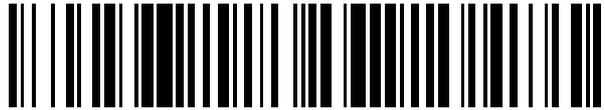


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 472 428**

51 Int. Cl.:

**H05B 33/08**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2010 E 10756634 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.05.2014 EP 2412210**

54 Título: **Procedimiento de control de iluminación que presenta una función rampa de emisión de luz**

30 Prioridad:

**25.03.2009 US 410494**

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

**01.07.2014**

73 Titular/es:

**AMERICAN STERILIZER COMPANY (100.0%)**

**5960 Heisley Road**

**Mentor, OH 44060-1834 , US**

72 Inventor/es:

**HITE, DAVID, A. y**

**RICE, SHEARI, A.**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 472 428 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

Procedimiento de control de iluminación que presenta una función rampa de emisión de luz.

### 5 Solicitudes relacionadas

La presente solicitud es una continuación en parte (CIP) de la solicitud US con número de serie 11/875.083, presentada el 19 de octubre de 2007, y que es incorporada en su totalidad en la presente memoria como referencia.

### 10 Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a un control de iluminación y, más particularmente, a un procedimiento de control de iluminación que presenta una función rampa de emisión de luz para proporcionar emisión de luz sustancialmente uniforme durante un periodo de calentamiento.

15

### Antecedentes de la invención

Se han identificado numerosos inconvenientes en los sistemas de control de iluminación existentes que pueden dar como resultado un rendimiento inferior al deseado de un dispositivo de iluminación. Estos inconvenientes incluyen, pero no se limitan a, variaciones de tensión entre los módulos de iluminación LED que dan como resultado una emisión de luz no uniforme. Estas variaciones de tensión pueden ser resultado de la falta de uniformidad en la fabricación de los LED utilizados en un dispositivo de iluminación.

20

Otro inconveniente de los sistemas de control de iluminación existentes es la imposibilidad de que el conjunto de circuitos de iluminación compense los efectos de cambios de temperatura en las tensiones en directa de los LED, tales como cambios necesarios en la tensión de excitación provocados por un aumento de temperatura. A este respecto, los sistemas de control de iluminación existentes no compensan los cambios de tensión en directa inherentes que experimenta un excitador de emisión por la totalidad del intervalo de temperaturas operativas del dispositivo de iluminación.

25

30

Además, tal como es bien conocido por los expertos en la materia, la emisión de luz de un LED es inversamente proporcional a la temperatura de unión del LED. Por tanto, cuando se activa un LED por primera vez (es decir, arranque en frío), la temperatura de unión es baja y la emisión de luz es alta. A medida que la temperatura de unión aumenta durante un periodo de calentamiento (que normalmente dura aproximadamente 30 minutos), la emisión de luz del LED disminuirá hasta que el LED alcanza una condición de estado estacionario. Una vez alcanzada la condición de estado estacionario, la temperatura operativa de unión del LED permanecerá generalmente constante y, por consiguiente, la emisión de luz permanecerá generalmente constante durante ese periodo de utilización continuado.

35

La disminución en la emisión de luz del LED durante el periodo de calentamiento puede ser de hasta un 20%. Por tanto, la emisión de luz del LED durante el periodo de calentamiento generalmente no es uniforme y la emisión de luz del LED en el estado estacionario puede ser significativamente inferior a la emisión de luz nominal esperada en el estado estacionario. También es posible que la emisión de luz del LED en el arranque en frío pueda superar un límite superior de emisión de luz. El documento WO 2006/058307 A2 da a conocer un método y un aparato para modular la luz emitida por al menos un LED utilizando un método de modulación por salto de pulsos (PSM). El documento US 2006/033443 A1 da a conocer un circuito de control de LED para controlar una pluralidad de LED con diferentes colores de emisión, que comprende un contador que aumenta o disminuye un valor de cuenta en un tiempo de reloj predeterminado en respuesta a una señal de inicio de cuenta suministrada externamente, para cambiar gradual y simultáneamente el brillo de los LED según el valor de cuenta.

45

50

Los inconvenientes anteriores son particularmente desventajosos cuando el dispositivo de iluminación es un cabezal de iluminación quirúrgico que requiere una emisión de luz o lecturas de lux sustancialmente constantes.

55

La presente invención aborda estos y otros inconvenientes para proporcionar un procedimiento de control de iluminación mejorado para un dispositivo de iluminación.

### Sumario de la invención

Según la presente invención, se proporciona un procedimiento de control de iluminación para controlar una fuente de luz de LED durante un modo de calentamiento de LED. El método comprende: (a) recuperar un ciclo de trabajo de punto de referencia almacenado previamente correspondiente a un nivel de intensidad de luz; (b) hacer funcionar la fuente de luz de LED durante un primer intervalo de tiempo a un ciclo de trabajo operativo igual al ciclo de trabajo de punto de referencia menos un valor de ajuste de ciclo de trabajo almacenado previamente; (c) establecer un valor de rampa de ciclo de trabajo igual a un valor de etapa de ciclo de trabajo almacenado previamente; (d) hacer funcionar la fuente de luz de LED durante un intervalo de tiempo a un ciclo de trabajo operativo igual al ciclo de trabajo de punto de referencia menos el valor de ajuste de ciclo de trabajo más el valor de rampa de ciclo de trabajo; y

60

65

determinar si (1) ha transcurrido un tiempo de rampa de subida, (2) el ciclo de trabajo operativo es igual al ciclo de trabajo de punto de referencia, o (3) se ha seleccionado un nuevo nivel de intensidad de luz. Se pone fin al modo de calentamiento de LED si no se ha producido ninguna de (1), (2) o (3). Si no se han producido (1), (2) y (3), entonces el valor de rampa de ciclo de trabajo se aumenta en el valor de etapa de ciclo de trabajo y el método vuelve a la etapa (d).

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento de control de iluminación para controlar una fuente de luz de LED durante un modo de calentamiento de LED, comprendiendo el método: (a) establecer un nivel de intensidad de luz; (b) recuperar un ciclo de trabajo de punto de referencia almacenado previamente correspondiente al nivel de intensidad de luz; (c) recuperar un valor de ajuste de ciclo de trabajo almacenado previamente; (d) hacer funcionar la fuente de luz de LED durante un primer intervalo de tiempo a un ciclo de trabajo operativo igual al ciclo de trabajo de punto de referencia menos el valor de ajuste de ciclo de trabajo; (e) recuperar un tiempo de rampa de subida almacenado previamente; (f) recuperar un valor de etapa de ciclo de trabajo almacenado previamente; (g) establecer un valor de rampa de ciclo de trabajo igual al valor de etapa de ciclo de trabajo almacenado previamente; (h) hacer funcionar la fuente de luz de LED durante un intervalo de tiempo a un ciclo de trabajo operativo igual al ciclo de trabajo de punto de referencia menos el valor de ajuste de ciclo de trabajo más el valor de rampa de ciclo de trabajo, (i) determinar si se ha cumplido una condición predeterminada; (j) si se ha cumplido la condición predeterminada, entonces aumentar el valor de rampa de ciclo de trabajo en el valor de etapa de ciclo de trabajo y volver a la etapa (h); y (k) si no se ha cumplido la condición predeterminada, entonces poner fin al modo de calentamiento.

Una ventaja de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de control de iluminación que proporciona uniformidad mejorada en la emisión de luz desde una fuente de luz de LED durante un periodo de calentamiento de LED.

Otra ventaja de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de control de iluminación que impide que la emisión de luz de una fuente de luz de LED supere un valor de límite superior de emisión de luz.

