantidad de potencia al TEM 22 (etapa 108). De esta manera, el controlador 16 puede actualizar la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 con el fin de aumentar la eficiencia del funcionamiento del TEM 22. En algunas formas de realización, el procedimiento, opcionalmente, vuelve a la etapa 104, y si han cambiado uno o más de los parámetros del sistema, el controlador 16 determina nuevamente la cantidad de potencia que maximizaría el COP del TEM 22.

Obsérvese que, en algunas formas de realización, la cantidad actualizada de potencia se puede calcular periódicamente o, de otra manera, sin la determinación expresa de que hayan cambiado uno o más de los parámetros del sistema. Además, en función de los cambios de los parámetros del sistema, la segunda cantidad de potencia puede ser igual o prácticamente igual que la primera cantidad de potencia.

Mientras que la figura 3 ilustra un método de funcionamiento de un TEM 22 para aumentar la eficiencia del TEM 22, las figuras 4 y 5 ilustran métodos para el funcionamiento de un sistema de refrigeración termoelectrico 10 el cual puede incluir uno o más TEM 22 según se ha descrito anteriormente en relación con el ejemplo mostrado en la figura 1. Específicamente, la figura 4 ilustra un método para el funcionamiento de un sistema de refrigeración termoelectrico 10 cuando se enciende o durante una operación de retroceso de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación.

Según se usa en la presente memoria, operación de retroceso se refiere a la situación en la que la temperatura en una cámara de enfriamiento 12 es superior a lo aceptable, y el controlador 16 funciona de manera que reduce la temperatura a un intervalo aceptable. A la temperatura deseada para la cámara de enfriamiento 12 se le hace referencia como temperatura de consigna. Funcionamiento en estado estacionario se refiere a la situación en la que la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 está dentro de un intervalo que incluye la temperatura de consigna. Este intervalo proporciona una forma de histéresis para evitar la oxidación rápida entre estados de funcionamiento. En algunas formas de realización, la temperatura de consigna puede ser 4°C, y en el intervalo de estado estacionario puede ser de 3°C a 5°C. Si se desea mantener la temperatura de consigna con una mayor precisión, entonces el intervalo de estado estacionario puede ser más pequeño. Si se desea una disminución de la velocidad de oscilación entre estados de funcionamiento, entonces el intervalo de estado estacionario puede ser más pequeño.

De acuerdo con algunas formas de realización, la figura 4 comienza con un encendido o reinicialización del sistema de refrigeración termoelectrico 10 (etapa 200). El sistema de refrigeración termoelectrico 10 arranca en este estado de encendido o reinicialización durante una operación de retroceso porque la temperatura puede estar por encima del intervalo de estado estacionario y debido a que esté apagado. El controlador 16 lee el registro de consigna tal vez de una interfaz de usuario en la parte frontal del sistema de refrigeración termoelectrico 10 o de una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) de un dispositivo para determinar la temperatura de consigna (etapa 202). A continuación, el controlador 16 mide el control de temperatura y el  $\Delta T$  del por lo menos un TEM 22 (etapa 204).  $\square T$  de un TEM 22 se refiere a la diferencia entre la temperatura del lado caliente del TEM 22 y la temperatura del lado frío del TEM 22. El controlador 16 mide también la temperatura ambiente (etapa 206). El controlador 16 puede determinar, además, cualesquiera otros parámetros del sistema que sean necesarios, en función de la implementación.

A continuación, el controlador 16 lleva a cabo unas cuantas comprobaciones de seguridad de acuerdo con algunas formas de realización. El controlador 16 comprueba si la temperatura ambiente es superior o igual a 4°C (etapa 208). Si la temperatura ambiente es inferior a 4°C, el procedimiento vuelve a la etapa 204 para medir nuevamente los diversos parámetros del sistema. Si la temperatura ambiente es de por lo menos 4°C, entonces el controlador 16 determina, a continuación, si la temperatura del intercambiador de calor es superior o igual a un límite máximo

(etapa 210).

En algunas formas de realización, esta temperatura es igual a la temperatura del lado caliente del TEM 22. Además, en algunas formas de realización, en lugar de disponer de un único valor máximo, hay, en su lugar, una prueba sobre si la temperatura está por encima de un primer umbral, y, a continuación, cuando el lado caliente del TEM 22 se enfría se produce una prueba sobre si la temperatura está por debajo de un segundo umbral. De esta manera, en la condición de sobrecalentamiento se puede incorporar opcionalmente la histéresis.

En algunas formas de realización, el primer umbral indica que el lado caliente del TEM 22 está saturado y no puede aceptar más calor. Además, el primer umbral podría indicar que el TEM 22 se puede haber dañado al funcionar a temperaturas por encima del primer umbral. Estas altas temperaturas podrían producirse cuando se elimina una gran cantidad de calor de la cámara de enfriamiento 12 o si el TEM 22 se está haciendo funcionar de forma menos eficiente. También puede producirse una acumulación de calor en el lado caliente del TEM 22 cuando el lado de evacuación del intercambiador de calor es insuficiente para eliminar el calor a una velocidad más rápida que la que se genera el calor. Esta situación podría producirse cuando el lado caliente del TEM 22 se enfría de forma pasiva.

Cuando se detecta la condición de sobrecalentamiento, el controlador 16 fija una alarma (etapa 212). Esta alarma puede adoptar muchas formas en función de la forma de realización. En algunos casos, la alarma es meramente un estado interno; mientras que, en otros casos, la información se puede presentar sobre una pantalla, o a un usuario se le puede notificar de otra manera la alarma. A continuación, el controlador 16 determina si la salida para el TEM 22 está habilitada (etapa 214). Si la salida no está habilitada, el controlador 16 puede que no tenga forma alguna de reducir la temperatura del lado caliente del TEM 22 puesto que no se está añadiendo ningún calor por el funcionamiento del TEM 22. En este caso, el proceso vuelve a la etapa 204 para medir, nuevamente, los diversos parámetros del sistema. En otras formas de realización, el controlador 16 puede disponer de opciones adicionales para reducir la temperatura del lado caliente del TEM 22, tal como usando un dispositivo activo, por ejemplo un ventilador.

Si la salida está habilitada, el controlador 16 determina si la cantidad de potencia que se está proporcionando al TEM 22 es el nivel de potencia mínimo (etapa 216). Si no es el nivel de potencia mínimo, el controlador 16 reduce la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 haciendo que la salida disminuya (etapa 218). Si la cantidad actual de potencia proporcionada es el nivel de potencia mínimo, entonces el controlador 16 apaga la salida y emite una señal de reinicialización (etapa 220). De cualquier modo, el procedimiento vuelve a la etapa 204 para medir, nuevamente, los diversos parámetros del sistema.

