

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 924**

51 Int. Cl.:

H02J 7/02 (2006.01)

H02J 50/12 (2006.01)

H02J 50/40 (2006.01)

H02J 50/60 (2006.01)

H02J 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2009 PCT/US2009/059310**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2010 WO10040015**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2009 E 09736528 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 2347494**

54 Título: **Sistema de alimentación**

30 Prioridad:

03.10.2008 US 10260208 P

06.01.2009 US 14274509 P

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

07.06.2019

73 Titular/es:

PHILIPS IP VENTURES B.V. (100.0%)

High Tech Campus 5

5656 AE Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

FELLS, JULIAN ANDREW JOHN y

BAARMAN, DAVID W.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 715 924 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

Sistema de alimentación

5 Antecedentes de la invención

10 Es más conveniente poder alimentar dispositivos portátiles sin la necesidad de conectar un cable de alimentación tradicional en el dispositivo. Por ejemplo, algunos sistemas de alimentación inalámbrica incluyen un dispositivo portátil que cuando se coloca cerca de una unidad de alimentación inalámbrica puede recibir energía sin la necesidad de un contacto eléctrico directo. Sin embargo, cuando no hay ningún dispositivo en la unidad (o cuando los únicos dispositivos en la unidad están completamente cargados) es posible mantener el consumo de energía al mínimo.

15 Algunas unidades de alimentación inalámbrica tienen un modo de espera, por lo que transmiten periódicamente energía durante un corto período para buscar dispositivos. Si la unidad detecta un dispositivo válido que está solicitando energía y determina que no hay objetos extraños que puedan calentarse o dificultar la transferencia de energía en las proximidades, entonces la unidad puede salir del modo de espera. El nivel de potencia de los pulsos en el modo de espera es lo suficientemente alto como para transferir suficiente energía al dispositivo portátil para que pueda comunicarse de nuevo, porque es posible que las baterías del dispositivo estén completamente agotadas. La longitud de los pulsos es lo suficientemente larga para determinar que el dispositivo es un dispositivo válido y que no hay objetos extraños presentes que puedan calentar o interferir de otro modo con el sistema. El tiempo entre los pulsos es lo suficientemente corto para que el usuario reciba una retroalimentación rápida de que la unidad está operativa. Por lo tanto, hay un límite sobre cuán bajo puede ser el consumo de energía durante el modo de espera.

25 Además de la energía para determinar la presencia de dispositivos a alimentar, hay limitaciones prácticas que aumentan el consumo de energía. Por ejemplo, en algunas fuentes de alimentación inductivas se usa una fuente de alimentación de CC incluso entre los pulsos transmitidos. Esto significa que las pérdidas de rectificación de red eléctrica están siempre presentes y pueden ser considerables. En algunos escenarios, se usan múltiples tensiones de CC y no sería práctico iniciarlas dentro de la duración del pulso, por lo que las pérdidas de conversión de CC podrían estar siempre presentes. El microprocesador en la unidad que controla la modulación de ancho de pulso para el inversor habitualmente tiene un rendimiento relativamente alto y consume una cierta cantidad de energía continuamente.

35 Estos y otros factores hacen que sea difícil para un sistema de alimentación inalámbrica tener una potencia de espera baja. Un intento de solución es tener un conmutador, de manera que el usuario encienda la unidad antes de colocar un dispositivo en la misma. Sin embargo, esto disminuye considerablemente el beneficio principal que proporciona el sistema: la conveniencia de simplemente colocar el dispositivo en la fuente de alimentación inalámbrica. Con un diseño cuidadoso, es posible lograr potencias de espera tan bajas como 0,5 W. Sin embargo, es deseable que estas cifras se reduzcan aún más. Un cargador de teléfono móvil típico puede usarse solo durante 3 horas a la semana y pasar el resto del tiempo en espera. Suponiendo un promedio de consumo de 4 W durante la carga y 0,5 W durante el modo de espera, el consumo anual de energía sería de 0,624 kWh para cargar el teléfono y 4,38 kWh mientras está en espera. Esto significa que se desperdicia siete veces más energía en espera en comparación con la energía usada. El impacto del envío de 100 millones de unidades (el 10 % de las ventas anuales de teléfonos móviles en 2007) significaría aproximadamente 50 millones de vatios de capacidad de generación de potencia solo para el servicio de espera. Hay una creciente conciencia de que el desperdicio de energía a través de los dispositivos electrónicos que quedan en espera puede contribuir al cambio climático. Como resultado, hay iniciativas para reducir el consumo de energía de los dispositivos electrónicos mientras están en espera.

50 Ha habido varios dispositivos destinados a reducir la potencia de espera de los televisores y otros aparatos usando controles remotos (US6330175, WO2006106310). Sin embargo, estos no pueden aplicarse a los sistemas de alimentación inalámbrica.

55 El documento US 2008/157603 desvela un método y un sistema para controlar una unidad de alimentación inductiva primaria, de manera que la bobina primaria se energiza a baja potencia cuando un nuevo dispositivo secundario que requiere alimentación se coloca en las proximidades. A continuación, la unidad primaria modula la señal de suministro en diversas frecuencias con el fin de determinar la frecuencia de resonancia del acoplamiento con el dispositivo secundario. A continuación, la unidad primaria identifica los parámetros del dispositivo secundario basándose en una tabla de búsqueda, suministrando a continuación la unidad primaria energía a la carga de acuerdo con los parámetros determinados.

60 Además de los sistemas de alimentación inalámbrica, otros sistemas, por ejemplo, los sistemas de tarjeta sin contacto, también sufren un desperdicio de energía en modo de espera.

65 Sumario de la invención

La presente invención se refiere a métodos y aparatos para reducir el consumo de energía en una fuente de alimentación inalámbrica.

5 Por consiguiente, la presente invención proporciona una unidad primaria capaz de transferir energía a un dispositivo secundario, como se establece en la reivindicación 1; y un método para reducir el consumo de energía en una unidad primaria capaz de transferir energía a un dispositivo secundario, como se establece en la reivindicación 14.

10 Este aparato y método tiene la ventaja de que se reduce el consumo total de energía. Este y otros objetos, ventajas y características de la invención se entenderán y apreciarán más en detalle con referencia a la descripción de la realización actual y los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 muestra un ejemplo de un sistema de alimentación inalámbrica de la técnica anterior.
 La figura 2 muestra una realización de una fuente de alimentación inalámbrica de potencia ultra baja.
 La figura 3 muestra diagramas de temporización a modo de ejemplo de la energía para la bobina primaria.
 La figura 4 muestra un circuito de detección representativo.
 La figura 5 muestra una implementación del circuito de detección de la figura 4 que usa un comparador.
 La figura 6 muestra una implementación del circuito de detección de la figura 4 que usa un microcontrolador.
 20 La figura 7 muestra una interfaz representativa de circuito de potencia ultra baja para un circuito de alimentación inalámbrica.
 La figura 8 muestra una máquina de estados a modo de ejemplo ejecutada por un procesador ULP.
 La figura 9 muestra diagramas de temporización a modo de ejemplo de la máquina de estados de la figura 8.
 La figura 10 muestra un solo relé de bobina accionado por FET complementarios.
 25 La figura 11 muestra una implementación del circuito de detección de la figura 4 que usa un microcontrolador y un solo relé de bobina.
 La figura 12 muestra una aplicación actualizada del sistema de potencia ultra baja.
 La figura 13 muestra una implementación del circuito de detección de la figura 4 que usa un segundo relé.
 La figura 14 muestra una máquina de estados a modo de ejemplo de un sistema de alimentación inalámbrica no diseñado para actualizar.
 30 La figura 15 muestra una implementación donde se mantiene una fuente de alimentación de CC existente.
 La figura 16 muestra una realización de una unidad de almacenamiento de energía recargable representativa.
 La figura 17 muestra una implementación de la figura 16 que evita la retroalimentación en la circuitería de carga.
 La figura 18 muestra un diagrama de flujo a modo de ejemplo de la operación de la fuente de alimentación inalámbrica.
 35 La figura 19 muestra un diagrama de flujo de la operación de la fuente de alimentación inalámbrica en la que hay dos estados de potencia.
 La figura 20 muestra un diagrama de temporización de la figura 19.
 La figura 21 muestra un diagrama de flujo a modo de ejemplo de una operación en la que la unidad de almacenamiento de energía requiere una recarga relativamente larga.
 40 La figura 22 muestra una alternativa a la figura 2 donde la unidad de almacenamiento de energía también alimenta el circuito principal.
 La figura 23 muestra una alternativa a la figura 2 en la que un solo procesador realiza funciones de ULP y de circuito principal.
 45 La figura 24 muestra un circuito de detección representativo que usa un inductor de detección adicional.
 La figura 25 muestra un diagrama de flujo que ilustra mediciones separadas hechas para determinar un cambio de inductancia.
 La figura 26 muestra un circuito de detección de la figura 4 que utiliza un microcontrolador.
 La figura 27 muestra una operación a modo de ejemplo del circuito de la figura 26.
 50 La figura 28 muestra un circuito de detección representativo que usa un detector de picos.
 La figura 29 muestra un circuito de detección representativo que usa una circuitería de detección de fase.
 La figura 30 muestra una realización de una fuente de alimentación inalámbrica con circuitos de detección que usa un condensador en serie con la bobina primaria.
 La figura 31 muestra una realización de la figura 2 con una entrada de alimentación de CC.
 55 La figura 32 muestra una realización de la figura 2 con una fuente de alimentación inteligente.
 La figura 33 muestra una realización de la figura 2 donde no se usa un elemento de almacenamiento separado.
 La figura 34 muestra una realización de la figura 33 donde la entrada de alimentación es de CC.
 La figura 35 muestra una realización de la figura 2 donde no se usa un circuito de detección.
 La figura 36 muestra una realización de la figura 2 donde hay múltiples bobinas primarias.
 60 La figura 37 muestra una realización de la figura 36 que permite combinaciones de bobinas primarias activas.
 La figura 38 muestra una realización de la figura 37 que permite el control remoto de una fuente de alimentación de CC.
 La figura 39 muestra una realización de la figura 36 que permite el control remoto de una fuente de alimentación de CC.
 65 La figura 40 muestra una realización de la figura 2 que usa un sensor de proximidad.
 La figura 41 muestra una realización de la figura 2 que tiene una salida de red eléctrica auxiliar.

La figura 42 muestra una realización de la figura 2 que tiene el control remoto de un circuito auxiliar.

La figura 43 muestra una realización de la figura 42 que da al control remoto acceso directo al circuito de detección.

La figura 44 muestra una realización de la figura 2 integrada en otro dispositivo electrónico.

5 La figura 45 muestra una realización de la figura 2 integrada en otro dispositivo electrónico.

La figura 46 muestra una realización de la figura 2 que usa identificación por radiofrecuencia.

Descripción de las realizaciones actuales

10 La figura 1 muestra un ejemplo de un sistema de alimentación inalámbrica 100, que usa la inducción electromagnética. Hay una fuente de alimentación inalámbrica 102 que toma energía eléctrica y transmite esta energía a un dispositivo portátil 104. El cargador toma una entrada eléctrica de CA de la red eléctrica. Esta se rectifica usando un rectificador de red eléctrica 106 para producir alimentación de CC. Esta alimentación de CC se convierte de manera descendente a una tensión más baja usando un convertidor CC-CC 108. La tensión convertida de manera descendente se usa para accionar un inversor 110. El inversor 110 genera una tensión de CA que se aplica al circuito tanque, que incluye un condensador 114 y una bobina primaria 112. El dispositivo portátil 104 tiene una bobina secundaria 116, y algunas veces un condensador de resonancia 116, que se acopla a la bobina primaria 112, produciendo de este modo una tensión. Esta tensión se rectifica con el rectificador 120 y se convierte de manera descendente a una tensión más baja usando un convertidor CC/CC 122 para suministrar la carga 124. La carga 124 es representativa de las partes que requieren energía del dispositivo portátil 104 e incluye, por ejemplo, la batería y el circuito de carga. Hay un elemento de control 126 en la fuente de alimentación inalámbrica 102. Este se usa para ajustar el convertidor CC/CC 108 para regular la tensión de bobina y generar las señales moduladas de ancho de pulso para el inversor 110. También puede usarse para la detección de dispositivos y para detectar la presencia de objetos extraños que podrían afectar negativamente a la operación.

25 No se pretende que las siguientes descripciones de realización limiten el alcance de la invención que se describe, sino que permitan a los expertos en la materia realizar y usar la invención. Los números de referencia similares se usan en todas las figuras para indicar componentes similares.

30 La figura 2 muestra una fuente de alimentación inalámbrica 200 de una realización de la invención. Esta realización incluye un rectificador de red eléctrica 218, un convertidor CC/CC 216, un inversor 210, un condensador 214, una bobina primaria 212 y una unidad de control 208. Esta realización también incluye un conmutador, SW1 202, una unidad de almacenamiento de energía 204 y un circuito de detección 206. Cuando la fuente de alimentación inalámbrica o la unidad primaria 200 está en espera (en el presente documento se conoce como modo de "potencia ultra baja" o ULP), el SW1 202 está abierto, de manera que no se consume energía de la red eléctrica. En el modo de potencia ultra baja, el único elemento de consumo de energía es el circuito de detección 206. El circuito de detección 206 toma su energía del elemento de almacenamiento de energía 204. El circuito de detección 206 detecta cuándo un objeto se coloca en (o se retira de) las proximidades de la fuente de alimentación inalámbrica 200, pero no determina si el objeto es un objeto legítimo, tal como un dispositivo secundario válido, o no, ni si desea o no alimentación. Si el circuito de detección 206 detecta que se ha colocado un objeto en (o cerca de) la fuente de alimentación inalámbrica 200, el SW1 202 se cierra permitiendo que los circuitos de la fuente de alimentación inalámbrica 200 reciban energía. Opcionalmente, el elemento de almacenamiento de energía 204 puede tomar la energía para recargarse cuando el SW1 202 está cerrado. El elemento de control 208 en la fuente de alimentación inalámbrica 200 determina a continuación i) si hay un dispositivo válido presente, ii) en caso de haber un dispositivo válido, si desea alimentación; iii) si hay un objeto extraño presente. Si hay un dispositivo válido que requiere alimentación y no hay objetos extraños presentes, entonces la unidad de control 208 activará el inversor 210 para suministrar corriente al circuito tanque, que incluye la bobina primaria 212 y el condensador 214, para entregar energía al dispositivo portátil (no mostrado).

50 Los objetos extraños pueden detectarse usando un método desvelado en el documento GB2414121. Si se detecta un dispositivo válido, entonces se comunica su requisito de alimentación a la fuente de alimentación inalámbrica 200. La fuente de alimentación inalámbrica 200 mide la energía que se extrae de la bobina primaria 212 y la compara con el requisito de alimentación comunicado por el dispositivo. En una realización, si no hay una diferencia significativa entre los dos valores, entonces la fuente de alimentación inalámbrica 200 determina que hay un dispositivo válido y que no hay objetos extraños presentes y, por lo tanto, permite entregar toda la energía al dispositivo.

Una ventaja de esta disposición es que puede hacerse que el circuito de detección 206 consuma muy poca energía, debido a que no necesita hacer nada más complicado que determinar si ha tenido lugar un cambio en la inductancia. Puede establecerse un umbral de cambio de inductancia relativamente bajo para obtener una alta sensibilidad. Un disparo falso no tendrá un efecto drástico en el consumo de energía, ya que la unidad de control 208 en la fuente de alimentación inalámbrica 200 garantizará, opcionalmente, que haya un dispositivo válido antes de entregar toda la energía. En general, la corriente para detectar un cambio de inductancia es mucho más baja que la corriente para transferir energía al dispositivo portátil y, por lo tanto, es posible un ahorro de energía significativo. Cabe señalar que estos conmutadores pueden configurarse para aislar el circuito de detección 206 y minimizar las pérdidas. También

cabe señalar que las alternativas que usan diodos de bloqueo y diversos circuitos de conmutación pueden proporcionar una solución alternativa con pérdidas mínimas.

La figura 3 muestra un ejemplo de diagramas de temporización de la energía entregada a la bobina primaria 212 (no a escala). La figura 3(a) muestra un ejemplo de cuando se coloca un objeto extraño en la fuente de alimentación inalámbrica 200 en un momento A. Periódicamente, el circuito de detección 206 se enciende para ver si se ha producido un cambio de inductancia desde la medición anterior. Después de que el objeto extraño se haya colocado en la fuente de alimentación inalámbrica 200, se detectará un cambio de inductancia en el siguiente punto de detección, B. Esto activará a continuación el sistema para conectar la red eléctrica. En el punto C, el sistema observará si es un dispositivo válido, si requiere alimentación y si hay objetos extraños presentes. Como el objeto es extraño, el sistema no se encenderá, sino que permanecerá en el modo de potencia ultra baja. En el siguiente punto de detección D, la inductancia será la misma que en el punto B debido a que el objeto extraño todavía está allí. En consecuencia, no se observará ningún cambio de inductancia y el sistema permanecerá en el modo de potencia ultra baja. Permanecerá en el modo de potencia ultra baja hasta el próximo cambio de inductancia. Cuando se retire el objeto, esto provocará otro cambio de inductancia y el sistema buscará de nuevo dispositivos válidos.

La figura 3(b) muestra un ejemplo de diagrama de temporización cuando se coloca un dispositivo válido en la fuente de alimentación inalámbrica 200 en el momento E. En el siguiente punto de detección (momento F), la fuente de alimentación inalámbrica 200 detectará el cambio de inductancia, se conectará a la red eléctrica y en el punto G buscará dispositivos válidos. Se determinará que un dispositivo válido está presente. Como resultado, en el punto H, el sistema entregará toda la energía al dispositivo portátil. Cuando el dispositivo esté completamente cargado, la unidad de control 208 determinará que no se necesita más energía y colocará el sistema en el modo de potencia ultra baja (siempre que no haya otros dispositivos válidos que requieran energía). Al retirar el dispositivo se disparará el circuito de detección 206, pero solo se entregará toda la energía cuando se coloque en la fuente de alimentación inalámbrica 200 un dispositivo válido que requiera alimentación. Cabe señalar que el sistema puede funcionar si tanto un objeto extraño como un dispositivo válido se colocan al mismo tiempo. También puede funcionar si se colocan múltiples objetos extraños al mismo tiempo pero se retiran en diferentes momentos y viceversa.

La figura 3(c) muestra un ejemplo de diagrama de temporización cuando hay un dispositivo que recibe energía y, posteriormente, este dispositivo ya no requiere alimentación (por ejemplo debido a que se ha cargado completamente o debido a que se ha retirado el dispositivo). En el punto I, la fuente de alimentación inalámbrica 200 entrega energía al dispositivo (o dispositivos) presente. En el punto J, el sistema determina que ahora no hay dispositivos que requieran alimentación y, por lo tanto, deja de entregar energía. En el punto K, el sistema realiza una medición de inductancia de calibración. Esta es la medición de inductancia con la que se compararán las mediciones subsiguientes con el fin de disparar el circuito de detección 206. Esto puede llevar más tiempo que una medición normal, ya que es importante garantizar que la medición de calibración sea una medición válida y no una medición falsa. En el punto L, el sistema realiza otra comprobación para determinar si hay dispositivos válidos presentes, ya que es posible que se haya colocado un dispositivo en la unidad justo antes de realizar la medición de calibración. Suponiendo que no se detecten dispositivos, en el punto M, el sistema pasará al estado de potencia ultra baja en el que periódicamente se realizan mediciones de inductancia de baja potencia para detectar si se coloca otro dispositivo en las proximidades.

La figura 4 muestra una manera de implementar el circuito de detección 206. En esta realización, el circuito de detección 206 usa un oscilador de frecuencia variable para detectar el cambio de inductancia. El circuito de detección 206 tiene un oscilador 402, cuya frecuencia está determinada en parte por una inductancia externa. Esta inductancia externa se proporciona por la bobina primaria 212. Si la bobina primaria 212 tiene un extremo conectado a tierra, entonces puede ser ventajoso usar una topología de oscilador en la que el inductor esté conectado a tierra. Esto permite que la bobina primaria 212 se conecte al circuito de detección 206 usando un solo conmutador. En lugar de conectar directamente la bobina primaria 212 al circuito de detección 206, la bobina primaria 212 puede acoplarse inductivamente (por ejemplo, enrollando un cable alrededor de la bobina primaria 212) o acoplarse capacitivamente usando un condensador externo o una capacitancia. En el ejemplo mostrado en la figura 4, la bobina 212, L_p , se acopla al oscilador 402 a través del SW3 404. La salida del oscilador 402 se acopla a la entrada digital de una unidad de microprocesador (MPU) 406. El oscilador 402 puede tener una salida digital, sinusoidal o de otro tipo. Sin embargo, si se usa una salida no digital, esta señal puede convertirse en una digital antes de la MPU 406 (por ejemplo, usando un comparador). Independientemente de la forma de la salida, puede formarse una corriente sinusoidal en el inductor, con el fin de evitar que unos armónicos no deseados sean una causa de interferencia electromagnética. En algunas realizaciones, la bobina de inducción puede irradiarse a través de un amplio intervalo de frecuencias. La MPU 406 realiza una medición relativa de la inductancia al medir la frecuencia de la señal. Esto se logra usando contadores internos dentro de la MPU 406 y contando el número de pulsos dentro de un intervalo de tiempo definido.

La figura 5 muestra el circuito de detección 206 usando un tipo de oscilador 402, basado en un comparador 502. Este tipo de oscilador 402 es bien conocido. Véase, por ejemplo, <http://ironbark.bendigo.latrobe.edu.au/~rice/lc/index2.html>. En este tipo de oscilador 402, el componente activo es un comparador (Comp) 502 que proporciona una salida máxima si la entrada de no inversión (+I/P) es mayor que la

entrada de inversión (-I/P) y, de lo contrario, una salida mínima (normalmente, 0 V o próxima al suministro negativo). La frecuencia está determinada por el tanque LC de resonancia proporcionado por Lp 212 y C1. C1 puede elegirse de modo que la frecuencia de resonancia del circuito LC, $1/(2\pi\sqrt{LC})$, esté en un punto intermedio del intervalo de entradas de frecuencia del microprocesador y lo suficientemente baja como para que no haya una radiación no deseada desde la bobina. Por ejemplo, si la bobina primaria 212 tiene una inductancia de 60µH, entonces un valor de C1 de aproximadamente 2 nF da una frecuencia de resonancia de 460 kHz. El valor 2 nF puede obtenerse usando dos condensadores 1 nF en paralelo. Muchos microprocesadores permiten entradas de frecuencia de 1 MHz, por lo que esto proporciona un amplio intervalo de variación de frecuencia. Habitualmente, la frecuencia de resonancia se reducirá cuando se coloque un dispositivo válido si contiene ferrita o un material con propiedades similares a la ferrita. Por ejemplo, el dispositivo puede tener un núcleo de ferrita o el dispositivo puede incluir materiales con propiedades de saturación más altas. Sin embargo, los objetos metálicos tenderán a aumentar la frecuencia. Además de permitir un cambio de inductancia provocado por objetos y dispositivos, un amplio intervalo de frecuencias está disponible para hacer frente a las tolerancias de los componentes tanto de la bobina como del C1. También puede ser útil en sistemas de bobinas múltiples, como se verá más adelante.

El circuito tanque es una CA acoplada a la entrada de no inversión a través del condensador C2. El valor de C2 debe ser grande para presentar una baja impedancia para las señales de CA. Sin embargo, los condensadores grandes ocupan más espacio y cuestan más. En una realización, un buen compromiso es de 100 nF, ya que esto permite que se use un condensador cerámico no electrolítico que es barato y pequeño. La polarización de CC se proporciona a la entrada de no inversión a través de un divisor de potencial formado entre las resistencias R1 y R2. R1 y R2 deben ser aproximadamente iguales a la polarización de la entrada de no inversión en un punto intermedio entre los carriles de suministro. Deben ser grandes con el fin de reducir la corriente de polarización entre los carriles de suministro, ya que esto dará como resultado un consumo de energía. Sin embargo, es posible que sean pequeñas en relación con la impedancia de entrada del comparador 502. Un compromiso es hacer que R1 = R2 = 100 k. Esto debería ser un factor de 10 menos que la impedancia de entrada. Con un suministro de 3 V esto dará como resultado una corriente de solo 15 µA (disipación de potencia de 45 µW) en las resistencias de polarización. Se proporciona una retroalimentación positiva adicional por la resistencia R4 (habitualmente 100 k) que puede mejorar el rendimiento transitorio. Se proporciona una retroalimentación negativa de CC por la R3 y lleva la entrada de inversión al mismo valor de CC que la entrada de no inversión en un punto intermedio entre los carriles de suministro. El condensador C3 proporciona un cortocircuito de CA entre la entrada de inversión y la conexión a tierra para evitar ruidos espurios. C3 puede adoptar un valor de 100 nF por razones similares a C2.

El oscilador 402 comenzará a partir de un ruido espurio en la entrada al comparador de alta ganancia 502. La señal a través del circuito tanque LC será sinusoidal. Sin embargo, la salida del comparador será digital, permitiendo de este modo la conexión directa a la entrada digital (OSC I/P) de la unidad de microprocesador (MPU) 406. El suministro para la MPU 406, el comparador 502 y las resistencias de polarización se proporcionan desde la unidad de almacenamiento de energía 204. La MPU 406 se configura de manera que la OSC I/P se conecte a su contador interno. La MPU 406 restablece el contador y espera durante un período de tiempo predeterminado específico. Al final del período de tiempo, la MPU 406 lee el contador y usa este valor como la medida de inductancia indicada. La MPU 406 inicialmente tomará una medición y la almacenará. Tomará mediciones periódicamente hasta que se tome una medición que sea lo suficientemente diferente de la medición inicial para indicar que se ha producido un cambio de inductancia (en oposición al ruido). A continuación, el circuito de detección 206 responderá a este cambio de inductancia modificando adecuadamente sus salidas para controlar el o los conmutadores externos.

Una ventaja de este tipo de oscilador 402 es que arranca rápidamente debido a la alta ganancia del comparador 502 y también que puede oscilar en un amplio intervalo de frecuencias y un amplio intervalo de tensiones de alimentación. Esta última característica es importante, ya que la mayoría de las tecnologías de almacenamiento de energía habitualmente reducen la tensión con el tiempo, y la posibilidad de operar en un amplio y bajo intervalo de tensiones puede aumentar el período de tiempo durante el que la unidad puede operar antes de que se recargue o se reemplace el elemento de almacenamiento de energía.

La figura 6 muestra otra realización de un circuito de detección. Esta realización usa un microcontrolador específico 602, un PIC16F506 fabricado por Microchip® Inc. Son posibles implementaciones similares usando microcontroladores o microprocesadores de otros fabricantes. El PIC16F506 tiene un comparador interno que puede usarse para reemplazar el comparador externo (Comp) 502 en la figura 5. Esto permite una reducción significativa en el tamaño y el coste del sistema. El circuito de oscilador básico es el mismo que el de la figura 4 y pueden usarse los mismos valores de componentes. En lugar de conectar la resistencia de polarización R1 al suministro positivo, se conecta a una salida digital del PIC (polarización). Esta salida podría configurarse como cualquiera de las salidas digitales disponibles, por ejemplo, RC0. El PIC puede generar hasta 25 mA, por lo que el suministro de 15 µA también está dentro de su capacidad. Esto permite que el PIC desactive la polarización cuando no se usa el oscilador, proporcionando de este modo una reducción significativa en el consumo de energía. Se usa un único relé 604 para conmutar la red eléctrica y conmutar también la bobina. Un relé adecuado 604 es el Panasonic DE2BL2-3V. Este relé 604 tiene dos contactos, (x1, x2). En el estado de "establecimiento", el contacto (x1) está conectado y el contacto (x2) está desconectado; en el estado de "restablecimiento", el contacto (x1) está desconectado y el contacto (x2) está conectado. El relé 604 tiene dos bobinas (y1, y2). Cuando se aplica un pulso (de 2,25 V a 3,75 V y aproximadamente 10-100 ms de duración) a y1, el relé 604 accede al estado de "establecimiento". Cuando se aplica

un impulso similar a y2, el relé 604 accede al estado de “restablecimiento”. El relé 604 se engancha en los estados de establecimiento o de restablecimiento y puede permanecer allí indefinidamente. Esto tiene la ventaja de que el relé 604 no consume energía, a excepción de los muy breves instantes cuando se conmuta. Esto significa que el relé 604, en general, no aumenta el consumo de energía en el estado de potencia ultra baja. El contacto x1 se coloca en serie con la línea de entrada de red eléctrica energizada que alimenta el sistema de alimentación inalámbrica y se usa para desconectar la red eléctrica cuando el sistema está en modo de potencia ultra baja. El contacto x2 se usa para reemplazar el conmutador SW3 404 en la figura 5 y se usa para encender la bobina cuando el sistema está en modo de potencia ultra baja.

En una realización, la MPU 406 garantiza que su fuente de alimentación no se agote. Un método simple para determinar la potencia disponible es medir la tensión de entrada, ya que esta habitualmente se reduce a medida que se agota la energía. Esto puede lograrse desconectando directamente la MPU 406 del elemento de almacenamiento de energía 204. En el PIC16F506 hay un convertidor de analógico a digital (ADC) que hace referencia a la fuente de tensión de entrada. También hay una tensión de referencia de 0,6 V generada internamente para calibrar el ADC. Al configurar el ADC para leer la referencia de 0,6 V, es posible determinar la tensión de la fuente de alimentación. Por ejemplo, el PIC16F506 opera con una fuente de alimentación de 2 V, pero habitualmente se usa un suministro de 2,6 V para garantizar una operación fiable del oscilador. Por lo tanto, por ejemplo, un umbral de 2,8 V puede ser apropiado para determinar una condición de subtensión. El convertidor ADC tiene 8 bits (256 niveles), por lo que en una fuente de alimentación de 2,8 V, la referencia de 0,6 V debe leerse $(0,6/2,8)*256=54$. Si la lectura supera 54, es una indicación de que la potencia ha caído por debajo de 2,8 V. Si el sistema tiene una batería recargable, entonces puede encenderse durante un período de tiempo para recargarla cuando se determina una condición de subtensión. Si el sistema no tiene una batería recargable, entonces simplemente puede encender un LED para informar al usuario de que la batería necesita reemplazarse. En cualquier caso, el sistema puede estar encendido durante una condición de subtensión para que la unidad de alimentación inalámbrica 200 continúe operando.

En una realización, si la MPU 406 emplea un regulador de tensión en su fuente de alimentación (por ejemplo, si la unidad de almacenamiento de energía 204 tiene una tensión de salida muy variable), entonces la condición de subtensión puede determinarse usando dos resistencias de baja tolerancia (habitualmente un 1 % o menos) para formar un divisor potencial a través de la tensión de salida del almacenamiento de energía 204. Si no hay pines de entrada disponibles en la MPU 406, entonces puede usarse la red de polarización (R1, R2). La tensión de polarización exacta no es fundamental para el oscilador 402, por lo que las resistencias de polarización podrían conectarse a la salida del almacenamiento de energía 204 en lugar de a la tensión regulada (podría ajustarse la relación de R1 y R2). Cuando se apaga el oscilador 402 (apagando los comparadores 502, 602), la entrada de no inversión puede reconfigurarse temporalmente para que sea una entrada analógica, de manera que pueda leerse la tensión de polarización.

El relé 604 se controla por las salidas digitales OP1 y OP2 desde la MPU 406. Los transistores de control de salidas digitales Q1 y Q2 pulsán selectivamente o bien y1 o y2. Estos podrían configurarse para ser cualquiera de los pines de salida digital disponibles. Por ejemplo, OP1 podría configurarse como RC1 y OP2 podría configurarse como RC2. En la realización actual, los pines de salida digital no son capaces de generar o acumular suficiente corriente para activar los relés. Pueden emplearse transistores externos. Pueden emplearse MOSFET, JFET u otro tipo de transistor. En una realización, se selecciona un transistor con una resistencia de desconexión muy alta para minimizar el consumo de corriente cuando los relés no se están conmutando. Los dispositivos NMOS se usan en este ejemplo, pero también podrían usarse dispositivos PMOS (los dispositivos PMOS pueden permitir que las bobinas de relé se conecten a tierra, lo que puede mejorar la fiabilidad, un ejemplo de lo cual se ilustra más adelante en la figura 13). Los diodos D1 y D2 se usan para proporcionar una ruta de retorno para cualquier emf de vuelta generado en la bobina. OP1 se acopla a la puerta del transistor Q1 y OP2 se acopla a la puerta del transistor Q2. Las fuentes de Q1 y Q2 se conectan a tierra. El drenaje de Q1 se conecta a la bobina y1 y el drenaje de Q2 se conecta a y2. La conexión común entre las dos bobinas se conecta al suministro positivo. Además, hay un puerto de salida para transmitir información al procesador principal y un puerto de entrada para recibir información del procesador principal. Como alternativa, puede usarse un solo puerto bidireccional.

La figura 7 ilustra, por ejemplo, cómo el circuito de potencia ultra baja 700 interactúa con el circuito de alimentación inalámbrica principal 704. El circuito de potencia ultra baja 700 incluye la unidad de almacenamiento de energía 204 y el circuito de detección 206. El circuito de detección 206 incluye un microprocesador, denominado procesador ULP 702 en esta realización. El circuito principal 704 incluye componentes para la transferencia de energía inalámbrica (en este ejemplo, el procesador principal 706, el conmutador SW1 202, la rectificación de red eléctrica 218, el convertidor CC/CC 216, el inversor 210, el condensador de resonancia 214 y la bobina primaria 212). El circuito ULP 700 se enciende continuamente (aunque puede estar en modo “reposo” cuando no se realizan funciones activamente). El circuito principal 704 está controlado por el circuito ULP 700 y solo se enciende cuando el circuito ULP 700 activa el SW1 202. El puerto de salida del procesador ULP 702 (SigU) se conecta a un puerto de entrada del procesador principal 706 y un puerto de salida del procesador principal 706 (SigM) se conecta al puerto de entrada del procesador ULP 702.

La figura 8 muestra una máquina de estados a modo de ejemplo ejecutada por el procesador ULP 702 en una realización de la fuente de alimentación inalámbrica. Después de la inicialización, el procesador ULP 702 comienza

ES 2 715 924 T3

5 en el estado de calibración (S1). En este estado, el procesador ULP 702 mide la frecuencia del oscilador del circuito de detección, de manera que las mediciones posteriores pueden compararse con el mismo. En realizaciones alternativas con diferentes circuitos de detección, este proceso puede ser diferente o innecesario. El estado de calibración genera los umbrales superior e inferior para la comparación de frecuencias. El sistema permanece en el estado de calibración hasta que se haya obtenido una calibración válida.

