

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 928 854**

51 Int. Cl.:

H05B 1/02 (2006.01)

A47J 37/06 (2006.01)

A47J 37/07 (2006.01)

A47J 27/62 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2017 E 17179224 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2022 EP 3294039**

54 Título: **Alimentación digital de energía**

30 Prioridad:

01.07.2016 US 201615200759

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

23.11.2022

73 Titular/es:

**WEBER-STEPHEN PRODUCTS LLC (100.0%)
1415 S. Roselle Road
Palatine IL 60067, US**

72 Inventor/es:

**KNAPPENBERGER, ERIC;
ZULETA, JULIO C.;
LERCH, MATTHEW y
EMMERICH, JEFFERY C.**

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 928 854 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

Alimentación digital de energía

5 Campo de la invención

10 Las presentes invenciones se refieren a una alimentación digital de energía para controlar de forma independiente dos o más cargas de alta potencia con una introducción reducida de armónicos y flicker (parpadeo). En una realización no limitativa, se puede utilizar una alimentación digital de energía en una parrilla eléctrica para controlar de forma independiente dos o más elementos calefactores reduciendo al mismo tiempo los armónicos y el flicker introducidos en el sistema de alimentación.

Antecedentes de las invenciones

15 Hay un deseo cada vez mayor de una alimentación de energía que pueda controlar de forma independiente dos o más cargas de alta potencia utilizando una toma de corriente de pared de CA al mismo tiempo que introduce una cantidad reducida de armónicos y/o flicker en la red eléctrica. La población urbana está aumentando y, con ello, existe un deseo cada vez mayor de cargas de alta potencia que se puedan enchufar en una toma de corriente de pared de CA. Por ejemplo, los habitantes urbanos viven en apartamentos o bloques de pisos donde les gustaría usar una parrilla. Debido al humo, el gas u otras preocupaciones, es posible que el uso de parrillas de carbón o gas típicas no esté permitido o no sea deseable.

20 Hay varios dispositivos eléctricos de cocina disponibles, tales como la parrilla George Foreman (y dispositivos similares), prensas para paninis, planchas eléctricas y similares. Sin embargo, estos dispositivos de la técnica anterior generalmente no suministran una potencia variable. Además, estos dispositivos eléctricos de cocina de la técnica anterior normalmente no pueden generar suficiente potencia para igualarse a una parrilla de gas o eléctrica.

30 Algunos dispositivos de la técnica anterior pueden usar resistencias variables en serie con cargas eléctricas para controlar la cantidad de potencia suministrada a la carga. Por ejemplo, a medida que aumenta la resistencia de una resistencia variable, la resistencia variable restringe el suministro de potencia a una carga eléctrica. El uso de resistencias variables para controlar el suministro de potencia a las cargas eléctricas es bien conocido. Pero las resistencias variables tienen desventajas. Por ejemplo, las desventajas pueden incluir la introducción de armónicos en el sistema eléctrico, lo que se traduce en emisiones electromagnéticas que pueden crear interferencias y otros campos electromagnéticos impredecibles. Además, las resistencias variables pueden ser ineficientes porque queman mucha energía.

40 Otros dispositivos de la técnica anterior pueden utilizar un termómetro bimetalico que se abre y se cierra para controlar el suministro de potencia. Las desventajas de usar un termómetro bimetalico incluyen el hecho de que permite un control menos discreto (es decir, menos preciso) sobre la potencia suministrada y generalmente está asociado con un retraso relativamente largo en el tiempo de respuesta. Un tiempo de retraso prolongado provoca una experiencia de cocinado negativa porque conduce a un control deficiente de la temperatura. Además, un tiempo de retraso largo es desventajoso porque se sabe que los ciclos de funcionamiento encendido/apagado largos acortan la vida útil de un elemento calefactor.

45 Algunos dispositivos pueden usar técnicas de control de media onda para suministrar potencia. Por ejemplo, la patente de EE. UU. 6,772,475, titulada "Heating Control System Which Minimizes AC Power Line Voltage Fluctuations", describe dispositivos de control de CA de media onda para controlar el suministro de corriente CA. Este método de control está asociado con desventajas significativas porque suministra potencia solo en etapas, no en un intervalo continuo del 0-100%. Por el contrario, las realizaciones de la presente invención permiten un suministro de potencia variable continua.

50 Otros dispositivos más de la técnica anterior pueden incluir un control digital para limitar la entrada de corriente eléctrica cuando se enciende una carga eléctrica. Por ejemplo, la patente de EE. UU. 6,111,230, titulada "Method and apparatus for supplying AC power while meeting the European flicker and harmonic requirements", describe un método para limitar la entrada de corriente en un dispositivo de impresión cuando se enciende por primera vez. Sin embargo, los dispositivos descritos no permiten controlar de forma independiente múltiples cargas eléctricas, y mucho menos reducir las corrientes armónicas y el flicker mientras controlan de forma independiente múltiples cargas.

60 El documento GB2339348 se refiere a un aparato de cocina que suministra potencia solo en incrementos de media onda. El control de la potencia suministrada se logra variando el número de medias ondas suministradas durante un período de ocho semiciclos. En otras palabras, para suministrar más potencia, se suministran más medias ondas. Para suministrar menos potencia, se suministran menos medias ondas. El dispositivo descrito en el documento GB2339348 no puede controlar la fase de la corriente CA suministrada y, por lo tanto, solo puede suministrar potencia en incrementos de media onda.

El documento US2009/167085 está dirigido "que puede estar sujeto a una pluralidad de tensiones de alimentación diferentes o a oscilaciones sustanciales en relación con una tensión de alimentación nominal". [¶0002]. El objetivo es "proporcionar un ajuste de cocinado uniforme independiente de la tensión de la línea". [¶0004]. Sin embargo, el documento US2009/167085 no aborda el suministro de ondas de CA controladas por fase a diversos elementos calefactores en un sistema.

El documento US3775591 describe un circuito para proporcionar un "circuito de control mejorado para activar un conmutador semiconductor bidireccional que proporciona aislamiento sin transformador y disipación de potencia reducida". (Col. 1, líneas 34-40). El documento US3775591 no aborda los mismos problemas que las invenciones. Además, el documento US3775591 no describe un microprocesador que suministre ondas de CA controladas por fase a elementos calefactores independientes.

Por lo tanto, existe la necesidad de una alimentación digital de energía que pueda controlar de forma independiente dos o más cargas eléctricas al mismo tiempo que introduce solo una interferencia reducida de armónicos y flicker en el sistema de alimentación.

Breve compendio de las invenciones

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona una parrilla eléctrica como se especifica en la reivindicación 1. Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para suministrar potencia como se especifica en la reivindicación 4.

Las presentes invenciones superan muchas de las deficiencias de las fuentes de alimentación conocidas y proporcionan nuevas características y ventajas para dispositivos tales como las parrillas eléctricas. Por ejemplo, algunas realizaciones de la presente invención proporcionan controles de potencia digitales que pueden suministrar cantidades de potencia más precisas a las cargas eléctricas. Además, algunas realizaciones de la presente invención permiten controlar de forma independiente una pluralidad de cargas eléctricas. Otras realizaciones más de la presente invención reducen las corrientes armónicas y el flicker que pueden resultar de enchufar una alimentación de energía en un toma de corriente de pared.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, se proporciona un método para suministrar potencia. El método puede incluir las etapas de usar uno o más dispositivos de entrada de usuario para seleccionar un primer y un segundo ajustes de potencia para un primer y un segundo elementos calefactores, respectivamente; comunicar electrónicamente los ajustes de potencia a un microprocesador y usar el microprocesador para calcular una cantidad total de potencia solicitada; usar el microprocesador para llenar un primer y segundo conjuntos ordenados de potencia correspondientes al primer y el segundo elementos calefactores, respectivamente; usar el microprocesador para calcular un primer y un segundo conjuntos ordenados de ángulos de fase correspondientes al primer y el segundo conjuntos ordenados de potencia; hacer que el microprocesador reciba una señal de cruce por cero desde una unidad de detección de cruce por cero; y, durante un primer período de tiempo, suministrar un patrón de onda de CA controlado por fase representado por el primer conjunto ordenado de ángulos de fase al primer elemento calefactor y suministrar un patrón de onda de CA controlado por fase representado por el segundo conjunto ordenado de ángulos de fase al segundo elemento calefactor. Algunas realizaciones adicionales de las invenciones comprenden la etapa de, durante un segundo período de tiempo, suministrar un patrón de onda de CA controlado por fase representado por el primer conjunto ordenado de ángulos de fase al segundo elemento calefactor y suministrar un patrón de onda de CA controlado por fase representado por el segundo conjunto ordenado de ángulos de fase al primer elemento calefactor.

Además, cada conjunto ordenado de potencias puede contener cuatro celdas. Adicionalmente, la etapa de usar el microprocesador para llenar un primer y un segundo conjuntos ordenados de potencias puede comprender además las etapas de llenar la primera celda del primer conjunto ordenado de potencias con el mismo valor que la tercera celda del primer conjunto ordenado de potencias; llenar la segunda celda del primer conjunto ordenado de potencias con el mismo valor que la cuarta celda del primer conjunto ordenado de potencias; llenar la primera celda del segundo conjunto ordenado de potencias con el mismo valor que la tercera celda del segundo conjunto ordenado de potencias; y llenar la segunda celda del segundo conjunto ordenado de potencias con el mismo valor que la cuarta celda del segundo conjunto ordenado de potencias.

En algunas realizaciones de las invenciones, cada celda de cada conjunto ordenado de potencias representa una relación de potencia y oscila entre $0 \leq x \leq 1,0$. Cada celda alterna en el primer conjunto ordenado de potencias se puede llenar con un "0" o un "1". Además, cada celda alterna en el segundo conjunto ordenado de potencias se puede llenar con un "0" o un "1". En algunas realizaciones de las invenciones, el primer y el segundo conjuntos ordenados de ángulos de fase se calculan usando el microprocesador para aplicar la ecuación $\text{ángulo} = \arccos(2x - 1)$ al primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias, respectivamente. En realizaciones adicionales, el primer periodo de tiempo se calcula como una relación entre el primer ajuste de potencia y la cantidad total de potencia solicitada y el segundo periodo de tiempo se calcula como una

relación entre el segundo ajuste de potencia y la cantidad total de potencia solicitada. Además, algunas realizaciones pueden incluir la etapa de activar un triac conectado a un elemento calefactor.

5 También se proporcionan realizaciones de una alimentación digital de energía, que tiene una primera y una segunda entradas de usuario; un primer y un segundo triacs conectados a una línea de tensión; un primer y un segundo controladores de triac respectivamente en comunicación con el primer y el segundo triacs; un microprocesador en comunicación con el primer y el segundo controladores de triac y en comunicación con la primera y la segunda entradas de usuario; en donde el microprocesador está configurado específicamente para calcular una potencia total solicitada por la primera y la segunda entradas de usuario y para llenar un primer y un segundo conjuntos ordenados de potencias basándose en la potencia total solicitada; y en donde el microprocesador está configurado específicamente para calcular un primer y un segundo conjuntos ordenados de ángulos de fase basándose en los valores respectivos del primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias.

10 15 En algunas realizaciones de la invención, el primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias tienen cada uno cuatro celdas. El microprocesador puede configurarse específicamente para llenar al menos las celdas de un conjunto ordenado de potencias con dos valores alternos. En realizaciones adicionales, el microprocesador puede configurarse para encender el primer y el segundo triacs en un patrón de temporización que corresponde a una forma de onda controlada por fase en el primer y el segundo conjuntos ordenados de ángulos de fase.

20 Otras realizaciones más incluyen una parrilla eléctrica, que tiene un primer botón, un segundo botón y una pantalla montados en una carcasa; un cable de alimentación conectado a una línea de tensión y a una línea neutra; un primer y un segundo elementos calefactores dentro de la carcasa, estando conectados el primer y el segundo elementos calefactores a la línea de tensión y a la línea neutra; un primer y un segundo triacs conectados entre la línea de tensión y el primer y el segundo elementos calefactores respectivamente; un primer y un segundo controladores de triac respectivamente en comunicación con el primer y el segundo elementos calefactores; una unidad de detección de cruce por cero configurada para detectar cruces por cero de corriente CA en la línea de tensión; y un microprocesador en comunicación con el primer y el segundo botones, el primer y el segundo controladores de triac y la unidad de detección de cruce por cero, comunicándose el microprocesador además con un generador de señales de reloj y una memoria.

35 Además, en algunas realizaciones, la memoria contiene un primer y un segundo conjuntos ordenados de potencias. El primer conjunto ordenado de potencias puede llenarse con dos valores alternos. El segundo conjunto ordenado de potencias puede llenarse con dos valores alternos. Uno de los dos valores alternos del primer conjunto ordenado de potencias puede representar una onda de "encendido" completa. En otras realizaciones más, uno de los dos valores alternos del primer conjunto ordenado de potencias puede representar una onda de "apagado" completa.

40 En consecuencia, un objetivo de la presente invención es proporcionar una alimentación digital de energía que proporcione un control de potencia preciso, que pueda controlar de forma independiente múltiples cargas y que pueda reducir las corrientes armónicas y el flicker introducidos por la alimentación de energía en un toma de corriente de pared.

45 Otro objetivo de la invención es proporcionar una alimentación de energía mejorada, que incluye, pero no se limita a, una que se pueda usar con una parrilla eléctrica.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una alimentación digital de energía que pueda usarse en una parrilla eléctrica para proporcionar un control independiente sobre dos o más elementos calefactores.

50 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una alimentación digital de energía que introduzca menos corrientes armónicas en un toma de corriente de pared.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una alimentación digital de energía que introduzca menos flicker en un toma de corriente de pared.

55 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una alimentación digital de energía para uso en una parrilla eléctrica que cumpla los límites estándar y/o la normativa sobre corrientes armónicas y flicker.

60 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una alimentación digital de energía para uso en una parrilla eléctrica para suministrar potencia variable a dos o más elementos calefactores.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una alimentación digital de energía que utilice técnicas de corte de fase para suministrar potencia variable.

65 Un objetivo adicional de la invención es proporcionar una alimentación digital de energía que suministre potencia variable continua en un intervalo del 0-100%.

Un objetivo adicional de la invención es mejorar la vida útil de un elemento calefactor proporcionando ciclos de funcionamiento cortos.

5 Definición de términos del inventor

Los siguientes términos que pueden usarse en las diversas reivindicaciones o en la memoria descriptiva de esta patente están destinados a tener su significado más amplio de acuerdo con los requisitos de la ley: Tal como se usa en la presente memoria, un "conjunto ordenado de potencias" se define como un conjunto ordenado de valores, representando cada valor una relación ($0,0 \leq x \leq 1,0$) de suministro de potencia en un ciclo de onda. Los conjuntos ordenados de potencias ejemplares se describen con cuatro celdas, pero debe entenderse que son posibles conjuntos ordenados de otros tamaños.

15 Tal como se usa en la presente memoria, un "conjunto ordenado de ángulos de fase" se define como un conjunto ordenado de valores, representando cada valor el "corte" de ángulo de fase en un ciclo de onda. Los conjuntos ordenados de ángulos de fase ejemplares tienen cuatro celdas, pero debe entenderse que son posibles conjuntos ordenados de otros tamaños.

20 Tal como se usa en la presente memoria, un "patrón de temporización" se define como un patrón de señales de "encendido" y "apagado" que crean formas de onda de CA controladas por fase.

25 Cuando sean posibles significados alternativos, ya sea en la memoria descriptiva o en las reivindicaciones, se tiene la intención de que el significado sea el más amplio de manera consecuente con la comprensión de una persona con conocimientos normales de la técnica. Se pretende que el uso de todas las palabras usadas en las reivindicaciones sea el normal y habitual de la gramática, el comercio y el idioma español.

Dibujos

30 La Figura 1A es una vista frontal de una parrilla eléctrica ejemplar de la presente invención.

La Figura 1B es una vista esquemática desde arriba de una superficie de cocinado de una parrilla representativa que muestra componentes internos representativos.

35 La Figura 2 es un esquema de una realización ejemplar de un circuito, que incluye un circuito de alimentación digital de energía de la presente invención.

La Figura 3A es una forma de onda ejemplar con un corte de 90 grados de la presente invención.

40 La Figura 3B es una forma de onda ejemplar con un corte de 90 grados de la presente invención.

La Figura 3C muestra corrientes armónicas representadas gráficamente en relación con límites estándar que muestran corrientes armónicas en un elemento de 1150 W.

45 La Figura 4A es una forma de onda de corte ejemplar seguida de una onda de "encendido" de la presente invención.

La Figura 4B es una forma de onda de corte ejemplar seguida de una onda de "encendido" de la presente invención.

50 La Figura 4C muestra corrientes armónicas representadas gráficamente en relación con límites estándar que muestran corrientes armónicas en un elemento de 1150 W.

La Figura 5A es una forma de onda de corte ejemplar seguida de una onda de "apagado" de la presente invención.

55 La Figura 5B es una forma de onda de corte ejemplar seguida de una onda de "apagado" de la presente invención.

60 La Figura 5C muestra corrientes armónicas representadas gráficamente en relación con límites estándar que muestran corrientes armónicas en un elemento de 1150 W.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de una configuración de microprocesador ejemplar de la presente invención.

65 La Figura 7 es un algoritmo ejemplar para llenar un conjunto ordenado de potencias de la presente invención.

La Figura 8 muestra un ejemplo de potencia suministrada a dos unidades calefactoras durante un período de tiempo de la presente invención.

5 La Figura 9 muestra un ejemplo de potencia suministrada a un número n de unidades calefactoras de la presente invención.