Estas y otras ventajas resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción junto con los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

### Breve descripción de los dibujos

La invención puede adoptar forma física en determinadas piezas y disposición de piezas, de las que una forma de realización se describirá en detalle en la memoria descriptiva y se ilustrará en los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y en los que:

la figura 1 es un diagrama de bloques general de un sistema de control de iluminación para un dispositivo de iluminación, según una forma de realización de la presente invención;

la figura 2 es una vista esquemática de un circuito de salida de excitación, según una forma de realización de la presente invención;

la figura 3 es una vista esquemática de un primer módulo de LED que incluye un circuito de compensación de temperatura, según una forma de realización de la presente invención; la figura 4 es una vista esquemática de un segundo módulo de LED que incluye un circuito de ajuste, según una forma de realización de la presente invención; y

las figuras 5A y 5B muestran un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento de control de iluminación para un periodo de calentamiento, según una forma de realización de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

Haciendo referencia a continuación a los dibujos en los que lo que se muestra es con el fin de ilustrar una forma de realización de la invención únicamente y no con el fin de limitar la misma, la figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema 10 de control de iluminación para un dispositivo de iluminación, tal como un cabezal de iluminación quirúrgico, según una forma de realización de la presente invención. El sistema 10 de control de iluminación está constituido generalmente por un controlador primario 20, un conjunto 30 de circuitos de excitación constituido por al menos un controlador de excitación 32 y al menos una salida de excitación 34, uno o más primeros módulos de LED 50 (módulo A) y uno o más segundos módulos de LED 80 (módulo B). En la forma de realización ilustrada, el controlador primario 20 y el conjunto 30 de circuitos de excitación están ubicados sobre una primera placa de circuito impreso PCB1. Cada uno de los primeros y segundos módulos de LED 50 y 80 están ubicados respectivamente sobre placas de circuito impreso segunda y tercera PCB2 y PCB3. Las placas de circuito impreso PCB1, PCB2 y PCB3 pueden estar ubicadas juntas en un alojamiento (no representado) para el dispositivo de iluminación. Debe apreciarse que en una forma de realización alternativa, los componentes de los módulos de LED 50 y 80 que se sitúan por separado sobre las placas de circuito impreso PCB2 y PCB3 pueden estar ubicados juntos

sobre un único sustrato (es decir, placa de circuito impreso).

En la forma de realización ilustrada, el controlador primario 20 es un microcontrolador. Por ejemplo, el controlador primario 20 puede adoptar la forma de un procesador basado en ARM con una diversidad de periféricos sobre chip, incluyendo, pero sin limitarse a, una memoria FLASH interna para almacenamiento de programas, una memoria RAM para almacenamiento de datos, UART, temporizadores/contadores, una interfaz de bus, una interfaz serie, una interfaz SPI, un temporizador de vigilancia programable, líneas de E/S programables, un convertidor A/D y salidas de PWM. El controlador primario 20 envía órdenes a los controladores de excitación 32 y lee información de estado procedente de cada controlador de excitación 32.

Debe apreciarse que el controlador primario 20 también puede comunicarse con otros dispositivos electrónicos no ilustrados en la figura 1, incluyendo, pero sin limitarse a, una interfaz de usuario (por ejemplo, pantalla de panel frontal con teclado, botones o interruptores de control), una interfaz de comunicaciones, un conector de entrada de vídeo y un módulo de cámara. La interfaz de usuario permite a un usuario encender/apagar el dispositivo de iluminación y seleccionar un nivel de intensidad para el dispositivo de iluminación. También puede permitir al usuario encender/apagar otros accesorios configurados con el sistema de iluminación.

El controlador primario 20 se comunica con los controladores de excitación 32 a través de un bus 22. En la forma de realización ilustrada, el bus 22 es un bus serie (por ejemplo, I<sup>2</sup>C). El controlador primario 20 también proporciona una señal de reloj constante a los controladores de excitación 32 a través de una línea de sincronización 24, tal como se explicará en más detalle a continuación.

En la forma de realización ilustrada, el controlador de excitación 32 es un microcontrolador. Por ejemplo, cada controlador de excitación 32 puede adoptar la forma de un microcontrolador ARM con una diversidad de periféricos sobre chip, incluyendo, pero sin limitarse a, una memoria FLASH interna para almacenamiento de programas, una memoria RAM para almacenamiento de datos, temporizadores/contadores, una interfaz serie, un convertidor A/D, un temporizador de vigilancia programable y líneas de E/S programables. En la forma de realización ilustrada, cada controlador de excitación 32 presenta un número de identificación único que permite que el controlador primario 20 se dirija individualmente a cada controlador de excitación 32.

Haciendo referencia a continuación a la figura 2, cada salida de excitación 34 es un circuito que comprende generalmente un comparador 42 (por ejemplo, el LMV7235 de National Semiconductor), un regulador de tensión, un diodo 45, un potenciómetro de punto de referencia (POT) 46, un transistor de efecto de campo de potencia (FET) 48 y un resistor de realimentación (R<sub>S</sub>) 47. Las salidas de excitación 34 se excitan (es decir, se habilitan) a una frecuencia fija (es decir, señal de habilitación de frecuencia fija proporcionada a través de la línea 43). En la forma de realización ilustrada, las salidas de excitación 34 se excitan con una señal de habilitación que está a una frecuencia fija de 300 Hz.

El regulador de tensión 44 proporciona una tensión de salida fija precisa (por ejemplo, 5 V) cuando se habilita. La tensión de salida (V<sub>SALIDA</sub>) del regulador de tensión 44 está conectada eléctricamente con el FET de potencia 48. El FET 48 se utiliza para gestionar la corriente que necesitan los módulos de LED 50, 80. Los resistores de detección (R<sub>S</sub>) 47 proporcionan detección de corriente. El POT de punto de referencia 46 se utiliza para ajustar la tensión de salida del regulador de tensión 44 hasta que la corriente detectada asociada con el R<sub>S</sub> 47 se encuentre dentro de un intervalo de corriente objetivo.

El comparador 42 monitoriza la tensión de salida de una salida de excitación 34. A este respecto, el comparador 42 recibe una tensión de referencia (V<sub>REF</sub>) como primera entrada y recibe una tensión detectada (V<sub>S</sub>) como segunda entrada a través de la línea 49. El comparador 42 compara V<sub>REF</sub> con V<sub>S</sub> para determinar si la corriente detectada (I<sub>S</sub>) asociada con V<sub>S</sub> supera una corriente umbral (por ejemplo, aproximadamente 1,26 A). Si se ha superado la corriente umbral, entonces el comparador 42 emite una señal para deshabilitar el regulador de tensión 44, apagando de ese modo V<sub>SALIDA</sub> del regulador de tensión 44. El controlador de excitación 32 también puede deshabilitar el regulador de tensión 44 en determinadas condiciones (por ejemplo, detección de un fallo de circuito abierto o cortocircuito).

Las figuras 3 y 4 muestran respectivamente vistas esquemáticas del módulo de LED 50 (módulo A) y el módulo de LED 80 (módulo B). Los módulos de LED 50, 80 son fuentes de luz de LED. En la forma de realización ilustrada, los módulos de LED 50 y 80 están eléctricamente conectados en serie mediante un conjunto de mazo de cables conectado entre el conector J2 del módulo de LED 50 y el conector J4 del módulo de LED 80. Por consiguiente, cada par de módulos de LED 50, 80 conectados en serie proporcionan, conjuntamente, un conjunto de seis (6) LED conectados en serie. Un primer par de módulos de LED 50, 80 conectados en serie puede cablearse en paralelo con un segundo par de módulos de LED 50, 80 conectados en serie. Los pares primero y segundo de módulos de LED 50, 80 conectados en serie se excitan desde una única salida de excitación 34 (es decir, canal de salida de excitación). Cada módulo de LED 50 está eléctricamente conectado con una salida de excitación 34 a través de un conjunto de mazo de cables (no mostrado) conectado al conector J1. En la forma de realización ilustrada, dos pares de módulos de LED 50, 80 están eléctricamente conectados con la salida de excitación A y dos pares de módulos de LED 50, 80 están eléctricamente conectados con la salida de excitación B.