10 Después del estado de calibración (S1), el sistema conmuta la red eléctrica y accede al estado de encendido (S2). Es posible que se haya colocado un dispositivo en el sistema justo antes de que se ejecutara el estado de calibración (S1), por lo que el sistema puede realizar una comprobación adecuada de los dispositivos válidos antes de activar el estado de potencia ultra baja. Se necesita tiempo para que se encienda el circuito principal 704. Por lo tanto, la máquina de estados permanece en el estado de encendido (S2) hasta que el procesador principal 706 confirma una señal alta (SigM = 1) en su salida. Una vez que se ha recibido esta señal, el sistema inicializa el contador de búsqueda en x y accede al estado de búsqueda (S3).

15 En el estado de búsqueda (S3), el sistema espera a que el procesador principal 706 determine si hay un dispositivo válido o no. Si el procesador principal 706 determina que no hay un dispositivo válido (o que hay un objeto extraño presente), entonces toma la señal baja (SigM = 0). El contador de búsqueda disminuye cada vez que se ejecuta este estado. El sistema permanece en este estado hasta que el procesador principal 706 confirme una señal baja (SigM = 0) o el contador de búsqueda haya llegado a cero, lo que indica que ha ejecutado este estado más de x veces. Si SigM = 0, entonces el sistema accede al estado de apagado (S4), de lo contrario, el sistema accede al estado operativo (S6).

20 En el estado de apagado (S4), el procesador ULP 702 espera a que el circuito principal 704 determine que es seguro para apagar la red eléctrica. El circuito principal 704 apaga todos los componentes de forma ordenada y espera hasta que la tensión de bobina haya alcanzado un valor cercano a cero antes de confirmar SigM = 1. Después de determinar SigM = 1, el procesador ULP apaga la red eléctrica y accede al estado de potencia ultra baja (S5).

30 En el estado de potencia ultra baja (S5), el procesador ULP 702 enciende el oscilador de circuito de detección, mide la frecuencia y apaga el oscilador de circuito de detección. Si la frecuencia está fuera de los límites de umbral determinados por el estado de calibración, entonces el sistema enciende la red eléctrica y accede al estado de encendido (S2). Hasta que esto sucede, el sistema permanece en el estado de potencia ultra baja (S5).

35 Si el sistema accede al estado operativo (S6) desde el estado de búsqueda (S3), se debe a que el procesador principal 706 ha determinado que había un dispositivo válido presente y no había objetos extraños presentes. Por lo tanto, el circuito principal 704 activa todos los circuitos para suministrar energía al dispositivo. El sistema permanece en el estado operativo (S6) hasta que el procesador principal 706 confirma (SigM = 1). Cuando SigM = 1, el sistema apaga la red eléctrica y accede al estado de restablecimiento de alimentación (S7). Esto indica que o bien el dispositivo se ha cargado completamente o que se ha retirado. Después de cualquiera de estos eventos, puede ser posible comenzar de nuevo con un nuevo valor de calibración.

40 En el estado de restablecimiento de alimentación, el procesador principal 706 apaga los elementos del circuito principal 704 de manera ordenada, espera a que la tensión de bobina esté próxima a cero y, a continuación, confirma SigM = 0. Cuando el procesador ULP 702 determina que SigM = 0 accede al estado de calibración (S1).

45 El estado de restablecimiento de alimentación es similar al estado de apagado, excepto que en lugar de salir al estado de potencia ultra baja (S5), sale al estado de calibración (S1). En lugar de tener un estado adicional (S7), es posible usar una variable adicional establecida por el estado de búsqueda que indica si el estado después del estado de apagado (S4) debe ser el estado de calibración (S1) o el estado de potencia ultra baja (S5).

50 Puede producirse un falso disparo si el sistema se ha desviado (por ejemplo debido a una desviación del oscilador o debido a la fluctuación de la temperatura ambiente). Con el fin de evitar que el sistema se atasque en un bucle, por el que se enciende y vuelve a la potencia ultra baja continuamente, es posible tener un límite en el número de "falsos disparos". Esto puede implementarse teniendo un recuento de falsos disparos que aumenta cada vez que se produce un falso disparo. Puede usarse un contador para contar cada estado y cuando este contador se desborda (por ejemplo, después de 256 estados), reiniciar el recuento de falsos disparos. Una vez que el recuento de falsos disparos supera un cierto umbral, el sistema accede al estado de calibración (S1), de manera que pueda obtenerse una nueva calibración.

60 Además, hay un estado de error, al que puede accederse desde cualquier estado si se produce un error. Hay una serie de causas diferentes que podrían generar un error y solo unas pocas se enumeran en el presente documento. Este podría generarse por un tiempo de espera, por ejemplo, si no se recibe una calibración válida después de un número establecido de ciclos de estado o si el procesador principal 706 no confirma SigM = 1 para indicar que se ha encendido dentro de un número establecido de ciclos de estado. Una vez que se haya solucionado el error, el sistema puede acceder al estado de restablecimiento de alimentación (S7), seguido del estado de calibración (S1).

Una condición de subtensión también podría poner al sistema en el estado de error. Como alternativa, podría haber un estado separado para la condición de subtensión.

En una realización, el procesador ULP 702 incluye un reloj de oscilador de procesador ULP principal y un reloj o temporizador de oscilador de procesador ULP con dispositivo de vigilancia separado. El procesador ULP está configurado de tal manera que ejecuta un estado después de cada tiempo de espera del temporizador con dispositivo de vigilancia. Después de ejecutar las instrucciones asociadas con cada estado, el procesador ULP 702 se pone en modo "reposo" de baja potencia. En esta configuración, el procesador ULP se suspende temporalmente y todas las funciones se apagan cuando sea posible, incluido el reloj de oscilador de procesador ULP principal. El temporizador de procesador ULP con dispositivo de vigilancia permanece activo mientras las otras funciones del procesador ULP están suspendidas. El consumo de energía en modo reposo se especifica para que sea menor de 1,2 μ A a 2 V y suele ser de 100 nA. El intervalo de tiempo entre cada estado es un compromiso entre maximizar el tiempo que el procesador está en reposo para ahorrar energía y tener el intervalo de tiempo lo suficientemente corto como para que haya un pequeño retraso observable. Un compromiso adecuado es establecer que el intervalo de tiempo sea nominalmente de 288 ms ajustando adecuadamente el pre-escalador con dispositivo de vigilancia.

La figura 9 muestra algunos diagramas de temporización a modo de ejemplo para una máquina de estados de la forma mostrada en la figura 8. Estos muestran la señal SigU del procesador ULP 702 y la señal SigM del procesador principal 706. Inicialmente, el sistema accede al estado ULP (S5). En el primer estado (1 en el diagrama), el circuito ULP 700 detecta que se ha producido un cambio de inductancia y enciende la red eléctrica y establece SigU = 1. El circuito ULP 700 accede al estado de encendido (S2). En las siguientes 2 transiciones de estado (2, 3), el circuito principal 704 todavía se está encendiendo y, por lo tanto, SigM = 0. Entre la tercera y la cuarta transición, el circuito principal 704 se ha encendido completamente y ha establecido SigM = 1. A continuación, el circuito principal 704 comienza a buscar dispositivos. En la cuarta transición, el procesador ULP 702 observa que SigM = 1, por lo que lo confirma estableciendo SigU = 0 y, a continuación, accede al estado de búsqueda (S3). Durante el estado de búsqueda, el procesador ULP 702 cuenta los ciclos de estado.

Si el procesador principal 706 determina que no hay ningún dispositivo presente, entonces establece SigM = 0. Si esto ocurre dentro de un número fijo de ciclos de estado (por ejemplo, 5 o 10), entonces el procesador ULP 702 determina que no había ningún dispositivo presente. En el ejemplo, el procesador principal 706 establece SigM = 0 entre la quinta y la sexta transiciones. En la sexta transición, el procesador ULP 702 observa que SigM = 0, lo que indica que el procesador principal 706 quiere apagarse. El procesador ULP 702 señala SigU = 0 (para indicar que está funcionando correctamente y está listo para tomar el control) y, a continuación, accede al estado de apagado (S4).

Después de que el procesador principal 706 ha recibido el acuse de recibo del procesador ULP 702 en la sexta transición, comienza a apagar todos los circuitos de manera ordenada. Cuando esto se ha completado, espera que la tensión de bobina caiga por debajo de un valor umbral (habitualmente próximo a 0 V) y, a continuación, establece SigM = 1. Cuando el procesador ULP 702 recibe esta señal (en el octavo estado), a continuación apaga la red eléctrica y accede al estado de potencia ultra baja (S5).

Si hubiera habido un dispositivo presente, entonces el procesador principal 706 habría mantenido SigM = 1 en lugar de establecer SigM = 0 entre los estados quinto y sexto. Esto hubiera significado que el número de ciclos contados durante el estado de búsqueda habría superado el umbral y que el procesador ULP 702 habría determinado que un dispositivo estaba presente y, en consecuencia, accedería al estado operativo (S6). El circuito ULP 700 permanecería en el estado operativo hasta recibir SigM = 0, tras lo cual accedería al estado de restablecimiento de alimentación (S7).

El software para implementar la máquina de estados puede escribirse directamente en el lenguaje ensamblador de la MPU o puede escribirse en un lenguaje de nivel más alto (por ejemplo C) y compilarse como lenguaje ensamblador o puede usarse un híbrido de los dos. Es ventajoso usar el lenguaje ensamblador para implementar la función de medición, ya que significa que solo se requiere un contador de 8 bits. La medición puede realizarse en un intervalo de tiempo fijado por un número establecido de ciclos de instrucción ejecutados por la MPU. La MPU puede comprobar periódicamente si el contador se ha desbordado y aumentar un byte de contador de desbordamiento si esto se produce (teniendo cuidado de asegurarse de que esta rama no altere el tiempo empleado). El intervalo de tiempo de medición es una compensación entre tener una alta sensibilidad y garantizar que la MPU esté en modo reposo la mayor parte del tiempo. Un compromiso adecuado es 1 ms, pero pueden usarse períodos más cortos o más largos. El PIC puede configurarse para usar el oscilador interno de 4 MHz para proporcionar un bajo consumo de energía mientras permite realizar mediciones precisas.

La rutina de calibración puede establecer los umbrales superior e inferior con el fin de disparar el circuito de detección 206. El número de periodos contados durante cualquier período de medición específico, variará habitualmente en uno dependiendo de la fase del oscilador 402 con respecto a la fase del reloj interno en el momento en que se realiza la medición. Es posible realizar una serie de mediciones para la rutina de calibración (por ejemplo, 5 o 10) para determinar los recuentos más altos y más bajos. A continuación, puede establecerse el umbral inferior para que sea un número fijo de recuentos (por ejemplo, 2) por debajo de la lectura más baja y puede establecerse el umbral superior para que sea un número fijo de recuentos por encima de la lectura más alta.

Antes de cada medición o serie de mediciones, pueden activarse el oscilador 402 y el circuito de polarización. Esto se logra encendiendo el comparador 502 y encendiendo el puerto para aplicar la polarización. De manera similar, estos deben apagarse después de cada medición o serie de mediciones.

5 Es posible ahorrar energía en el modo de potencia ultra baja, ya que, probablemente, el sistema estará en este modo durante la mayor parte del tiempo. La cantidad de tiempo que tarda el oscilador 402 en activarse y estabilizarse puede variar de un dispositivo a otro y con el tiempo y la temperatura. En lugar de esperar durante un período de tiempo establecido (que puede incluir un margen adicional), es posible reducir el tiempo de encendido del oscilador 402 para ahorrar energía. Se toman una serie de mediciones en un bucle y se sale antes de este bucle si la medición cae entre los umbrales superior e inferior. Es poco probable que el ruido aleatorio dé como resultado una medición entre los dos umbrales (incluso si esto se produce, el sistema se disparará en la siguiente transición de estado si tiene lugar un cambio de inductancia). Por ejemplo, se toma una serie de siete mediciones de 1 ms y se sale del bucle en la primera medición válida. Usando esta técnica, el tiempo total de medición para tomar una decisión es habitualmente de 2 ms (debido a que, en general, el oscilador arranca en menos de 1 ms). Esto da como resultado un consumo de energía extremadamente bajo durante la potencia ultra baja, porque la MPU 406 y el oscilador 402 solo están activos durante 2 ms en cada transición de estado. Si el tiempo entre las transiciones de estado es de 288 ms, entonces la MPU 406 está en modo reposo (con el oscilador apagado) durante el 99,3 % del tiempo. Usando un PIC16F506, el consumo de energía del sistema en el modo de potencia ultra baja es habitualmente de solo 30 μ W. Esto significa que podrían usarse baterías no recargables (por ejemplo, pilas alcalinas 2xAAA o 2xAAAA), ya que la vida útil sería de varios años.

Aunque el ejemplo muestra una máquina de estados síncrona, por lo que hay un intervalo de tiempo igual entre cada estado, es posible usar una máquina de estados asíncrona, o usar una implementación alternativa sin una máquina de estados. La máquina o el algoritmo de estados podrían implementarse en hardware, en un circuito integrado específico de aplicación (ASIC) en una matriz de puertas programables en campo (FPGA) en lugar de un microprocesador.

En lugar de comunicarse entre el procesador ULP 702 y el procesador principal 706 como se ha descrito, los procesadores podrían comunicar mensajes más complejos usando un enlace en serie o en paralelo. Podrían usar un estándar, tal como un bus I2C. El procesador ULP 702 podría comunicar información al procesador principal 706 en relación con las mediciones realizadas. Esto podría permitir al procesador principal 706 deducir información sobre los dispositivos. Por ejemplo, a partir del cambio de inductancia medido, el procesador principal 706 podría deducir que el dispositivo es de un tipo específico y, por lo tanto, adaptar en consecuencia su frecuencia y/o niveles de tensión/corriente/potencia. Esto podría permitir un arranque más rápido, ya que evitaría la necesidad de enviar múltiples verificaciones de diferente frecuencia para establecer el tipo de dispositivo. La frecuencia podría adaptarse variando la frecuencia de la señal aplicada a las bobinas y/o variando una capacitancia y/o una inductancia para cambiar la frecuencia de resonancia del sistema. Como alternativa, o adicionalmente, el sistema podría usar el conocimiento de la frecuencia absoluta de oscilación para establecer directamente la frecuencia de resonancia del sistema.

Hay muchos otros circuitos osciladores que pueden usarse en lugar del oscilador comparador LC. Por ejemplo, y sin limitación, pueden usarse osciladores basados en JFET, transistores bipolares o MOSFET, amplificadores operacionales o puertas lógicas. Pueden usarse diversas topologías de osciladores, incluyendo, sin limitación, Hartley, Clapp y Armstrong. En lugar de medir la inductancia de la bobina primaria 212, puede usarse una bobina separada para detectar la presencia de un dispositivo u otro objeto.

En lugar de usar relés de enganche de 2 bobinas, es posible usar un relé de enganche de una sola bobina. Esto puede permitir una reducción de costes, ya que el relé solo tiene una bobina en lugar de 2. Dicho relé requiere un pulso de corriente corto (~ 5 ms) en una dirección para “establecerlo” y un pulso de corriente en la dirección opuesta para “restablecerlo”. Dicho relé puede accionarse usando 4 transistores MOSFET en una configuración de puente. La figura 10 muestra un relé de una sola bobina accionado por dos pares de MOSFET complementarios Qa, Qb, Qc, Qd (las resistencias Ra, Rb, Rc y Rd no son necesarias para accionar el relé). Si tanto A como B son bajos (0), entonces no hay flujos de corriente. De manera similar, si tanto A como B son altos (1). Sin embargo, si A = 1 y B = 0 la corriente fluye en una dirección (por ejemplo, “establecimiento”). Por el contrario, si A = 0 y B = 1 la corriente fluye en la dirección opuesta (por ejemplo, “restablecimiento”). Al aplicar un pulso a A, el relé se enganchará en el estado de “establecimiento” y al aplicar un pulso a B, el relé se enganchará en el estado de “restablecimiento”.

Puede usarse una MPU de baja especificación 406 con el fin de reducir tanto el coste como el tamaño. Mediante la novedosa multiplexación de los pines, es posible usar un PIC12F510 de 8 pines, lo que ahorra costes. El puerto de E/S separado para la polarización puede eliminarse combinándolo con los dos puertos necesarios para accionar el relé. En la figura 10, las cuatro resistencias Ra, Rb, Rc y Rd se usan para suministrar la polarización al oscilador 402. Por ejemplo, todas podrían ser resistencias de 100 k Ohm. La presencia de estas resistencias no afecta materialmente a la operación del accionador de relé. Si A = 1 y B = 0 la corriente fluye a través del relé en una dirección y en la dirección opuesta para A = 0 y B = 1. Ninguna corriente fluirá a través del relé si A = B = 0 o si A = B = 1. Sin embargo, si A = B = 1, Vpolarización será nominalmente la mitad de la tensión de suministro y si A = B =

0, Vpolarización será nominalmente 0 V. Esto permite una manera conveniente de activar y desactivar la polarización del oscilador 402 sin la necesidad de un puerto de E/S separado. Las resistencias deben estar relativamente bien emparejadas para evitar corrientes extrañas. Rc y Rd podrían sustituirse por una resistencia doble que la de Ra. Aunque una corriente adicional fluya a través de las resistencias cuando los relés se conmutan, los pulsos son muy cortos y la corriente adicional ($\sim 15 \mu\text{A}$) es insignificante en comparación con la corriente a través del relé (habitualmente de 50 mA).

El puerto de salida para el procesador ULP 702 para comunicarse con el procesador principal 706 puede multiplexarse con el pin de salida de comparador usado para el oscilador 402, 602. Cuando el oscilador está en funcionamiento, el procesador principal 706, en general, se apagará, por lo que puede que no haya necesidad de habilitar el puerto de salida durante este tiempo. La figura 11 muestra una implementación del sistema que usa un PIC12F510 y un relé de una sola bobina, que usa la configuración de polarización de la figura 10 (que usa las mismas etiquetas).

El uso de un solo relé para conmutar tanto la red eléctrica como la bobina juntos puede ser ventajoso para ahorrar costes. Sin embargo, un inconveniente es que puede haber demoras de tiempo adicionales entre el encendido y el apagado. Esto será evidente después de que se haya realizado una calibración y el sistema se encienda para comprobar si hay dispositivos antes de acceder al modo de potencia ultra baja. Una alternativa es usar dos relés separados, uno para la bobina y otro para la red eléctrica. Esto significa que no es necesario apagar todo al realizar una calibración. Una alternativa es usar un solo relé, pero manteniendo la alimentación en el procesador principal 706 (por ejemplo, con un condensador) de manera que permanezca encendido mientras la red eléctrica se apaga momentáneamente para la calibración.

La figura 12 muestra una realización alternativa de la invención en la que el sistema de potencia ultra baja se "retroadapta" como un accesorio del mercado de accesorios. Esto podría usarse para actualizar los sistemas de alimentación inalámbrica del mismo fabricante o de un fabricante diferente (tercero). Opcionalmente, el sistema de alimentación inalámbrica puede diseñarse para permitir una actualización más fácil en el futuro. En la figura 12, la fuente de alimentación de CC usada para suministrar alimentación de CC a la fuente de alimentación inalámbrica 1214 se sustituye por la "fuente de alimentación de CC de sustitución" 1202. La fuente de alimentación de CC de sustitución 1202 tiene una toma de entrada de red eléctrica, fusibles, un filtro de supresión de EMI/RFI en la entrada. El terminal energizado se encamina a través del relé de red eléctrica 1206 hacia la entrada de una fuente de alimentación en modo conmutado 1210. Opcionalmente, el terminal neutro puede encaminarse a través del relé o puede conectarse directamente a la fuente de alimentación. La salida de la fuente de alimentación 1210 se regula a través de un regulador de tensión que también tiene protección contra sobrecargas y cortocircuitos. La salida del regulador pasa a través de un termistor de coeficiente de temperatura negativo (NTC) 1216 a la toma de salida de alimentación de CC 1222. Es posible que la fuente de alimentación inalámbrica 1214 tenga una gran corriente de arranque generada cuando se enciende el dispositivo. Esto es un gran pico de corriente (tal vez tan alto como 20 A o más) durante un corto período de tiempo y puede estar provocado por la carga de grandes condensadores presentes en los carriles de alimentación del sistema. El termistor NTC 1216 es una resistencia que reduce su resistencia cuando se calienta. El termistor limita la corriente cuando la red eléctrica en primer lugar se enciende y, a continuación, se calienta, de manera que tiene bajas pérdidas durante una operación normal. Un valor de aproximadamente 10Ω puede ser adecuado.

Además de la toma de alimentación de CC 1222, también hay una toma de control 1224 (estas dos podrían combinarse de manera que solo se necesitara un único cable). Los contactos para el relé 1206 (bobina 1, bobina 2 y una bobina común) se encaminan hacia la toma de control 1224. También están presentes dos células AA 1208, cuyos terminales también se encaminan hacia la toma de control 1224. Las células AA 1208 podrían localizarse en un compartimento de batería al que puede accederse sin exponer otras conexiones (por ejemplo, la red eléctrica energizada) en la fuente de alimentación de CC de sustitución 1202. Las células AA pueden ser células primarias o recargables.

La toma de alimentación de CC 1222 está conectada a la toma de entrada de alimentación existente 1218 en la fuente de alimentación inalámbrica 1214. La toma de control 1224 está conectada al circuito ULP, un ejemplo del cual se muestra en la figura 13. El circuito ULP tiene un circuito de detección 206 similar al de la figura 6. Sin embargo, en esta configuración hay un segundo relé 1306 usado para conectar y desconectar la bobina del circuito de detección 206 (localizándose el primer relé 1206 en la fuente de alimentación de CC de sustitución). Se usa un pequeño relé de una sola bobina de montaje superficial (Axicom IM41GR). El circuito se conecta al terminal de bobina, al terminal de tierra y a una salida del procesador principal 706 que indica una señal de "dispositivo válido presente". La señal de "dispositivo válido presente" solo debe activarse cuando haya un dispositivo que reciba alimentación o esté listo para recibir alimentación (a diferencia de un dispositivo completamente cargado o un objeto no configurado para recibir la alimentación presente). Esta señal de dispositivo válido presente podría ser una salida del procesador principal 706 que se usa para controlar una salida de LED (por ejemplo, la fuente de alimentación inalámbrica podría iluminar un LED cuando se esté cargando un dispositivo). El sistema podría adaptarse a la placa de circuito suministrando un kit que el usuario suelda a la placa existente. Como alternativa, el usuario podría realizar la operación enviando la unidad de vuelta al fabricante o al minorista.

La unidad de alimentación inalámbrica puede diseñarse para una actualización futura encaminando los pines de la placa de circuito principal hacia una toma. El circuito puede ser muy pequeño y, por lo tanto, estar realmente integrado en un enchufe que se conecta a esta toma en la placa de circuito principal 704. La toma podría colocarse y diseñarse de tal manera que no haya un saliente antiestético. Opcionalmente, los pines de E/S pueden encaminarse desde el procesador principal 706 a la toma, de manera que sea posible la comunicación completa entre el procesador principal 706 y el procesador ULP 702, permitiendo la implementación de un sistema de control similar al ilustrado en la figura 8. También puede haber una conexión para permitir que el procesador principal 706 determine si está presente un sistema de potencia ultra baja, de manera que pueda ejecutar un código de software diferente si hay uno presente. Como alternativa, una operación de retroadaptación también implicaría una reprogramación (refresco de memoria) del software del procesador principal 706 para adaptar el código para una operación de potencia ultra baja.

Si el sistema de alimentación inalámbrica no se ha diseñado para una futura actualización, entonces el procesador ULP 702 puede implementar una máquina de estados similar a la de la figura 14. El sistema comienza en el estado de calibración 1402. Se realiza una medición de calibración y se usa para determinar los umbrales de medición superior e inferior para disparar un cambio de inductancia. Después de que se haya realizado una medición de calibración válida, el sistema accede al estado de verificación 1404. El sistema permanece en el estado de verificación durante un período establecido de tiempo, determinado al disminuir un contador de verificaciones en cada transición de estado. Una vez que el contador de verificaciones ha llegado a cero, el sistema accede al estado de potencia ultra baja 1406 si dispositivo presente = 0. Sin embargo, si dispositivo presente = 1, el sistema accede al estado operativo 1408. El contador debe establecerse de tal manera que haya tiempo suficiente para que se detecte un dispositivo y se habilite la salida de dispositivo presente.

En el estado de potencia ultra baja 1406, el sistema mide la inductancia en cada transición de estado. Permanece en este estado hasta que se realiza una medición que esté fuera de los umbrales superior e inferior establecidos por el estado de calibración 1402. Cuando se encuentra una medición de este tipo, se reduce el recuento de falsos disparos y, si no ha llegado a cero, el sistema accede al estado de verificación 1404. Si el recuento de falsos disparos llega a cero, el sistema accede al estado de calibración 1402. El contador de falsos disparos se reinicializa periódicamente.

En el estado operativo 1408, el sistema busca el pin de dispositivo presente en cada transición de estado. El sistema permanece en el estado operativo 1408 hasta que dispositivo presente = 0 y, a continuación, vuelve al estado de calibración 1402.

Si el sistema de alimentación inalámbrica encuentra un error, el sistema accede al estado de error 1410 hasta que se resuelve el error, momento en el cual el sistema accede al estado de calibración 1402.

La figura 15 muestra una realización en la que se mantiene la fuente de alimentación de CC existente 1502. En su lugar, hay un conmutador de red eléctrica 1504 que se retroadapta entre la toma de red eléctrica y la entrada de red eléctrica de la fuente de alimentación inalámbrica existente 1506. Este sistema puede usarse si la unidad de alimentación inalámbrica existente 1506 tiene una fuente de alimentación de CC 1502 o si la fuente de alimentación de CC es una unidad separada (no mostrada). El conmutador de red eléctrica incluye el relé de red eléctrica 1206, el elemento de almacenamiento de energía 1208 y un conector para el cable de control. El cable de control se conecta a un circuito de detección/control separado 1510 que se retroadapta a la fuente de alimentación inalámbrica existente 1506.

El circuito de detección/control 1510 incluye un circuito ULP, por ejemplo, el circuito ULP mostrado en la figura 13. Como alternativa, el circuito de detección/control 1510 podría ser completamente independiente y no requerir ninguna conexión al circuito principal como se describe en realizaciones posteriores. Por ejemplo, puede usarse un detector de proximidad separado. Esto es especialmente conveniente para retroadaptar sistemas de terceros donde el circuito principal no es accesible.

Si no hay un pin de dispositivo presente disponible, el circuito de control puede simplemente encender la red eléctrica cuando hay un dispositivo detectado por el detector de proximidad y apagarla cuando no se detecta ningún dispositivo.

En el ejemplo de retroadaptación pueden usarse dos relés, de manera que el circuito oscilador tiene unos cables relativamente cortos para la bobina primaria. Esto permite reducir la resistencia de CA para garantizar una operación de oscilador fiable. Los MOSFET para el relé de red eléctrica 1206 podrían localizarse como alternativa dentro de la fuente de alimentación de sustitución.

La figura 16 muestra una implementación de la unidad de almacenamiento de energía 204 en el que la unidad de almacenamiento de energía puede recargarse desde el circuito principal 704. La unidad de almacenamiento de energía 204 toma alimentación de CC como su entrada. Esta está acoplada a un controlador de carga 1602 que suministra energía a un elemento de almacenamiento de energía 1604. El elemento de almacenamiento de energía 1604 es, opcionalmente, un supercondensador, pero pueden usarse otros elementos, tales como una batería u otra

forma de almacenamiento de energía eléctrica. Una forma del controlador de carga 1602 que puede usarse es un regulador Buck en el que el condensador de salida se sustituye por el supercondensador. La retroalimentación se usa para accionar el regulador Buck, de tal manera que se entrega corriente constante al supercondensador. El elemento de almacenamiento de energía 1604 está acoplado a la salida de la unidad de almacenamiento de energía. También puede haber unos circuitos de protección 1606 y/o una regulación/limitación de tensión/corriente 1606. En una realización, también hay una salida que es indicativa del nivel de energía del elemento de almacenamiento de energía 1604.

En esta realización, el elemento de almacenamiento de energía 1604 se monitoriza de manera que no se agote por completo, evitando la operación del circuito de detección 206. Este puede cargarse desde la entrada de alimentación cuando la fuente de alimentación inalámbrica entrega energía a la carga. Además, el circuito de detección 206 monitoriza periódicamente la energía en el elemento de almacenamiento de energía 1604 a través de la salida de nivel de energía de la unidad de almacenamiento de energía 204. Si este se encuentra por debajo de un cierto umbral, el circuito de detección 206 activa el SW1 202, de manera que pueda recargarse el elemento de almacenamiento de energía 1604.

La figura 17 muestra una unidad de almacenamiento de energía 204 en la que hay, además, un diodo 1702 para evitar la realimentación de corriente en la circuitería de carga. También hay un conmutador 1704 en esta realización. El conmutador 1704 puede abrirse cuando el circuito de detección 206 recibe alimentación de la unidad de almacenamiento de energía 204 para evitar que la corriente de fuga inversa agote el condensador o la célula. En lugar de usar una unidad de almacenamiento de energía recargable 204, también es posible usar una célula primaria no recargable. En este caso, se usa un compartimento de batería con una cubierta extraíble, de manera que la batería o las baterías puedan extraerse cuando se agoten.

La figura 18 muestra un diagrama de flujo a modo de ejemplo que ilustra la operación de un sistema de potencia ultra baja. En primer lugar, el sistema comprueba 1802 el nivel de energía en el elemento de almacenamiento de energía. Si está baja, entonces se conecta la red eléctrica 1810 y se suministra energía 1812 al mismo para recargarlo. Si la energía no está baja, entonces se desconecta la red eléctrica 1804 para reducir el consumo de energía. A continuación, el circuito de detección 206 observa si ha habido un cambio de inductancia 1806. Si no lo ha habido, después de un período de espera 1808, el sistema vuelve al inicio 1800. Si ha habido un cambio de inductancia, el sistema conecta 1814 la red eléctrica y observa si hay un dispositivo que requiera alimentación 1816. Si no lo hay, vuelve al inicio 1800. Si lo hay, el sistema comprueba si hay un objeto extraño presente 1818 (este puede haberse colocado a la vez que el dispositivo). Si lo hay, entonces el sistema vuelve al inicio 1800. Si no lo hay, entonces el sistema entrega energía a la bobina primaria 1820 para suministrar energía al dispositivo portátil. Se continúa comprobando si el dispositivo aún requiere alimentación 1816 y solo vuelve al inicio 1800 cuando el dispositivo ya no requiere alimentación o si un objeto extraño 1818 se coloca en la fuente de alimentación inalámbrica.

En algunas realizaciones, la unidad primaria realiza una determinación acerca de si un dispositivo secundario válido está presente y si un dispositivo secundario desea alimentación. Debe entenderse que estas determinaciones pueden realizarse simultáneamente o en diferentes momentos. Por ejemplo, si el dispositivo secundario envía una solicitud de alimentación, puede interpretarse que un dispositivo secundario válido está presente y que un dispositivo secundario desea alimentación. Además, en la medida en que un dispositivo secundario desea alimentación, debe entenderse que el dispositivo secundario no necesita emitir una solicitud de alimentación, o que tiene poca potencia, con el fin de desear alimentación. Por ejemplo, el dispositivo secundario que quiere recibir una carga de goteo todavía puede caracterizarse como que desea alimentación.

La figura 19 muestra una realización de un método para implementar el sistema en el que hay dos estados de potencia. En el primer modo, A, 1902, el sistema está en el modo equivalente al modo de potencia ultra baja descrito anteriormente. En este estado, el circuito de detección 206 se alimenta desde la unidad de almacenamiento de energía 204. Si la unidad de almacenamiento de energía 204 llega a estar baja 1908, entonces el sistema enciende la red eléctrica 1910 para recargarla. El circuito de detección 206 busca periódicamente un cambio 1912 que indique que un dispositivo u objeto puede haberse colocado o retirado del cargador. Si el circuito de detección 206 detecta que ha tenido lugar un cambio, entonces el sistema accede al estado B 1904.

En el modo B 1904, el sistema está conectado a la red eléctrica. El sistema periódicamente "verifica" 1914 el sistema modulando la bobina primaria, Lp. Si hay un dispositivo portátil presente, entonces responde (por ejemplo, modulando su carga). Si el sistema detecta 1916 que hay un dispositivo válido, entonces, después de comprobar que no haya objetos extraños presentes, el sistema entregará toda la energía a la bobina primaria. El sistema continuará enviando una "verificación" durante un número predeterminado de "verificaciones" o una cantidad predeterminada de tiempo 1918. Estos números predeterminados pueden ser configurables por software (y/o dinámicamente variables). Si no se detecta ningún dispositivo durante este tiempo, entonces el sistema volverá al estado A 1902.

Una ventaja de esta disposición es que da más oportunidades de comprobar si hay un dispositivo válido presente. Esto evita que el sistema permanezca en espera indefinidamente si hay un dispositivo válido en el mismo que no se

detectó en la primera "verificación". Algunos dispositivos portátiles tardan en "despertarse". La primera "verificación" puede entregar suficiente energía para iniciar el microprocesador. Sin embargo, puede tardar más en "arrancar" que la duración de la "verificación". Dicho dispositivo debería entonces autenticarse en la segunda "verificación".

5 La figura 20 muestra un diagrama de temporización a modo de ejemplo para ilustrar el método de la figura 19. La figura 20(a) muestra el sistema cuando se coloca un objeto extraño en el sistema. El sistema se inicia en el modo A 1902. Observa un cambio de inductancia y, a continuación, accede al modo B 1904 para tres "verificaciones". Estas "verificaciones" pueden ser de un intervalo de tiempo diferente al sondeo del circuito de detección 206. Como no se detecta ningún dispositivo, el sistema vuelve al modo A 1902. La figura 20(b) muestra el sistema cuando se coloca un dispositivo válido en el sistema. En este ejemplo, el dispositivo no se autentica en la primera "verificación", pero sí en la segunda "verificación".

15 Si la unidad de almacenamiento de energía 204 requiere un tiempo relativamente largo para recargarse, entonces en lugar de encenderse para una carga rápida (por ejemplo, si la unidad de almacenamiento de energía 204 es una batería, tal como una batería de ion-litio), entonces podría usarse el diagrama de flujo a modo de ejemplo de la figura 21. En este diagrama de flujo, el sistema deja el modo de reposo con la red eléctrica desconectada 2006 y accede al modo B 2004 si la unidad de almacenamiento de energía 2004 cae por debajo de un umbral establecido 2008 o cambia el estado de la bobina 2010. El sistema permanece en el modo B 2004 hasta que no haya dispositivos que requieran una carga 2014, 2016 y la unidad de almacenamiento de energía se haya cargado completamente 2018, 2022, 2020.