La Figura 10 es un diagrama de flujo de entradas y salidas ejemplares de un microprocesador de la presente invención.

10 La Figura 11 muestra límites estándar (IEC 61000-3-3) para el flicker.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

15 A continuación, se expone una descripción de lo que se cree en la actualidad que son las realizaciones preferidas o los mejores ejemplos representativos de las invenciones reivindicadas. Se contemplan representaciones o modificaciones futuras y presentes de las realizaciones y realizaciones preferidas. Se pretende que cualquier alteración o modificación que haga cambios insustanciales en el funcionamiento, el propósito, la estructura o el resultado esté abarcada por las reivindicaciones de esta patente. Las presentes invenciones se pueden utilizar en y/o ser parte de parrillas eléctricas con circuitería de protección de corriente
20 como se describe en la solicitud de patente en tramitación con la presente titulada "Electric Grill With Current Protection Circuitry" presentada por los solicitantes el mismo día que esta solicitud y cedida a Weber-Stephen Products LLC.

25 Las presentes invenciones incluyen en general una alimentación digital de energía que puede proporcionar control de potencia independiente y potencia variable continua para dos o más cargas eléctricas. Las realizaciones de la presente invención pueden reducir la cantidad de armónicos y/o flicker introducidos en un sistema de alimentación. Una persona con conocimientos normales de la técnica reconocerá que la alimentación digital de energía se puede utilizar para alimentar a cualquier carga eléctrica o combinaciones de
30 cargas, incluidos calentadores, motores y similares. En una realización preferida descrita en la presente memoria, las cargas ejemplares son elementos calefactores que se encuentran en una parrilla eléctrica.

Las parrillas eléctricas son una aplicación adecuada para una alimentación digital de energía con control de carga independiente porque un usuario puede desear tener el calor más alto en un lado de una parrilla eléctrica y el calor más bajo en el otro lado de la parrilla. Tal disposición permite a un usuario asar a la parrilla
35 simultáneamente diversos alimentos que requieran diferentes temperaturas, o utilizar métodos de asar a la parrilla indirectos. Los ejemplos de métodos de asar a la parrilla indirectos incluyen colocar alimentos en un lado de una superficie de cocinado mientras se calienta el otro lado, evitando así el contacto directo entre los alimentos y la fuente de calor. Un beneficio adicional de la potencia variable es que permite a un usuario introducir un ajuste de potencia y alcanzar las temperaturas deseadas. Esto hace posible cocinar a bajas
40 temperaturas durante períodos prolongados de tiempo.

Con referencia ahora a los dibujos, las Figuras 1-11 muestran realizaciones preferidas de una parrilla eléctrica **110** y una alimentación digital **200** de energía. A modo de ejemplo, las Figuras 1A y 1B muestran una parrilla eléctrica **110**. La Figura 1A muestra el exterior de una parrilla eléctrica **110**, que incluye una carcasa **106**, sobre
45 la que pueden estar montados unos botones izquierdo y derecho **101** y **102** de control, así como una pantalla **103**. La parrilla eléctrica **110** puede incluir un cable **107** de alimentación para conectarse a una toma de corriente de pared de CA. Los botones izquierdo y derecho **101** y **102** de control, y la pantalla **103**, pueden conectarse a un microcontrolador **213** que se describe más detalladamente en la presente memoria.

50 Como se muestra en la Figura 1B, los botones izquierdo y derecho **101** y **102** de control se pueden asociar con un primer y segundo elementos calefactores, **203** y **204** respectivamente, creando de este modo zonas de cocinado dobles. En la Figura 1B también se muestra una parrilla o superficie **112** de cocinado representativa. Cada elemento calefactor **203** y **204** se puede controlar de manera independiente mediante un botón **101**, **102** o cualquier otro controlador asociado con el elemento calefactor **203**, **204**. El botón izquierdo **101** y el botón
55 derecho **102** se pueden colocar en el exterior de una carcasa **106** de parrilla. Los botones **101** y **102**, o cualquier otro dispositivo de entrada que entenderán los expertos en la técnica, pueden conectarse a un microprocesador **213** para ajustar el modo de funcionamiento de uno o más elementos calefactores **203**, **204**.

60 Usando los botones **101** y **102**, o cualquier otro dispositivo de entrada tal como una pantalla táctil o pulsadores, un usuario puede seleccionar un modo de funcionamiento para cada elemento calefactor **203** y **204**. El modo de funcionamiento puede incluir un ajuste de temperatura o potencia deseadas para el elemento calefactor. El microprocesador **213**, descrito con más detalle en la presente memoria, controla la corriente eléctrica suministrada a los elementos calefactores **203** y **204** para suministrar la potencia seleccionada. El microprocesador **213** puede lograr una temperatura deseada para cada elemento calefactor **203** y **204** usando
65 un bucle de retroalimentación en el que recibe una lectura de temperatura actual de los termopares **221** y **222**, que están colocados de manera proximal junto a los elementos calefactores **203** y **204** respectivos. Una

persona con conocimientos normales de la técnica reconocerá que se pueden usar diversos tipos y cantidades de botones, elementos calefactores, sensores de temperatura y/o pantallas.

5 La parrilla eléctrica **110** puede incluir opcionalmente una pantalla **103** u otra interfaz de usuario. En un ejemplo, la pantalla **103** puede conectarse al microprocesador **213** y visualizar información relativa a los ajustes o el funcionamiento actuales de uno o más de los elementos calefactores **203**, **204**. Por ejemplo, la pantalla **103** puede mostrar la temperatura actual cerca de los elementos calefactores **203** y **204** (medida por los termopares **221** y **222**), así como el ajuste de temperatura o potencia deseado que un usuario haya seleccionado a través de los botones **101** y/o **102**.

10 Pasando ahora a la Figura 2, en términos generales, no limitantes, el suministro digital de energía puede lograrse mediante un microprocesador **213** que recibe el o los ajustes de potencia deseados del usuario y controla los triacs **208** y **209** para habilitar (o deshabilitar) el flujo de corriente CA desde la línea de tensión **201** a través de los elementos calefactores **203** y **204** y de vuelta a un toma de corriente de pared a través del neutro **202**. Adicionalmente, en la presente memoria se proporciona un microprocesador **213** configurado específicamente, que puede controlar el flujo de corriente CA a los elementos calefactores **203** y **204** de una manera que reduce la cantidad de corriente armónica y flicker introducidos por la parrilla eléctrica **110** en la toma de corriente CA de pared.

20 Como se muestra en la realización de la Figura 2, el microprocesador **213** está en comunicación con los controladores **211** y **212** de triac, que a su vez controlan los triac **208** y **209** respectivos. El mecanismo por el cual el microprocesador **213** puede suministrar potencia a los elementos calefactores **203** y **204** es encendiendo o apagando (a lo que a veces nos referimos como "habilitando" y "deshabilitando", respectivamente) los triacs **208** y **209** a través de sus correspondientes controladores **211** y **212** de triac.

25 Específicamente, los triacs **208** y **209** se "encienden" cuando son activados por un pulso del microprocesador **213**. La corriente continúa fluyendo hasta que una onda de corriente CA cruza por cero. Después de un cruce por cero, un triac se apaga y permanece apagado hasta la próxima vez que el microprocesador **213** lo enciende. En un ejemplo donde la corriente CA es de 60 Hz, tal como un toma de corriente de pared típica, se produce un cruce por cero cada 1/120 de segundo. Está prevista una unidad **210** de detección de cruce por cero para comunicar una señal al microprocesador **213** cada vez que una onda de CA cruza por cero. Usando esta señal, el microprocesador **213** puede sincronizar su temporización con los cruces por cero de la corriente alterna.

30 En lugar de permitir la comunicación directa entre el microprocesador **213** y los triacs **208** y **209**, se utilizan controladores **211** y **212** de triac como interfaz entre el microprocesador **213** y los triacs **208** y **209**. Los controladores de triac pueden controlar un triac de alta tensión con una fuente de CC de baja tensión (tal como un microprocesador) (Figura 2). Además, los controladores de triac se usan para aislar dispositivos de una corriente o tensión potencialmente alta en un triac. Los controladores **211** y **212** de triac hacen de interfaz entre el microprocesador **213** y los triacs **208** y **209**, manteniendo al mismo tiempo el microprocesador **213** aislado de tensiones y corrientes en los triacs **208** y **209**.

35 Un triac "encendido" permite que la corriente fluya a través de él, mientras que un triac "apagado" no permite que la corriente fluya. Por lo tanto, un triac **208** "encendido" permite que la corriente CA fluya (desde la línea **201** de tensión) a través del primer elemento calefactor **203** y un triac **209** "encendido" permite que la corriente CA fluya (desde la línea **201** de tensión) a través del segundo elemento calefactor **204**. Decir que el microprocesador **213** suministra potencia a un elemento calefactor **203** y/o **204** implica que el microprocesador **213** habilita el controlador de triac respectivo, que "enciende" el triac pertinente y permite que la corriente CA fluya desde la línea **201**. A lo largo de esta descripción, debe entenderse que las referencias a que el microprocesador **213** suministra potencia a un elemento calefactor significan que el microprocesador **213** está activando el controlador triac de un elemento calefactor dado a través de una señal de pulso de "encendido" o "habilitación".

40 Como entenderá una persona con conocimientos normales de la técnica, los triacs son dispositivos de tres electrodos, o triodos, que conducen corriente alterna. Los triacs son un tipo de conmutador bidireccional de estado sólido. Aunque esta descripción describe una alimentación digital de energía que utiliza triacs, debe entenderse que puede utilizarse cualquier conmutador bidireccional de estado sólido en lugar de un triac. Los elementos calefactores **203** y **204** pueden ser calentadores resistivos que aumenten de temperatura a medida que pasa más corriente a través de ellos. Los elementos calefactores ejemplares pueden consumir 1150 vatios. También se pueden usar otros elementos calefactores **203**, **204** como entenderán los expertos en la técnica.

45 En algunas relaciones de la invención, el microprocesador **213** puede recibir opcionalmente retroalimentación de temperatura de uno o más termopares **221** y **222** ubicados de manera proximal con respecto a cada elemento calefactor **203** y **204** para reconocer cuándo se ha alcanzado una temperatura deseada. La Figura 1B muestra un ejemplo de termopares **221** y **222** adyacentes a cada elemento calefactor **203** y **204**. En una realización, la retroalimentación puede usarla el microprocesador **213** para ajustar la corriente suministrada a los elementos calefactores **203** y **204** hasta que se alcancen las temperaturas deseadas seleccionadas

mediante los botones **101** y/o **102**. Como resultado, un usuario puede seleccionar (independientemente) un modo de funcionamiento deseado para los elementos calefactores **203** y **204**. En algunas realizaciones de la invención, el microprocesador **213** puede controlar la corriente suministrada hasta que se alcance un ajuste de temperatura deseado y luego mantener la temperatura deseada.

5 Pasando a continuación al funcionamiento del microprocesador **213**, el microprocesador **213** puede configurarse para suministrar una cantidad apropiada de potencia (según lo seleccione el usuario) alternando los triacs **208** y **209** entre "encendido" y "apagado". Como se describió anteriormente, un triac **208** o **209** habilitado (o "encendido") permite que la corriente CA fluya desde la línea **201** a través de los elementos calefactores **203** o **204**, respectivamente. Por lo tanto, se deduce que un período "encendido" más largo permite que fluya más corriente CA y, por lo tanto, suministra más potencia. A la inversa, un período "apagado" más largo da como resultado un menor suministro de potencia.

15 En algunas relaciones de la invención, el microprocesador **213** puede usar técnicas de control de ángulo de fase para crear un patrón de alternación entre "encendido" y "apagado". El patrón de control creado al alternar entre "encendido" y "apagado" controla el ángulo de fase de la corriente CA (y, por extensión, la potencia) que fluye desde la línea **201** de tensión a través de los elementos calefactores **203** y **204**. Este tipo de patrón de control a veces se denomina "corte de fase", porque las formas de onda de la corriente CA pueden "cortarse". Las ondas se cortan deshabilitando el flujo de corriente durante parte de un ciclo de onda de CA. De esta forma, parte de la onda queda "cortada". El patrón de temporización de "encendido" y "apagado" crea una onda controlada por fase. Para determinar el ángulo correcto en el que cortar una onda para un suministro de potencia deseado, el microprocesador **213** resuelve la ecuación:

$$(ángulo) = \arccos(2x-1)$$

25 donde x es el suministro de potencia deseado (expresado como porcentaje: $0,0 \leq x \leq 1,0$). El microprocesador **213** está programado para resolver el ángulo en el que cortar la onda sinusoidal de CA suministrada a los elementos calefactores **203** y **204**. Esta descripción se refiere a los ángulos en "grados", pero un experto en la técnica entenderá que cada medición de ángulo se puede convertir a la unidad "radianes".

30 Se proporciona un ejemplo en la Figura 3A, que ilustra un ejemplo en el que el microprocesador **213** corta una onda de CA a 90° . Un corte a 90° produce una onda que suministra la mitad (es decir, el 50%) de la potencia total disponible. La Figura 3A muestra un ciclo de onda de una corriente CA. Un experto en la técnica entenderá que una onda completa tiene una mitad positiva y una mitad negativa. El ciclo de onda comienza en **301** donde el valor de la corriente es cero. El área entre **301** y **303**, numerada **302**, está sombreada en gris para indicar que un triac no está habilitado y, por lo tanto, no se está suministrando corriente. En **303**, que representa un ángulo de fase de 90° , el microprocesador **213** envía una señal de pulso para activar un triac y así permitir que la corriente fluya a través de un elemento calefactor. (Dicho de otro modo, el microprocesador **213** comienza a suministrar potencia en **303**). En **305**, la corriente cruza por cero y el triac se apaga. El triac permanece apagado hasta **307**, que representa un ángulo de fase de 270° . A 270° , el microprocesador **213** envía nuevamente un pulso de activación y la corriente fluye durante una fase de 90° , entre **307** y **309**, es decir, de 270° a 360° .

45 En resumen, la Figura 3A muestra el microprocesador **213** suministrando potencia para las áreas marcadas con **304** y **308**, cada una de las cuales representa fases de 90° , para un total combinado de 180° . No se suministra potencia durante las áreas sombreadas marcadas con **302** y **306**, que también representan 90° cada una, para un total combinado de 180° . De esta forma, el microprocesador **213** ha suministrado la mitad, o el 50%, de la potencia que estaba disponible. Para suministrar un porcentaje de potencia diferente, el microprocesador **213** puede enviar un pulso de activación antes en una media onda para suministrar más potencia, o más tarde en una media onda para suministrar menos potencia. Para cualquier porcentaje de potencia deseado, el microprocesador **213** puede calcular el corte de ángulo de fase apropiado resolviendo $(ángulo) = \arccos(2x-1)$. En el ejemplo de la Figura 3A, se seleccionó un suministro de potencia del 50%. Por lo tanto, el microprocesador **213** ejecutó el cálculo $(ángulo \text{ de fase}) = \arccos(2 \cdot 0,5 - 1) = 90^\circ$. La Figura 3B elimina las porciones de onda de "corte" de la Figura 3A y muestra solo la potencia realmente suministrada.

55 Pasando ahora a la Figura 3C, se proporciona un gráfico que muestra las corrientes armónicas introducidas en un sistema de alimentación por un corte de fase de 90° descrito en las Figuras 3A y 3B. En otras palabras, estas corrientes armónicas representadas gráficamente pueden introducirse en las líneas eléctricas de un edificio cuando una parrilla eléctrica se enchufa en una toma de corriente de pared y hace el corte de fase de 90° descrito en las Figuras 3A/3B. La representación gráfica se realiza con un elemento calefactor de 1150W. 60 La introducción de armónicos no es deseable porque conduce a interferencias electromagnéticas. Además, existen normas, tales como *IEC 61000-3-2 Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 3-2*, que limitan el nivel de corrientes armónicas que un dispositivo puede introducir en una toma de pared. Los límites de corriente armónica se representan gráficamente como segmentos de línea en el gráfico de la Figura 3C. Como quedará claro por la Figura 3C, las corrientes armónicas (representadas gráficamente como puntos) introducidas por el corte de fase de 90° superan los límites armónicos (representados gráficamente como segmentos de línea). 65 En otras palabras, el gráfico de la Figura 3C muestra que los puntos (que representan la RMS) están más altos

que las líneas que marcan los límites armónicos. Esto significa que las formas de onda de las Figuras 3A/3B tienen altas corrientes armónicas y no cumplen la norma IEC. Por ejemplo, la RMS en el punto **310** es un ejemplo de una corriente armónica que supera (es decir, está por encima de) el límite armónico **311**.

5 Por lo tanto, algunas realizaciones de las invenciones incluyen un microprocesador **213** especialmente configurado para suministrar potencia a cargas eléctricas usando cortes de onda que inducen corrientes armónicas que tienen magnitudes reducidas. Como cuestión inicial, los ensayos de los solicitantes han demostrado que las magnitudes de las corrientes armónicas se reducen cuando un corte de onda va seguido inmediatamente de un ciclo de onda completo "encendido" o un ciclo de onda completo "apagado". En las Figuras 4 y 5 se muestran resultados de ensayos de los solicitantes. En particular, la Figura 4A muestra un primer ciclo de onda que tiene el mismo corte de 90° que en la Figura 3A, pero va seguido de un segundo ciclo de onda posterior (entre **409** y **410**) que es por completo "encendido". De manera similar, la Figura 5A muestra un primer ciclo de onda que tiene el mismo corte de 90° que la Figura 3A y, adicionalmente, va seguido de un segundo ciclo de onda completo (entre **509** y **510**) que es por completo "apagado". Para mayor claridad, las Figuras 4B y 5B muestran los mismos patrones respectivos sin las porciones de "corte" de una onda. Los ensayos de los solicitantes, que se muestran en las Figuras 4C y 5C, muestran que un corte de 90° induce menos armónicos cuando va seguido de un ciclo de onda "encendido" completo o "apagado" completo posterior. Estos resultados se pueden ver en las Figuras 4C y 5C, donde las corrientes armónicas representadas gráficamente (puntos) ahora están por debajo de los límites de corriente armónica de la norma IEC (representados gráficamente como segmentos de línea) y son notablemente más bajas que las corrientes armónicas representadas gráficamente en la Figura 3C. A modo de ejemplo, la Figura 4C muestra un punto **410** de RMS ejemplar que está por debajo del límite armónico **411**. A diferencia de la Figura 3C, las RMS de la Figura 4C están por debajo de los límites armónicos. Lo mismo se aplica a la Figura 5C, donde el punto **510** de corriente ejemplar está por debajo del límite armónico de **511**.

