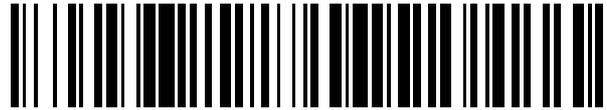


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 430**

51 Int. Cl.:

G06F 1/20 (2006.01)

G06F 1/32 (2006.01)

G05D 23/19 (2006.01)

G01K 7/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.02.2016 E 16709646 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 3278193**

54 Título: **Gestión térmica en un dispositivo informático basándose en la detección de la carga de trabajo**

30 Prioridad:

31.03.2015 US 201514675393

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

25.04.2019

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**VOOTUKURU, ANIL;
JAIN, ANKUR;
VADAKKANMARUVEEDU, UNNIKISHNAN;
MITTER, VINAY y
MEDRANO, CHRISTOPHER LEE**

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 710 430 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

Gestión térmica en un dispositivo informático basándose en la detección de la carga de trabajo

5 **DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA**

[0001] Los dispositivos informáticos portátiles ("PCD") se están convirtiendo en una necesidad para las personas a nivel personal y profesional. Entre estos dispositivos pueden incluirse teléfonos celulares, asistentes digitales portátiles, consolas de juegos portátiles, ordenadores de bolsillo y otros elementos electrónicos portátiles.

10 [0002] En funcionamiento, los circuitos electrónicos dentro de un PCD generan calor o energía térmica, que en niveles excesivos puede ser perjudicial para los circuitos. La cantidad de energía térmica que se genera puede variar dependiendo de las condiciones de funcionamiento. Por ejemplo, en un caso en el que un PCD está transmitiendo datos de forma inalámbrica durante un período de tiempo sostenido a un nivel de potencia alto, el amplificador de potencia que alimenta la antena puede generar una cantidad de energía térmica potencialmente perjudicial. Los chips de circuitos integrados, como los procesadores, también pueden generar una energía térmica sustancial cuando funcionan a altos niveles de carga de trabajo.

15 [0003] Algunos PCD incluyen sensores térmicos ubicados cerca de los circuitos electrónicos que el procesador de PCD puede supervisar para determinar si el PCD o parte de los mismos ha alcanzado un umbral o temperatura crítica. Cuando una lectura del sensor térmico indica que un PCD ha alcanzado tal temperatura de umbral, el procesador puede iniciar una acción destinada a reducir la producción de energía térmica o reducir los efectos de la energía térmica. Por ejemplo, el procesador puede reducir temporalmente la potencia a algunos de los componentes electrónicos que generan la energía térmica, como el amplificador de potencia, para permitir que el PCD disipe el exceso de energía térmica. Otra acción que puede emprender el procesador es inhabilitar ciertas funciones que consumen mucha energía, como la diversidad del receptor en un transceptor que tiene una característica de receptor de diversidad. Otra acción que puede emprender el procesador es reducir el rendimiento del transmisor. El conjunto de acciones que realiza el procesador en respuesta a una o más lecturas de temperatura que exceden uno o más niveles de umbral puede denominarse "esquema de gestión térmica". Un procesador puede seleccionar uno de una serie de esquemas de gestión térmica dependiendo de los sensores y los niveles de umbral involucrados.

20 [0004] El documento US 2015/005980 A1 divulga un procedimiento para controlar la temperatura de un aparato terminal, en el que el procedimiento incluye medir una primera temperatura de un área de fuente de calor donde al menos una fuente de calor está incluida en el aparato terminal, y medir una segunda temperatura de un área externa que está alejada de la zona de la fuente de calor; determinar una diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura; y controlar el calor generado a partir de la fuente de calor, basándose en la diferencia entre la primera temperatura y la segunda temperatura.

25 **SUMARIO DE LA DIVULGACIÓN**

30 [0005] Los sistemas, procedimientos y productos de programas informáticos se divulgan para la gestión térmica en un dispositivo informático portátil que diferencia los cambios de temperatura causados por la carga de trabajo constante y los cambios de temperatura causados por la carga de trabajo instantánea.

35 [0006] Un procedimiento para la gestión térmica se define en la reivindicación 1. Un sistema para la gestión térmica se define en la reivindicación 8. Un producto de programa informático para la gestión térmica se define en la reivindicación 15.

40 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

45 [0007] En las figuras, los mismos números de referencia se refieren a las mismas partes a lo largo de las diversas visualizaciones a menos que se indique lo contrario. Para los números de referencia con designaciones de caracteres de letras como "102A" o "102B", las designaciones de caracteres de letras pueden diferenciar dos partes o elementos similares presentes en la misma figura. Las designaciones de caracteres de letras para los números de referencia pueden omitirse cuando se pretende que un número de referencia abarque todas las partes que tengan el mismo número de referencia en todas las figuras.

50 La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema para la gestión térmica, de acuerdo con un modo de realización a modo de ejemplo.

55 La FIG. 2 es un gráfico que ilustra un aumento de la temperatura en el tiempo causado por una carga de trabajo constante.

60 La FIG. 3 es un gráfico que ilustra un aumento de la temperatura en el tiempo causado por una carga de trabajo instantánea.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques de un dispositivo informático portátil configurado para la gestión térmica, de acuerdo con un modo de realización a modo de ejemplo.

La FIG. 5 es un diagrama de arquitectura de hardware para el dispositivo informático portátil.

La FIG. 6 es un diagrama de arquitectura de software para el dispositivo informático portátil.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para la gestión térmica en el dispositivo informático portátil, de acuerdo con un modo de realización a modo de ejemplo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0008] El término "a modo de ejemplo" se usa en el presente documento para indicar que "sirve de ejemplo, caso o ilustración". Cualquier aspecto descrito en el presente documento como "a modo de ejemplo" no se debe interpretar necesariamente que es preferente o ventajoso con respecto a otros aspectos.

[0009] Los términos "componente", "base de datos", "módulo", "sistema" y similares están destinados a referirse a una entidad relacionada con el ordenador, ya sea hardware, firmware, una combinación de hardware y software, software o software en ejecución. Por ejemplo, un componente puede ser, pero no se limita a ser, un proceso que se ejecute en un procesador, un procesador, un objeto, un ejecutable, un hilo de ejecución, un programa y/o un ordenador. A modo de ilustración, tanto una aplicación que se ejecuta en un dispositivo informático como el dispositivo informático pueden ser un componente. Uno o más componentes pueden residir dentro de un proceso y/o hilo de ejecución, y un componente puede estar ubicado en un ordenador y/o estar distribuido entre dos o más ordenadores. Además, estos componentes pueden ejecutarse desde diversos medios legibles por ordenador que tengan diversas estructuras de datos almacenadas en los mismos. Los componentes pueden comunicarse mediante procesos locales y/o remotos como de acuerdo con una señal que presenta uno o más paquetes de datos (por ejemplo, datos de un componente que interactúa con otro componente en un sistema local, sistema distribuido, y/o a través de una red, tal como Internet, con otros sistemas mediante la señal).

[0010] El término "aplicación" o "imagen" también puede incluir archivos con contenido ejecutable, como: código objeto, scripts, código de bytes, archivos de lenguaje de marcas y parches. Además, una "aplicación" a la que se hace referencia en el presente documento, también puede incluir archivos que no son de naturaleza ejecutable, como documentos que pueda ser necesario abrir u otros archivos de datos a los que sea necesario acceder.

[0011] Los términos "unidad de procesamiento central ("CPU")", "procesador de señal digital ("DSP")", unidad de procesamiento de gráficos ("GPU")", "módem" y "chip" son ejemplos no limitativos de componentes de procesamiento que pueden residir en un PCD y se usan indistintamente, salvo que se indique lo contrario. Además, como se distingue en esta descripción, una CPU, DSP, módem o chip puede comprender uno o más componentes de procesamiento distintos, en general denominados en el presente documento "núcleo(s)" y "sub-núcleo(s)".