25 La figura 22 muestra una realización alternativa en la que la unidad de almacenamiento de energía 204 también se usa para alimentar el circuito principal 704 durante un período de tiempo. Con el fin de reducir el tiempo de demora entre el dispositivo que dispara el sistema y el encendido del sistema, el sistema usa el elemento de almacenamiento de energía 1604 como fuente de alimentación temporal. Una vez que se dispara el circuito de detección 206, se enciende la red eléctrica. A continuación, el sistema conecta el elemento de almacenamiento de energía 1604 al circuito principal 704 para encender los diversos elementos. Esto permite que el sistema autentique el dispositivo mientras la alimentación de red eléctrica sigue encendida. La energía requerida para autenticar un dispositivo puede ser menor que la requerida para entregar energía. Opcionalmente, si el elemento de almacenamiento de energía 1604 tiene la capacidad suficiente para entregar energía, el sistema también puede suministrar energía desde el elemento de almacenamiento de energía 1604 al dispositivo. Una vez que la red eléctrica se ha encendido junto con todos los otros suministros, el sistema se conmuta para alimentarse completamente de la red eléctrica. A continuación, el sistema también puede suministrar energía a la unidad de almacenamiento de energía 204 con el fin de recargarla.

35 La figura 23 muestra una realización alternativa en la que se usa un único procesador 2302 en lugar de procesadores separados para el circuito ULP 700 y el circuito de red eléctrica 704. En esta disposición, el procesador 2302 solo encendería los elementos que se requieren en cualquier momento específico. El único procesador 2302 podría alimentarse continuamente desde el elemento de almacenamiento de energía 1604, o, como alternativa, podría conmutar su entrada de alimentación a la red eléctrica generada si está encendida. Con el fin de ahorrar energía, el único procesador 2302 podría "conmutar" los relojes de manera que funcionen a una velocidad de reloj más baja en el modo de potencia ultra baja. Esta realización puede usar además la unidad de almacenamiento de energía 204 para suministrar energía a los dispositivos mientras está esperando que se encienda la red eléctrica. La configuración de un único procesador 2302 podría usarse para implementar todas las realizaciones en las que se usan dos o más procesadores. Esto incluye deducir información sobre el dispositivo a partir de la detección de inductancia y usar esta información posteriormente, tal como identificar el tipo de dispositivo y ajustar adecuadamente la frecuencia y la tensión.

50 El procesador puede configurarse para ser un procesador de doble núcleo (o multinúcleo). Los dos núcleos pueden funcionar independientemente uno de otro. Un núcleo (el núcleo principal) se usa para el circuito de alimentación inalámbrica principal y el otro núcleo (el núcleo ULP) se usa para la funcionalidad ULP (tal como el circuito de detección y el control de los relés). Una parte o la totalidad del circuito de detección puede incorporarse en el núcleo ULP (por ejemplo, los comparadores para el circuito oscilador y otros componentes pasivos). El núcleo principal puede apagarse cuando está en modo ULP y el núcleo ULP puede apagarse en modo operativo. Durante los períodos de transición, pueden alimentarse ambos núcleos. El núcleo ULP puede tomar su energía exclusivamente de la unidad de almacenamiento de energía o puede tomar su energía de una combinación del circuito de red eléctrica y la unidad de almacenamiento de energía o puede tomar su energía solo del circuito de red eléctrica. El procesador ULP puede optimizarse para un menor consumo de energía que el procesador principal (por ejemplo, funcionando a una velocidad de reloj más baja). El núcleo ULP puede aislarse del núcleo principal (por ejemplo, grabando canaladuras de protección o depositando material aislante) con el fin de minimizar las fugas de corriente.

65 A lo largo de las diversas realizaciones se describen un número de diferentes procesadores y unidades de control. La realización de la figura 2 incluye una unidad de control 208 y un circuito de detección 206 que incluye un microprocesador integrado, por ejemplo, como se muestra en las figuras 4-6. La realización de la figura 7 incluye un circuito ULP con un procesador ULP separado del circuito sensor. El circuito de detección puede o no tener su propio microprocesador en la realización de la figura 7. La realización de la figura 16 del dispositivo de

almacenamiento de energía incluye un controlador de carga. Como acaba de exponerse, la realización de la figura 23 incluye un único procesador y el circuito de detección no incluye un procesador. La realización de la figura 26 incluye una unidad de microcontrolador que incluye una salida de oscilador digital y una entrada analógica a digital (A/D). Debe entenderse que el número y la función de los microprocesadores pueden repartirse esencialmente de cualquier manera que permita que las funciones de control adecuadas se activen y estén disponibles en los momentos adecuados. En la medida en que haya diferencias sustanciales introducidas por la presentación de una terminología diferente, tal como procesador, microprocesador, MPU, MCU, PIC, procesador ULP, control de carga, unidad de carga o cualquier otra terminología de controlador, no debe interpretarse que estas diferencias en la terminología limitan el alcance de la invención. En cambio, debe entenderse que las localizaciones y los esquemas del controlador pueden intercambiarse entre las realizaciones.

En lugar de medir la frecuencia de un oscilador 402 para implementar el circuito de detección 206, hay otras muchas técnicas que pueden emplearse. La figura 24 muestra una implementación alternativa del circuito de detección 206. En esta disposición, el circuito de detección 206 usa la misma bobina para la detección que la usada para la transferencia de energía, Lp 212. El circuito de detección 206 tiene un inductor adicional Lsen 2404, que forma un puente con la bobina primaria, Lp 212 (aunque se usa un inductor, puede usarse cualquier impedancia: resistiva, reactiva o una combinación de otros elementos). Este puente puede accionarse con un oscilador 402. En esta realización, la salida de oscilador, la tensión y la frecuencia son tales que hay una disipación de energía mínima a través del puente de inductancia formado entre Lsen 2404 y Lp 212. Si la inductancia observada a través de Lp 212 cambia, entonces dará como resultado un cambio en la tensión pico en el punto medio del puente, M. Esta inductancia cambiaría si un dispositivo portátil, tal como el mostrado en la figura 1, se colocara en la fuente de alimentación inalámbrica 200, de tal manera que la bobina secundaria se acoplaría a la bobina primaria. Esto sería cierto si hubiera o no una carga en el dispositivo portátil. La inductancia también cambiaría si se colocara un objeto metálico o un objeto que tuviera material magnético cerca de la bobina primaria, Lp 212. De manera similar, la inductancia cambiaría si se retirara un dispositivo u objeto metálico de la fuente de alimentación inalámbrica 200.

En esta realización, el circuito de detección 206 detecta la tensión pico en el punto M usando un detector de picos 2402. La salida del detector de picos 2402 se alimenta a una unidad de microprocesador (MPU) 406. La MPU 406 lee periódicamente el valor del detector de picos 2402. Si este valor cambia, entre dos lecturas consecutivas, entonces el circuito de detección 206 determina que se ha producido un cambio de inductancia, y la fuente de alimentación inalámbrica 200 comprueba si hay un dispositivo válido que requiera alimentación o si esto se debe a un objeto extraño. Puede realizarse un promedio de ejecución en las mediciones para reducir el efecto del ruido.

El circuito de detección 206 puede usar dos conmutadores controlados por la MPU 406, el SW3 404 y el SW4 408. En la realización ilustrada, el SW3 404 se usa para aislar el circuito de detección 206 de la bobina primaria, Lp 212 cuando la fuente de alimentación inalámbrica 200 está entregando energía al dispositivo portátil. El conmutador SW3 404 se cierra durante el modo de espera y se abre durante la entrega de energía. El conmutador SW4 408 se usa para reducir aún más el consumo de energía del circuito de detección 206. En lugar de tener el oscilador 402 y el detector de picos 2402 continuamente alimentados, la MPU 406 solo cierra el SW4 408 durante la duración de cada medición de inductancia. Aunque el SW3 404 está controlado por la MPU 406 dentro del circuito de detección 206 en este ejemplo, en su lugar, puede controlarse por la unidad de control 208 dentro de la fuente de alimentación inalámbrica principal 200.

La figura 25 muestra un diagrama de flujo que ilustra una implementación del sistema. Este diagrama de flujo ilustra las mediciones separadas realizadas para determinar el cambio de inductancia. En esta variación, si el elemento de almacenamiento de energía 1604 se agota, entonces el sistema no usa temporalmente el circuito de detección 206, sino que solo usa el sistema de validación del dispositivo hasta que se carga el elemento de almacenamiento de energía 1604. En la figura 25, X1 es el umbral por debajo del cual se recarga el elemento de almacenamiento de energía 1604, X2 es el umbral por encima del cual está completamente cargado. Y es la diferencia en las mediciones de inductancia para disparar el circuito de detección 206. En este ejemplo, la memoria que contiene la lectura de inductancia se actualiza después de cada medición. Esto significa que el circuito seguirá las desviaciones a lo largo del tiempo, por ejemplo, debido a la fluctuación de la inductancia de la bobina con la temperatura ambiente. Como alternativa, la memoria no se actualiza. Esto significará que habrá más falsos disparos debidos a la fluctuación en las condiciones ambientales. Sin embargo, también evitará que se engañe al sistema si un dispositivo se acerca muy lentamente al sistema.

Haciendo ahora referencia a la figura 25, empezando en el inicio 2502 del diagrama de flujo, SW1 está abierto mientras que SW3 y SW4 están cerrados 2504, de tal manera que el detector de picos puede leerse 2506 y almacenarse en la memoria 2508. Cuando se completa la medición, SW4 se abre 2510 y la cantidad de energía en el elemento de almacenamiento de energía se mide 2512 y se almacena en la memoria 2514. Si la cantidad de energía no está por debajo del umbral 2516, entonces el procesador espera 2518 y cierra SW4 2520 para leer el detector de picos 2522 y almacenar el valor en la memoria 2524. Una vez que se toma la segunda lectura pico, SW4 se abre 2526 y el valor absoluto de las dos lecturas se compara con un umbral 2528. Si la comparación está por debajo del umbral, entonces no hay una diferencia suficientemente grande en las mediciones de inductancia para disparar el circuito de detección y la segunda medición sobrescribe la primera medición en la memoria 2530, 2532 antes de volver a leer la cantidad de energía en el elemento de almacenamiento de energía 2512. Si la diferencia en

las mediciones de inductancia dispara el circuito de detección 2528 o el elemento de almacenamiento de energía necesita recargarse 2376, entonces SW3 se abre y SW1 se cierra 2534. El sistema determina si un dispositivo está presente 2536 y si necesita alimentación 2538. Si no está presente ningún objeto extraño 2540, entonces se entrega la energía al dispositivo remoto 2542. Después de un periodo de espera, un periodo de espera 2544, el sistema comprueba si el dispositivo todavía está presente, necesita alimentación y no se han colocado objetos extraños. Si no está presente un dispositivo, no se necesita alimentación, o si está presente un objeto extraño, entonces el sistema comprueba si el elemento de almacenamiento de energía está por encima de su umbral cargado 2546. El sistema continuará cargando el elemento de almacenamiento de energía hasta que esté por encima del umbral y, a continuación, volverá al modo de espera 2504.

La figura 26 muestra una implementación de un circuito de detección que usa una unidad de microcontrolador (MCU) 2602. La MCU incluye una salida de oscilador digital y una entrada de analógico a digital (A/D). En esta implementación, la inductancia de la bobina primaria, Lp 212, se usa para formar un filtro paso banda. Este filtro se usa para filtrar selectivamente el componente de frecuencia fundamental de la señal de onda cuadrada para generar una sinusoidal. Sin embargo, a medida que cambia la inductancia de Lp 212, también cambia la frecuencia de la banda de paso, modificando de este modo tanto la amplitud como la fase de la señal resultante. Una ventaja de esta realización es que el filtrado y la detección de inductancia se realizan en la misma etapa usando solo componentes pasivos.

En esta realización, la salida de onda cuadrada digital es una CA acoplada a través de C2 a la combinación en paralelo de Lp 212 y C1. Lp y C1 son resonantes en las proximidades de la frecuencia de oscilador. A continuación, esta combinación es una CA acoplada a través de C3 a un desplazador de nivel formado por R1 y R2. R1 y R2 añaden un componente de CC a la señal para evitar que entren tensiones negativas en la MCU. La parte superior de R1 se alimenta con la tensión de carril del oscilador. Esto se proporciona desde un pin de salida de la MCU 2602. Esto significa que cuando no se está realizando una medición, la MCU 2602 puede eliminar esta tensión y evitar la disipación de energía a través de R1 y R2. La salida del desplazador de nivel se aplica a la entrada del convertidor de analógico a digital de la MCU 2602.

En general, puede obtenerse una mayor sensibilidad a expensas de un mayor consumo de energía, por lo que hay que realizar una compensación. Esto podría consistir, por ejemplo, en usar amplificadores, usar una detección sensible a la fase en lugar de una detección de picos, usar niveles de tensión más altos, o tener tiempos de adquisición más largos y, por lo tanto, menos tiempo cuando el circuito de detección 206 está en modo de reposo. Es posible hacer que este software de compensación sea configurable, de manera que, dependiendo de dónde esté localizado el sistema, puedan optimizarse la sensibilidad y el consumo de energía.

La frecuencia de la señal de oscilador en el circuito de detección 206 puede adaptarse dinámicamente. Esto podría consistir en colocar la frecuencia en la parte más sensible de la curva de inductancia frente a la curva de amplitud de salida, o colocarla en una zona de baja disipación de energía o colocarla en una compensación optimizada entre las dos. La frecuencia podría adaptarse al encendido, periódicamente o cada vez que se reinicie el circuito de detección 206. Por ejemplo, cuando se coloca un dispositivo u objeto metálico en la fuente de alimentación inalámbrica 200, es posible que el circuito de detección 200 se acerque al límite de su intervalo dinámico. El circuito de detección 206 podría ajustar el oscilador para que vuelva a acercarse al centro del intervalo al detectar el siguiente evento. Una manera alternativa de implementar el sistema es ajustar siempre la frecuencia a la posición de máxima amplitud. Cualquier reducción en la amplitud indicaría entonces que habría tenido lugar un cambio.

La figura 27 muestra una operación a modo de ejemplo de este circuito de la figura 26. La figura 27(a) muestra una señal dentro de la MCU 2602 (dividida desde su reloj de oscilador interno). La figura 27(b) muestra la salida de oscilador de la MCU 2602 que se aplica al puente de impedancia. La figura 27(c) muestra la señal en el punto medio del puente bajo un conjunto de condiciones. Esta señal difiere en amplitud y/o fase. La figura 27(d) muestra la señal en el punto medio del puente bajo un conjunto diferente de condiciones (por ejemplo, si se coloca un dispositivo u objeto metálico en la fuente de alimentación inalámbrica). En general, la figura 27(d) difiere de la figura 27(c) en amplitud y/o fase. El microprocesador 2602 permite, en primer lugar, estabilizar la señal de oscilador. Para cada medición de inductancia, se toman una serie de lecturas del convertidor A/D en un número específico de ciclos de reloj desde un punto de referencia dado, 0. Estos tres puntos de lectura están etiquetados como i, ii, iii en la figura 27(a). Los valores leídos por el convertidor A/D en estos puntos de lectura se ilustran en las figuras 27(c) y 27(d). Puede observarse que en este ejemplo los valores obtenidos en el caso de la figura 27(d) difieren de los de la figura 27(c), lo que indica que se ha producido algún cambio. Una ventaja de muestrear la señal en diferentes puntos, en lugar de simplemente medir la señal de pico, es que el circuito de detección 206 puede hacerse más sensible debido a que el circuito responde a los cambios de fase y también de amplitud. En una realización, los puntos de medición no coinciden con los mismos puntos en el ciclo de la frecuencia de detección. En particular, puede obtenerse al menos una lectura que es de una amplitud significativa, ya que la comparación de dos valores cercanos a cero es propensa a errores inducidos por el ruido. Una forma de garantizar esto es asegurarse de que el intervalo de tiempo no sea constante (por ejemplo, el intervalo de tiempo entre la lectura i y la lectura ii es diferente al de la lectura ii y la lectura iii).

El circuito de detección 206 puede ser sensible a la fase, debido a que es posible que haya un cambio en la impedancia provocado por la adición de ferrita u otro material similar en la bobina secundaria que equilibra exactamente la impedancia de la carga. Una alternativa para hacer que el circuito de detección 206 sea sensible a la fase es hacer dos mediciones de amplitud de pico en diferentes frecuencias, ya que la impedancia inductiva tiene una frecuencia diferente dependiendo de las pérdidas de resistencia de CA.

La figura 28 muestra una realización alternativa de la implementación de la figura 26, donde se usa un detector de picos. Algunas MPU no tienen convertidores de analógico a digital rápidos, lo que hace que una técnica sensible a la fase sea poco práctica. En este ejemplo, el detector de picos está formado por un diodo, D1 2802, y un condensador C4.

La figura 29 muestra una realización alternativa en la que se usa la detección sensible a la fase. El condensador C1 forma un filtro paso banda con la bobina primaria, Lp 212, similar a la realización de la figura 26. También hay unos condensadores de bloqueo de CC C2 y C3 y el desplazador de nivel (R1, R2). Sin embargo, la salida del desplazador de nivel está acoplada a la entrada del comparador interno que emplea el microcontrolador 2902 de esta realización. La otra entrada puede establecerse usando una referencia interna a medio camino entre los carriles de suministro. Este comparador se usa para generar una señal digital limpia desde el desplazador de nivel que será sinusoidal y atenuada. La señal digital del comparador está acoplada a una entrada de un detector de fase (detector de fase) 2904, y la otra entrada proviene de la salida de oscilador. La salida del detector de fase 2904 está acoplada a una entrada analógica de la MCU. A medida que cambia la inductancia efectiva de la bobina primaria 212, la fase de la señal en el desplazador de nivel variará con respecto a la salida de oscilador. El detector de fase 2904 tiene como salida una tensión analógica representativa de la diferencia de fase entre la señal en relación con la salida de oscilador y, por lo tanto, es una medida de la inductancia.

El detector de fase 2904 puede realizarse, por ejemplo, usando una puerta OR exclusiva 2906 acoplada a un filtro paso bajo, siendo el filtro paso bajo una resistencia en serie 2908 y un condensador 2910 a tierra. Opcionalmente, puede usarse un desplazador de fase 2906 en cualquiera de las rutas del detector de fase 2904. Esto puede usarse para polarizar el sistema, de manera que la salida del detector de fase 2904 esté en un punto intermedio de su intervalo cuando la respuesta de paso de banda se centra en la frecuencia de oscilador. A continuación, es posible distinguir entre salidas de inductancia positivas y negativas a partir de la frecuencia central. El desplazador de fase 2906 debe proporcionar 90 grados de desplazamiento de fase. Esto puede implementarse usando dos redes RC (2912, 2914, 2916, 2918), como se muestra, a expensas de atenuar la señal. En lugar de introducir una atenuación adicional en la ruta de la señal, una alternativa es desplazar de fase la señal de oscilador aplicada a la segunda entrada del detector de fase. En este caso, la señal puede convertirse en una señal digital usando un segundo comparador.

La figura 30 muestra una variación en la realización de la figura 24. En lugar de que el circuito de detección 206 tenga una impedancia separada (Lsen en la figura 24), el circuito de detección 206 usa el condensador de resonancia 214 en serie con la bobina primaria. El subcircuito de detección descrito en la figura 24 hace referencia al circuito de detección en la realización actual ilustrada en la figura 30. El oscilador 402 se aplica al punto en el que el condensador 814 se conecta a la salida del inversor 210. El punto medio del condensador 214 y el inductor 212 está conectado al detector de picos 2402. Cuando un dispositivo se coloca cerca de la bobina primaria 212, la inductancia efectiva vista a través de la bobina primaria 212 cambiará, cambiando de este modo la frecuencia de resonancia de la combinación de condensador-inductor. Esto, a su vez, cambiará la amplitud y/o la fase de la señal en el detector de picos. Una ventaja de esta realización es que no es necesario tener un elemento de impedancia adicional para el circuito de detección. Sin embargo, puede significar que se requieren dos conmutadores para aislar el circuito de detección de la bobina primaria.

La figura 31 muestra un ejemplo de la invención cuando la fuente de alimentación inalámbrica 200 tiene una entrada de CC en lugar de una entrada de red eléctrica. En este ejemplo, la fuente de alimentación de CC 3102 está localizada en la salida de electricidad de red eléctrica y un cable 3104 entrega una alimentación de CC a la fuente de alimentación inalámbrica 200. La fuente de alimentación de CC 3102 incluye la rectificación de red eléctrica 218 y un convertidor CC/CC 216. Sin embargo, también incluye un conmutador 3108 antes de la rectificación de red eléctrica 218. El cable 3104 entre la fuente de alimentación de CC y la fuente de alimentación inalámbrica 200 incluye otra línea, de manera que el conmutador 3108 en la fuente de alimentación de CC puede controlarse por el circuito de detección 206.

La fuente de alimentación de CC 3102 también puede usarse sin la fuente de alimentación inalámbrica 200, para alimentar equipos diferentes. Otro equipo que tenga una entrada de alimentación de CC puede beneficiarse de la fuente de alimentación de CC 3102 de la figura 31. Dicho equipo tendría una unidad de almacenamiento de energía 204 que alimenta una pequeña MPU 406 cuando está en su estado de espera. Tras recibir una señal de disparo de un estímulo, el equipo podría enviar una señal a través del cable 3104 para cerrar el conmutador SW2 3108. Dicho estímulo puede provenir de una señal de control remoto (por ejemplo, óptica, inalámbrica, de RF, ultrasónica), o de un sensor de proximidad o de otra pieza del equipo, o de un temporizador etc.). Como alternativa, el equipo puede tener un conmutador de pulsador que activa el SW2 3108 sin la necesidad de una unidad de almacenamiento de energía 1604 separada o un microprocesador 406.

La figura 32 muestra una realización de una fuente de alimentación inteligente 3102 con una lógica 3202 que controla un proceso similar a la fuente de alimentación 3102. Esta misma fuente de alimentación 3102 puede controlar los niveles de tensión y el ciclo de reposo de la fuente de alimentación 3102. Dichas fuentes de alimentación se usan para alimentar ordenadores portátiles más nuevos. Un comando simple o un nivel lógico puede controlar diversos aspectos de la fuente de alimentación 3102 junto con el inicio y el fin de un ciclo de reposo de un consumo de energía mucho menor.

La figura 33 muestra una realización donde no se usa un elemento de almacenamiento de energía separado 1604. En esta configuración, no es posible tener el conmutador 3108 antes de la rectificación de red eléctrica, ya que no hay una fuente de alimentación secundaria. En cambio, la rectificación de red eléctrica 218 opera de principio a fin. El circuito de detección 206 apaga la salida de la unidad de rectificación de red eléctrica 218. A continuación, el conmutador 3108 se coloca entre la unidad de rectificación de red eléctrica 218 y todas las demás unidades (o tantas como sea posible). Habrá pérdidas asociadas a la rectificación de red eléctrica. El conmutador 3108 también puede colocarse en otros puntos del sistema para mantener de manera selectiva diferentes partes del sistema en funcionamiento durante el modo de espera.

La figura 34 muestra una realización donde la entrada de alimentación es corriente continua. Una aplicación para esta realización es en aplicaciones de automoción. La operación es muy similar a la realización de la figura 33.

La figura 35 muestra una realización donde no se usa un circuito de detección separado 206. En su lugar, los dispositivos se detectan aplicando energía periódicamente a la bobina primaria 212 usando un método similar al desvelado en el documento GB2414121. Sin embargo, esta realización difiere del documento GB2414121 en que hay una unidad de almacenamiento de energía 204 presente y un conmutador 3502 para cortar el suministro de electricidad de la red eléctrica. Durante el modo de espera, la unidad de control 208 se alimenta desde el elemento de almacenamiento de energía 1604. La unidad de control 208 también puede entregar energía a la bobina primaria 212 a través del inversor 210 desde el elemento de almacenamiento de energía 1604. Cada cierto tiempo, se aplica energía a la bobina primaria 212 durante un breve periodo de tiempo para ver si el dispositivo se comunica para confirmar su presencia. Sin embargo, el nivel de energía requerido para que el dispositivo se comuniquen es menor que la energía requerida para transferir toda la energía al dispositivo. Por lo tanto, la unidad de control 208 puede activar el inversor 210 para entregar un menor nivel de energía y, por lo tanto, la cantidad de energía tomada del elemento de almacenamiento de energía 1604 es menor. Si la unidad de control 208 recibe una señal de que un dispositivo está presente, entonces puede activar la rectificación de red eléctrica 218 de manera que el sistema se alimente desde la red eléctrica en lugar de desde la unidad de almacenamiento de energía 204. Si hay un dispositivo válido presente, entonces también puede comunicar su requisito de alimentación. La fuente de alimentación inalámbrica 200 mide la energía que se extrae de la bobina primaria 212 y la compara con el requisito de alimentación del dispositivo. Si no hay una diferencia significativa entre ambas, entonces la fuente de alimentación inalámbrica 200 determina que hay un dispositivo válido y no hay objetos extraños y, por lo tanto, permite la entrega de toda la energía al dispositivo.

En lugar de recibir una comunicación del dispositivo que está presente, la fuente de alimentación inalámbrica 200 puede simplemente detectar que algo está presente meramente al monitorizar la energía extraída de la bobina primaria 212. Si la energía extraída cambia entre mediciones sucesivas (o es mayor que un valor umbral), entonces o bien hay un dispositivo que extrae la energía o, como alternativa, un objeto extraño. En la realización actual, la fuente de alimentación inalámbrica 200 determina si hay un objeto extraño presente antes de aplicar toda la energía. Este método es similar al circuito de detección 206, excepto que el inversor 210 se usa como el oscilador 402. Con el fin de reducir el consumo de energía, puede desplazarse la frecuencia de manera que se aleje de la resonancia y haya una gran reactancia para reducir la disipación de energía. Puede reducirse la tensión de carril aplicada al inversor 210.

La figura 36 muestra una realización en la que hay una serie de bobinas primarias 212, 3606, 3608, 3610 presentes. Cada una de estas bobinas primarias individuales puede usarse para suministrar energía a un dispositivo portátil. Esto permite alimentar múltiples dispositivos simultáneamente. Como alternativa, las bobinas primarias 212, 3606, 3608, 3610 pueden diferir entre sí, de manera que pueden alimentarse diferentes tipos de dispositivos, por ejemplo, como se contempla en el documento WO2004038888. Como alternativa, algunas configuraciones de la fuente de alimentación inalámbrica 200 tienen una matriz de bobinas, para permitir que un dispositivo se coloque en cualquier lugar sobre un área continua y siga recibiendo alimentación. Un ejemplo de tal sistema se describe en el documento WO03105308. En una fuente de alimentación inalámbrica 200 con múltiples bobinas, el circuito de detección 3602 puede compartirse a través de algunas o todas las bobinas, ahorrando la necesidad de múltiples circuitos de detección 206. Cada vez que se coloca un dispositivo (u otro objeto) en la fuente de alimentación inalámbrica 200 o se retira de la fuente de alimentación inalámbrica 200, se dispara el circuito de detección 3602. A continuación, la unidad de fuente de alimentación inalámbrica 200 sondearía cada bobina inactiva para ver qué bobinas tienen un dispositivo válido en las proximidades. A continuación, la fuente de alimentación inalámbrica 200 aplicaría energía a las bobinas que requieren alimentación después de comprobar en primer lugar la presencia de objetos extraños. En una realización, algunos dispositivos en la fuente de alimentación pueden o no desear alimentación, por ejemplo,

algunos de los dispositivos pueden tener una batería llena. En consecuencia, la fuente de alimentación inalámbrica puede dividirse de manera que algunas partes estén activadas y otras no.

5 En la figura 36, se usa un conmutador multipolo 3612 para conectar en paralelo todas las bobinas en la fuente de alimentación inalámbrica 200. El circuito de detección 3602 se disparará cuando un dispositivo (u objeto) se coloque cerca de cualquiera de las bobinas 212, 3606, 3608, 3610, debido a que cualquier cambio de inductancia individual modificará la inductancia general de la combinación paralela. En la realización actual, el circuito de control principal sondea cada bobina para determinar cuál debe alimentarse. Como alternativa, en lugar de agrupar todos los conmutadores juntos en la figura 21, los conmutadores pueden controlarse individualmente por la MPU. En tal sistema, la MPU tiene que realizar mediciones separadas para cada bobina. Aunque esto significa que el tiempo de detección total es más largo (y, por lo tanto, mayor la potencia de espera), significa que la sensibilidad a los cambios de inductancia será mayor.

15 En lugar de acoplar las bobinas primarias Lp1, Lp2 212, 3606, 3608, 3610, etc. con las conexiones de CC, podrían acoplarse enrollando algunas vueltas de una bobina de detección alrededor de cada bobina primaria 212, 3606, 3608, 3610. Puede ser posible eliminar algunos o todos los conmutadores 3612 usando este método.

20 La figura 37 muestra una realización de un sistema para minimizar la alimentación en múltiples canales para el ahorro de energía. Esta configuración permite que cualquier combinación de primarios activos se cargue o alimente según sea necesario. También permite que la detección y la unidad de control de detección 3702 agoten el tiempo de espera de cada canal o primario por separado usando los conmutadores 3714, 3716, 3718 y 3720, lo que permite que cada uno tenga modos de potencia ultra baja independientes. También puede emplearse un conmutador multipolo 3704 similar al usado en la realización de la figura 36. Una vez que todos están apagados, incluso puede desconectarse a continuación la alimentación principal y también controlar los dispositivos auxiliares y la alimentación.

25 En la figura 37, cada bobina primaria 212, 3606, 3608, 3610 tiene una unidad de accionamiento/control separada asociada con la misma. Por supuesto, puede implementarse en su lugar una sola unidad de accionamiento/control 3604 como se muestra en la realización de la figura 36.

30 La figura 38 muestra una realización del uso de un sistema de potencia ultra baja en un sistema multicanal. Cada canal o controlador primario puede apagar en primer lugar los sistemas secundarios y, a continuación, el primario para un consumo de energía aún menor. Este sistema permite que una fuente de alimentación de CC 3102 se controle de forma remota a través de un enlace de comunicaciones lógicas.

35 La figura 39 muestra una realización de una fuente de alimentación con la alimentación directa apagada que usa un SW2 3108 controlado por el circuito de detección 3702.

40 En la realización ilustrada en la figura 40 se usa un circuito de detección que actúa como un detector de proximidad 4002 para detectar inicialmente que un dispositivo u objeto extraño se ha colocado cerca de la fuente de alimentación inalámbrica 200. También detecta si un dispositivo u objeto extraño se retira de la fuente de alimentación inalámbrica 200. Este detector de proximidad 4002 está completamente separado de la bobina primaria 212 y, por lo tanto, no está conectado a la misma. En una realización, el detector de proximidad 4002 solo sabe que se ha producido un cambio en los dispositivos u objetos presentes.

45 Opcionalmente, podría formarse un sensor de proximidad inductivo usando otra bobina en la fuente de alimentación inalámbrica 200 que es independiente de la bobina usada para transferir energía. Otro tipo de detector de proximidad 4002 que podría usarse es un detector de proximidad capacitivo. La presencia del objeto provoca un cambio en la constante dieléctrica entre dos electrodos metálicos. Como alternativa, la capacitancia puede cambiar debido a un cambio en la capacitancia recíproca entre el sensor y un objeto. Otro tipo de detector de proximidad 4002 es un sensor de efecto Hall, en el que hay un cambio en la tensión en respuesta a un cambio en el campo magnético. La presencia de un núcleo de ferrita u otro material con propiedades similares dentro del dispositivo portátil puede dar como resultado una alteración del campo magnético.

50 Hay una serie de formas diferentes de implementar el detector de proximidad 4002. Podría usarse un detector óptico, por ejemplo, un dispositivo de fotocélula. Cuando se coloca un dispositivo en la fuente de alimentación inalámbrica 200, entra menos luz ambiental a la fotocélula, indicando de este modo la presencia del dispositivo. Los falsos disparos generados por las condiciones de luz fluctuante no tendrían un impacto drástico. Como alternativa, podría usarse un LED o láser para generar luz a frecuencias visibles o invisibles y podría detectarse la luz reflejada.

55 Otra opción sería un detector de proximidad ultrasónico. También es posible usar un detector basado en contacto, tal como un conmutador de presión. Cuando se coloca un dispositivo en la fuente de alimentación inalámbrica 200, la presión aplicada es suficiente para hacer un contacto eléctrico, proporcionando de este modo la misma señal que proporcionaría el circuito de detección. Es posible tener un elemento en el dispositivo portátil que facilite su detección. Por ejemplo, el dispositivo puede contener un imán permanente. Cuando este imán está cerca de la fuente de alimentación inalámbrica 200, activa un conmutador dentro de la fuente de alimentación inalámbrica 200 por atracción magnética. Los circuitos de detección adicionales que actúan como detectores de proximidad podrían

incluir un sensor Hall, un conmutador de láminas, un sensor de movimiento, un conmutador, un sensor de presión, un sensor de luz o cualquier otro sensor capaz de detectar la presencia de un objeto cerca de la unidad primaria.

5 Hay una serie de posibles configuraciones de circuito de detección 206 que podrían usarse. En lugar de usar un puente de inductancia, podrían usarse otros elementos reactivos y/o resistivos para formar el puente. Los elementos reactivos pueden ser capacitivos o inductivos. Podría formarse una resonancia con el fin de aumentar la sensibilidad del puente a los cambios de inductancia.

10 En algunas realizaciones, la fuente de energía separada es un medio externo. Este medio externo podría incluir la captación de energía (mediante la cual se extrae la energía de RF dispersa en la atmósfera procedente de los dispositivos emisores de RF), energía solar, térmica, eólica, cinética, hidroeléctrica, etc. En lugar de usar una fuente de energía recargable, podría usarse una fuente no recargable, tal como una célula primaria. Otras formas de almacenamiento de energía que podrían usarse incluyen células de combustible. Otra forma de almacenamiento de energía es usar la energía almacenada en un resorte. Técnicas similares se han usado para radios a cuerda, luces y antorchas. El usuario podría enrollar una manija para almacenar energía en el resorte. En otra realización, una fuente de alimentación de CC de red eléctrica puede proporcionar una salida adicional de una baja cantidad de potencia, tal como 30 mW, que tiene su propio modo de espera.