25 Por lo tanto, algunas realizaciones de las invenciones incluyen un microprocesador **213** configurado específicamente para hacer que a una onda de corte le siga una onda, bien de "encendido" completa, bien de "apagado" completa. Además, el microprocesador **213** puede configurarse específicamente para extraer corriente en un patrón que reduce las corrientes armónicas mientras logra dividir la corriente extraída entre dos elementos calefactores independientes **203**, **204**. En otras palabras, el microprocesador **213** debe administrar el patrón de la corriente total consumida por la parrilla eléctrica **110**, mientras satisface simultáneamente los requisitos de potencia de ambos elementos calefactores independientes **203**, **204**. El patrón de la corriente total consumida por la parrilla eléctrica **110** puede denominarse conjunto ordenado total de potencias de la parrilla eléctrica **110**. El conjunto ordenado total de potencias de la parrilla eléctrica **110** es la suma del conjunto ordenado de potencias del primer elemento calefactor **203** más el conjunto ordenado de potencias del segundo elemento calefactor **204**. Un conjunto ordenado de potencias ejemplar puede ser de cuatro celdas, conteniendo cada celda un valor ($0,0 \leq x \leq 1,0$) que representa un porcentaje de potencia para suministrar en forma de onda. Por lo tanto, un conjunto ordenado de potencias ejemplar puede representar un patrón de cuatro ondas. Se entenderá que la potencia (o corriente) total consumida por la parrilla eléctrica **110** es la suma de la potencia (corriente) consumida por los elementos calefactores. Los patrones de forma de onda suministrados a los elementos calefactores **203**, **204** también pueden representarse como conjuntos ordenados de potencias de cuatro celdas. El conjunto ordenado de potencias del primer elemento calefactor sumado al conjunto ordenado de potencias del segundo elemento calefactor es igual al conjunto ordenado total de potencias de las parrillas eléctricas. Lo mismo es válido para cualquier número de elementos calefactores en una parrilla eléctrica **110**. Las corrientes armónicas de la parrilla eléctrica **110** dependen del patrón de ondas consumido por la parrilla eléctrica **110**, representado en el conjunto ordenado total de potencias. Para reducir las corrientes armónicas, el conjunto ordenado total de potencias de la parrilla eléctrica **110** debe representar un patrón en el que cada onda de "corte" vaya seguida de un ciclo completo de "encendido" o "apagado".

50 La Figura 6 es un diagrama de flujo que muestra una configuración ejemplar del microprocesador **213** para controlar dos elementos calefactores introduciendo al mismo tiempo menos armónicos. En términos generales, el microprocesador **213** calcula un conjunto ordenado de potencias para suministrar a cada elemento calefactor **203**, **204**. Los conjuntos ordenados de potencias dependen de los ajustes de potencia del usuario para cada uno de los dos elementos calefactores **203**, **204**, así como de la retroalimentación de los termopares **221** y **222**. En este ejemplo, cada conjunto ordenado de potencias consta de cuatro celdas (pero se puede usar otra cantidad de celdas), conteniendo cada celda un número que oscila entre $0,0 \leq x \leq 1,0$. Cada una de las cuatro celdas representa un ciclo de onda, indicando el número de la celda el porcentaje de potencia suministrada durante ese ciclo de onda. A modo de ejemplo, un conjunto ordenado de "1| 0 | 1 | 0" representaría una onda de "encendido", una onda de "apagado", otra onda de "encendido" y otra onda de "apagado". El microprocesador **213** suministra las formas de onda de los dos conjuntos ordenados de potencias calculados a los dos elementos calefactores **203**, **204** alternando los controladores **211** y **212** de triac de la manera descrita anteriormente.

65 Con referencia a la Figura 6 más particularmente, el microprocesador **213** se comunica con un primer y un segundo dispositivos de entrada de usuario, tales como un botón izquierdo **101** y un botón derecho **102**. Los dispositivos de entrada de usuario primero y segundo transmiten un nivel de potencia para cada uno de los dos

elementos calefactores **203, 204**. El microprocesador **213** puede convertir los niveles de potencia deseados en un porcentaje de la potencia total en las etapas **601** y **602**. El microprocesador **213** determina si la potencia total **603** es superior o igual al 50% en la etapa **604**.

5 En **605**, cuando la potencia total seleccionada por el usuario es inferior al 50%, el microprocesador **213** comienza a llenar (o "poblar") las celdas del primer conjunto ordenado de potencias. La Figura 7 muestra las etapas que el microprocesador **213** está configurado para ejecutar para llenar, o poblar, un conjunto ordenado de potencias. Como se ve en la Figura 7, el cálculo del microprocesador **213** comienza en **701** con la potencia total solicitada por un usuario. (Esta es la suma de la potencia solicitada por el elemento calefactor derecho y la potencia solicitada por el elemento calefactor izquierdo según se determina en **603**). El porcentaje de la potencia total solicitada se multiplica por 8 (porque hay 2 conjuntos ordenados x 4 celdas cada uno) en la etapa **702**. El valor de la etapa **702**, al que en la presente memoria se hace referencia usando la notación **[702]**, se utiliza para llenar un conjunto ordenado de potencias en **703**. Si el valor de **702** es inferior o igual a 2,0, el valor de **702** se distribuye uniformemente entre el primer y el tercer elementos del conjunto ordenado para llegar a: **"([702]/2) | 0 | ([702]/2) | 0"**. Esto se ve en la etapa **704**. Si el valor de **702** es superior a 2,0, el primer y el tercer elementos del conjunto ordenado se rellenan con "1" y el resto (restando 2 del valor de **702**) se distribuye uniformemente entre la segunda y la cuarta celdas. Esto se ve en **705**. Con esta técnica, se construye un conjunto ordenado de potencias para tener una onda de "encendido" completa o de "apagado" completa que sigue a una onda de corte para reducir la magnitud de las corrientes armónicas. Además, el patrón alterno del conjunto ordenado de potencias reduce el flicker, como se describe posteriormente con más detalle. Volviendo ahora a la Figura 6, el segundo conjunto ordenado de potencias se llena con cuatro ceros: "0 | 0 | 0 | 0" en la etapa **606**.

De nuevo con referencia a la Figura 6, si la potencia total **603** es igual o superior al 50%, el microprocesador **213** llena el primer conjunto ordenado de potencias todo con 1 ("1|1|1|1.") en la etapa (**607**). El microprocesador **213** luego llena el segundo conjunto ordenado de potencias usando las condiciones de **706** y **707**. Independientemente de si el usuario ha solicitado más o menos del 50% de potencia, uno de los dos conjuntos ordenados de potencias tendrá el patrón alterno "A | B | A | B", mientras que el otro conjunto ordenado tendrá el patrón "C |C |C |C," donde C = 0 o 1. Una vez llenados el primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias, se suministran a los elementos calefactores **203** y **204**.

El microprocesador **213** suministra potencia a un controlador de triac sobre la base de los valores de los conjuntos ordenados de potencias de cuatro celdas. Como se ha descrito anteriormente, cada celda representa un ciclo de onda completo, y el valor numérico de la celda representa el porcentaje de potencia que se ha de suministrar en ese ciclo de onda. Como también se ha descrito anteriormente, algunas realizaciones de las invenciones pueden utilizar técnicas de corte de fase para controlar la potencia. Por lo tanto, en la etapa **609**, el microprocesador **213** está configurado para calcular el ángulo de fase en el que "cortar" una onda para lograr la potencia representada por una celda en un conjunto ordenado de potencias. El microprocesador **213** está configurado para resolver la ecuación:

$$(ángulo) = \arccos(2 * potencia - 1),$$

donde "potencia" es la potencia representada por un número en una celda de un conjunto ordenado de potencias. El microprocesador **213** usa este ángulo para suministrar un ciclo de onda que tiene una potencia que corresponde al valor numérico de la celda. El cálculo puede repetirse para cada celda de cada conjunto ordenado de potencias. Cada celda de cada conjunto ordenado de potencias se puede convertir en un ángulo **610** y **611** de fase correspondiente. Los conjuntos ordenados de ángulos de fase correspondientes contienen ángulos de fase, en lugar de porcentajes de potencia, y pueden almacenarse en el mismo formato en los conjuntos ordenados de potencias.

En la etapa **614**, el microprocesador **213** puede sincronizar su temporización con el ángulo de fase de la corriente CA en la línea **201**. Como se ha descrito anteriormente, el microprocesador **213** recibe una señal de cruce por cero desde la detección **210** de cruce por cero cada vez que la corriente CA cruza por cero desde la unidad **210** de detección de cruce por cero. La señal de cruce por cero puede así sincronizar la temporización del microprocesador **213** (y por lo tanto, por extensión, el ángulo) de una onda de CA. Por ejemplo, un experto en la técnica reconocerá entonces que una onda de corriente CA tiene los siguientes ángulos en los momentos indicados:

Tabla 1.

| | |
|-----------------------------------|---|
| "Corte" de ángulo de fase deseado | Corriente CA de 60 Hz: |
| | Tiempo (donde el cruce por cero es t=0) |
| 0° | 0 segundos |
| 10° | 0,000462963 segundos |

| "Corte" de ángulo de fase deseado | Corriente CA de 60 Hz: |
|-----------------------------------|---|
| | Tiempo (donde el cruce por cero es t=0) |
| 20° | 0,000925926 segundos |
| 30° | 0,001388889 segundos |
| 40° | 0,001851852 segundos |
| 50° | 0,002314815 segundos |
| 60° | 0,002777778 segundos |
| 70° | 0,003240741 segundos |
| 80° | 0,003703704 segundos |
| 90° | 0,004166667 segundos |

Usando esta información, el microprocesador **213** puede usar un mecanismo de temporización interno, tal como un generador de señales de reloj o cualquier otro mecanismo apropiado, para enviar el pulso de "encendido" o "habilitación" en una instancia correspondiente al ángulo requerido para el "corte" correcto. Por ejemplo, la Tabla 1 muestra que se realizaría un corte a 90 grados activando un triac 0,004166667 segundos después de un cruce por cero. El microprocesador **213** puede usar una señal de reloj para habilitar un triac en el momento apropiado. Un experto en la técnica que lea esta descripción entenderá cómo calcular el tiempo para cualquier "corte" de onda deseado.

10 Pasando ahora a las etapas **612** y **613**, el primer conjunto ordenado de potencias se suministra al primer controlador **211** de triac y el segundo conjunto ordenado de potencias se suministra al segundo controlador **212** de triac durante un período de tiempo igual a T1. Este suministro de potencia continúa repetidamente durante un primer período T1 de tiempo, después del cual el microprocesador **213** suministra el primer conjunto ordenado de potencias al segundo controlador **211** de triac y suministra el segundo conjunto ordenado de potencias al primer controlador **212** de triac repetidamente durante un segundo período T2 de tiempo. Después de T1, el suministro se "invierte" y el primer controlador **211** de triac recibe el segundo conjunto ordenado de potencias durante la duración de T2. El primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias, sumados juntos, equivalen al conjunto ordenado total de potencias de la parrilla eléctrica **110**; por lo tanto, por definición, el primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias siempre deben suministrarse simultáneamente.

20 La exposición se centra ahora en el cálculo de los períodos T1 y T2 de tiempo en **615** y **616**. El propósito de los períodos T1 y T2 de tiempo es "dividir", o prorratear, la potencia total consumida por la parrilla eléctrica (o cualquier otro dispositivo que use realizaciones de la invención) entre los dos elementos calefactores (o cualquier otra carga eléctrica) de acuerdo con la potencia seleccionada independientemente para cada elemento calefactor respectivo. Los conjuntos ordenados de potencias creados en las etapas **605** a **608** crean un patrón de ondas aceptable para la parrilla eléctrica como un todo. La suma de los conjuntos ordenados de potencias, que es el conjunto ordenado total de potencias de la parrilla eléctrica **110**, tendrá una onda de "encendido" completa o de "apagado" completa después de cada onda de corte, lo que reduce la magnitud de las corrientes armónicas. Adicionalmente es necesario calcular el tiempo de suministro de cada conjunto ordenado de potencias a los respectivos elementos calefactores **203**, **204**.

35 El período T1 de tiempo se calcula tomando el ajuste de potencia para el primer elemento calefactor **203** y dividiéndolo por la potencia total seleccionada, **603**. Esa relación se multiplica luego por la fase de suministro de potencia, que es de 2 segundos en este ejemplo pero se puede variar. T1 y T2 son proporciones simples del ajuste de potencia de un elemento calefactor dado en comparación con la potencia total solicitada. El cálculo se puede resumir mediante la siguiente ecuación:

$$T1 = 2 \text{ segundos} * (\text{selección de potencia para primer elemento calefactor}) / ((\text{selección de potencia para primer elemento calefactor}) + (\text{selección de potencia para segundo elemento calefactor})).$$

De manera similar, T2 es el mismo cálculo, esta vez para el segundo elemento calefactor **204**:

$$T2 = 2 \text{ segundos} * (\text{selección de potencia para segundo elemento calefactor}) / ((\text{selección de potencia para primer elemento calefactor}) + (\text{selección de potencia para segundo elemento calefactor})).$$

50 La Figura 8 resume el suministro de potencia del microprocesador **213** del primer y el segundo conjuntos

- ordenados de potencias al primer y el segundo controladores de triac durante una fase de suministro de potencia de 2 segundos: el primer controlador **211** de triac (y por extensión el primer elemento calefactor **203**) recibe la ondas representadas por el primer conjunto ordenado de potencias durante un tiempo T1. Luego recibe ondas representadas por las celdas del segundo conjunto ordenado de potencias durante un tiempo T2.
- 5 A la inversa, el segundo controlador **212** de triac (y por extensión el segundo elemento calefactor **204**) recibe ondas representadas por las celdas del segundo conjunto ordenado de potencias durante el período T1 de tiempo, y luego recibe ondas representadas por las celdas del primer conjunto ordenado de potencias durante el período T2 de tiempo.
- 10 Algunas realizaciones de la presente invención se pueden escalar para suministrar potencia de forma independiente a más de dos cargas. En una realización en la que una alimentación digital de energía controla de forma independiente "n" número de cargas, se requieren n conjuntos ordenados de potencias. Además, la decisión en **604** compararía la potencia total con $100\%/n$. La técnica para llenar los conjuntos ordenados de potencias de la Figura 7 sigue siendo aplicable, aunque en lugar de multiplicar por ocho (8), sería necesario
- 15 multiplicar la etapa **702** por $(n * 4)$. Además, en las etapas **615** y **616**, se requieren n periodos de tiempo. La Figura 9 muestra la temporización de los n conjuntos ordenados de potencias suministrados a lo largo de n períodos de tiempo. Debe entenderse que esta descripción también contempla realizaciones con múltiples calentadores sin control independiente.
- 20 Las presentes invenciones también proporcionan métodos para controlar de forma independiente dos elementos calefactores y proporcionar potencia variable reduciendo al mismo tiempo las corrientes armónicas y el flicker. En una realización de la invención, un usuario activa la parrilla eléctrica **110** y selecciona un primer y un segundo niveles de potencia, por ejemplo, controlando unos botones **101** y **102**. Al activar una parrilla eléctrica **110**, un usuario controla el microprocesador **213** para ejecutar las siguientes etapas en beneficio de
- 25 controlar uno o más elementos calefactores. Se entiende que algunas realizaciones pueden incluir cualquier cantidad de botones u otras entradas de usuario. Al activar la parrilla eléctrica **110**, un usuario enciende el microprocesador **213**. El microprocesador **213** recibe los ajustes de potencia seleccionados por el usuario y realiza los cálculos descritos anteriormente para activar los controladores **211** y **212** de triac en un patrón de control que suministra formas de onda controladas por fase a los elementos calefactores **203** y **204**.
- 30 En algunas realizaciones de la invención, el microprocesador **213** realiza la etapa de calcular las formas de onda controladas por fase apropiadas llenando dos conjuntos ordenados **605-608** de potencias. Cada conjunto ordenado de potencias puede tener cuatro celdas. Cada celda contiene un número "n", donde $0,0 \leq n \leq 1,0$. El número "n" representa una forma de onda que tiene un porcentaje "n" de potencia. Las ondas se cortan para
- 35 eliminar el "exceso" de potencia. El microprocesador **213** realiza la etapa de llenar los conjuntos ordenados de potencias calculando la potencia total solicitada por todos los elementos calefactores **203**, **204**, que puede expresarse como un porcentaje de la potencia seleccionada comparada con la potencia total disponible (en forma decimal).
- 40 Si la potencia total solicitada (es decir, la potencia total solicitada para todos los elementos calefactores) por el usuario es inferior al 50% de la potencia total disponible, el microprocesador **213** realiza la etapa de llenar el primer conjunto ordenado **605** de potencias. El conjunto ordenado de potencias se llena distribuyendo la cantidad total de potencia en las cuatro celdas de los conjuntos ordenados de potencias. En **606**, el microprocesador **213** realiza la etapa de llenar todo con ceros el segundo conjunto ordenado de potencias (es
- 45 decir, "0000"). Si la potencia total solicitada por el usuario es superior o igual al 50% de la potencia total, el microprocesador **213** realiza las etapas de llenar el primer conjunto ordenado de potencias con 1 (es decir, "1 | 1 | 1 | 1") y el segundo conjunto ordenado de potencias se llena (con potencia total - 50%, es decir [**702**] menos 4) según las etapas de la Figura 7.
- 50 Una vez calculados el primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias, el microprocesador **213** suministra formas de onda correspondientes a las celdas de cada conjunto ordenado de potencias. En particular, el valor de cada celda representa el porcentaje de potencia que se ha de suministrar en un ciclo de onda. Para suministrar una onda que tenga cualquier porcentaje dado de potencia, el microprocesador **213** calcula un ángulo de fase = $\arccos(2*x - 1)$, donde x es el porcentaje de potencia descrito en cualquier celda
- 55 dada. El microprocesador **213** utiliza el ángulo calculado para enviar una señal de "encendido" a los controladores **211** o **212** de triac en un momento correspondiente al ángulo de fase calculado. El microprocesador **213** puede usar una señal de cruce por cero y la Tabla 1 descrita anteriormente para determinar la temporización correcta.
- 60 El microprocesador **213** suministra repetidamente el primer conjunto ordenado de potencias al primer controlador **211** de triac y el segundo conjunto ordenado de potencias al segundo controlador **212** de triac durante un período T1 de tiempo. Una vez transcurrido T1, el microprocesador **213** "invierte" el primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias durante un período T2 de tiempo. En otras palabras, como se ve en la Figura 8, una vez que termina T1 y comienza T2, el primer conjunto ordenado de potencias se suministra
- 65 al segundo controlador **212** de triac y el segundo conjunto ordenado de potencias se suministra al primer

controlador **211** de triac.