Haciendo referencia a continuación a la figura 3, el módulo de LED 50 incluye una pluralidad de LED 52, un circuito de compensación de temperatura 60 y un circuito de sensor de temperatura remoto 70 opcional. En la forma de realización ilustrada, el módulo de LED 50 incluye tres (3) LED 52 conectados en serie (por ejemplo, LED de brillo alto). El circuito de compensación de temperatura 60 compensa cambios en la tensión en directa necesaria para excitar los LED debido a las temperaturas aumentadas. A medida que aumentan las temperaturas de los LED, la tensión en directa debe reducirse con el fin de mantener una corriente de excitación constante para los LED. El circuito de compensación de temperatura 60 incluye un transistor de efecto de campo (FET) Q2, un termistor 62 y una red 64 de resistores constituida por los resistores R1 y R2. Se proporciona potencia al circuito de compensación de temperatura 60 a través del conector J1. El termistor 62 es un dispositivo resistivo de detección de temperatura. El FET Q2 equilibra (es decir, ecualiza) la red 64 de resistores encendiendo más (o menos) para regular la corriente.

El circuito de sensor de temperatura remoto 70 incluye un sensor de temperatura 72 (por ejemplo, el sensor de temperatura de baja tensión TMP35 de Analog Devices) para proporcionar al controlador primario 20 datos de temperatura para monitorizar la temperatura en las proximidades de la placa de circuito impreso PCB2. El sensor de temperatura 72 proporciona una salida de tensión que es linealmente proporcional a la temperatura detectada. El circuito de sensor de temperatura 70 está eléctricamente conectado al controlador primario 20 a través del conector J3 y la línea 26. El controlador primario 20 recibe la salida del circuito de sensor de temperatura 70. El controlador primario 20 puede leer un número limitado de entradas de sensor de temperatura procedentes de las placas de circuito impreso PCB2. En la forma de realización ilustrada, sólo se seleccionan o conectan al controlador primario 20 dos circuitos de sensor de temperatura 70 en los módulos de LED 50.

Haciendo referencia a continuación a la figura 4, el módulo de LED 80 incluye una pluralidad de LED 82 y un circuito de ajuste 90. En la forma de realización ilustrada, el módulo de LED 80 incluye tres (3) LED 82 conectados en serie (por ejemplo, LED de brillo alto).

El circuito de ajuste 90 compensa diferencias en los valores de tensión en directa entre los LED debido a la falta de uniformidad en la fabricación de los LED. A este respecto, el circuito de ajuste 90 equilibra las diferencias de caída de tensión por los LED 52, 82 conectados en serie para garantizar que se aplica la tensión apropiada por los LED 52, 82 conectados en serie para establecer el valor de corriente en directa deseado y hacer que todos los módulos de LED 50, 80 parezcan idénticos (es decir, iluminación uniforme). El circuito de ajuste 90 incluye un FET ajustable Q1 controlado por un amplificador (comparador) 96 (por ejemplo, el amplificador de instrumentación de entrada JFET AD8220 de Analog Devices) que proporciona un medio mediante el cual los módulos de LED 50, 80 emparejados pueden calibrarse (es decir, "ajustarse") a una caída de tensión fija por el par de módulos según se describe a continuación. Se utiliza un potenciómetro digital (POT) 92 (por ejemplo, el potenciómetro digital MAX 5417 de Maxim Integrated Products) para fijar la tensión de puerta para el FET Q1. Se utiliza un regulador de tensión de micropotencia 94 (por ejemplo, la referencia de tensión LM4040 de Maxim Integrated Products) para alimentar el amplificador 96 y el POT digital 92. El regulador de tensión 94 proporciona 5 V para el POT digital 92, el amplificador 96 y los circuitos de polarización (no representados). La entrada al regulador de tensión 94 utiliza un diodo de bloqueo D1 y dos condensadores (no representados). La combinación del diodo D1 y los dos condensadores proporciona un pequeño almacenamiento capacitivo entre pulsos para mantener la tensión constante con el ciclo de trabajo mínimo a la frecuencia operativa normal (por ejemplo, el 25% a 300 Hz). El regulador de tensión 94 se alimenta siempre una vez aplicada la tensión a los LED 52, 82.

A continuación se describirá en detalle el funcionamiento del sistema 10 de control de iluminación. El controlador primario 20 se programa para que proporcione un control global del sistema 10 de control de iluminación. A este respecto, el controlador primario 20 se comunica con los controladores de excitación 32, así como con otros componentes de sistema, tales como una interfaz de usuario y una videocámara.

En la forma de realización ilustrada, el controlador primario 20 emite una señal de reloj de 30 KHz compuesta por pulsos de reloj de duración fija. La señal de reloj se suministra a cada controlador de excitación 32 a través de la línea de sincronización 24. La señal de reloj se utiliza para mantener la sincronización entre los controladores de excitación 32 y proporcionar a cada controlador de excitación 32 una base de tiempo fija utilizada para excitar los respectivos módulos de LED 50, 80. A este respecto, la señal de reloj directamente excita dos temporizadores internos dentro de cada controlador de excitación 32. El primer temporizador interno de cada controlador de excitación 32 está asociado con una primera salida de excitación 34 (salida de excitación A) y el segundo temporizador interno de cada controlador de excitación 32 está asociado con una segunda salida de excitación 34 (salida de excitación B). Los temporizadores internos permiten que las dos salidas de excitación 34 (es decir, la salida de excitación A y la salida de excitación B) proporcionen señales de salida de excitación que están desfasadas entre sí, impidiendo de ese modo grandes fluctuaciones en el consumo de corriente cuando se activa el dispositivo de iluminación. Según una forma de realización preferida de la presente invención, la fase es diferente para cada salida de excitación 34 de todos los controladores de excitación 32. Por tanto, la salida de excitación A del controlador de excitación 1, la salida de excitación B del controlador de excitación 1, la salida de excitación A del controlador de excitación 2 y la salida de excitación B del controlador de excitación 2 proporcionan todas señales de salida de excitación que están desfasadas entre sí.

Las señales de salida de excitación asociadas con las salidas de excitación 34 preferiblemente presentan una

frecuencia fija de 300 Hz. Se selecciona la frecuencia de 300 Hz porque es un múltiplo de 50 Hz (la velocidad de exploración de las videocámaras PAL) y de 60 Hz (la velocidad de exploración de las videocámaras NTSC). Cuando se utiliza una videocámara opcional con el dispositivo de iluminación asociado con la presente invención, la cámara detectará un centelleo perceptible en la luz si la frecuencia de salida de los LED 52, 82 no es un múltiplo de la velocidad de exploración de la cámara.

El controlador primario 20 envía múltiples órdenes a cada controlador de excitación 32 con el fin de "activar" los módulos de LED 50, 80 (es decir, encender los LED 52, 82). Las órdenes incluyen una orden indicativa de un ciclo de trabajo operativo seleccionado (también denominado "ciclo de trabajo objetivo") para las señales de salida de excitación de las salidas de excitación 34, una orden indicativa del "desplazamiento de fase" para cada salida de excitación 34 y una orden indicativa de la activación de los módulos de LED 50, 80, denominada orden de "arranque". El ciclo de trabajo operativo se indica mediante un número de pulsos de la salida de señal de reloj mediante el controlador primario 20. Tal como se explicará con mayor detalle a continuación, el número de pulsos de la señal de reloj del controlador primario 20 establecerá el "tiempo de encendido" para cada periodo de la señal de salida de excitación producida por las salidas de excitación 34.

El ciclo de trabajo operativo es la razón del tiempo de encendido de la señal de salida de excitación con respecto al periodo de la señal de salida de excitación para las salidas de excitación 34. Tal como se expuso anteriormente, cada señal de salida de excitación preferiblemente presenta una frecuencia fija de 300 Hz y, por tanto, presenta un periodo de 3,33 ms. En la forma de realización ilustrada, los módulos de LED 50, 80 están encendidos (es decir, iluminados) durante el tiempo de encendido de las señales de salida de excitación. Los temporizadores internos de cada controlador de excitación 32 cuentan un número predeterminado de pulsos de la señal de reloj proporcionada por el controlador primario 20 para establecer el tiempo de encendido para cada periodo de las señales de salida de excitación. Por consiguiente, el número predeterminado de pulsos contados se corresponde con el ciclo de trabajo operativo seleccionado para las señales de salida de excitación. Por ejemplo, a un ciclo de trabajo operativo seleccionado del 40%, se cuentan 40 pulsos de la señal de reloj para establecer el tiempo de encendido para el periodo de las señales de salida de excitación.