20 Otra manera de implementar el circuito de detección 206 es para que envíe periódicamente verificaciones breves de energía (por ejemplo, en RF u otras frecuencias) y espere a que un dispositivo válido responda enviando un mensaje de vuelta en la misma frecuencia u otra diferente. Dichas verificaciones de información podrían transmitirse usando la misma bobina inductiva o, como alternativa, podría usarse una antena separada. Como alternativa, el propio dispositivo podría iniciar el proceso. El circuito de detección 206 podría escuchar periódicamente verificaciones de información, de manera que pudiera determinar que un dispositivo está presente. La información podría ser un tono sinusoidal u otro tipo de tono (por ejemplo, onda cuadrada o triangular) o una secuencia de pulsos o un paquete de información.

30 El rectificador de red eléctrica 218 puede incluir un transformador para reducir la tensión de CA, un puente de diodos para convertir la tensión de CA en una tensión de CC y un condensador de amortiguamiento. También puede haber otros componentes tales como inductores o filtros para reducir la ondulación o para la compatibilidad electromagnética. También puede haber un convertidor de CC a CC (que puede ser un convertidor de CC a CC de modo conmutado) para convertir la tensión de CC a una tensión de CC diferente. En lugar de un puente de diodos completo (que está formado por 4 diodos), puede usarse un medio puente (2 diodos) o, como alternativa, un transformador con toma central junto con dos diodos. Los diodos pueden ser diodos Schottky. En lugar de diodos, pueden usarse transistores (que pueden ser transistores MOSFET) para reducir la caída de tensión. Pueden usarse técnicas para evitar sobretensiones transitorias cuando se opera el conmutador de alimentación. Estas pueden emplear filtros. Como alternativa, la carga puede activarse gradualmente usando un MOSFET de resistencia variable. También pueden usarse conmutadores conectados en serie.

40 En las realizaciones descritas, tanto el campo magnético como las bobinas inductivas podría adoptar una diversidad de formas. El campo generado puede ser perpendicular o paralelo o tener cualquier otra orientación con respecto a la superficie de transferencia de energía. Las bobinas podrían ser bobinas planas enrolladas en espiral, con o sin un núcleo magnético; podrían ser bobinas de PCB. Las bobinas podrían enrollarse alrededor de una varilla de ferrita o una varilla rectangular. Las bobinas podrían tener blindaje o no. Los ejes de bobina podrían ser paralelos o perpendiculares a la superficie de transferencia de energía. La corriente y/o la tensión durante la detección en espera serían habitualmente mucho más bajas que durante la transferencia de energía. La frecuencia aplicada durante la detección en espera podría ser diferente o igual a la frecuencia aplicada durante la transferencia de energía. Parte o la totalidad de la tensión, la corriente y la frecuencia podrían variar o ser estáticas durante la operación y/o la detección en espera.

50 Los conmutadores podrían ser relés electromagnéticos, transistores MOSFET, relés de estado sólido, u otros componentes. Los relés de bloqueo son opcionales, no dependen de una tensión de control que esté continuamente presente y, de este modo, la corriente de fuga y, por lo tanto, la pérdida de potencia, será menor. Sin embargo, los relés de bloqueo pueden ser considerablemente más costosos que los relés de no bloqueo. Como alternativa, es posible usar relés de no bloqueo, configurados de manera que el SW1 esté abierto y el SW4 se cierre en ausencia de una tensión de control. A continuación, puede hacerse un bloqueo electrónico, de tal manera que cuando la lógica de control principal se active, suministre su propia energía a los relés para mantenerlos en su posición.

60 Aunque la operación de la presente invención se ha ilustrado en el contexto de un sistema de alimentación inalámbrica inductivo 200, también puede aplicarse a otros tipos de sistemas de alimentación inalámbrica. Por ejemplo, se usaría cuando la energía se transmite a través de radiación de RF (incluyendo, pero sin limitarse a, frecuencias de microondas). La alimentación inalámbrica también puede transmitirse mediante un acoplamiento de onda evanescente (por ejemplo, Witricity). La energía también puede transferirse por acoplamiento capacitivo. La energía también puede transmitirse ópticamente. Pueden usarse otras formas de transferencia de energía inductiva, capacitiva, magnética, electrostática o electromagnética. No es necesario que el dispositivo portátil tenga un dispositivo de almacenamiento de energía. No es necesario que el transmisor inalámbrico de energía tenga una

conexión a la red eléctrica. El transmisor puede alimentarse por una fuente de alimentación interna o externa, tal como una batería, un supercondensador, una célula de combustible o un generador alimentado por combustible u otros. Como alternativa, puede obtener su energía por otros medios (por ejemplo, captación de energía, energía solar, eólica, cinética, térmica, hidroeléctrica, etc.).

5 La figura 41 muestra la adición de controlar un circuito auxiliar usando una realización del método. Este podría ser un equipo adicional que se vería afectado por este control. Cuando el SW1 202 se cierra para permitir que la electricidad de la red eléctrica llegue a la fuente de alimentación inalámbrica 200, también permite que la electricidad de la red eléctrica llegue a la toma de salida auxiliar. Cualquier equipo conectado a esta toma también se encenderá.

10 La figura 42 muestra una realización de una unidad auxiliar de control remoto. El circuito principal 704 controla una señal que se envía a un segundo dispositivo 4202 que controla la energía adicional, por ejemplo, a través de un conmutador 4204, y/o funciona según sea necesario. La señal puede transmitirse por una conexión por cable convencional, fibra óptica, conexión inalámbrica, óptica de espacio libre, ultrasonido, etc. También debe tenerse en cuenta que este control inalámbrico puede ser cualquier tipo de par de receptor/transmisor o par de tranceptor
15 4206, 4210. Algunos ejemplos de formatos de comunicación incluyen Zigbee, ZWave, portador de línea de corriente (redes de malla), X10, u otros. Estas tecnologías de control facilitan el control de otras funciones de sistema 4208, ya que están diseñadas para controlar aparatos, termostatos, dispositivos de iluminación y otros dispositivos alimentados. Pueden ser un conjunto de comandos simples con comandos que se envían para controlar dispositivos externos. La unidad auxiliar puede incluir una batería u otra fuente de alimentación para proporcionar algo de
20 energía mientras la fuente de alimentación de red eléctrica está desconectada de una parte o de la totalidad de la unidad auxiliar. En una realización, la alimentación de red eléctrica se usa como la otra fuente de alimentación para suministrar energía al circuito de recepción, mientras que los otros circuitos dentro de la unidad auxiliar están desacoplados de la fuente de alimentación de red eléctrica.

25 La figura 43 muestra una realización alternativa, similar a la realización de la figura 27, excepto en que el circuito de detección 206 transmite la señal directamente.

Las figuras 44 y 45 muestran realizaciones alternativas en las que la fuente de alimentación inalámbrica está integrada con otra pieza del equipo electrónico. El circuito de control dentro del sistema de alimentación inalámbrica
30 puede controlar el suministro de energía al resto de los circuitos electrónicos.

Aunque el sistema se ha ilustrado en el contexto de un sistema de alimentación inalámbrica, también puede aplicarse a otros sistemas, cuando el sistema sale del modo de espera en respuesta a un objeto, persona o animal que se acerca al mismo.
35

Una posible clase de sistema es la identificación por radiofrecuencia (RFID) y las tecnologías asociadas, tales como las comunicaciones de campo cercano (NFC) y las tarjetas inteligentes sin contacto. En estos sistemas, se intercambia información entre un lector 4606 y una etiqueta 4604 o un dispositivo por un medio de radiofrecuencia o inductivo. La etiqueta/dispositivo 4604 puede ser pasivo, alimentándose de la energía electromagnética recibida,
40 evitando de este modo la necesidad de una batería interna. Como alternativa, la etiqueta/dispositivo 4604 puede ser activo y tener baterías internas para su alimentación. Habitualmente, los dispositivos tienen una antena que consiste en una bobina, unos circuitos de transmisión/recepción y un microprocesador u otra lógica para el control. Una etiqueta simple puede ser pasiva y retransmitir simplemente un número de serie para dar su identidad. Los dispositivos NFC más complejos que se integran en los teléfonos móviles pueden transmitir y recibir información
45 entre el lector y el teléfono. Los lectores se usan para una diversidad de fines, por ejemplo, sistemas de pago sin efectivo, publicidad, información local. No es deseable que dichos sistemas estén permanentemente encendidos, ya que pueden no visitarse con frecuencia.

La figura 46 muestra un ejemplo de la invención que se usa en un sistema de RFID (aplicable a NFC y otros sistemas de pago sin contacto). Cuando la etiqueta de RFID 4604 se coloca cerca del lector 4602, el circuito de
50 detección 206 determina que hay una etiqueta/dispositivo cerca. Por lo tanto, el sistema conecta la fuente de alimentación de red eléctrica y enciende el lector 4602. A continuación, el lector busca las etiquetas/dispositivos 4604 que se encuentran cerca y se comunica con los mismos. No es necesario que el lector 4602 transfiera energía a la etiqueta/dispositivo. Después de que el lector 4602 haya terminado la comunicación con todas las
55 etiquetas/dispositivos 4604 que se encuentran cerca, puede volver a acceder al estado de espera. El sistema permanece en este estado hasta que se produzca el siguiente cambio (se retiran o se colocan las etiquetas/dispositivos).

La descripción anterior es la de la realización actual de la invención. Pueden realizarse diversas modificaciones y cambios sin alejarse de los aspectos de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas. Cualquier
60 referencia a elementos de reivindicación en singular, por ejemplo, usando los artículos “un/una”, “el/la”, o “dicho/dicha”, no debe interpretarse como una limitación del elemento al singular.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad primaria (200) capaz de transferir energía a un dispositivo secundario (104), pudiendo dicho dispositivo secundario (104) separarse de dicha unidad primaria (200), comprendiendo dicha unidad primaria (200):

5 un circuito de suministro de energía (704) que incluye un procesador principal (706), transfiriendo dicho circuito de suministro de energía (704) de manera inalámbrica energía a un dispositivo secundario (104) durante un modo de suministro de energía;

10 estando la unidad primaria (200) caracterizada por un circuito ULP (potencia ultra baja) (700) que incluye un circuito de detección (206) para detectar la presencia de un objeto en las proximidades de la unidad primaria (200) durante un modo de detección;

una unidad de identificación para identificar si un objeto detectado es un dispositivo secundario válido (104) durante un modo de identificación;

15 un conmutador (202) que puede operarse para acoplar y desacoplar selectivamente dicho circuito de suministro de energía (704) que incluye dicho procesador principal (706) a un suministro de energía; y

un circuito de control localizado dentro de la unidad primaria (200) programado para operar alternativamente dicha unidad primaria (200) en dicho modo de detección, dicho modo de identificación y dicho modo de suministro de energía, operando dicho circuito de control dicho conmutador (202) para desacoplar dicho circuito de suministro de energía (704) de dicho suministro de energía durante dicho modo de detección, consumiendo dicha unidad primaria (200) menos energía durante dicho modo de detección que durante dicho modo de suministro de energía.

2. La unidad primaria de la reivindicación 1, en la que dicha unidad de identificación, durante dicho modo de identificación, determina si dicho dispositivo secundario válido detectado (104) desea alimentación.

25 3. La unidad primaria de la reivindicación 1, en la que dicho modo de detección incluye:

restringir el suministro de energía al circuito de suministro de energía (704) abriendo dicho conmutador (202);

30 detectar la presencia de un objeto en las proximidades de la unidad primaria (200);

tras detectar la presencia de un objeto en las proximidades de la unidad primaria (200), acceder a un modo diferente; y

en la que dicho modo de suministro de energía incluye:

35 suministrar energía a la unidad primaria (200) cerrando dicho conmutador (202);

identificar si hay un dispositivo secundario (104) en las proximidades;

permanecer en el segundo modo o acceder al primer modo dependiendo de la identificación.

4. La unidad primaria de la reivindicación 1, que incluye

40 una segunda entrada de alimentación (204) para suministrar energía durante dicho modo de detección, proporcionando dicha segunda entrada de alimentación (204) menos energía que dicha primera entrada de alimentación; y

operando dicho circuito de control dicho conmutador (202) para acoplar dicha segunda entrada de alimentación (204) a dicho circuito de detección (206) durante dicho modo de detección.

45 5. La unidad primaria de la reivindicación 4, en la que dicho circuito de detección (206) incluye:

un elemento de impedancia;

un oscilador (402) acoplado a dicho elemento de impedancia, convirtiendo dicho oscilador (402) dicha segunda entrada de alimentación (204) en alimentación de CA;

50 un detector de picos (2402) para detectar una tensión pico a través de dicho elemento de impedancia; y

un microprocesador (406) programado para leer periódicamente el valor del detector de picos (2402), detectar un cambio en la impedancia y activar dicho conmutador (202) para acoplar selectivamente dicha primera entrada de alimentación a dicho circuito primario.

55 6. La unidad primaria de la reivindicación 1, en la que dicho circuito de detección (206) incluye:

un circuito oscilador (402) acoplado selectivamente a una bobina primaria (212) localizada dentro de dicho subcircuito primario; y

60 un microprocesador (406) programado para medir la frecuencia de dicho circuito oscilador (402).

7. La unidad primaria de la reivindicación 4, que incluye además un conmutador para conectar selectivamente dicho detector de picos (2402) y dicho oscilador (402) a dicha segunda entrada de alimentación (204) durante la duración de una medición de detección de picos.

65 8. La unidad primaria de la reivindicación 5, en la que dicho elemento de impedancia incluye una bobina primaria (212) localizada en dicho circuito de suministro de energía (704) para transferir energía a un dispositivo secundario

(104), y dicho circuito de detección (206) incluye un conmutador para conectar selectivamente dicha bobina primaria (212) a dicho circuito de detección (206) durante la duración de una medición de detección de picos.

5 9. La unidad primaria de la reivindicación 1, en la que dicho circuito de detección (206) incluye un microprocesador con un temporizador con dispositivo de vigilancia que permite que el microprocesador solo se active durante una medición del circuito de detección.

10 10. La unidad primaria de la reivindicación 1, en la que dicho circuito de detección (206) incluye al menos uno de entre un sensor Hall, un conmutador de láminas, un sensor de movimiento, un conmutador, un sensor de presión y un sensor de luz.

11. La unidad primaria de la reivindicación 1, que incluye:

15 un receptor capaz de recibir una comunicación desde dicho dispositivo secundario (104) indicativa de un estado de dicho dispositivo secundario (104); e incluyendo dicha unidad primaria (200) un circuito de identificación que determina si dicho dispositivo secundario (104) es válido, al menos en parte, en función de dicho estado de dicho dispositivo secundario (104).

20 12. La unidad primaria de la reivindicación 1, incluyendo dicha unidad primaria (200) una unidad de identificación, y estando dicha unidad de identificación, en respuesta a dicho circuito de detección (206) que detecta la presencia de un objeto en las proximidades de la unidad primaria (200), programada para identificar si un dispositivo secundario válido (104) está presente en las proximidades de la unidad primaria (200), y operando dicho circuito de control, en respuesta a un fallo en la identificación de un dispositivo secundario válido (104), dicho conmutador (202) para desacoplar dicho circuito de suministro de energía (704) de dicho suministro de energía.

25 13. La unidad primaria de la reivindicación 1, tomando dicha unidad primaria (200) la energía de una fuente de alimentación de red eléctrica durante el modo de suministro de energía y tomando la energía de una fuente de alimentación secundaria (204) durante el modo de detección.

30 14. Un método para reducir el consumo de energía en una unidad primaria (200) capaz de transferir energía a un dispositivo secundario (104), incluyendo dicha unidad primaria (200) un circuito principal (704) y un circuito de detección (206), estando dicho método caracterizado por las etapas de:

35 proporcionar una primera entrada de alimentación para suministrar energía durante un modo de suministro de energía a dicho circuito principal (704) que incluye un procesador principal (706); proporcionar una segunda entrada de alimentación para suministrar energía durante un modo de detección a un circuito ULP (702), proporcionando dicha segunda entrada de alimentación menos energía que dicha primera entrada de alimentación;

40 desacoplar dicho circuito principal (704) que incluye dicho procesador principal (706) de dicha primera entrada de alimentación durante dicho modo de detección;

45 detectar la presencia de un objeto en las proximidades de la unidad primaria (200), usar la energía suministrada por dicha segunda entrada de alimentación (204) al circuito ULP (702) y, en respuesta a dicha detección de un objeto, acoplar dicha primera entrada de alimentación a dicho circuito principal (704) que incluye dicho procesador principal (706) y acceder al modo de suministro de energía;

consumiendo dicha unidad primaria (200) menos energía durante dicho modo de detección que durante dicho modo de suministro de energía.

50 15. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 14, en el que dicha detección de la presencia de un objeto en las proximidades de la unidad primaria (200) incluye:

acoplar selectivamente un circuito oscilador a una bobina primaria (212) localizada dentro de dicho circuito principal (704); y medir la frecuencia de dicho circuito oscilador.

55 16. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 14, en el que dicha detección de la presencia de un objeto en las proximidades de la unidad primaria (200) incluye acoplar selectivamente un detector de picos (2402) y un oscilador (402) a dicha segunda entrada de alimentación (204) durante la duración de una medición de detección de picos.

60 17. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 14, que incluye activar dicho circuito de detección (206) durante una medición de circuito de detección.

65 18. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 14, en el que dicha detección de la presencia de un objeto incluye al menos una de entre detectar un cambio en el campo magnético indicativo de la presencia de un objeto, detectar un cambio en la capacitancia, detectar un cambio en la masa, detectar un cambio en el

movimiento indicativo de la presencia de un objeto, detectar un cambio en la presión indicativo de la presencia de un objeto y detectar un cambio en el nivel de luz indicativo de la presencia de un objeto.

19. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 14, que incluye:

5 recibir una comunicación desde dicho dispositivo secundario (104) indicativa del estado de dicho dispositivo secundario (104); e
10 identificar si dicho dispositivo secundario (104) es válido, al menos en parte, en función de dicho estado de dicho dispositivo secundario (104).

20. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 14, que incluye identificar si un dispositivo secundario válido (104) está presente en las proximidades de la unidad primaria (200) y, en respuesta a la identificación de que un dispositivo secundario válido (104) no está presente, restringir la alimentación a dicho circuito principal (704) desde dicha primera entrada de alimentación.

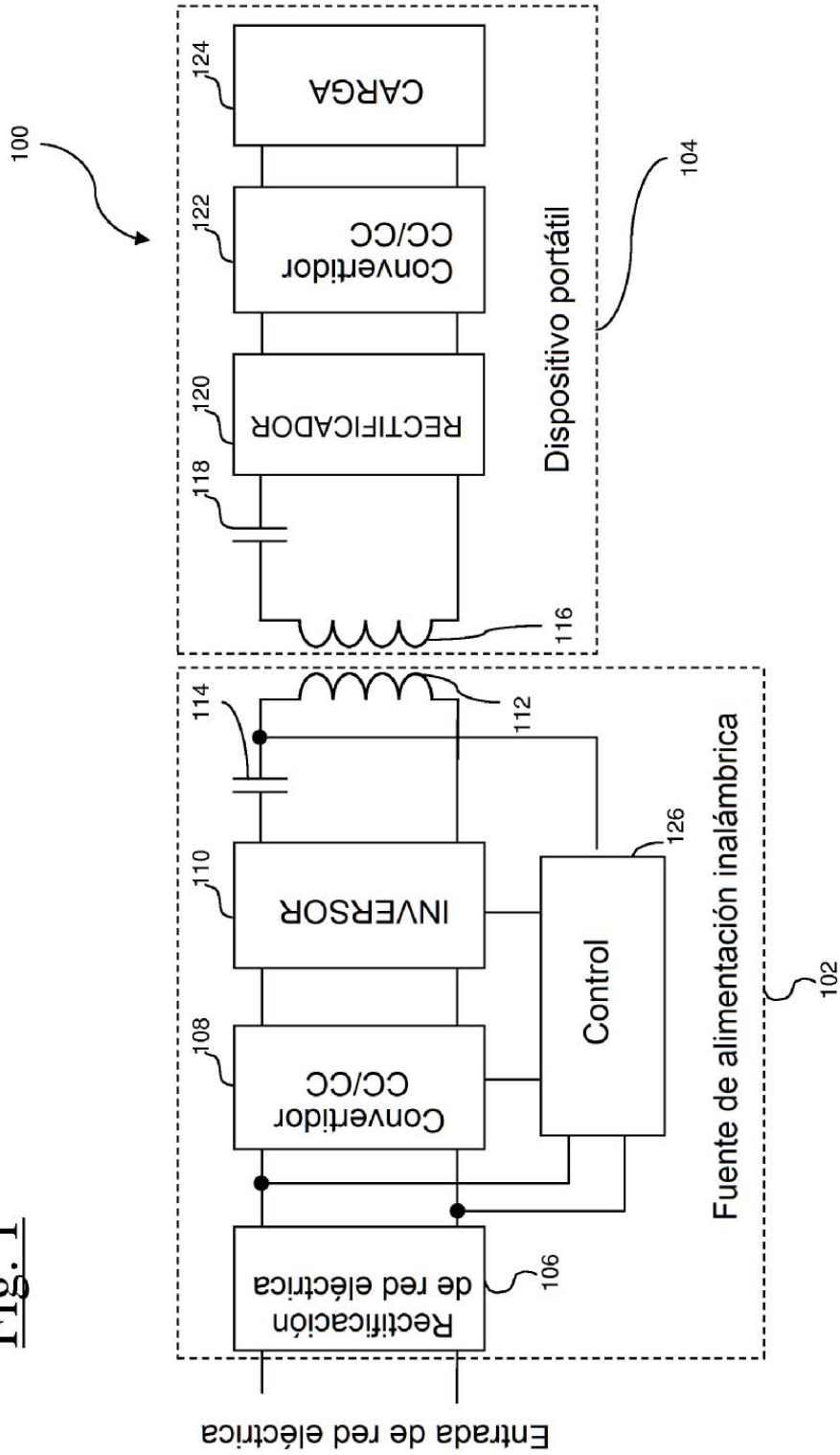
21. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 20, que incluye determinar si dicho dispositivo secundario (104) desea alimentación y, en respuesta a la determinación de que el dispositivo secundario (104) no desea alimentación, restringir la alimentación a dicho circuito principal (704) desde dicha primera entrada de alimentación.

22. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 14, en el que dicha segunda entrada de alimentación (204) comprende un elemento de almacenamiento de energía (204); y en el que dicho método incluye recargar dicho elemento de almacenamiento de energía (204) mientras que dicha primera entrada de alimentación está acoplada a dicho circuito principal (704).

23. La unidad primaria (200) de la reivindicación 1, en la que el circuito de detección (206) incluye un procesador ULP (702).

24. El método para reducir el consumo de energía de la reivindicación 14, en el que el circuito ULP (700) incluye un procesador ULP (702).