El microprocesador **213** realiza la etapa de calcular T1 y T2 como:

$$5 \quad T1 = 2 \text{ segundos} * (\text{potencia total de primer calentador} / \text{potencia total de calentador combinado})$$

$$T2 = 2 \text{ segundos} * (\text{potencia total de segundo calentador} / \text{potencia total de calentador combinado}).$$

Matemáticamente, se deduce que la fase de suministro de potencia de $T1 + T2 = 2$ segundos.

10

De esta manera, los conjuntos ordenados de potencias se suministran durante una fase de suministro de potencia combinada de 2 segundos. Se contempla que puedan usarse fases de suministro de potencia más largas o más cortas. Después de 2 segundos, el microprocesador **213** puede volver a calcular los conjuntos ordenados de potencias. Al volver a calcular los conjuntos ordenados de potencias, el microprocesador **213** puede tener en cuenta un cambio en los ajustes del usuario, o pasar de aumentar la temperatura de un elemento calefactor a mantener una temperatura.

15

Se proporciona un ejemplo operativo que aplica los dispositivos y métodos descritos anteriormente. Por ejemplo, un usuario puede desear usar la parrilla **110** con diferentes niveles de potencia para el primer y el segundo elementos calefactores **203** y **204** - por ejemplo, el microprocesador **213** puede determinar que un primer elemento calefactor **203** debe tener el 17,5% de su potencia máxima y un segundo elemento calefactor **204** debe tener solo el 5% de su potencia máxima. De acuerdo con las realizaciones descritas en la presente memoria, el microprocesador **213** está configurado para suministrar el 17,5% y el 5% de potencia, respectivamente, consumiendo al mismo tiempo potencia en un patrón que reduce las corrientes armónicas introducidas por la parrilla eléctrica en la toma de corriente CA de pared.

20

25

En este ejemplo, el primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias se calculan de la siguiente manera: los niveles de potencia primero y segundo seleccionados se combinan para llegar a una potencia total seleccionada: $17,5\% + 5\% = 22,5\%$ o $0,225$ (véase **603**). Dado que esto es menos del 50%, el microprocesador **213** continúa con la etapa **605**. Usando las técnicas descritas en la presente memoria, el microprocesador **213** multiplica por ocho (8) para llegar a $0,225 * 8 = 1,8$. A continuación, el microprocesador **213** introduce el valor 1,8 en el primer conjunto ordenado de potencias. En particular, la primera celda y la tercera celda reciben el valor de $(1,8)/2 = 0,9$. Las celdas segunda y cuarta siguen siendo "0". Por lo tanto, el primer conjunto ordenado de potencias es "0,9 | 0 | 0,9 | 0" y el segundo conjunto ordenado de potencias es "0 | 0 | 0 | 0".

30

35

Durante un período T1 de tiempo, el primer conjunto ordenado de potencias se suministra al primer controlador **211** de triac y el segundo conjunto ordenado de potencias se suministra simultáneamente al segundo controlador **212** de triac. Al suministrar el primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias, el microprocesador **213** envía una señal de "encendido" al respectivo controlador **211** y/o **212** de triac en un momento que corresponde al "corte" de la onda. Por ejemplo, la primera celda del primer conjunto ordenado de potencias dicta que se suministre una onda de potencia del 90% (es decir, 0,9). Una onda de potencia del 90% requiere un ángulo de "corte" de $\arccos(2 * 0,9 - 1) = 36,86^\circ$. El microprocesador **213** suministra una onda de potencia del 90% "encendiendo" el controlador **211** de triac a $36,86^\circ$. De manera similar a los valores de la Tabla 1, se puede realizar un corte de $36,86^\circ$ suministrando potencia 0,0017 segundos después de un cruce por cero. Posteriormente, la segunda celda dicta que se suministre una onda de "apagado" con un 0%. La tercera onda es igual que la primera onda, es decir, cortada a $36,86^\circ$, y la cuarta onda es igual que la segunda onda, es decir de "apagado". El segundo conjunto ordenado de potencias en este ejemplo es "0 | 0 | 0 | 0", por lo que el segundo controlador **212** de triac nunca se activa.

40

45

50

Este patrón de suministro continúa durante un período T1 de tiempo como se describe en **612** y **613**. Aquí, T1 se calcula como $T1 = 2 \text{ segundos} * (\text{Potencia total del primer calentador} / \text{Potencia total del calentador combinado}) = 2 * (0,175/0,225) = 2 * 0,78 = 1,56$ segundos. Del mismo modo, $T2 = 2 * (0,05/0,225) = 0,44$ segundos. En este ejemplo, el primer conjunto ordenado de potencias ("0,9 | 0 | 0,9 | 0") se suministra al primer elemento calefactor **203** y el segundo conjunto ordenado de potencias ("0 | 0 | 0 | 0") se suministra al segundo elemento calefactor **204** durante T1 = 1,56 segundos. Después de 1,56 segundos, el microprocesador "invierte" el suministro del primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias durante un período de 0,44 segundos. Después de que hayan pasado 2 segundos combinados, el microprocesador **213** puede comenzar a llenar de nuevo el primer y el segundo conjuntos ordenados de potencias de acuerdo con las necesidades de potencia en ese momento.

55

60

Se entenderá que el microprocesador **213** puede incluir memoria interna o externa **1000** para leer y/o escribir en relación con la ejecución de las etapas y configuraciones descritas en la presente memoria. Además, se entenderá que el microprocesador **213** puede tener una señal de reloj interna o externa que puede usarse para cronometrar la señal de "encendido" enviada a un triac. La señal de reloj puede ser generada por un generador integrado **1001** de señales de reloj, o por un reloj externo. La Figura 10 es un esquema ejemplar que muestra

65

entradas y salidas del microprocesador **213**. Los ejemplos incluyen unos botones izquierdo y derecho **101**, **102** y una pantalla **103**. Los ejemplos adicionales incluyen los termopares **221**, **222** y la comunicación con los controladores **208** y **209** de triac. También se muestran la memoria **1000** y el reloj **1001**, así como la señal **1002** de entrada de la unidad **210** de cruce por cero.

5

Un beneficio adicional de las realizaciones de los dispositivos y métodos descritos en la presente memoria es una reducción en el flicker introducido por la alimentación digital **200** de energía en una toma de corriente de pared. El flicker no es deseable porque, a ciertas frecuencias, hará que las luces conectadas a un toma de corriente parpadeen o se atenúen. La Figura 11 muestra los límites de flicker de *IEC 61000-3-3 Compatibilidad electromagnética (CEM) - Parte 3-3 (Fluctuaciones de tensión y flicker)*. El flicker se mide como % de cambio en la tensión.

10

Algunas realizaciones de la presente invención pueden reducir los niveles de flicker en un toma de corriente de pared en función de los cambios de tensión resultantes de los cortes de onda dentro de una sola fase de suministro de potencia. Un experto en la técnica reconocerá que el flicker se mide comúnmente durante un "estado estable" de los dispositivos.

15

Los cambios de tensión dentro de una sola fase de suministro de potencia cumplen la normativa relativa al flicker. Como se ve en **1101** (y se describe con más detalle en la norma), el último punto de datos del requisito IEC 61000-3-3 ocurre a 2875 cambios de tensión por minuto. Esto equivale a una frecuencia de ciclo de 23,96 Hz. En otras palabras, los cambios de tensión que se producen a una frecuencia superior a 23,96 Hz no tienen requisitos de flicker porque están más allá de la percepción humana. Las realizaciones de los dispositivos y métodos descritos en la presente memoria crean un patrón de onda en el que la parrilla eléctrica **110** alterna entre una onda de corte y una onda de "encendido" completa o de "apagado" completa. Siguiendo este patrón, la parrilla eléctrica **110** crearía 25 cambios de tensión por segundo (25 Hz) a 50 Hz CA y 30 cambios de tensión por segundo (30 Hz) a 60 Hz CA. Una onda de corte seguida de una onda completa cuenta como un cambio de tensión. Las frecuencias de ciclo de 25 Hz y 30 Hz están por encima del último punto de datos de la norma de 23,96 Hz y, por lo tanto, cumplen el requisito de flicker.

20

25

Un beneficio adicional de las realizaciones de la invención proviene de dividir la potencia en múltiples conjuntos ordenados de potencias y suministrarlos a múltiples elementos calefactores. Usando las técnicas descritas en las Figuras 6 y 7, uno de los conjuntos ordenados de potencias siempre será "0 | 0 | 0 | 0" o "1 | 1 | 1 | 1". Esto asegura que solo uno de los elementos calefactores **203** o **204** pueda recibir una onda de "corte" en un momento dado. Como resultado, la corriente (o potencia) utilizada de la parrilla eléctrica **110** nunca se reducirá en más de la mitad (1/2) de la potencia nominal máxima. Por mencionar un ejemplo, si dos elementos calefactores **203** y **204** consumen cada uno 1150 vatios, para una combinación de 2300 vatios consumidos por la parrilla eléctrica **110**, incluso 90° en un elemento calefactor **203** o **204** solo daría como resultado una caída de potencia máxima de 1150 vatios. Esto ayuda a reducir la magnitud de las corrientes armónicas.

30

35

Algunas realizaciones de la alimentación digital de energía y el método para suministrar potencia descritos pueden implementarse opcionalmente en la circuitería de una parrilla eléctrica. La Figura 2 muestra componentes adicionales que pueden agregarse opcionalmente a la circuitería **200** de protección para proporcionar circuitería para una parrilla eléctrica. Por ejemplo, la línea **201** y el neutro **202** pueden conectarse a un transformador reductor **215** al que esté conectada la unidad **210** de detección de cruce por cero. El transformador reductor **215** proporciona una tensión secundaria reducida para que la unidad **210** de detección de cruce por cero pueda detectar cruces por cero en la corriente CA entre la línea **201** y el neutro **202** sin exponerse a altas tensiones.

40

45

Otras realizaciones opcionales incluyen un rectificador **216** de onda completa que alimenta a una unidad **217** de detección de fugas a tierra, que a su vez se comunica con un controlador **218** de disparo para disparar un pestillo electromecánico **206** o **207**. La unidad **217** de detección de fugas a tierra puede recibir una señal que indique un desequilibrio de corriente entre la línea **201** y el neutro **202** y hacer que los pestillos se disparen para evitar situaciones peligrosas de corriente.

50

Algunas realizaciones opcionales adicionales incluyen un monitor **220** de vigilancia que vigila el funcionamiento del microprocesador **213** y puede desactivar los controladores **211** y **212** de triac en caso de un fallo del microprocesador **213**. También están previstos convertidores **214** de alimentación CA/CC que pueden usarse para alimentar al microprocesador **213**, y un sensor de corriente, tal como un sensor **219** de efecto Hall, que puede ser usado por el microprocesador **213** para vigilar la corriente que fluye a los elementos calefactores **203** y **204**.

55

Por las razones descritas anteriormente, algunas realizaciones de las invenciones pueden proporcionar una alimentación digital de energía que aumenta la vida útil de un elemento calefactor; cumple los requisitos de flicker y también cumple los requisitos de armónicos. Estos beneficios pueden lograrse utilizando los dispositivos y métodos descritos en la presente memoria. Por ejemplo, el uso de una fase de suministro de potencia de 2 segundos evita que los elementos calefactores se dilaten por completo o se contraigan por

60

65

- completo. Las fases prolongadas de suministro de potencia que permiten que un elemento calefactor se dilate o se contraiga por completo son muy perjudiciales para la vida útil del elemento calefactor. El requisito de flicker se satisface mediante la creación de un conjunto ordenado total de potencias que describe un patrón de onda alterna que tiene una frecuencia de ciclo de 25-30 Hz dependiendo de la corriente CA. Además, el conjunto ordenado total de potencias que puede crearse usando los dispositivos y métodos de la invención hace que a cada onda de corte le siga una onda de "encendido" completa o de "apagado" completa, reduciendo así las corrientes armónicas. Las corrientes armónicas también se reducen al dividir la carga combinada de la parrilla eléctrica **110** en dos o más elementos.
- 5
- 10 La descripción anterior no pretende limitar el significado de las palabras usadas en o el alcance de las siguientes reivindicaciones que definen la invención. Más bien, las descripciones e ilustraciones se han proporcionado para ayudar a comprender las diversas realizaciones. Más bien, se cuenta con que existirán modificaciones futuras en la estructura, el funcionamiento o el resultado que no sean cambios sustanciales y que se pretende que todos estos cambios insustanciales en lo que se reivindica estén cubiertos por las reivindicaciones. Por tanto, aunque se han ilustrado y descrito realizaciones preferidas de las presentes invenciones, un experto en la técnica entenderá que se pueden realizar numerosos cambios y modificaciones sin apartarse de la invención reivindicada. Además, aunque la expresión "invención reivindicada" o "presente invención" se usa a veces en la presente memoria en singular, se entenderá que hay una pluralidad de invenciones como se describe y se reivindica.
- 15
- 20 En las siguientes reivindicaciones se exponen diversas características de las presentes invenciones.

REIVINDICACIONES

1. Una parrilla eléctrica (110), que comprende:

- 5 un primer botón (101), un segundo botón (102) y una pantalla (103) montados en una carcasa (106);
un cable (107) de alimentación conectado a una línea (201) de tensión y a una línea neutra (202);
10 un primer elemento calefactor (203) y un segundo elemento calefactor (204) dentro de la carcasa (106), estando conectado el primer elemento calefactor (203) a la línea (201) de tensión y a la línea neutra (202) y estando conectado el segundo elemento calefactor (204) a la línea (201) de tensión y a la línea neutra (202);
15 un primer triac (208) y un segundo triac (209) conectados entre la línea (201) de tensión y el primer elemento calefactor (203) y el segundo elemento calefactor (204), respectivamente;
un primer controlador (211) de triac y un segundo controlador (212) de triac conectados respectivamente al primer triac (208) y al segundo triac (209);
20 una unidad (210) de detección de cruce por cero configurada para detectar cruces por cero de corriente CA en la línea (201) de tensión; y
25 un microprocesador (213) en comunicación con el primer botón (101), el segundo botón (102), el primer controlador (211) de triac, el segundo controlador (212) de triac y la unidad (210) de detección de cruce por cero, en donde el microprocesador (213) se ha de comunicar además con una memoria (1000) y en donde el microprocesador (213) ha de usar una señal de reloj para (a) provocar el suministro de una primera onda de CA controlada por fase en función de un primer conjunto ordenado de valores de potencia almacenados en la memoria (1000) y (b) provocar el suministro de una segunda onda de CA controlada por fase en función de un segundo conjunto ordenado de valores de potencia almacenados en la memoria (1000).
30

2. La parrilla eléctrica (110) según la reivindicación 1, en donde el primer conjunto ordenado de valores de potencia y el segundo conjunto ordenado de valores de potencia son conjuntos ordenados de cuatro valores, y, bien el primer conjunto ordenado de valores de potencia, bien el segundo conjunto ordenado de valores de potencia se llena con dos valores alternos.
35

3. La parrilla eléctrica (110) según la reivindicación 2, en donde uno de los dos valores alternos en el primer conjunto ordenado de valores de potencia representa

- 40 (a) una onda de "encendido" completa; o
(b) una onda de "apagado" completa.