Además, se genera un desplazamiento de fase en unidades de la señal de reloj emitida por el controlador primario 20. La orden de arranque indica a los controladores de excitación 32 que los módulos de LED 50, 80 asociados están a punto de activarse (es decir, de encender las luces de los LED). Los controladores de excitación 32 utilizan la orden de arranque para inicializar sus respectivos temporizadores internos y prepararse para el comienzo de la señal de reloj generada por el controlador primario 20. El controlador primario 20 también puede enviar una orden de "parada" a los controladores de excitación 32 con el fin de informar a los controladores de excitación 32 que apaguen las salidas de excitación 34 asociadas y paren sus respectivos temporizadores internos.

Tal como se expuso anteriormente, la señal de reloj del controlador primario 20 acciona los dos temporizadores internos dentro de cada controlador de excitación 32, permitiendo de ese modo que los controladores de excitación 32 controlen los módulos de LED 50, 80 asociados al ciclo de trabajo operativo, a través de las señales de salida de excitación de las salidas de excitación 34. Los valores para los diversos ciclos de trabajo operativos proporcionados por el controlador primario 20 se establecen para que correspondan a una pluralidad de niveles de intensidad de LED predeterminados, que puede seleccionar el usuario. Los valores de ciclo de trabajo asociados con cada nivel de intensidad pueden almacenarse previamente en una tabla de consulta en la memoria del controlador primario 20. A título de ejemplo no limitativo, la forma de realización ilustrada puede incluir los nueve niveles de intensidad fijos mostrados en la TABLA 1:

Tabla 1

Nivel de intensidad	Ciclo de trabajo
1	40%
2	50%
3	60%
4	70%
5	80%
6	90%
7	100%
Mantenimiento	25%
Calibración	100%

El valor de ciclo de trabajo para el nivel de intensidad de mantenimiento proporciona un ciclo de trabajo bajo con el fin de obtener intensidad de luz baja para facilitar la inspección de módulos de LED 50, 80 que fallan con una incomodidad reducida para los ojos. El valor de ciclo de trabajo para el nivel de intensidad de calibración proporciona un ciclo de trabajo máximo que permite un ajuste conveniente de las fuentes de alimentación hasta que la salida de corriente de excitación más baja se sitúe a la corriente de excitación objetivo, proporcionando de ese modo una corriente de salida de excitación suficiente a todos los módulos de LED 50, 80.

Tal como se describirá con mayor detalle a continuación, el controlador primario 20 también se programa para que haga funcionar los módulos de LED 50, 80 durante un modo de calentamiento de manera que la emisión de luz proporcionada por los módulos de LED 50, 80 no supere un nivel de emisión de luz máximo predeterminado y se mantenga una emisión de luz sustancialmente uniforme.

A continuación se describirá en detalle el funcionamiento del módulo de LED 50 (módulo A) con referencia a la figura 3. El circuito de compensación de temperatura 60 ajusta la caída de tensión total en los pares de módulos de LED 50, 80, a medida que cambian las características de tensión en directa de los LED 52, 82 con la temperatura de los LED. A medida que se calientan los LED 52, 82, su tensión en directa cae. Las reducciones en la tensión en directa conducen a un aumento de la corriente que fluye a través de los LED 52, 82. La caída de tensión total por los seis LED 52, 82 conectados en serie de los módulos de LED 50, 80 es suficientemente alta para precisar algún tipo de compensación de temperatura para mantener la corriente de excitación de los LED a la corriente de excitación objetivo y para impedir que los módulos de LED 50, 80 se apaguen por sobrecarga de corriente.

El circuito de compensación de temperatura 60 del módulo de LED 50 (es decir, el módulo de LED A) incluye un FET Q2 que se polariza de manera que cuando los módulos de LED 50, 80 están fríos, el FET Q2 está totalmente encendido. Esto da como resultado que la resistencia en directa del FET Q2 es muy baja por lo que hay una cantidad relativamente pequeña de tensión que cae en el FET Q2 cuando está frío. A medida que los módulos de LED 50, 80 empiezan a calentarse, el termistor 62 actúa para reducir la tensión de puerta en el FET Q2 y aumenta su resistencia en directa. Esta acción absorbe de manera eficaz la reducción de tensión en directa a medida que se calientan los LED 52, 82. A medida que los LED 52, 82 empiezan a calentarse, el termistor 62 en la red de polarización del FET Q2 actúa para reducir la tensión de puerta en el FET Q2 y aumenta su resistencia en directa. Esta acción absorbe de manera eficaz la reducción de tensión en directa a medida que los LED 52, 82 se calientan. A medida que la resistencia del termistor 62 se vuelve cada vez más baja, la tensión de puerta al FET Q2 se vuelve suficientemente baja de modo que la resistencia del FET Q2 es mucho mayor que la del par de resistores de potencia de valor bajo paralelos R1, R2. En este punto, prácticamente toda la corriente que fluye por el circuito de compensación de temperatura 60 pasa por los resistores paralelos, R1, R2, desconectando de manera eficaz el FET Q2. La desconexión del FET Q2 y la conexión de los resistores fijos, R1, R2, permite que el FET Q2 sea más pequeño y menos caro dado que el FET Q2 no tiene que dimensionarse para admitir la corriente total a temperaturas superiores. El circuito de compensación de temperatura 60 es un circuito autónomo sin realimentación hacia el controlador de excitación 32 o el controlador primario 20.

Tal como se expuso anteriormente, el circuito de sensor de temperatura 70 proporciona datos al controlador primario 20 únicamente para su visualización y que son indicativos de la temperatura operativa en las proximidades del módulo de LED 50.

A continuación se describirá en detalle el funcionamiento del módulo de LED 80 (módulo B) haciendo referencia a la figura 4. El circuito de ajuste 90 del módulo de LED 80 proporciona la posibilidad de insertar una caída de tensión fija ajustable en serie con los seis LED, 52, 82, para calibrar el par de módulos de LED 50, 80 a una tensión de entrada fija utilizada para alimentar todos los módulos de LED 50, 80 en el dispositivo de iluminación. Una caída de tensión ajustable en serie con los LED, 52, 82, permite establecer la tensión de cada par de módulos 50, 80 en una tensión común a una corriente especificada. Esta posibilidad permite excitar los pares de módulos 50, 80 en paralelo.

Cada salida de excitación 34 excita dos pares de módulos de LED 50, 80 eléctricamente conectados en paralelo. Si los dos pares de módulos de LED 50, 80 paralelos no presentan caídas de tensión en directa sustancialmente similares, las corrientes que atraviesan los dos pares de módulos de LED 50, 80 paralelos no serán iguales y, por tanto, la emisión de luz de los dos pares de módulos de LED 50, 80 paralelos variará de manera correspondiente.

El amplificador 96 del circuito de ajuste 90 genera la tensión de puerta del FET Q1 basándose en la diferencia entre la entrada positiva procedente del drenador del FET y la entrada negativa que se establece utilizando el POT digital 92. Cuando el POT digital 92 se establece en un valor de resistencia apropiado, el FET Q1 actúa como resistor fijo en serie con los LED 52, 82. El ajuste de la resistencia en directa del FET Q1 anula de manera eficaz las variaciones de tensión en directa de los módulos de LED 50, 80 provocadas por las diferentes tensiones en directa de los LED 52, 82.