Si el lado caliente del TEM 22 no se ha sobrecalentado, el controlador 16 borra cualquier alarma que pueda estar fijada (etapa 222). Por ejemplo, si se había fijado previamente una alarma debido a una situación de sobrecalentamiento que en este momento ya se ha resuelto, entonces, ahora la alarma se borrará. A continuación, el controlador 16 determina si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es mayor que un límite superior de estado estacionario (etapa 224). Si la temperatura está por encima de límite superior de estado estacionario, se considera que el sistema de refrigeración termoeléctrico 10 está en un modo de funcionamiento de retroceso (*pull down*).

Si se determina que la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es mayor o igual que un límite de control superior (etapa 226), el controlador 16 ajustará la salida al 100%, proporcionando al TEM 22 la cantidad de potencia que se sitúa en o cerca de la cantidad máxima de potencia correspondiente al TEM 22 (etapa 228). De esta manera, el sistema de refrigeración termoeléctrico 10 puede hacer que la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 retroceda con la velocidad más rápida, de acuerdo con algunas formas de realización. Si se determina que la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es inferior al límite de control superior, el controlador 16 ajustará la salida al modo proporcional (etapa 230). En el modo proporcional, la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 se puede reducir de una forma más lenta, más eficiente. En cualquier caso, el procedimiento vuelve a la etapa 204 para medir, nuevamente, los diversos parámetros del sistema.

Si el controlador 16 determina que la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es inferior a un límite superior de estado estacionario, entonces el controlador 16 determina si la salida está habilitada (etapa 232). Si la salida no está habilitada, el procedimiento vuelve a la etapa 204 para medir, nuevamente, los diversos parámetros del sistema. Si la salida está habilitada, se considera que el sistema de refrigeración termoeléctrico 10 está funcionando en modo de estado estacionario, y el procedimiento continúa en la figura 5 la cual ilustra un método para hacer funcionar un sistema de refrigeración termoeléctrico 10 cerca del funcionamiento en estado estacionario de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación.

Tal como se muestra en la figura 5, el controlador 16 mide el control de temperatura y el  $\Delta T$  del por lo menos un TEM 22 (etapa 300). El controlador 16 también determina cualesquiera otros parámetros del sistema que sean necesarios, tales como la temperatura ambiente, en función de la implementación. Nuevamente, el controlador 16 determina si la temperatura del intercambiador de calor es superior o igual a un límite máximo (etapa 302). Si la cantidad de potencia que se está proporcionando al TEM 22 no es el nivel de potencia mínimo (etapa 304), el controlador 16 reduce la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 haciendo que disminuya la salida (etapa



306). Si la cantidad actual de potencia proporcionada es el nivel de potencia mínimo, entonces el controlador 16 apaga la salida y emite una señal de reinicialización (etapa 308). En cualquier caso, el procedimiento vuelve a la etapa 300 para medir, nuevamente, los diversos parámetros del sistema.

5 Si el lado caliente del TEM 22 no se ha sobrecalentado, el controlador 16 comprueba si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es mayor que la temperatura de consigna (etapa 310). Si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es inferior a la temperatura de consigna, el controlador 16 determina, a continuación, si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es inferior o igual al límite de estado estacionario, si la salida está activada y si  $\square T$  se encuentra en la banda actual (etapa 312). Si se cumple todo esto, el controlador 16 apaga el TEM 22 y hace que disminuya la salida a 0.x Voltios, almacena este valor en el nuevo valor de salida de estado estacionario, y almacena el valor previo en el valor antiguo de salida de estado estacionario (etapa 314). Si no se cumplen todas estas condiciones, entonces el procedimiento vuelve a la etapa 304 e intenta hacer que disminuya la cantidad de potencia proporcionada al TEM 22.

15 Si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es superior a la temperatura de consigna, el controlador 16 determina si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es también superior o igual al límite de estado estacionario (etapa 316). Si la temperatura de la cámara es inferior al límite de estado estacionario, el controlador determina si se ha fijado el temporizador int (etapa 318). Si se ha fijado, el controlador 16 ajusta la salida a la salida antigua de estado estacionario (etapa 320). Después de esto, o si el temporizador no se ha fijado, el procedimiento vuelve a la etapa 300 para medir, de nuevo, los diversos parámetros del sistema.

25 Si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es superior o igual al límite de estado estacionario, el controlador 16 determina si la temperatura de la cámara es superior o igual al límite del control superior (etapa 322). Si la cámara es superior o igual al límite de control superior, el controlador 16 ajustará la salida al 100%, proporcionando la cantidad de potencia al TEM 22 que se sitúa en o cerca de la cantidad máxima de potencia correspondiente al TEM 22 (etapa 324). Esto indica que se considera que el sistema de refrigeración termoelectrico 10 está en un modo de funcionamiento de retroceso, y el procedimiento vuelve a la etapa 204 de la figura 4 para medir, nuevamente, los diversos parámetros del sistema.

30 Si la cámara es inferior al límite de control superior, el controlador 16 determinará si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es superior o igual al valor de histéresis (etapa 326). Si no lo es, el controlador 16 incrementa la salida a un valor nuevo de salida de estado estacionario (etapa 328), y el procedimiento vuelve a la etapa 300 para medir, nuevamente, los diversos parámetros del sistema. De acuerdo con algunas formas de realización, este valor nuevo de salida de estado estacionario puede ser la cantidad de potencia que maximizaría el COP del TEM 22 sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema. Si la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 es superior o igual al valor de histéresis, esto indica nuevamente que se considera que el sistema de refrigeración termoelectrico 10 está en un modo de funcionamiento de retroceso, y el procedimiento vuelve a la etapa 204 de la figura 4 para medir, nuevamente, los diversos parámetros del sistema.

40 Tal como se ha descrito anteriormente, el sobrecalentamiento del TEM 22 o del intercambiador de calor puede provocar un funcionamiento no deseado o puede resultar peligroso para el TEM 22. Por ello, tanto la etapa 210 de la figura 4 como la etapa 302 de la figura 5 comprueban dicha condición de sobrecalentamiento. Aunque las figuras 4 y 5 intentan reducir la temperatura del TEM 22 reduciendo la potencia y apagando el TEM 22, esto puede que no sea deseable o que resulte ineficiente en algunas situaciones. Por ello, la figura 6 ilustra un método para el funcionamiento de un TEM 22 con el fin de reducir la temperatura del lado caliente del TEM 22 de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación.

50 En primer lugar, el controlador 16 proporciona una primera cantidad de potencia a un TEM 22 (etapa 400). A continuación, el controlador 16 determina si la temperatura del lado caliente del TEM 22 está por encima de un primer umbral (etapa 402). Tal como se ha descrito previamente, en algunas formas de realización, el primer umbral indica que el lado caliente del TEM 22 está saturado y no puede aceptar más calor. Además, el primer umbral podría indicar que el TEM 22 puede estar dañado por funcionar a temperaturas por encima del primer umbral. Si la temperatura no está por encima del primer umbral, el controlador 16 continúa proporcionando la primera cantidad de potencia o continúa funcionando de acuerdo con cualquier otro esquema de control que no incluya el sobrecalentamiento. Si la temperatura del lado caliente del TEM 22 está por encima del primer umbral, el controlador 16 proporciona una segunda cantidad de potencia al TEM 22 la cual es inferior a la primera cantidad de potencia (etapa 404). En algunas formas de realización, esta potencia reducida permite que la temperatura del lado caliente del TEM 22 disminuya mientras que dicho TEM 22 sigue funcionando.