[0012] En esta descripción, se entenderá que los términos "térmica" y "energía térmica" pueden usarse en asociación con un dispositivo o componente capaz de generar o disipar energía que se puede medir en unidades de "temperatura". En consecuencia, se entenderá además que el término "temperatura", con referencia a algún valor estándar, abarca cualquier medida que pueda ser indicativa del calor, o ausencia de calor, relativo de un dispositivo o componente generador de "energía térmica".

[0013] En esta descripción, los términos "carga de trabajo", "carga de proceso", "carga de trabajo de proceso" y "bloque de código" se usan indistintamente y en general se dirigen hacia la carga de procesamiento, o el porcentaje de carga de procesamiento, que se asocia o puede ser asignado a, un componente de procesamiento dado en un modo de realización dado. Además de lo que se definió anteriormente, un "componente de procesamiento" o "componente generador de energía térmica" o "agresor térmico" puede ser, pero no se limita a, una CPU, GPU, núcleo, núcleo principal, sub-núcleo, área de procesamiento, motor de hardware, etc., o cualquier componente que se encuentre dentro o fuera de un circuito integrado dentro de un dispositivo informático portátil.

[0014] En esta descripción, el término "dispositivo informático portátil" ("PCD") se utiliza para describir cualquier dispositivo que funcione con una fuente de alimentación de capacidad limitada, como una batería, y que carezca de un sistema para eliminar el exceso de energía térmica (es decir, para refrigeración, como un abanico, etc.). Aunque los PCD que funcionan con batería se han utilizado durante décadas, los avances tecnológicos en baterías recargables, junto con el advenimiento de la tecnología inalámbrica de tercera generación ("3G") y de cuarta generación ("4G"), han permitido numerosos PCD con múltiples capacidades. Por lo tanto, un PCD puede ser un teléfono celular, un teléfono satelital, un buscapersonas, un PDA, un teléfono inteligente, un dispositivo de navegación, un libro o lector inteligente, un reproductor multimedia, un ordenador portátil o un ordenador de mano con una conexión inalámbrica o una combinación de los dispositivos antes mencionados, entre otros.

[0015] Como se ilustra en la FIG. 1, en un modo de realización ilustrativo o a modo de ejemplo, un PCD 100 incluye un sistema en chip 102, es decir, un sistema incorporado en un chip de circuito integrado. El sistema en chip 102 está

configurado para proporcionar gestión térmica en PCD 100 ajustando parámetros tales como frecuencias de reloj y cargas de trabajo en respuesta a condiciones térmicas. Más específicamente, el sistema 102 en chip puede ajustar uno o más del voltaje de alimentación, la frecuencia del generador de reloj y la asignación de la carga de trabajo a través de componentes térmicamente agresivos en el sistema 102 en chip, como procesadores o núcleos individuales 222, 224, 226 y 228. Aunque la gestión térmica se describe en esta especificación en relación con un modo de realización en el que los agresores térmicos 110 son núcleos 222, 224, 226 y 228, en otros modos de realización, tales agresores térmicos pueden incluir, por ejemplo, una CPU, GPU, DSP, matriz programable, codificador/descodificador de vídeo, bus del sistema, cámara o subsistema de procesamiento de imágenes, etc.

[0016] El sistema en chip 102 puede supervisar múltiples sensores de temperatura internos 157A así como al menos un sensor de temperatura externo 157B (a los que se hace referencia colectivamente como sensores de temperatura 157). Cada sensor de temperatura interno 157A puede asociarse y configurarse para detectar la temperatura de uno de los núcleos 222, 224, 226 y 228. El sensor de temperatura externo 157B está configurado en el modo de realización a modo de ejemplo para detectar la temperatura de la carcasa 106 de PCD 100, comúnmente denominada "temperatura de la piel" del dispositivo.

[0017] Un módulo de supervisión 114 está acoplado a sensores de temperatura 157 para supervisar sus lecturas de temperatura. El módulo de supervisión 114 también está acoplado a un módulo de determinación de la carga de trabajo 101. El módulo de determinación de la carga de trabajo 101 está acoplado a un módulo de escalado dinámico de reloj y voltaje ("DCVS") 26 y a un módulo programador 207.

[0018] Como se ilustra en la FIG. 2, un primer gráfico de lectura de temperatura a modo de ejemplo 107 ilustra un aumento de la temperatura que se mantiene o permanece estable durante un intervalo de tiempo. Por lo tanto, el gráfico 107 tiene una apariencia sustancialmente nivelada o estable. Un aumento en la temperatura que permanece nivelada o constante durante un intervalo de tiempo puede ser causado por un aumento en la carga de trabajo del procesador que permanece sustancialmente estable durante un intervalo de tiempo, denominado en esta especificación por conveniencia una "carga de trabajo constante". Como se ilustra en la FIG. 3, un segundo gráfico de lectura de temperatura a modo de ejemplo 108 ilustra un aumento de temperatura sustancialmente breve o instantáneo durante un intervalo de tiempo. Por lo tanto, el gráfico 108 tiene una apariencia que se asemeja a un pico. Un aumento sustancialmente en pico en la temperatura durante un intervalo de tiempo puede ser causado por un aumento sustancialmente en pico o instantáneo en la carga de trabajo del procesador durante un intervalo de tiempo, denominado en esta especificación por conveniencia una "carga de trabajo instantánea". Debe entenderse que los gráficos 107 y 108 pretenden ser solo a modo de ejemplo o con el propósito de ilustrar de manera generalizada la diferencia entre un aumento de temperatura causado por una "carga de trabajo constante" y un aumento de temperatura causado por una "carga de trabajo instantánea" como se utilizan esos términos en esta especificación. En varios casos de funcionamiento de PCD 100, las temperaturas medidas pueden cambiar de cualquier manera durante varios intervalos de tiempo, y cualquier gráfico correspondiente (no mostrado) podría tener cualquiera de las diversas apariencias.

[0019] Refiriéndose nuevamente a la FIG. 1, el módulo de determinación de la carga de trabajo 101 determina si las lecturas de temperatura de los sensores de temperatura 157 indican que un aumento de temperatura detectado es causado por una carga de trabajo constante o una carga de trabajo instantánea. Si el módulo de determinación de la carga de trabajo 101 determina que un aumento de la temperatura es causado por una carga de trabajo constante, entonces el módulo de determinación de la carga de trabajo establece PCD 100 para funcionar bajo una primera configuración de administración térmica que está optimizada para una carga de trabajo constante. Si el módulo de determinación de la carga de trabajo 101 determina que un aumento de temperatura es causado por una carga de trabajo instantánea, entonces el módulo de determinación de la carga de trabajo establece PCD 100 para funcionar bajo una segunda configuración de administración térmica que está optimizada para una carga de trabajo instantánea. El módulo DCVS 26 puede determinar los ajustes de voltaje y frecuencia de reloj de acuerdo con la primera y la segunda configuración de gestión térmica seleccionadas. De acuerdo con la primera configuración de gestión térmica, el módulo de determinación de la carga de trabajo 101 puede hacer que el módulo DCVS 26 ajuste o establezca los ajustes de voltaje y frecuencia de reloj que afectan el funcionamiento de los núcleos 222, 224, 226 y 228 a un primer grupo de ajustes voltaje y frecuencia de reloj respectivos. De acuerdo con la segunda configuración de gestión térmica, el módulo de determinación de la carga de trabajo 101 puede hacer que el módulo DCVS 26 ajuste o establezca los ajustes de voltaje y frecuencia de reloj que afectan al funcionamiento de los núcleos 222, 224, 226 y 228 a un segundo grupo de ajustes de voltaje y frecuencia de reloj respectivos. De forma alternativa o adicional, el módulo de determinación de la carga de trabajo 101 puede hacer que el programador 207 ajuste o establezca las cargas de trabajo asignadas a los núcleos 222, 224, 226 y 228 entre sí de una manera que depende de la determinación de si un aumento de temperatura detectado es causado por una carga de trabajo instantánea o una carga de trabajo constante. Por ejemplo, las cargas de trabajo pueden distribuirse entre los núcleos 222, 224, 226 y 228 de una manera (es decir, una primera distribución) cuando se determina que un aumento de temperatura es el resultado de una carga de trabajo instantánea y se distribuye entre los núcleos 222, 224, 226 y 228 de una manera diferente (es decir, una segunda distribución) cuando se determina que un aumento de temperatura es el resultado de una carga de trabajo constante.