Fig. 1



TÉCNICA ANTERIOR

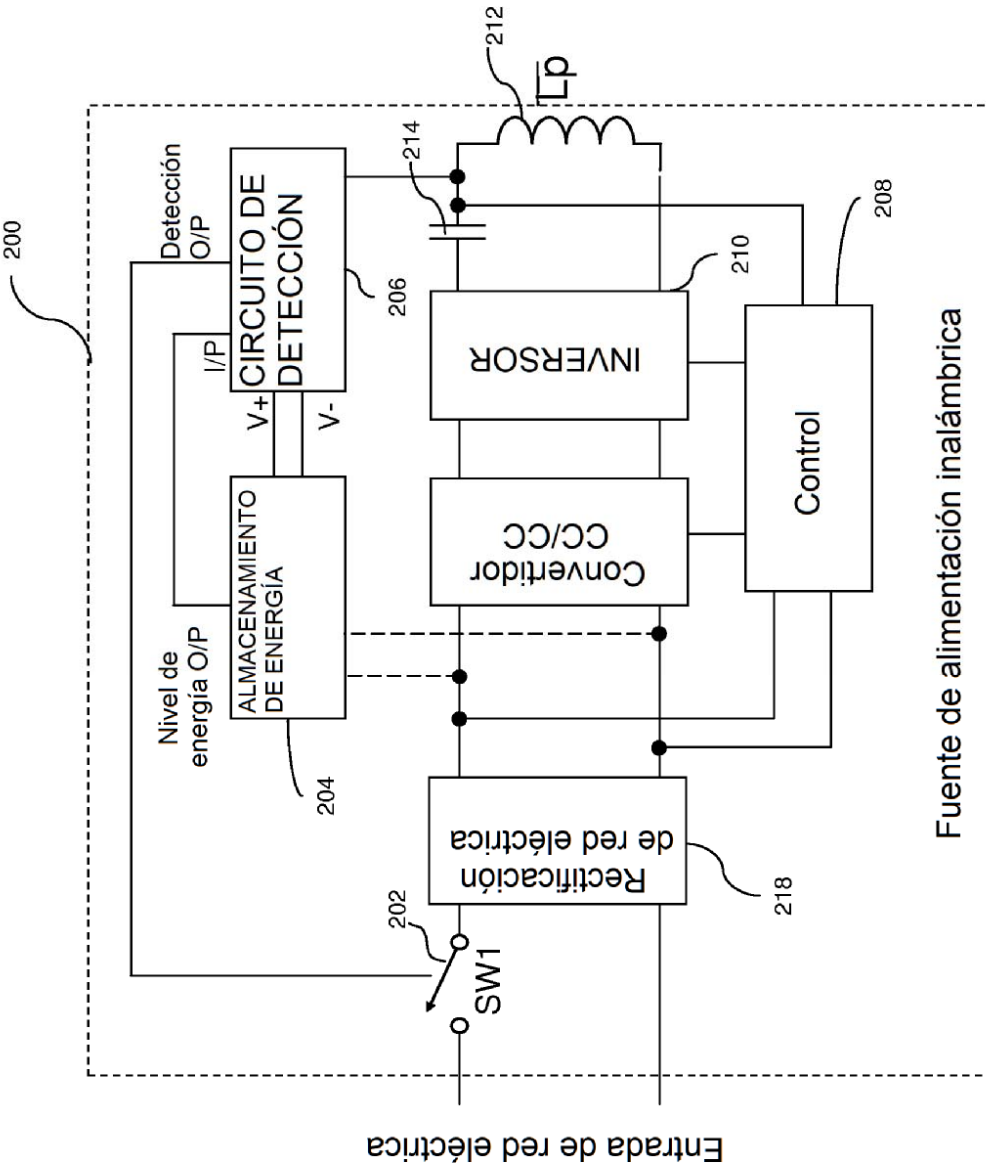


Fig. 2

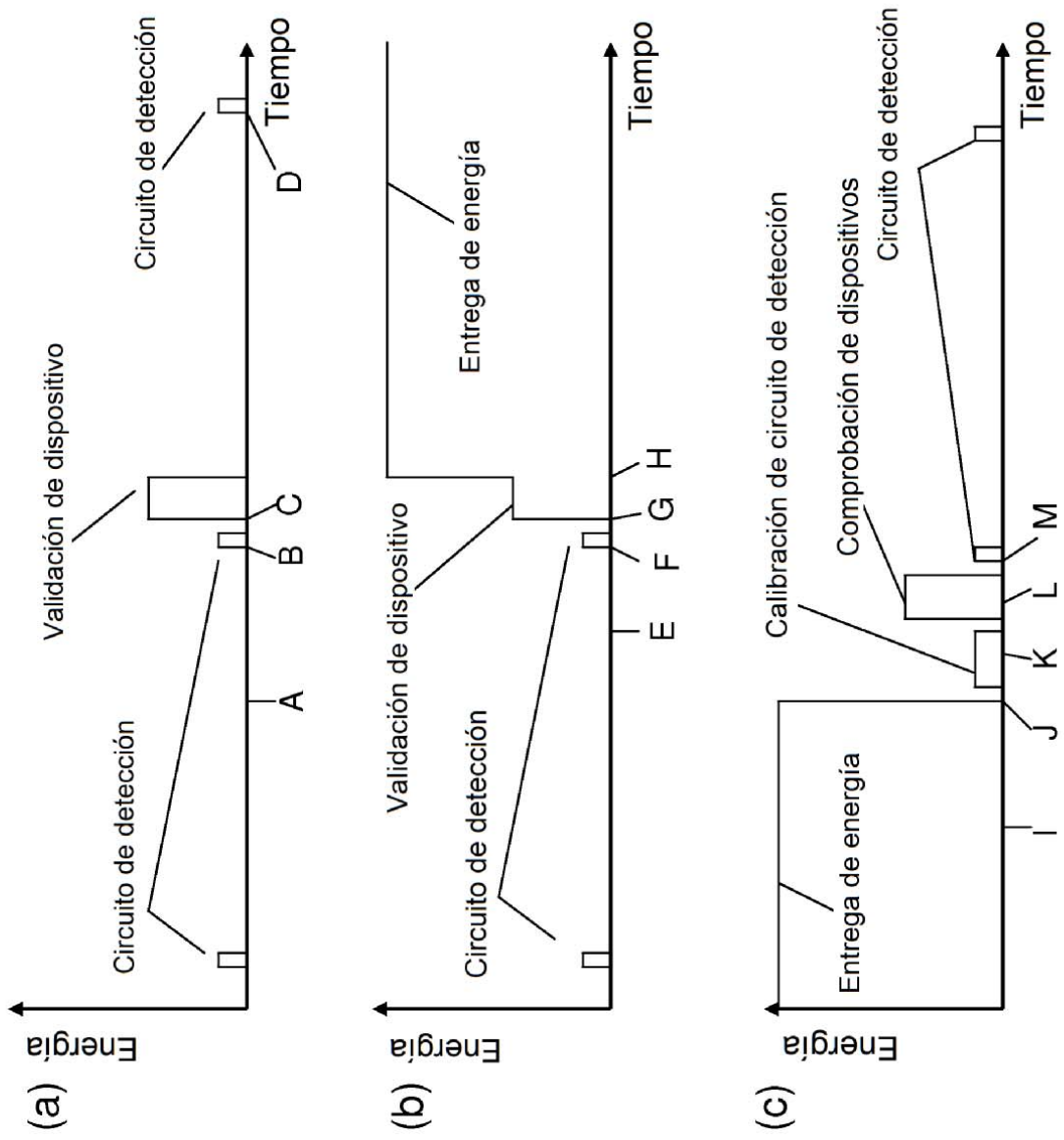


Fig. 3

Fig. 4

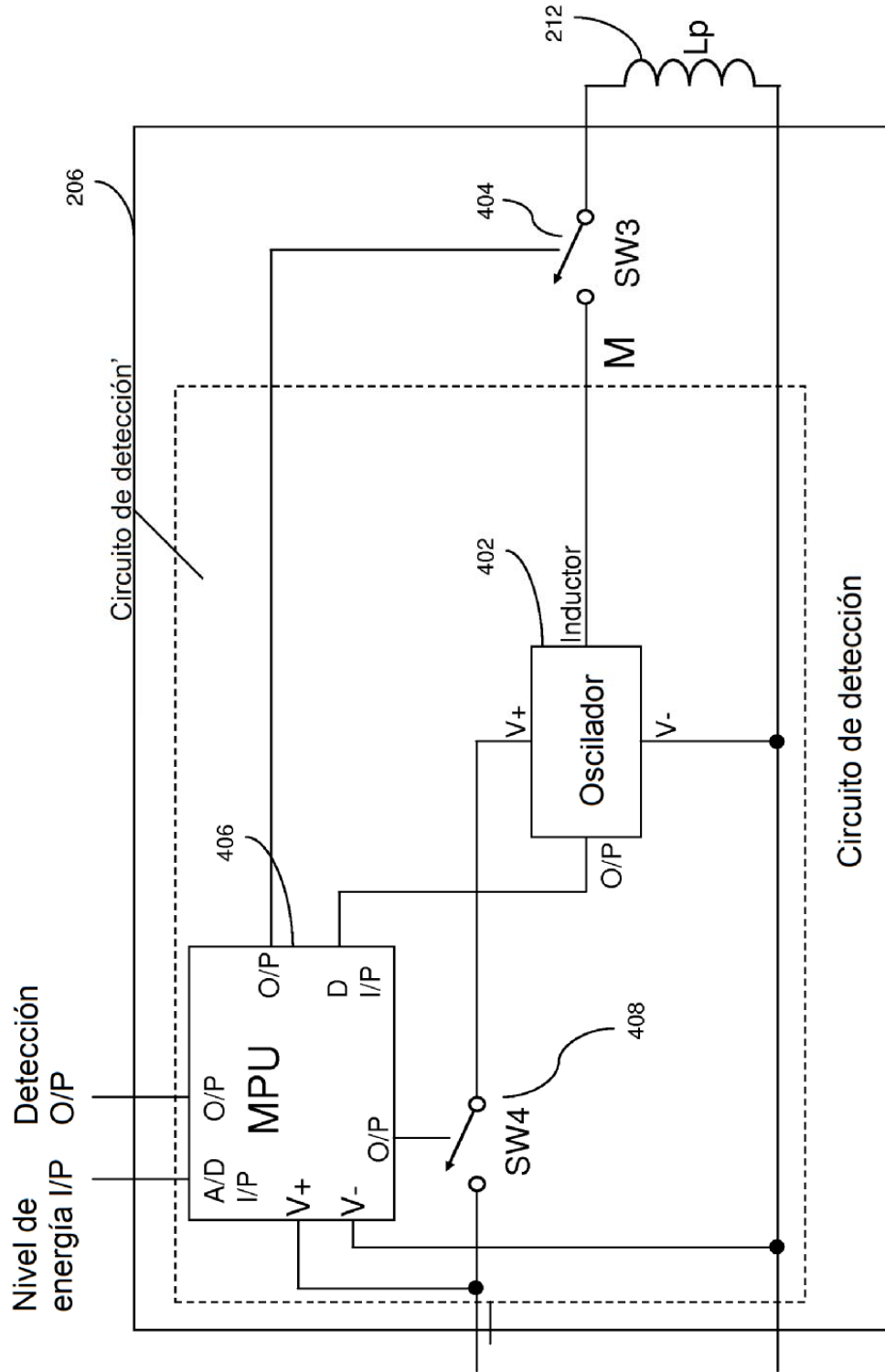


Fig. 5

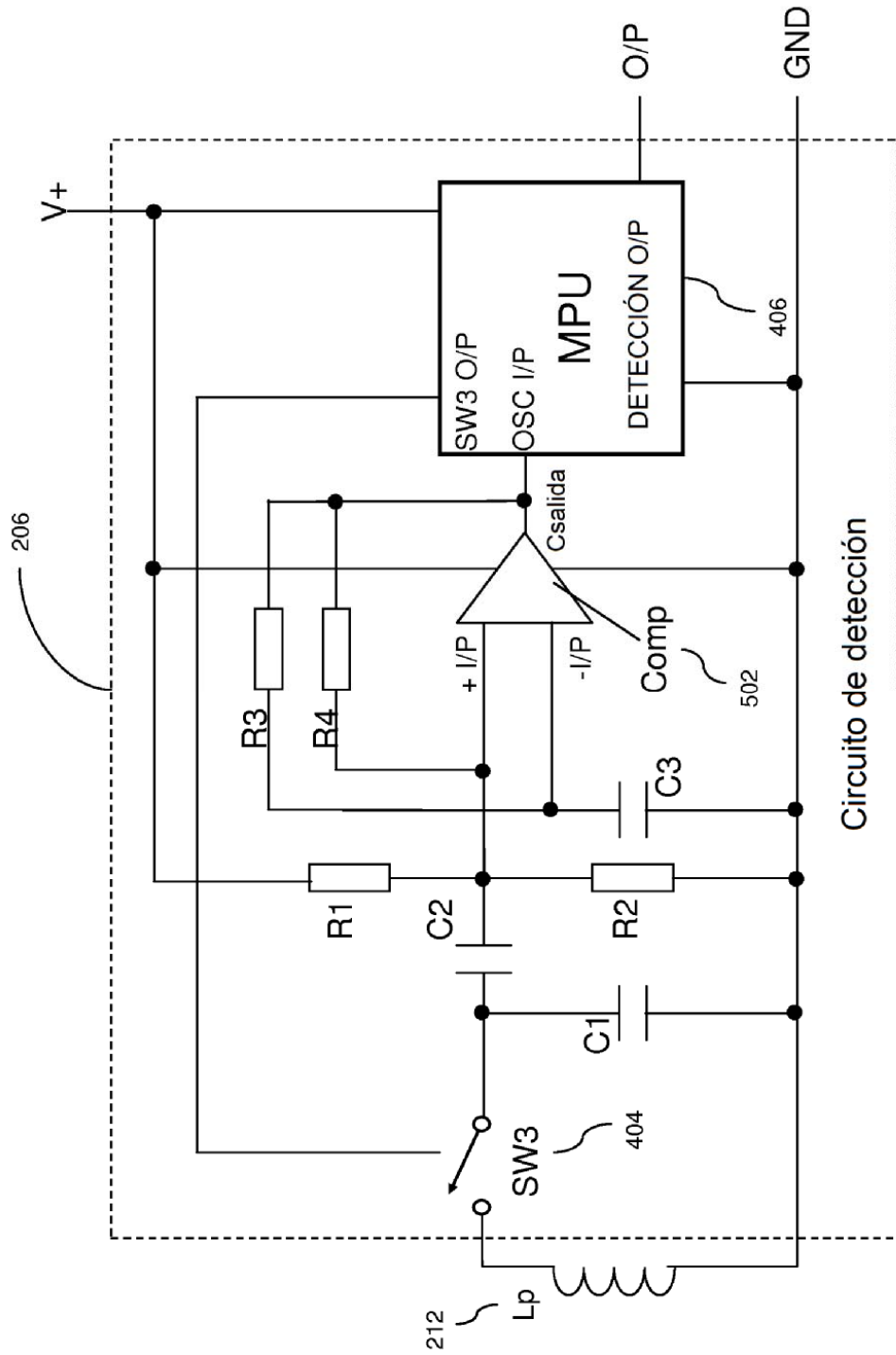


Fig. 6

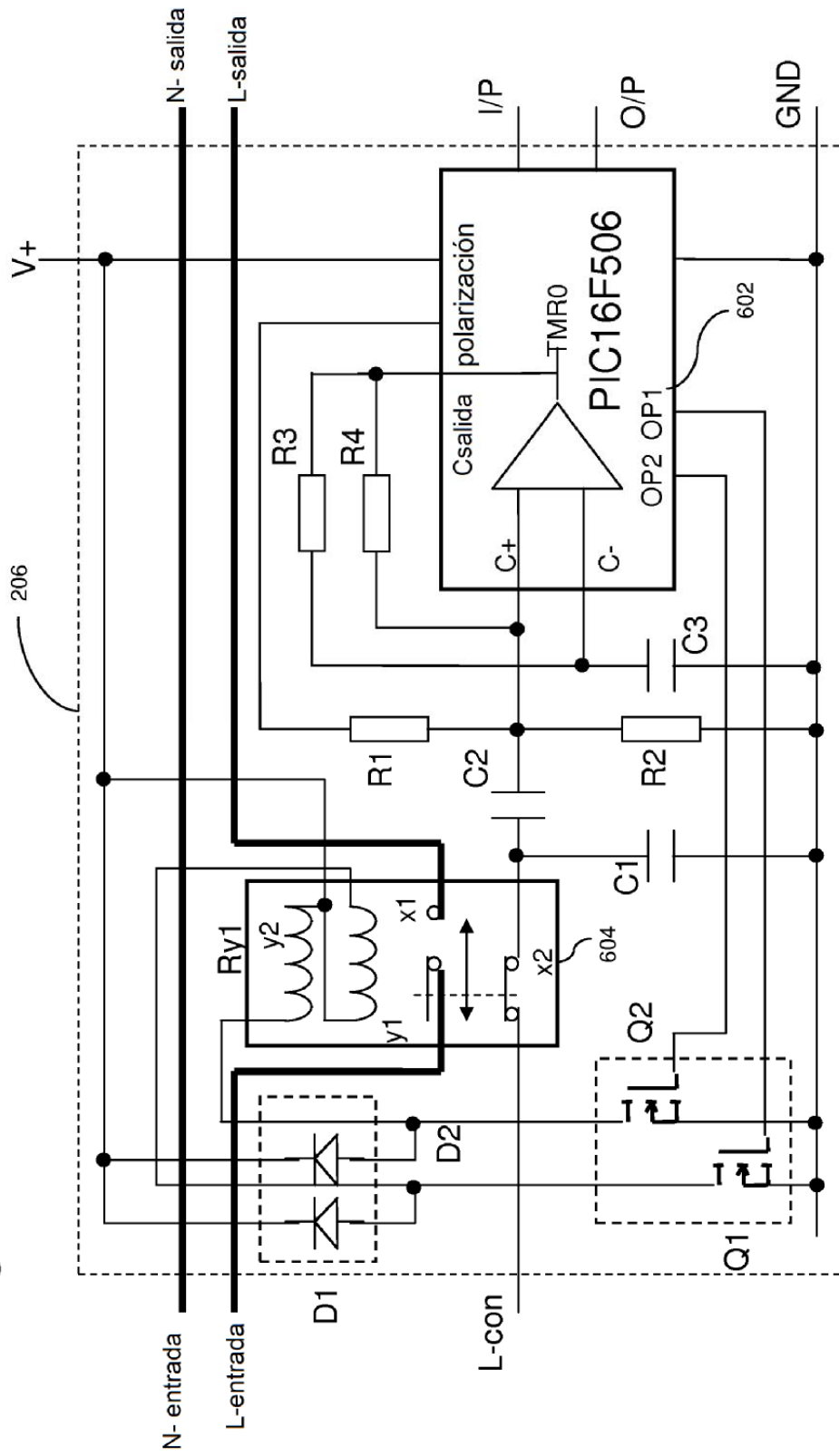
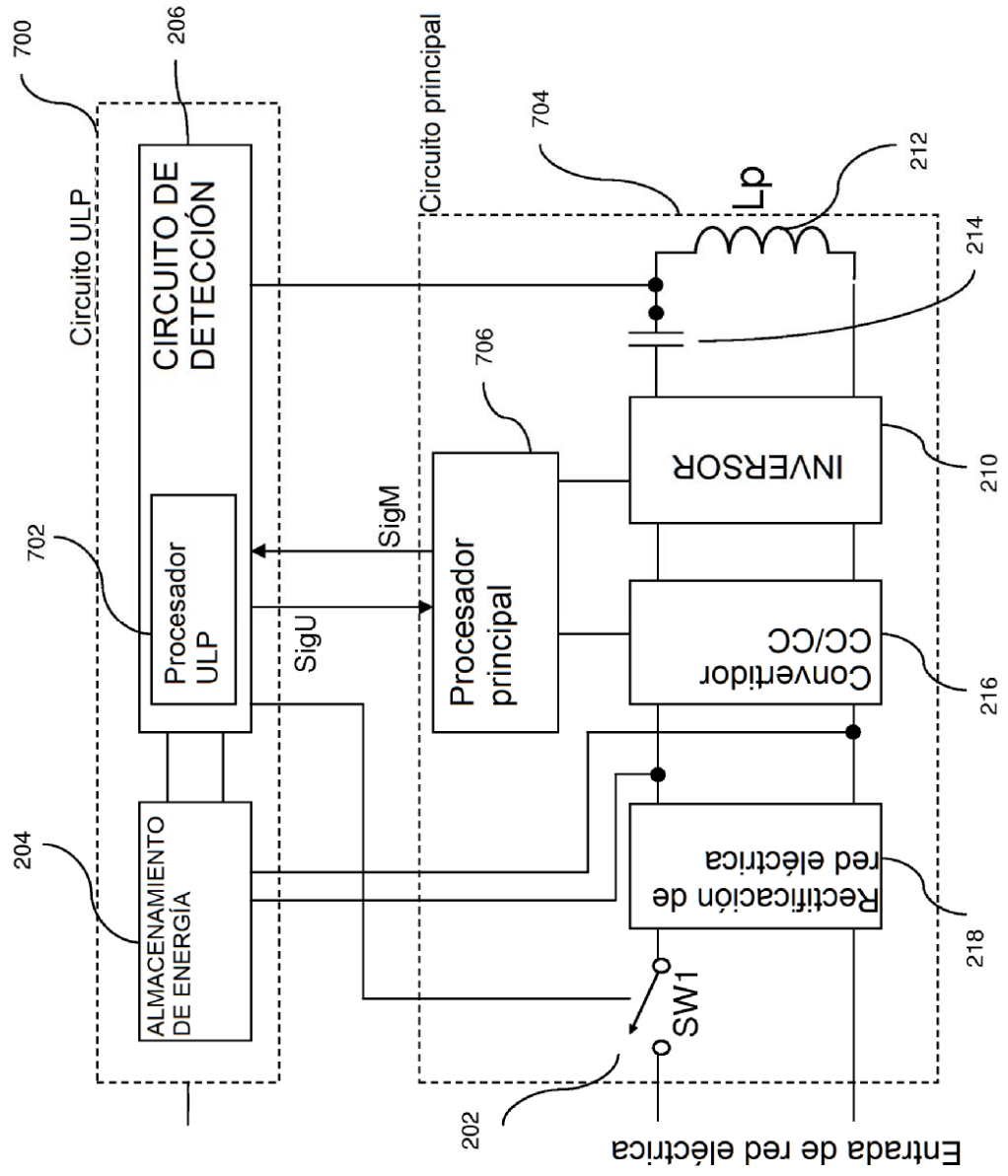


Fig. 7



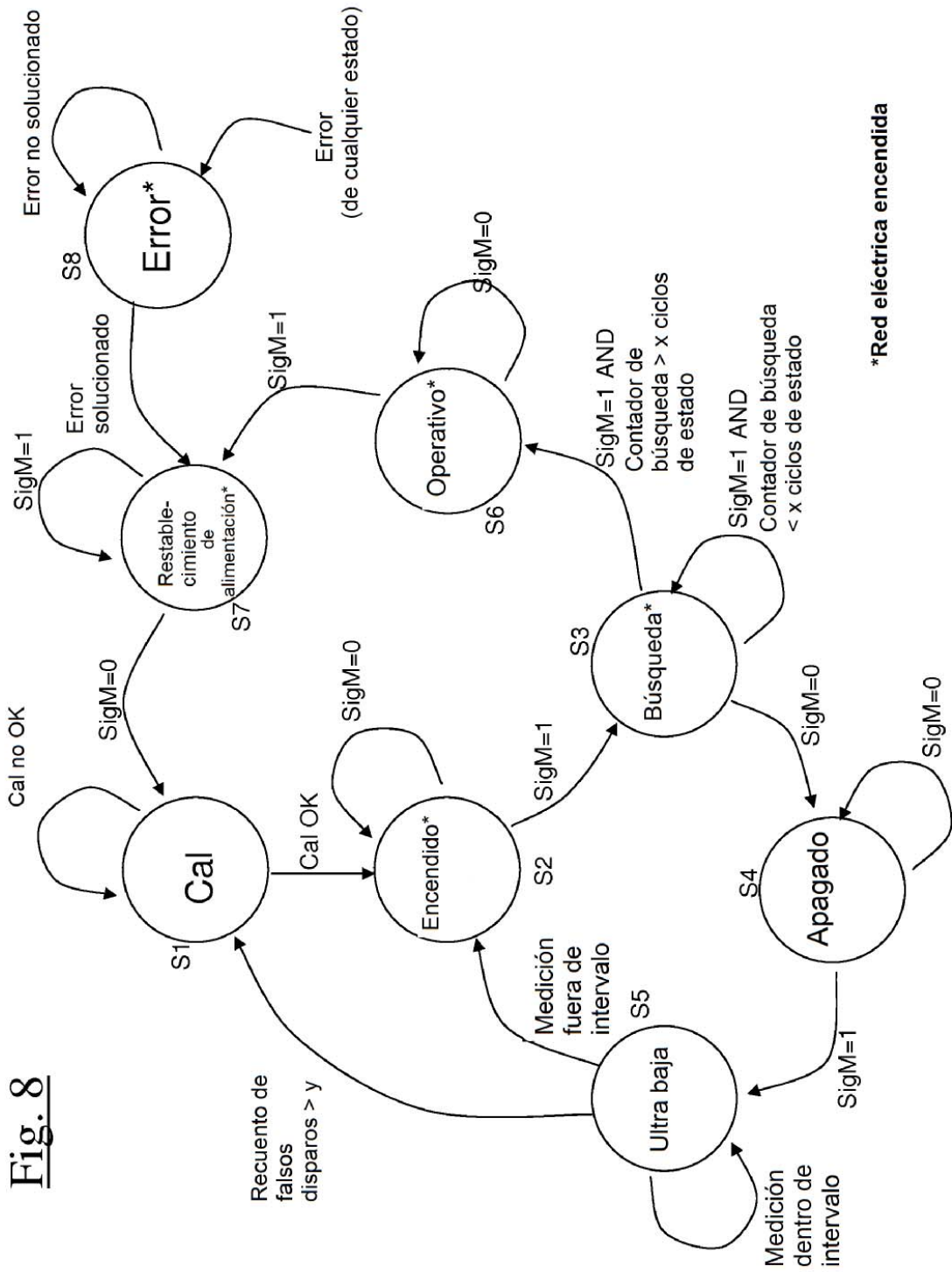


Fig. 9

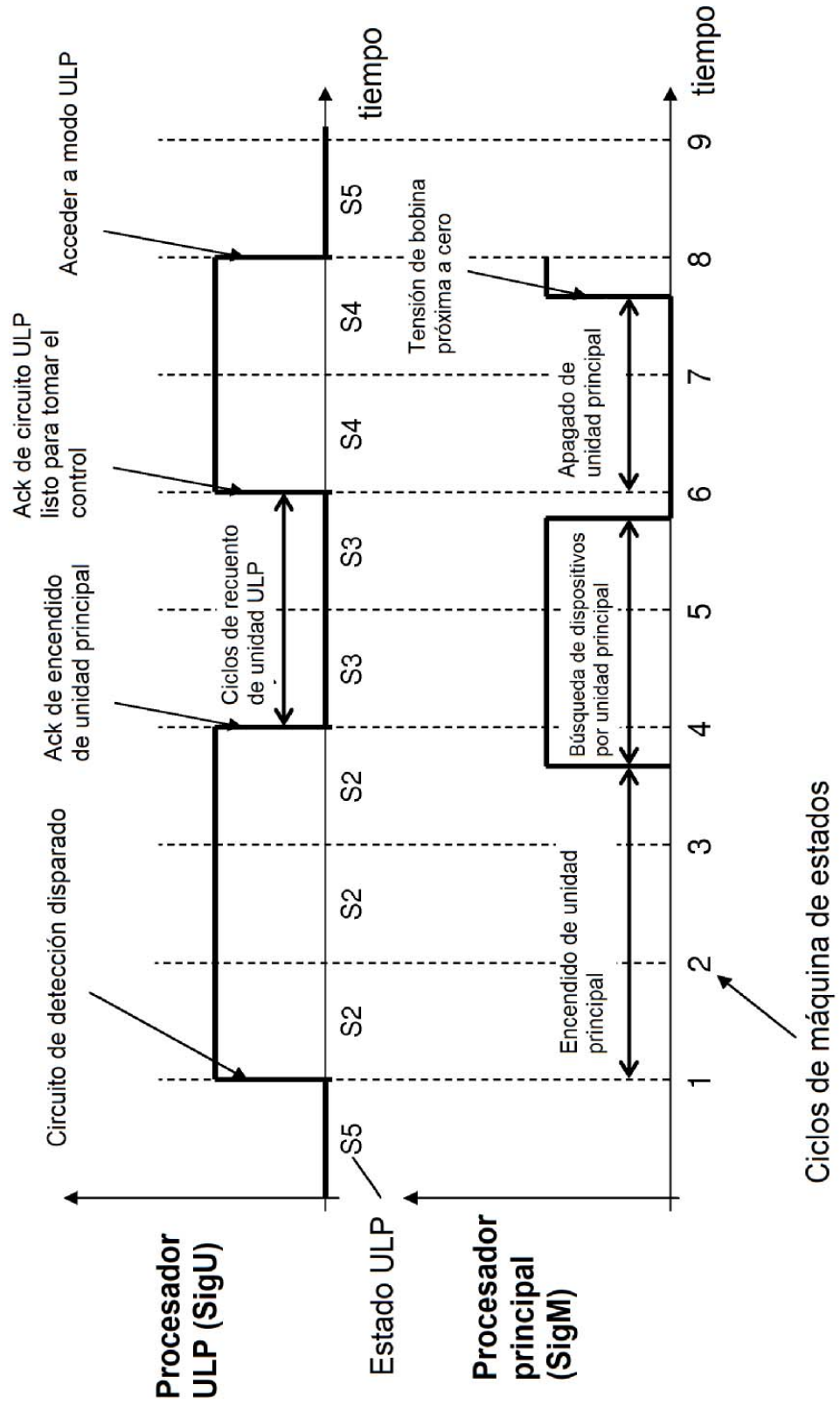
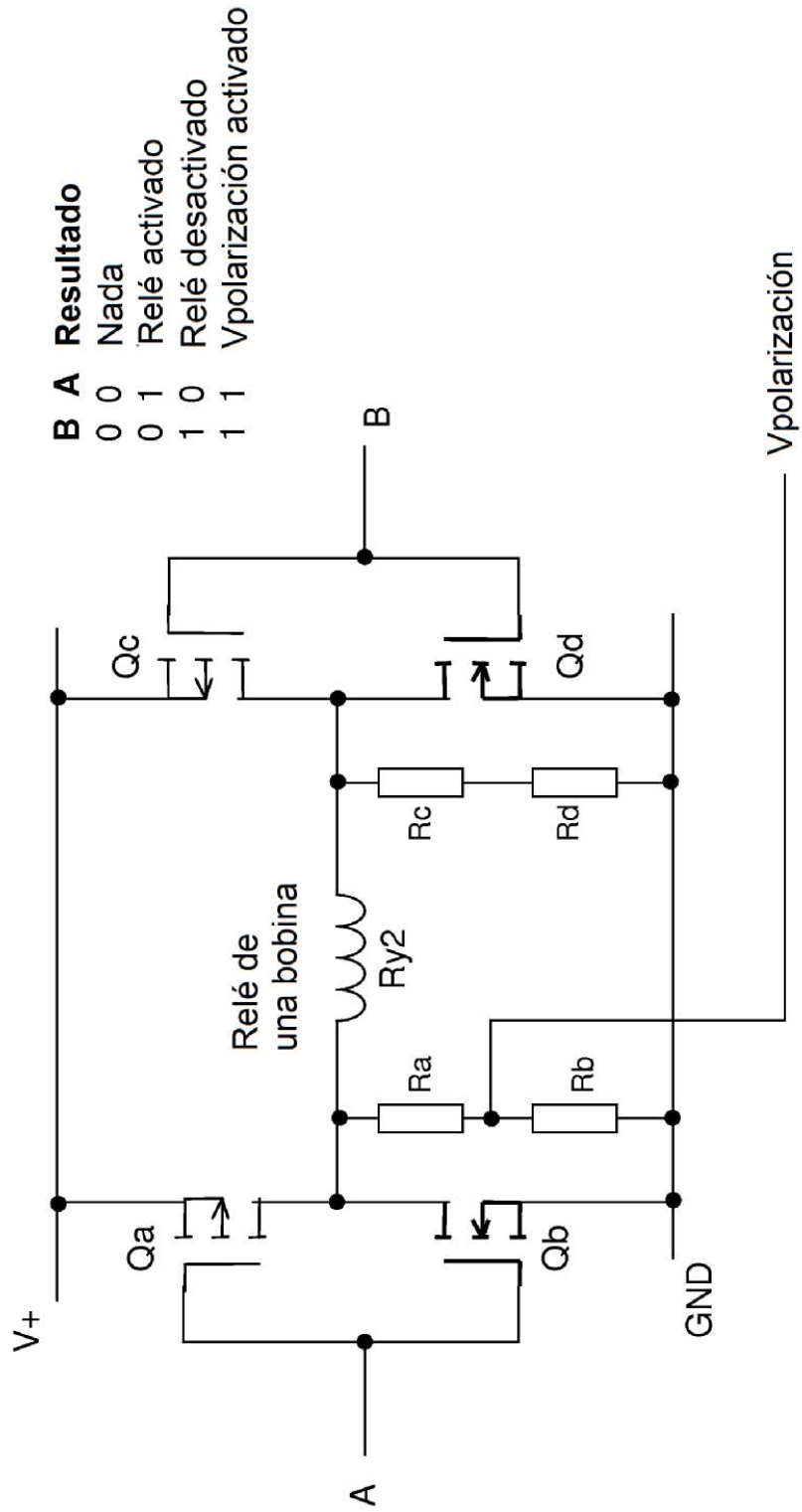


Fig. 10



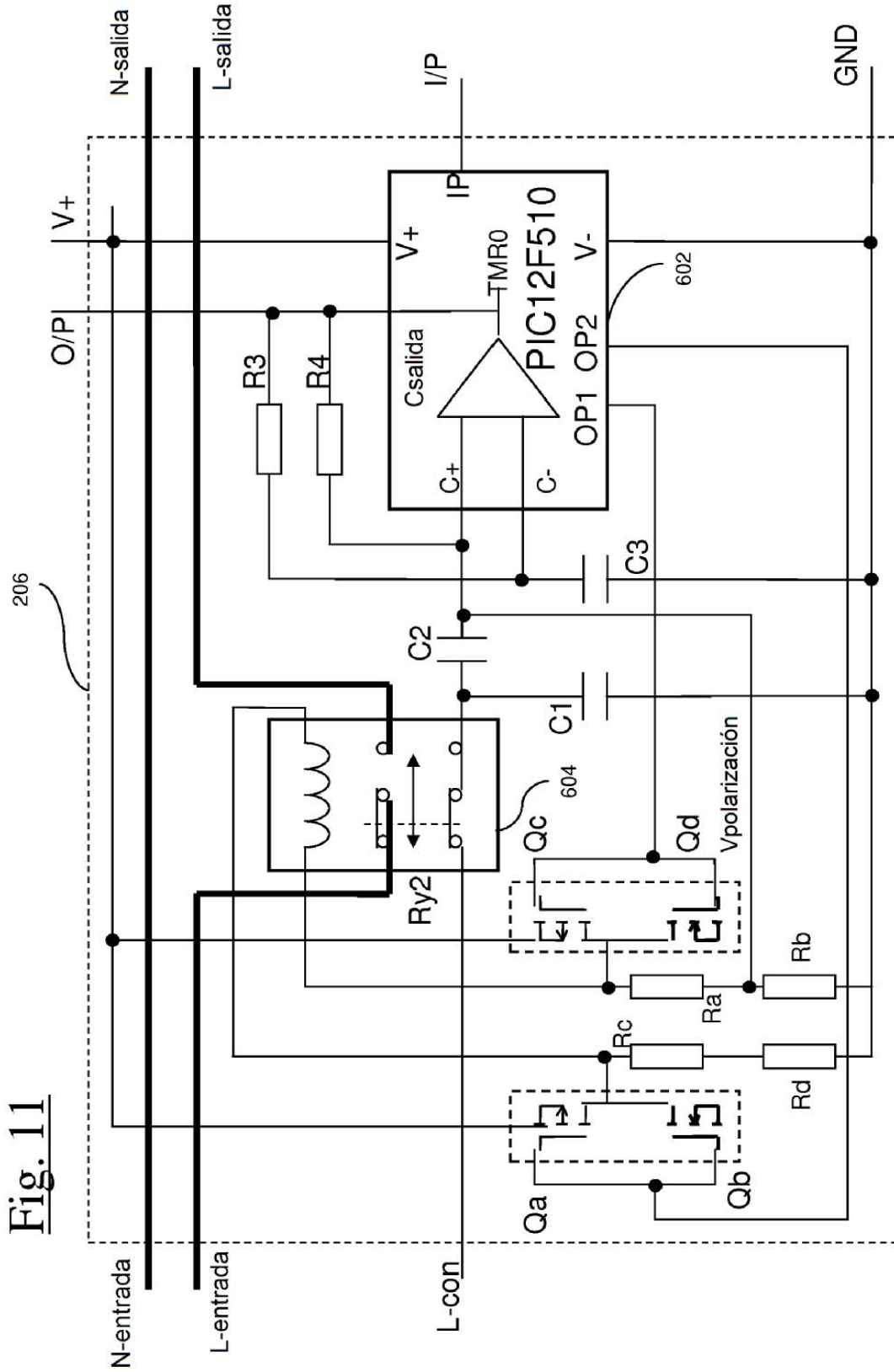


Fig. 11

Fig. 12

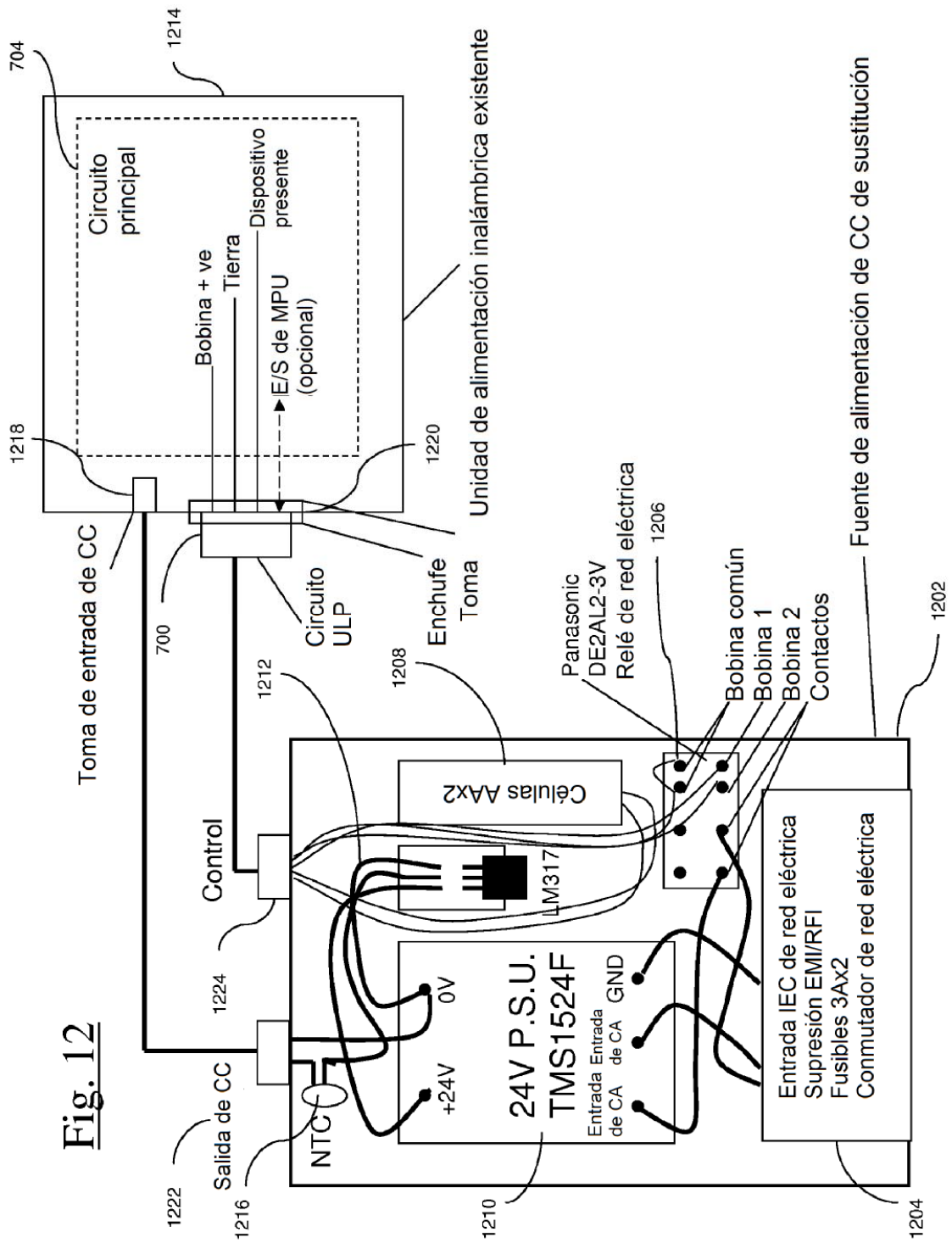
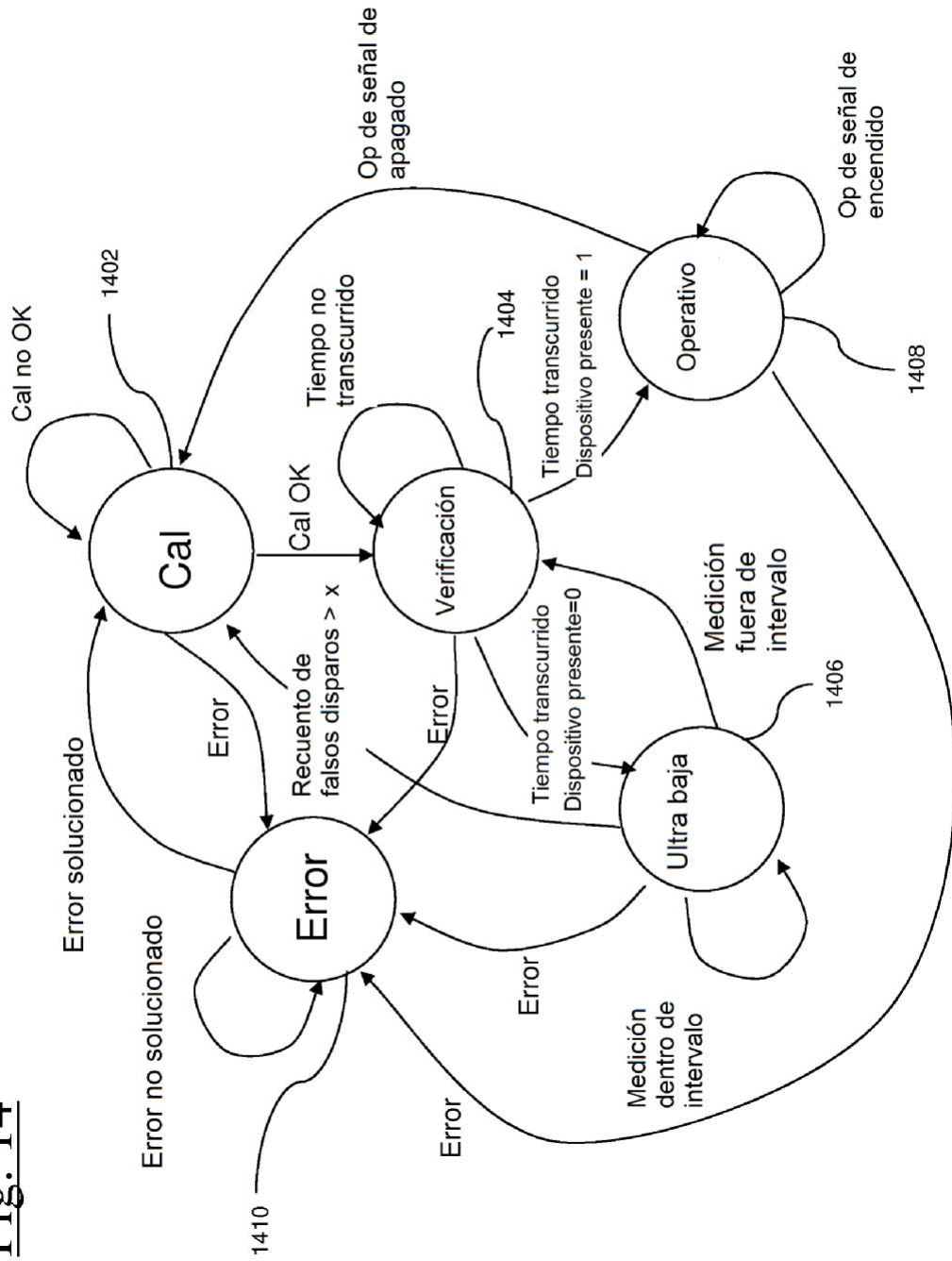