60 A continuación, en algunas formas de realización, el controlador 16 determina si la temperatura del lado caliente del TEM 22 está por debajo de un segundo umbral (etapa 406). Esto indica que el TEM 22 se ha enfriado suficientemente y ya no está saturado. En algunas formas de realización, a continuación el controlador 16 proporcionará una tercera cantidad de potencia al TEM 22 la cual puede ser igual a la primera cantidad de potencia aunque no tiene que serlo necesariamente. La figura 6 ilustra una forma de realización en la que el procedimiento vuelve a la etapa 400 y proporciona nuevamente la primera cantidad de potencia. Al incrementar la potencia proporcionada al TEM 22, se puede transferir calor adicional.

En algunas formas de realización, la primera cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 se sitúa en o cerca de la cantidad máxima de potencia correspondiente al TEM 22. Es probable que esto se corresponda con el caso de un modo de funcionamiento de retroceso en el que el sistema de refrigeración termoeléctrico 10 está intentando eliminar calor de la manera más rápida posible con el fin de alcanzar la temperatura de consigna. En algunas formas de realización, la primera cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 se sitúa en o cerca del punto en el que el COP del TEM 22 se ha maximizado. Esto se corresponde probablemente con el caso de un modo de funcionamiento en estado estacionario en el que el sistema de refrigeración termoeléctrico 10 está intentando eliminar el calor de la manera más eficiente.

En algunas formas de realización, la segunda cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 se sitúa en o cerca del punto en el que el COP del TEM 22 se ha maximizado. En algunas formas de realización, la segunda cantidad de potencia proporcionada al TEM 22 es por lo menos una cantidad de potencia tal que la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 no aumenta. Tal como se ha descrito previamente, en algunas formas de realización, esto alivia las limitaciones de evacuación de calor del TEM 22, especialmente cuando el lado caliente del TEM 22 se enfría de manera pasiva.

La figura 7 ilustra una posible implementación del método de la figura 6 de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación. La figura 7 incluye tres líneas. La parte superior representa la temperatura del lado de evacuación (lado caliente) del TEM 22. La línea inferior representa la temperatura del lado frío del TEM 22. La línea central representa la potencia proporcionada al TEM 22 en forma del voltaje aplicado al TEM 22. En el comienzo de la representación, las temperaturas del lado caliente y el lado frío del TEM 22 son similares. Esto puede indicar que el sistema de refrigeración termoeléctrico 10 se acaba de encender o que el mismo se encuentra en el modo de retroceso por algún otro motivo, tal como por haberse dejado abierto el tiempo suficiente.

En el inicio, el controlador 16 proporciona un primer voltaje al TEM 22. En este ejemplo, la temperatura del lado caliente del TEM 22 aumenta mientras que la temperatura del lado frío del TEM 22 se reduce. En este ejemplo, el primer umbral para la temperatura del lado caliente del TEM 22 es 50°C. Cuando el controlador 16 determina que la temperatura del lado caliente del TEM 22 ha alcanzado los 50°C, el controlador 16 reduce la potencia y proporciona una segunda cantidad de potencia al TEM 22 la cual es inferior a la primera cantidad. Debido a esto, se está bombeando menos calor hacia el lado caliente del TEM 22 y el mismo comienza a enfriarse. Además, la temperatura del lado frío del TEM 22 ha ralentizado su disminución o incluso puede estar elevándose ligeramente. Esta cantidad de potencia se proporciona al TEM 22 hasta que el controlador 16 haya determinado que el lado caliente del TEM 22 se ha enfriado suficientemente.

Cuando el controlador 16 determina que la temperatura del lado caliente del TEM 22 está por debajo de un segundo umbral, el controlador 16 proporciona, nuevamente, la primera cantidad de potencia al TEM 22. Esto provoca, de nuevo, que el lado caliente del TEM 22 llegue a sobrecalentarse, aunque el lado frío del TEM 22 está ahora más frío de lo que estaba cuando el lado caliente del TEM 22 se saturó por última vez. El controlador 16 puede continuar con esta acción de cambiar entre las dos cantidades de potencia para proporcionar un retroceso rápido de la temperatura de la cámara de enfriamiento 12 al mismo tiempo que aliviando las limitaciones de evacuación de calor del TEM 22. Esto puede resultar especialmente útil cuando el lado caliente del TEM 22 se enfría de manera pasiva. Aunque este ejemplo presenta solamente dos cantidades diferentes de potencia, los métodos no se limitan a ello. En algunas formas de realización, o bien la cantidad mayor de potencia o bien la cantidad menor de potencia podría estar situada en o cerca del punto en el que el COP del TEM 22 se maximiza, y este valor se puede volver a calcular cada vez basándose en los parámetros del sistema.

En otras palabras, si este es un sistema basado en termosifón, la temperatura del lado frío está vinculada a una cámara aislada (por ejemplo, cámara de enfriamiento 12). En el punto en el que la disipación térmica en el lado caliente se ha saturado y la disminución adicional de la temperatura del lado frío se ha estancado, la potencia hacia el TEM 22 se repliega a un nivel que mitigará cualquier elevación de la temperatura del lado frío pero permitirá que la temperatura del lado caliente disminuya. Esto aprovecha el aislamiento del lado frío y su estabilidad térmica mejorada con respecto al lado caliente. La potencia se mantiene reducida hasta que la temperatura del lado caliente ha disminuido a un punto que puede permitir una mayor evacuación de calor. Cuando se alcanza este punto, se incrementa la potencia del TEM 22, y el lado caliente o la disipación de calor se incrementa una vez más hacia la saturación. No obstante, durante este periodo de tiempo, la temperatura del lado frío disminuirá puesto que la temperatura del lado caliente está comenzando en un punto inferior. Estos ciclos de potencia y temperatura se pueden repetir muchas veces para crear un efecto de bombeo muy ligero con el fin de aumentar la convección natural en torno al lado caliente, permitiendo una mayor disipación de calor total y permitiendo que el lado frío baje hasta su temperatura de consigna.

La figura 8 es un diagrama de un controlador 16 para el funcionamiento de un TEM 22 que incluye un módulo de determinación de potencia 32, un módulo suministrador de potencia 34, y un módulo de determinación de parámetros del sistema 36 de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación. El módulo de determinación de potencia 32, el módulo suministrador de potencia 34 y el módulo de determinación de parámetros del sistema 36 se implementan, cada uno de ellos, en *software* que, cuando es ejecutado por un procesador del

controlador 16, consigue que el controlador 16 funcione de acuerdo con una de las formas de realización descritas en la presente memoria.