[0020] La energía térmica producida por uno o más de los núcleos 222, 224, 226 y 228 puede fluctuar de acuerdo con sus cargas de trabajo. A medida que cambia el nivel de generación de energía térmica asociado con cada uno de los núcleos 222, 224, 226 y 228, el módulo de supervisión 114 detecta el cambio medido por los sensores de temperatura 157A y puede transmitir datos de temperatura que indiquen los cambios al módulo de determinación de la carga de trabajo 101. De manera similar, el módulo de supervisión 114 puede reconocer los cambios en la temperatura de la piel medidos por el sensor de temperatura 157B y puede transmitir datos de temperatura que indiquen el cambio al módulo de determinación de la carga de trabajo 101. Como se describe con más detalle a continuación, la diferencia entre una medición de la temperatura del núcleo del procesador y una medición de la temperatura de la piel puede ser indicativa de si un aumento de la temperatura es causado por una carga de trabajo instantánea o una carga de trabajo constante.

[0021] Como se ilustra en la FIG. 4, PCD 100 puede ser un teléfono inalámbrico. En PCD 100, los procesadores del sistema en chip 102 incluyen una CPU 110 y un procesador de señales analógicas 126 que están acoplados entre sí. La CPU 110 puede comprender una pluralidad de núcleos, a los que se puede hacer referencia como un núcleo cero 222, un primer núcleo 224, etc., hasta un núcleo N-ésimo 230, como entiende un experto en la técnica. En otros modos de realización, se puede emplear un DSP (no mostrado) en lugar de la CPU 110. Una GPU 135 puede acoplarse a la CPU 110.

[0022] El módulo de determinación de la carga de trabajo 101 puede recibir datos de temperatura del módulo de supervisión 114 y, en respuesta a los datos de temperatura, aumentar o reducir selectivamente la energía térmica generada por los núcleos 222, 224 y 230, GPU 135 o cualquier otro procesador, a través del módulo DCVS 26 y/o aumentar o reducir selectivamente sus cargas de trabajo relativas (es decir, la distribución de tareas entre estos elementos) a través del programador 207 (FIG. 1). Más en general, el módulo DCVS 26 puede ajustar selectivamente los parámetros de reloj y voltaje de cualquier unidad de procesamiento central, unidad de procesamiento de gráficos, otra unidad de procesamiento, bus, controlador de memoria u otro elemento de PCD 100, y/o el programador 207 puede ajustar selectivamente la distribución de tareas entre cualquiera de estos elementos, en respuesta a los datos de temperatura proporcionados por el módulo de supervisión 114. El programador 207 puede implementarse como un módulo de software que surge a través de la ejecución del software por parte de la CPU 110. El módulo de supervisión 114 recibe datos de temperatura de uno o más sensores de temperatura internos 157A en varias ubicaciones dentro del sistema en chip 102 y de uno o más sensores de temperatura externos 157B que son externos al sistema en chip 102. El módulo de supervisión 114 está configurado para comunicarse con la CPU 110.

[0023] Un controlador de pantalla 128 y un controlador de pantalla táctil 130 están acoplados a la CPU 110. Una pantalla táctil 132 externa al sistema en chip 102 está acoplada al controlador de pantalla 128 y al controlador de pantalla táctil 130.

[0024] El PCD 100 puede incluir además un decodificador de vídeo 134, por ejemplo, un decodificador de línea de alternancia de fase ("PAL"), un decodificador de color con memoria secuencial ("SECAM"), un decodificador del comité de sistema(s) nacional(es) de televisión ("NTSC"), o cualquier otro tipo. El decodificador de vídeo 134 está acoplado a la CPU 110. Un amplificador de vídeo 136 está acoplado al decodificador de vídeo 134 y la pantalla táctil 132. Un puerto de vídeo 138 está acoplado al amplificador de vídeo 136. Un controlador de bus serie universal ("USB") 140 también está acoplado a la CPU 110, y un puerto USB 142 está acoplado al controlador USB 140. Una memoria 112 y una tarjeta de módulo de identidad de abonado ("SIM") 146 también se pueden acoplar a la CPU 110. Además, una cámara digital 148 puede estar acoplada a la CPU 110. La cámara digital 148 puede ser, por ejemplo, una cámara de dispositivo acoplado por carga ("CCD") o una cámara complementaria de semiconductor de óxido de metal ("CMOS").

[0025] Un CODEC de audio estéreo 150 se puede acoplar al procesador de señales analógicas 126. Además, un amplificador de audio 152 se puede acoplar al CODEC de audio estéreo 150. Los altavoces estéreo primero y segundo 154 y 156, respectivamente, se pueden acoplar al amplificador de audio 152. Además, un amplificador de micrófono 158 también se puede acoplar al CODEC de audio estéreo 150, y un micrófono 160 puede estar acoplado a un amplificador de micrófono 158. Un sintonizador de radio de modulación de frecuencia ("FM") 162 puede estar acoplado al CODEC de audio estéreo 150. Una antena de FM 164 está acoplada al sintonizador de radio FM 162. Además, los auriculares estéreo 166 se pueden acoplar al CODEC de audio estéreo 150.

[0026] Un transceptor de módem o radio frecuencia ("RF") 168 puede estar acoplado al procesador de señales analógicas 126. Un conmutador de RF 170 puede acoplarse al transceptor de RF 168 y a una antena de RF 172. Además, un teclado 174, un auricular mono con un micrófono 176 y un dispositivo vibrador 178 se pueden acoplar al procesador de señales analógicas 126.

[0027] Una fuente de alimentación 188, como una batería, está acoplada al sistema en chip 102 a través de un circuito integrado de administración de energía ("PMIC") 180. En un aspecto particular, la fuente de alimentación 188 incluye una batería recargable o una fuente de alimentación de CC que se obtiene a partir de un transformador de CA a CC conectado a una fuente de alimentación de CA.

[0028] Los sensores de temperatura internos 157A pueden comprender, por ejemplo, uno o más sensores de temperatura proporcional a temperatura absoluta ("PTAT") que se basan en una estructura de PNP vertical del tipo que se sabe que se puede usar con los circuitos de integración a escala muy grande del CMOS ("VLSI"). Los sensores de temperatura externos 157B pueden comprender, por ejemplo, uno o más termistores. En respuesta a la temperatura, los sensores de temperatura 157 pueden producir una caída de voltaje. Un controlador de convertidor analógico a digital ("ADC") 103 convierte las caídas de voltaje en señales digitales y proporciona las señales digitales al sistema en chip 102. Sin embargo, en otros modos de realización, pueden emplearse otros tipos de sensores térmicos 157 sin apartarse del alcance de la invención.

[0029] En el modo de realización a modo de ejemplo ilustrado en la FIG. 4, la pantalla táctil 132, puerto de vídeo 138, puerto USB 142, cámara 148, primer altavoz estéreo 154, segundo altavoz estéreo 156, micrófono 160, antena de FM 164, auriculares estéreo 166, interruptor RF 170, antena RF 172, teclado 174, auricular mono 176, vibrador 178, sensores térmicos 157B, PMIC 180 y fuente de alimentación 188 son externos al sistema en chip 102. Sin embargo, debe entenderse que el módulo de supervisión 114 también puede recibir una o más indicaciones o señales de uno o más de estos dispositivos externos por medio del procesador de señales analógicas 126 y la CPU 110 para ayudar en la administración en tiempo real de los recursos que pueden funcionar en PCD 100.