Fig. 14



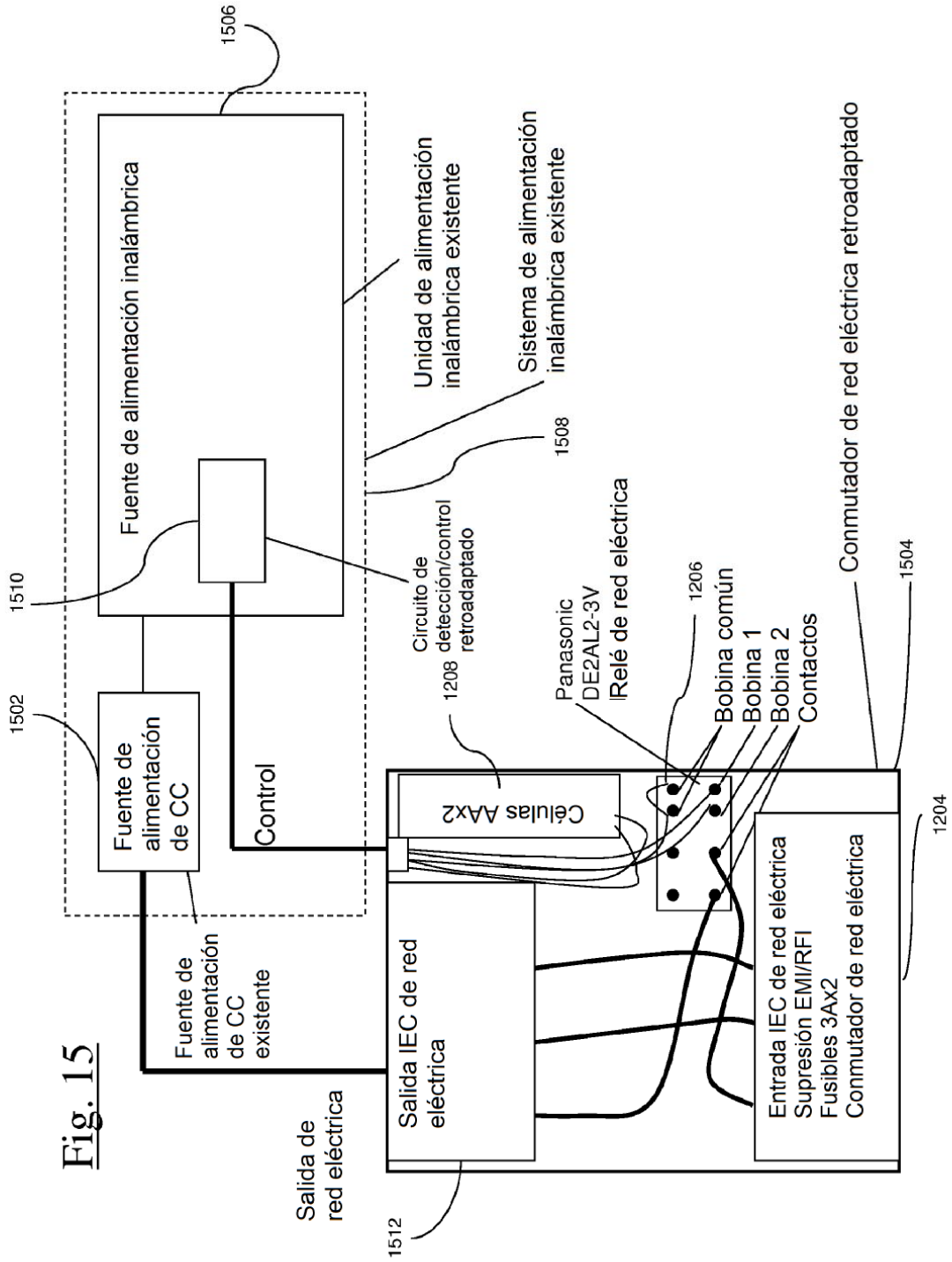


Fig. 15

Fig. 16

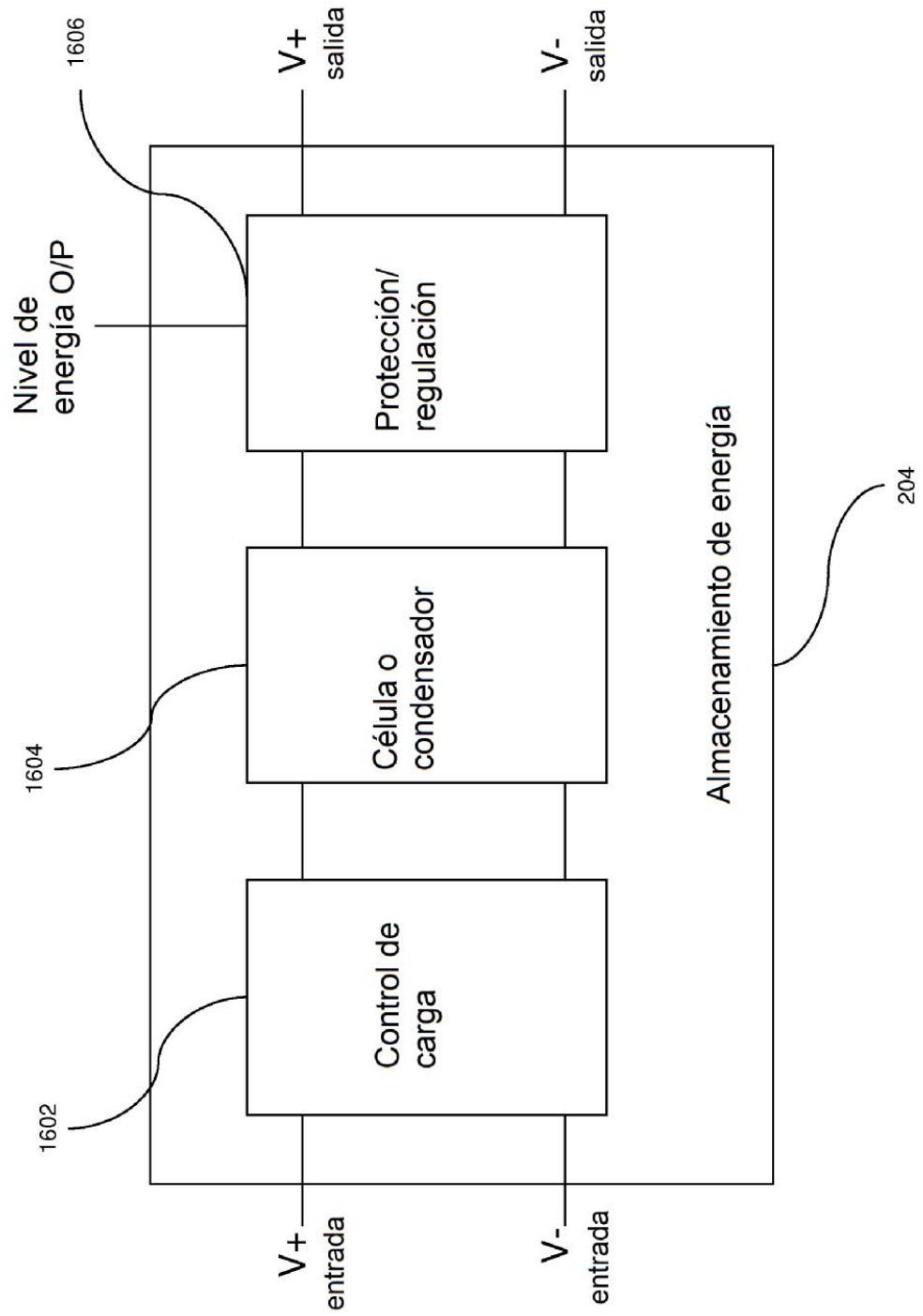
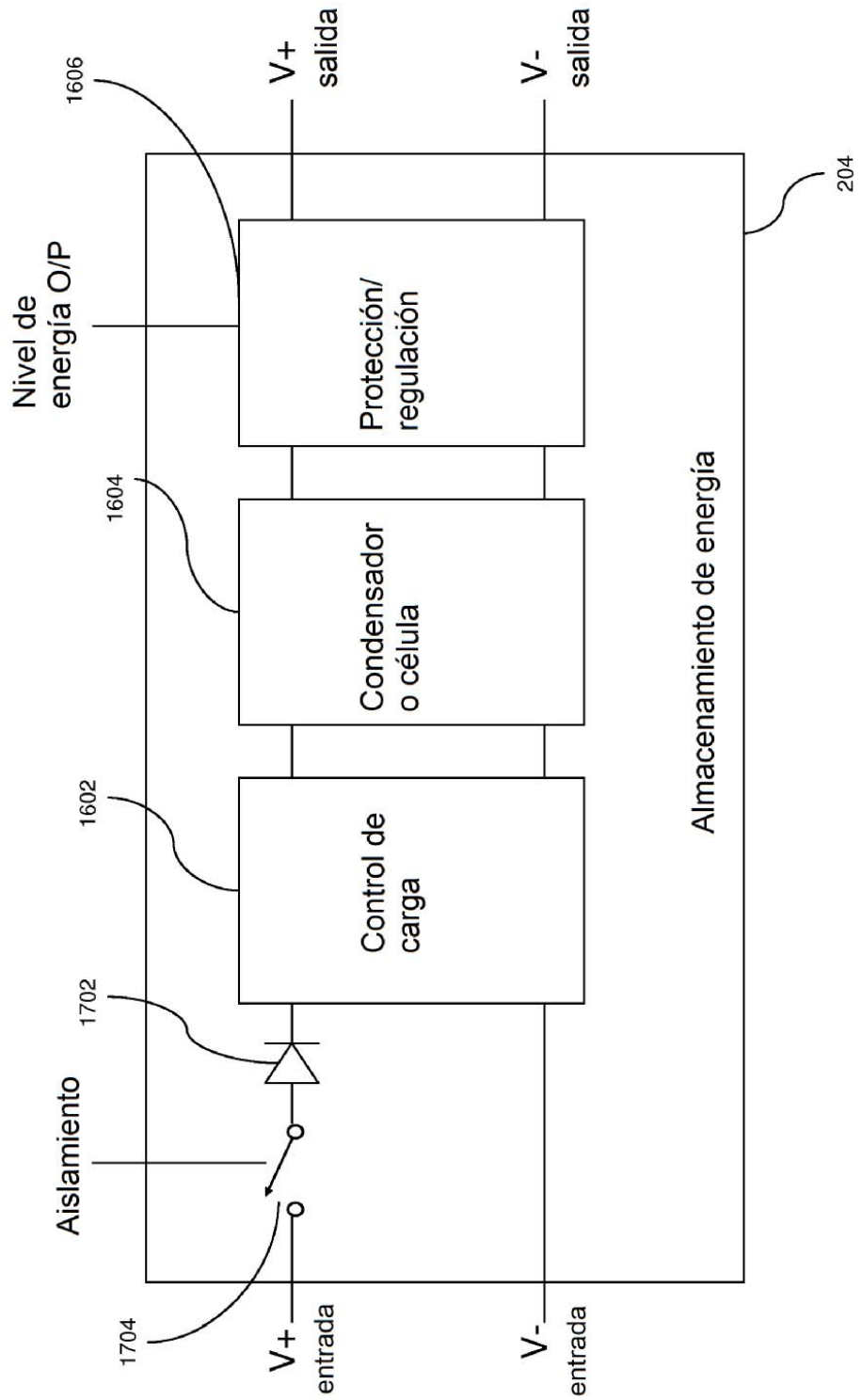


Fig. 17



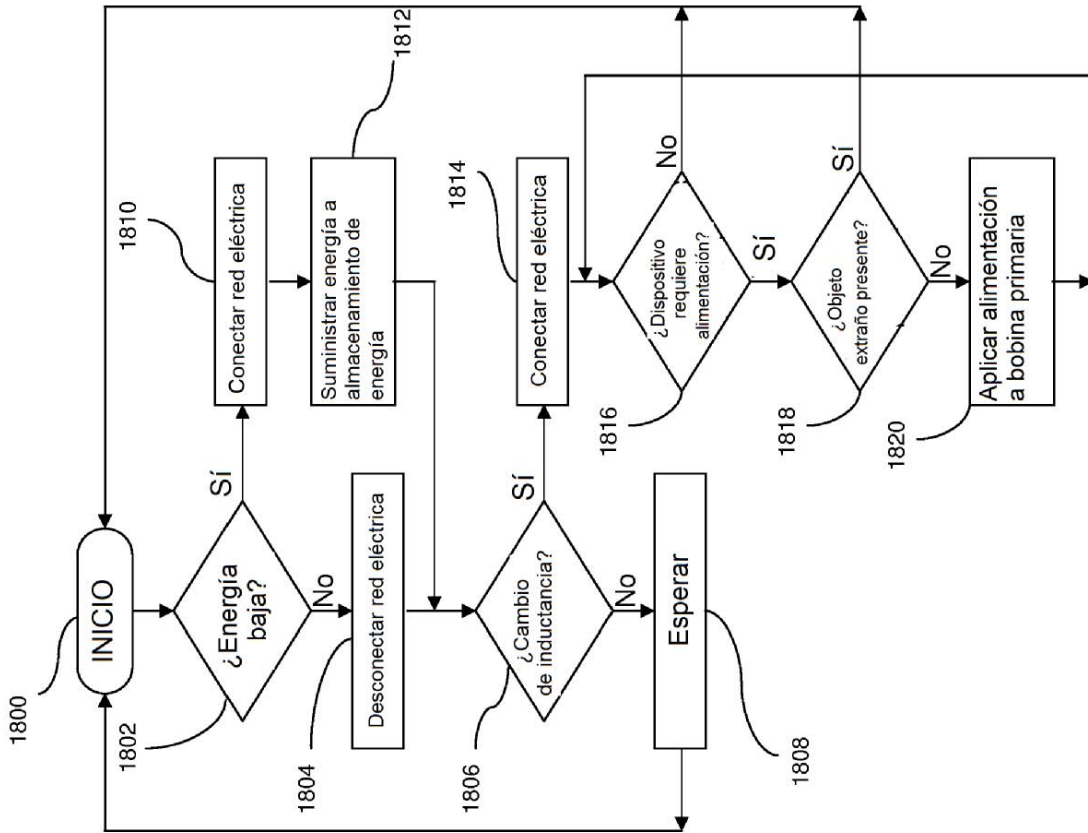


Fig. 18

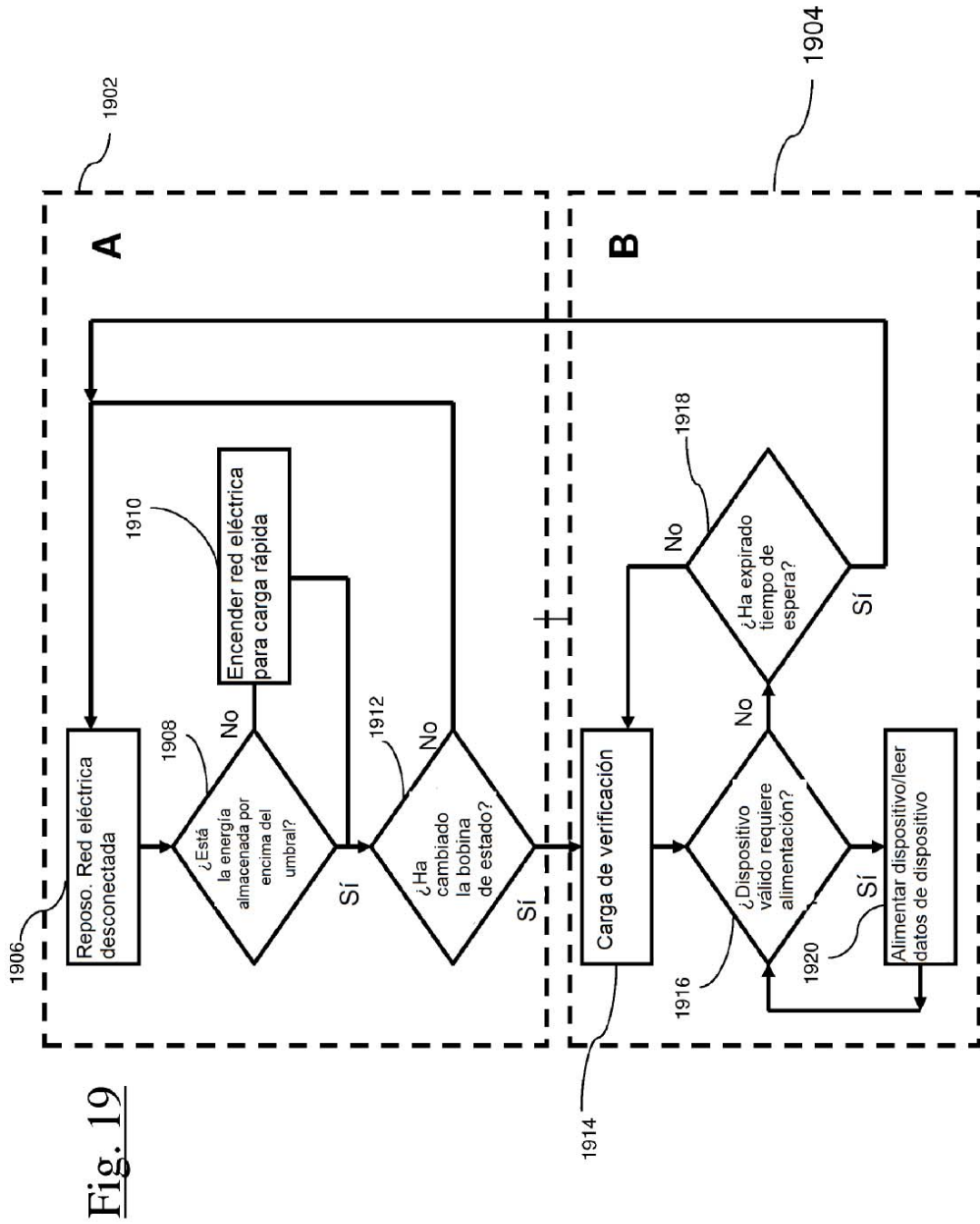
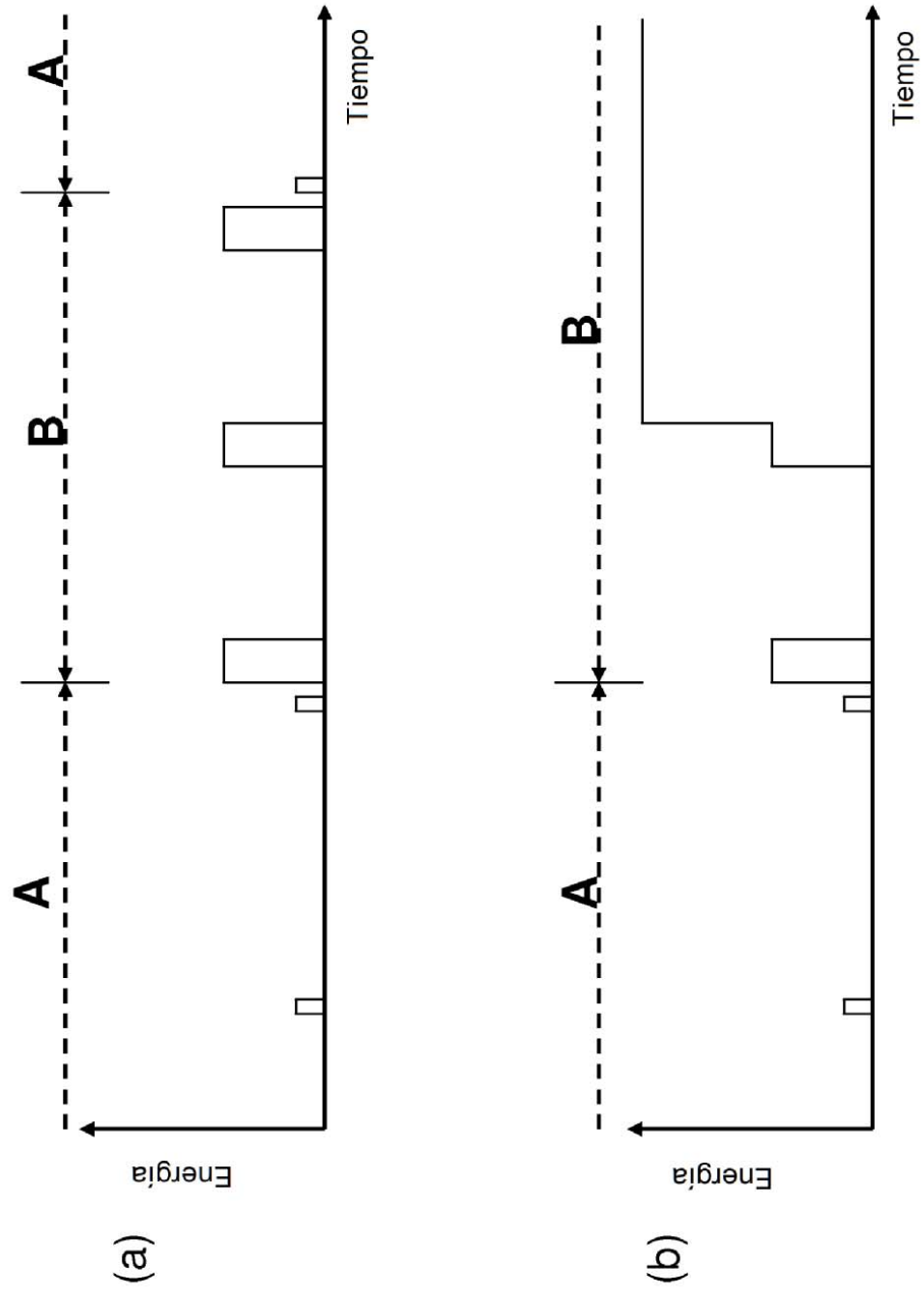


Fig. 20



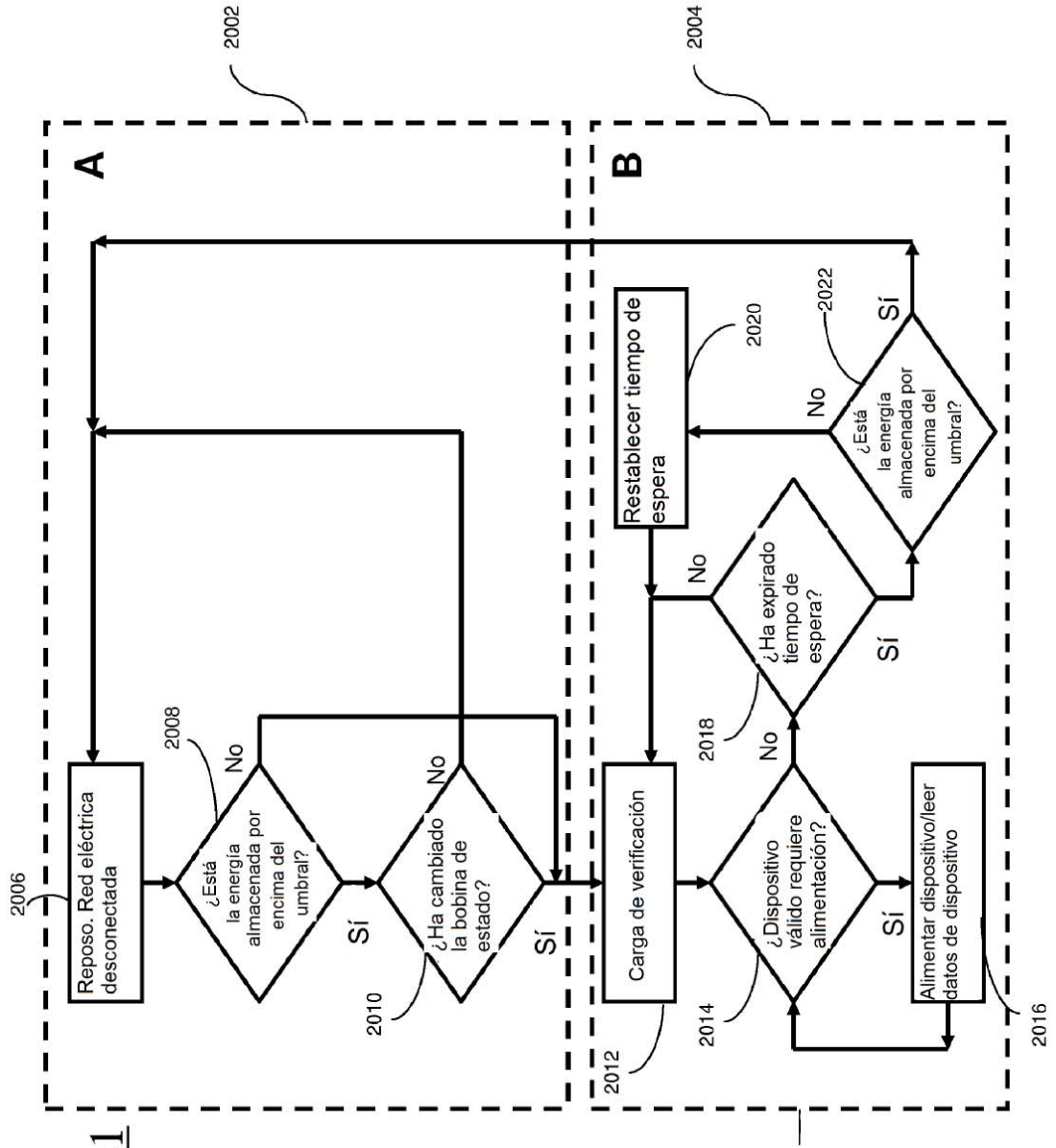


Fig. 21

Fig. 22

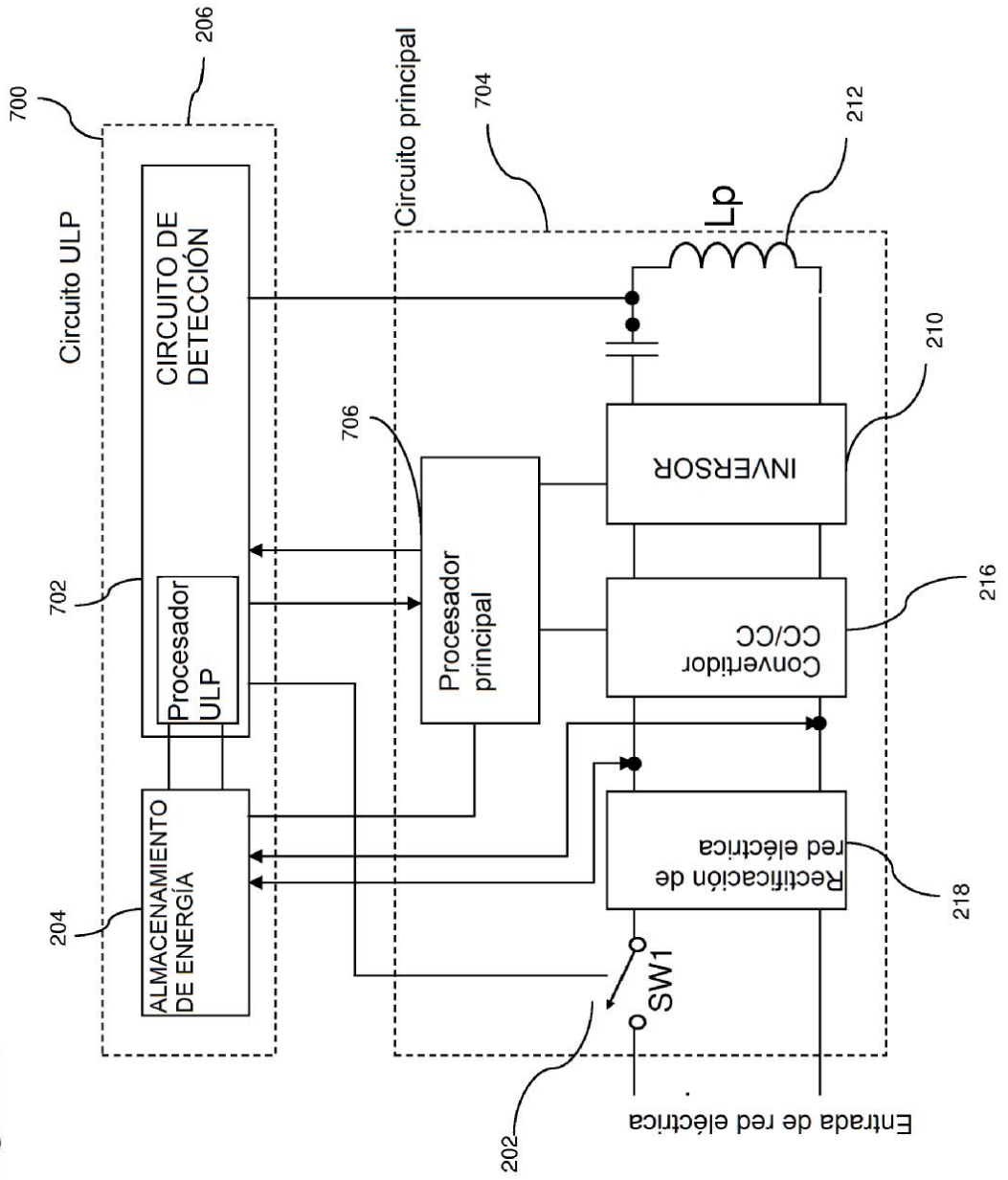


Fig. 23

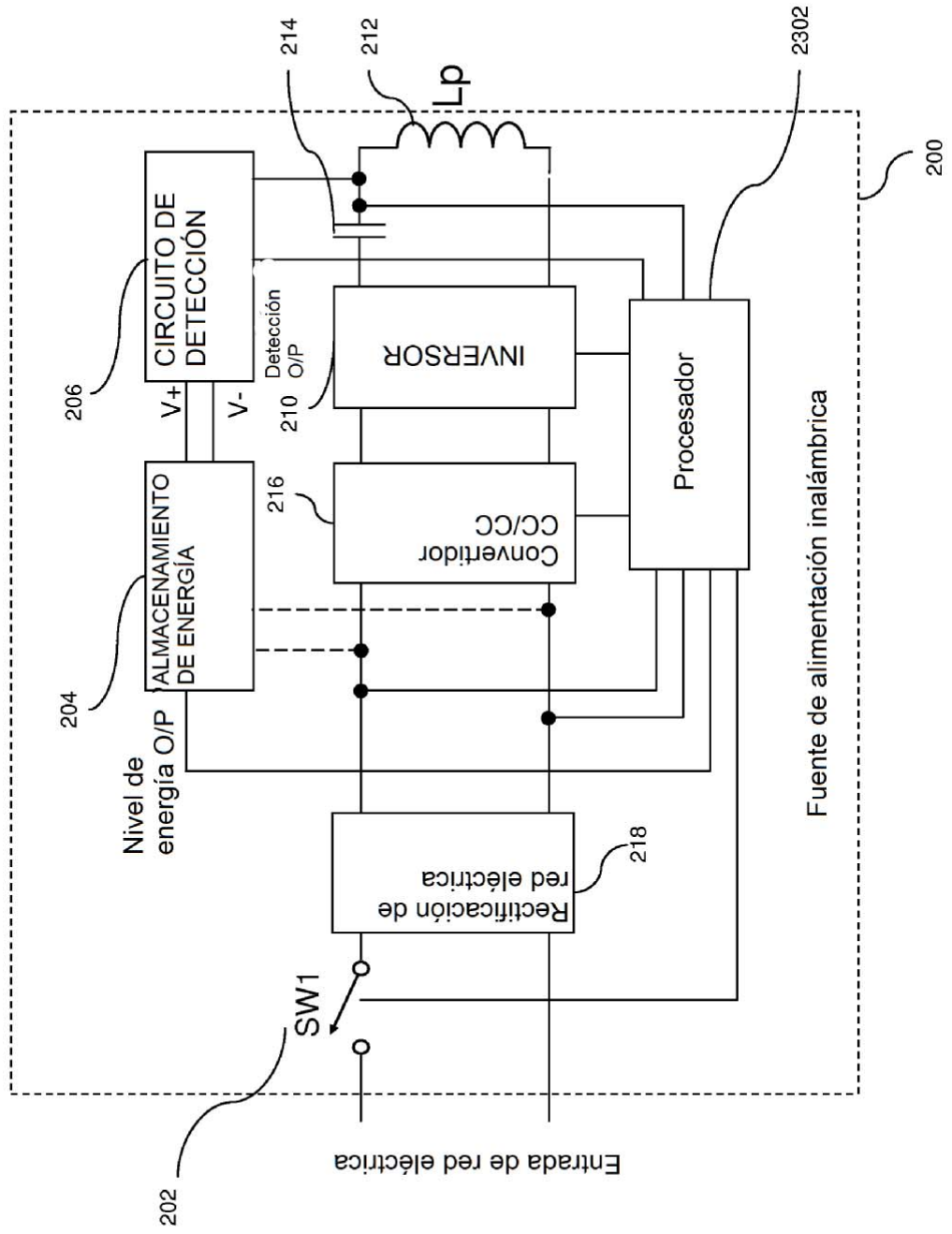


Fig. 24

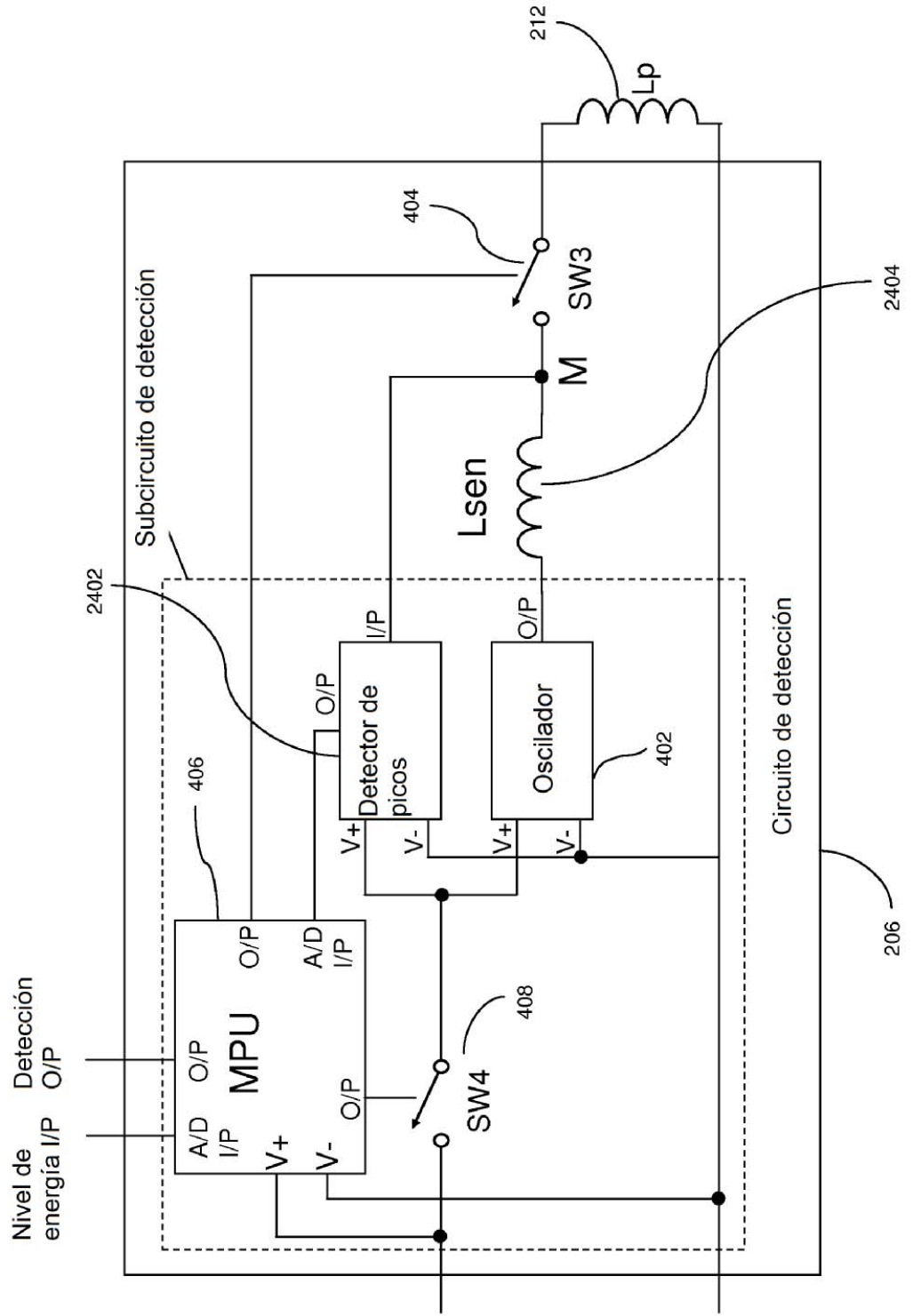
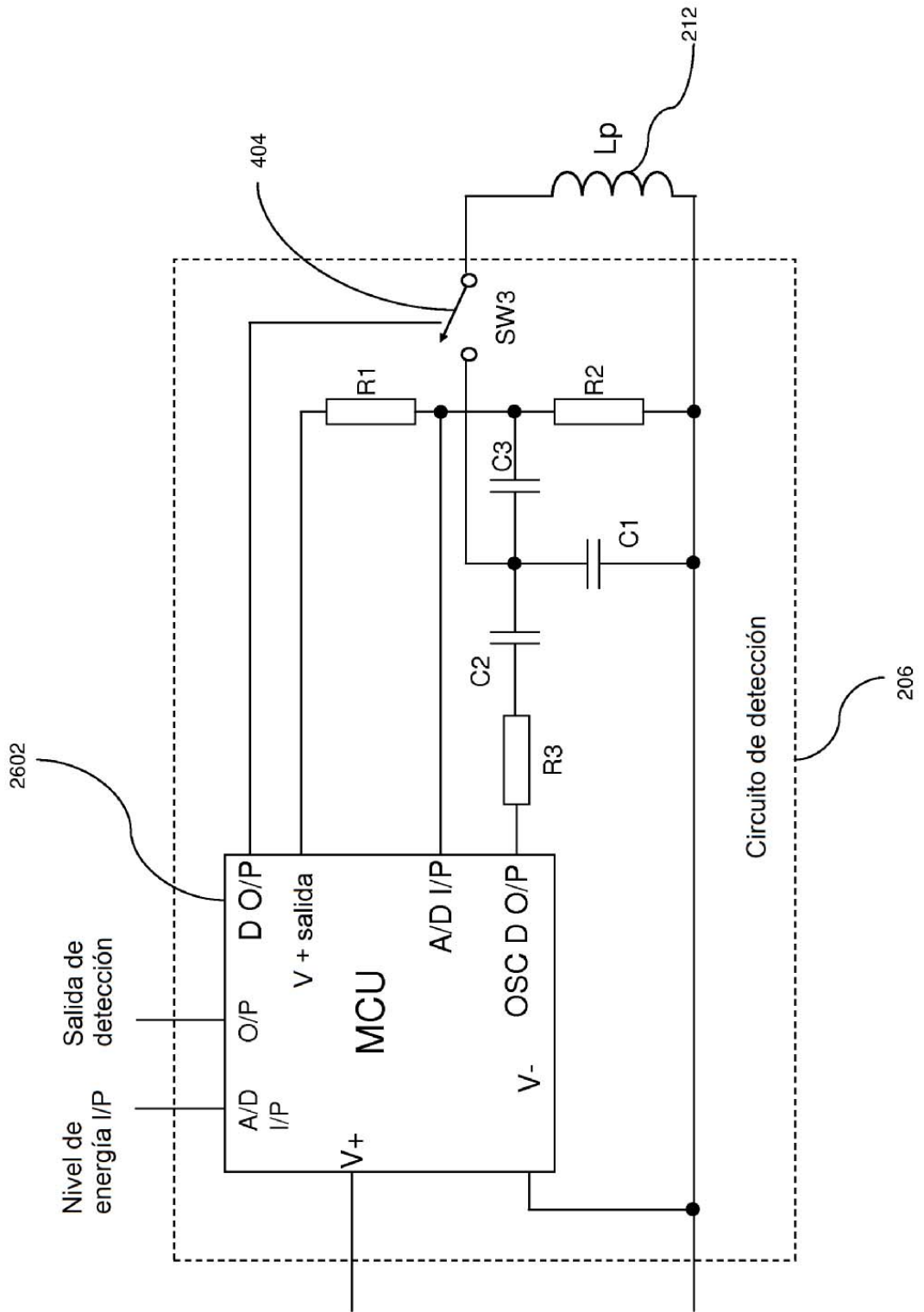