El POT 92 se ajusta y se programa como parte del proceso de fabricación de módulos de LED conectando el conector J5 a una herramienta de programación (por ejemplo, un instrumento de prueba y calibración) que escribe un valor de punto de referencia para el POT 92. El ajuste del POT 92 se realiza durante un proceso de fabricación y prueba cuando los módulos de LED, 50, 80 están eléctricamente conectados entre sí. Durante el proceso de fabricación de módulos de LED 50, 80, se aplican aproximadamente 24 V mediante un instrumento de prueba y calibración al módulo de LED 50 a través del conector J1. El POT 92 se ajusta entonces de manera que la corriente de excitación que atraviesa los LED 52, 82 sea un valor objetivo de corriente de excitación predeterminado. El circuito de ajuste 90 es un circuito autónomo y no presenta realimentación hacia el controlador de excitación 32 o el controlador primario 20.

Debe apreciarse que los módulos de LED 50, 80 pueden sobreexcitarse para tener en cuenta las pérdidas ópticas durante el ensamblaje del dispositivo de iluminación. A este respecto, el objetivo de control de corriente de excitación de los LED se establece con un desplazamiento fijo predeterminado por encima de la corriente de excitación en directa nominal de los LED. Por consiguiente, el personal de fabricación podrá aumentar la intensidad de los LED 52, 82 ajustando la corriente de excitación a un valor dentro del intervalo admitido por el fabricante de los LED, logrando de ese modo una lectura de lux deseada desde el dispositivo de iluminación.

El controlador primario 20 proporciona una función de calibración para permitir realizar un ajuste adicional para "sintonizar" la corriente de excitación de modo que esté más próxima a la corriente de excitación objetivo. Las fuentes de alimentación con salida de 24 VCC ajustable para su suministro a cabezales de iluminación que incluyen módulos de LED 50, 80 pueden presentar las salidas ajustadas hacia arriba o hacia abajo para aumentar o reducir las lecturas de corriente de excitación.

El controlador de excitación 32 se programa para muestrear la corriente de excitación de los LED y determinar si la corriente de excitación de los LED se encuentra dentro del valor de corriente de excitación objetivo más/menos una tolerancia predefinida para proporcionar mensajes de fallo a la pantalla. Si la corriente de excitación de los LED se encuentra fuera de la tolerancia admisible, puede utilizarse un indicador de alarma audible o visual para indicar al usuario que es necesario ajustar las fuentes de alimentación, o es necesario sustituir los módulos de LED 50, 80 (o mazos asociados).

El controlador primario 20 se programa para monitorizar la corriente de excitación de los LED de las salidas de excitación 34 para determinar si uno o los dos pares de módulos de LED 50, 80 asociados han fallado "en abierto" (es decir, en circuito abierto) con el fin de suministrar un mensaje de fallo a la pantalla. Si un módulo de LED 50, 80 del par de módulos de LED ha fallado en abierto, la corriente de excitación será aproximadamente el 50% de una corriente de excitación objetivo establecida. Si han fallado ambos pares de módulos de LED, la lectura de corriente de excitación será aproximadamente 0 mA. Las condiciones de fallo las detecta el controlador primario 20 y se generan alarmas indicadoras en las interfaces de usuario. Una parte de cada salida de excitación 34 determina si ha fallado un módulo de LED 50, 80 debido a un cortocircuito. A este respecto, la salida de excitación 34 detecta la presencia de un cortocircuito y genera una indicación de sobrecarga de corriente al controlador de excitación 32 asociado. Este controlador de excitación 32 entonces apaga la salida de excitación 34 asociada con el módulo de LED 50, 80 que presenta un cortocircuito e impide que la salida de excitación 34 se encienda hasta que haya desaparecido la condición de fallo por cortocircuito. También puede visualizarse un mensaje de fallo para un usuario.

Tal como se expuso anteriormente, el controlador primario 20 se programa para que funcione según un modo de calentamiento, tal como se explicará en detalle haciendo referencia a las figuras 5A y 5B. Las figuras 5A y 5B proporcionan un diagrama de flujo de un procedimiento de control de iluminación para hacer funcionar los LED durante un modo de calentamiento. El modo de calentamiento se inicia cuando los módulos de LED 50, 80 se encienden inicialmente en el arranque, siempre que la temperatura ambiental de los sistemas electrónicos para la fuente de luz de LED se encuentre por debajo de una temperatura de punto de referencia predeterminada ( $T_{\text{punto\_ref}}$ ) por ejemplo, 38°C. La temperatura ambiental se comprueba en la etapa 105. El controlador primario 20 recupera el ciclo de trabajo de punto de referencia almacenado previamente ( $D_{\text{SP}}$ ) correspondiente a un nivel de intensidad de luz seleccionado por el usuario (etapa 110). Por ejemplo, los niveles de intensidad 1-7 pueden corresponder respectivamente a ciclos de trabajo de punto de referencia ( $D_{\text{SP}}$ ) del 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% y 100%. A continuación, el controlador primario 20 recupera un valor de ajuste de ciclo de trabajo almacenado previamente ( $D_{\text{AJUSTE}}$ ) asociado con el nivel de intensidad de luz seleccionado (etapa 120). El controlador primario 20 también se programa para determinar si se ha habilitado una función de ciclo de trabajo rampa (etapa 120). La función de ciclo de trabajo rampa se describe en detalle a continuación.

En la etapa 130, el ciclo de trabajo operativo ( $D$ ) se establece al ciclo de trabajo de punto de referencia ( $D_{\text{SP}}$ ), correspondiente al nivel de intensidad seleccionado, con ajuste en  $D_{\text{AJUSTE}}$ . Por tanto, durante un primer intervalo de tiempo (por ejemplo, 15 minutos), los módulos de LED 50, 80 se hacen funcionar a un ciclo de trabajo operativo ( $D$ ) igual al ciclo de trabajo de punto de referencia ( $D_{\text{SP}}$ ) reducido en  $D_{\text{AJUSTE}}$  (etapa 140). Tal como se expuso anteriormente, el ciclo de trabajo operativo ( $D$ ) se refiere al ciclo de trabajo de las señales de salida de excitación de las salidas de excitación 34. Una vez transcurrido el primer intervalo de tiempo, el controlador primario 20 determina si se ha habilitado la función de ciclo de trabajo rampa (etapa 145). Si no se ha habilitado la función de ciclo de trabajo rampa, entonces se pone fin al modo de calentamiento. Alternativamente, si se ha habilitado el ciclo de trabajo rampa, entonces se inicia la función de ciclo de trabajo rampa (etapa 150).

En la etapa 160, el controlador primario 20 recupera valores almacenados previamente para el tiempo de rampa de subida ( $T_{\text{R}}$ ) y el valor de etapa de ciclo de trabajo ( $D_{\text{ETAPA}}$ ). El valor de etapa de ciclo de trabajo ( $D_{\text{ETAPA}}$ ) es un valor porcentual (por ejemplo, el 2%). El valor de rampa de ciclo de trabajo ( $D_{\text{RAMPA}}$ ) se establece inicialmente igual a  $D_{\text{ETAPA}}$  (etapa 170). En la etapa 180, los módulos de LED 50, 80 se hacen funcionar durante un intervalo de tiempo (por ejemplo, 5 minutos) a un ciclo de trabajo operativo ( $D$ ) establecido igual a  $D_{\text{SP}} - D_{\text{AJUSTE}} + D_{\text{RAMPA}}$ . Al final del intervalo de tiempo, el controlador primario 20 determina si ha transcurrido el tiempo de rampa de subida ( $T_{\text{R}}$ ), si el ciclo de trabajo operativo ( $D$ ) ha alcanzado el ciclo de trabajo de punto de referencia  $D_{\text{SP}}$  para el nivel de intensidad de luz seleccionado o si el usuario ha seleccionado manualmente un nuevo nivel de intensidad de luz, provocando