[0030] Uno o más de los pasos del procedimiento descritos en esta especificación pueden implementarse mediante un código ejecutable por el procesador o instrucciones almacenadas en la memoria 112. En el modo de realización a modo de ejemplo, el módulo de determinación de la carga de trabajo 101 puede incluir tanto una parte de hardware como una parte de software. Las instrucciones que definen la parte del software pueden ser ejecutadas por la CPU 110, el procesador de señales analógicas 126, el controlador ADC 103 u otro elemento de procesamiento, para realizar o controlar los procedimientos descritos en el presente documento. Además, los procesadores 110, 126, la memoria 112, las instrucciones almacenadas en el mismo, o una combinación de los mismos pueden servir como un medio para realizar uno o más de los pasos del procedimiento descritos en el presente documento.

[0031] Como se ilustra en la FIG. 5, en una disposición espacial a modo de ejemplo de elementos de hardware del sistema en chip 102, la CPU 110 se puede posicionar en la región del lado izquierdo del sistema en el chip mientras que el procesador de señales analógicas 126 se coloca en una región del lado derecho de la sistema de chip 102. La CPU 110 se puede acoplar a uno o más bucles de bloqueo de fase ("PLL") 209A y 209B, que están ubicados adyacentes a la CPU 110 y en la región del lado izquierdo del sistema en chip 102. Junto a los PLL 209A y 209B y debajo de la CPU 110 se puede colocar un controlador de conversión analógica a digital ("ADC") 103.

[0032] Los sensores de temperatura internos 157A pueden colocarse en diversos lugares y asociarse con diversos componentes. Por ejemplo, un primer sensor de temperatura interno 157A1 puede colocarse en una región central superior del sistema en chip 102 entre la CPU 110 y el procesador de señales analógicas 126 y adyacente a la memoria 112. Un segundo sensor de temperatura interno 157A2 puede colocarse debajo del procesador de señales analógicas 126 en una región del lado derecho del sistema en chip 102. El segundo sensor de temperatura interno 157A2 también puede colocarse entre una máquina de conjunto de instrucciones informáticas de conjunto de instrucciones reducido ("RISC") avanzado ("ARM") 177 y un primer procesador de gráficos 135A. Un controlador digital a analógico ("DAC") 173 puede colocarse entre el segundo sensor de temperatura interno 157A2 y el procesador de señales analógicas 126. Un tercer sensor de temperatura interno 157A3 puede colocarse entre un segundo procesador de gráficos 135B y un tercer procesador de gráficos 135C en una región del extremo derecho del sistema en chip 102. Un cuarto sensor de temperatura interno 157A4 puede colocarse en una región del extremo derecho del sistema en chip 102 y debajo de un cuarto procesador gráfico 135D. Y un quinto sensor de temperatura interno 157A5 puede colocarse en una región del extremo izquierdo del sistema en chip 102 y adyacente a los PLL 209A y 209B y al controlador ADC 103.

[0033] Uno o más sensores de temperatura externos 157B también pueden estar acoplados al controlador ADC 103. Por ejemplo, un primer sensor de temperatura externo 157B1 puede colocarse adyacente pero no en contacto con un cuadrante superior derecho del sistema en chip 102. Un segundo sensor de temperatura externo 157B2 puede colocarse adyacente pero no en contacto con un cuadrante inferior derecho del sistema en chip 102. Cualquiera o ambos de los sensores de temperatura externos primero y segundo 157B1 y 157B2 pueden estar en contacto con un sustrato (no se muestra) en el que se monta el sistema en chip 102 (es decir, un conjunto de circuito), la carcasa 105 de PCD 100 u otra estructura que no esté directamente en contacto con los diversos agresores térmicos, para proporcionar una medición de la temperatura de la piel de PCD 100 en lugar de una medición de la temperatura (matriz) del sistema en chip 102. Un experto en la técnica reconocerá que pueden proporcionarse otras disposiciones espaciales de los elementos de hardware ilustrados en la FIG. 5 sin apartarse del alcance de la invención.

[0034] Como entiende un experto en la técnica, un sensor térmico se caracteriza comúnmente por una constante de tiempo. En el modo de realización a modo de ejemplo, la constante de tiempo de cada sensor de temperatura interno 157A es sustancialmente más baja que la constante de tiempo de cada sensor de temperatura externo 157B. En consecuencia, en respuesta a la energía térmica generada por los diversos agresores térmicos en el sistema en chip 102, las temperaturas detectadas por el sensor de temperatura interno 157A en general aumentan mucho más rápido que las temperaturas detectadas por los sensores de temperatura externos 157B. Es decir, en respuesta a un aumento en la energía térmica, la señal que produce un sensor de temperatura interno 157A en un momento posterior

al aumento representa una temperatura más alta que las señales que produce un sensor de temperatura externo 157B en ese momento.

5 **[0035]** Como se ilustra en la FIG. 6, una arquitectura de software a modo de ejemplo puede incluir un módulo de sistema operativo 208, además del programador 207, una parte de software del módulo de determinación de la carga de trabajo 101, y una parte de software del módulo de supervisión 114. También se puede incluir un módulo de gestión térmica 260 que funciona con el módulo de determinación de la carga de trabajo 101. Un sistema de archivos 290 puede contener un almacén de programas 296. El almacén de programas 296 puede contener un almacén de configuración de gestión térmica 292. El almacén de configuración de gestión térmica 292 puede contener una pluralidad de configuraciones de gestión térmica 294 y 296 o conjuntos de información similares. Aunque para fines ilustrados, dichos módulos o elementos de software se muestran conceptualmente como residentes en la memoria 112, un experto en la técnica entiende que dichos módulos o elementos de software surgen a través de la ejecución de instrucciones o código de software por parte de la CPU 110.

15 **[0036]** Cada una de las configuraciones de administración térmica 294 y 296 incluye datos que describen un grupo de niveles de umbral de temperatura, niveles de reloj y voltaje, configuraciones de carga de trabajo del procesador y otras configuraciones o parámetros que afectan a la generación de energía térmica por parte de los diversos agresores térmicos de PCD 100 o la respuesta a la información térmica de los procesadores u otros elementos de control de PCD 100. El módulo de determinación de la carga de trabajo 101 puede seleccionar la configuración de gestión térmica 294 o la configuración de gestión térmica 296. En respuesta a dicha selección, el módulo de gestión térmica 260 aplica los ajustes o parámetros de la configuración seleccionada a los agresores térmicos o elementos de control asociados de PCD 100. Por ejemplo, el módulo DCVS 26 puede recibir un conjunto de parámetros en respuesta a los cuales ajusta las frecuencias de reloj aplicadas a un conjunto de agresores térmicos. Cuando se aplica la configuración de gestión térmica 294, por ejemplo, el módulo DCVS 26 puede proporcionar una primera frecuencia de reloj a un procesador o corc, pero cuando se aplica la configuración de administración térmica 294, el módulo DCVS 26 puede proporcionar una segunda frecuencia de reloj a ese procesador o núcleo. De forma alternativa o adicional, la CPU 110 puede recibir un conjunto de parámetros en respuesta a los cuales ajusta la distribución de la carga de trabajo entre los núcleos 222, 224, 230, etc.

30 **[0037]** En la FIG. 7, se ilustra un procedimiento a modo de ejemplo 300 para la gestión térmica en PCD 100 o dispositivos similares. PCD 100 puede configurarse para realizar el procedimiento a través de los elementos de hardware y software descritos anteriormente.