Fig. 26



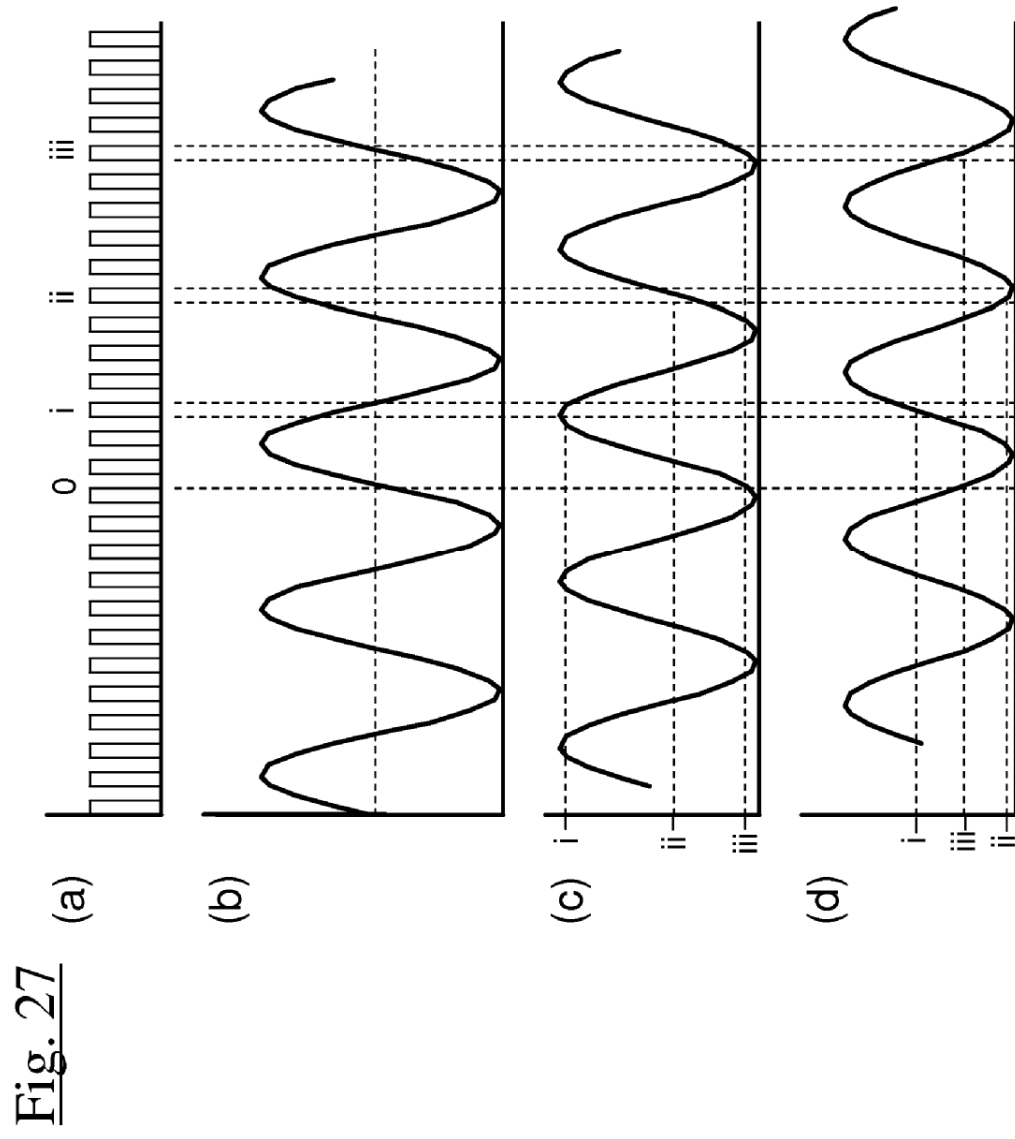
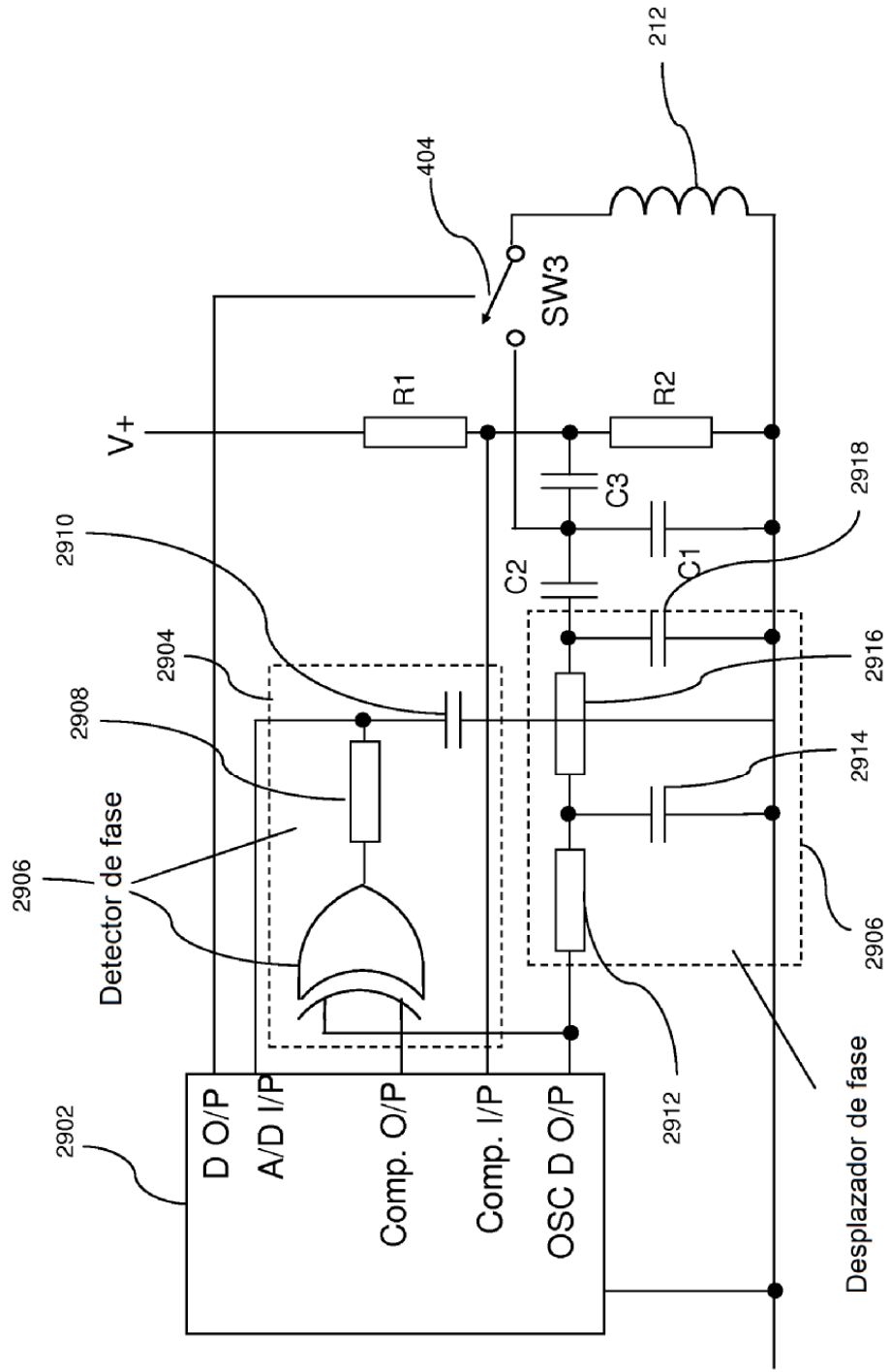


Fig. 29



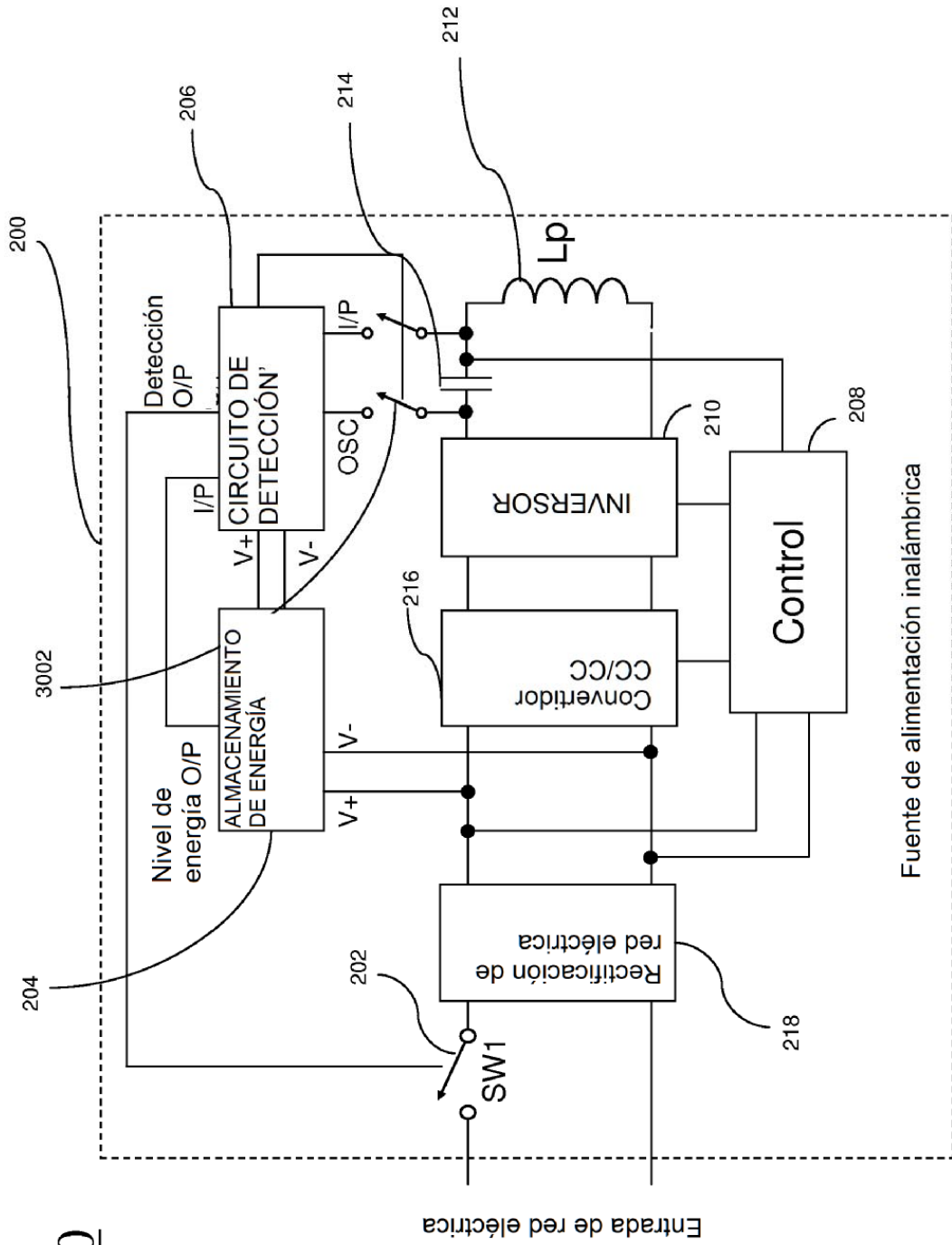


Fig. 30

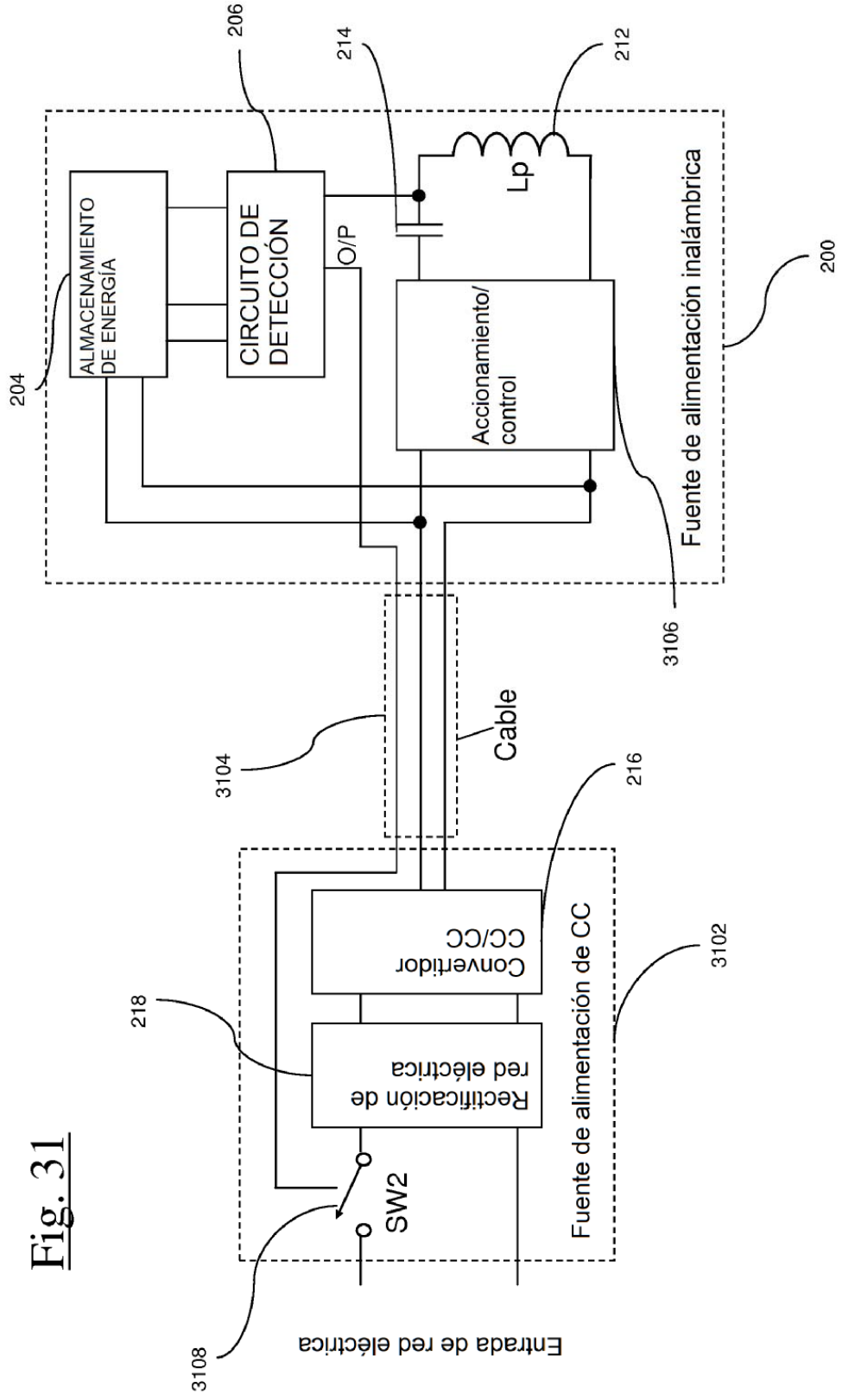


Fig. 31

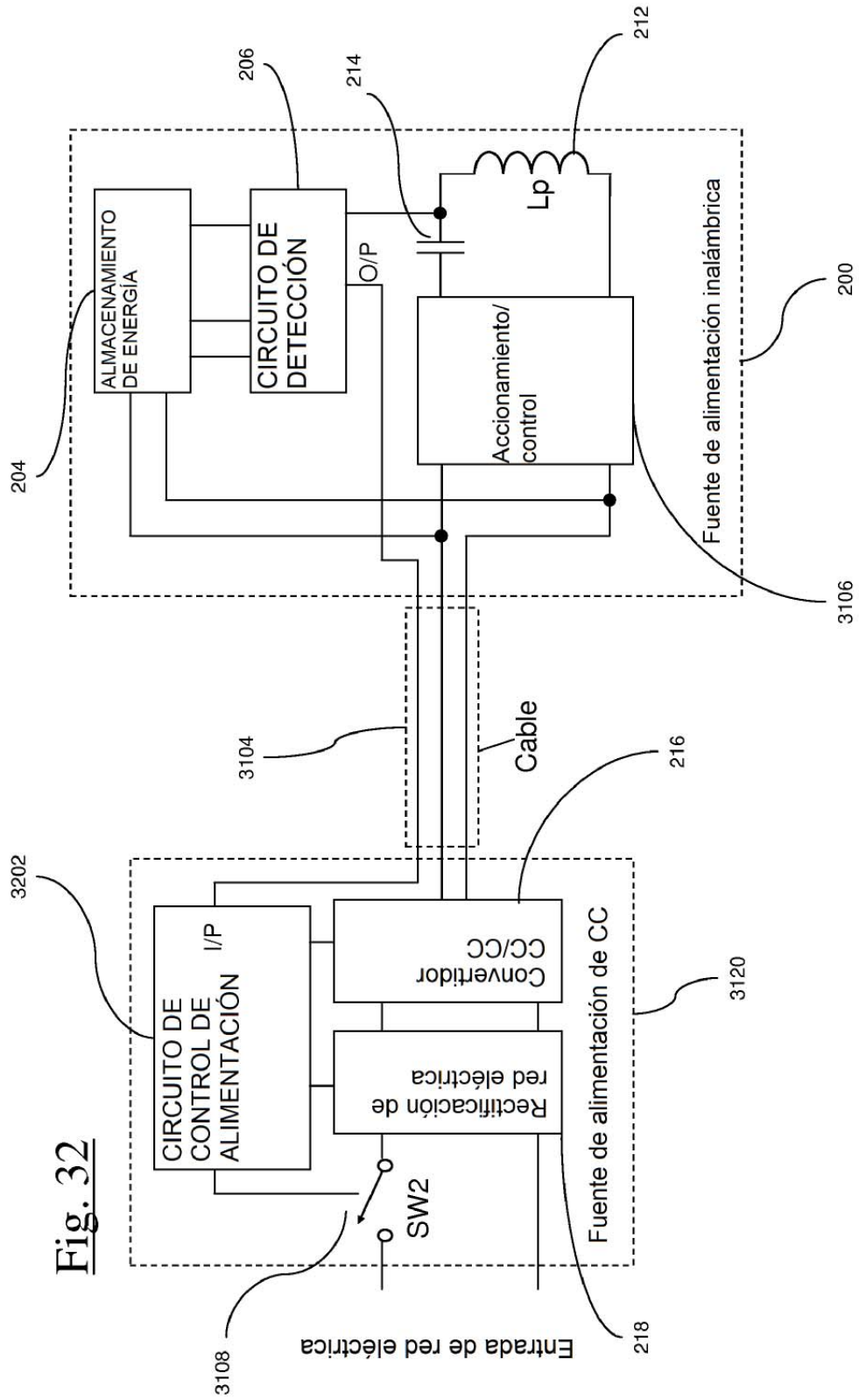


Fig. 32

Fig. 33

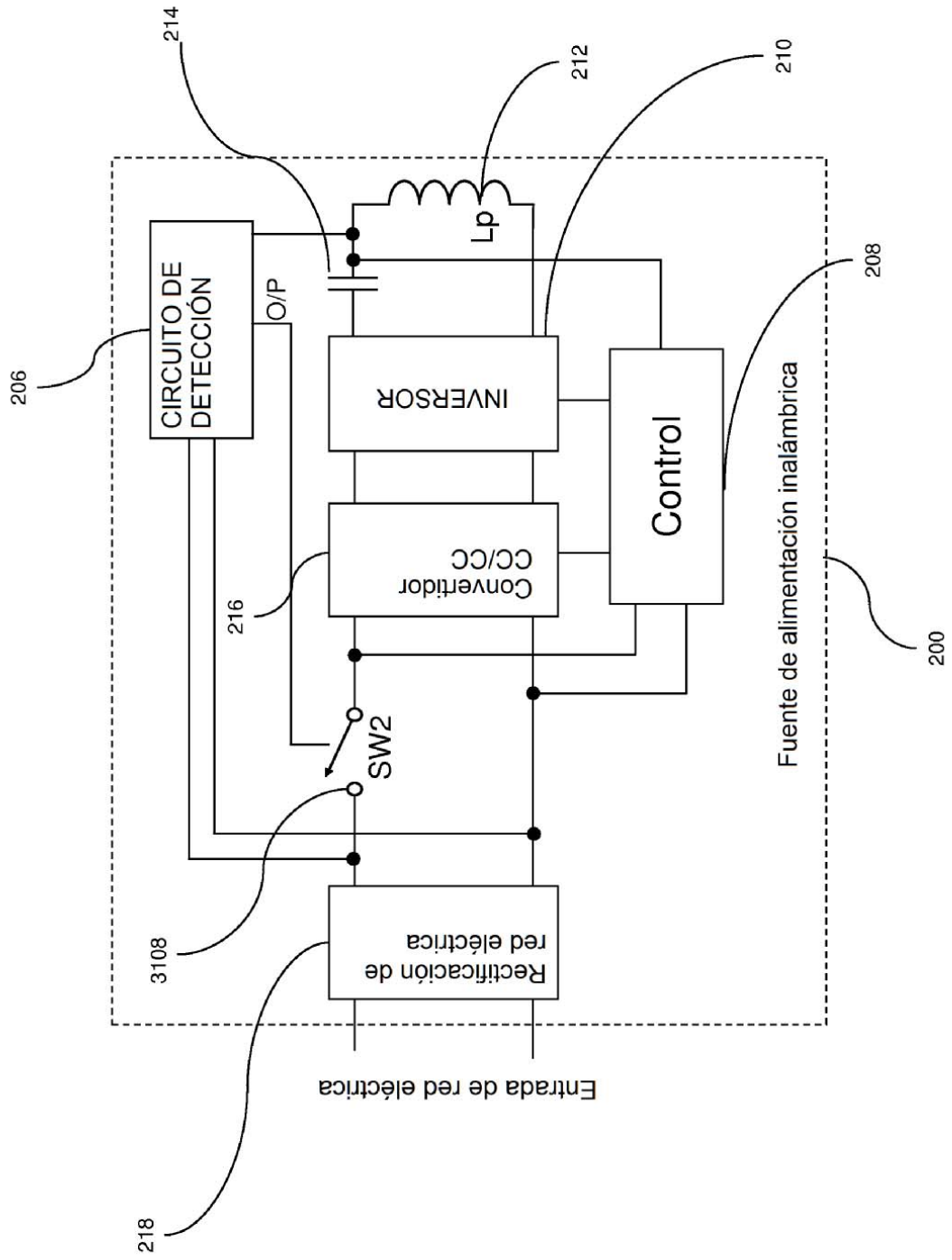
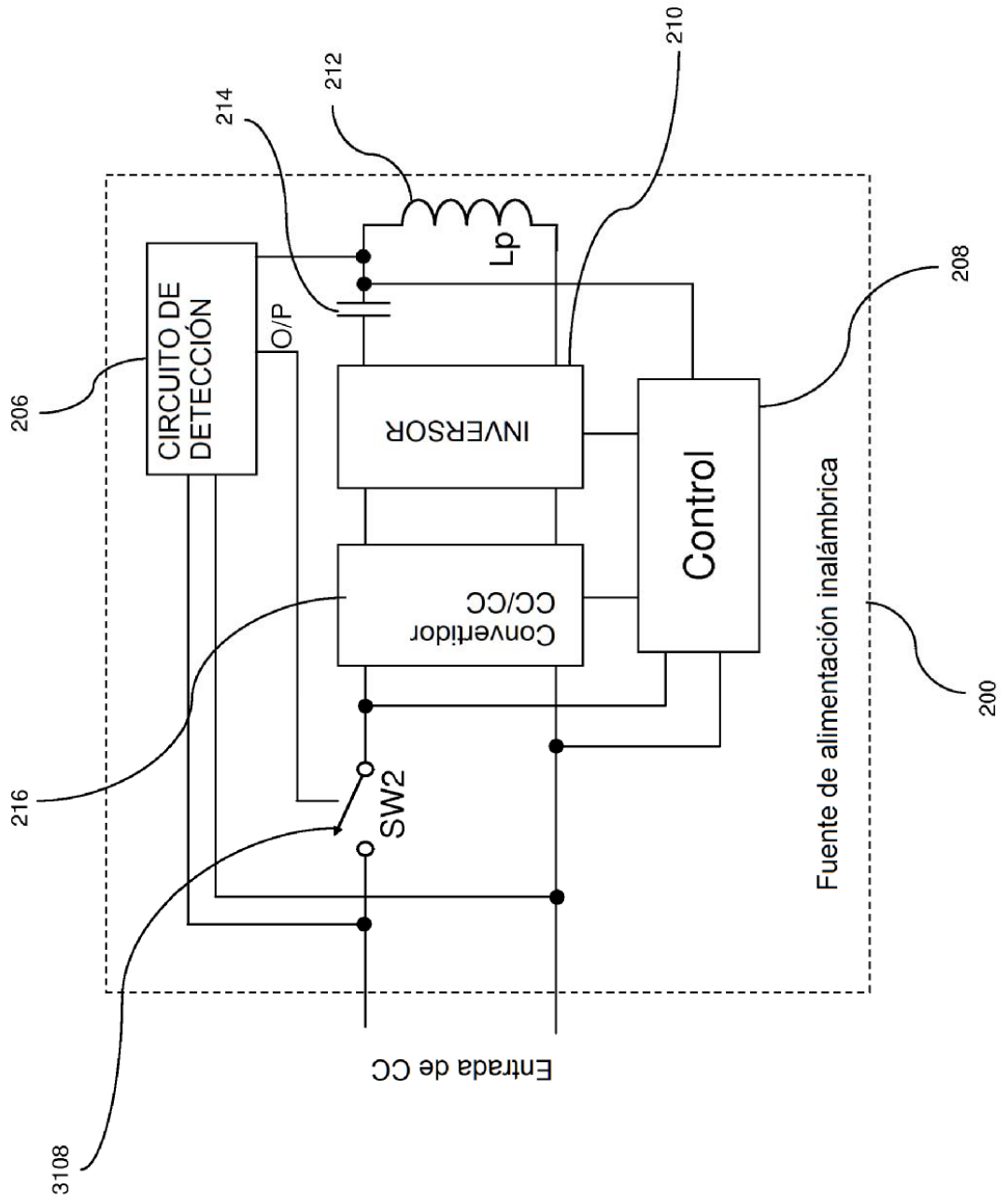