5 La figura 9 es otro diagrama de un controlador 16 para el funcionamiento de un TEM 22 que incluye un módulo suministrador de potencia 38 y un módulo de determinación de temperatura 40 de acuerdo con algunas formas de realización de la presente divulgación. El módulo suministrador de potencia 38 y el módulo de determinación de temperatura 40 se implementan, cada uno de ellos, en *software* que, cuando es ejecutado por un procesador del controlador 16, consigue que el controlador 16 funcione de acuerdo con una de las formas de realización descritas en la presente memoria.

10 Los expertos en la materia reconocerán mejoras y modificaciones respecto a las formas de realización preferidas de la presente divulgación. Se considera que todas estas mejoras y modificaciones están dentro del alcance de las reivindicaciones que siguen.

## REIVINDICACIONES

1. Método de funcionamiento de un módulo termoelectrico en un sistema de refrigeración termoelectrico (10) operativo para reducir una temperatura de una cámara de enfriamiento (12), que comprende:

determinar (100) una primera cantidad de potencia que maximizaría un coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico (22) sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema que comprenden una temperatura ambiente de un entorno que es externo a la cámara de enfriamiento;

proporcionar (102) la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico (22);

determinar (104) que por lo menos uno de entre dicho uno o más parámetros del sistema ha cambiado;

determinar (106) una segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico (22) sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema; y

proporcionar (108) la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico (22).

2. Método según la reivindicación 1, en el que proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico comprende proporcionar una primera cantidad de corriente al módulo termoelectrico, y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico comprende proporcionar una segunda cantidad de corriente al módulo termoelectrico.

3. Método según la reivindicación 1, en el que proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico comprende proporcionar una primera cantidad de voltaje al módulo termoelectrico, y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico comprende proporcionar una segunda cantidad de voltaje al módulo termoelectrico.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que:

por lo menos una de entre grupo que consiste en la primera cantidad de potencia y la segunda cantidad de potencia se determina basándose en por lo menos uno de entre el grupo de los parámetros del sistema que consiste en:

la temperatura de la cámara de enfriamiento;  
una temperatura de un lado caliente del módulo termoelectrico; y  
una propiedad eléctrica del módulo termoelectrico, tal como la figura de mérito.

5. Método según la reivindicación 4, en el que:

determinar la primera cantidad de potencia comprende determinar la primera cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de la temperatura ambiente del entorno que es externo a la cámara de enfriamiento;

determinar que por lo menos uno de entre uno o más parámetros del sistema ha cambiado comprende determinar que la temperatura ambiente del entorno que es externo a la cámara de enfriamiento ha cambiado; y

determinar la segunda cantidad de potencia comprende determinar la segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de la temperatura ambiente del entorno que es externo a la cámara de enfriamiento.

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que:

determinar la primera cantidad de potencia comprende determinar la primera cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema usando una tabla de consulta; y

determinar la segunda cantidad de potencia comprende determinar la segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema usando la tabla de consulta.

7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico comprende asimismo proporcionar la primera cantidad de potencia a un subconjunto de más de un subconjunto de módulos termoelectricos, y proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico comprende asimismo proporcionar la segunda cantidad de potencia a dicho un subconjunto de entre

más de un subconjunto de módulos termoelectricos.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende asimismo:

5 determinar que una temperatura de un lado caliente del módulo termoelectrico está por encima de un primer umbral; y

10 proporcionar una cantidad de potencia al módulo termoelectrico que es inferior a la cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema.

9. Método según la reivindicación 8, que comprende asimismo:

15 determinar que la temperatura del lado caliente del módulo termoelectrico está por debajo de un segundo umbral; y

20 proporcionar una cantidad de potencia al módulo termoelectrico, que es la cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del módulo termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema.

25 10. Controlador (16) para el funcionamiento de un módulo termoelectrico (22) en un sistema de refrigeración termoelectrico (10) operativo para reducir una temperatura de una cámara de enfriamiento (12), comprendiendo el controlador unos medios para obtener una temperatura ambiente que es externa a la cámara de enfriamiento y adaptados para:

30 determinar una primera cantidad de potencia que maximizaría un coeficiente de rendimiento del sistema de refrigeración termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema que comprenden una temperatura ambiente de un entorno que es externo a la cámara de enfriamiento;

35 proporcionar la primera cantidad de potencia al módulo termoelectrico;

determinar que por lo menos uno de entre dicho uno o más parámetros del sistema ha cambiado;

40 determinar una segunda cantidad de potencia que maximizaría el coeficiente de rendimiento del sistema de refrigeración termoelectrico sobre la base de dicho uno o más parámetros del sistema; y

45 proporcionar la segunda cantidad de potencia al módulo termoelectrico.

50 11. Sistema de refrigeración termoelectrico (10), que comprende:

una cámara de enfriamiento (12);  
un intercambiador de calor (14) que comprende:

45 un disipador térmico del lado frío (20);

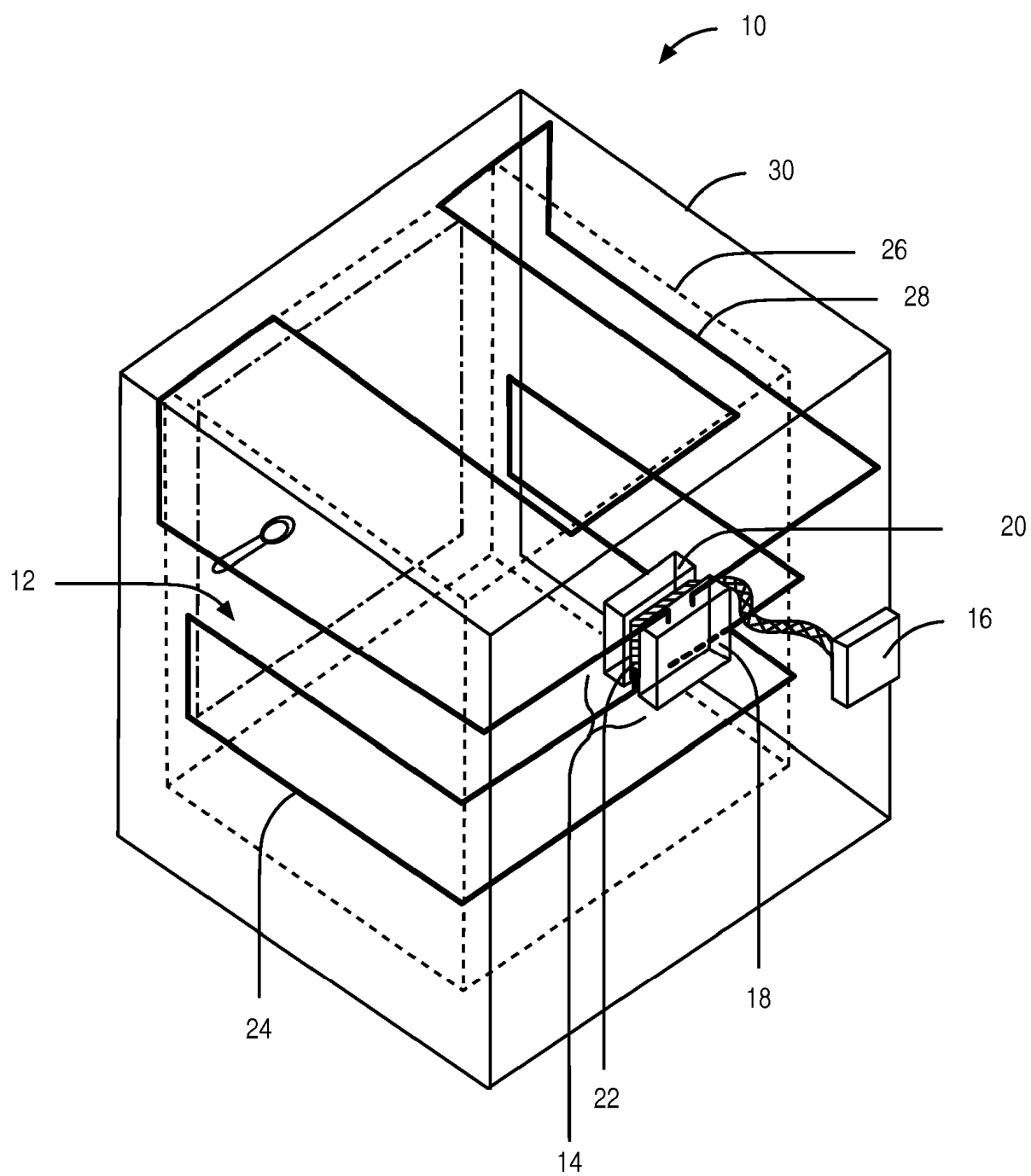
un disipador térmico del lado caliente (18); y