35 **[0038]** Como indica el bloque 302, se supervisa al menos un primer sensor de temperatura. Dicho primer sensor de temperatura puede ser uno de los sensores de temperatura internos 157A. En un modo de realización que tiene múltiples sensores de temperatura internos 157A, pueden supervisarse múltiples sensores de temperatura internos 157A, y el que produce señales que representan la temperatura más alta puede seleccionarse como un primer valor de temperatura "T1". De forma alternativa, en un modo de realización que tiene múltiples sensores de temperatura internos 157A, pueden supervisarse múltiples sensores de temperatura internos 157A, y el primer valor de temperatura ("T1") puede obtenerse en respuesta a dos o más de los sensores de temperatura internos 157A. Por ejemplo, las lecturas de dos sensores de temperatura internos 157A, como uno en la CPU 110 y otro en la GPU 135, pueden sumarse para producir un primer valor de temperatura ("T1"). Como indica el bloque 304, se supervisa un segundo sensor de temperatura. Dicho segundo sensor de temperatura puede ser uno de los sensores de temperatura externos 157B. La temperatura representada por las señales producidas por tal segundo sensor de temperatura se puede denominar un segundo valor de temperatura "T2". El módulo de supervisión 114 puede supervisar tales sensores de temperatura 157.

50 **[0039]** Como indica el bloque 306, se determina si se detecta un cambio de temperatura. El módulo de supervisión 114 puede detectar dicho cambio de temperatura comparando muestras sucesivas de las señales recibidas de los diversos sensores de temperatura 157. El módulo de supervisión 114 también puede proporcionar información que indique los dos valores de temperatura T1 y T2 al módulo de determinación de la carga de trabajo 101.

55 **[0040]** Como indica el bloque 308, se determina la diferencia o delta entre los dos valores de temperatura T1 y T2. El módulo de determinación de la carga de trabajo 101 puede calcular tal diferencia o delta al restar T2 de T1 o viceversa. Dado que la constante de tiempo de uno de los sensores de temperatura internos 157A es en general más baja que la constante de uno de los sensores de temperatura externos 157B, una gran diferencia positiva o delta (T1-T2) puede ser más indicativa de una carga de trabajo instantánea que una carga de trabajo constante.

60 **[0041]** Como indica el bloque 310, la diferencia o delta se compara con un valor de umbral. Si la diferencia o delta excede el umbral, por ejemplo, entonces se selecciona la primera configuración de administración térmica 294 (FIG. 6), según lo indicado por el bloque 312. Por ejemplo, la primera configuración de gestión térmica 294 puede optimizarse para una carga de trabajo instantánea. Si la diferencia o delta no excede el umbral, se selecciona la segunda configuración de administración térmica 296 (FIG. 6), como se indica mediante el bloque 314. Por ejemplo, la segunda configuración de gestión térmica 296 puede optimizarse para una carga de trabajo constante. La seleccionada de las configuraciones de gestión térmica 294 y 296 se aplica a PCD 100. El módulo de determinación de la carga de trabajo 101 puede realizar la comparación y selección mencionadas anteriormente. El módulo de

determinación de la carga de trabajo 101 también puede aplicar la configuración seleccionada a los elementos asociados de PCD 100 recuperando los parámetros térmicos o la información incluida en las configuraciones de administración térmica seleccionadas 284 y 296 de la memoria 112 y proporcionándolos a la lógica de administración térmica 260 (FIG. 6). De forma alternativa, el módulo de gestión térmica 260 puede aplicar o ayudar a aplicar la configuración seleccionada a los elementos asociados de PCD 100. Como se describió anteriormente, dicha información o parámetros térmicos pueden incluir, por ejemplo, las frecuencias de los relojes aplicados a varios procesadores o los niveles de carga de trabajo asignados a varios procesadores. Cada una de las configuraciones de gestión térmica 294 y 296 puede incluir cualquier número de dichos parámetros.

[0042] Debe entenderse que en un modo de realización en el que el primer valor de temperatura T1 responde a una temperatura de la matriz (detectada por uno de los sensores de temperatura internos 157A) y el segundo valor de temperatura T2 responde a una temperatura de la piel, una diferencia o delta T1-T2 que excede el valor de umbral puede ser indicativa de una carga de trabajo instantánea que causa el aumento de temperatura, mientras que una diferencia o delta que no excede el umbral puede ser indicativa de una carga de trabajo constante que causa el aumento de temperatura. Sin embargo, en un modo de realización alternativo en el que el segundo valor de temperatura T2 responde a una temperatura de la matriz y el primer valor de temperatura T1 responde a una temperatura de la piel, una diferencia o delta T1-T2 que excede el valor umbral puede ser indicativa de una carga de trabajo constante que causa el aumento de temperatura, mientras que una diferencia o delta que no excede el umbral puede ser indicativa de una carga de trabajo instantánea que causa el aumento de la temperatura. En otras palabras, cualquiera de la temperatura de la matriz o la temperatura de la piel se puede restar de la otra sin apartarse del alcance de la invención.

[0043] Un conjunto de parámetros térmicos como la frecuencia de reloj y la carga de trabajo del procesador o del núcleo que optimizan el rendimiento térmico del PCD 100 para una carga de trabajo constante podrían dar como resultado un rendimiento térmico subóptimo si se aplica cuando un aumento de la temperatura en el PCD 100 no se debe a un aumento de la carga de trabajo constante sino más bien a un aumento de la carga de trabajo instantánea. Del mismo modo, dichos parámetros térmicos que optimizan el rendimiento térmico de PCD 100 para una carga de trabajo instantánea podrían dar como resultado un rendimiento térmico subóptimo si se aplican cuando un aumento de temperatura en PCD 100 no es causado por un aumento de carga de trabajo instantánea, sino por un aumento de carga de trabajo constante. Los modos de realización de la presente invención abordan este posible problema determinando si un aumento de temperatura es causado por un aumento de carga de trabajo constante o un aumento de carga de trabajo instantánea y, si se determina que el aumento de temperatura es causado por un aumento de carga de trabajo constante, aplicando un conjunto o configuración de parámetros térmicos que optimizan el rendimiento térmico para una carga de trabajo constante o, si se determina que el aumento de temperatura se debe a un aumento de carga de trabajo instantánea, aplicando un conjunto o configuración de parámetros térmicos que optimiza el rendimiento térmico para una carga de trabajo instantánea.

[0044] Aunque ciertos actos o pasos de los flujos de procesos descritos anteriormente preceden de forma natural a otros para que los modos de realización a modo de ejemplo funcionen como se describe, la invención no se limita al orden de esos actos o pasos si dicho orden o secuencia no altera la funcionalidad de la invención. En algunos casos, ciertos actos o pasos pueden omitirse o no realizarse sin apartarse de la invención. Además, las palabras como "a partir de entonces", "a continuación", "siguiente", etc. no tienen la intención de limitar el orden de los actos o pasos. Estas palabras se utilizan simplemente para guiar al lector a través de las descripciones de los procedimientos a modo de ejemplo.

[0045] Además, un experto en la técnica es capaz de escribir código informático o identificar hardware y/o circuitos apropiados para implementar la invención divulgada dificultad, basándose en los diagramas de flujo y la descripción asociada en esta especificación, por ejemplo.

[0046] Por lo tanto, la divulgación de un conjunto particular de instrucciones de código de programa o dispositivos de hardware detallados no se considera necesaria para una comprensión adecuada de cómo hacer y usar la invención. La funcionalidad inventiva de los procesos implementados por ordenador reivindicados se explica en la descripción anterior y juntamente con las figuras de los dibujos, que pueden ilustrar varios flujos de procesos.