4. Un método para suministrar potencia, comprendiendo el método:

- 45 usar uno o más dispositivos (101, 102) de entrada de usuario para seleccionar un primer ajuste de potencia para un primer elemento calefactor (203) y un segundo ajuste de potencia para un segundo elemento calefactor (204);
50 usar un microprocesador (213) para acceder al primer ajuste de potencia y al segundo ajuste de potencia;
usar el microprocesador (213) para calcular una cantidad total de potencia solicitada;
55 usar el microprocesador (213) para llenar un primer conjunto ordenado de valores de potencia y un segundo conjunto ordenado de valores de potencia correspondientes al primer elemento calefactor (203) y al segundo elemento calefactor (204), respectivamente;
60 usar el microprocesador (213) para calcular un primer ángulo de fase correspondiente al primer conjunto ordenado de valores de potencia y un segundo conjunto ordenado de ángulos de fase correspondiente al segundo conjunto ordenado de valores de potencia;
hacer que el microprocesador (213) reciba una señal de cruce por cero desde una unidad (210) de detección de cruce por cero; y,
65 durante un primer período de tiempo, suministrar un primer patrón de onda de CA controlado por fase

en función del primer conjunto ordenado de ángulos de fase al primer elemento calefactor (203) y suministrar un segundo patrón de onda de CA controlado por fase en función del segundo conjunto ordenado de ángulos de fase al segundo elemento calefactor (204).

5 5. El método según la reivindicación 4, que incluye además:

10 durante un segundo período de tiempo, suministrar un tercer patrón de onda de CA controlado por fase representado por el primer conjunto ordenado de ángulos de fase al segundo elemento calefactor y suministrar un cuarto patrón de onda de CA controlado por fase representado por el segundo conjunto ordenado de ángulos de fase al primer elemento calefactor, en donde cada conjunto ordenado de valores de potencia contiene cuatro celdas.

15 6. El método según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en donde el llenado del primer conjunto ordenado de valores de potencia y del segundo conjunto ordenado de valores de potencia incluye además:

llenar la primera celda del primer conjunto ordenado de valores de potencia con el mismo valor que la tercera celda del primer conjunto ordenado de valores de potencia;

20 llenar la segunda celda del primer conjunto ordenado de valores de potencia con el mismo valor que la cuarta celda del primer conjunto ordenado de valores de potencia;

llenar la primera celda del segundo conjunto ordenado de valores de potencia con el mismo valor que la tercera celda del segundo conjunto ordenado de valores de potencia; y

25 llenar la segunda celda del segundo conjunto ordenado de valores de potencia con el mismo valor que la cuarta celda del segundo conjunto ordenado de valores de potencia.

30 7. El método según la reivindicación 6, en donde cada celda de cada conjunto ordenado de valores de potencia representa una relación de potencia y oscila entre $0 \leq x \leq 1,0$.

8. El método según la reivindicación 7, en donde cada celda alterna

(a) en el primer conjunto ordenado de valores de potencia se llena con un "0" o un "1"; y/o

35 (b) en el segundo conjunto ordenado de valores de potencia se llena con un "0" o un "1".

40 9. El método según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, en donde el primer conjunto ordenado de ángulos de fase y el segundo conjunto ordenado de ángulos de fase se calculan usando el microprocesador (213) para aplicar la ecuación $\text{ángulo} = \arccos(2x - 1)$ al primer conjunto ordenado de valores de potencia y al segundo conjunto ordenado de valores de potencia, respectivamente.

45 10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 7 - 9, en donde el primer periodo de tiempo se calcula como una relación entre el primer ajuste de potencia y la cantidad total de potencia solicitada y el segundo periodo de tiempo se calcula como una relación entre el segundo ajuste de potencia y la cantidad total de potencia solicitada.

50 11. El método según cualquiera de las reivindicaciones 4 - 10, en donde el suministro de potencia incluye además activar un triac (208) conectado al primer elemento calefactor (203) o al segundo elemento calefactor (204).