50 un módulo termoelectrico (22) dispuesto entre el disipador térmico del lado frío y el disipador térmico del lado caliente; y

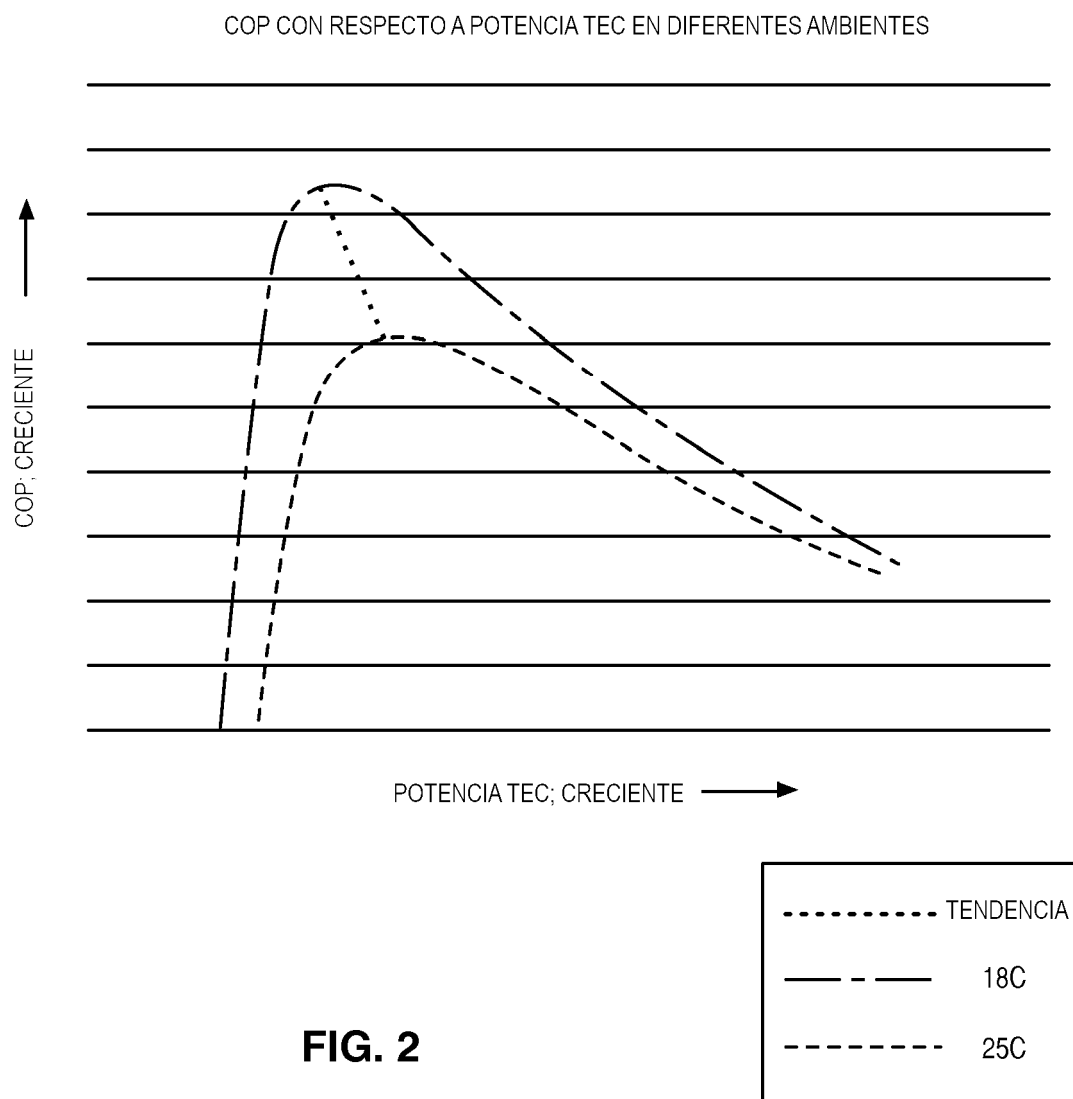
un controlador (16) según la reivindicación 10.