[0047] En uno o más aspectos a modo de ejemplo, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. Si se implementan en un software, las funciones pueden incorporarse en instrucciones ejecutables por ordenador o en un código almacenado en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen cualquier medio disponible al que se pueda acceder mediante un ordenador o un dispositivo informático o de comunicación similar. A modo de ejemplo, y no de limitación, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, flash NAND, flash NOR, M-RAM, PRAM, R-RAM, CD-ROM u otros medios de almacenamiento de datos ópticos, magnéticos, de estado sólido, etc. Cabe señalar que una combinación de un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio y la lógica ejecutable por ordenador o las instrucciones almacenadas en el mismo para ser ejecutadas por un procesador definen un "producto de programa informático" tal como se entiende en el léxico de patentes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la gestión térmica en un dispositivo informático portátil (100), el procedimiento que comprende:

5 supervisar (302, 304) una pluralidad de sensores de temperatura (157A, 157B) que incluyen al menos un primer sensor de temperatura (157A) en una matriz de circuitos integrados (102) y al menos un segundo sensor de temperatura (157B) que no está en la matriz de circuitos integrados (102) pero dentro de una carcasa del dispositivo informático portátil (100), en el que una constante de tiempo del primer sensor de temperatura (157A) es menor que una constante de tiempo del segundo sensor de temperatura (157B);

10 detectar (306) un cambio de temperatura en respuesta a la supervisión de la pluralidad de sensores de temperatura (157A, 157B);

15 en respuesta a la detección (306) de un cambio de temperatura, calcular (308) una diferencia entre un primer valor de temperatura que responde al al menos un primer sensor de temperatura (157A) y un segundo valor de temperatura que responde al al menos un segundo sensor de temperatura (157B);

20 comparar (310) la diferencia con un valor umbral;

 seleccionar (312, 314) una de una primera configuración de gestión térmica (294) y una segunda configuración de gestión térmica (296) en respuesta al resultado de comparar (310) la diferencia con el valor umbral; y

25 aplicar (316) una seleccionada de la primera configuración de gestión térmica (294) y la segunda configuración de gestión térmica (296) al dispositivo informático portátil (100).
2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que aplicar (316) una seleccionada de la primera configuración de gestión térmica y la segunda configuración de gestión térmica al dispositivo informático portátil (100) comprende acceder a una memoria (292) en la que la primera configuración de gestión térmica (294) y la segunda configuración de gestión térmica (296) se almacenan.
3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la primera configuración de gestión térmica (294) incluye aplicar una primera frecuencia de reloj a un elemento de procesamiento del circuito integrado, y la segunda configuración de gestión térmica (296) incluye aplicar una segunda frecuencia de reloj al elemento de procesamiento del circuito integrado.
4. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la supervisión (302, 304) de la pluralidad de sensores de temperatura (157A, 157B) incluye la supervisión de al menos un primer sensor de temperatura (157A) asociado con un procesador (222, 224, 226, 228) del circuito integrado.
5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que el al menos un primer sensor de temperatura (157A) comprende un sensor proporcional a la temperatura absoluta, PTAT.
6. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el al menos un segundo sensor de temperatura (157B) comprende un termistor.
7. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el dispositivo informático portátil (100) comprende al menos uno de un teléfono móvil, un asistente digital personal, un buscapersonas, un teléfono inteligente, un dispositivo de navegación y un ordenador de mano con una conexión o un enlace inalámbrico.
8. Un sistema para la gestión térmica en un dispositivo informático portátil (100), el sistema que comprende:

55 medios para supervisar (302, 304) una pluralidad de sensores de temperatura (157A, 157B) que incluyen al menos un primer sensor de temperatura (157A) en una matriz de circuitos integrados (102) y al menos un segundo sensor de temperatura (157B) que no está en la matriz de circuitos integrados sino dentro de una carcasa del dispositivo informático portátil (100) en el que una constante de tiempo del primer sensor de temperatura (157A) es menor que una constante de tiempo del segundo sensor de temperatura (157B);

60 medios para detectar (306) un cambio de temperatura en respuesta a la supervisión de la pluralidad de sensores de temperatura (157A, 157B);

 medios para, en respuesta a detectar (306) un cambio de temperatura, calcular (308) una diferencia entre un primer valor de temperatura que responde al al menos un primer sensor de temperatura (157A) y un segundo valor de temperatura que responde al al menos un segundo sensor de temperatura (157B);

65

medios para comparar (310) la diferencia con un valor umbral;

5 medios para seleccionar (312, 314) una de una primera configuración de gestión térmica (294) y una segunda configuración de gestión térmica (296) en respuesta al resultado de comparar (310) la diferencia con el valor de umbral; y

medios para aplicar (316) una seleccionada de la primera configuración de gestión térmica (294) y la segunda configuración de gestión térmica (296) al dispositivo informático portátil (100).

- 10 **9.** El sistema según la reivindicación 8, en el que la primera configuración de gestión térmica (294) y la segunda configuración de gestión térmica (296) se almacenan en una memoria (292).
- 15 **10.** El sistema según la reivindicación 8, en el que la primera configuración de gestión térmica (294) incluye aplicar una primera frecuencia de reloj a un elemento de procesamiento del circuito integrado, y la segunda configuración de gestión térmica (296) incluye aplicar una segunda frecuencia de reloj al elemento de procesamiento del circuito integrado.
- 20 **11.** El sistema según la reivindicación 8, en el que el al menos un primer sensor de temperatura (157A) está asociado con un procesador (222, 224, 226, 228) del circuito integrado.
- 12.** El sistema de la reivindicación 11, en el que el al menos un primer sensor de temperatura (157A) es un sensor proporcional a la temperatura absoluta, PTAT.
- 25 **13.** El sistema de la reivindicación 8, en el que el al menos un segundo sensor de temperatura (157B) es un termistor.
- 14.** El sistema de la reivindicación 8, en el que el dispositivo informático portátil (100) comprende al menos uno de un teléfono móvil, un asistente digital personal, un buscapersonas, un teléfono inteligente, un dispositivo de navegación y un ordenador de mano con una conexión o un enlace inalámbrico.
- 30 **15.** Un programa informático que comprende instrucciones para hacer que al menos un ordenador realice los pasos de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7.