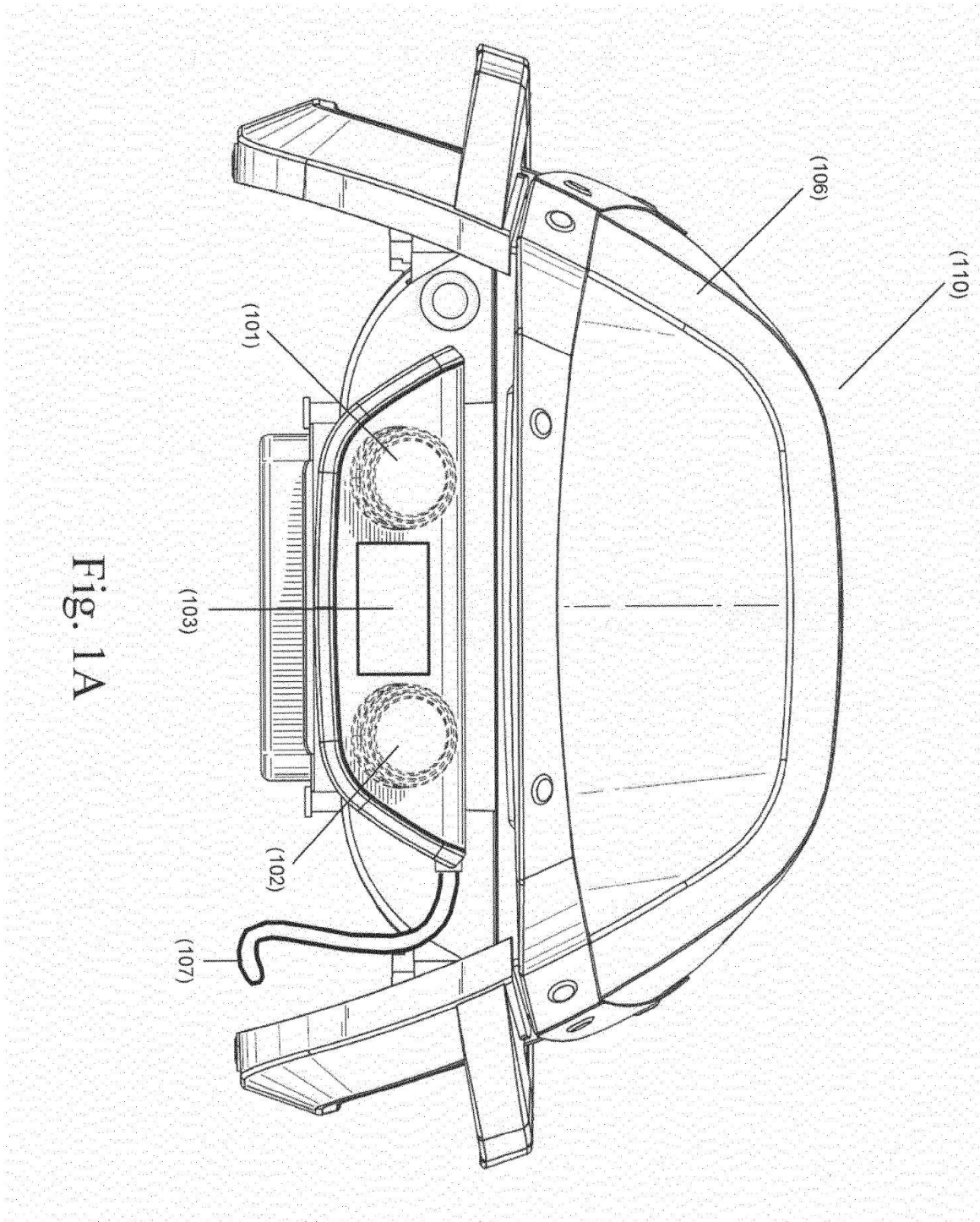


Fig. 1A

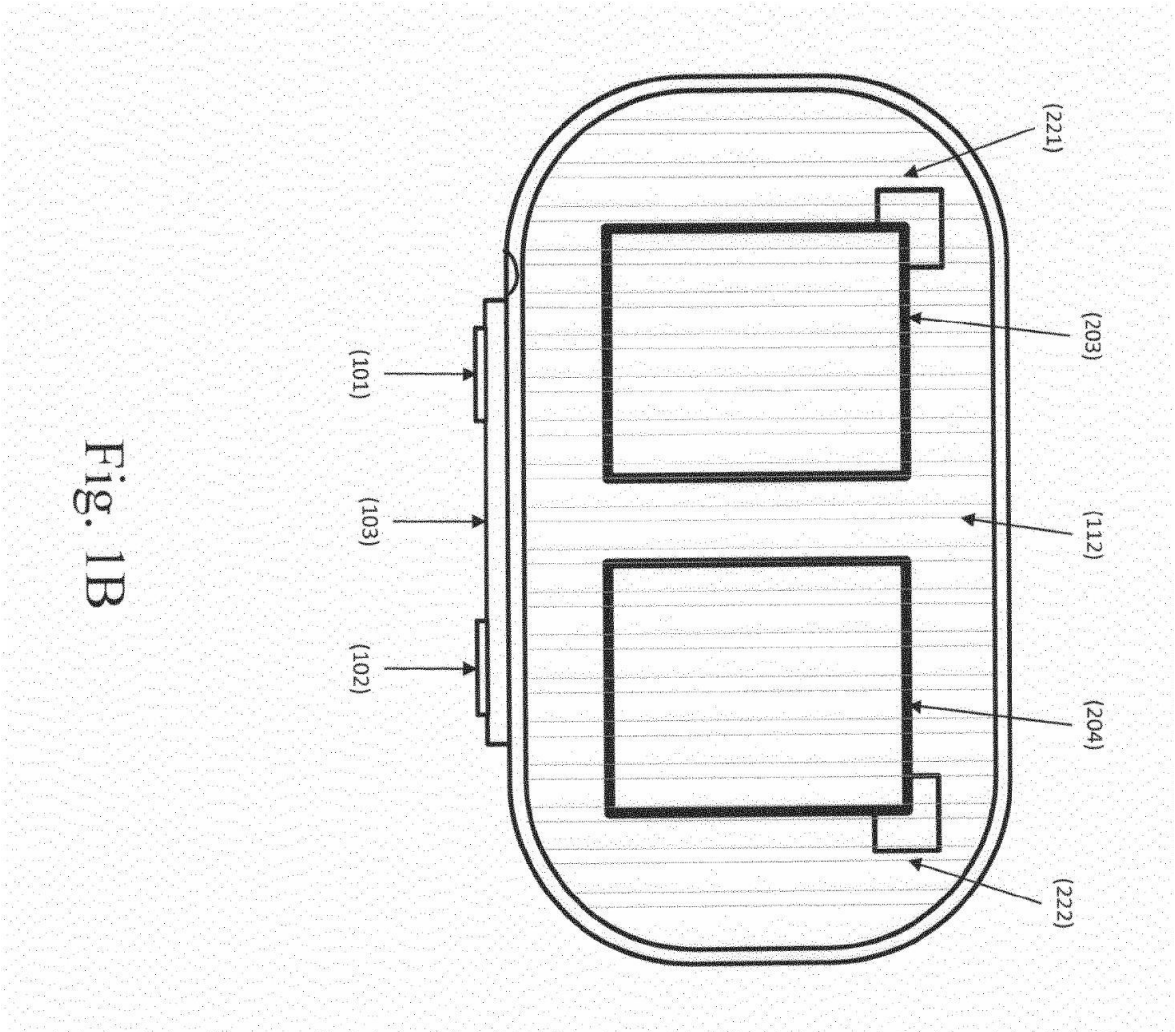


Fig. 1B

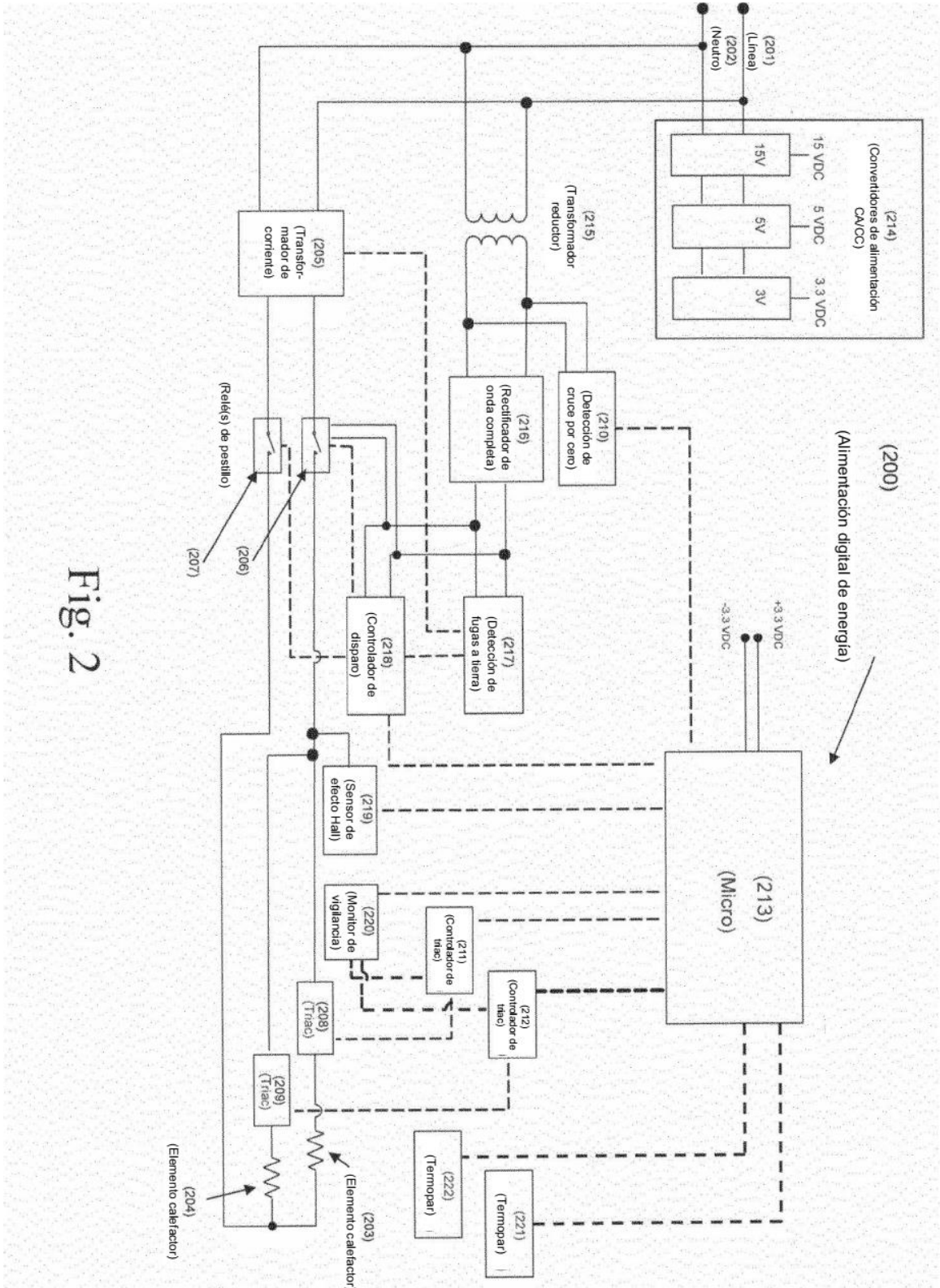


Fig. 2

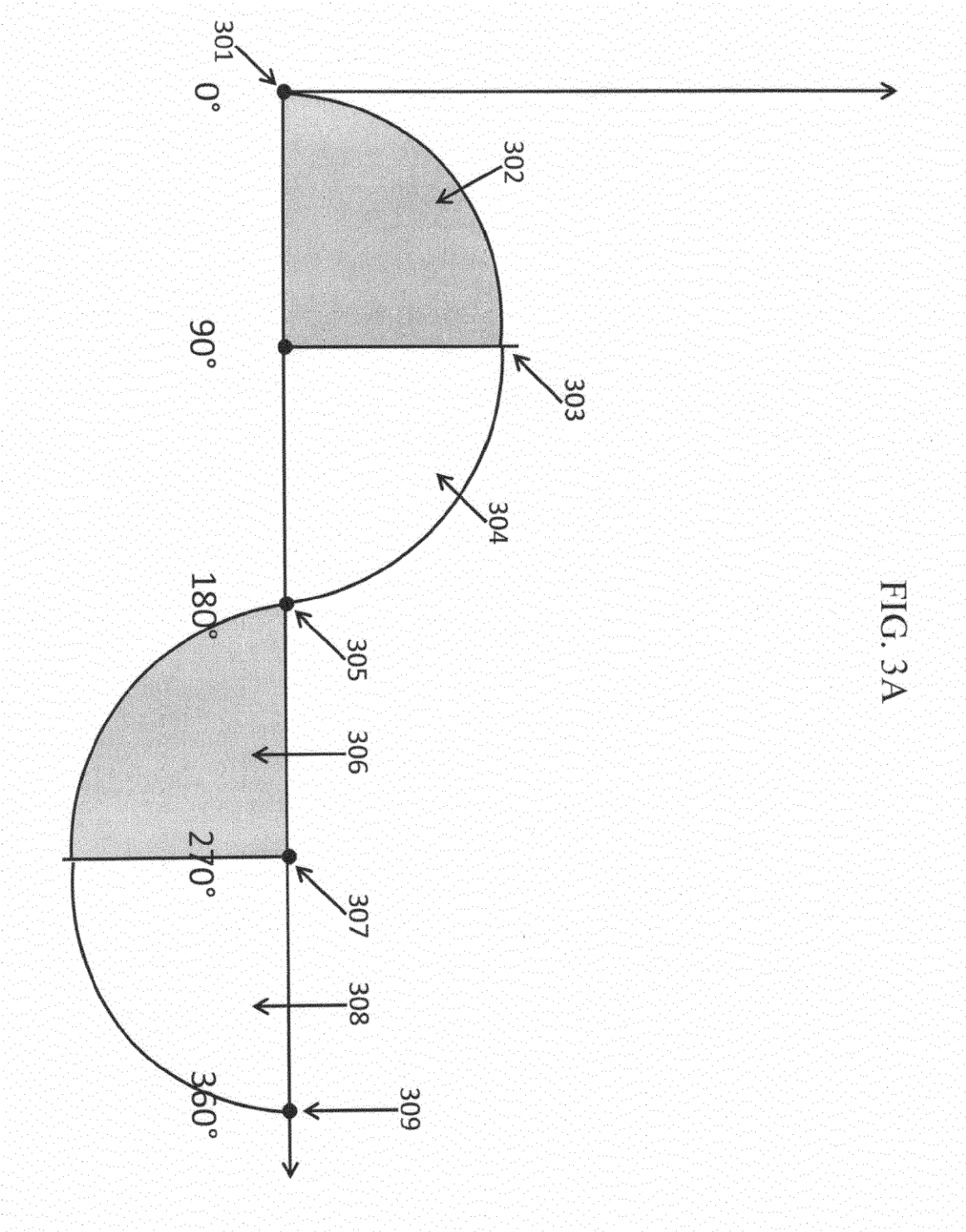


FIG. 3A

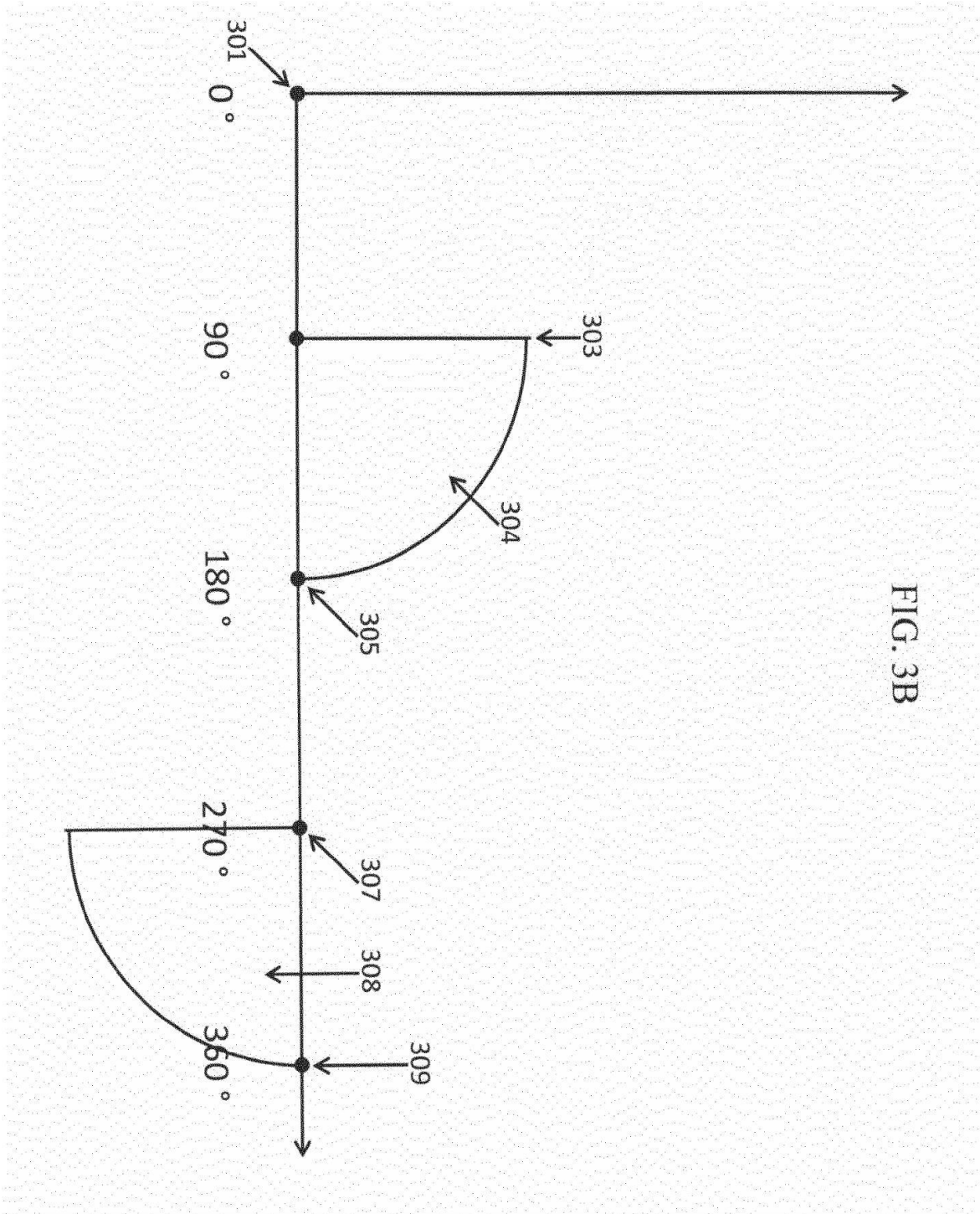
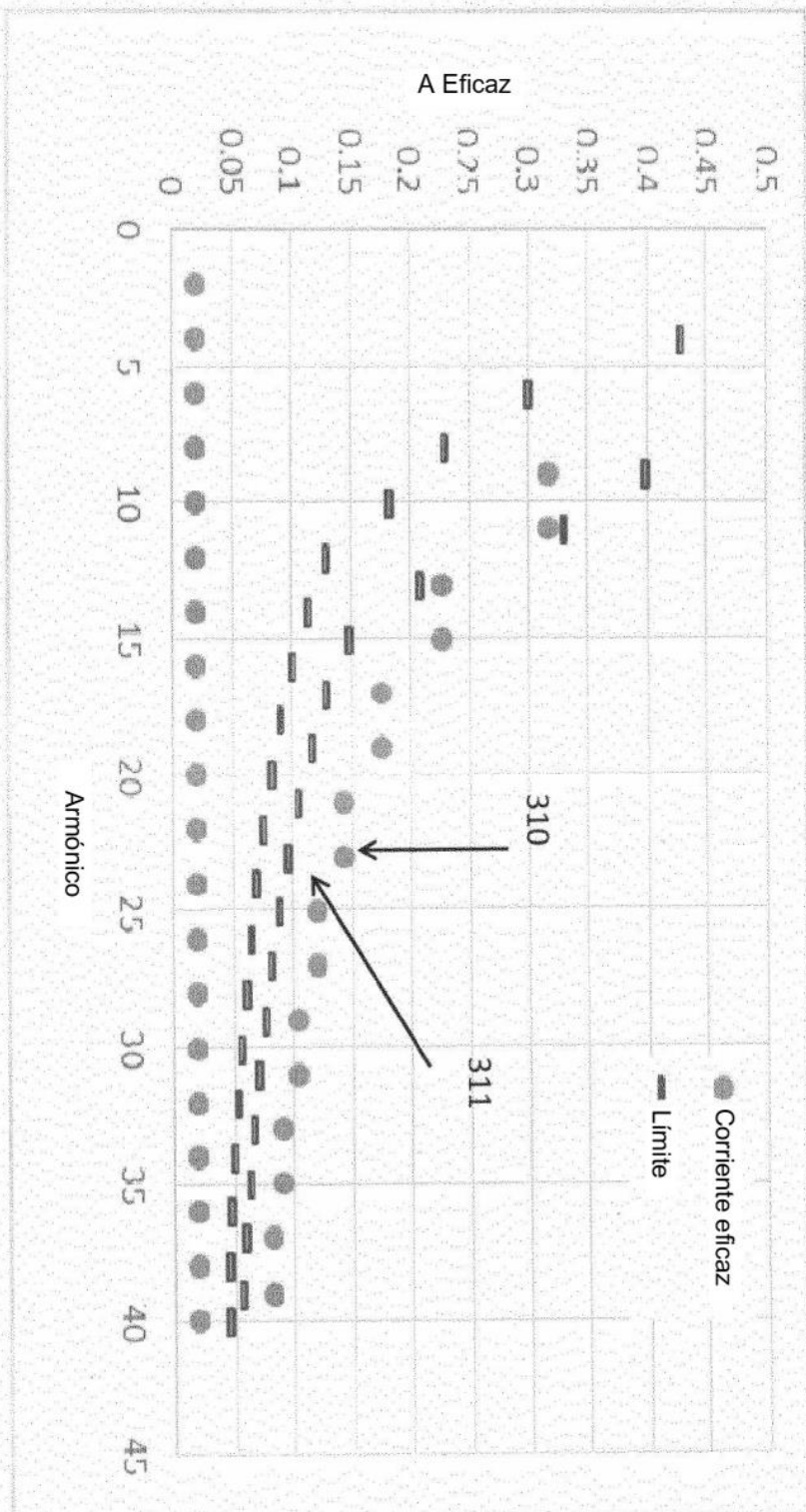
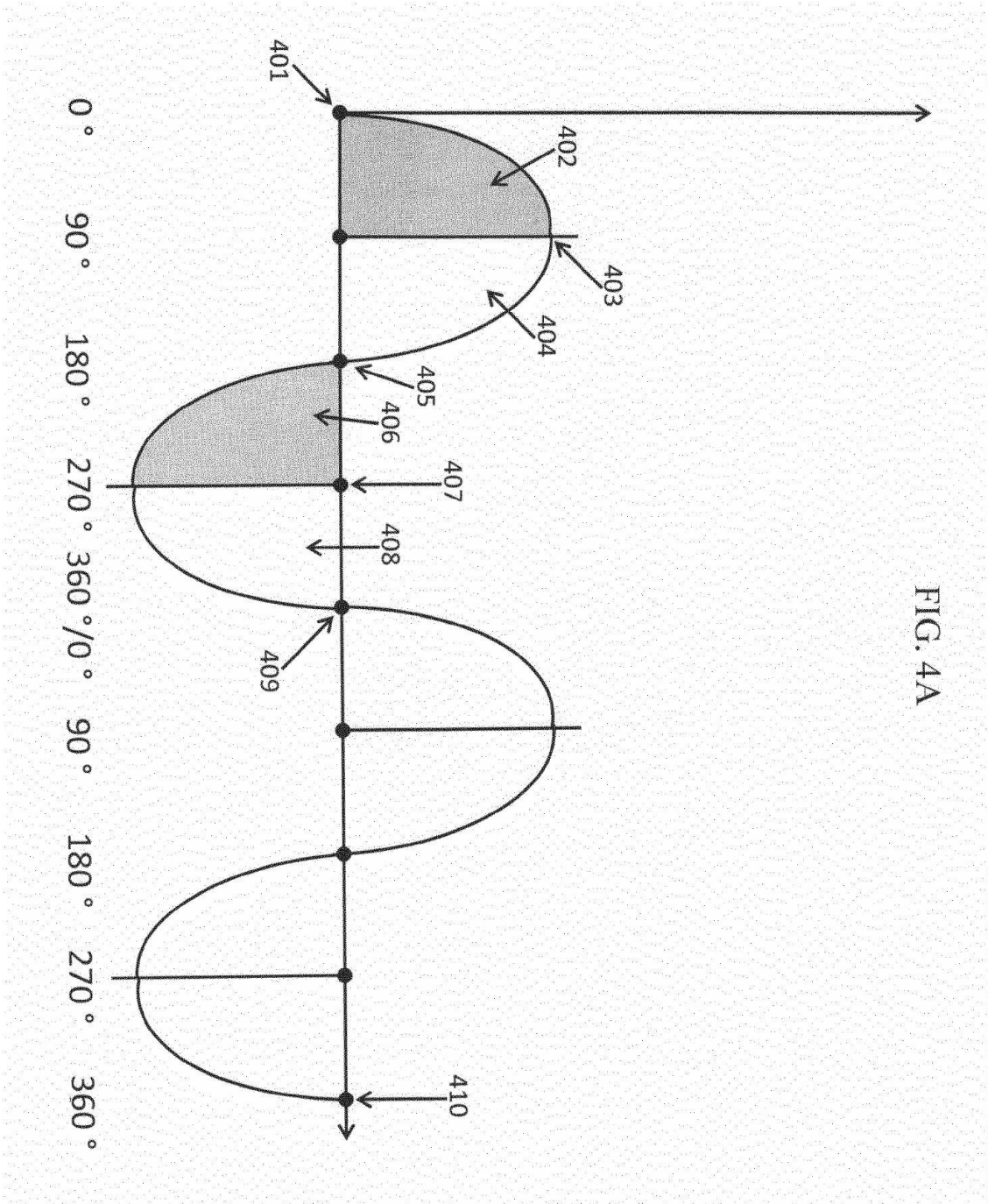
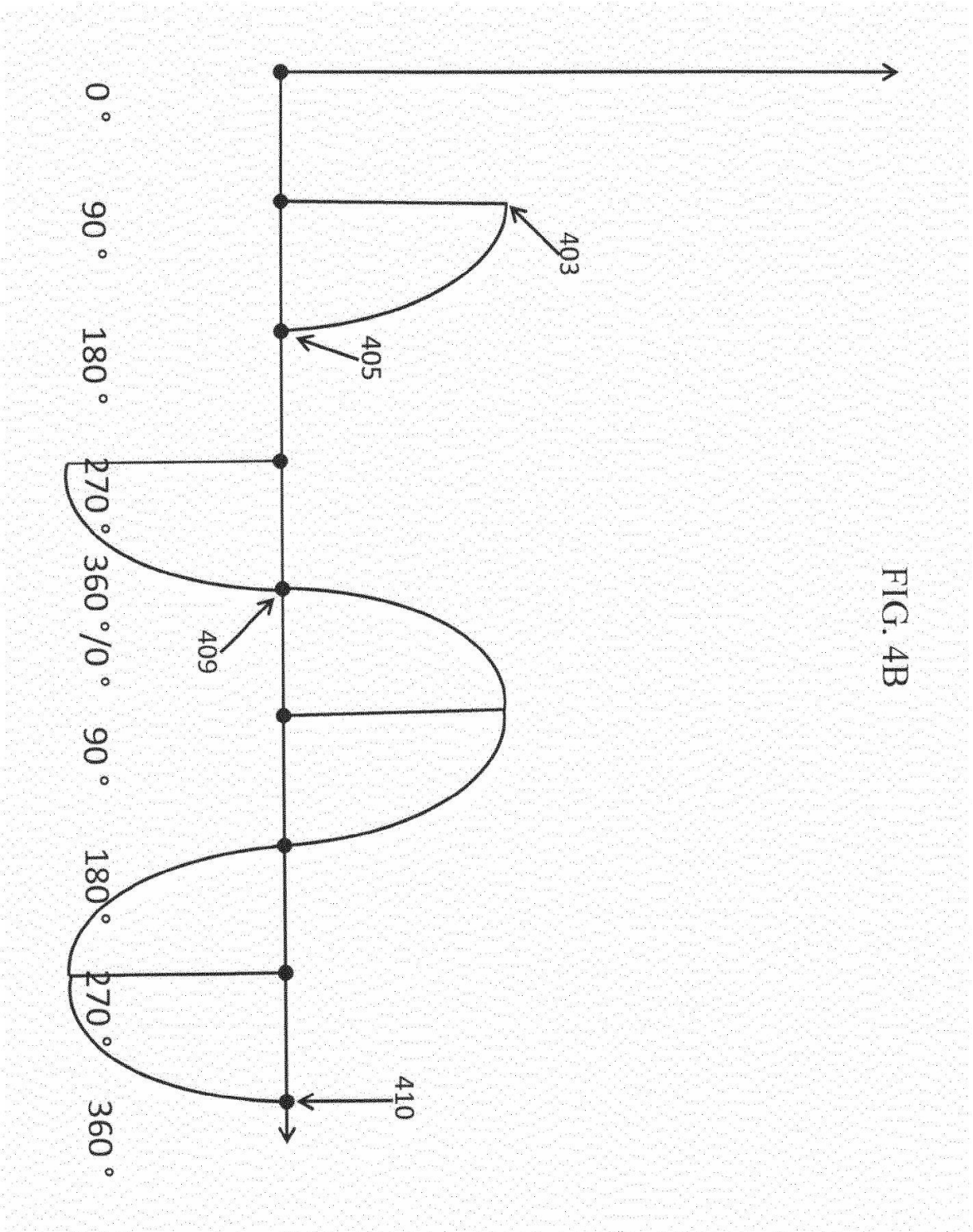