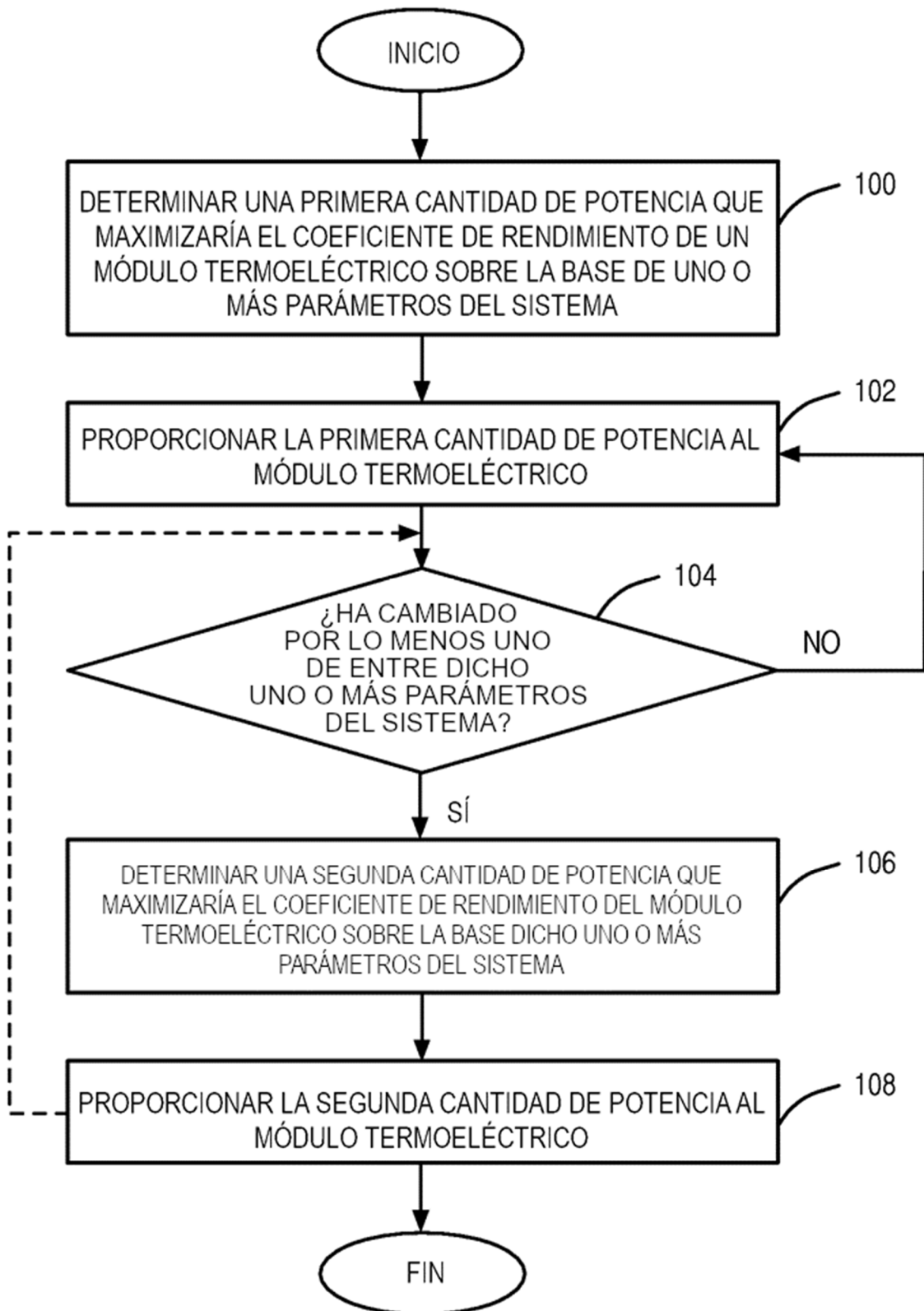
55 12. Programa de ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas en por lo menos un procesador, consiguen que dicho por lo menos un procesador lleve a cabo el método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

60 13. Soporte que contiene el programa de ordenador de la reivindicación 12, en el que el soporte es uno de entre una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radiocomunicaciones, o un soporte de almacenamiento legible por ordenador.