Fig. 34



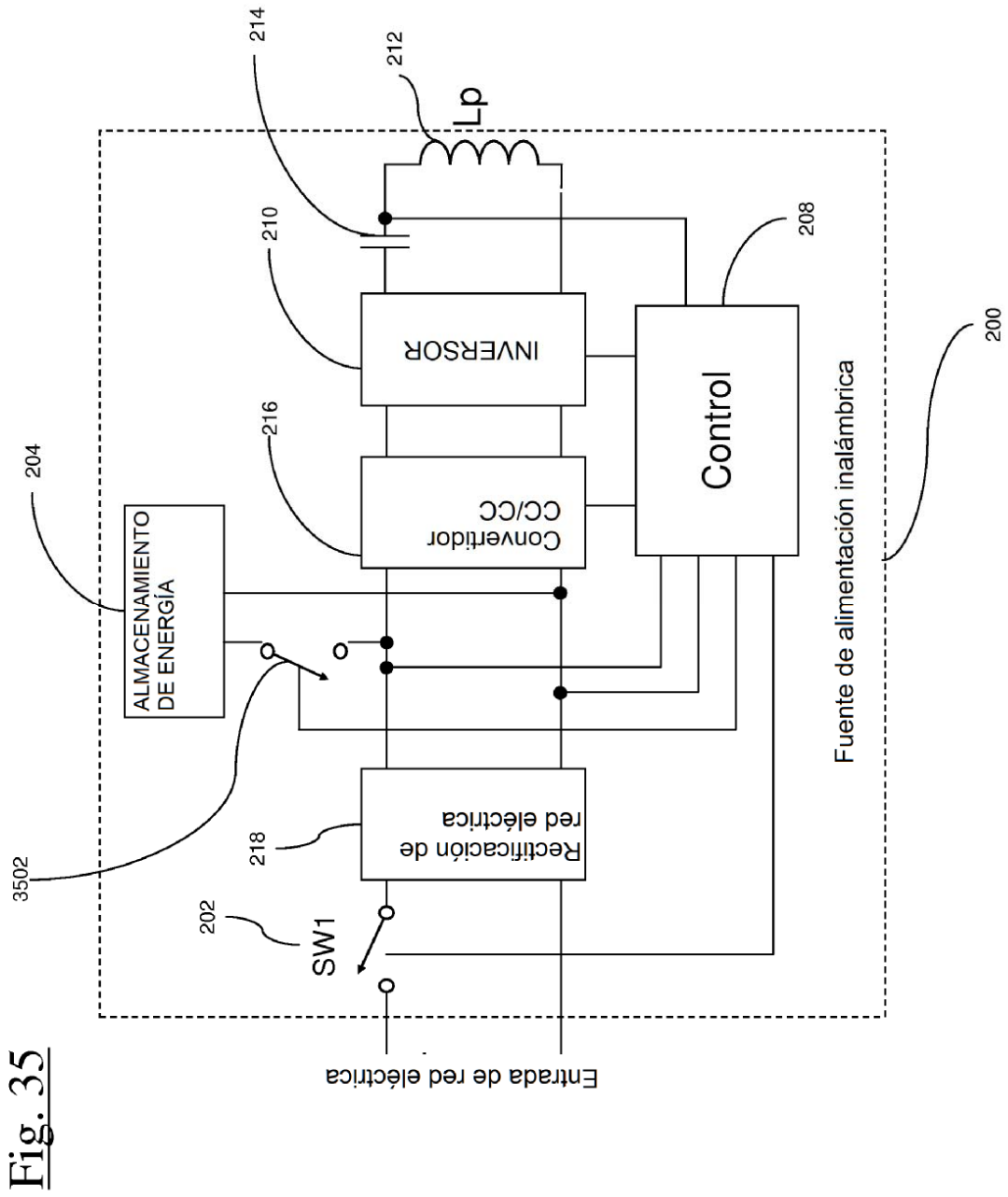
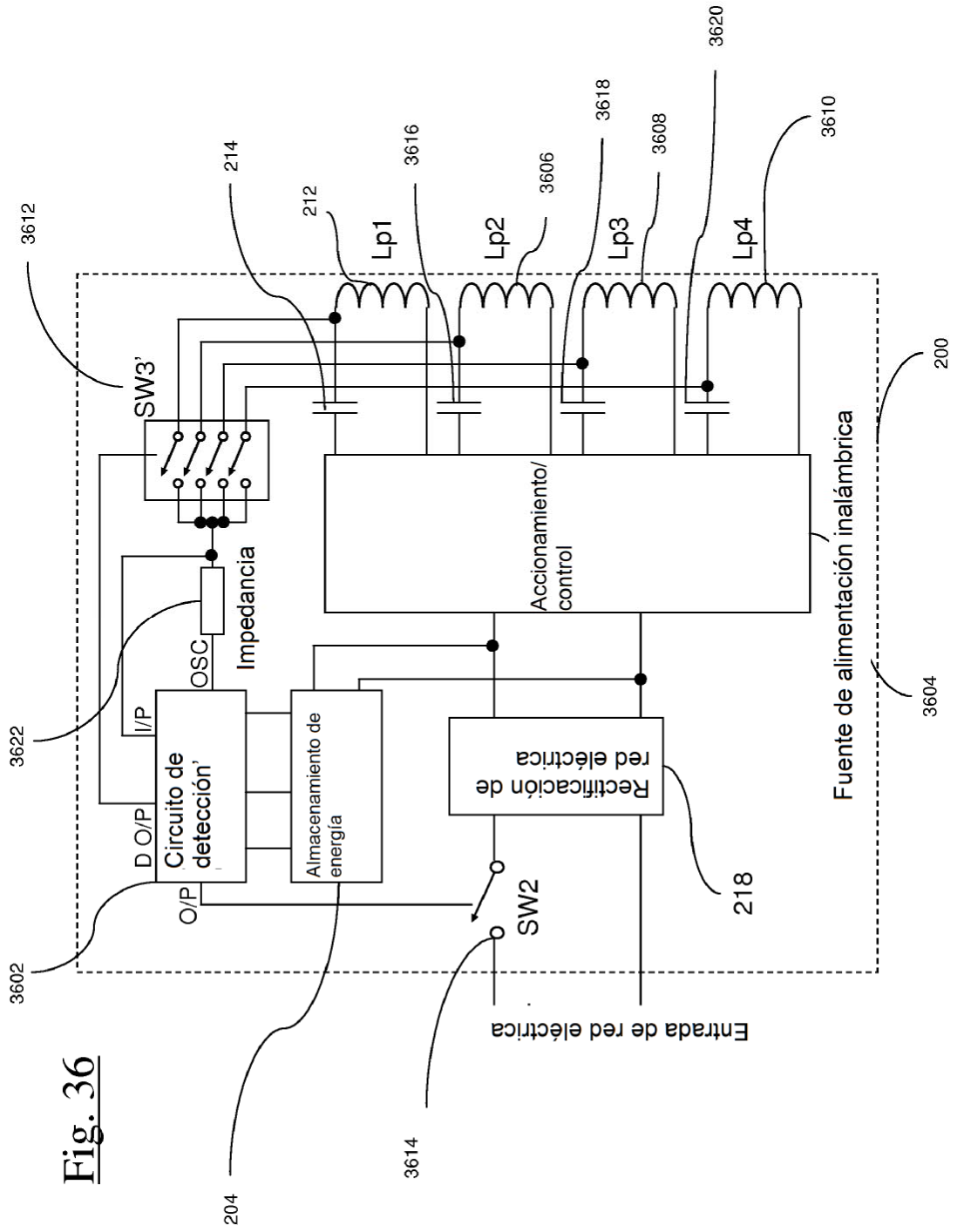
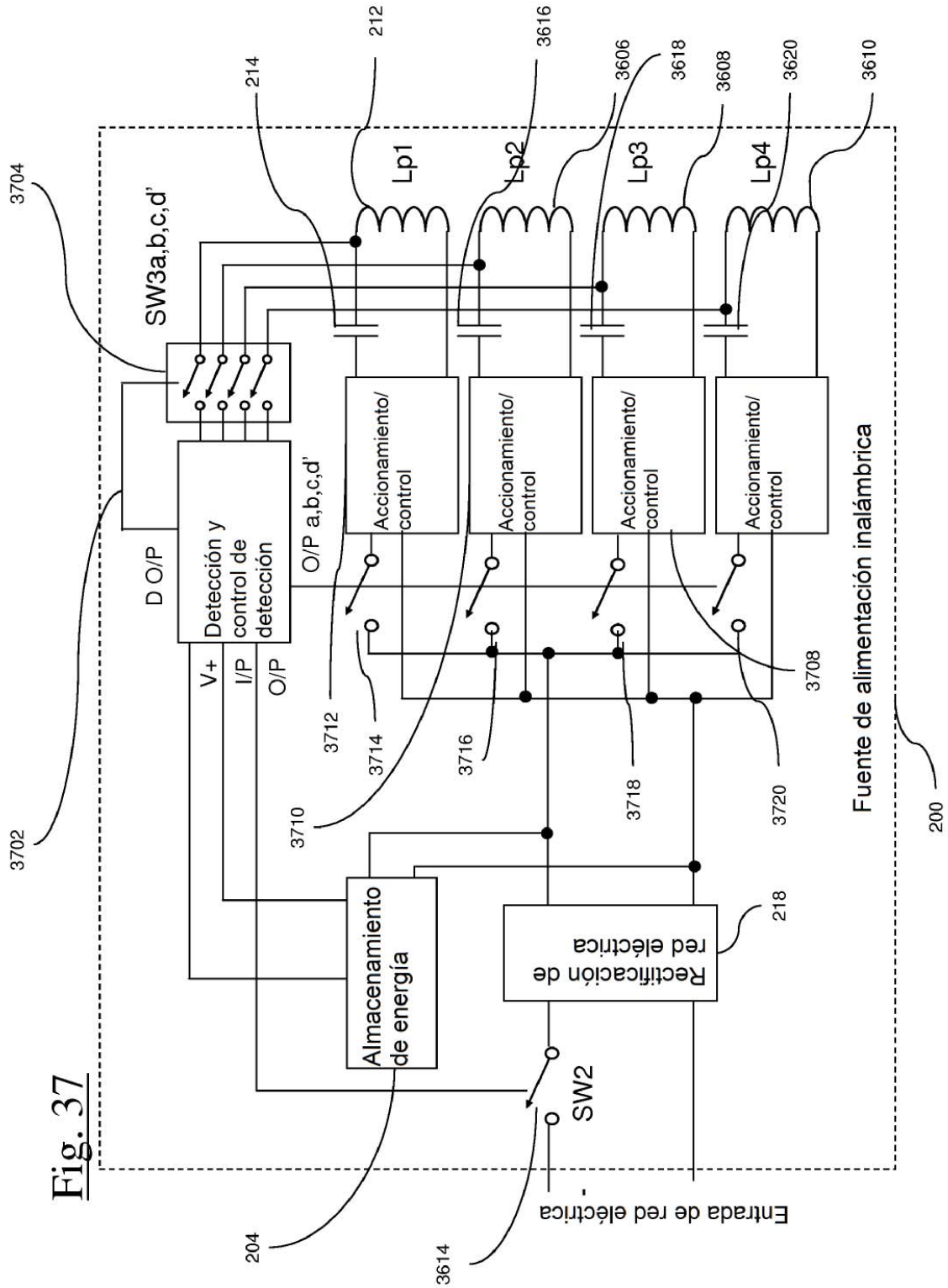


Fig. 35





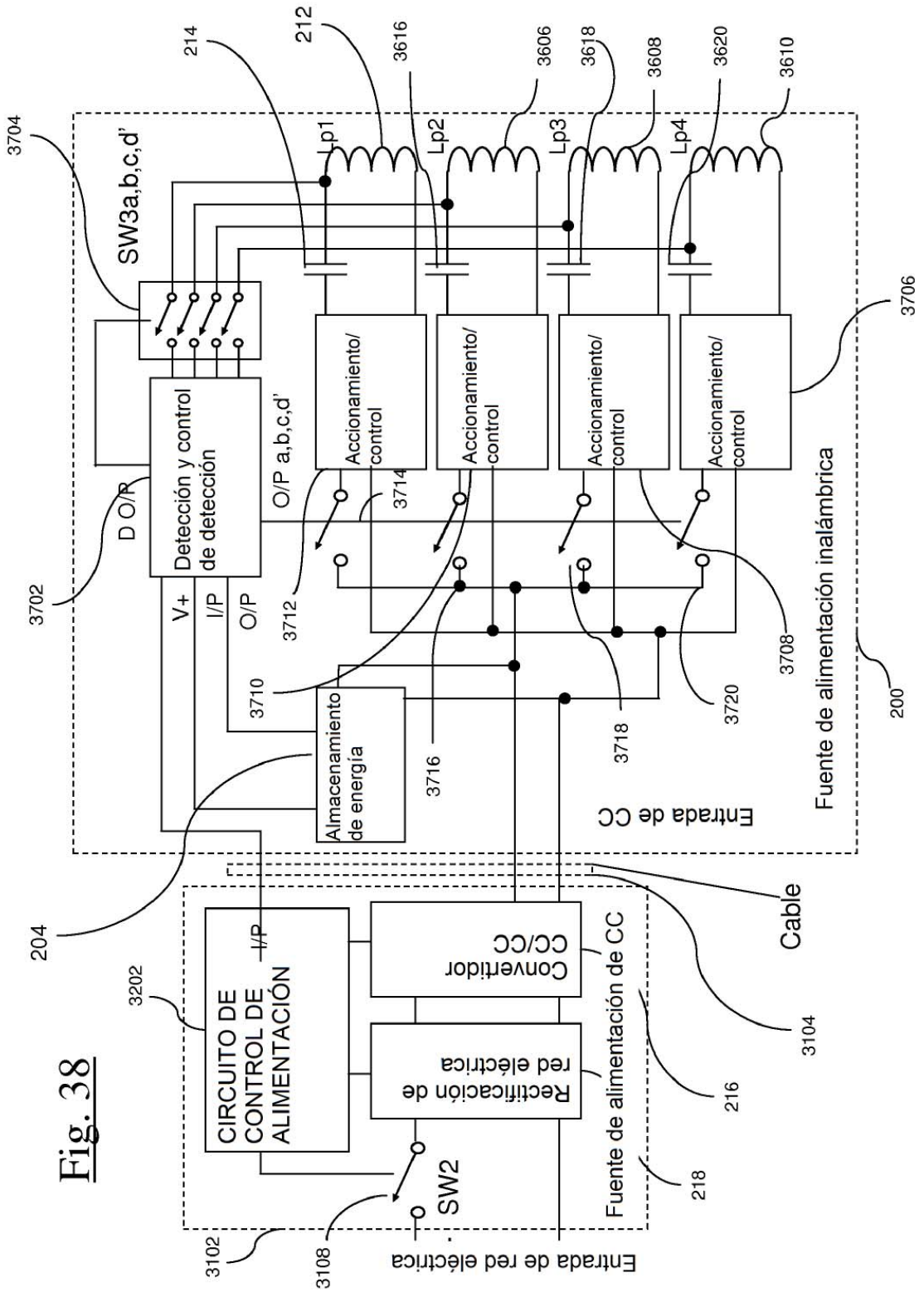


Fig. 38

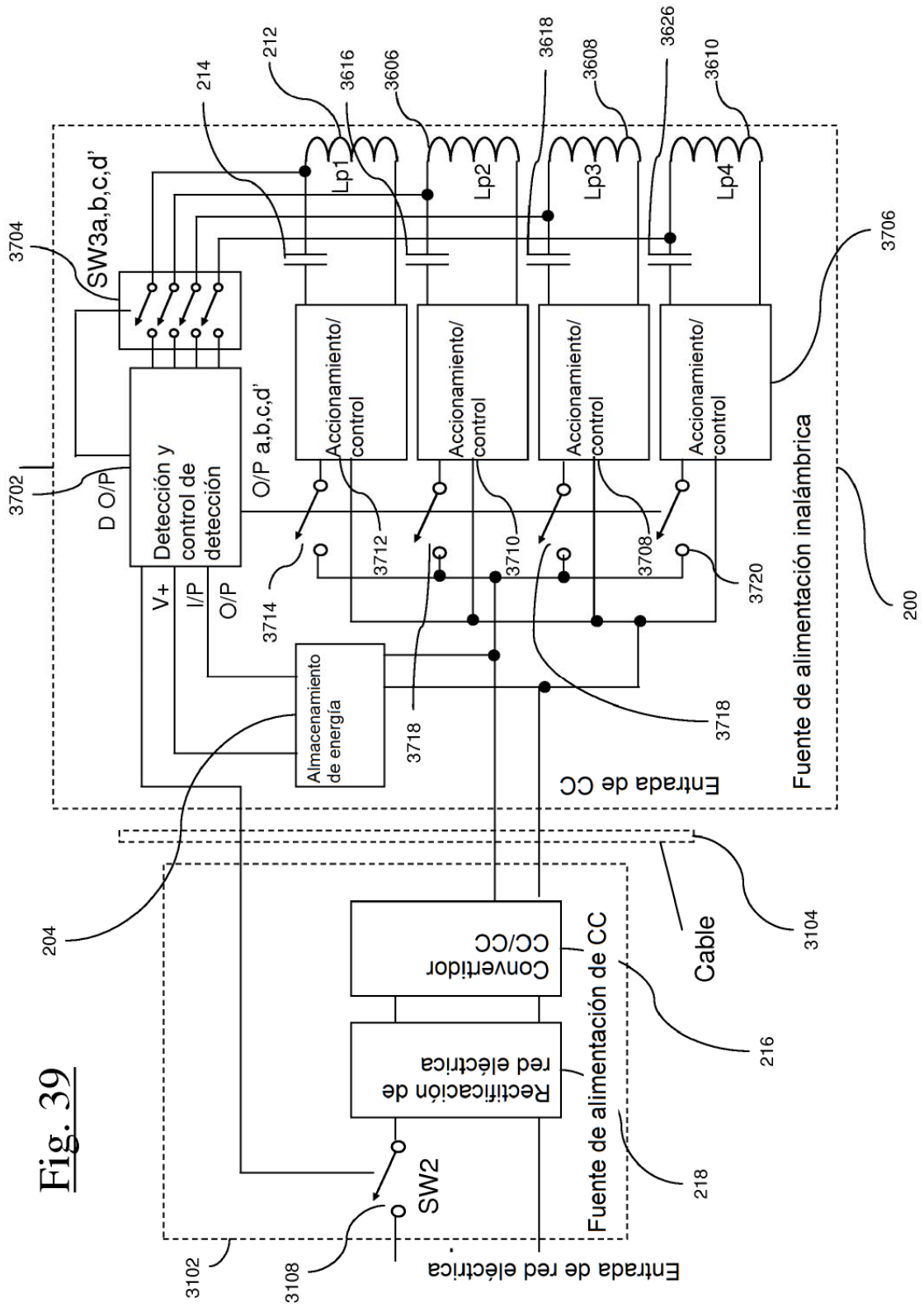
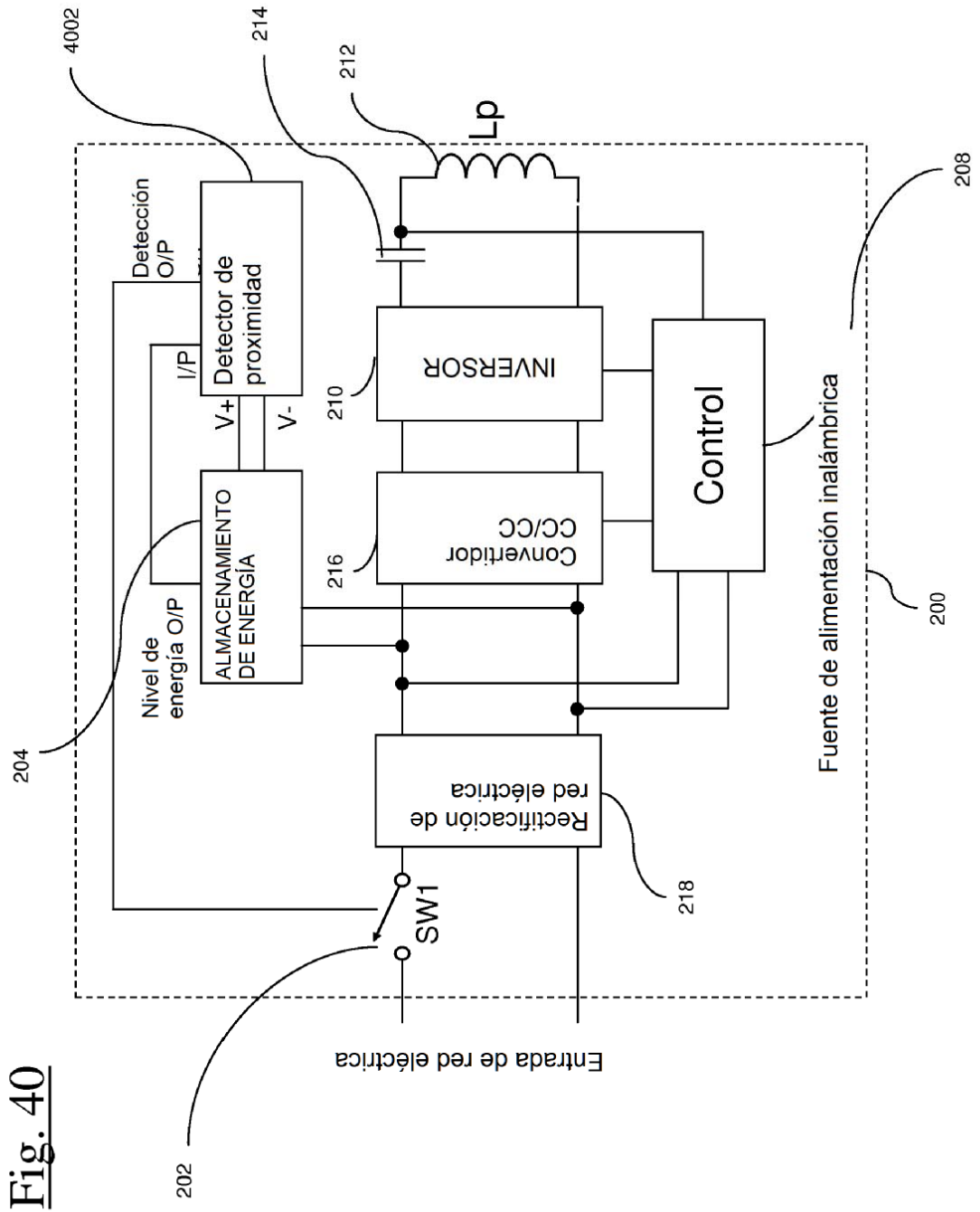


Fig. 39



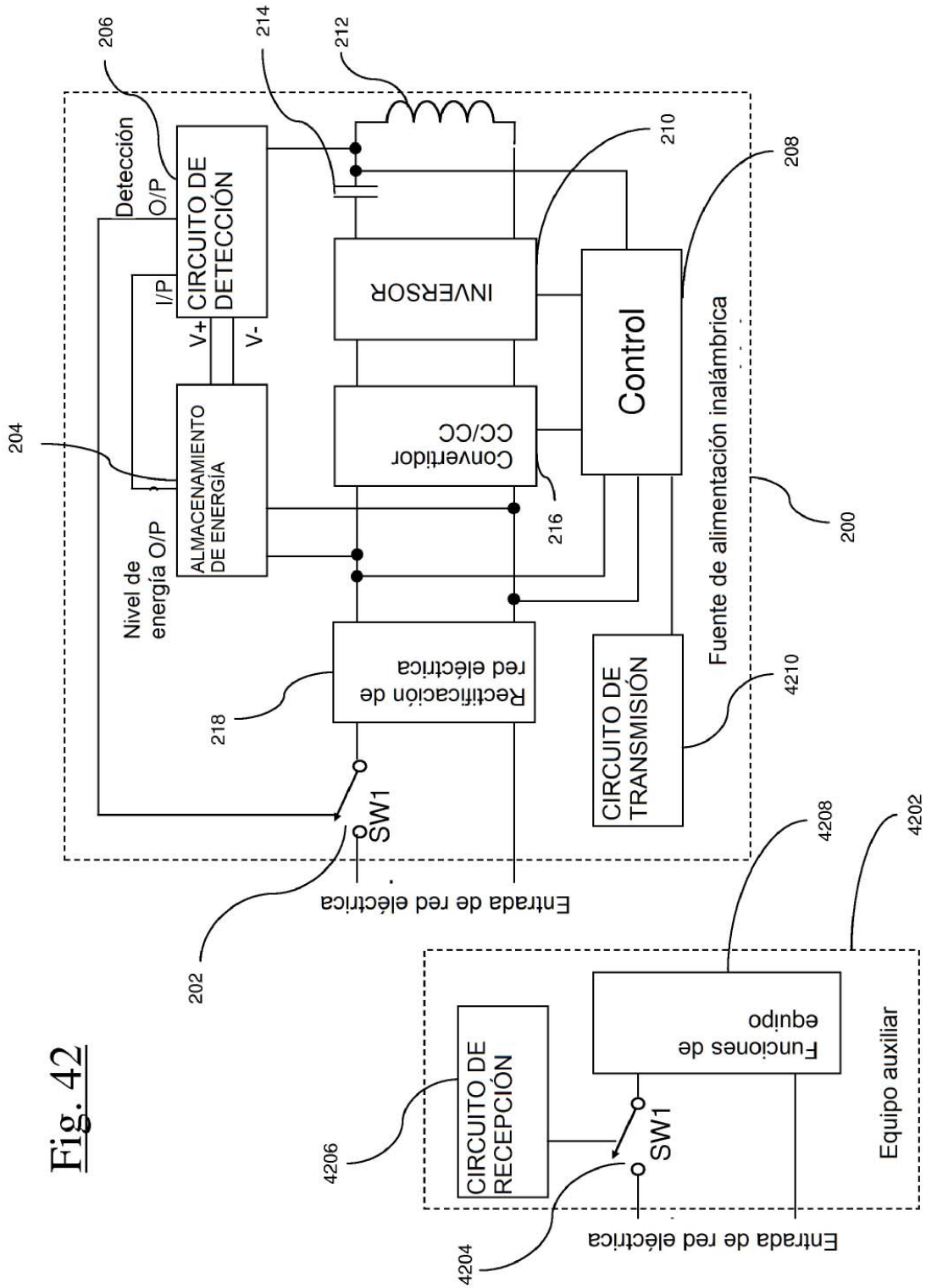


Fig. 42

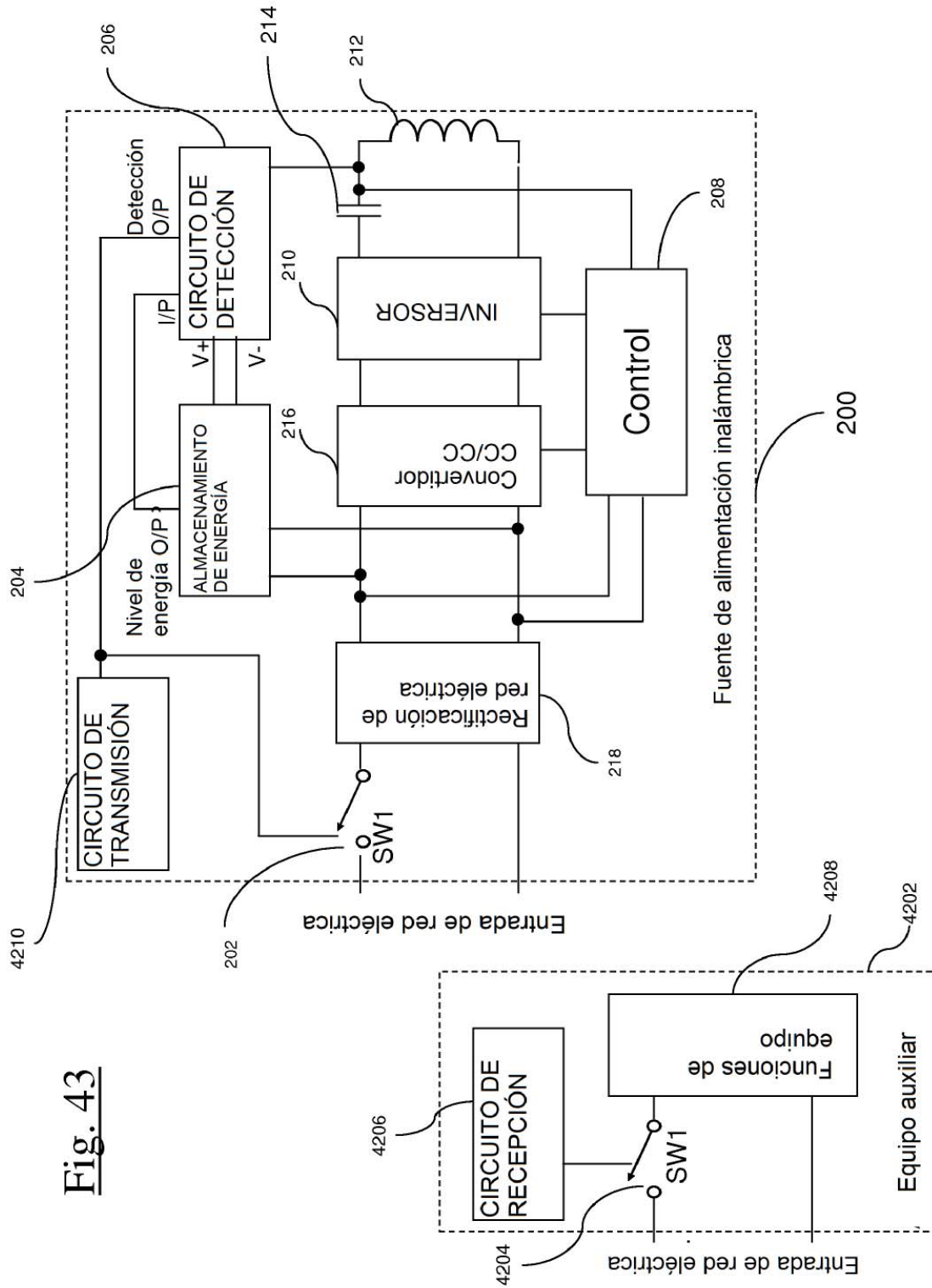


Fig. 43

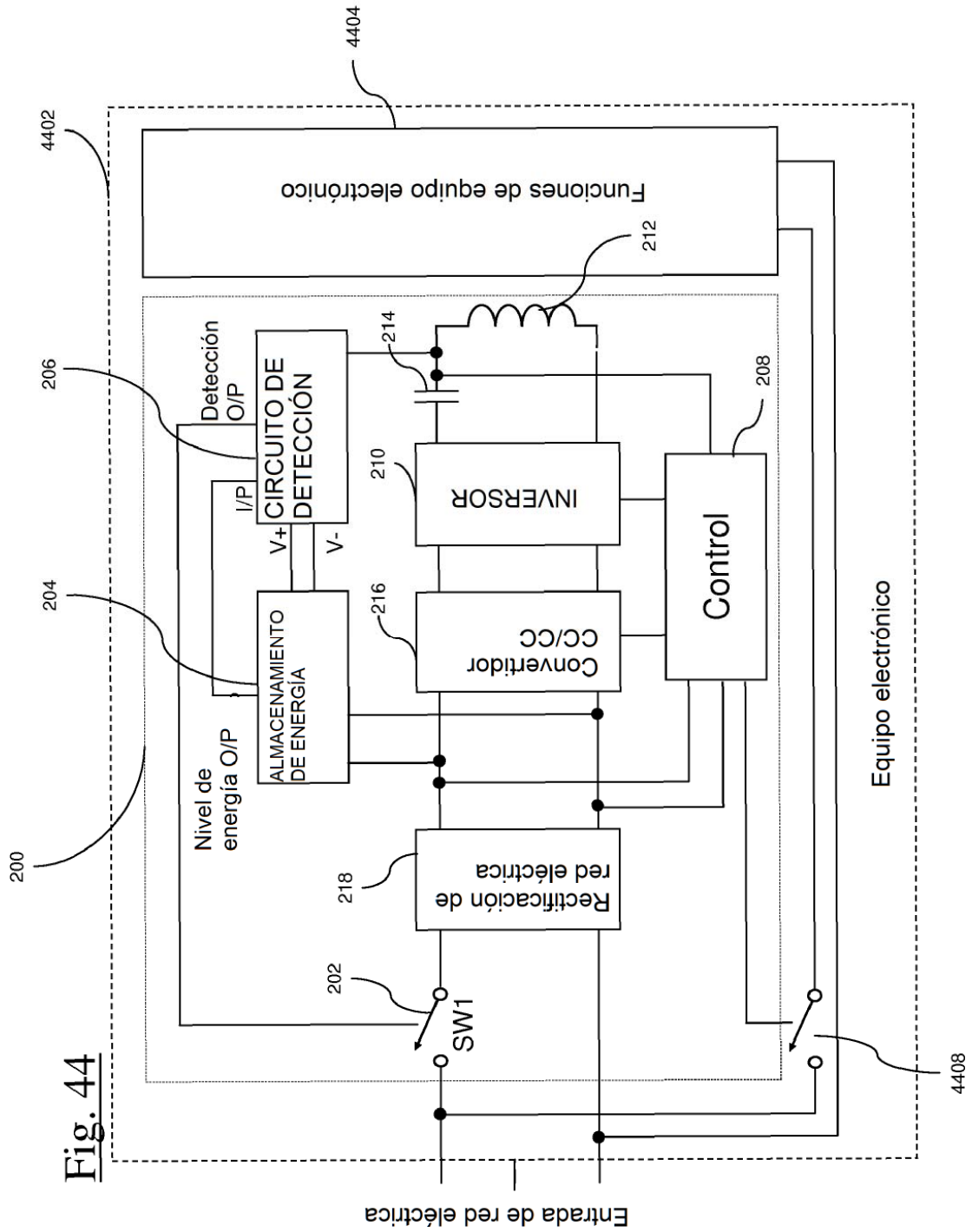


Fig. 44

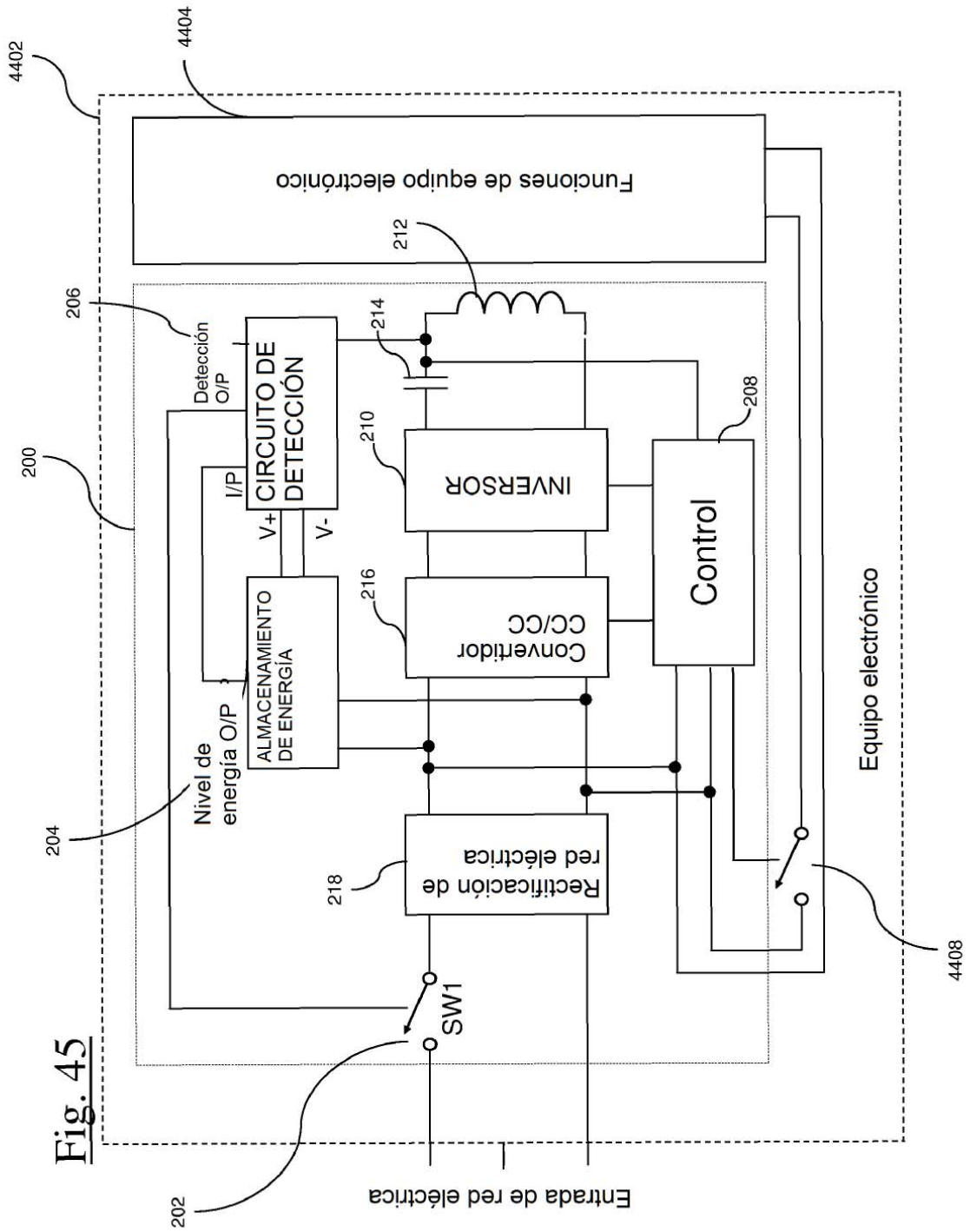


Fig. 45