- de ese modo un nuevo ciclo de trabajo operativo (etapa 185). Si se han cumplido una de estas condiciones, entonces se pone fin al modo de calentamiento. Si no se ha cumplido ninguna de estas condiciones, entonces el controlador primario 20 aumenta el  $D_{RAMPA}$  actual en  $D_{ETAPA}$  (Etapa 190). El controlador primario 20 entonces hace funcionar los módulos de LED 50, 80 durante el intervalo de tiempo subsiguiente al ciclo de trabajo operativo (D) que acaba de establecerse, que es igual a  $D_{SP} - D_{AJUSTE} + D_{RAMPA}$  (etapa 180). Puesto que  $D_{RAMPA}$  se ha aumentado en la etapa 190, el ciclo de trabajo operativo (D) se aumentará en la etapa 180. Este aumento por etapas gradual en el ciclo de trabajo operativo (D) continuará en los intervalos de tiempo subsiguientes, hasta que se cumpla una de las condiciones en la etapa 185, poniendo fin de ese modo al modo de calentamiento.
- 5
- 10 Otras modificaciones y alteraciones resultarán evidentes a partir de la descripción. Debe apreciarse que está previsto que la presente invención pueda presentar muchas configuraciones alternativas. Por ejemplo, en una configuración, se agrupan 28 módulos de LED en 14 pares de módulos de LED. Por consiguiente, se conectan cuatro controladores de excitación con el controlador primario. En otra configuración, se agrupan 56 módulos de LED en 28 pares de módulos de LED. Por consiguiente, se conectan siete controladores de excitación con el controlador primario. Además, está previsto que los LED de un solo color de la realización ilustrada puedan sustituirse por LED de múltiples colores. Se pretende que todas estas modificaciones y alteraciones estén incluidas en la medida en que se encuentren comprendidas en el alcance de la invención tal como se reivindica o en los equivalentes de la misma.
- 15

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de control de iluminación para controlar una fuente de luz de LED durante un modo de calentamiento de LED, en el que dicho modo de calentamiento de LED únicamente se inicia si la temperatura ambiental de los sistemas electrónicos para la fuente de luz de LED es inferior a una temperatura de punto de referencia predeterminada (105), comprendiendo el procedimiento:
- 5 (a) recuperar un ciclo de trabajo de punto de referencia almacenado previamente correspondiente a un nivel de intensidad de luz (110);
  - 10 (b) hacer funcionar la fuente de luz de LED durante un primer intervalo de tiempo a un ciclo de trabajo operativo igual al ciclo de trabajo de punto de referencia menos un valor de ajuste de ciclo de trabajo almacenado previamente (130, 140);
  - 15 (c) establecer un valor de rampa de ciclo de trabajo igual a un valor de etapa de ciclo de trabajo almacenado previamente (160, 170);
  - 20 (d) hacer funcionar la fuente de luz de LED durante un intervalo de tiempo a un ciclo de trabajo operativo igual al ciclo de trabajo de punto de referencia menos el valor de ajuste de ciclo de trabajo más el valor de rampa de ciclo de trabajo (180);
  - 25 (e) determinar si se ha cumplido una condición predeterminada (185), en el que dicha condición predeterminada es si: (1) no ha transcurrido un tiempo de rampa de subida, (2) el ciclo de trabajo operativo no es igual al ciclo de trabajo de punto de referencia y (3) no se ha seleccionado un nuevo nivel de intensidad de luz;
  - 30 (f) si se ha cumplido la condición predeterminada, aumentar entonces el valor de rampa de ciclo de trabajo mediante el valor de etapa de ciclo de trabajo (190) y volver a la etapa (d); y
  - (g) si no se ha cumplido la condición predeterminada, entonces poner fin al modo de calentamiento de LED.
2. Procedimiento de control de iluminación según la reivindicación 1, en el que una vez transcurrido el primer intervalo de tiempo, se determina si se ha habilitado una función de ciclo de trabajo rampa (145), en el que si no se ha habilitado la función de ciclo de trabajo rampa, entonces se pone fin al modo de calentamiento de LED.