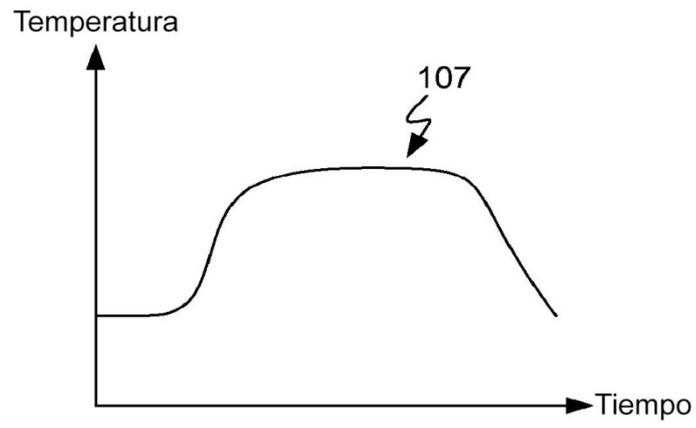


FIG. 2

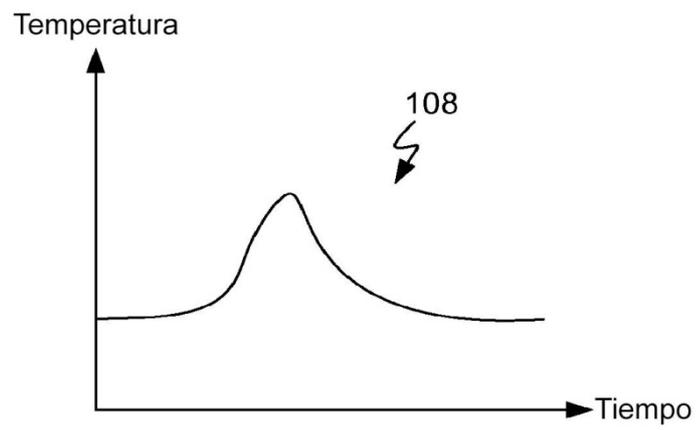


FIG. 3

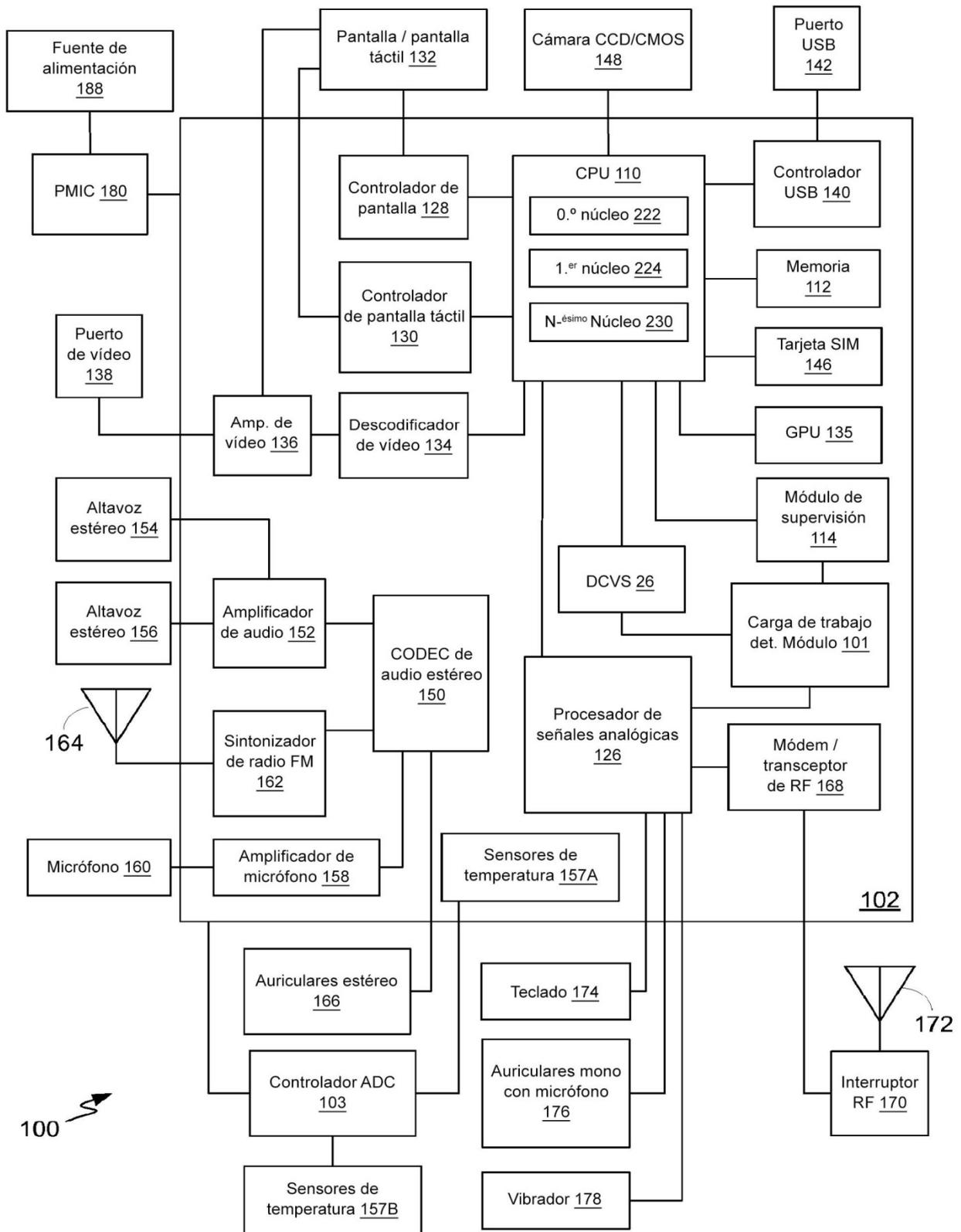


FIG. 4