FIG. 3B

FIG. 3C







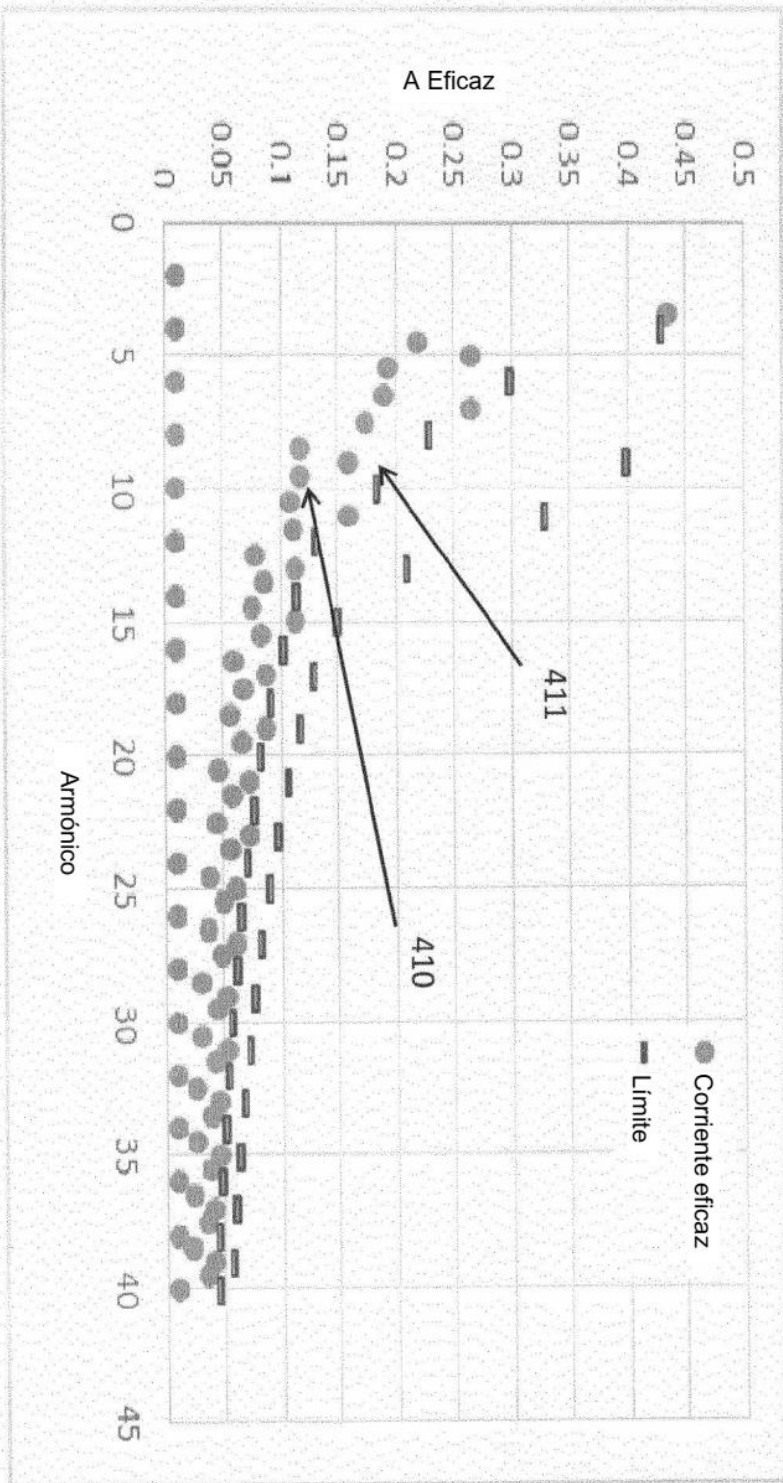
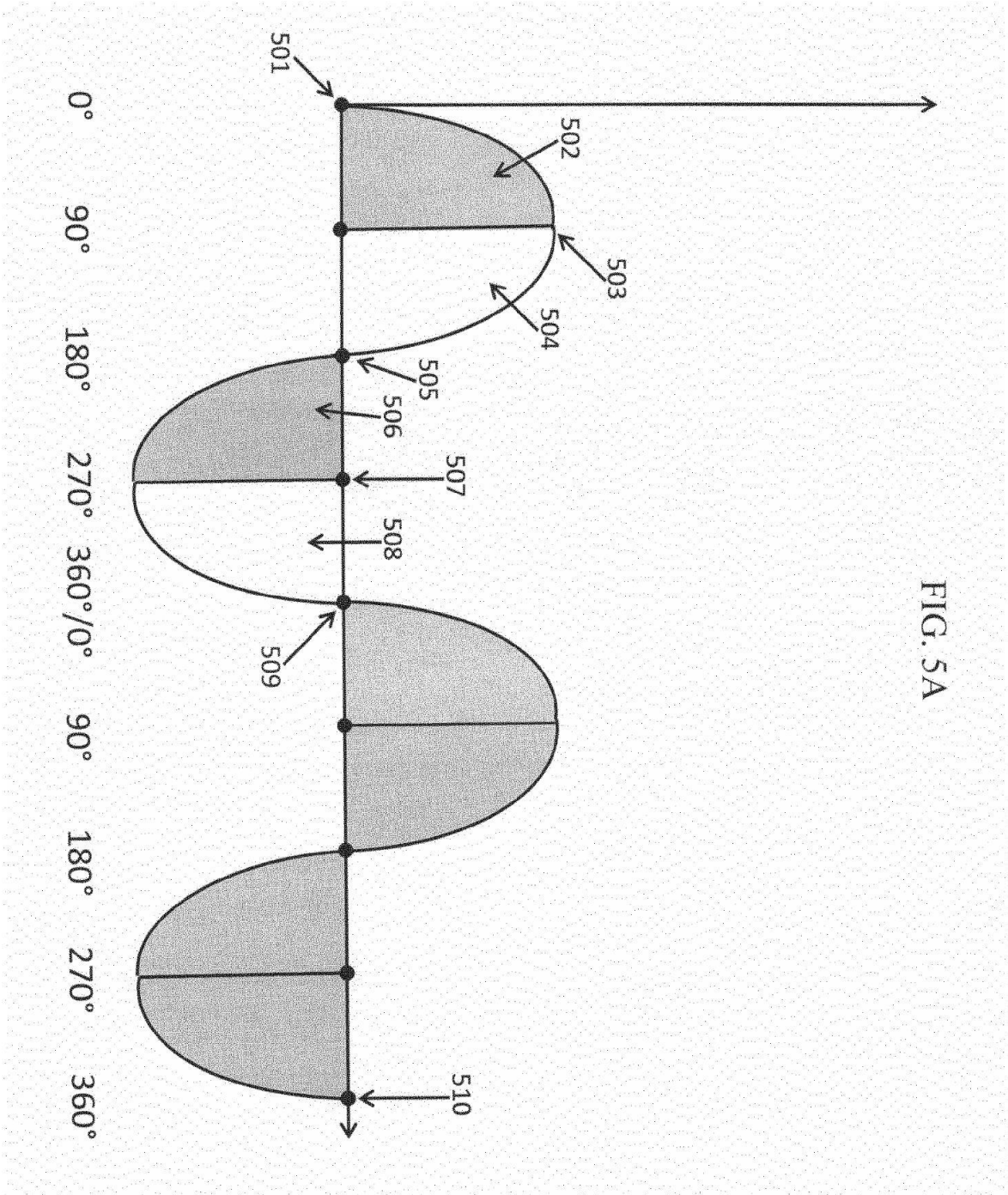


FIG. 4C



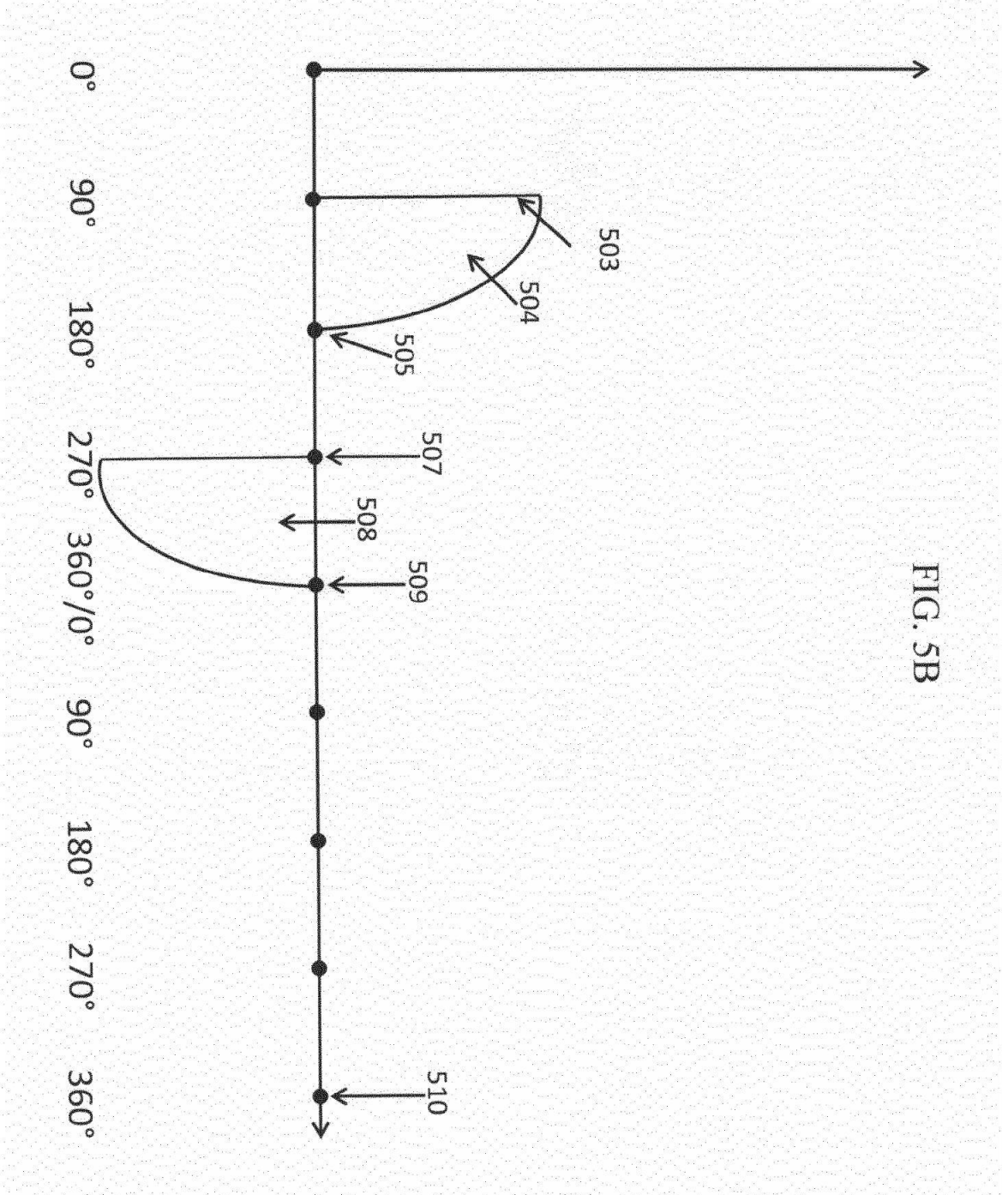
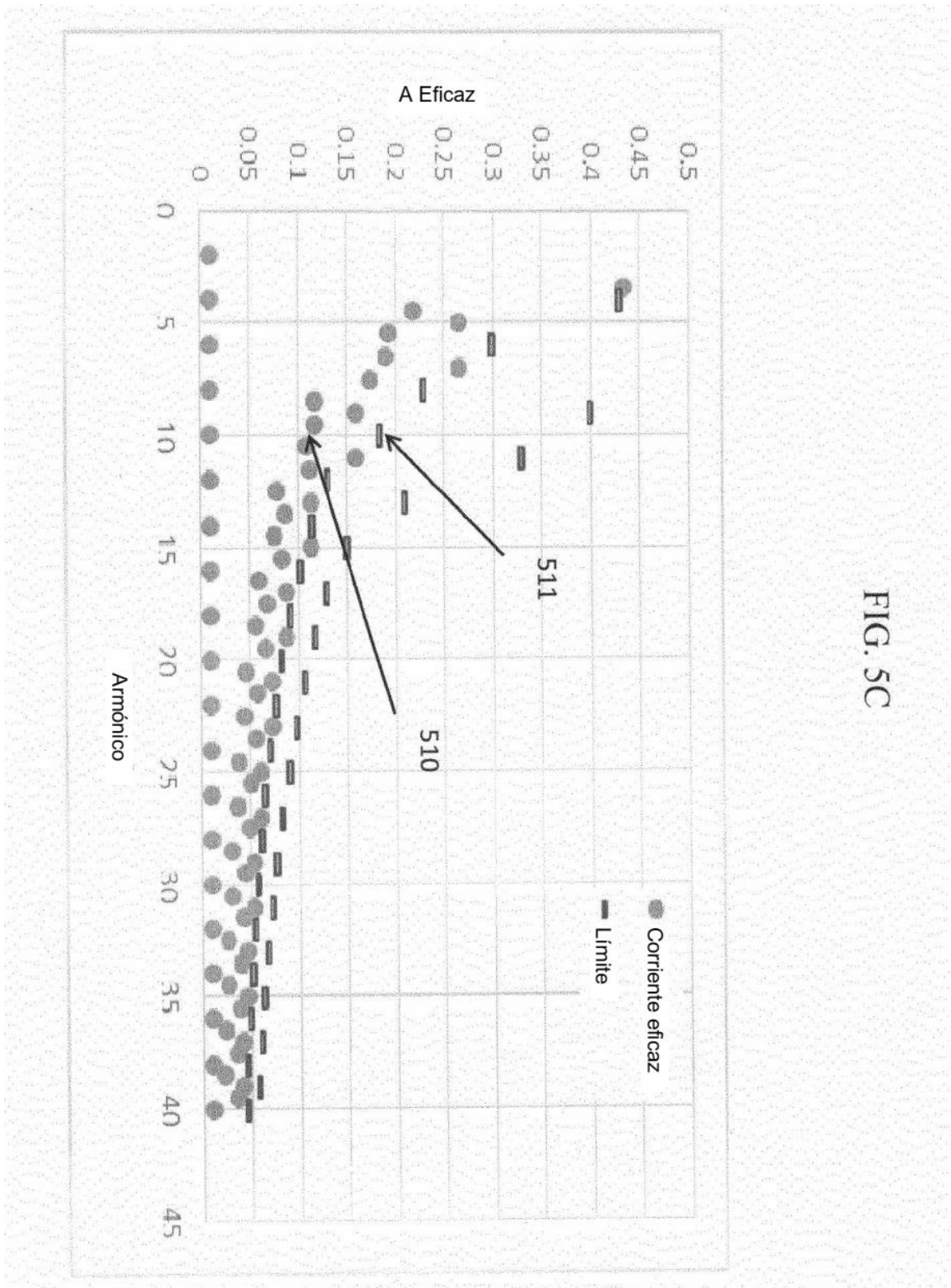
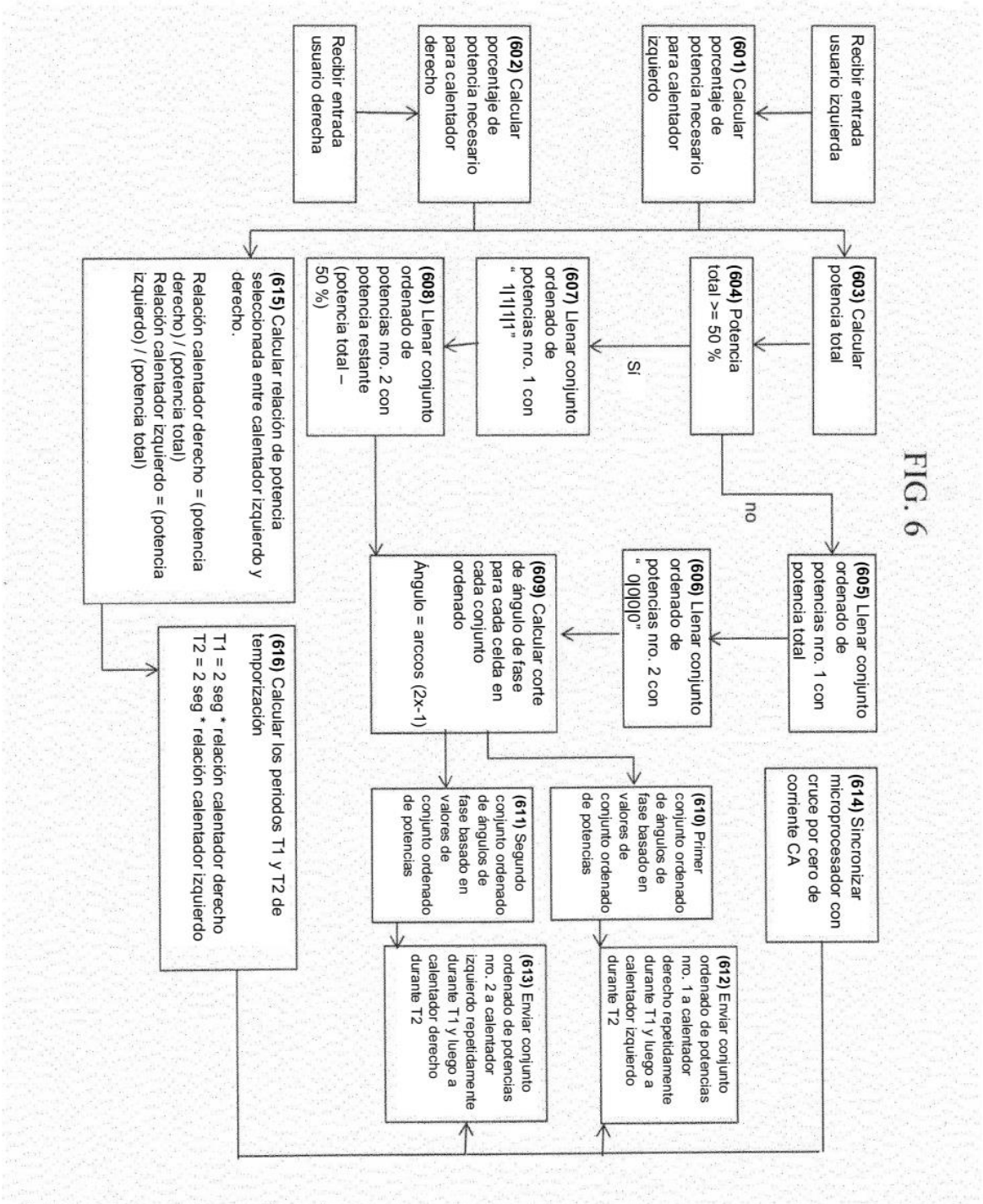
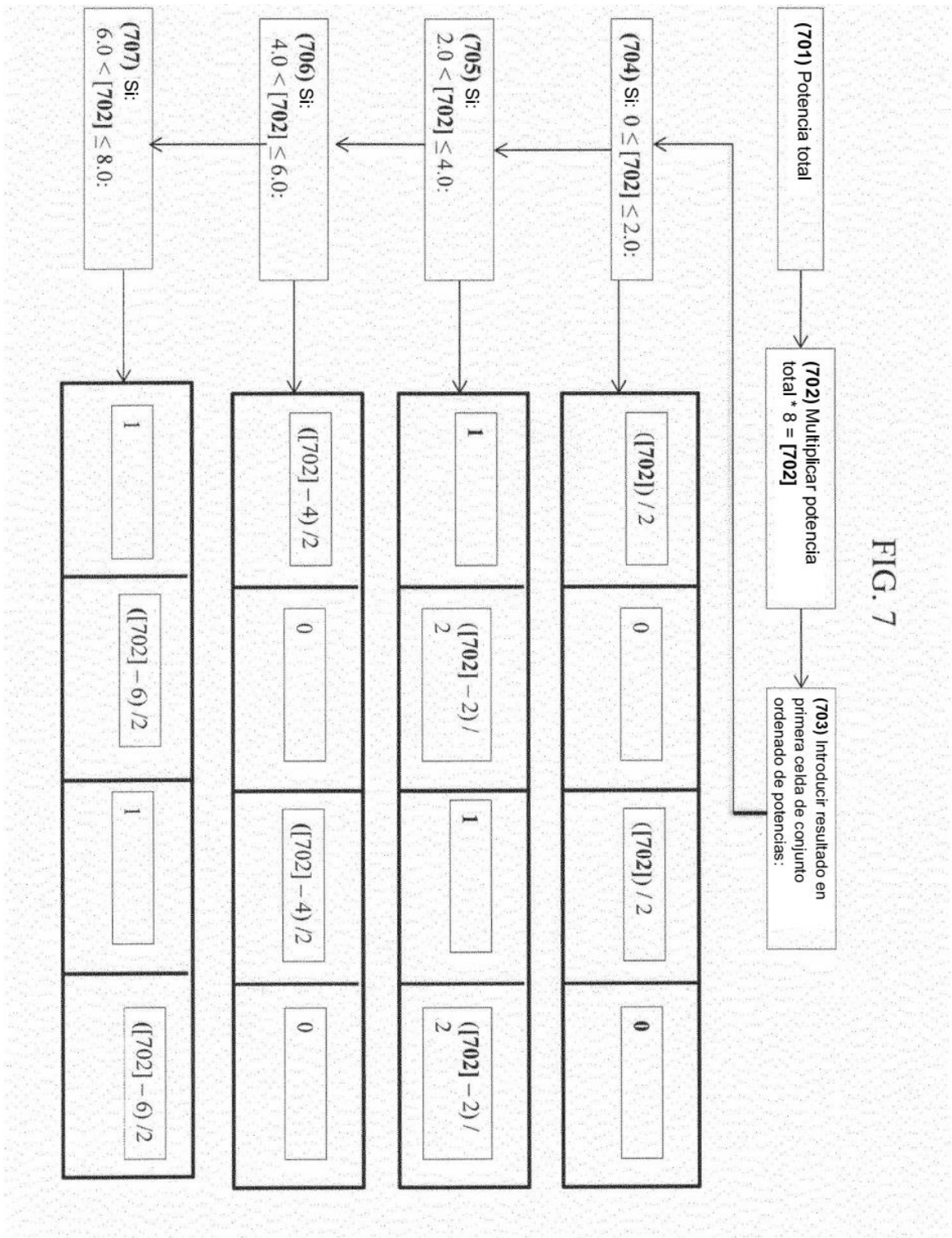
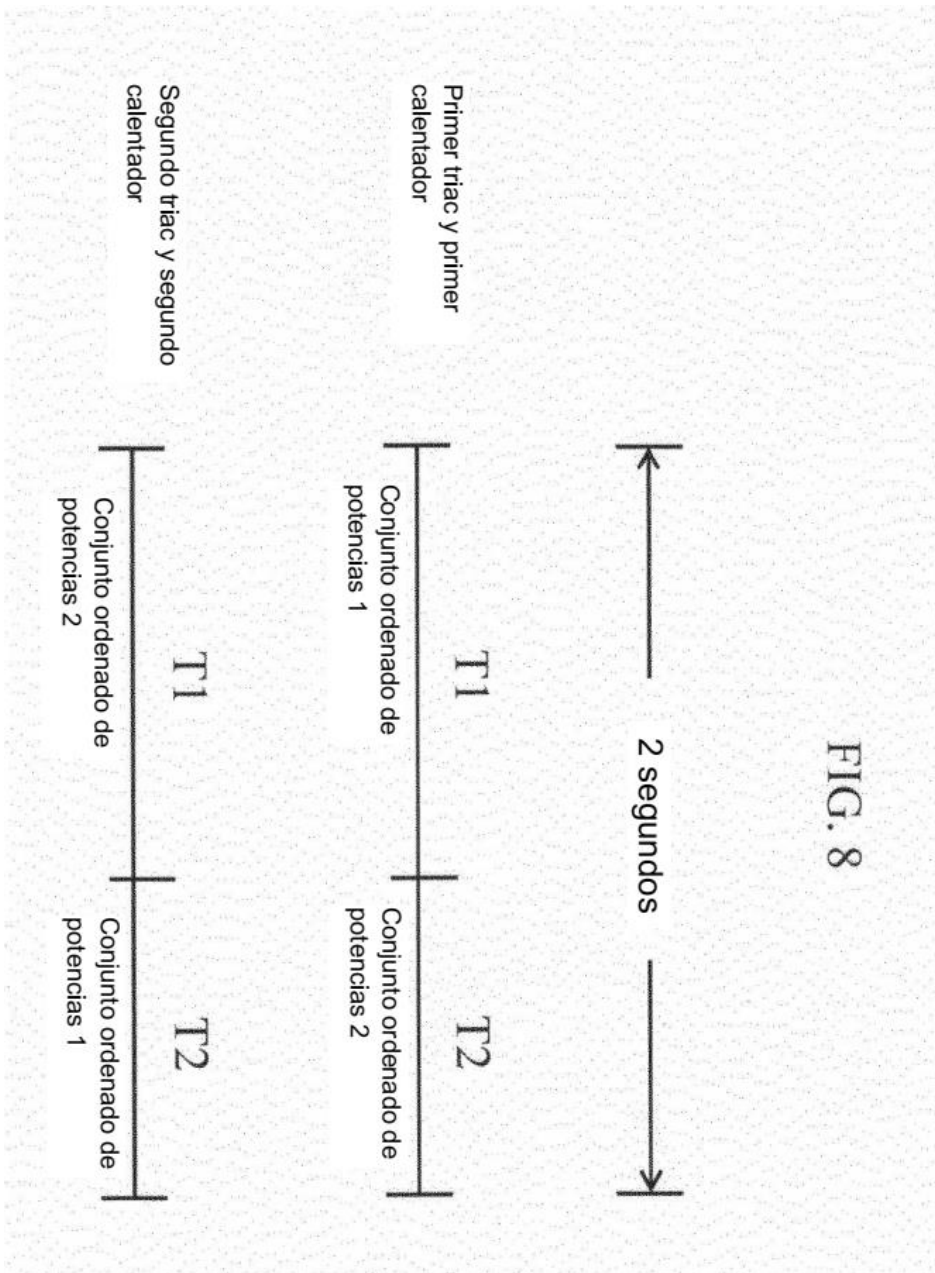