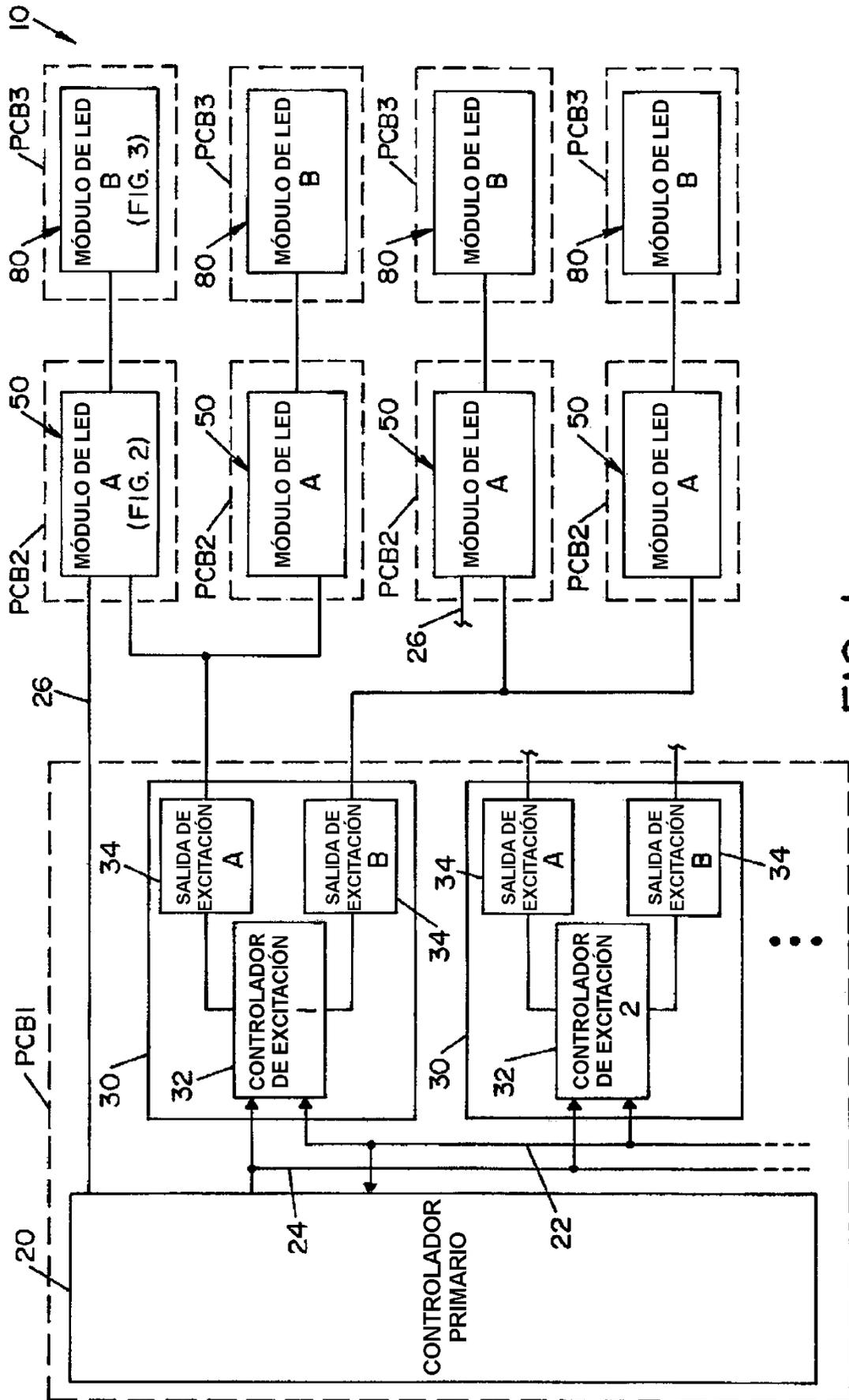


FIG. 1

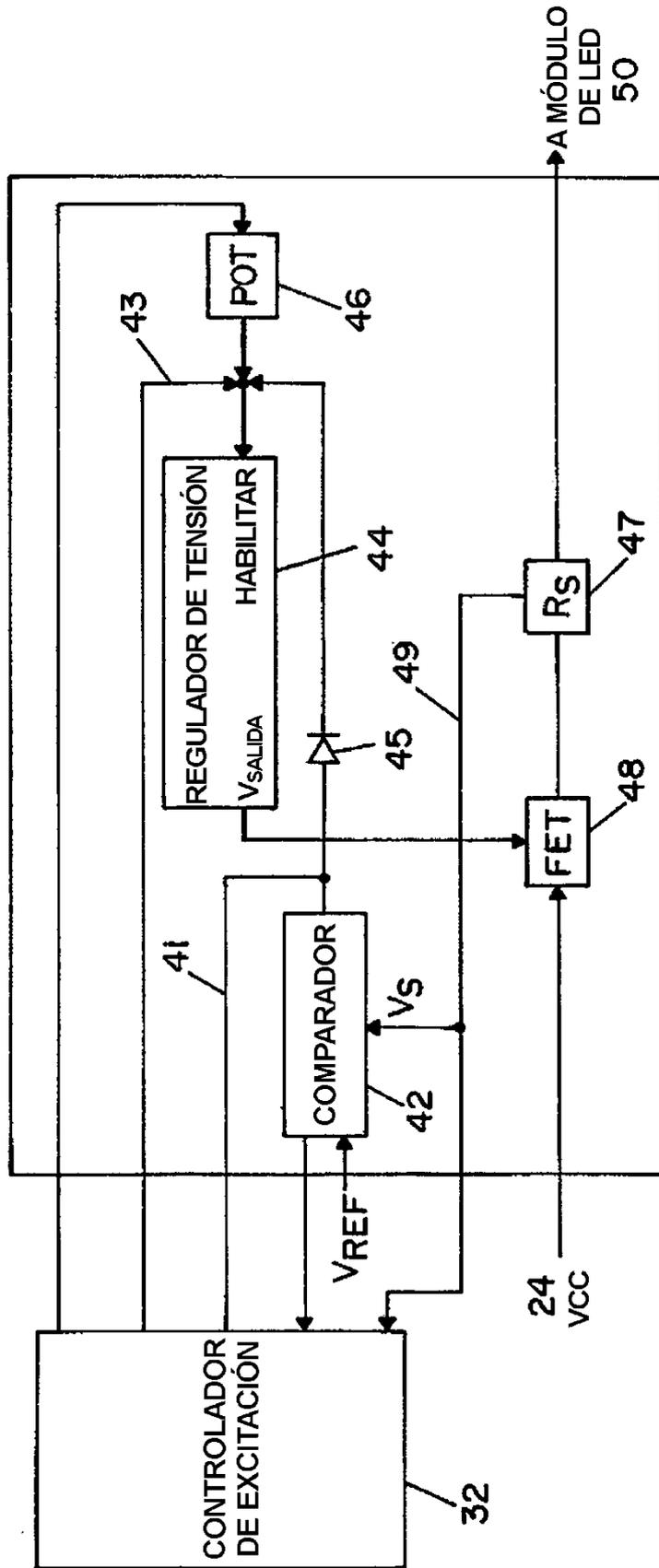


FIG. 2

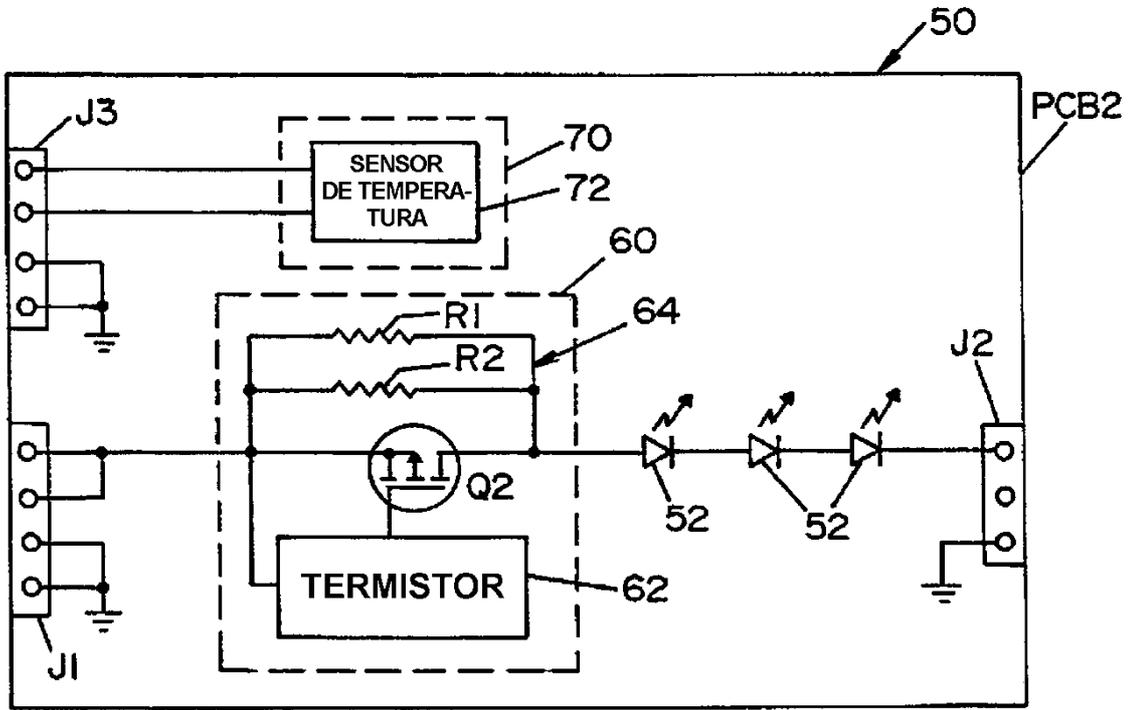


FIG. 3