**FIG. 1**



**FIG. 3**



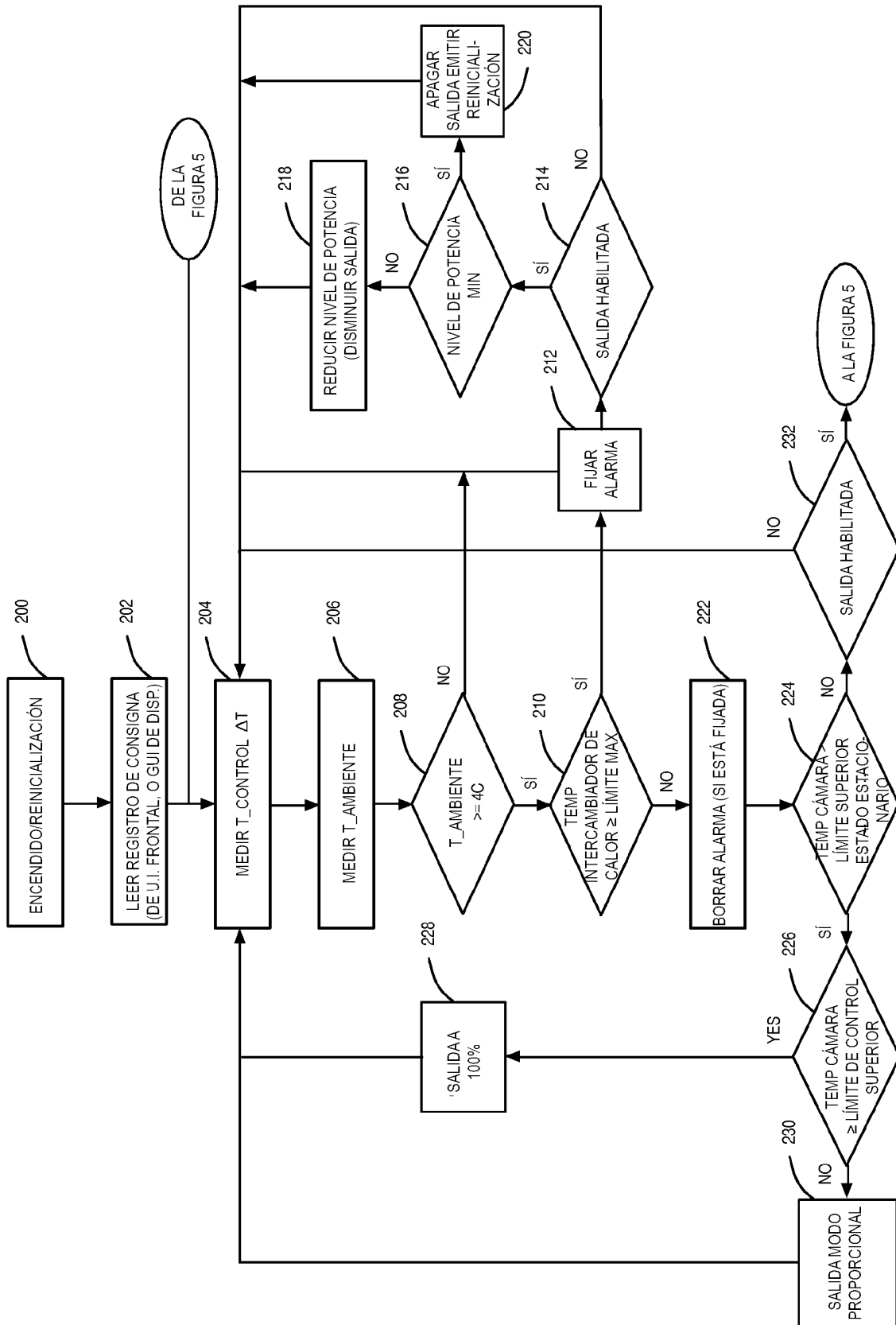


FIG. 4

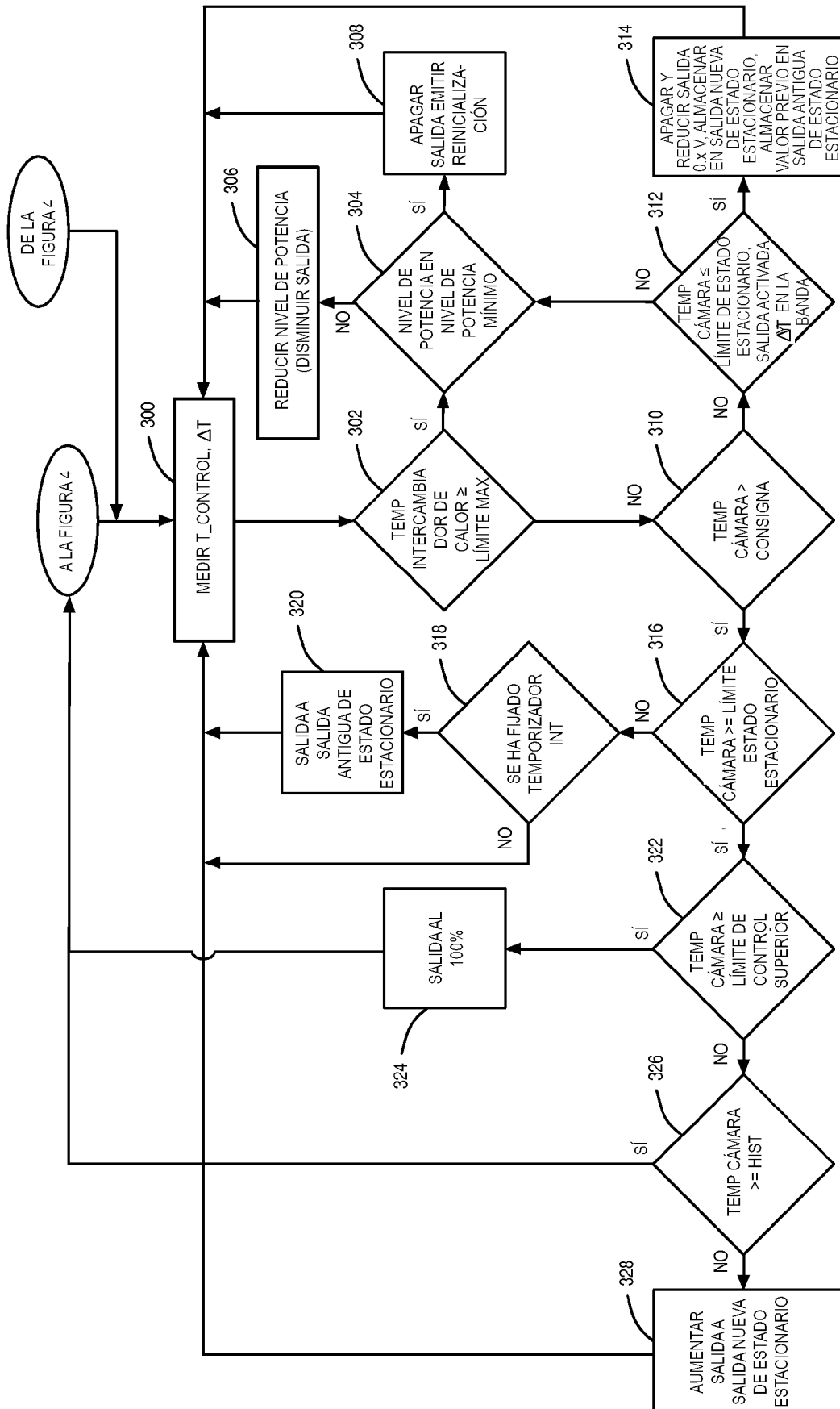
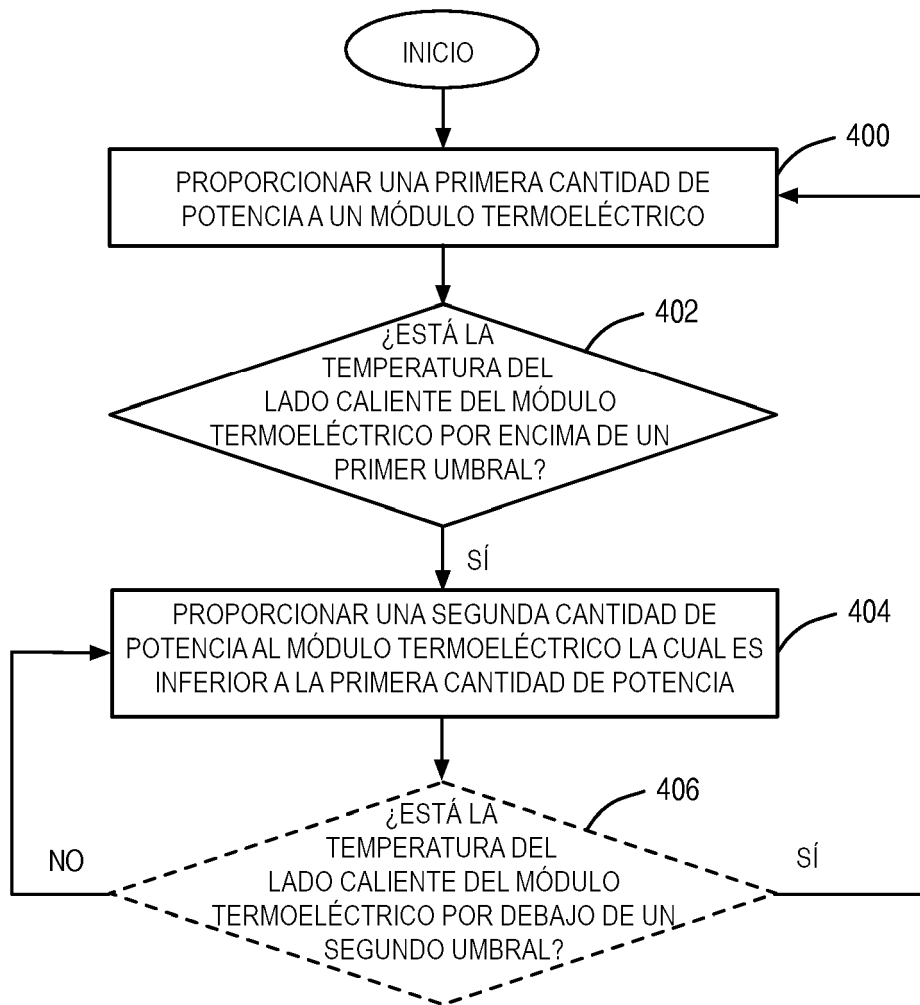