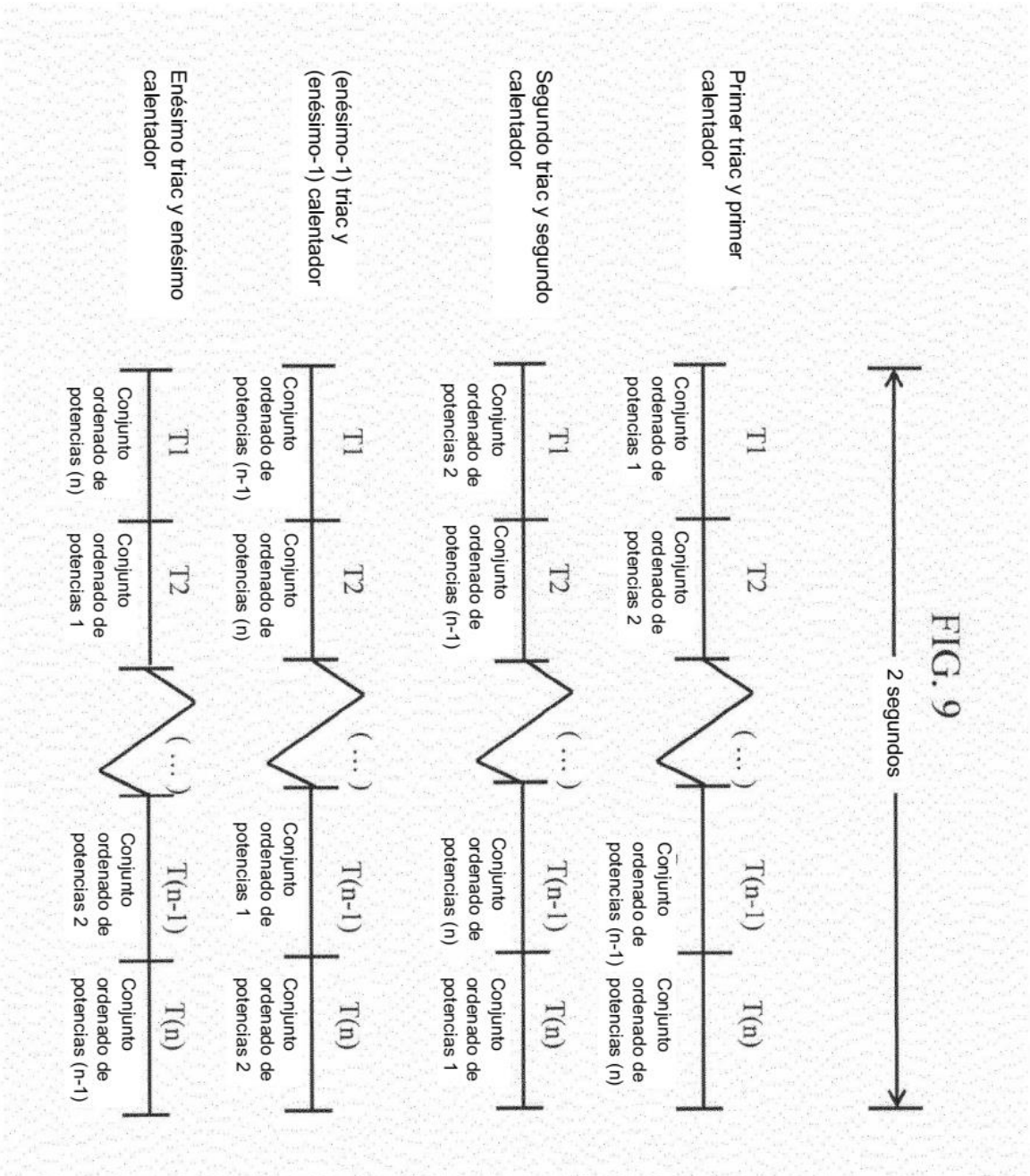
FIG. 5B











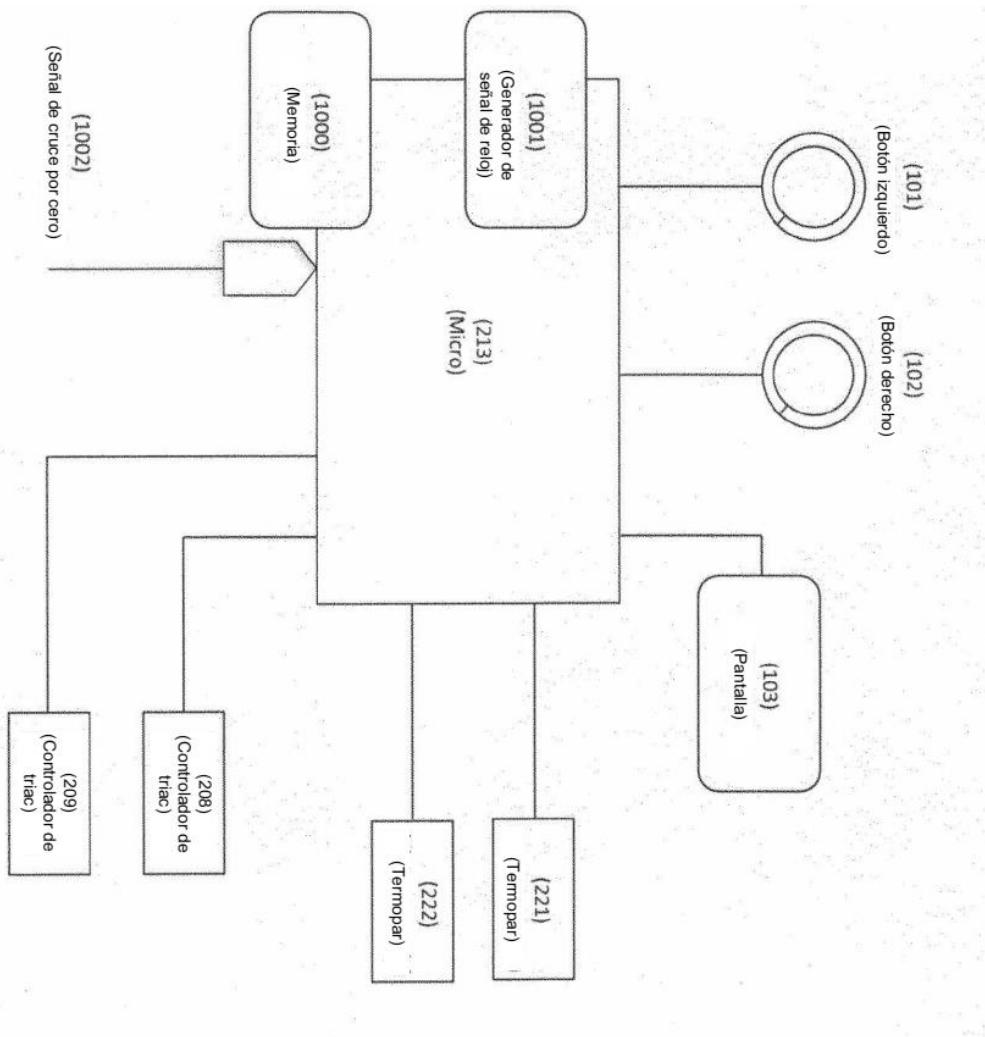
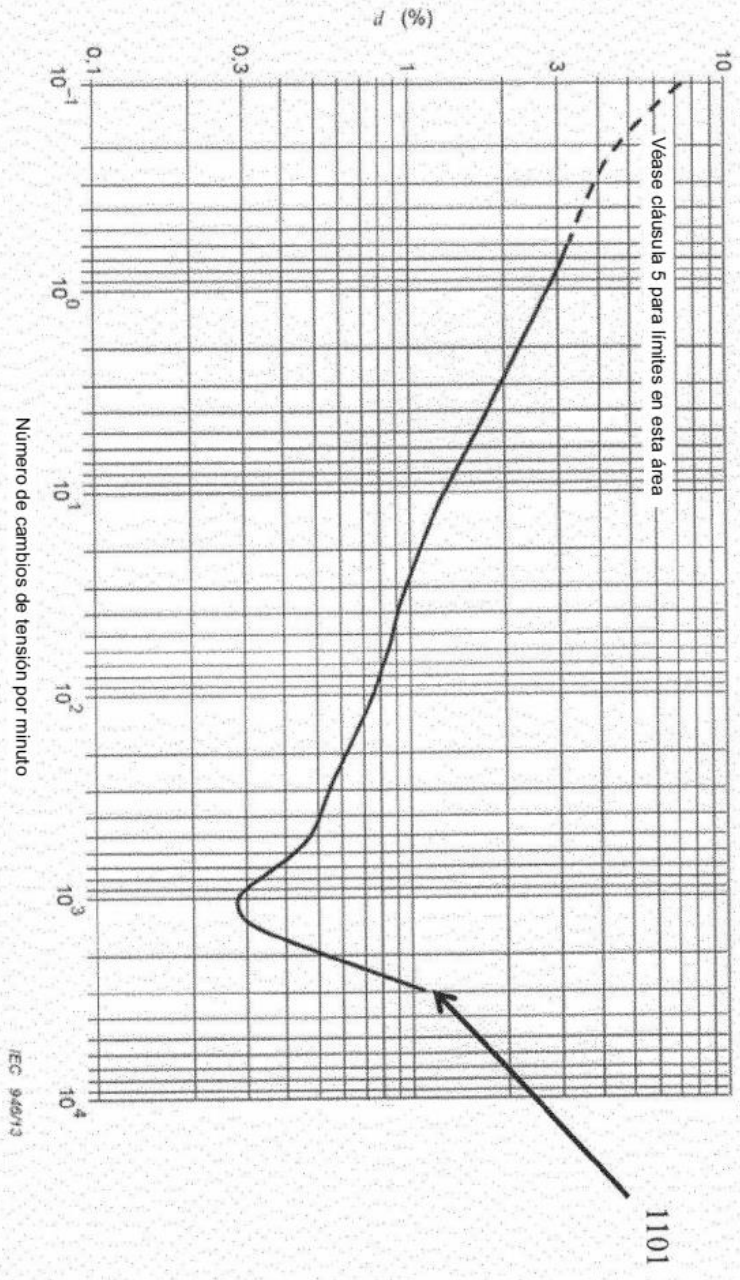


Fig. 10

FIG. 11



NOTA 1 1200 cambios de tensión por minuto producen un flicker de 10 Hz

IEC 949/13