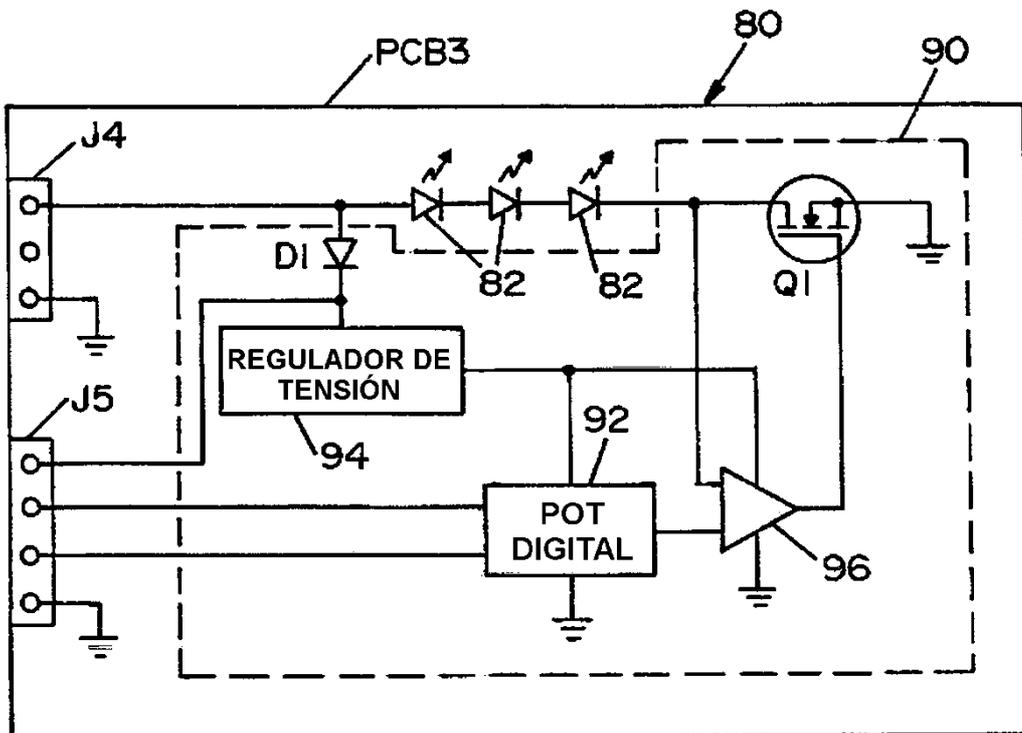
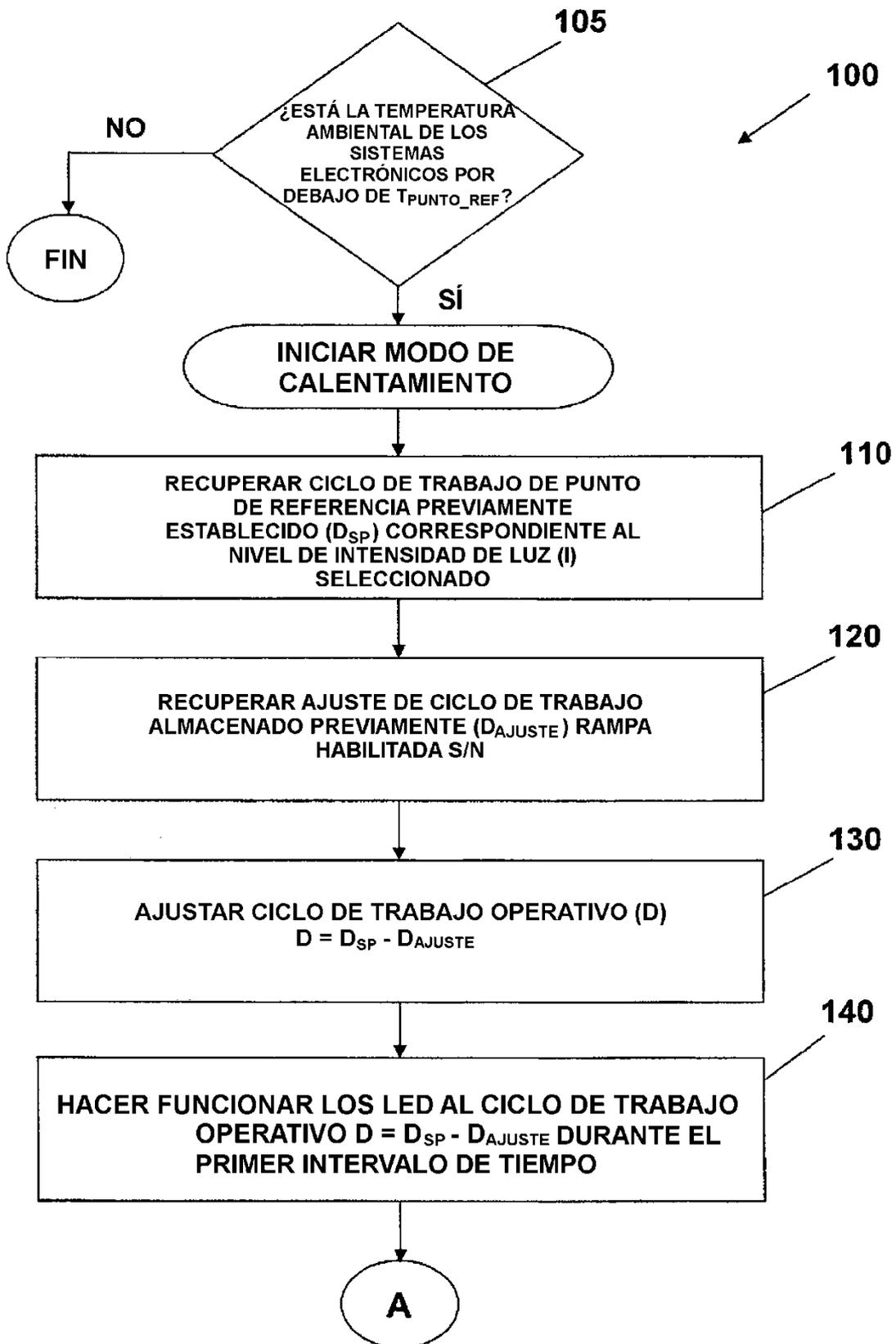


FIG. 4



**FIG. 5A**

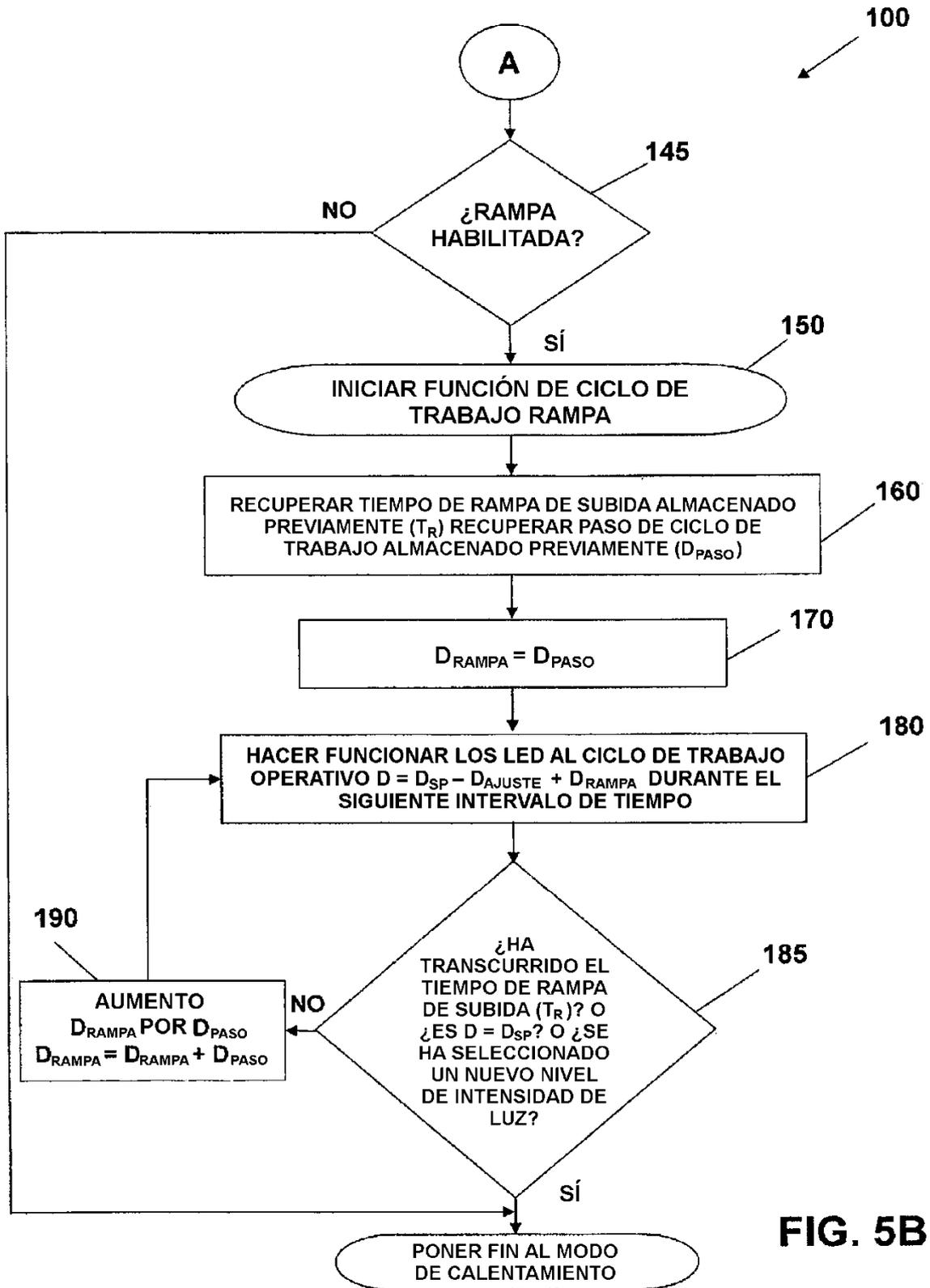


FIG. 5B