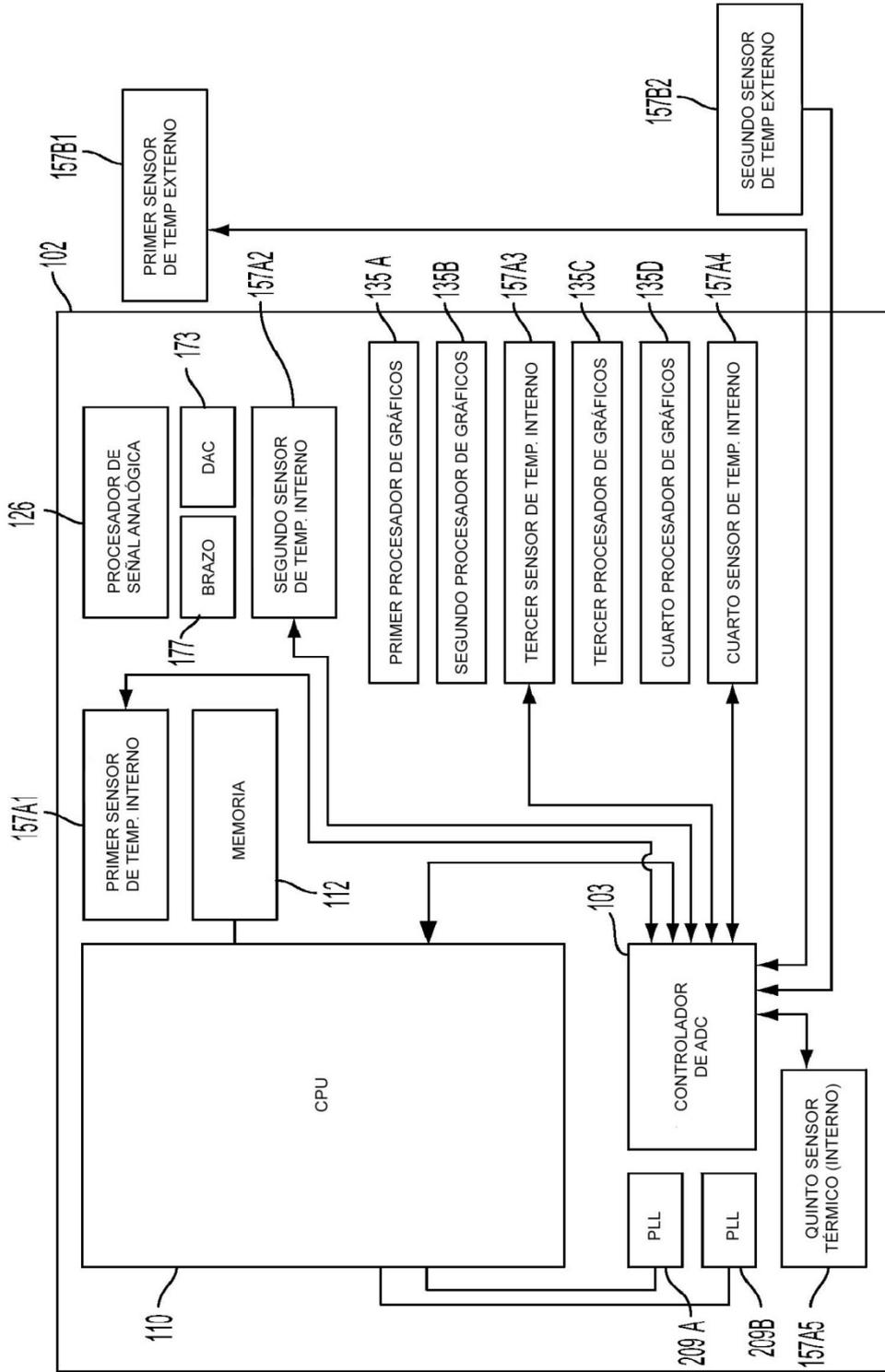


FIG. 5

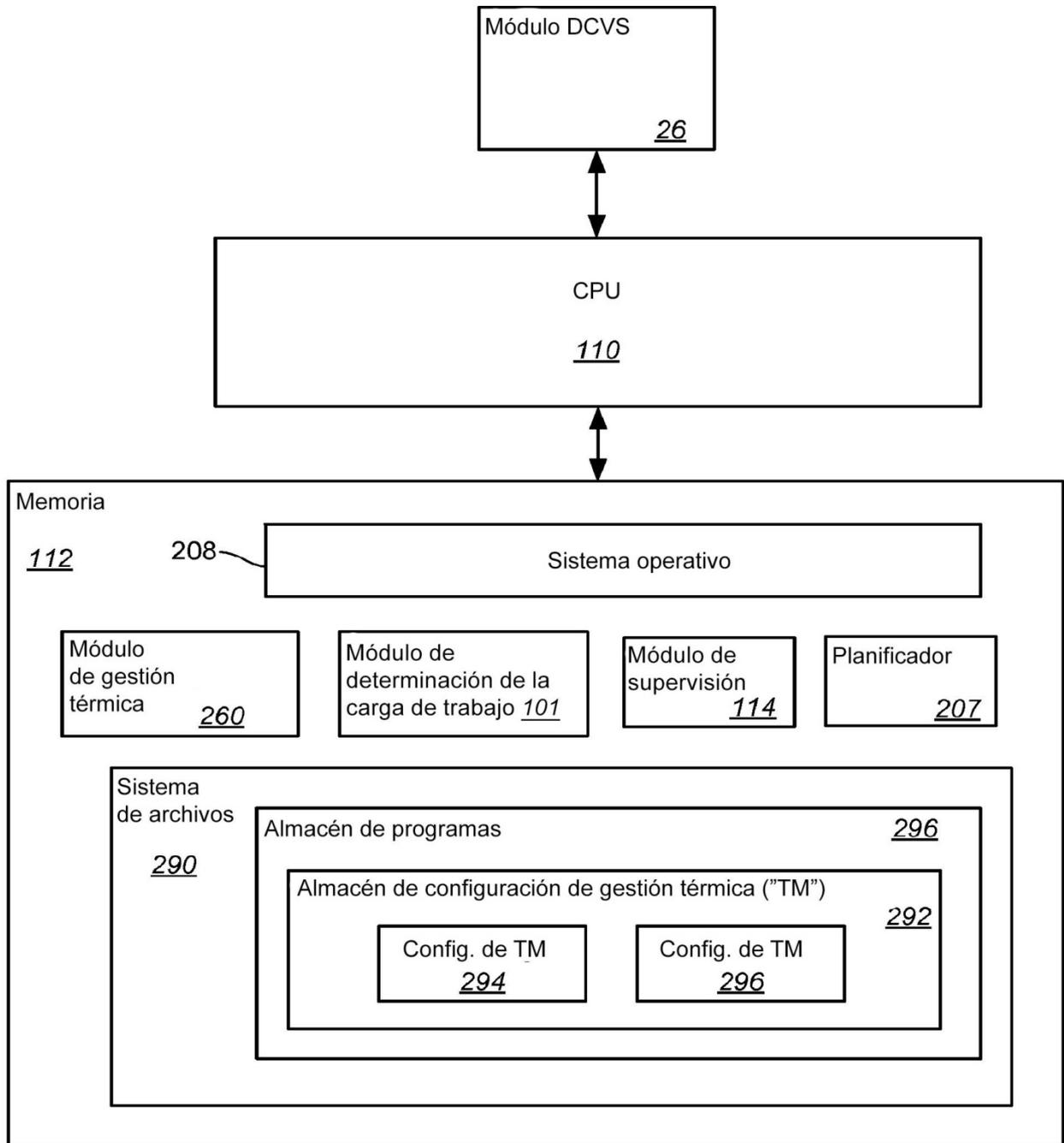


FIG. 6

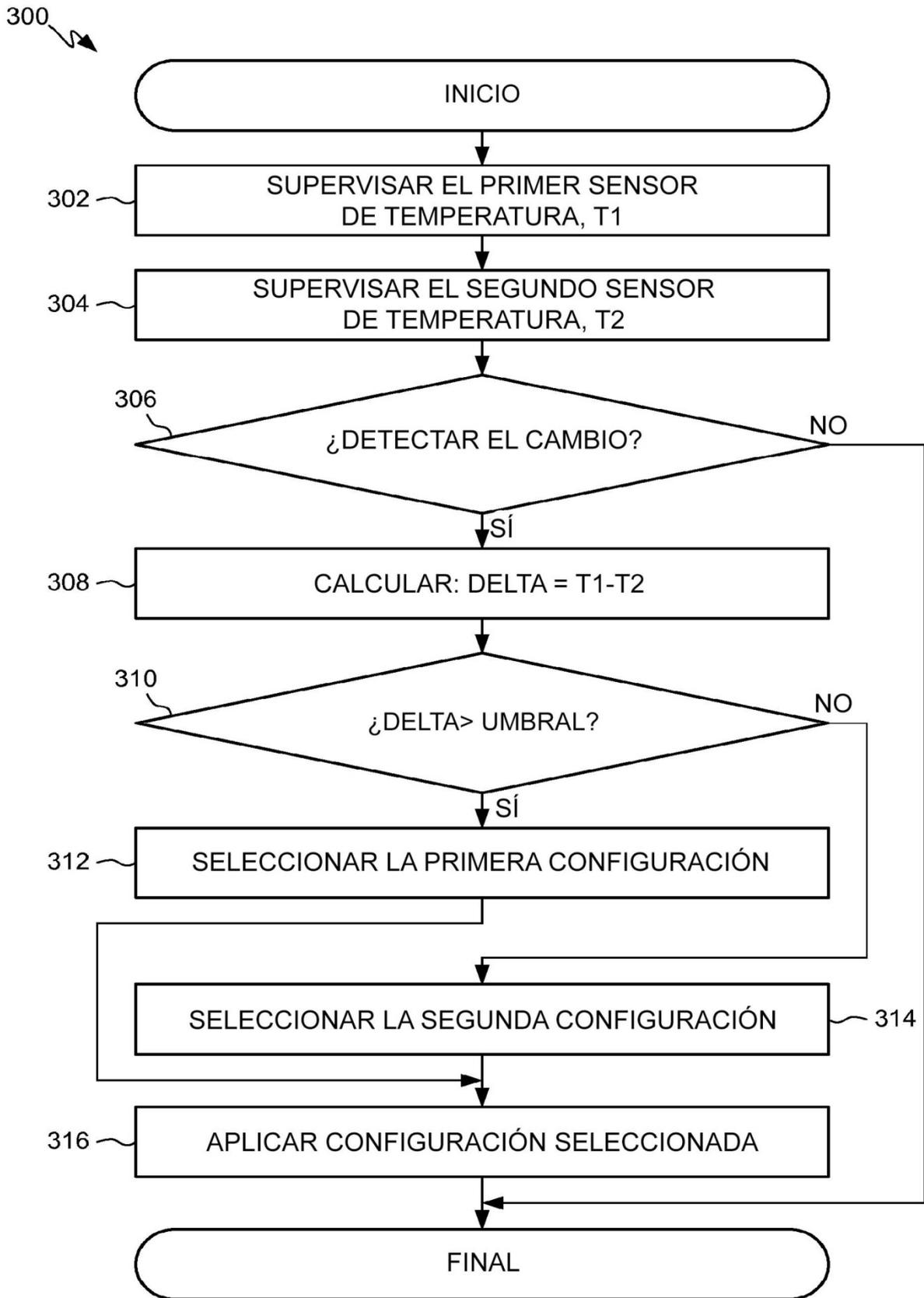


FIG. 7