FIG. 5



**FIG. 6**

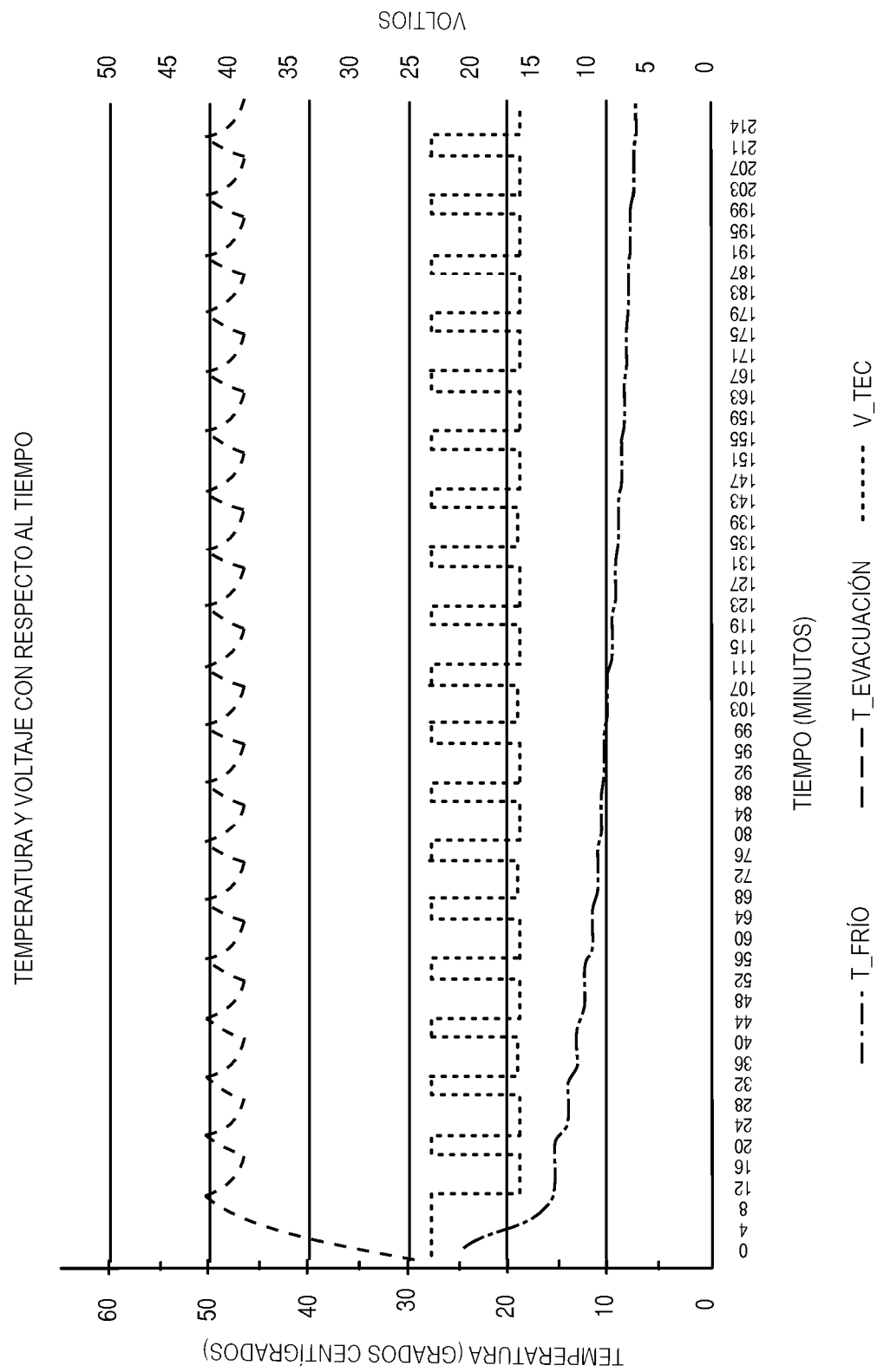
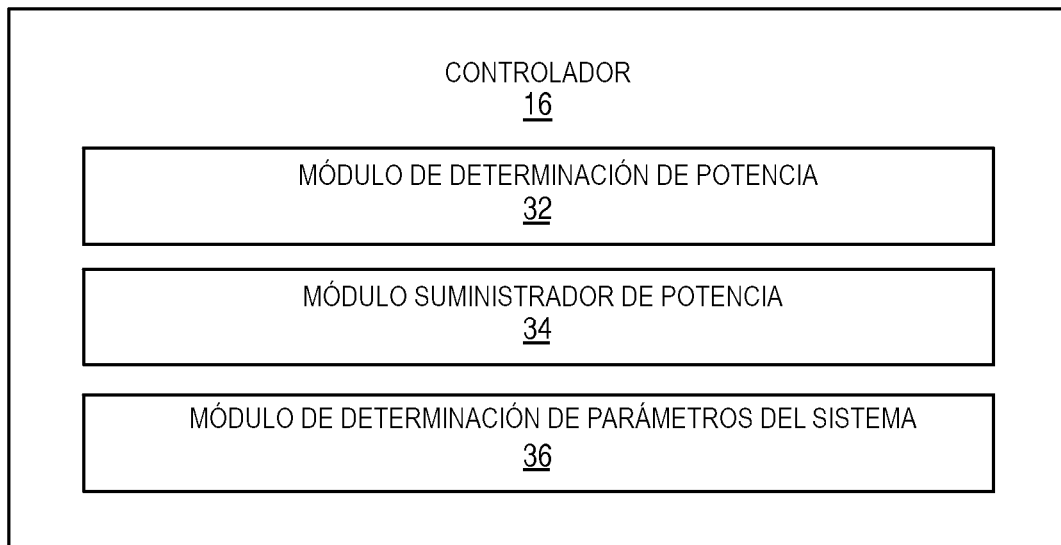
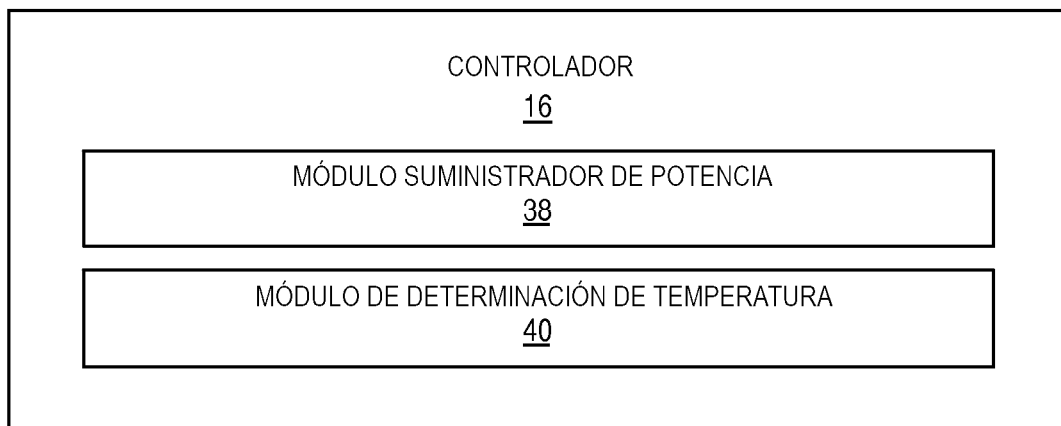


FIG. 7



**FIG. 8**



**FIG. 9**